



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Efectos del concreto reforzado con fibra y aditivo de retracción compensada para mejorar las propiedades mecánicas de las losas industriales, Cercado-Lima 2023

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Assante Alfaro, Julio Cesar ([orcid.org/0000-0003-0776-1913](https://orcid.org/0000-0003-0776-1913))

**ASESOR:**

Dr. Delgado Ramírez, Félix Germán ([orcid.org/0000-0002-7188-9471](https://orcid.org/0000-0002-7188-9471))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

**LÍNEA DE ACCIÓN DE RESPONSABILIDAD SOCIAL:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**LIMA-PERÚ**

**2023**

## **DEDICATORIA**

La presente investigación la dedico a mi familia, quienes me apoyaron y alentaron en todo momento para hacer realidad nuestra meta.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, a mi esposa e hijos por darme la oportunidad de hacer realidad nuestro sueño.

A nuestro asesor por su aporte profesional y consejos brindados.

## Índice de contenido

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de tablas.....	vi
Índice de gráficos y figuras.....	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I.- INTRODUCCIÓN.....	5
II.-MARCO TEÓRICO .....	13
III.- METODOLOGÍA .....	10
3.1 Tipo y diseño de investigación .....	36
3.2 Variables y operacionalización.....	36
3.3 Población, muestra y muestreo.....	36
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	38
3.5. Procedimiento .....	42
3.6. Método de análisis de datos.....	43
3.7. Aspectos éticos.....	44
IV. RESULTADOS.....	56
4.1. Diseño de mezcla.....	47
4.2. Análisis granulométrico.....	48
4.3. Mediciones del concreto en estado fresco.....	49
4.3.1. Medición del asentamiento del concreto (Slump).....	49
4.3.2. Medición de la temperatura del concreto.....	49

4.4. Mediciones del concreto en estado endurecido.....	50
4.4.1. Ensayos de laboratorio a compresión.....	50
4.4.2. Ensayos de laboratorio a tracción.....	54
4.4.3. Ensayos de laboratorio a flexión.....	57
V. DISCUSIÓN.....	67
VI. CONCLUSIONES.....	72
VII. RECOMENDACIONES.....	74
REFERENCIAS.....	75
ANEXOS.....	77

## Índice de tablas

Tabla 1. Validez de instrumentos.....	43
Tabla 2. Confiabilidad alfa de Cromback.....	43
Tabla 3. Resumen de probetas cilíndricas para ensayos de compresión.....	46
Tabla 4. Número de probetas cilíndricas tomadas para ensayos a tracción.....	47
Tabla 5. Cantidad de probetas prismáticas para ensayos a flexión.....	47
Tabla 6. Diseño de mezcla.....	48
Tabla 7. Tolerancias del concreto.....	49
Tabla 8. Procedencia de los insumos.....	49
Tabla 9. Ensayo a la compresión sin fibra metálica a los 7 días.....	56
Tabla 10. Ensayo a la compresión con fibra metálica a los 7 días.....	57
Tabla 11. Resultados de ensayo a la compresión sin fibra a los 28 días.....	58
Tabla 12. Resultados de ensayo a la compresión con fibra a los 28 días.....	59
Tabla 13. Promedio de ensayo a la tracción sin fibra a los 7 días.....	60
Tabla 14. Promedio de ensayo a la tracción con fibra a los 7 días.....	61
Tabla 15. Resistencia a la tracción sin fibra metálica a los 28 días.....	62
Tabla 16. Resistencia a la tracción con fibra a los 28 días.....	63
Tabla 17. Módulo de rotura a la flexión sin fibra metálica a los 7 días.....	63

## Índice de figuras

Figura 1. Labios de juntas de contracción despostilladas.....	5
Figura 2. Juntas dañadas y fisuradas.....	5
Figura 3. Reparación de juntas de contracción.....	5
Figura 4. Adherencia de la fibra metálica al concreto.....	22
Figura 5. Reducción versus compensación de contracción.....	24
Figura 6. Diseño de junta de contracción en losa industrial.....	26
Figura 7. Junta de construcción en losa industrial.....	26
Figura 8. Junta de aislamiento en losa industrial.....	27
Figura 9. Alabeo de pavimento rígido por variación de temperatura.....	30
Figura 10. Croquis ubicación del proyecto.....	39
Figura 11. Medida del slump del concreto.....	43
Figura 12. Medición de la temperatura del concreto.....	44
Figura 13. Moldeo de probetas .....	44
Figura 14. Moldeo de vigas prismáticas.....	45
Figura 15. Curado de testigos en poza de agua.....	46
Figura 16. Ensayo de compresión sin fibra metálica.....	46
Figura 17. Adición de fibra metálica en obra.....	47
Figura 18. Ensayos de tracción sin fibra metálica.....	47
Figura 19. Pruebas de laboratorio a tracción con fibra metálica.....	48
Figura 20. Comparativo de ensayos a compresión a 7 días con y sin fibra.....	55
Figura 21. Valores de ensayos a compresión a 28 días con y sin fibra metálica....	56
Figura 22. Resultados de prueba a tracción a los 7 días con y sin fibra metálica...59	
Figura 23. Pruebas a flexión a los 7 días con y sin fibra metálica.....	62
Figura 24. Ensayos de flexión a 28 días con y sin fibra metálica.....	63
Figura 25. Resistencia a flexión a 28 días con y sin fibra metálica.....	63
Figura 26. Cuadro comparativo de resultados porcentuales de ensayos .....	66

## RESUMEN

Los síntomas patológicos de mayor impacto que sufren las losas industriales de concreto son las fisuras y grietas, generándose problemas de funcionalidad y durabilidad. El objetivo del estudio es analizar los efectos del concreto con adición de fibra metálica y aditivo de retracción compensada, buscando nuevas propuestas para mejorar sus propiedades mecánicas en la construcción de losas industriales. El estudio se inició con el diseño de mezcla proporcionado y el incremento de fibra metálica 3D más aditivo de retracción compensada (óxido de calcio) y así conocer sus características mecánicas del concreto. La investigación es de tipo aplicada, método cuantitativo, diseño cuasi-experimental, y de nivel correlacional, su población es una losa industrial de 4,000 m<sup>2</sup>, con una muestra de 24 testigos cilíndricos y 12 testigos prismáticos, con y sin adición de fibra metálica y aditivo, que fueron ensayadas en laboratorio para evaluar sus propiedades mecánicas. Concluyendo que al incrementar 15 kg/m<sup>3</sup> de fibra metálica al concreto, su propiedad mecánica a la compresión se incrementa en 17.85%, y cuando se adiciona 15 kg/m<sup>3</sup> de fibra metálica más 25 kg/m<sup>3</sup> de aditivo de retracción compensada (óxido de calcio) al concreto de f'c 245 kg/cm<sup>2</sup> su resistencia a la compresión se incrementa en 46.16%.

Palabras claves: Concreto, fibra metálica, retracción compensada, losas.



## ABSTRACT

The pathological symptoms with the greatest impact suffered by industrial concrete slabs are fissures and cracks, generating functionality and durability problems. The objective of the study is to analyze the effects of concrete with the addition of metallic fiber and compensated shrinkage additive, looking for new proposals to improve its mechanical properties in the construction of industrial slabs. The study began with the mix design provided and the increase of 3D metal fiber plus compensated shrinkage additive (calcium oxide) and thus know its mechanical characteristics of the concrete. The research is of an applied type, quantitative method, quasi-experimental design, and correlational level, its population is an industrial slab of 4,000 m<sup>2</sup>, with a sample of 24 cylindrical witnesses and 12 prismatic witnesses, with and without the addition of metal fiber and additive, which were tested in the laboratory to evaluate their mechanical properties. Concluding that by adding 15 kg/m<sup>3</sup> of metallic fiber to the concrete, its mechanical property to compression increases by 17.85%, and when 15 kg/m<sup>3</sup> of metallic fiber is added plus 25 kg/m<sup>3</sup> of compensated shrinkage additive (oxide of calcium) to concrete of f'c 245 kg/cm<sup>2</sup> its compressive strength increases by 46.16%.

Keywords: Concrete, metallic fiber, compensated shrinkage, slabs.

## **I.- INTRODUCCIÓN**

### **REALIDAD PROBLEMÁTICA**

A nivel mundial, la industria de la construcción se desarrolla y marca una orientación de los nuevos modelos y formas de diseño de pavimentos rígidos, así como de los materiales a usar. En la construcción el concreto es un material de gran importancia, donde hay una diversidad de tecnologías que son aplicadas. Los mayores factores que van a producir problemas de patologías en el hormigón de las losas industriales son la presencia de fisuras, grietas, roturas y despostillamiento de los labios en las juntas de contracción, como producto de las tensiones superiores a su capacidad de resistencia diseñada, dichas patologías afectan directamente a los trabajos funcionales en los almacenes industriales, así como su durabilidad del concreto en la parte superficial de losas industriales.

Las nuevas técnicas para mejorar la durabilidad del concreto, su funcionalidad y disminuir significativamente las reparaciones minimizando costos operativos y de mantenimiento, han propuesto diferentes tipos de aditivos como: Aditivos de escorias de horno, refuerzos con aluminio, mezclas de cementos con cerámicas, refuerzos con fibras, para restringir las reacciones álcali-agregado. En Europa y algunos países de América como México, Chile y Colombia, el uso de fibras como aditivo al hormigón se viene extendiendo en la construcción de naves industriales, con la finalidad de reducir las consecuencias de la contracción-dilatación y la fisuras que se originan en el concreto, mejorando la resistencia a la flexión. (Campoy,2021).

La forma de controlar la retracción por secado es realizando juntas de contracción (cortes), y así evitar fisuras, alabeo y distribución de cargas del tránsito, pero a su vez estas juntas sufren deterioro, grietas, fisuras, generando costos de mantenimiento, por eso se hace necesario disminuir el número de juntas, es decir que las juntas tengan un mayor espaciado. Una de las formas que se han realizado losas sin juntas de contracción, es usando concretos o aditivos especiales de retracción compensada y reforzados con fibra metálica, mejorando así la resistencia a la flexión y tracción, (Loyo, 2021).

El Perú ha tenido en los últimos años mayor demanda de áreas industriales, centros logísticos de almacenaje, centros comerciales, aeropuertos, y estacionamientos, pero la mayoría de ellos han usado sistemas constructivos convencionales con barras de acero y juntas de construcción. Asimismo para lograr incrementar la resistencia del concreto tradicionalmente se mejora la calidad del cemento y agregados, así como la relación agua/cemento, es decir mayor consumo de recursos naturales y uso de energía para la producción de cemento. Por eso se plantea utilizar fibra metálica y aditivo de retracción compensada (óxido de calcio) dentro del diseño del hormigón, para mejorar las propiedades mecánicas y obtener mayor durabilidad y funcionalidad de las losas industriales, como una solución técnica y económica, (Chavez,2019).

En Cercado de Lima en la zona industrial Wiese los grandes almacenes, industrias y centros comerciales por lo general han construido losas con cortes de juntas, que puestos en servicio les han generado costos de mantenimiento, reparación y de operación. Siendo la retracción la mayor causa de fisuración, que a su vez está asociada a causas externas como la  $T^{\circ}$ , la humedad, el viento, la radiación solar, la geometría de la losa, así como a la resistencia del concreto. Se necesita también conocer los materiales, las propiedades mecánicas de la compresión, tracción y flexión y procedimientos de construcción de pisos que reduzcan los efectos de retracción en la construcción de losas. Por lo tanto el objetivo de la presente investigación es mejorar las propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibra metálica y aditivo de retracción compensada.

En este contexto se desarrolló el problema general

¿Cuáles son los efectos del concreto reforzado con fibra metálica y aditivo de retracción compensada para mejorar las propiedades mecánicas, de las losas industriales ?

Es así que se formuló los siguientes problemas específicos:

¿Como un concreto reforzado con fibra metálica afecta en su propiedad mecánica de la compresión, de las losas industriales?

¿Cómo un concreto reforzado con fibra metálica afecta en su propiedad mecánica de la tracción, de las losas industriales?

¿Como un concreto reforzado con fibra metálica afecta en su propiedad mecánica de la flexión, de las losas industriales?

¿Cómo un concreto reforzado de fibra metálica y aditivo de retracción compensada afecta en su propiedad de la compresión, de las losas industriales?

Fig.01: Labios de juntas de contracción despostilladas



Fuente: Proyecto Komatsu 2019

Fig. 02: Juntas dañadas y fisuradas por tránsito de maquinarias



Fuente: Proyecto Komatsu 2022

Fig. 03 Reparación de juntas de contracción



Fuente: Aeropuerto Jorge Chavez 2022

Se propuso como objetivo general

Determinar los efectos del concreto reforzado con fibra metálica y aditivo de retracción compensada para mejorar las propiedades mecánicas, de las losas industriales.

También se formuló los siguientes objetivos específicos:

Primero: Determinar como un concreto reforzado con fibra metálica afecta en su propiedad mecánica de la compresión, en la construcción de losas industriales.

Segundo: Determinar como un concreto reforzado con fibra metálica afecta en su propiedad mecánica de la tracción, en la construcción de las losas industriales.

Tercero: Determinar como un concreto reforzado con fibra metálica afecta en su propiedad mecánica de la flexión, en la construcción de losas industriales.

Cuarto: Determinar como un concreto reforzado con fibra metálica y aditivo de retracción compensada afecta a su propiedad mecánica de la compresión, en la construcción de losas industriales.

Igualmente se planteó la hipótesis general

El concreto reforzado con fibra metálica y aditivo de retracción compensada mejorará sus propiedades mecánicas, en la construcción de losas industriales.

Así mismo se planteó las siguientes hipótesis específicas:

Primero: El concreto reforzado con fibra metálica mejorará la propiedad mecánica de la compresión en la construcción de losas industriales.

Segundo: El concreto reforzado con fibra metálica mejorará la propiedad mecánica de la tracción en la construcción de losas industriales.

Tercero: El concreto reforzado con fibra metálica mejorara la propiedad mecánica de la flexión en la construcción de losas industriales.

Cuarto: El concreto reforzado con fibra metálica y aditivo de retraccion compensada mejorara a la propiedad mecánica de la compresión en la construcción de losas industriales.

#### Justificación

Ante la repercusión directa en la vida útil de una obra en la que se diseñan losas rígidas industriales de concreto y según las investigaciones el 40% de las causas que generan los problemas patológicos en las losas industriales son: Las fisuras, grietas, y roturas de los labios de las juntas de contracción, es por eso que resulta de especial interés conocer que tipos de aditivos y/o agregados ayuden a prevenir el deterioro de las losas industriales en sus juntas de contracción.

#### Justificación Social

En el trabajo de investigación se establece la necesidad de estudiar los efectos del hormigón reforzado con fibra metálica y un componente que compense la retracción y saber cómo influye en las propiedades mecánicas, para minimizar la retracción del concreto en el diseño y ejecución de losas industriales, permitiendo así minimizar los cortes de juntas de contracción.

Es así como el trabajo de investigación busca verificar la incidencia de estos materiales en el concreto y así ejecutar pisos industriales sin juntas de contracción obteniendo un mejor desempeño en sus condiciones de servicio, para otorgarle mayor durabilidad al concreto y que toda la comunidad dedicada a la construcción, principalmente de almacenes, centros comerciales, aeropuertos, estacionamientos tenga las conclusiones de la investigación a su alcance para mejorar el proceso constructivo y la durabilidad de las losas industriales. (Ñaupas, 2018).

### Justificación teórica

Debido a que un gran porcentaje de losas industriales (40%) sufren problemas patológicos como fisuras y grietas al momento de su operación, esta investigación contribuirá a ampliar los conocimientos y datos y ser utilizada por los profesionales dedicados a la construcción y ampliar su información sobre el uso de hormigón reforzado con fibra metálica y un aditivo que compense la contracción de losas industriales, además servirá para contrastar con otros trabajos similares y analizar los posibles cambios a utilizar en el material concreto y optimización en el diseño de losas industriales. (Álvarez, 2020).

### Justificación práctica

La presente investigación podrá ser usada por futuros investigadores y profesionales dedicados a la industria de la construcción y a otras especialidades afines, siguiendo los métodos planteados, y realizando análisis comparativos con otras investigaciones a futuro, de tal forma se mejore la evaluación de reforzamiento de agregados y aditivos a usar en el diseño del concreto para losas industriales. El estudio de Investigación es posible, porque se cuenta con los medios necesarios para llevarlo a cabo. (Baena, 2017)

### Justificación metodológica

El diseño y construcción de losas industriales con fibra metálica y aditivo de retracción compensada es una alternativa distinta, que cambia totalmente el método convencional. Por su aplicación sencilla optimiza el proceso constructivo en su ejecución, y está al alcance de toda la comunidad dedicada a la construcción. La presente investigación nos permitirá conocer los procedimientos del uso del hormigón reforzado con fibra metálica y un componente de retracción compensada (óxido de calcio) que nos dará resultados de los efectos en sus propiedades mecánicas y a partir de aquí

establecer nuevos procedimientos constructivos para pavimentos rígidos, y se utilicen en otros trabajos de investigación. (Hernández, 2019).

#### Justificación económica

La presente investigación consiste en evaluar los efectos del concreto reforzado con fibra metálica y un componente de retracción compensada necesario que ayude a controlar la contracción del concreto y así analizar la posible reducción de juntas de contracción y la durabilidad del concreto aumentando su resistencia a la compresión, tracción y flexión, que permite una mejor funcionalidad ante sus condiciones de servicio, disminuyendo significativamente las reparaciones y minimizando costos operativos y mantenimiento, mejorando la rentabilidad de las empresas con losas industriales. (Tamayo, 2019).

## II. MARCO TEÓRICO

### Antecedentes internacionales

Campoy, (2020) en su estudio: “Análisis esfuerzo-deformación de concreto reforzado con fibras metálica y polímeros” de la universidad autónoma de Querétano-México, tuvo como objetivo analizar el comportamiento del módulo de ruptura (MR) y el esfuerzo a la compresión, utilizando varios tipos y porcentaje de fibra de acero y polímero. Utilizó fibra metálica ondulada, y con ganchos en los extremos, fibra sintética trefilada, y ondulada. Para esto se desarrolló los parámetros de los agregados que fueron: Para el agregado fino el porcentaje que pasa por el tamiz N° 200 fue de 4 %, se obtuvo un módulo de fineza de 2.68. Para el agregado grueso se tuvo un tamaño de 1 ½” (37,5 mm), además se determinó la densidad y absorción de finos y gruesos.

Se procedió a realizar un diseño de mezcla para cada fibra en proporción de 0.25 %, 0.50 %, 0.75 %, 1.00 % y 1.5 %, de cada tipo de fibra se obtuvo 6 probetas cilíndricas de 150 mm.x300 mm. y 63 vigas prismáticas de 150 mm. de diámetro y 50 mm. de alto, de acuerdo con la norma ACI 544. El diseño de mezcla se realizó



de acuerdo al ACI 211, se usó cemento ordinario clase 40 con peso específico 3.12, un asentamiento de 6", una resistencia de  $f'c$  34.32 MPa y un peso volumétrico de 2,076 kg, 2 % de aditivo reductor, 156 lt. de agua, 346 kg de cemento, 741 kg de arena y 1,186 kg de agregado grueso, las fibras se agregaron luego de mezclar los agregados y ser batidos. Los resultados muestran que la adición de fibra de acero con gancho mejora la resistencia a la flexión y el de la compresión no fue resaltante, sin embargo el incremento de fibra sintética si mejoró los resultados de la compresión, alcanzando una  $f'c$  de 40.1 Mpa con 1% de fibra. Con el incremento de 0,25 de fibra ondulada alcanzó un aumento de la resistencia de un 10 %, siendo el % óptimo. Se concluyó que el comportamiento óptimo es la fibra de acero con gancho, con el incremento de 1.5 % elevó el MR a 9.8 Mpa.

Sarta, (2017). En su investigación sobre: "Análisis comparativo entre el hormigón simple y el hormigón con adición de fibra metálica al 4% y 6%", de la universidad Católica de Colombia, se planteó como objetivo realizar una comparación entre el esfuerzo a compresión y flexión de un concreto tradicional, con un concreto reforzado con fibra metálica donde se adicionó 4% y 6% , y ver cuales son los efectos de sus propiedades mecánicas. La metodología que se desarrolló fue la de realizar ensayos de flexión en laboratorio de los testigos, donde se aplicó una carga en kgr a una viga prismática, con una sección de 150mm.x150mm.x500 mm, luego se determinó la resistencia expresada como el modulo de rotura (MR). Los resultados obtenidos fueron: Ensayo a flexión a 7 días de un hormigón convencional sin fibra metálica fue de 452 psi (3 MPa); de igual manera se realizó los ensayos a flexión a los 7 días de un hormigón con fibra metálica con el 4% de fibra, donde resultó un aumento del 28%, donde se concluyó que al adicionar fibra metálica, se incrementó la propiedad mecánica de la flexión.

Torres, 2021. En su investigación sobre: "Las propiedades fisico mecánica del concreto reforzado con fibra metálica 3D en pavimentos rígidos" de la Universidad Santo Tomás de Colombia, se planteó como objetivo conocer el comportamiento del concreto, cuando es reforzado con fibra metálica y como influye en las características

mecánicas del hormigón. Para esto realizó pruebas de laboratorio de testigos del concreto endurecido, y así se conoció los resultados de compresión y flexión con diferentes cantidades de fibra metálica 3D, estos ensayos tuvieron como fin conocer el MR y los esfuerzos del hormigón, para así diseñar un concreto para pavimentos rígidos. De los ensayos realizados los resultados fueron: Ensayos a los 7, 14 y 28 días sin adición de fibra metálica fue de 27 MPa, 33 MPa y 41 MPa; con adición de 5 kg/m<sup>3</sup> de fibra metálica los resultados fueron de 35 MPa, 40 MPa y 42 MPa, con adición de 10 kg/m<sup>3</sup> fueron 37 MPa, 44 MPa y 46 MPa; con adición de fibra metálica de 20 kg/m<sup>3</sup> los resultados de los ensayos fueron, 44 MPa, 49 MPa y 56 MPa; y con adición de 25 kg/m<sup>3</sup> los resultados fueron 46 MPa, 51 MPa y 67 MPa. Se concluyó que la fibra metálica 3D elevó las características mecánicas del hormigón y permitió la reducción considerable de fisuras, así como reducir el espesor de la losa.

Fernández, 2018. En su estudio de tesis doctoral realizada sobre el “Desarrollo del concreto con contracción compensada a partir del óxido de calcio” de la universidad Politécnica de Catalunya-Barcelona; la investigación plantea como objetivo conocer las relaciones de la hidratación que existen entre el cemento y la cal en un concreto en su primera etapa de plasticidad y luego en la etapa de endurecimiento, y así lograr proponer propuestas que permitan diseñar un concreto optimizado con retracción compensada y así reducir juntas de contracción además de disminuir costos de ejecución y mantenimiento de las losas, asimismo aumentar la durabilidad de las mismas.

Para esto se desarrolló diferentes ensayos en laboratorio para estudiar la hidratación del sistema cemento-cal, así como el comportamiento de expansión de los materiales cementicios con la adición de cal. Con el fin de obtener los resultados en el proceso de vaciados de las losas, se hizo la evaluación a 22 obras, para cada obra se formuló las dosificaciones de acuerdo con las normas de diseño del concreto española EHE-080, mostrando la proporción de cemento y cal que se debe adicionar, la relación a/c, así como el refuerzo de fibras incrementado. En la investigación se definió la cantidad de agua a través de la composición química del CaO, por cada mol de CaO es necesario un mol de agua, y así producir un mol de

portlandita, es así que se precisa que por cada gr de cal se necesita 0.3214 gr. de agua para su hidratación.

Como resultado se observa que a medida que aumentan las condiciones mecánicas del concreto también se incrementa el cemento, y la relación a/c disminuye, y la cal se incrementó de acuerdo con la proporción del cemento, esta a su vez demostró que en el proceso del vaciado y acabado del concreto no existía incompatibilidad con la fibra o armadura, la cal se comporta como un material inerte. Respecto al comportamiento de las fisuras estas no aparecen cuando la geometría de la losa es la apropiada, mientras en otras si aparecen por razones de geometría, mal tratamiento de la base o aparición de nodos de cal. Concluyendo que la aparición de fisuras depende de la geometría de la losa, la relación a/c, la cantidad de CaO y el proceso de curado de la losa.

Gracia, 2018. En su investigación la tecnología de concreto de retracción compensada aplicada a la construcción de losas industriales, de la Universidad Javeriana Bogotá-Colombia; señala que al incrementar un aditivo de retracción compensada a un concreto permite reducir las fisuras debido a la contracción originado en el proceso de secado, es así que se planteó como objetivo buscar la adición optima del aditivo que permita construir paños 10 veces mayor que los paños estándar de 3x3 m., y así reducir el número de juntas de contracción, el alabeo, fisuras y mala transferencia de cargas.

La metodología utilizada consistió en desarrollar un diseño de concreto con una granulometría establecida directamente de la cantera, con agregado grueso de 25 mm. y 12.5 mm, y agregado fino de que pasa por la malla N° 4 de acuerdo con la norma ACI 302 y ACI 211; con un MR de 4.2 MPa, un concreto de  $f'c = 380 \text{ kg/cm}^2$  y una relación a/c de 0.44 adicionando un porcentaje de aditivo. Luego de realizar las pruebas de laboratorio según la norma técnica ASTM 878, se realizó la prueba de contracción y de expansión restringida con 3 tipos de cemento, dió como resultado que la dosificación adecuada debe ser menores al 9 % porque generan la expansión requerida en la mezcla compensando la contracción de este, mientras que porcentajes mayores a 11% producen fisuras internas.

Luego se hizo una muestra de una losa de 9x12x0.15 de espesor en obra, adicionando el aditivo compensador de retracción del concreto, evaluando, y siguiendo con el proceso de curado con agua, se observó que no se originaron fisuras por contracción de secado, demostrándose así los resultados obtenidos en el laboratorio fueron adecuados, quedando abierta la posibilidad de realizar losas de mayor dimensión. Entonces el porcentaje adecuado de adición de aditivo es del 9%, además al realizar las diferentes mediciones de las muestras (probetas) por 56 días, se observó que la variación del volumen de la masa del concreto es mínima muy cercana a cero, disminuyendo así los problemas de contracción por secado.

Corrales, 2018. En su estudio sobre: "Efectos de la clase de curado, variación de longitud, retención de H<sub>2</sub>O de un hormigón hidráulico, y resistencia a la compresión", señala como objetivo conocer los diferentes tipos de curado y cómo se comporta el concreto en cada una de las formas de curado, así mismo analizar los efectos a la compresión y la longitud de la contracción que tiene los especímenes de concreto. La metodología utilizada fue la de ensayar especímenes en el laboratorio, para esto se moldearon 48 probetas de 15 x 30 cm, según la norma ASTM C39, se realizaron los ensayos a compresión luego de 24 horas de ser extraídos los cilindros de concreto de los moldes, se procedió a realizar el curado. Se realizó los ensayos de 04 especímenes a 7, 14 y 28 días y se realizó el curado con agua, con arena, y químico.

Luego del curado de los cilindros de concreto se procedió a realizar los ensayos, obteniendo los siguientes resultados: espécimen curado con agua obtuvo las siguientes resistencias: A 7 días, 14 días y 28 días los resultados fueron 20.45 Mpa, 26.18 Mpa y 29.84 Mpa respectivamente; para el curado de especímenes curado con arena los resultados a 7 días, 14 días y 28 días fueron los siguientes: 20.27 Mpa, 24.83 Mpa y 27.64 respectivamente; para el curado de especímenes con curador químico la resistencia a la compresión a 7 días, 14 días, y 28 días fueron los siguientes: 17.22 Mpa, 20.84 Mpa y 22.50 Mpa, finalmente los ensayos a compresión de los especímenes sin curado a 7 días, 14 días, y 28 días los resultados fueron los siguientes: 19.45 Mpa, 22.38 Mpa y 25.42 Mpa

respectivamente. Obteniendo más esfuerzo a la compresión, los testigos de concretos curados con agua que llegaron a 29.84 Mpa a los 28 días, sin embargo, los cilindros que no fueron curados llegaron a 25.42 Mpa, recomendándose realizar el curado del concreto con agua porque se obtiene mayor resistencia.

Para la medición de los cambios de longitud (retracción) de los prismas de concreto según el curado realizado, se moldearon 24 vigas prismáticas de 7,5 cm x 7.5cm x 28 cm, que fueron medidos con el comparador de longitud en función al tiempo, según el siguiente procedimiento: Se desmoldaron los especímenes de concreto (prismas), luego se curaron (6 con agua, 6 con arena, 6 con curador químico y 6 sin curador) y se toman la primera medida, luego se deja 7 días curando y cumplido el tiempo se retira y se deja a la intemperie 7 días todos por igual para luego se mide con el comparador de longitud a los 7,14 y 28 días. Teniendo como resultado a los 7 días, 14 días y 28 días de los prismas curados con agua de: -0.020 mm, -0.043 mm y -0.051 respectivamente; de los prismas curados con arena los resultados a los 7 días, 14 días, y 28 días fueron de: -0.024 mm, -0.037 mm y -0.046 mm respectivamente; los prismas curados con curador químico los resultados a los 7 días, 14 días, y 28 días fueron de; -0.017 mm, -0.026 mm y -0.031 mm respectivamente, y por último la medición con el comparador de longitud de los prismas de concreto sin curado a los 7 días, 14 días, y 28 días fue de -0.017 mm, -0.027 mm, y -0.031 mm respectivamente. Se concluye que el curado con agua permite que la retracción del concreto sea menor y obtenga mayor resistencia.

Antecedentes nacionales

Egoavil , 2021. En su estudio sobre “El Ca O para el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto estructural”, Facultad de Ingeniería-Universidad Ricardo Palma; siendo el objetivo en su investigación el mejoramiento del hormigón como: La trabajabilidad y el mejoramiento de la  $f'c$  a la compresión del concreto, permitiendo construir elementos estructurales de mayor calidad en una obra. Por esto plantea que el estudio de la adición con porcentajes óptimos de Oxido de Calcio en el concreto y considerando su relación agua/cemento, así como los tamaños máximos nominales de los agregados, mejora las propiedades físicas-mecánicas, y se obtiene mayor durabilidad del concreto.

Se realizaron los ensayos en laboratorio con un diseño de concreto, preparado con cemento portland tipo I, relación a/c de 0.52, con adición de plastificante en una proporción de 0.2%, y agregado grueso de 12.7 mm., en esta mezcla patrón se adiciono porcentajes de Oxido de Calcio de: 1%, 2%, 3%, 4%, 5% y 6%. Obteniendo como resultados de 353 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia, en una relación a/c de 0.43, reduciendo además el tiempo de fraguado de 375 minutos, con adición de 4% de óxido de calcio.

Finalmente, otro ensayo a la compresión a la mezcla patrón de 210 kg/cm<sup>2</sup> se obtuvo 212 Kg/cm<sup>2</sup>, pero al adicionar el 10% de Oxido de Calcio resulto con  $f'c$  235 kg/cm<sup>2</sup>, y añadiendo 12% de Oxido de Calcio se alcanzó una  $f'c$  189 kg/cm<sup>2</sup>, concluyendo que a menor adición de óxido de calcio mayor se incrementa la resistencia.

Como conclusión al adicionar el óxido de calcio al concreto se obtuvo una mejora en la trabajabilidad del concreto, determinándose que el incremento del 4% de CaO es con un asentamiento de 11 cm.

Toribio, 2021. En su estudio de tesis “Evaluación de hormigón reforzado con fibras metálica para mejorar las propiedades de un pavimento rígido” de la Universidad San Martín de Porres Lima-Perú, propuso como objetivo conocer la influencia de un hormigón reforzado con fibra de acero reciclada en la propiedad mecánica de la compresión a los 28 días.

Para esto aplicó la siguiente metodología, primero estableció un diseño de mezcla de acuerdo con la norma ACI 211, con cemento marca sol tipo I con una  $f'c$  de 210 kg/cm<sup>2</sup> y un revenimiento de 31/2", luego se preparó una muestra patrón sin refuerzo de fibra, se moldeó diferentes muestras y se ensayaron en laboratorio, teniendo el módulo de rotura a los 28 días como resultado de: 3.37 MPa, luego se agregó a la mezcla patrón 1 %, 1.5 y 2% de refuerzo de fibra metálica reciclada respecto al peso específico del concreto, dando como resultado el MR de 3.5 MPa, 3.69 Mpa y 4.06 MPa, logrando como conclusión de la prueba a compresión, un incremento de esfuerzo. Cuando se agrega el porcentaje de la fibra los resultados fueron: para 1% de fibra de acero reciclada dio el 8.67 Kg/cm<sup>2</sup>, para 1.5 %=10.33 kg/cm<sup>2</sup>, y para 2%= 14.67 kg/cm<sup>2</sup>, con un incremento porcentual de 5.03%, 6.00 % y 8.51% respectivamente. Respecto al espesor de la losa, luego de realizar los cálculos respectivos se dedujo, que a medida que se aumenta el refuerzo de fibra metálica disminuía el espesor de la losa, dando como resultado que: La muestra patrón sin refuerzo el espesor resultó  $e= 21.5$  cm, 1% de refuerzo 20.1 cm, 1.5 de refuerzo  $e=19.8$  cm, 2% de refuerzo  $e=18.7$  cm. Teniendo como conclusión que el aumento de fibra metálica reforzada, incremento el MR y la propiedad mecánica de resistencia a la compresión, y disminuyó el espesor del piso de hormigón.

Miranda, 2019. En su estudio: Propuesta de concretos reforzados con fibras metálica y cemento puzolánico para la construcción de pavimentos, de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima-Perú, el objetivo que planteó fue seleccionar un diseño de concreto óptimo reforzado con fibra metálica, que tenga la trabajabilidad adecuada, es así como se realiza la caracterización completa de un diseño de concreto a escala de laboratorio y se mide el asentamiento del concreto, en intervalos de tiempo de 0,30,60 y 90 minutos, en mezclas de 320, 360 y 420 kg/cm<sup>2</sup>, con una relaciones a/c de 0.50, 0.45 y 0.40 con un incremento de fibra metálica de 20, 25 y 30 kg respectivamente. De los resultados obtenidos con una mezcla con relación a/c de 0.50 obtuvo un asentamiento inicial de 4 3/4" , con el aumento de 20 kg de fibra metálica, al cabo de 90 minutos se tuvo una pérdida de asentamiento de 2 1/4"; con la

mezcla de relación agua/cemento de 0.45 se tuvo un asentamiento de 3 1/2", con el incremento de 25 kg de fibra metálica, al cabo de 90 minutos se tuvo una pérdida de asentamiento de 1 1/4"; con una mezcla de relación a/c de 0.40 se tuvo un asentamiento de 3", con la incremento de 30 kg de fibra metálica, al cabo de 90 minutos se tuvo una pérdida de asentamiento de 2". En resumen, las mezclas que son mayores de 2", entre los tiempos de 30 y 60 minutos, se encuentran aptos para el desarrollo del proyecto.

Aguirre, 2021. En su investigación titulado: Efectos de la fibra metálica en el refuerzo del hormigón para disminuir el peralte de las losas, planteó como objetivo determinar cómo influye el concreto reforzado con fibra metálica en la disminución del espesor del pavimento, para esto desarrolló como parte de la metodología de estudio, un diseño de mezcla simple y otro reforzado con fibra metálica. Para el diseño de concreto simple se elaboró probetas que se ensayó a los 7, 14, y 28 días para obtener los esfuerzos a compresión y flexión, siendo el resultado a compresión los siguientes: A los 7 días, 258.83 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días 332.69 kg/cm<sup>2</sup> y a 28 días 360.41 Kg/cm<sup>2</sup>; para el caso de la mezcla con incremento de fibra metálica, se obtuvo los siguientes resultados: Con 20 kg de fibra a 7 días 249.55 kg/cm<sup>2</sup>, a 14 días 312.60 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días obtuvo con resultados a la compresión de 369.88 kg/cm<sup>2</sup>. Cuando al diseño de mezcla se le adiciona 30 kg de fibra metálica los resultados son los siguientes: El ensayo a 7 días da como resultado a la compresión de 259.69 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 días 331.35 kg/cm<sup>2</sup> y a los 28 días f'c de 370.23 kg/cm<sup>2</sup>, De la misma manera los resultados a la flexión o MR fueron: Del hormigón convencional a los 28 días 38.90 kg/cm<sup>2</sup> y del hormigón con incremento de 30 kg de fibra metálica fue de 50.81 kg/cm<sup>2</sup>, demostrando así que el aumento de fibra de metálica eleva la compresión y flexo tracción. Realizando los cálculos con la ecuación se tiene como resultado que, con el incremento de 20 kg de fibra metálica para la carga solicitada en el diseño, la losa tendría un espesor de 310 mm que representa una disminución de 12 % respecto al concreto simple, pero con 30 kg de incremento de fibra metálica se tendría una losa



de espesor de 285 mm que representa una disminución de 21%. Concluyendo que a mayor incremento de fibra metálica el espesor en los pavimentos rígidos disminuye.

Según Goicochea, 2018. En el estudio realizado: "Análisis comparativo del comportamiento del hormigón, mezclado y envasado en seco para un concreto de resistencia 280 kg/cm<sup>2</sup>, con el hormigón convencional preparado en obra" de la Universidad Nacional de Cajamarca, Lima-Perú, según su objetivo fue conocer cuál es la diferencia en un ensayo de compresión entre un concreto normal preparado en obra y un concreto seco dosificado y embolsado para un diseño de  $f'_c = 280$  kg/cm<sup>2</sup>. Utilizando como método comparativo la realización de ensayos de compresión de especímenes de concreto en estado endurecido cilíndricos de acuerdo con la norma la norma NTP 339.034 (2008) que está relacionada con la norma ASTM C 39 (1999), a 7, 14 y 28 días. Se tuvo como conclusiones luego de los ensayos a los 7 días una  $f'_c = 175.34$  Kg/cm<sup>2</sup> que representa el 62.62% a comparación del concreto normal preparado en obra se obtuvo una  $f'_c = 195.00$  kg/cm<sup>2</sup> que representa el 69.64%, en estos dos casos los porcentajes no son mayores al 70%, tal como señala la NTP E.060-5.8.1. En este caso los ensayos a 28 días se obtuvieron como resultados para el concreto seco, el resultado del ensayo a compresión fue de 310.01 kg/cm<sup>2</sup> que representa el 110.17%; y para la prueba a compresión del espécimen cilíndrico del concreto normal dio como resultado 325 kg/cm<sup>2</sup> que representa el 116.07 %, siendo los porcentajes mayores del 100% tal como señala la NTP-E.060. De igual manera los ensayos de flexión realizados a 10 especímenes prismáticos a los 28 días del concreto seco, se obtuvo un promedio de 33.90 kg/cm<sup>2</sup>, mientras que el concreto convencional preparado en obra obtuvo resultados a flexión de  $f'_c = 32.86$  kg/cm<sup>2</sup>. Obteniendo como conclusión que el hormigón seco no incrementa el esfuerzo a la compresión.

## **Marco conceptual**

Daremos a conocer en este capítulo la base teórica técnica del proceso de construcción de losas industriales sin juntas, con la finalidad de conocer los beneficios que daría la solución a los problemas de mayor importancia que surgen en este tipo de construcciones que son las fisuras y agrietamientos. Así mismo detallar el hormigón reforzado con fibra metálica y del aditivo de retracción compensada, así como las características mecánicas del hormigón de compresión, tracción y flexión. Los materiales propuestos a utilizar en los ensayos son: Concreto con resistencia 280 Kg/cm<sup>2</sup>, agregados finos, agregados gruesos, cemento, agua, fibra metálica, y aditivo de retracción compensada óxido de calcio (CaO).

### **Concreto**

El concreto está conformando por un material cementante y una mezcla de agregados que es el esqueleto granular, que se obtiene a partir de materiales de arenas y rocas naturales trituradas. El concreto está formado por cemento portland que es un material aglutinante, más agua, agregado fino, agregado grueso y aditivos. Con el desarrollo de la tecnología el desempeño del concreto se ha optimizado, por el incremento de súper-fluidificantes como aditivos acelerantes, modificadores de la viscosidad, reductores de agua, aditivos minerales y otros que permiten producir pastas más densas y consistentes, y así tener una mejor trabajabilidad del concreto. El concreto en estado fresco se encuentra en forma plástica, con una determinada consistencia que se evalúa a través de la prueba de asentamiento dando una idea de su trabajabilidad, manejo, colocación y compactación. En estado endurecido el hormigón se caracteriza por su resistencia a la compresión, la cual se consigue con la rotura de probetas cilíndricas en los ensayos de laboratorio, (González,2022).

### **Agregado fino**

Resulta de la disgregación natural de las rocas o separación artificial con medidas normadas (granulometrías). De acuerdo con las normas, el material fino es producto de la trituración de las rocas y que deben pasar por el tamiz de 4.5 mm (N°4) y retenidos por la malla 200. Según: NTP 400.011-2018-a, y ASTM C33 (requisitos para

granulometría y calidad de agregados. Control y Diseño de mezclas de hormigón, (Ayala,2019).

### Agregado grueso

Se define como aquellas rocas disgregadas en forma natural o artificial que quedan atrapado en la malla de 4.75 mm (N°4) establecida por la NTP 400.037. Está formado por partículas cuya característica son de preferencia semi angular o angular y que tenga preferentemente una textura rugosa. El agregado grueso permite dar mayor resistencia al hormigón, por lo tanto, deben estar bien graduados y tener mayor compacidad y así evitar que se generen demasiados vacíos al interior. ASTM C33 (Requisitos para granulometría y calidad de agregados).

La principal función del Agregado Grueso es la de dar resistencia al concreto, los análisis de compacidad han determinado que aquellos agregados que no están bien graduados y redondeados dan como resultado una mayor cantidad de vacíos en el concreto. Se debe optar por el uso de agregados bien graduados (variedad en tamaños) y angulosos, puesto que otorgan una mejor compacidad y mayor acomodo de los agregados. Tecnología del Concreto, (Abanto, 2017).

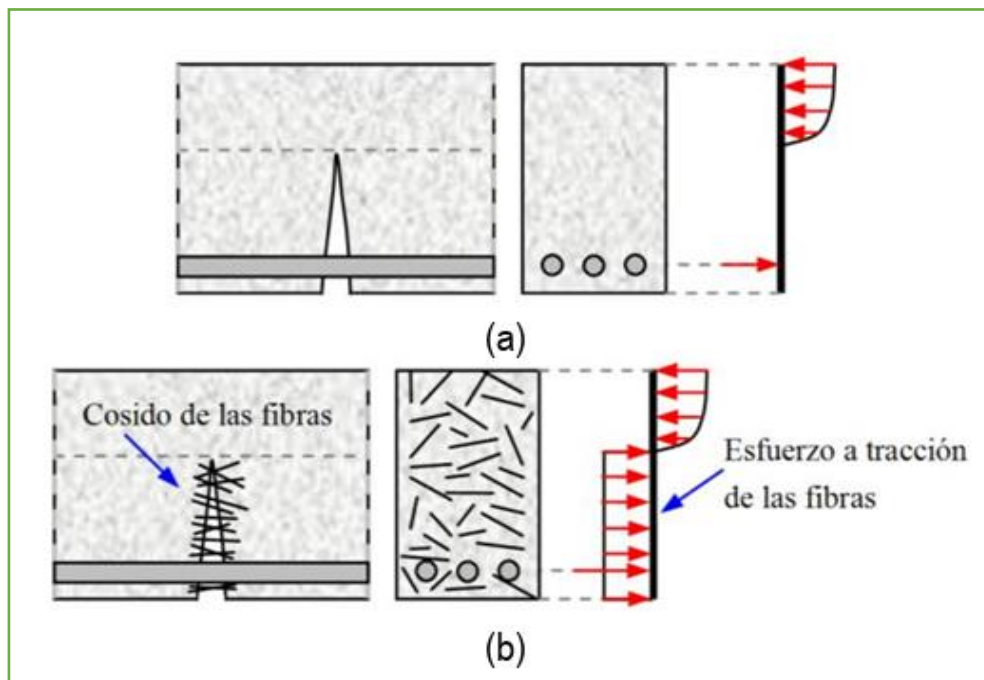
### Fibra metálica

La fibra metálica es un elemento de acero de longitud variada aproximadamente 5 cm, que están diseñadas para tener alta f'c a la tracción que se agrega al hormigón para aumentar sus propiedades físicas-mecánicas en estado fresco y endurecido. Esto significa que habrá que modificar la dosificación tradicional del concreto. Cuando se incrementa fibra metálica se modifica el tamaño de los agregados, la relación grava/arena, la relación a/c y los superplastificantes que se emplean. La fibra metálica tiene la propiedad de adherirse, en el concreto, cuando surge alguna fisuración esta actúa como una red evitando que la fisura se convierta en una grieta rápidamente.

Las fibras metálicas se emplean en la ejecución de losas industriales, buscando que obtener optimización de la mano de obra, mejorar la durabilidad y reemplazar o eliminar el refuerzo de acero convencional. Por eso es necesario diseñar un concreto con la dosificación adecuada, que al agregar fibra metálica se obtenga homogeneidad

en la mezcla que permita trabajabilidad y cuando ingrese a su estado endurecido, obtenga durabilidad y resistencia. En estudios realizados se tomó como base un diseño de concreto de acuerdo con, la norma ACI.211, y la recomendación del fabricante que la adición mínima de fibra metálica es 10 kg/m<sup>3</sup>, con un slump de 22 cm. y un hormigón de  $f'_c$  de 350 kg/cm<sup>2</sup>., el resultado recomendable para pisos de pavimento rígido es de 20 kg/m<sup>3</sup> con un MR de 4.5 MPa, obteniendo un aumento de esfuerzo a la compresión de 6 % a los 28 días, y el hormigón obtiene un incremento de  $f'_c$  a la flexión de 35 % a los 28 días. “Fibra de acero en la resistencia a la compresión”, (Farfán, 2018).

Fig. 04: Adherencia de la fibra metálica al concreto  
(a) Concreto sin fibra metálica (b) Concreto con fibra metálica



Fuente: (Farfán,2018)

### Aditivo de retracción compensada (óxido de calcio)

Cal es un término usado para expresar a todas las formas de materia donde se puede presentar óxidos de calcio ( $\text{CaO}$ ) y óxidos de calcio y magnesio ( $\text{CaMgO}_2$ ), también conocidas como cal viva y dolomita quemada, respectivamente.

El incremento de  $\text{CaO}$  a la mezcla para realizar concreto de retracción compensada demostró que existe una correspondencia química entre el cemento y el óxido de calcio durante la hidratación, asimismo la adición de cal modifica los tiempos de fraguado originando mezclas que fraguan en menor tiempo.

El óxido de calcio es la caliza cocida a temperaturas mayores de  $1000\text{ }^\circ\text{C}$ , llamada cal viva, que reacciona al contacto con el agua. Al colocarla en una mezcla de hormigón esta reacciona al contacto con el agua cuando el concreto se encuentra en estado plástico, generando hidróxido de calcio y una acción térmica expansiva, que permite compensar la retracción en las losas industriales, (Amaya, 2018).

### Cemento portland

Es el resultado de mezclar Clinker pulverizado constituido principalmente por silicatos de calcio y sulfatos de calcio (materiales calcáreos y arcillosos) los cuales son sometidos a altas temperaturas y como consecuencia la formación de escorias para luego pulverizar el producto resultante, lo convierte en un producto artificial. Los 4 elementos predominantes del Clinker son calcio, silicio, aluminio y hierro. En general, la arcilla también suministra álcalis (sodio y potasio) en bajas proporciones

El cemento portland tiene la particularidad que, al agregarle agua con piedra, arena, o cualquier material parecido, responde de una forma lenta hasta la transformación de una masa endurecida. Según la norma ASTM C430 son aquellas partículas que pasan por la malla N° 325 (0.045 mm). "Tecnología básica de los cementos", (Rueda,2020).

### Agua

El líquido elemento es importante para la preparación del hormigón, y se relaciona con las propiedades del hormigón, y su trabajabilidad. En la relación agua/cemento es importante la calidad y volumen de agua que debe estar libre de impurezas que puedan afectar en el fraguado del cemento, y  $f'c$  del concreto o dar como resultado el

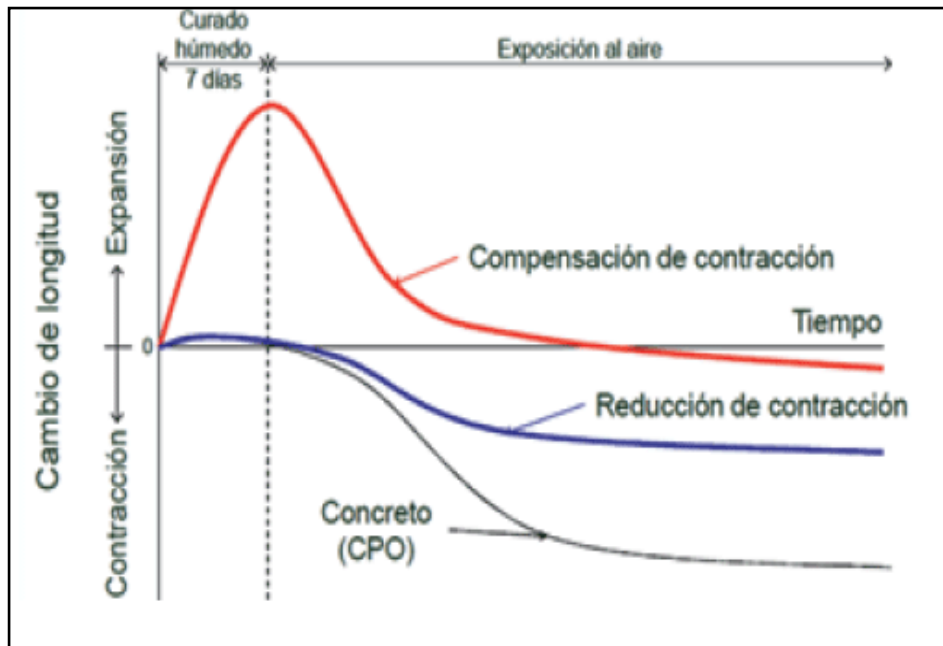
manchado de su superficie; también puede transmitir la corrosión en el acero. Por estas situaciones debe analizarse su intervención en el preparado de la mezcla y curado. El agua para la preparación de concreto deberá ser limpia y no tener, sales, ácidos y otras sustancias que puedan ser perjudiciales al acero y/o concreto. Se deben hacer pruebas de compresión a los 7 y 28 días y los resultados deben ser mayor al 90%, para considerar que el agua potable o destilada usada es la óptima. (Abanto, 2017).

### Retracción del concreto

Se explica la retracción del hormigón como el cambio de volumen tridimensional, del hormigón en su fase fresco y endurecido, cuyo efecto no obedece necesariamente a causas externas del concreto, si no principalmente como parte del proceso interno que sufre el concreto en sus diferentes tipos de retracción entre ellos se reconoce: Retracción autógena o química, plástica, por secado, térmica, y por carbonatación. Es así como en el estudio desarrollado se expone los resultados teniendo en cuenta varios criterios para evaluar y registrar, entre ellos se usaron los métodos actuales en estado endurecido (ASTM C157 y ASTM C490), y en estado plástico o antes de las 24 horas se evaluó utilizando la toma de datos mediante sensores de alta precisión. Existen factores externos que influyen también en la retracción del concreto como son: La humedad relativa, la temperatura ambiental, la velocidad del viento, la radiación solar, la geometría del elemento entre otros.

La retracción a las 24 horas puede ser mayor 10 veces a la retracción que se obtiene a largo plazo, y puede ser anulado si se empieza el curado con agua a membrana química lo más temprano posible. El concreto de retracción compensada son aquellos diseños que han tenido en cuenta, un aditivo que controle la retracción de acuerdo con el ASTM C157 M, con una humedad relativa de 60 a 70% y una temperatura de 22°C. (Germán, 2021).

Figura 5: Reducción versus compensación de contracción (ACI 223)



Fuente: Gracia, 2018

#### Temperatura del concreto

La temperatura es uno de los factores internos que desarrolla el concreto a través del aporte calorífico de sus componentes que se inicia con la liberación de calor en la etapa plástica del concreto dentro las primeras 24 horas, como producto de la hidratación del concreto, la energía de la mezcla, la T° del hormigón, y la humedad relativa en que esta se elabora. La norma señala que, para mensurar la T° del hormigón en obra, se debe contar con un termómetro debidamente calibrado y este debe ser adecuadamente amplio como para introducir al concreto al menos 7.5 cm. El termómetro debe medir la temperatura con exactitud de  $\pm 0.5$  °C, entre un rango de 0°C a 50°C. (NTP 339.184-2002).

El procedimiento adecuado es introducir el termómetro como mínimo 75 mm. al concreto fresco quedando cubierto alrededor del sensor, dejándolo introducido como mínimo 2 minutos hasta que se establezca la lectura para luego registrar la lectura en un formato de control de concreto fresco. (Cubas, 2021).

### Asentamiento del concreto (Slump)

La prueba del asentamiento del concreto con el cono de Abrams (molde) tiene como objetivo conocer la consistencia y la capacidad del hormigón en deformarse por la acción de su propio peso, que va a depender de la cantidad de agua utilizada, y permite saber visualmente una posible segregación del hormigón. De acuerdo a la norma técnica peruana NTP 339.035, señala que debe colocarse el molde en una superficie fija y nivelada, se llena el molde con concreto en tres capas (un tercio el volumen del molde) y con una varilla lisa de  $\frac{3}{4}$ " se da 25 golpes en forma uniforme en cada una de las capas, luego se levanta el molde en dirección vertical y se procede a medir el asentamiento del concreto en pulgadas, (Segura,2022).

### Compresión del concreto

La compresión es una propiedad mecánica importante del hormigón, así como su durabilidad. La compresión del concreto está relacionada con los nuevos conceptos y teorías que a lo largo de los últimos 25 años se han desarrollado, dejando de lado en parte la Ley de Abraham que fue la más conocida para predecir este valor, pero aún sigue siendo importante en la actualidad. El concreto es un conjunto de agregados que forman una masa heterogénea debido al tamaño, textura y forma de sus partículas, formando una mezcla endurecida que al exudar deja microporos y canales en el gel del cemento, quedando estos espacios como vías de intercambio del agua en el concreto.

Los elementos que componen el hormigón y la interacción de ellos determinan la resistencia influyendo en la compresión del hormigón, como son: La pasta hidratada, el agregado y la interfase pasta-agregado. Además, el incremento de minerales finos como el hidróxido de calcio o de micro sílice incrementan la densidad del concreto generándose mayor adhesión entre los materiales finos y gruesos y la pasta cementicia.

Los agregados influyen en la compresión del concreto demostrando que son las partículas de mayor tamaño granular los soportan más los esfuerzos máximos, comportándose como cuerpos rígidos acomodados en las partículas finas. Los especímenes de concreto, elaborados y curados, que se ensayan a compresión



deben regirse según las normas ASTM C39, ASTM C31, que establece los procedimientos del mezclado, y colocación del concreto, así como el cumplimiento del control de la colocación de los aditivos. (Becerra, 2018).

#### Resistencia a la tracción

El concreto tiene poca resistencia a la tracción, estas solo equivalen al 10% de la resistencia a la compresión, cuando estas fuerzas aparecen generan fisuras, la aparición de estas fisuras no causan colapso, pero si son importantes en algunas estructuras como los pavimentos rígidos. En el diseño de estructuras se toma en cuenta los esfuerzos a tracción en el concreto, para evitar posibles grietas y fisuras y que estas no fallen. La resistencia a la tracción se define como la capacidad máxima a tracción que el hormigón es capaz de resistir sin que se presenten grietas continuas en la estructura. Según la norma técnica peruana NTP 339.084 señala que el procedimiento del ensayo a tracción consiste en aplicar una fuerza de compresión a lo largo de la muestra cilíndrica de concreto a una velocidad determinada hasta que se origine la falla por compresión diametral, (Pamieri,2018).

#### Resistencia a la flexión

El hormigón por lo general tiene bajo esfuerzo a la flexión, normalmente esta prueba no se tiene en cuenta en las estructuras, pero la tensión tiene incidencia en los agrietamientos que el concreto puede experimentar debido a la disminución de la temperatura del concreto al momento del fraguado (retracción por secado). A partir de los ensayos de flexión, se llega a medir las propiedades mecánicas de: alargamiento, limite elástico o carga de rotura del concreto.

El ensayo a flexión es la deformación que sufre una probeta al aplicarse una carga vertical en su eje longitudinal hasta llegar a la rotura y culminación del ensayo. La resistencia estática a la tracción o tensión máxima resulta de la relación entre la carga aplica (P) soportada por la probeta y la sección normal inicial. La diferencia entre la longitud final y la inicial se denomina alargamiento específico de rotura expresado en porcentaje. A medida que se alarga la probeta se produce un estrechamiento de sus secciones a este proceso se llama estricción de rotura, estos datos se registran en

un diagrama de ensayos, en este diagrama se describe un periodo proporcional entre las cargas (P) y las deformaciones cumpliendo con la ley Hooke, por debajo de esta carga el material se comporta elásticamente, cuando esta alcanza la máxima deformación (estricción), se ingresa a la zona de rotura o zona plástica.

Las probetas de concreto elaboradas y curadas, ensayadas a flexión tiene que regirse según las normas ASTM C39, ASTM C31 y las complementarias.

Para los ensayos de tracción según la norma E.060-10-2-5 en los elementos reforzados, no deben considerarse excepto si cumplen los requisitos señalados en el 18.4. (Portugal, 2017).

#### Contracción del concreto

Se define a la contracción del hormigón como el cambio volumétrico tridimensional, del concreto en estado fresco y endurecido, cuyo efecto no obedece necesariamente a causas externas del concreto, si no principalmente como parte del proceso interno que sufre el concreto en sus diferentes tipos de retracción. El ensayo se realiza en laboratorio que luego de moldear los especímenes en forma de prisma, estos se desmoldan y luego de transcurrir 7, 14, y 28 días de curado se realiza las mediciones respectivas con un Vernier o un comparador de longitudes, (Maurello, 2020)

#### Juntas en losas de concreto

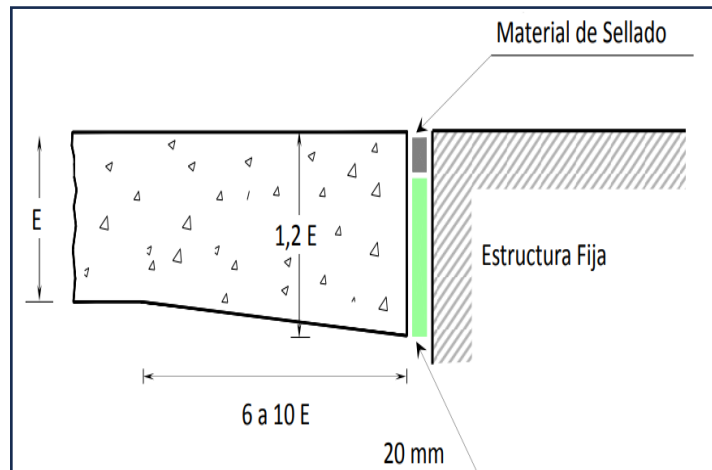
El proceso de hidratación interno del concreto que se produce al momento del vaciado, así como la humedad y temperatura externa, son factores que hacen que el concreto se expanda y se contrae por estos cambios. Por lo general el concreto se contrae y son la causa del agrietamiento a edad temprana, generalmente, para esto se procede a modular los cortes para inducir las fisuras. (Euclid Group 2019 guía básica para juntas en pavimento de concreto).

Los tipos de juntas que se construyen en las losas son:

#### Juntas de contracción

Son juntas que se aserran (cortes) para controlar e inducir la fisuración de la losa

Fig. 06: Junta de contracción en losa

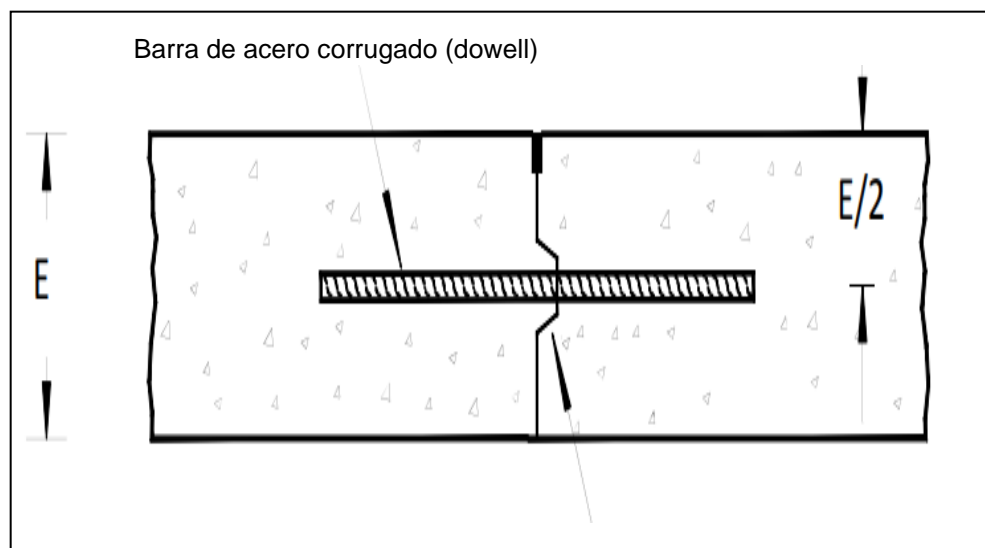


Fuente: Euclid group, 2019

### Juntas de construcción

Son juntas que están entre dos vaciados de concreto continuos, en estas juntas se colocan barras de acero cada 40 cm. llamados dowell que sirven para la transferencia de cargas. Ver fig. 07.

Fig. 07: Diseño de construcción en losa industrial

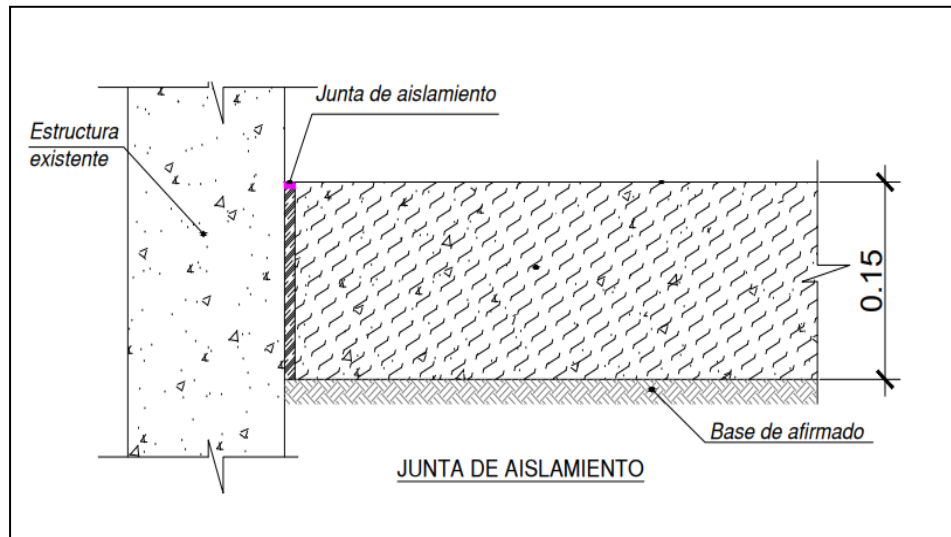


Fuente: Calo, Diego (2012) diseño y construcción de juntas

## Juntas de aislamiento

Son juntas que se encuentran aisladas de los elementos existentes, como son: muros, columnas veredas, sardineles, que les permiten tener movimientos independientes, y evitar fisuración, (ACI-224.3R). Ver fig. 08.

Fig. 08: Junta de aislamiento en losa industrial

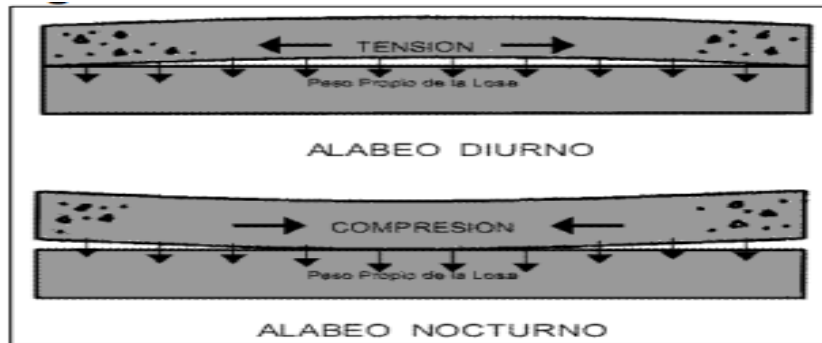


Fuente: Elaboración propia

## Alabeo del concreto

Uno de los aspectos sobre los cambios que las losas industriales experimentan están relacionadas con el cambio volumétrico que tiene el concreto, donde se generan deformaciones, conocida como "alabeo". Cuando en el proceso constructivo de la losa en la cara superficial, su temperatura es mayor que la parte inferior, la superficie se expande en relación con la fibra neutra, mientras que la cara inferior del piso se contrae (alabeo convexo), por lo contrario, cuando la parte superior de la losa su temperatura es menor que la parte inferior, esta tiende a contraerse (alabeo cóncavo). Por lo general los pisos que tienen mayor alabeo son aquellas losas simples sin armadura; los pisos con concreto de retracción compensada minimizan el efecto del alabeo, (Sanchez,2020).

Fig. 09 Alabeo de pavimentos rígidos por variación de temperatura



Fuente: Sanchez, 2020 (esfuerzos en pavimentos rígidos)

### Fisuras

Si el concreto al momento de ser vaciado tiene restricciones, por los encofrados, el tamaño de las armaduras de acero, mala vibración, y disminución del recubrimiento, entonces existe la posibilidad de que fisure por asentamiento de los agregados. También puede haber fisuración por restricción en el proceso de contracción por secado, que da por la pérdida de agua que tiene la pasta contrayéndose hasta 1%. Cuando existe tensiones por tracción originada por la retracción diferenciada entre la cara superficial y el interior del concreto este se fisura; otro aspecto de fisuración es cuando la temperatura superficial del concreto es mayor que la interior o viceversa, para reducir la fisuración por cambio térmico es necesario controlar la velocidad de enfriamiento del concreto e incrementar la  $f'_c$  a la tracción del concreto. Las fisuras se pueden medir con un comparador y miden alrededor de 0.025 mm., las fisuras en la mayoría de los casos se dan por errores de diseño y un mal sistema constructivo como son, la presencia de ángulos entrantes en esquinas mal reforzadas, la restricción de elementos (muros, columnas, pedestales) sujetos a movimientos diferenciales y cambio de volumen, base granular mal nivelada, falta de aislamiento entre elementos. ACI 224.1R-93 – Norma técnica para la reparación de fisuras. (Santana,2019)

## **Normas asociadas**

ASTM C-39/C29M Método de ensayo de muestras cilíndricas de hormigón de la  $f_c$  a la compresión.

ASTM C-31/C31M Método de moldeo y curado de espécimen de ensayo de hormigón.

ASTM -C143 M15a- Método de medición del slump, para concreto hidráulico.

ASTM- C-1609/C1609M.12 Método para ensayar vigas prismáticas para la resistencia a flexión.

NTP. 339.033-Concreto Procedimiento para la elaborar y curar probetas de hormigón en obra.

NTP. 339.035 procedimiento para medir el asentamiento del hormigón.

NTP. 339.036. 2017 procedimiento para muestreo de mezcla de hormigón fresco.

NTP. 229.078.2012 Método para ensayar  $f_c$  a flexión de vigas prismáticas de hormigón con cargas a los tercios.

NTP 339.081:2017 Ensayo para establecer el contenido de aire del hormigón fresco.

ACI-Comité 211 (Instituto americano del concreto) Diseño de mezcla del concreto.

NORMA E-060-5.8 (Curado de concreto en obra)

ACI 224.1R-93 – evaluación de las causas y procedimiento para reparar de fisuras

### III. METODOLOGIA

#### 3.1 Tipo y diseño de investigación

##### Tipo de Investigación aplicada

Las teorías básicas y aplicadas a las características y bondades del concreto reforzado con fibra metálica y aditivo de retracción compensada que permiten controlar la retracción del concreto aplicado en las losas industriales dando mayor durabilidad de servicio en su vida útil y así obtener soluciones que lo hace apto para ser aplicados a diferentes tipos de usos en la metalurgia, siderurgia y construcción de tal manera que los análisis físicos y mecánicos que realizaremos a la fibra de acero y al aditivo que compensa la retracción, que al ser añadidos al concreto en un porcentaje respectivo, podremos determinar los efectos en sus propiedades mecánicas, para aumentar su eficiencia en el diseño de losas industriales por lo tanto su durabilidad en las juntas de contracción, que será útil a la industria de la construcción y a la sociedad, por este motivo nuestra investigación es aplicada porque se basa de las teorías y resultados básicos de las investigaciones de las ciencias.(Ñaupás, 2018 pág.136)

##### Diseño experimental

El tipo de investigación es de diseño cuasiexperimental ya que aplicaremos a la variable independiente: “Concreto reforzado con fibra metálica y aditivo compensador de la retracción” que al ser agregados en proporciones adecuadas, de tal manera que influirá en sus propiedades, en cuanto a la compresión, tracción y flexión, asumiremos un diseño de concreto proporcionado por la concretera.

La muestra patrón del hormigón 280 kg/cm<sup>2</sup> será sin fibra metálica y sin aditivo de retracción compensada y se realizarán ensayos de compresión, tracción y flexión, a los 7 y 28 días (18 probetas).

Se tomará otra muestra de concreto de 280 Kg/cm<sup>2</sup> y se agregara 15 kg de fibra metálica y se harán pruebas a la compresión, tracción y flexión y 6 probetas a los 7 y 28 días (18 probetas).

Se hará el análisis comparativo de ambas muestras y saber cómo influye el concreto con refuerzo de fibra metálica en las propiedades mecánicas y en la retracción de la mezcla.

Para el estudio de la contracción del concreto, se realizará un análisis descriptivo de las losas industriales sin juntas de contracción realizadas en la ciudad de Lima, con concreto reforzado con fibra metálica y aditivo de retracción compensada óxido de calcio (CaO). Para el caso de nuestra investigación el diseño de mezcla fue asumida por el laboratorio de UNICON, por lo que se consideró parámetros ya establecidos en la variable independiente como el diseño de mezcla que no ha sido asignado al azar, por lo tanto nuestro diseño de investigación será cuasiexperimental. (Hernández Sampieri, 2014).

#### Alcances de la investigación

El alcance del estudio será de nivel correlacional explicativo porque dará a conocer la relación que existe entre nuestra variable independiente: "Efectos del concreto reforzado con fibra metálica y aditivo de retracción compensada y la variable dependiente: "Mejora de las propiedades mecánicas del concreto para losas industriales sin juntas de contracción" .Es decir como las variables se relacionan para reducir la retracción en la ejecución de pisos industriales sin juntas, y como influyen en las propiedades mecánicas a la tracción, flexión y compresión. Podemos decir que los aportes que nos dará el concreto reforzado con fibra metálica y aditivo que compensa la retracción del concreto (óxido de calcio) son varios, por un lado nos dará a conocer cómo influye en la plasticidad de la mezcla, trabajabilidad, también como afecta a las características mecánicas del concreto, asimismo cuáles son los efectos del aditivo compensador (CaO) en la retracción del concreto para evitar posibles fisuras en el proceso del fraguado y construir losas sin juntas de contracción. Las investigaciones correlacionales miden las relaciones que existen entre dos o más variables y ver si estas están relacionadas o no, posteriormente se analiza su correlación (Hernández Sampieri, 1994).



### 3.2. Variables y operacionalización

#### Variables

Desde la forma estructural las variables son unidades o componentes fundamentales de una hipótesis. En la definición de hipótesis como proposición relacionan, explican y describen variables

#### Variable independiente

Esta variable influye en la variable dependiente, y no depende de otra variable dentro de la estructura de la hipótesis.

Para el caso de nuestra investigación la variable independiente fue:

“Efectos del concreto reforzado con fibra metálica y aditivo de retracción compensada”

Se tuvo como dimensiones: Fibra metálica, aditivo de retracción compensada.

#### Variable dependiente

Esta variable dentro de la estructura de la hipótesis expresa el efecto del estudio que se realiza . Para el caso de nuestro estudio la variable dependiente fue:

“Propiedades mecánicas del concreto en las losas industriales sin juntas”.

Se tuvo como dimensiones: Propiedades mecánicas del concreto. (Ñaupas, Humberto 2018, pág. 186).

### 3.3 Población muestra y muestreo

#### Población

La población considerada fue la losa industrial de concreto de 4,000 m<sup>2</sup> ejecutada en Industrias San Miguel ubicada en la zona industrial Wiese del Cercado de Lima, al estar relacionada la investigación a las losas industriales de pavimento rígido.

#### Muestra

De una losa de concreto de 18m.x16 m.=288 m<sup>2</sup> a ejecutarse en la zona de Cercado de Lima, se tomó como muestra 36 testigos de concreto de 15x30 cm.

## Muestreo

El tipo de muestreo es probabilístico, porque cada elemento de la muestra tomada debe tener una probabilidad conocida, para este caso se ha usado la técnica aleatoria simple.

## Unidad de análisis

Sera una probeta cilíndrica de 15x30cm

### 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### Técnica de recolección de datos

Para la recolección de datos nos apoyaremos con diversos estudios de investigación, que se hayan realizado a nivel nacional y a nivel mundial; en lo cual aportan información en cuanto a la teoría y ensayos experimentales sobre el hormigón reforzado con fibra metálica y analizaremos el aditivo compensador de la contracción agregados a la mezcla y los efectos en las propiedades del concreto y la retracción por secado.

Se utilizó la observación directa, donde se recoge e interpreta los resultados y hechos reales de las pruebas efectuadas en laboratorio, así como la recopilación de información de losas industriales ejecutadas en la zona de estudio.

#### Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos utilizados necesarios para reunir los datos fueron las fichas de registros, que recogerán la información necesaria de las pruebas de compresión, tracción y flexión que se harán en el laboratorio de mecánicas de suelos el cual permitirá un buen análisis en la recolección de datos para los cálculos correspondientes.

Será a través de un documento llamada "ficha de registro", que serán codificados por cada uno de los ensayos realizados, denominados:

Ficha RC-01 (resultados a la compresión): Que registra los resultados a la compresión del hormigón reforzado con y sin fibra metálica, y sin adición de aditivo de retracción compensada.

Ficha RT-02 (resultados a la tracción): Que registra los resultados a la tracción del concreto reforzado con y sin fibra metálica, y sin adición de aditivo de retracción compensada.

Ficha RT-03 (resultados a la flexión): Que registra los resultados a la flexión del concreto reforzado con y sin fibra metálica, y sin adición de aditivo de retracción compensada.

Ficha RPF-04:(propiedades físicas) Resultados de trabajabilidad del concreto reforzado con fibra metálica, sin y con aditivo de retracción compensada.

### 3.5 Métodos de análisis de datos

Nos apoyaremos en norma técnica E060, en el cual indica el desarrollo para el adecuado proceso constructivo del concreto, así como también indica un análisis crítico para dichos cálculos.

También nos apoyaremos en la Norma Internacional ASTM C31, el cual indica la prueba de materiales de todos los elementos en la construcción, bajo esta norma tenemos la prueba de Slump, y medición de la cantidad de aire, lo que determina la trabajabilidad del hormigón.

Así mismo para el ensayo de rotura, nos apoyaremos bajo norma ASTM C39, el cual señala el procedimiento de las pruebas de la  $f'c$  a la compresión del hormigón a través de rotura de probetas cilíndricas.

Los agregados también son elementos fundamentales para que el concreto adquiera su mayor resistencia, para presente investigación nos apoyaremos del diseño del concreto proporcionado por una concretera quienes nos proporcionaran el diseño de mezcla con las certificaciones correspondientes de los agregados certificados, bajo NTP 400.012.

### Nivel de Investigación

La investigación es cuasi experimental, ya que su variable, está definido con respecto al hormigón reforzado con fibra acero y la adición de aditivo de retracción compensada (CaO), el cual influirá en las características mecánicas del hormigón, medido periódicamente a través de las pruebas a 7 y 28 días. La investigación tendrá un

enfoque científico, donde sus variables van a permanecer de forma constante, y será medido de acuerdo con la proporción, para demostrar como un concreto reforzado con fibra y aditivo de retracción compensada influye en la contracción y propiedades mecánicas del concreto. (Pajuelo, 2018).

### Validez y confiabilidad

#### Validez

Los instrumentos de recolección de datos realizados a través de fichas fueron validadas por 3 expertos, obteniendo una validez de 0.798, que de acuerdo a la escala de valores la validez de los instrumentos fue bueno, Ver tabla 01

Cuando el instrumento a validar sus ítems está en correspondencias entre sí y forman un constructo o un concepto teórico para conceptualizar las bases teóricas que se va a sustentar una investigación, su instrumento es válido, (Hurtado,2012,p 790).

Tabla 01: Validez del instrumento

VALIDEZ DEL INSTRUMENTO									
FECHA	2/11/2022								
COHERENCIA	El Item mide alguna variable								
CLARIDAD	El Item es claro								
ESCALA	El item puede ser respondido de acuerdo a la escala del instrumento								
RELEVANCIA	El item es relevante para cumplir con las preguntas y objetivos								
ESCALA DE VALORES									
					1. Inaceptable	0.0	0.20		
					2. Deficiente	0.21	0.40		
					3. Regular	0.41	0.60		
					4. Bueno	0.61	0.80		
					5. Excelente	0.81	1.0		
ITEM	CONTENIDO	EVALUACION			RESULTADOS				
		1	2	3	Sx1	Mx1	CVC	Pei	CVCi
1	CLARIDAD	17	16	17	50	2.5	0.83	0.037	0.80
2	COHERENCIA	17	16	17	50.4	2.52	0.84	0.037	0.80
3	ESCALA	17	17	16	50	2.5	0.83	0.037	0.80
4	RELEVANCIA	16	17	17	50	2.5	0.83	0.037	0.80
									0.798

Fuente: Elaboración propia

## Confiabilidad

Se midió la confiabilidad a través del Alfa de Cronbach, se obtuvo como resultado el valor de 0.80, que de acuerdo a la escala de valores resulto una fiabilidad buena.

Confiabilidad es el grado que produce el instrumento para dar resultados coherentes, al aplicarse en forma repetitiva. (Manterola, 2018)

Tabla 02: Confiabilidad (alfa de cronbach)

CONFIABILIDAD ALFA DE COMBACH							
ITEM	1	2	3	RESULTADOS			
1	5	4	5	14	$\alpha =$	0.80	
2	5	4	4	13	k =	3	
3	5	4	4	13	v1 =	0.63	
4	4	5	5	14	Vt =	0.25	
	0.1875	0.1875	0.25	54			
Muy baja	baja	Moderada	Buena	Excelente	$\alpha =$	k	(1- $\sum V_i$ )
0	0.	0.4	0.6	0.8	1	K-1	Vt
ESCALA DE VALORES							
				0-.4	1		
				5--9	2		
				10--13	3		
				14-.16	4		
				17-.20	5		

Fuente: Elaboración propia

### 3.5 Procedimiento

Ubicación del proyecto de investigación

Av. Materiales 2354 s/n altura Cdra. 23 Av. Argentina Distrito Cercado-Lima urbanización industrial Wiese

Fig. 10: CROQUIS UBICACIÓN DEL PROYECTO



Fuente: Google map

#### Objetivo general

El objetivo general fue determinar los efectos del concreto reforzado con fibra metálica y aditivo de retracción compensada para mejorar las propiedades mecánicas, en la construcción de losas industriales sin juntas de contracción.

En los laboratorios de Unicon se realizó el diseño de mezcla, fueron quienes proporcionaron el concreto premezclado el valor de resistencia requerido fue de  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>, se adicionó 15 kg/m<sup>3</sup> de fibra metálica 3D, con cemento Tipo I y con un

slump de 6". Se tomó una muestra de concreto sin fibra metálica 3D representando al concreto convencional con un  $f'c$  280 kg/cm<sup>3</sup>, cemento Tipo I con una dosificación de a/c de 0.66, y otra muestra del mismo diseño adicionando 15Kg/m<sup>3</sup> de fibra metálica 3D. Ver tabla 06.

**Objetivo 01:** Se planteó: Determinar como un concreto reforzado con fibra metálica y aditivo con retracción compensada afecta a la propiedad mecánica de la compresión de un piso industrial.

Ensayos de compresión, acopio del concreto y moldeo de testigos (probetas)

- 1.- Acopio del concreto 280 kg/cm<sup>2</sup> proporcionado por la concretera UNICON, sin y con fibra metálica.
- 2.- Medida de slump y toma de T° al concreto.
- 3.- Moldeo de 12 testigos en moldes cilíndricos de 15x30cm.
- 4.- Curado de testigos en poza de agua.
- 5.- Ensayos a la compresión de testigos sin y con fibra metálica a los 7 días y 28 días.
- 6.- Recolección de resultados en Fichas Técnicas.
- 7.- Graficas, estadísticas, e interpretación de los resultados.

Tabla 03: Resumen de las probetas cilíndricas para ensayos a compresión

Muestra	Fibra metálica (kg)	Aditivo de retracción compensada (kg)	Ensayo de resistencia a la compresión	
			N° de probetas a 7 días	N° de probetas a 28 días
M1 (sin fibra)	0	0	3	3
M2 (con fibra)	15	0	3	3
Total de probetas			6	6

Fuente: Elaboración propia

**Objetivo 02:** Se planteó: Determinar como un concreto reforzado con fibra metálica y sin aditivo con retracción compensada afecta a la propiedad mecánica de la tracción de un piso industrial.

Ensayos de tracción, acopio del concreto y moldeo de testigos

- 1.- Acopio del concreto 280 kg/cm<sup>2</sup> proporcionado por la concretera UNICON, sin y con fibra metálica.
- 2.- Medida de slump y toma de T° al concreto.
- 3.- Moldeo de 12 testigos en moldes cilíndricos de 15x30cm.
- 4.- Curado de testigos en poza de agua.
- 5.- Ensayos a la tracción de testigos sin y con fibra metálica a los 7 días y 28 días.
- 6.- Recolección de resultados en Fichas Técnicas.
- 7.- Graficas, estadísticas, e interpretación de los resultados

Tabla 04: Número de probetas cilíndricas tomadas para pruebas a tracción

Muestra	Fibra metálica (kg)	Aditivo de retracción compensada (kg)	Ensayo de resistencia a tracción	
			N° de probetas a 7 días	N° de probetas a 28 días
M1 (sin fibra)	0	0	3	3
M2 (con fibra)	15	0	3	3
Total de probetas			6	6

Fuente: Elaboración propia

**Objetivo 03:** Se propuso: Determinar como un concreto reforzado con fibra metálica y sin aditivo de retracción compensada afecta a la propiedad mecánica de la flexión de un piso industrial sin juntas . (ver tabla 05).

**Ensayos de flexión, acopio del concreto y moldeo de testigos (probetas)**

- 1.- Acopio del concreto 280 kg/cm<sup>2</sup> proporcionado por la concretera UNICON, sin y con fibra metálica.
- 2.- Medida de slump y toma de T° al concreto.



- 3.- Moldeo de 12 testigos en moldes cilíndricos de 15x30cm.
- 4.- Curado de testigos en poza de agua.
- 5.- Ensayos a flexión de testigos sin y con fibra metálica a los 7 días y 28 días.
- 6.- Recolección de resultados en Fichas Técnicas.
- 7.- Graficas, estadísticas, e interpretación de los resultados.

Tabla 05: Cantidad de probetas prismáticas para los ensayos a flexión

Muestra	Fibra metálica (kg)	Aditivo de retracción compensada (kg)	Ensayo de resistencia a la flexión	
			N° de probetas a 7 días	N° de probetas a 28 días
M1 (sin fibra)	0	0	3	3
M2 (con fibra)	15	0	3	3
Total de probetas			6	6

Fuente: Elaboración propia

**Objetivo 04:** Se planteó: Determinar como un concreto reforzado con fibra metálica y aditivo de retracción compensada afecta a la propiedad mecánica de la compresión de un piso industrial sin juntas.

- 1.- Acopio del concreto 245 kg/cm<sup>2</sup> proporcionado por la concretera UNICON, con fibra metálica y aditivo de retracción compensada.
- 2.- Medida de slump y toma de T° al concreto.
- 3.- Moldeo de 6 testigos en moldes cilíndricos de 15x30cm.
- 4.- Curado de testigos en poza de agua.
- 5.- Ensayos de compresión de testigos con fibra metálica y aditivo de retracción compensada (CaO) a los 7 días y 28 días.
- 6.- Recolección de resultados en Fichas Técnicas.
- 7.- Graficas, estadísticas, e interpretación de los resultados.

## **Control del concreto en estado fresco**

### **Medición de Asentamiento (Slump)**

Siguiendo lo establecido por la norma ASTM C143, se tomó el Slump a cada una de las muestras, para esto se utilizó un cono de Abraham, una varilla de fierro liso de 5/8", wuincha de acero, y 01 badilejo; se tomó y registró las medidas en pulgadas, para así determinar el grado de trabajabilidad del concreto, para nuestro caso de estudio se obtuvo un Slump entre de 5"- 6" pulgadas, estando dentro del rango de nuestra investigación.

Fig. 11 Medida del Slump del concreto



Fuente: Elaboración propia

### **Medición de la temperatura**

Se tomó la temperatura del concreto fresco de todas las muestras con un termómetro de medición de temperatura debidamente calibrado y este se introdujo al concreto 7.5 cm, de acuerdo con lo establecido por la norma ASTM 1064, siendo la recomendación de la norma que no exceda al 35%, para el caso de la investigación las temperaturas tomadas fueron entre 25°C a 29°C.

Fig. 12 Medida de la temperatura del concreto



Fuente: Elaboración propia

### Muestreo de probetas cilíndricas

Para las muestras de concreto se utilizó moldes cilíndricos de 15x 30 cm.de PVC. Se realizó de acuerdo con la norma técnica ASTM C31, se colocó los moldes sobre una superficie rígida nivelada, se distribuyó el concreto al interior de la probeta en tres capas de igual volumen, cada capa se compacto con una varilla de 3/8" dándole 25 golpes en forma circular, luego de llenar las 03 capas se le dió 10 golpes alrededor de la probeta para liberar las burbujas de aire atrapadas, finalmente se enrazó la superficie utilizando una llana. Se elaboraron 6 testigos sin fibra para los ensayos a compresión a 7 y 28 días, y 6 testigos sin fibra para los ensayos a tracción a 7 y 28 días.

Fig.13 Moldeo de probetas



Fuente: Elaboración propia



Fig. 15 Curado de testigos en poza de agua



Fuente: Laboratorio Citemac

### **Ensayo de compresión de los especímenes sin fibra metálica a los 7 días**

Luego del curado en agua de los testigos de concreto sin fibra por 7 días, según la norma ASTM C-39, se procedió a realizar el ensayo de compresión en el laboratorio de CITEMAC, para esto se colocó el testigo en una prensa automatizada marca ELE Internacional calibrada, en la prueba se utilizó almohadillas de neopreno y se aplicó una velocidad de carga de 0.15 MPa hasta que fallo la muestra.

Fig. 16 Ensayo de compresión sin fibra metálica



Fuente: Laboratorio Citemac

### **Ensayo de compresión de los especímenes con fibra metálica a los 7 días**

Luego del curado en agua de los testigos de concreto con fibra por 7 días según la norma ASTM C39, se realizó el ensayo de compresión en el laboratorio de CITEMAC, para esto se colocó el testigo en una prensa automatizada marca ELE Internacional calibrada, en la prueba se utilizaron almohadillas de neopreno y se aplicó una velocidad de carga de 0.15 MPa hasta que fallo la muestra.

Fig.17 Adición de fibra metálica en obra



Fuente: Elaboración propia

### Ensayo de tracción de los especímenes sin fibra metálica a los 7 días

Luego del curado en agua de los testigos de concreto con fibra por 7 días según la norma ASTM C-39, se realizó el ensayo de compresión en el laboratorio de CITEMAC, para esto se colocó el testigo en una prensa automatizada marca ELE Internacional calibrada, en la prueba se utilizaron almohadillas de neopreno y se aplicó una velocidad de carga de 0.15 MPa hasta que fallo la muestra.

Fig.18 Ensayo de tracción sin fibra metálica



Fuente: Elaboración propia

### Ensayo de tracción de los especímenes con fibra metálica a los 7 días

Luego del curado en agua de los testigos de concreto con fibra por 7 días según la norma ASTM C39, se realizó el ensayo de compresión en el laboratorio de CITEMAC, para esto se colocó el testigo en una prensa automatizada marca ELE Internacional calibrada, en la prueba se utilizaron almohadillas de neopreno y se aplicó una velocidad de carga de 0.15 MPa hasta que fallo la muestra.

Fig. 19 Prueba de laboratorio de tracción con fibra metálica



Fuente: Elaboración propia

### 3.7 ASPECTOS ETICOS

Este trabajo de Investigación es documental y se apoyó en la investigación científica, a partir de artículos científicos, así como de investigaciones donde se analizó dichas variables para su estudio correspondiente; así como también en especificaciones técnicas de acuerdo a normas establecidas para el hormigón, con aditivos; estos estudios se realizaron en concreto fresco y endurecido, el cual nos brindó información importante para evaluar las características mecánicas del concreto sin fibra metálica ni aditivo compensador, con adición de fibra metálica y con incremento de fibra metálica y aditivo de óxido de calcio que es un compensador a la retracción, en cuanto a la  $f'c$  a la tracción, flexión y compresión. Es así que se respetó todos los resultados de los ensayos de laboratorio y los derechos de los autores que nos apoyamos en el desarrollo de la presente investigación.

## IV.- RESULTADOS

### 4.1.- Diseño de mezcla

#### Parámetros para el diseño de mezcla

Resistencia de concreto	: 280 kg/cm <sup>2</sup>
Agregado grueso	: Huso N° 67 (3/4") , N° 5 (1/2")
Agregado fino	: Pasa por el tamiz N° 4, es retenido por el tamiz N° 200
Slump	: 6"
Cemento	: Tipo I
Adición fibra metálica	: 15kg/m <sup>3</sup>
Adición de aditivo de (CaO)	: 25 kg/m <sup>3</sup>
retracción compensada	

En los laboratorios de Unicon se realizó el diseño de mezcla, fueron quienes proporcionaron el concreto premezclado. Ver tabla 06.

Tabla 06: Diseño de mezcla

Características	Diseño	Unidades
	Concreta losa f'c=280 kg/cm <sup>2</sup>	
Agua/Cemento	0.66	-
Tipo de cemento	I	-
Agregado fino	53	%
Agregado grueso # 67	28.2	%
Agregado grueso 5	18.8	%
Peso unitario	2300-2400	kg/cm <sup>2</sup>
Slump	6"	Pulg.

Fuente: Laboratorio de UNICON, 2023

Las tolerancias del concreto diseñado en el caso de la medición del slump es de  $\pm 1\frac{1}{2}$ ", para la relación a/c se consideró una tolerancia de  $\pm 0.02$  y para el tiempo de vida útil con las características del diseño de mezcla por pérdida de trabajabilidad la tolerancia fue de 2.5 horas, considerado desde la salida del concreto de planta hasta el inicio del vertido del concreto en obra. Ver tabla 07.



Tabla 07 Tolerancias del concreto

Propiedad	Tolerancias
	Slump de diseño > 4"
Slump (Pulg.)	± 1 1/2" (ASTM C-94)
Agua/Cemento	± 0.02
Tiempo de vida útil por pérdida de trabajabilidad	2.5 horas

Fuente: Laboratorio de UNICON 2023

#### 4.2. Análisis granulométrico

Los materiales del concreto tomado como muestra para la elaboración de los especímenes para los ensayos, como son: Agregado fino combinado provinieron de las canteras Jicamarca y Hierbabuena, el agregado grueso tipo huso 67 (tamaño máximo nominal ¾") provinieron de la cantera Hierbabuena y el agregado grueso tipo huso 5 (tamaño máximo nominal 1/4") se extrajo de la cantera Jicamarca. Las pruebas se realizaron según las normas técnicas establecidas. (Ver tabla 08)

Tabla 08 Procedencia de los insumos

Insumo	Procedencia	Normas Técnicas
Agregado fino combinado	Cantera Jicamarca+Hierbabuena	ASTM C-33
Agregado grueso Huso 67	Cantera Hierbabuena	ASTM C-33
Agregado grueso Huso 5	Cantera Jicamarca	ASTM C-33
Cemento Tipo I	ENACEM	ASTM C-150
Filler calizo	ENACEM	ASTM C-1157
Máster Set R800	MBS Perú	ASTM C-484 Tipo B y D
Máster Rheobuild 1203	MBS Perú	ASTM C-484 Tipo A y F
Agua	Red Publica	NTP 339-088

Fuente: Laboratorio de UNICON 2023

### 4.3. Mediciones del concreto en estado fresco

#### 4.3.1. Medición del asentamiento del concreto (Slump)

Se realizó la medición del revenimiento del concreto (slump) con el cono de Abraham, de acuerdo a la norma técnica ASTM C143, se observó que, con la adición de 15 kg/m<sup>3</sup> de fibra metálica el asentamiento disminuyó en un 10%, con la adición del aditivo de retracción compensada (CaO) de 25 kg/m<sup>3</sup>, el asentamiento disminuyó en un 15%, teniendo en cuenta estos parámetros se solicitó un concreto con slump de 7" en obra, cuando se le adicionó los 15 kg de fibra metálica esta disminuyó en 20% aproximadamente es decir 1 1/2", quedando el concreto con un asentamiento de 5 1/2" que fue un concreto fluido para los fines de trabajabilidad, se tuvo en cuenta que al habersele adicionado 25 kg del ARC (óxido de calcio) acelera el proceso de fraguado en 2 horas, lo que significó tener los equipos y el personal especializado para trabajar el concreto con mayor rapidez. En las muestras tomadas para los ensayos de compresión, tracción y flexión se obtuvo las siguientes mediciones del asentamiento del concreto. Ver tabla 09.

Tabla 09 : Porcentaje de disminución del slump

Muestra	Adición de fibra (kg/cm <sup>3</sup> )	Adición de óxido de calcio ARC (kg/m <sup>3</sup> )	Medición del asentamiento (Pulg.)	Promedio referencia del slump
M1 Sin fibra	0	0	7"	100%
M2 Con fibra	15	0	6"	85%
M3 Con Fibra y ARC	15	25	5 1/2"	80%

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.2. Medición de la temperatura del concreto

La temperatura del concreto llegado a obra fue medido con un termómetro para concreto de indicación digital, siendo el límite de la temperatura del concreto según la NTP 339-114 la de 32 °C. Antes de tomar las muestras para los ensayos de concreto se tomó la temperatura del concreto sin fibra metálica, con fibra metálica y con aditivo de retracción compensada (CaO). Ver tabla 10.

Tabla 10 : Medición de temperatura del concreto

Muestra	T° ambiente °C	T° concreto °C	% humedad relativa medio ambiente
M1 Sin fibra	22.5	25	76
M2 Con fibra	22.5	26.5	76
M3 Con Fibra y ARC	23	28	78

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4. Ensayos de laboratorio de testigos del concreto en estado endurecido

##### 4.4.1. Ensayos de laboratorio a compresión

Se determinó como un concreto reforzado con fibra metálica afecta a la propiedad mecánica de la compresión en la construcción de una losa industrial sin juntas de contracción, a través de la rotura de testigos en estado endurecido. Para esto se hicieron ensayos con y sin fibra metálica a 7 y 28 días.

##### Ensayo de compresión de los especímenes sin fibra metálica a los 7 días

Los ensayos en laboratorio a compresión de los 03 testigos de concreto sin fibras metálica y sin aditivo de retracción compensada a 7 días realizados, se obtuvo diferentes resultados, el promedio aritmético de los 3 ensayos fue de 262.46 kg/cm<sup>2</sup>, que equivale al 93.73 % respecto a la resistencia  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> del diseño que se propuso. Ver tabla 11.

Tabla 11: Ensayo a la compresión sin fibra a los 07 días

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN							
Indicador	Edad (7 días)						
	Resistencia $f'c$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	Fibra Metálica (kg)	Fecha de muestreo	Fecha de ensayo	Área carga rotura (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima (Kgf)	Resistencia obtenida Kgf/cm <sup>2</sup>
M1	280	0	18/04/2023	25/04/2023	80.11	20910	261
M2	280	0	18/04/2023	25/04/2023	81.11	20803	260
M3	280	0	18/04/2023	25/04/2023	81.11	21330	266
<b>Promedio</b>							<b>262</b>

Fuente: Laboratorio Citemac ,20223

### Ensayo de compresión de los especímenes sin fibra metálica a los 28 días

Los resultados de los ensayos a compresión de los 03 testigos de concreto sin fibras metálica y sin aditivo compensador de retracción, a 28 días se realizaron en el laboratorio y se obtuvieron diferentes resultados, siendo el promedio aritmético de los 3 ensayos 330.00 kg/cm<sup>2</sup>, que equivale al 117,90 % respecto a la resistencia  $f'_c=280$  kg/cm<sup>2</sup> del diseño que se propuso. Ver tabla 12.

Tabla 12: Ensayo a la compresión sin fibra a los 28 días

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN							
Indicador	Edad (28 días)						
	Resistencia $f'_c$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	Fibra Metálica (kg)	Fecha de muestreo	Fecha de ensayo	Área carga rotura (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima (Kgf)	Resistencia obtenida Kgf/cm <sup>2</sup>
M1	280	0	18/04/2023	16/05/2023	80.11	26740	334
M2	280	0	18/04/2023	16/05/2023	81.11	25990	324
M3	280	0	18/04/2023	16/05/2023	81.11	26580	312
Promedio							330

Fuente: Elaboración propia

### Ensayo de compresión de los especímenes con fibra metálica a los 7 días

Los ensayos a compresión de los 03 testigos de concreto con fibras metálica y sin aditivo compensador de retracción, a 7 días se realizaron en el laboratorio obteniendo diferentes resultados, siendo el promedio aritmético de los 3 ensayos 307.63 kg/cm<sup>2</sup>, que equivale al 109.86 % respecto a la resistencia  $f'_c=280$  kg/cm<sup>2</sup> del diseño que se propuso. Ver tabla 13.

Tabla 13: Resultados de ensayos a la compresión con fibra a los 07 días

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN							
Indicador	Edad ( 7 días)						
	Resistencia f'c (kgf/cm2)	Fibra Metalica (kg)	Fecha de muestreo	Fecha de ensayo	Área carga rotura (cm2)	Carga máxima (Kgf)	Resistencia obtenida Kgf/cm2
M1	280	15	26/04/2023	03/05/2023	80.11	24530	306
M2	280	15	26/04/2023	03/05/2023	81.11	24770	309
M3	280	15	26/04/2023	03/05/2023	81.11	24530	308
<b>Promedio</b>							<b>308</b>

Fuente: Elaboración propia

### Ensayo de compresión de los especímenes con fibra metálica a los 28 días

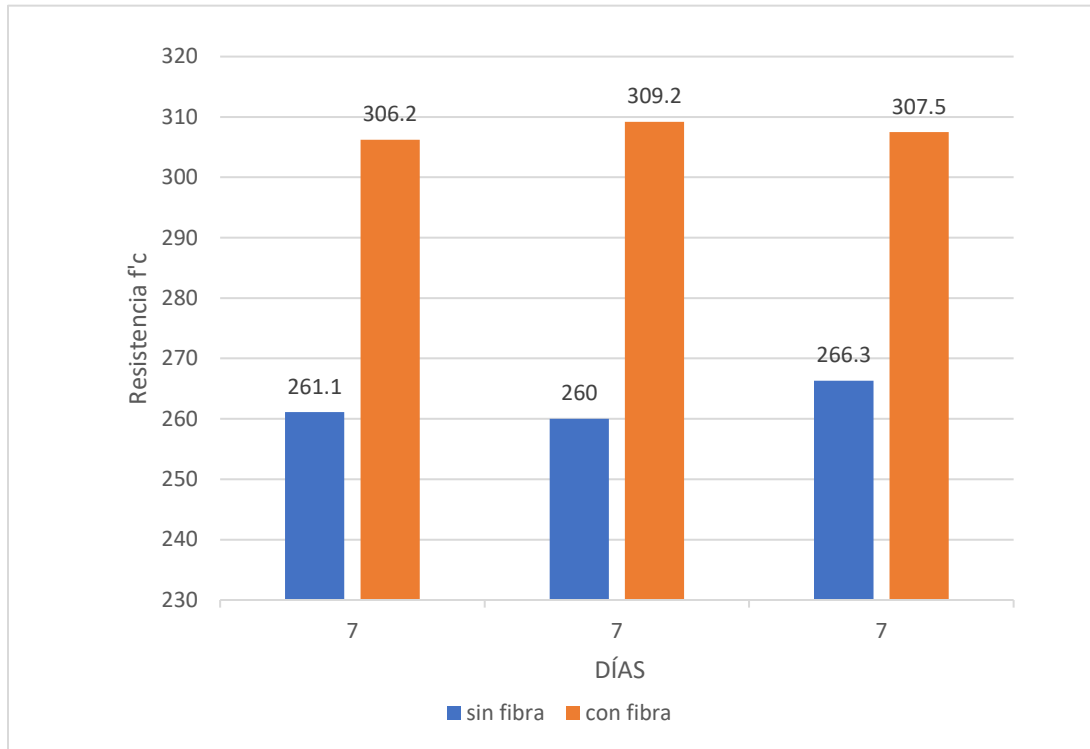
Los ensayos a compresión de los 03 testigos de concreto sin fibras metálica y sin aditivo de retracción compensada a 28 días se realizaron en el laboratorio y se obtuvieron diferentes resultados, el promedio aritmético de los 3 ensayos fueron de f'c 378.40 kg/cm<sup>2</sup>, que equivale al 135.10% respecto a la resistencia f'c=280 kg/cm<sup>2</sup> del diseño que se propuso. Ver tabla 14.

Tabla 14: Resultados de ensayos a la compresión con fibra a los 28 días

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN							
Indicador	Edad (28 días)						
	Resistencia f'c (kgf/cm2)	Fibra Metálica (kg)	Fecha de muestreo	Fecha de ensayo	Área carga rotura (cm2)	Carga máxima (Kgf)	Resistencia obtenida Kgf/cm2
M1	280	0	26/04/2023	24/05/2023	80.11	31250	390
M2	280	0	26/04/2023	24/05/2023	81.11	30130	376
M3	280	0	26/204/2023	24/05/2023	81.11	29550	369
<b>Promedio</b>							<b>378</b>

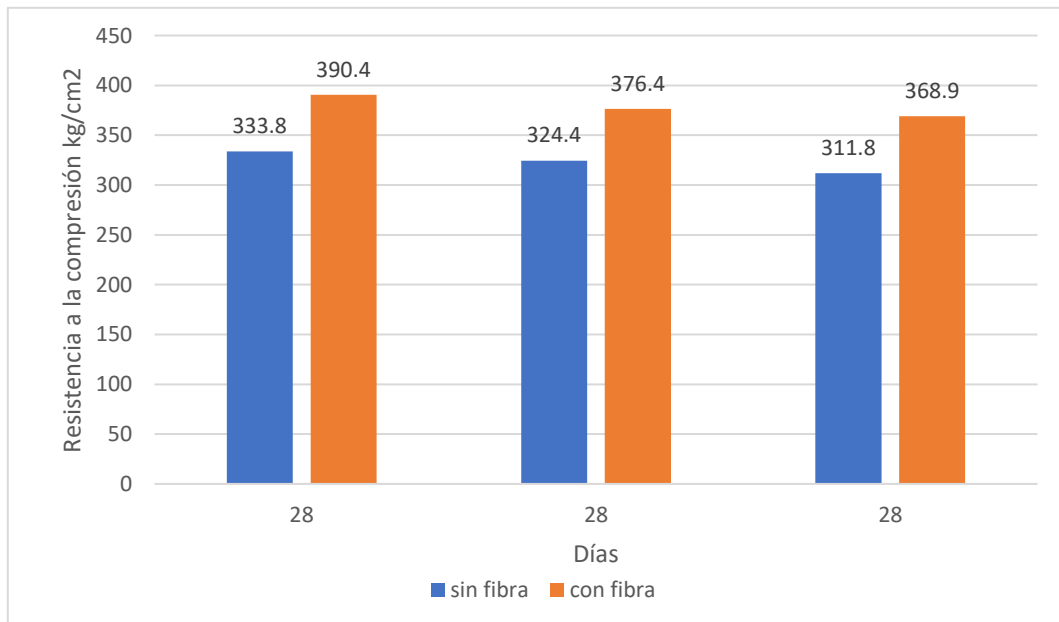
Fuente: Laboratorio Citemac, 2023

Fig.20: Comparativo de ensayos de compresión a 7 días con y sin fibra



Fuente: Elaboración propia

Fig. 21 Resistencia de ensayos de compresión a 28 días



Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.2. Ensayos de laboratorio a tracción

Se determinó como un concreto reforzado con fibra metálica afecta a la propiedad mecánica de la tracción en la construcción de una losa industrial sin juntas de contracción, a través de la rotura de testigos en estado endurecido. Para esto se hicieron ensayos con y sin fibra metálica a 7 y 28 días.

#### Ensayo de tracción de los especímenes sin fibra metálica a los 7 días

Los ensayos a tracción indirecta de los 03 testigos cilíndricos de concreto sin fibras metálica y sin aditivo de retracción compensada a 7 días se realizaron en el laboratorio obteniendo diferentes resultados, siendo el promedio aritmético de los 3 ensayos 2.65 Mpa. Ver tabla 15.

Tabla 15: Promedio de ensayo a la tracción sin fibra a los 07 días

RESISTENCIA A LA TRACCION							
Indicador	Edad ( 7 días)						
	Resistencia f'c (kgf/cm2)	Fibra Metálica (kg)	Fecha de muestreo	Fecha de ensayo	Área carga rotura (cm2)	Carga máxima (N)	Resistencia a la tracción indirecta (Mpa)
M1	280	0	18/04/2023	25/04/2023	80.11	81002.52	2.5
M2	280	0	18/04/2023	25/04/2023	81.11	85905.82	2.69
M3	280	0	18/04/2023	25/04/2023	81.11	91201.38	2.81
Promedio							2.65

Fuente: Laboratorio Citemac, 2023

#### Ensayo de tracción de los especímenes sin fibra metálica a los 28 días

Los ensayos a tracción indirecta de los 03 testigos cilíndricos de concreto sin fibras metálica y sin aditivo de retracción compensada a 28 días se realizaron en el laboratorio y se obtuvieron diferentes resultados, siendo el promedio aritmético de los 3 ensayos 3.06 MPa donde se mostró un incremento del 2 % respecto al módulo de rotura de 3 Mpa del diseño que se propuso. Ver tabla 16.

Tabla 16: Promedio de ensayo a la tracción sin fibra a los 28 días

RESISTENCIA A LA TRACCION							
Indicador	Edad (28 días)						
	Resistencia f'c (kgf/cm2)	Fibra Metalica (kg)	Fecha de muestreo	Fecha de ensayo	Área carga rotura (cm2)	Carga máxima (N)	Resistencia a la tracción indirecta (Mpa)
M1	280	0	26/04/2023	03/05/2023	80.11	110030.1	3.0
M2	280	0	26/04/2023	03/05/2023	81.11	106205.5	3.1
M3	280	0	26/04/2023	03/05/2023	81.11	109343.6	3.1
<b>Promedio</b>							<b>3.1</b>

Fuente: Laboratorio Citemac, 2023

### Ensayo de tracción de los especímenes con fibra metálica a los 7 días

Los ensayos a tracción indirecta de los 03 testigos cilíndricos de concreto sin fibras metálica y sin aditivo de retracción compensada a 7 días se realizaron en el laboratorio obteniendo diferentes resultados, siendo el promedio aritmético de los 3 ensayos 2.65 Mpa. Ver tabla 17.

Tabla 17: Resistencia a la tracción con fibra a los 07 días

RESISTENCIA A LA TRACCION							
Indicador	Edad ( 7 días)						
	Resistencia f'c (kgf/cm2)	Fibra Metalica (kg)	Fecha de muestreo	Fecha de ensayo	Área carga rotura (cm2)	Carga máxima (N)	Resistencia a la tracción indirecta (Mpa)
M1	280	15	26/04/2023	03/05/2023	80.11	110030.1	3.4
M2	280	15	26/04/2023	03/05/2023	81.11	106205.5	3.3
M3	280	15	26/04/2023	03/05/2023	81.11	109343.6	3.4
<b>Promedio</b>							<b>3.4</b>

Fuente: Laboratorio Citemac, 2023



### Ensayo de tracción de los especímenes con fibra metálica a los 28 días

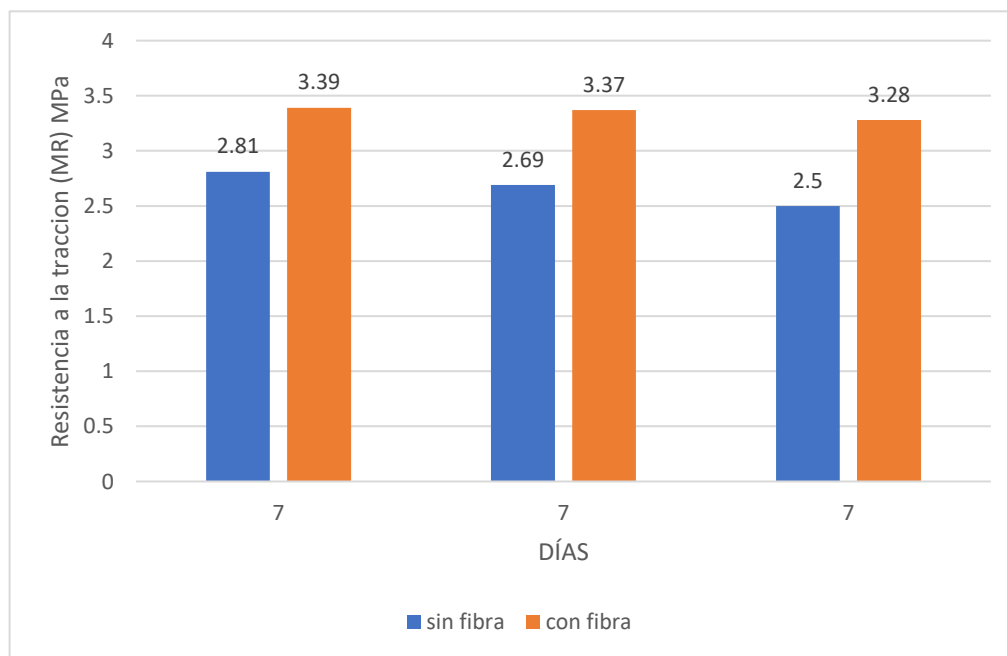
Los ensayos a tracción indirecta de los 03 testigos cilíndricos de concreto con fibras metálica y sin aditivo de retracción compensada a 28 días se realizaron en el laboratorio y se obtuvieron diferentes resultados, siendo el promedio aritmético de los 3 ensayos 3.35 Mpa, donde mostro un incremento 11.66 % respecto al módulo de rotura de 3 Mpa del diseño que se propuso. Ver tabla 18.

Tabla 18: Resistencia a la tracción con fibra a los 28 días

RESISTENCIA A LA TRACCION							
Indicador	Edad ( 28 días)						
	Resistencia f'c (kgf/cm2)	Fibra Metalica (kg)	Fecha de muestreo	Fecha de ensayo	Área carga rotura (cm2)	Carga máxima (N)	Resistencia a la tracción indirecta (Mpa)
M1	280	15	26/04/2023	24/05/2023	80.11	163083.8	5.03
M2	280	15	26/04/2023	24/05/2023	81.11	155336.5	4.79
M3	280	15	26/04/2023	24/05/2023	81.11	155238.5	4.79
<b>Promedio</b>							<b>4.87</b>

Fuente: Laboratorio Citemac, 2023

Fig22. Resultados de pruebas a tracción a los 7 días con y sin fibra



Fuente: Laboratorio Citemac, 2023

#### 4.4.3. Ensayos de laboratorio a flexión

Se determinó como un concreto reforzado con fibra metálica afecta a la propiedad mecánica de la flexión en la construcción de una losa industrial sin juntas de contracción, a través de la rotura de testigos en estado endurecido. Para esto se hicieron ensayos con y sin fibra metálica a 7 y 28 días.

#### Ensayo de flexión de los especímenes sin fibra metálica a los 7 días

Los ensayos a flexión de los 03 testigos prismáticos de concreto sin fibras metálica y sin aditivo de retracción compensada a 7 días se realizaron en el laboratorio de Citemac, se obtuvieron diferentes resultados, siendo el promedio aritmético de los 3 ensayos 22.41 MPa que equivale al 81.60 % respecto al módulo de rotura de 27.45 Mpa del diseño que se propuso. Ver tabla 19.

Tabla 19: Módulo de rotura a flexión sin fibra metálica a los 07 días

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN									
Edad (7 días)									
Indicador	Fecha de muestreo	Edad (días)	Luz libre entre apoyos (cm)	Carga máxima (kgf)	Ancho promedio de testigo de concreto	Altura promedio de testigo de concreto	Módulo de rotura (Kgf/cm <sup>2</sup> )	Módulo de rotura de promedio (kgf/cm <sup>2</sup> )	Módulo de rotura de promedio (Mpa)
M1	29/04/2023	7	45	14950	15.2	15.2	229.88	228.5	<b>22.41</b>
M2	29/04/2023	7	45	14770	15.2	15.2	227.11		

Fuente: Laboratorio Citemac, 2023

#### Ensayo de flexión de los especímenes sin fibra metálica a los 28 días

Los ensayos a flexión de los 03 testigos prismáticos de concreto sin fibras metálica y sin aditivo de retracción compensada a 28 días se realizaron en el laboratorio de Citemac, se obtuvieron diferentes resultados, siendo el promedio aritmético de los 3 ensayos 25.87 MPa que equivale al 81.60 % respecto al módulo de rotura de 27.45 Mpa del diseño que se propuso. Ver tabla 19.

Tabla 19: Módulo de rotura a flexión sin fibra metálica a los 28 días

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN									
Edad (28 días)									
Indicador	Fecha de muestreo	Edad (días)	Luz libre entre apoyos (cm)	Carga máxima (kgf)	Ancho promedio testigo de concreto (cm)	Altura promedio testigo de concreto (cm)	Módulo de rotura (Kgf/cm <sup>2</sup> )	Módulo de rotura de promedio (kgf/cm <sup>2</sup> )	Módulo de rotura de promedio (Mpa)
P1	29/04/2023	28	45	20520	15.2	15.2	262.94	263.94	<b>25.87</b>
P2	27/05/2023	28	45	20660	15.2	15.2	264.74		

Fuente: Elaboración propia

### Ensayo de flexión de los especímenes con fibra metálica a los 7 días

Los ensayos a flexión de los 03 testigos prismáticos de concreto con fibras metálica y sin aditivo de retracción compensada a 7 días se realizaron en el laboratorio de Citemac, se obtuvieron diferentes resultados, siendo el promedio aritmético de los 3 ensayos 25.47 Mpa que equivale al 92.78 % respecto al módulo de rotura de 27.45 Mpa del diseño que se propuso. Ver tabla 18.

Tabla 18: Ensayo a flexión con fibra metálica a los 7 días

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN									
Edad (7 días)									
Indicador	Fecha de muestreo	Edad (días)	Luz libre entre apoyos (cm)	Carga máxima (kgf)	Ancho promedio testigo de concreto (cm)	Altura promedio testigo de concreto (cm)	Módulo de rotura (Kgf/cm <sup>2</sup> )	Módulo de rotura de promedio (kgf/cm <sup>2</sup> )	Módulo de rotura de promedio (Mpa)
P1	29/04/2023	7	45	19840	15.2	15.2	254.23	259.67	<b>25.47</b>
P2	29/04/2023	7	45	20590	15.2	15.2	265.12		

Fuente: Laboratorio Citemac, 2023

### Ensayo de flexión de los especímenes con fibra metálica a los 28 días

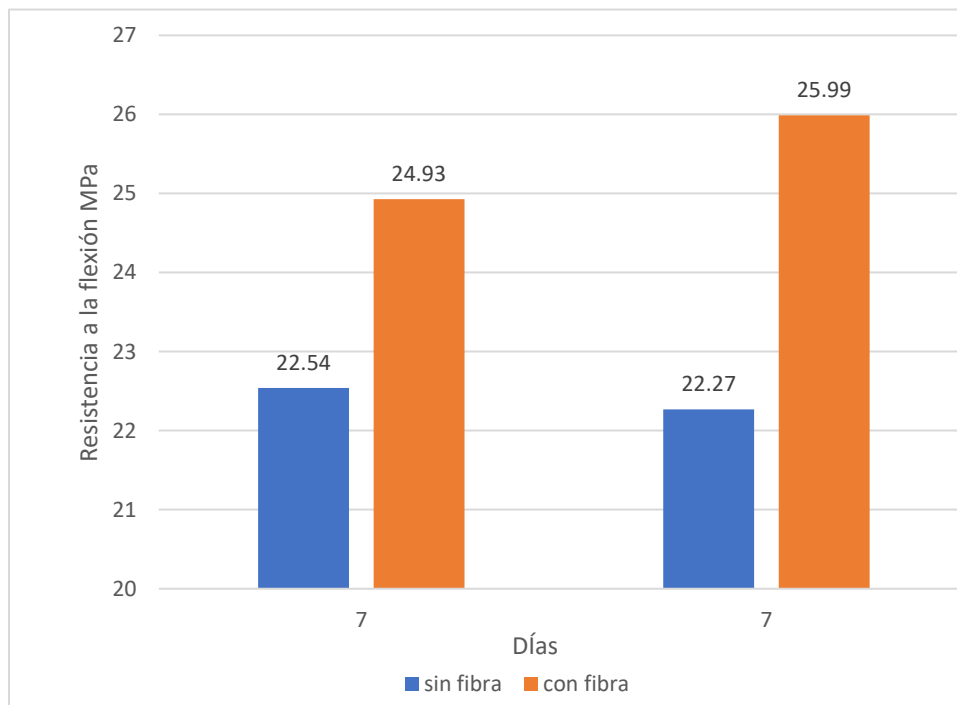
Los ensayos a flexión de los 03 testigos prismáticos de concreto con fibras metálica y sin aditivo de retracción compensada a 28 días se realizaron en el laboratorio de Citemac, se obtuvieron diferentes resultados, siendo el promedio aritmético de los 3 ensayos 34.25 MPa que equivale al 124.77 % respecto al módulo de rotura de 27.45 MPa del diseño que se propuso. Ver tabla 20.

Tabla 20: Resistencia a flexión con fibra metálica a los 28 días

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN									
Edad (28 días)									
Indicador	Fecha de muestreo	Edad (días)	Luz libre entre apoyos (cm)	Carga máxima (kgf)	Ancho promedio testigo de concreto (cm)	Altura promedio testigo de concreto	Módulo de rotura (Kgf/cm <sup>2</sup> )	Módulo de rotura de promedio (kgf/cm <sup>2</sup> )	Módulo de rotura de promedio (Mpa)
P1	29/04/2023	28	45	27660	15.2	15.2	354.43	349.24	<b>34.25</b>
P2	27/05/2023	28	45	26850	15.2	15.2	344.05		

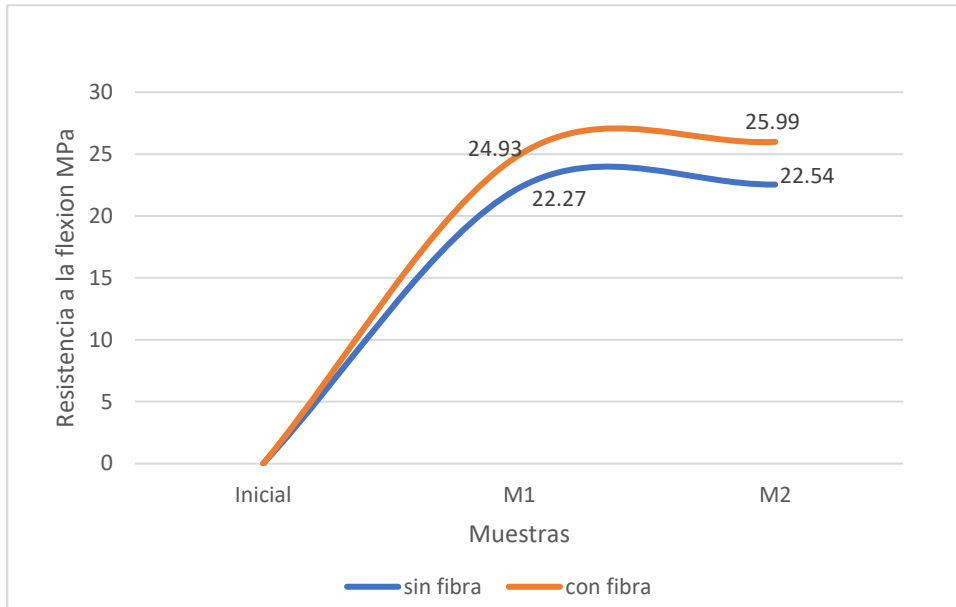
Fuente: Laboratorio Citemac, 2023

Fig. 23 Comparativo de pruebas a flexión a los 7 días con y sin fibra



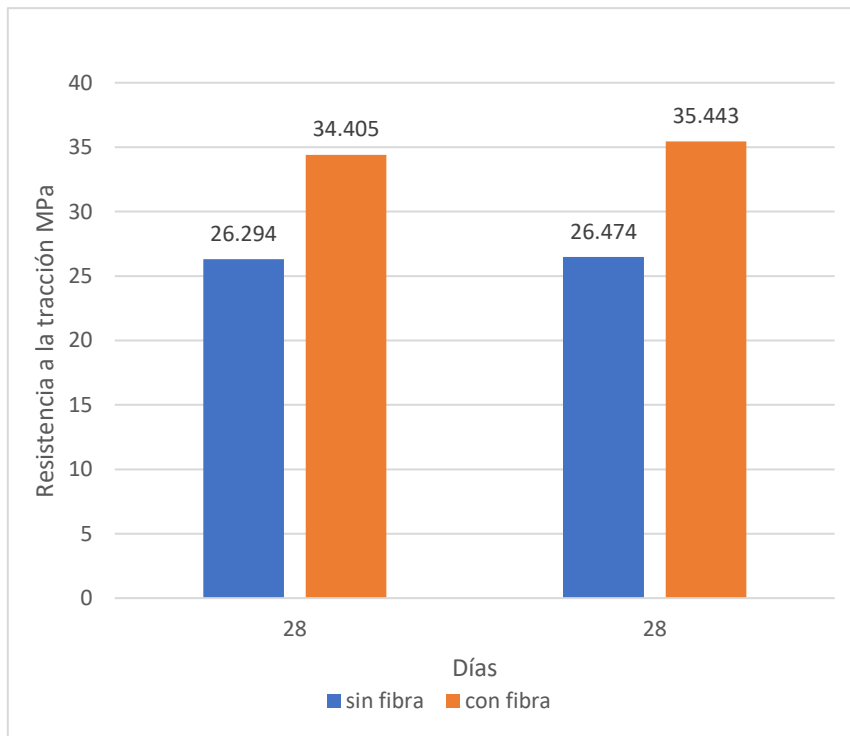
Fuente: Laboratorio Citemac, 2023

Fig. 24: Resultados de ensayos a flexión a los 7 días



Fuente: Elaboración propia

Fig.25: Resistencia a flexión con fibra metálica a los 28 días



Fuente: Elaboración propia

Se determinó como un concreto reforzado con fibra metálica y aditivo de retracción compensada afecta a la propiedad mecánica de la compresión en la construcción de losas industriales.

### **Evaluación de caso de losa ejecutadas sin juntas de contracción**

Se realizó la evaluación de la losa sin juntas de 9,588.11 m<sup>2</sup>, en los almacenes de Inmobideas ubicada en la Av. Los Eucaliptos distrito de Lurin-Lima. ejecutada en el año 2020 por la empresa Rinol quienes nos alcanzó la información sobre el procedimiento constructivo y de los ensayos de laboratorio de los testigos con fibra metálica y aditivo compensador de la retracción, luego se hizo la evaluación y comparación respectiva con los resultados del hormigón sin fibra metálica ni aditivo ARC, con fibra metálica y sin ARC, y con el hormigón con fibra y con aditivo compensador de la retracción (CaO).

Los ensayos a compresión de los 03 testigos de concreto con fibra metálica y aditivo de retracción compensada a 7 días que se realizaron en el laboratorio Citemac, se obtuvieron diferentes resultados, siendo el promedio aritmético de los 3 ensayos 287.8 kg/cm<sup>2</sup>, que equivale al 117.50 %. es decir 17.59 % más respecto a la resistencia  $f'c=245$  kg/cm<sup>2</sup> del diseño que propusieron. Ver tabla 21.

Tabla 21: Resistencia a compresión con fibra metálica y aditivo de retracción compensada a 7 días

<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>									
Indicador	Edad (7 días)								
	Resistencia $f'c$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	Fibra Metálica (kg)	Aditivo retracción compensada CaO (kg)	Fecha de muestreo	Fecha de ensayo	Área carga rotura (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima (Kgf)	Resistencia obtenida Kgf/cm <sup>2</sup>	Promedio $f'c$ (%)
M1	245	15	25	07/10/2020	14/10/2020	80.11	22110	276	117.5
M2	245	15	25	07/10/2020	14/10/2020	81.11	25220	314.8	
M3	245	15	25	07/10/2020	14/10/2020	81.11	21830	272.5	
						<b>Promedio kgf/cm<sup>2</sup></b>		<b>287.5</b>	

Fuente: : Laboratorio Citemac, 2023

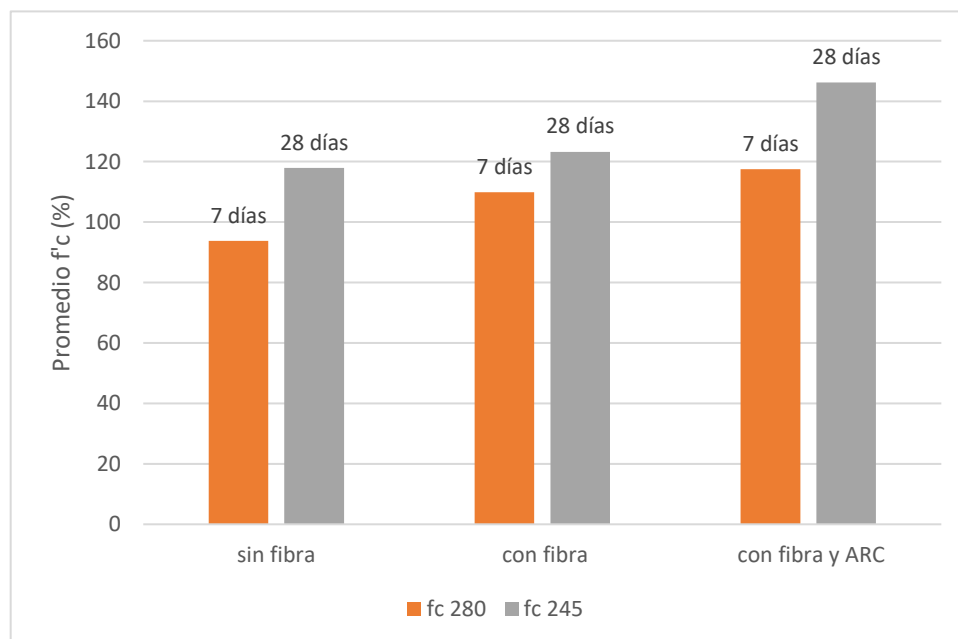
También se evaluó los resultados de los ensayos a compresión de los 03 testigos de concreto con fibra metálica y aditivo de retracción compensada (óxido de calcio) a 28 días que fueron realizados en el laboratorio Citemac, y se obtuvieron diferentes resultados, siendo el promedio aritmético de los 3 ensayos 358.10 kg/cm<sup>2</sup>, que equivale un promedio de f'c de 146.20 %, es decir tuvo un incremento de 46.20% más respecto a la resistencia f'c=245 kg/cm<sup>2</sup> del diseño que propusieron. Ver tabla 22.

Tabla 22: Resistencia a compresión con fibra metálica y aditivo de retracción compensada a 28 días

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN									
Indicador	Edad (28 días)								
	Resistencia f'c (kgf/cm2)	Fibra Metálica (kg)	Aditivo retraccion compensada CaO (kg)	Fecha de muestreo	Fecha de ensayo	Área carga rotura (cm2)	Carga máxima (Kgf)	Resistencia obtenida Kgf/cm2	Promedio f'c (%)
	245	15	25	07/10/2020	04/11/2020	80.11	28710	358.4	146.20%
	245	15	25	07/10/2020	04/11/2020	81.11	28530	356.1	
M3	245	15	25	07/10/2020	04/11/2020	81.11	28820	359.8	
						<b>Promedio kgf/cm2</b>		<b>358.1</b>	

Fuente: Laboratorio Citemac,2021

Fig. 24: Cuadro comparativo de resultados porcentuales de ensayos a compresión



Fuente: Elaboración propia

## Comparación porcentual de los ensayos de compresión realizados

El análisis porcentual comparativo de la resistencia a la compresión de los ensayos a los 28 días sin fibra metálica resultó 17.85 % más de resistencia, con fibra metálica resultó 35.14 % más de resistencia y con fibra metálica más aditivo de retracción compensada a los 28 días resultó 46.16% más de resistencia. Esto significó que adicionar 15 k/m<sup>3</sup> de fibra metálica y 25 kg/m<sup>3</sup> de aditivo de retracción compensada (óxido de calcio), el concreto tuvo un incremento sustancial en su resistencia a la compresión. Ver tabla

Tabla 23: Comparativo porcentual de ensayos

Ensayo	Muestra	Edad (días)	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Fibra metálica 3D (kg)	Aditivo retracción compensada CaO (kg)	Fecha de muestreo	Fecha de ensayo	Resistencia obtenida kg/cm <sup>2</sup>	Promedio resistencia en kg/cm <sup>2</sup>	Incremento resistencia (%)
Compresión sin fibra metálica y sin ARC	M1	7	280	0	0	18/04/2023	25/04/2023	261.1	262.46	-17.55
	M2	7	280	0	0	18/04/2024	25/04/2024	260.0		
	M3	7	280	0	0	18/04/2025	25/04/2025	266.3		
	M4	28	280	0	0	18/04/2024	16/05/2023	333.8	330.00	17.85
	M5	28	280	0	0	18/04/2025	16/05/2024	324.4		
	M6	28	280	0	0	18/04/2026	16/05/2025	311.8		
Compresión con fibra metálica y sin ARC	M7	7	280	15	0	26/04/2025	03/05/2023	306.2	307.63	9.86
	M8	7	280	15	0	26/04/2026	03/05/2024	309.2		
	M9	7	280	15	0	26/04/2027	03/05/2025	307.5		
	M10	28	280	15	0	26/04/2028	24/05/2023	390.4	378.4	35.14
	M11	28	280	15	0	26/04/2029	24/05/2024	376.4		
	M12	28	280	15	0	26/04/2030	24/05/2025	368.9		
Flexión sin fibra metálica y sin ARC	M25	7	280	0	0	29/04/2023	06/05/2025	229.88	228.5	-18.4
	M27	7	280	0	0	29/04/2023	06/05/2026	227.11		
	M28	28	280	0	0	29/04/2023	27/05/2023	262.94	263.84	-5.77
	M30	28	280	0	0	29/04/2023	27/05/2023	264.74		
Flexión con fibra metálica y sin ARC	M31	7	280	15	0	29/04/2023	27/05/2023	254.23	259.67	-7.28
	M32	7	280	15	0	29/04/2023	27/05/2023	265.12		
	M33	28	280	15	0	29/04/2023	27/05/2023	354.43	349.24	24.78
	M34	28	280	15	0	29/05/2023	27/05/2023	344.05		
Compresión con fibra metálica y con ARC	M35	7	245	15	25	07/10/2020	14/10/2020	276.0	287.5	17.34
	M36	7	245	15	25	07/10/2020	14/10/2020	314.8		
	M37	7	245	15	25	07/10/2020	14/10/2020	272.5		
	M38	28	245	15	25	07/10/2020	04/11/2020	358.4	358.1	46.16%
	M39	28	245	15	25	07/10/2020	04/11/2020	356.1		
	M40	28	245	15	25	07/10/2020	04/11/2020	359.8		

Fuente: Laboratorio Citemac, 2023



## V.- DISCUSIÓN

**Objetivo general:** Determinar los efectos del concreto reforzado con fibra metálica y aditivo de retracción compensada para mejorar las propiedades mecánicas, de losas industriales. Oscar Gracia (2018) en su investigación sobre el hormigón reforzado con fibra acero y aditivo de retracción compensada demostró el mejoramiento de las propiedades mecánicas de las losas industriales utilizando un diseño de concreto con una granulometría establecida y directamente de la cantera, con agregado grueso de 25 mm. (1" Pulg) y 12.5 mm,(1/2" Pulg.) y agregado fino de que pasa por la malla # 4 de acuerdo con la norma ACI 302 y ACI 211; estableciendo un MR de 4.2 MPa, para un concreto de  $f'c = 380 \text{ kg/cm}^2$  y una relación a/c de 0.44 y adicionando un porcentaje de aditivo de retracción compensada del 9% de CaO respecto al peso específico del cemento que fue de  $35 \text{ kg/m}^3$ . Con este diseño de mezcla realizó las pruebas de laboratorio según la norma ASTM 878.y obtuvo resultados a flexión a los 28 días de hasta un 140% de 5.96 MPa superiores al módulo de rotura propuesto de 4.1 Mpa, donde demostró una mejora en las propiedades mecánicas del concreto. En tal sentido los estudios realizados por el autor coinciden con nuestra investigación, que también nos dió resultados de mejora en las propiedades mecánicas del hormigón, a pesar de que existieron diferencias con el diseño de mezcla, y la proporción de incremento del aditivo compensador (óxido de calcio) que fue de  $25 \text{ kg/m}^3$  para un concreto de  $f'c 245 \text{ kg/cm}^3$  se obtuvo resultados a la compresión a los 28 días de  $358.1 \text{ kg/cm}^2$  es decir 146,20 %. Se demostró así que el incremento de aditivo de retracción compensado (CaO) si mejoró las propiedades mecánicas del hormigón, que permitió obtener mayor durabilidad en la construcción de losas industriales.

De igual manera el autor Egoavil M. y Jiménez Z. (2021), en sus estudios sobre: "El CaO para mejorar las propiedades mecánicas del concreto estructural", como la resistencia a la compresión y la trabajabilidad del concreto, elaboró ensayos de laboratorio donde preparó un diseño de mezcla con cemento portland tipo I, relación a/c de 0.52 y una mezcla patrón de  $210 \text{ Kg/cm}^2$  donde realizó los ensayos de compresión a los 28 días y obtuvo una  $f'c$  de  $212 \text{ kg/cm}^2$ ; luego se adicionó a la muestra patrón el 10% de aditivo de retracción compensada (CaO) respecto al peso

específico del cemento, donde obtuvo una resistencia a la compresión de  $f'c$  235 kg/cm<sup>2</sup>, esto significó un incremento del 11.90% de resistencia, Es así que los resultados obtenidos por el autor coinciden con los resultados de nuestra investigación, ya que en ambos casos mejoró las propiedades mecánicas del hormigón aunque en diferentes porcentajes. En nuestro caso los ensayos de laboratorio a la compresión con aditivo de retracción compensada de un concreto 245 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días resultó 358.1 kg/cm<sup>2</sup>, esto significó un incremento de 46.16% más de resistencia, por lo tanto mayor durabilidad de la losa industrial y resistencia de las juntas de contracción.

Así mismo el autor Aguirre, Rodrigo (2021) en su investigación titulado: Influencia de la fibra metálica en el refuerzo del concreto, para disminuir el espesor de los pavimentos rígidos, planteó como objetivo determinar los efectos del concreto reforzado con fibra metálica en la disminución del espesor del pavimento y sus propiedades mecánicas. Es así que diseñó una mezcla con agregado fino de 806.5 kg, agregado grueso 938.7 kg, cemento 395.83 kg, relación a/c 0.48, aditivo 2 kg/m<sup>3</sup>, MR 42.0 kgf/cm<sup>2</sup>, un concreto de  $f'c$  300 kg/cm<sup>2</sup>. Se elaboró probetas que se ensayaron a los 28 días y se obtuvo los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión de un concreto convencional de 360.41 kg/cm<sup>2</sup>. Para el caso de la mezcla con adición de 30 kg de fibra metálica los resultados fueron a los 28 días  $f'c$  de 370.23 kgf/cm<sup>2</sup>. De la misma manera los resultados a la flexión o módulo de rotura (MR) fueron: Del concreto convencional a los 28 días 38.90 kgf/cm<sup>2</sup> y del concreto con incremento de 30 kg de fibra metálica fue de 50.81 kgf/cm<sup>2</sup>. Es así que los resultados del estudio realizado coinciden con los del autor, ya que en ambos casos se mejoró las propiedades mecánicas del hormigón. En nuestro caso los ensayos de laboratorio a compresión de un concreto 280kg/cm<sup>2</sup> realizados sin fibra metálica a los 28 días fue de 330 kgf/cm<sup>2</sup>, y con adición de 25 kg de fibra metálica a los 28 días fue de 378 kgf/cm<sup>2</sup>, en ambos casos se dió un incremento importante en las propiedades mecánicas del hormigón, donde se mejoró la durabilidad, del concreto con mayor capacidad de resistir, ante acciones físicas, químicas y climáticas. Por lo tanto la hipótesis se acepta, resultó obteniendo una respuesta alternativa H1.

**Objetivo 01:** Determinar como un concreto reforzado con fibra metálica afecta en su propiedad mecánica de la compresión, en la construcción de losas industriales.

Campoy, (2020) en su estudio “análisis del esfuerzo-deformación del concreto reforzado con fibras metálica y polímeros”, analizó el comportamiento del esfuerzo a la compresión, de un concreto de  $f'c$  350 kgf/cm<sup>2</sup> con adición fibra metálica ondulada con ganchos en una proporción de 0.75% respecto al peso del concreto (18Kg) donde obtuvo a los 28 días una resistencia a la compresión de 480 kg/cm<sup>2</sup> que significó un incremento de 37 % más de resistencia, es decir se incrementó la propiedad mecánica a la compresión, coincidiendo con nuestra investigación realizada, donde se reforzó un hormigón de  $f'c$  280 kgf/cm<sup>2</sup> con 15 kg/m<sup>3</sup> de fibra metálica 3D, que luego de los ensayos de compresión a los 28 días dió como resultado una resistencia de  $f'c$  378 kgf/cm<sup>2</sup> que significó un incremento de 35% más de resistencia. En tal sentido en ambas investigaciones la adición de fibra metálica mejoró las propiedades mecánicas del hormigón, y se adicionó cantidades de fibra adecuadas que fue entre 15 kg a 18 kg permitiendo una mejor trabajabilidad del concreto, porque al incrementar fibra metálica según nuestros ensayos en campo disminuye el asentamiento del hormigón en un 15 %, coincidiendo también con el autor. Por lo tanto, con los resultados de los ensayos realizados se mejora la durabilidad de los pisos industriales haciéndolos más resistentes y durables a los impactos en las juntas de contracción.

De igual forma el autor Miranda, Cristian (2019) el concreto reforzado con fibra metálica mejora la propiedad mecánica de la compresión en la construcción de losas industriales sin juntas de contracción, ya que en su investigación titulado: Propuesta de concretos reforzados con fibras metálica y cemento puzolánico para la ejecución de pavimentos, que tenga la trabajabilidad adecuada, demostró según sus ensayos obtenidos con un concreto con relación a/c de 0.50 se obtuvo un asentamiento inicial de 4 ½”, y con la adición de 20 kg de fibra metálica al concreto se obtuvo un revenimiento de 2 ¼”, demostrando que al agregar fibra metálica el revenimiento disminuye 2 ¼” aproximadamente disminuyendo así la trabajabilidad. En consecuencia y según los resultados estadísticos mostrados en la tabla 12 y tabla 14 respecto al concreto sin fibra ensayados a los 28 días dió como resultado una

resistencia de  $f'c$  330 kgf/cm<sup>2</sup> y con fibra metálica dió una resistencia de  $f'c$  378 kgf/cm<sup>2</sup>, coincidiendo con el autor que al reforzar el hormigón con fibra de acero mejoró la propiedad mecánica de la compresión. Asimismo según los resultados obtenidos de acuerdo con la tabla 09 al agregar fibra metálica al hormigón el revenimiento disminuyó en un 15%, coincidiendo con los resultados del autor, aspecto que se tuvo en consideración para la trabajabilidad del concreto en obra solicitando un slump de 6". Por lo tanto el reforzamiento con fibra metálica mejora la propiedad mecánica de la compresión, pero disminuye el revenimiento del hormigón. Por lo tanto la hipótesis se acepta, resultó obteniendo una respuesta alternativa H1.

**Objetivo 02:** Determinar como un concreto reforzado con fibra metálica afecta en su propiedad mecánica de la tracción, en la construcción de losas industriales.

Miranda, Cristian (2019) en su investigación sobre: Propuesta de concretos reforzados con fibras de acero y cemento puzolánico para la construcción de pavimentos rígidos. Realizó ensayos de resistencia a la tracción de un concreto sin fibra metálica y con una relación agua cemento de 0.50, donde obtuvo como resultado 2.74 Mpa. Tomando el mismo diseño de concreto agregó 20 kg de fibra metálica y resultó una resistencia a la tracción de 2.86 Mpa, en términos porcentuales se incrementó 4.86%. En tal sentido nuestra investigación coincide parcialmente con el autor sobre el incremento de la resistencia de la propiedad mecánica de la tracción del hormigón, pero varían con los resultados porcentuales de nuestra investigación. Según las tablas N°16-18 del presente estudio, al realizar ensayos de tracción en el laboratorio por el método de tracción indirecta según NTP 339.084, dió como resultado una resistencia a tracción de 3.1 Mpa, y al incrementar al hormigón 15 kg de fibra de acero los resultados fueron 4.87 Mpa, en términos porcentuales fue de 57% más de resistencia, existiendo una gran diferencia con el autor. La variación de los resultados porcentuales sobre el incremento de la resistencia a la tracción con el autor, según la base teórica depende del diseño de mezcla establecido y sobre todo la relación agua/cemento propuesto. Sin embargo en ambas investigaciones el refuerzo realizado con fibra metálica al hormigón mejoró las propiedades mecánicas de la tracción. Por lo tanto la hipótesis se acepta, resultó obteniendo una respuesta alternativa H1.

**Objetivo 03:** Determinar como un concreto reforzado con fibra metálica afecta en su propiedad mecánica de la flexión, en la construcción de losas industriales.

Aguirre, (2021) en su investigación titulado: Influencia de la fibra metálica como material de refuerzo de concreto para disminuir el espesor de pavimentos, demostró que al reforzar al concreto con fibra metálica, la propiedad mecánica de flexión mejoró en la ejecución de pisos industriales. De acuerdo con los ensayos de laboratorio que realizó a los 28 días de las muestras de testigos prismáticos de hormigón, para hallar la resistencia a la flexión de un concreto convencional sin fibra metálica, obtuvo como resultado un MR de 38.90 kgf/cm<sup>2</sup>, y al adicionarse a la misma muestra patrón 30 kg de fibra metálica resultó un módulo de rotura (MR) de 50.81 kgf/cm<sup>2</sup>, obteniendo un incremento porcentual de 30.60% respecto a la muestra patrón. En tal sentido nuestra investigación coincide parcialmente con el autor sobre el incremento de la resistencia de la propiedad mecánica de la flexión del hormigón, pero varían con los resultados porcentuales de nuestra investigación. Según las tablas N°19-20 del presente estudio, al realizar ensayos de flexión en el laboratorio a los 28 días dió como resultado un módulo de rotura (MR) de 25.8 kgf/cm<sup>2</sup>, y al incrementar al hormigón 15 kg de fibra de acero los resultados fueron MR de 34.25 kgf/cm<sup>2</sup>, en términos porcentuales fue de 32% más de resistencia a la flexión. Existe coincidencias cercanas con los porcentajes obtenidos con el autor, pero hay una gran diferencia con respecto a la fibra que se incrementó, mientras el autor agrego 30 kg/m<sup>3</sup> de fibra, en nuestra investigación se agregó 15 kg/m<sup>3</sup> y se obtuvo mayor resistencia a la flexión, que según la base teórica depende del diseño de mezcla establecido y sobre todo la relación agua/cemento propuesto. Sin embargo en ambas investigaciones el refuerzo realizado con fibra metálica al hormigón mejoró las propiedades mecánicas de la flexión, en la construcción de losas industriales que por su gran envergadura el incremento de la resistencia a la flexión según nuestra base teórica mejorará el control de fisuras al interior de la losa, el pandeo y la retracción plástica superficial. Por lo tanto la hipótesis se acepta, resultó obteniendo una respuesta alternativa H1.

**Hipótesis 04:** Determinar como un concreto reforzado con fibra metálica y aditivo de retracción compensada afecta a su propiedad mecánica de la compresión, en la construcción de losas industriales.

Egoavil M. y Jiménez Z. (2021), en su investigación sobre el “óxido de Calcio para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto estructural”, Lima-Perú, señaló en su investigación que el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto como la trabajabilidad del hormigón y la mejora de la resistencia a la compresión, permite construir elementos estructurales de mayor calidad en una obra. Es así que agregó al hormigón el 4 % de óxido de calcio (aditivo de retracción compensada) a la muestra patrón  $f'c$  210 kgf/cm<sup>2</sup>, y realizó los ensayos de compresión a los 28 días y obtuvo una  $f'c$  de 353 kg/cm<sup>2</sup>. Otro ensayo demostró que al agregar 10% de aditivo de retracción compensada (CaO), la resistencia a la compresión resultó  $f'c$  235 Kg/cm<sup>2</sup>, y al agregar 12 % de óxido de calcio, la resistencia a la compresión fue de  $f'c$  189 kg/cm<sup>2</sup>, por lo tanto demostró que el incremento de aditivo de retracción compensada mejoró la resistencia a la compresión pero adicionando entre 4% al 10% de aditivo de retracción compensada (CaO), pero al incrementar mayor porcentaje de óxido de calcio disminuyó la propiedad mecánica de la compresión. Reafirmamos en la presente investigación lo señalado por el autor, según la tabla N° 22, al realizar ensayos de compresión en el laboratorio, de un concreto de resistencia  $f'c$  245 kgf/cm<sup>2</sup> y adicionando 15 kg de fibra de acero y 25 kg de Oxido de calcio (6% respecto al peso específico del cemento) dió como resultado  $f'c$  358.1 kgf/cm<sup>2</sup>, incrementando la resistencia de la compresión en 46%. Por lo tanto el incremento del 6% de aditivo de retracción compensada (óxido de calcio) utilizado en nuestra investigación se encuentra dentro del rango propuesto por el autor, y a la vez se coincidió con el incremento de la resistencia a la compresión, es decir mejorará la durabilidad de la losa industrial y sus juntas de contracción. ahorrando costos de funcionalidad y mantenimiento. Por lo tanto la hipótesis se acepta, resultó obteniendo una respuesta alternativa H1.

## VI.- CONCLUSIONES

Los estudios efectuados en la investigación nos permitieron conocer los efectos de las características mecánicas del concreto de: La tracción compresión y flexión al agregar 15 kg de fibra metálica por m<sup>3</sup> y 25 kg/m<sup>3</sup> de aditivo de retracción compensada, la cual si mejoró las propiedades mecánicas del hormigón en la ejecución de losas industriales sin juntas, para lograr una mayor durabilidad de la losa industrial. Solo el incremento de 15 kg/m<sup>3</sup> de fibra metálica a la muestra patrón de f'c 280 kgf/cm<sup>2</sup>, se obtuvo como resultado de los ensayos de laboratorio a los 28 días una resistencia de 378 kgf/cm<sup>2</sup>, porcentualmente el 35% más de resistencia a la compresión, 57% más resistencia a la tracción y 32 % más de resistencia a la flexión

Los testigos recogidos que se ensayaron en laboratorio nos permitieron conocer que el concreto reforzado con fibra metálica, si mejoró la propiedad mecánica de la compresión del hormigón. Los resultados obtenidos a los 7 días de las 3 testigos de concreto con fibra metálica de f'c 280 kg/cm<sup>2</sup>, dieron como resultado una resistencia a la compresión de f'c=307.63 kg/cm<sup>2</sup>, y el resultado promedio obtenido de los ensayos de las 3 muestras a los 28 días, fueron f'c=330.00 kg/cm<sup>2</sup>. Determinándose así que la adición de 15 kg/m<sup>3</sup> de fibra metálica mejoró la propiedad mecánica de la compresión.

Los ensayos obtenidos en laboratorio, nos permitió conocer los efectos del concreto reforzado con fibra metálica, que si mejora la propiedad mecánica de la tracción del concreto. Los resultados obtenidos a los 7 días de las 3 muestras de concreto (testigos) sin fibra metálica de resistencia f'c 280 kg/cm<sup>2</sup>, dieron como resultado una resistencia a la tracción de 2,65 MPa. Los resultados promedio que se obtuvo de los ensayos de las 3 muestras a los 7 días con fibra metálica (15 kg/m<sup>3</sup>), fueron de resistencia f'c 3.35 Mpa, es decir al agregar fibra metálica se incrementó en un 15.84%. Es así que la adición de 15 kg/m<sup>3</sup> de fibra metálica mejora la propiedad mecánica de la tracción.

Los ensayos obtenidos en laboratorio, nos permitió conocer los efectos del concreto reforzado con fibra metálica, que si mejora la propiedad mecánica de la flexión del concreto. Los resultados obtenidos a los 7 días de las 3 muestras de concreto (testigos) sin fibra metálica de resistencia  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>, dieron como resultado una resistencia a la flexión de 22.47 MPa. Los resultados promedio que se obtuvo de los ensayos de las 3 muestras a los 7 días con fibra metálica (15 kg/m<sup>3</sup>), fueron de resistencia  $f'c$  25.17 Mpa, es decir al agregar fibra metálica se incrementó en un 12.01%. Es así que la adición de 15 kg/m<sup>3</sup> de fibra metálica mejora la propiedad mecánica de la flexión.

El análisis que se realizó a los resultados de laboratorio de los testigos ensayados a los 28 días dió como resultado, que al incrementar 15 kg de fibra metálica y 25 kg de aditivo de retracción compensada a un hormigón de  $f'c=245$  kg/cm<sup>2</sup> mejoró la propiedad mecánica a la compresión. Los resultados obtenidos a los 28 días de los 3 testigos de concreto (testigos) con fibra metálica y aditivo de retracción compensada (CaO) de resistencia  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup>, dieron como resultado a la compresión de  $f'c$  287.50 kg/cm<sup>2</sup>., es decir se obtuvo más del 100% de la resistencia propuesta (117.50 %). El promedio que se obtuvo de los ensayos de las 3 muestras a los 28 días con fibra metálica (15 kg/m<sup>3</sup>), y aditivo de retracción compensada (25 kg/m<sup>3</sup>) fueron de una resistencia de  $f'c$  358.10 kg/cm<sup>2</sup>, es decir se incrementó en un 146.20%. Es así que la adición de 15 kg/m<sup>3</sup> de fibra metálica y la adición de aditivo de retracción compensada 25 kg/m<sup>3</sup> mejora significativamente la propiedad mecánica de la compresión, necesario para la construcción de losas sin juntas de contracción, el control de la retracción del concreto y la durabilidad de la losa.



## **VII.- RECOMENDACIONES**

En la ejecución de losas industriales sin juntas, la durabilidad de la losa y su vida útil puesta en servicio es un factor importante a tener en cuenta, se recomienda que las pruebas de compresión, tracción y flexión deberán realizarse antes de abastecer el concreto en obra, posteriormente se realizarán estos ensayos para corroborar el diseño propuesto, además de realizar la dosificación correcta para el diseño de mezcla, los materiales a utilizar, la dosificación adecuada de la fibra de acero, el aditivo compensador de la retracción, así como la implementación del proceso constructivo adecuado de acuerdo a las normas técnicas.

La ejecución de losas con barras de acero y juntas de construcción es la forma convencional que se ejecutan las losas, se recomienda el uso de la fibra metálica y otras afines que demanda menos mano de obra y tiempo en su ejecución, se hace necesario masificar los procedimientos constructivos a utilizar así como lo equipos y maquinarias necesarios como: Alisadoras simples, alisadoras dobles, extendedoras laser.

Se recomienda la ejecución de losas industriales sin juntas de contracción con el uso de las fibras metálicas y aditivo compensador de la retracción que permitirán tener un ahorro en el mantenimiento de juntas cuando la losa entra en funcionamiento, asimismo un buen funcionamiento de operación con el buen desplazamiento de los montacargas y otros equipos en la losa sin juntas de contracción.

Se recomienda en la construcción de losas sin juntas, el control de la calidad del concreto antes durante y después con el personal técnico idóneo. El diseño del concreto realizado por concreteiras que garanticen su calidad; en la llegada del concreto a obra, el control del slump, temperatura y moldeo de probetas debe realizarlo un técnico; el vertido, vibrado, regleado y acabado del concreto en el área debe ser realizado por personal especializado; el curado de la losa debe realizarse con agua y manto geotextil durante 28 días y su control permanente (que no deje de

estar húmedo), con la finalidad que no pierda sus propiedades mecánicas y controlar la retracción plástica y retracción por secado del concreto.

Para la ejecución de pisos sin juntas se sugiere un sistema constructivo con el uso de fibras metálica y aditivo compensador de la retracción, ya que técnica y económicamente es más eficiente, por el aumento de la resistencia de sus propiedades mecánicas, incrementar la durabilidad de la losa, minimizar las juntas de contracción, realizar losas de menor espesor, dar mayor resistencia a la capa superficial y juntas de contracción ante los impactos, mejora el comportamiento de la losa ante los esfuerzos dinámicos de vientos y sismos. La utilización del concreto reforzado con fibra y aditivo de retracción compensada permite tener losas duraderas y sustentables.

## **REFERENCIAS**

Abanto, Flavio. Concrete technology 2017. (Third edition). Lima-Perú: San Marcos. ISBN 978-612-315-463-9.

Aguirre, Rodrigo Influence of Steel Fiber as a concrete reinforcement material to reduce the thickness of medium traffic pavements. University of Applied Sciences, 2019, Lima-Perú.

Baena Paz, Guillermina-Methodology of scientific research, , 2018 - ISBN e-book: 978-607-744-748-1 (Tercera edición)-México.

Becker, Eduardo. Industrial concrete floors, 2018. Buenos Aires-Argentina. <https://web1.icpa.org.ar/wp-content/uploads/2019/04/Webinar4-ICPA-AATH-Pisos-Industriales.pdf>

Diego H. Calo,. Concrete pavement joints. Argentine Portland Cement Institute (ICPA) 2015. <https://web.icpa.org.ar/wp-content/uploads/2019/04/01-Diseno-Introduccion-Teorica-santafe.pdf>

Effio Reategui, Manuel 2019-Propuesta de sistema constructivo de losas industriales sin juntas de contracción, reforzadas con fibras metálicas y aditivo, minimizando su retracción y cambio volumétrico, Universidad de ciencias aplicadas, Lima-Perú.

Euclid group (2019) basic guide for joints in pavements.

Campoy, Noe (2021) Article: Stress-strain analysis of concrete reinforced with metal fibers and polymers, Autonomous University of Querétaro-México.

Cubas, Marcia 2021; Thesis Influence of high internal temperatures of concrete casting on its resistance to compression and cracking, Santo Toribio de Mogrovejo Catholic University, Chiclayo-Perú.

Corrales, Rosita 2018. Effects of curing type on compressive strength the change of length and water retention in a hydraulic concrete. University of Costa Rica.

Cobos, Linda 2021 Artículo: Comparative study on the mechanical behavior of concrete with recycled polyethylene terephthalate (PET) fiber and concrete with steel fiber. Dom. Cien., ISSN: 2477-8818.

Farfán, Mauro 2018. Steel fibers in the compressive strength of concrete. Research Article. 20(2), 4-13, July-December 2019 ISSN 1856-9560 (Print) ISSN: 2477-9539.

Chavez, Gino and Robalino, Diana 2019 in their article "determination of optimal amount of steel fiber for the production of Portland cement concrete for rigid pavement slabs, University of Guayaquil-Ecuador.

Chirinos, Kelvin 2021-Thesis "Proposal to use recycled polyethylene synthetic fibers to control cracks generated by shrinkage in rigid pavements. Peruvian University of Applied Sciences Lima-Peru.

Fernandez Rubio, Cristina 2018- Development of materials with compensated shrinkage from calcium oxide-Politécnica University of Catalonia-Barcelona-Spain <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/116000?show=full>.

Gutiérrez, H. 2017. Temperature variation and its Influence on cracking in massive concrete. (Undergraduate Thesis, Nacional University of Engineering, Lima-Peru). [http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/5917/1/gutiérrez\\_ñh.pdf](http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/5917/1/gutiérrez_ñh.pdf).

González-Aviña 2022. Artículo. Estado del desarrollo y aplicaciones de la tecnología del concreto. Ciencia Nicolaita (umich.mx). Universidad Autónoma de Nuevo León-México.

Hernández Sampieri, Humberto and others (2014). Research methodology, Mexico, Mc Graw Hill, Cap. 4 and 5.

Nunton, Jorge 2022, Artículo :Una revisión del comportamiento mecánico del concreto con adición de fibras de acero de neumáticos reciclados, universidad Señor de Sipán, Lima-Perú

Nmai, Charles 2018 “Concrete Shrinkage: Minimizing the Potential for Cracking” <https://tilt-up.org/tilt-uptoday/2018/01/26/concrete-shrinkage-minimize-eliminating-the-potential-for-cracking/>.

Madrid Zuluaga, Catalina, 2014. Caracterización de adiciones de óxido de calcio (CaO) para desarrollar hormigones de retracción compensada, Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona-España.

Miranda Centeno, Cristian, 2019. Propuesta de concretos reforzados con fibras de acero y cemento puzolánico para la construcción de pavimentos rígidos. Universidad ciencias aplicadas Lima-Perú.

Menchaca, Luis 2016- Desechos de vidrio activados con oxido de calcio.

Maurello, Juan 2020 - Principales tipos de contracción, efectos sobre el concreto y sus métodos de mitigación, escuela colombiana de ingeniería julio Garavito-Colombia.

Morales, Egoavil 2021- Óxido de calcio para mejorar las propiedades físicas y mecánicas del concreto estructural, Universidad Ricardo Palma, Lima-Perú.

Palmieri Panesso, Andres 2018. Evaluación de esfuerzos tangenciales y radiales en cilindros de concreto de paredes gruesas sometidos a presión interna, Barranquilla-Colombia, Print versión ISSN 0122-3461 On-line versión ISSN 2145-9371.

Santana Trujillo , Andrés Sebastián 2019 - Determinación de patologías en losas de concreto hidráulico, Universidad Santo Tomás-Colombia.

Sarta Forero, Helo Nickolas, 2017. Análisis comparativo entre el concreto simple y el concreto con adición de fibra de acero al 4% y 6%, Universidad Católica de Colombia.

Torres Ruiz, Germán Alejandro, 2021. Evaluación de las propiedades físicas mecánicas de la mezcla de concreto reforzado con fibra de acero Dramix 3D en estructura de pavimento rígido, Universidad de Santo Tomás-Colombia.

Toribio, Deyvis y Ugaz Junior 2021, Tesis “Evaluación del concreto reforzado con fibras de acero recicladas para mejorar las propiedades de un pavimento rígido” Universidad privada San Martín de Porres, Lima-Perú

Ñaupas Farfán, Humberto, 2018. Metodología de la investigación Cuantitativa - Cualitativa 5a. Edición Bogotá – México.

Yessika Loyo, 2021-Hormigones de retracción compensada reforzados con fibra en pavimentos y pisos industriales, Argentina.

Maurello Porras, Juan Felipe, 2020. Principales tipos de contracción, efectos sobre el concreto y sus métodos de mitigación. Escuela Colombiana de ingeniería.

Pombo ,Roberto 2020. Artículo: Diseño y ejecución de pisos y pavimentos industriales con hormigón reforzado con fibra Laboratorio de Entrenamiento Multidisciplinario para la Investigación Tecnológica-Facultad de ingeniería UNLP-Argentina

Salsilli Murúa, Ricardo 2020 - Manual de diseño de pisos industriales, Instituto del cemento y del hormigón de Chile

# ANEXOS

## Anexo 01: Matriz de operacionalización

TÍTULO	VARIABLES	PROBLEMA GENERAL	OBJETIVOS GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	Definición Conceptual de las variables	Definición Operacional de las variables	Escala	Metodología (cuantitativo, descriptivo, transversal, no experimental/experimental, aplicada)	Instrumentos
Efectos del concreto reforzado con fibra metálica y aditivo de retracción compensada para mejorar las propiedades mecánicas de las losas industriales, Cercado de Lima 2023	Variable Independiente: Efectos del concreto reforzado con fibra metálica y aditivo de retracción compensada para mejorar las propiedades mecánicas de las losas industriales, Cercado de Lima 2023 Variable Dependiente: Mejorar las propiedades mecánicas de las losas industriales, Cercado de Lima 2023	¿Cuales son los efectos del concreto reforzado con fibra metálica y aditivo de retracción compensada para mejorar las propiedades mecánicas de las losas industriales?	Determinar como los efectos del concreto reforzado con fibra metálica y aditivo de retracción compensada mejora las propiedades mecánicas de las losas industriales.	Un concreto reforzado con fibra metálica y aditivo de retracción compensada mejorará las propiedades mecánicas de las losas industriales.	El concreto posee diferentes propiedades, estas se van manifestando en tres etapas fundamentales; en la primera el concreto es fluido, blando y maleable, en la segunda etapa es el tiempo de fraguado o endurecimiento del concreto donde se evidencia una progresiva rigidez, y la tercera etapa corresponde al endurecimiento del concreto que lo conduce a adquirir propiedades mecánicas y de otra índole, cuyo desarrollo se manifiesta con la resistencia a la compresión, la flexión y contracción y será materia de nuestra investigación.	La medición de las propiedades de del concreto se hará mediante ensayos de compresión, flexión y contracción siguiendo los métodos según las normas ACI 318-08, ACI 111, la NTP- E060. Mediante la investigación de las diferentes normas que señalan los métodos, para medir la tracción, el contenido de aire, el asentamiento del concreto, se tomaron muestras en obra de los especímenes necesarios para los ensayos, norma ASTM C 39 y ASTM C-31. Mediante investigaciones que se realice se determinan las características, propiedades y identificación, así mismo el diseño de mezcla será entregado por el proveedor del concreto.	Razón	Cuantitativo, descriptivo transversal, experimental, aplicada	Ficha de registro y cuadro comparativo
Efectos del concreto reforzado con fibra metálica y aditivo de retracción compensada para mejorar las propiedades mecánicas de las losas industriales, Cercado de Lima 2023	Variable Dependiente: Mejorar las propiedades mecánicas de las losas industriales, Cercado de Lima 2023	¿Como los efectos del concreto reforzado con fibra metálica y sin aditivo de retracción compensada mejora la propiedad mecánica de compresión de las losas industriales?	Determinar como los efectos del concreto reforzado con fibra metálica y sin aditivo de retracción compensada mejora las propiedades mecánicas de la compresión de las losas industriales.	Un concreto reforzado con fibra metálica y sin aditivo de retracción compensada mejora la propiedad mecánica de la compresión de las losas industriales.	El concreto posee diferentes propiedades, estas se van manifestando en tres etapas fundamentales; en la primera el concreto es fluido, blando y maleable, en la segunda etapa es el tiempo de fraguado o endurecimiento del concreto donde se evidencia una progresiva rigidez, y la tercera etapa corresponde al endurecimiento del concreto que lo conduce a adquirir propiedades mecánicas y de otra índole, cuyo desarrollo se manifiesta con la resistencia a la compresión, y la flexión. Al adicionar CAC al concreto, así	La medición de la propiedad mecánica de la compresión del concreto se hará mediante ensayos de laboratorio de 03 testigos de concreto endurecido realizado en obra, bajo las normas técnicas de la compresión, la NTP-E060 y ASTM-C39 (resistencia a la compresión probetas) y ASTM-C31 (moldeo de probetas), se harán con y sin fibra metálica, en ambos casos no se incluirá aditivo de retracción compensada.	Razón	Cuantitativo, descriptivo transversal, experimental, aplicada	Ficha de registro y cuadro comparativo
Efectos del concreto reforzado con fibra metálica y aditivo para reducir la retracción en el proceso constructivo de las losas industriales, Cercado-Lima 2023	Variable Dependiente: Mejorar las propiedades mecánicas de las losas industriales, Cercado de Lima 2023	¿Como los efectos del concreto reforzado con fibra metálica y sin aditivo de retracción compensada mejora la propiedad mecánica de tracción de las losas industriales.	Determinar como los efectos del concreto reforzado con fibra metálica y sin aditivo de retracción compensada mejora las propiedades mecánicas de la tracción de las losas industriales.	Un concreto reforzado con fibra metálica y aditivo de retracción compensada mejora la propiedad mecánica de la tracción de las losas industriales.	El concreto posee diferentes propiedades, estas se van manifestando en tres etapas fundamentales; en la primera el concreto es fluido, blando y maleable, en la segunda etapa es el tiempo de fraguado o endurecimiento del concreto donde se evidencia una progresiva rigidez, y la tercera etapa corresponde al endurecimiento del concreto que lo conduce a adquirir propiedades	La medición de las propiedades mecánicas de la tracción indirecta axial del concreto se hará mediante ensayos de laboratorio de 03 testigos de concreto endurecido realizado en obra, bajo las normas técnicas de la compresión, la NTP-E060 y ASTM-C39 (resistencia a la compresión probetas) y ASTM-C31 (moldeo de probetas). Se realizarán los cuadros comparativos, de los ensayos a 7 y 28 días, con y sin fibra metálica, no se incluirá aditivo de retracción compensada.	Razón	Cuantitativo, descriptivo transversal, experimental, aplicada	Ficha de registro y cuadro comparativo
Efectos del concreto reforzado con fibra metálica y aditivo para reducir la retracción en el proceso constructivo de las losas industriales, Cercado-Lima 2023	Variable Dependiente: Mejorar las propiedades mecánicas de las losas industriales, Cercado de Lima 2023	¿Como los efectos del concreto reforzado con fibra metálica y sin aditivo de retracción compensada mejora la propiedad mecánica de la flexión de las losas industriales?	Determinar como los efectos del concreto reforzado con fibra metálica y sin aditivo de retracción compensada mejora las propiedades mecánicas de la flexión en las losas industriales.	Un concreto reforzado con fibra metálica y sin aditivo de retracción compensada mejora la propiedad mecánica de la flexión de las losas industriales.	Los pavimentos rígidos por lo general están constituidos por una losa de concreto hidráulico diseñado con agregados, cemento, agua y aditivos que deben cumplir ciertas características que establecen las normas técnicas; se encuentran apoyados sobre la subrasante, llamada también sub-base, que por su grado de rigidez y por su elevado grado de elasticidad, es capaz de recibir y distribuir altos	La medición de las propiedades mecánicas de la flexión del concreto se hará mediante ensayos de laboratorio de 03 testigos de concreto endurecido realizado en obra, bajo las normas técnicas de la compresión, la NTP-E060 y ASTM-C39 (resistencia a la compresión probetas) y ASTM-C31 (moldeo de probetas), se harán con y sin fibra metálica, en ambos casos no se incluirá aditivo de retracción compensada.	Razón	Cuantitativo, descriptivo transversal, experimental, aplicada	Ficha de registro y cuadro comparativo
Efectos del concreto reforzado con fibra metálica y aditivo para reducir la retracción en el proceso constructivo de las losas industriales, Cercado-Lima 2023	Variable Independiente: Efectos del concreto reforzado con fibra metálica y aditivo de retracción compensada para mejorar las propiedades mecánicas de las losas industriales, Cercado de Lima 2023	Determinar como los efectos del concreto reforzado con fibra metálica y sin aditivo de retracción compensada mejora la propiedad mecánica de la compresión de las losas industriales?	Determinar como los efectos del concreto reforzado con fibra metálica y sin aditivo de retracción compensada mejora las propiedades mecánicas de la compresión de las losas industriales.	Un concreto reforzado con fibra metálica y aditivo de retracción compensada mejorará las propiedades mecánicas de las losas industriales.	La pérdida de agua de una matriz de concreto resulta en la reducción de volumen que se conoce como retracción. Formulada de otra manera si la reducción de volumen se da antes que la concreta fragua se llama retracción plástica. Por otro lado, si la reducción de volumen se da después del concreto fraguó se llama retracción por secado. Además de la retracción por secado, el concreto endurecido también puede experimentar reducciones	La medición de las propiedades mecánicas de la compresión del concreto se hará mediante ensayos de laboratorio de 03 testigos de concreto endurecido realizado en obra, bajo las normas técnicas de la compresión, la NTP-E060 y ASTM-C39 (resistencia a la compresión probetas) y ASTM-C31 (moldeo de probetas). Los ensayos se realizarán con fibra metálica y aditivo de retracción compensada (CAC), luego se harán los cuadros comparativos de las propiedades mecánicas del concreto.	Razón	Cuantitativo, descriptivo transversal, experimental, aplicada	Ficha de registro y cuadro comparativo

## Anexo 02 : Matriz de consistencia

TÍTULO	VARIABLES	PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
Efectos del concreto reforzado con fibra metálica y aditivo de retracción compensada para mejorar las propiedades mecánicas de losas industriales. Cercado de Lima 2023	Variable Independiente: Efectos del concreto reforzado con fibra metálica y aditivo de retracción compensada	¿Cuáles son los efectos del concreto reforzado con fibra metálica y aditivo de retracción compensada para mejorar las propiedades mecánicas de las losas industriales?.	Determinar como los efectos del concreto reforzado con fibra metálica y aditivo de retracción compensada mejorará las propiedades mecánicas de las losas industriales.	Un concreto reforzado con fibra metálica y aditivo de retracción compensada mejorará las propiedades mecánicas de una losa industrial.	Tamaño de los agregados	Agregado fino	mm
	Variable Dependiente: Mejorar las propiedades mecánicas de las losas industriales sin juntas. Cercado de Lima 2023				Aditivos	Agregado grueso	pulg.
					Ensayos in situ del concreto	Slump (asentamiento)	pulg.
						- Temperatura	°C
TÍTULO	VARIABLES	PROBLEMA ESPECÍFICO 01	OBJETIVO ESPECÍFICO 01	HIPÓTESIS ESPECÍFICO 01	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
Efectos del concreto reforzado con fibra metálica y aditivo de retracción compensada para mejorar las propiedades mecánicas de losas industriales. Cercado de Lima 2023	Variable Dependiente: Mejorar las propiedades mecánicas de las losas industriales sin juntas. Cercado de Lima 2023	¿Cuáles son los efectos del concreto reforzado con fibra metálica y sin aditivo de retracción compensada para mejorar las propiedades mecánicas de la compresión en las losas industriales?.	Determinar como el concreto reforzado con fibra metálica y sin aditivo de retracción compensada mejorará las propiedades mecánicas de la compresión en las losas industriales.	Un concreto reforzado con fibra metálica y sin aditivo de retracción compensada mejorará las propiedades mecánicas de la compresión en las losas industriales.	Resistencia a la tracción del concreto en estado endurecido, sin fibra y sin aditivo de retracción compensada (CaC) concreto: fc 280 Kg/cm <sup>2</sup>	Muestra 01. Carga de rotura a los 7 días (kg/área bruta en cm <sup>2</sup> ).	kgf/cm <sup>2</sup>
					Resistencia a la tracción del concreto en estado endurecido, con fibra y sin aditivo de retracción compensada (CaC) concreto: fc 280 Kg/cm <sup>2</sup>	Muestra 02. Carga de rotura a los 28 días (kg/área bruta en cm <sup>2</sup> ).	kgf/cm <sup>2</sup>
					Ensayos in situ del concreto	Muestra 03. Carga de rotura a los 7 días (kg/área bruta en cm <sup>2</sup> ).	kgf/cm <sup>2</sup>
						Muestra 04. Carga de rotura a los 28 días (kg/área bruta en cm <sup>2</sup> ).	kgf/cm <sup>2</sup>
						Slump (asentamiento)	Pulgadas
						- Temperatura	°C
TÍTULO	VARIABLES	PROBLEMA ESPECÍFICO 02	OBJETIVO ESPECÍFICO 02	HIPÓTESIS ESPECÍFICO 02	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
Efectos del concreto reforzado con fibra metálica y aditivo de retracción compensada para mejorar las propiedades mecánicas de losas industriales. Cercado de Lima 2023	Variable Dependiente: Mejorar las propiedades mecánicas de las losas industriales. Cercado de Lima 2023	¿Cuáles son los efectos del concreto reforzado con fibra metálica y sin aditivo de retracción compensada para mejorar las propiedades mecánicas de la tracción en las losas industriales sin juntas?.	Determinar como el concreto reforzado con fibra metálica y sin aditivo de retracción compensada mejorará las propiedades mecánicas de la tracción en las losas industriales.	Un concreto reforzado con fibra metálica y sin aditivo de retracción compensada mejorará las propiedades mecánicas de la tracción en las losas industriales.	Resistencia a la tracción del concreto en estado endurecido, sin fibra y sin aditivo de retracción compensada (CaC) concreto: fc 280 Kg/cm <sup>2</sup>	Muestra 05. Carga de rotura a los 7 días (kg/área bruta en cm <sup>2</sup> ).	kgf/cm <sup>2</sup>
					Resistencia a la tracción del concreto en estado endurecido, con fibra y sin aditivo de retracción compensada (CaC) concreto: fc 280 Kg/cm <sup>2</sup>	Muestra 06. Carga de rotura a los 28 días (kg/área bruta en cm <sup>2</sup> ).	kgf/cm <sup>2</sup>
					Ensayos del concreto fresco en obra	Muestra 05. Carga de rotura a los 7 días (kg/área bruta en cm <sup>2</sup> ).	kgf/cm <sup>2</sup>
						Muestra 06. Carga de rotura a los 28 días (kg/área bruta en cm <sup>2</sup> ).	kgf/cm <sup>2</sup>
						Slump (asentamiento)	Pulgadas
						- Temperatura	°C
TÍTULO	VARIABLES	PROBLEMA ESPECÍFICO 03	OBJETIVO ESPECÍFICO 03	HIPÓTESIS ESPECÍFICO 03	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
Efectos del concreto reforzado con fibra metálica y aditivo de retracción compensada para mejorar las propiedades mecánicas de losas industriales. Cercado de Lima-2023	Variable Dependiente: Mejorar las propiedades mecánicas de las losas industriales. Cercado de Lima- 2023	¿Cuáles son los efectos del concreto reforzado con fibra metálica y sin aditivo de retracción compensada para mejorar las propiedades mecánicas de la flexión en las losas industriales?.	Determinar como el concreto reforzado con fibra metálica y sin aditivo de retracción compensada mejorará las propiedades mecánicas de la flexión en las losas industriales.	Un concreto reforzado con fibra metálica y sin aditivo de retracción compensada mejorará las propiedades mecánicas de la flexión en las losas industriales.	Resistencia a la flexión del concreto en estado endurecido, sin fibra y sin aditivo de retracción compensada (CaC) concreto: fc 280 Kg/cm <sup>2</sup>	Muestra 07. Carga de rotura a los 7 días (kg/área bruta en cm <sup>2</sup> ).	kgf/cm <sup>2</sup>
					Resistencia a la flexión del concreto en estado endurecido, con fibra y sin aditivo de retracción compensada (CaC) concreto: fc 280 Kg/cm <sup>2</sup>	Muestra 08. Carga de rotura a los 28 días (kg/área bruta en cm <sup>2</sup> ).	kgf/cm <sup>2</sup>
					Ensayos del concreto fresco en obra	Muestra 09. Carga de rotura a los 7 días (kg/área bruta en cm <sup>2</sup> ).	kgf/cm <sup>2</sup>
						Muestra 10. Carga de rotura a los 28 días (kg/área bruta en cm <sup>2</sup> ).	kgf/cm <sup>2</sup>
						Slump (asentamiento)	Pulg.
						- Temperatura	°C
TÍTULO	VARIABLES	PROBLEMA ESPECÍFICO 04	OBJETIVO ESPECÍFICO 04	HIPÓTESIS ESPECÍFICO 04	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
Efectos del concreto reforzado con fibra metálica y aditivo de retracción compensada para mejorar las propiedades mecánicas de losas industriales. Cercado de Lima 2023	Variable Dependiente: Mejorar las propiedades mecánicas de las losas industriales. Cercado de Lima 2023	¿Cuáles son los efectos del concreto reforzado con fibra metálica y sin aditivo de retracción compensada para mejorar las propiedades mecánicas de la compresión en las losas industriales?.	Determinar como el concreto reforzado con fibra metálica y sin aditivo de retracción compensada mejorará las propiedades mecánicas de la flexión en las losas industriales.	Un concreto reforzado con fibra metálica y con aditivo de retracción compensada mejorará las propiedades mecánicas de la flexión en las losas industriales.	Resistencia a la compresión del concreto en estado endurecido, con fibra y sin aditivo de retracción compensada (CaC) concreto: fc 245 Kg/cm <sup>2</sup>	Muestra 11. Carga de rotura a los 7 días (kg/área bruta en cm <sup>2</sup> ).	m
					Relación agua cemento (a/c)	Muestra 12. Carga de rotura a los 28 días (kg/área bruta en cm <sup>2</sup> ).	m
					Curado superior de la losa	Agua	lit
						Cemento	kg
						Curado con agua	cm <sup>3</sup>
						-Curado químico	litros





## Anexo 4: Mapas y plano



Imagen 1: Mapa político del Perú




Imagen 2: Mapa político de Lima



Imagen 3: Mapa del Cercado de Lima

## Anexo 02: Certificados de laboratorio

### Certificado de ensayo a compresión a 7 días sin fibra



**LABORATORIO  
CITEMAC®**  
CENTRO DE INNOVACIÓN TECNOLÓGICA DE  
MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.

*Confiabilidad, garantía y profesionalismo a su servicio*

RUC: 20402025382

**CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-63795**

**CLIENTE:** JULIO ASSANTE

**OBRA:** EFECTO DE CONCRETO REFORZADO CON FIBRA Y ADITIVO DE TRACCIÓN COMPENSADA EN LA CONSTRUCCIÓN DE LOSAS INDUSTRIALES "SIN JUNTAS"

**DIRECCIÓN:** S/D

**ESTRUCTURA:** LOSA SIN FIBRA Y CON ADITIVO

**TIPO DE PRODUCTO:** F'c= 280 T-1 H-67 SLUMP 6"

**N° O. SERVICIO:** 41408

**GUÍA CAMIÓN:** S.G.041408

**TÉCNICO:** NILO ARGUMEDO

**FECHA DE MUESTREO:** 18/04/2023


**FECHA DE ENSAYO:** 25/04/2023

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO 4" x 8"**  
(Norma de Ensayo ASTM C39)


Número de Muestra (Guía de Remisión)	Resistencia Especificada f'c (Kgf/cm <sup>2</sup> )	Fecha de Muestreo	Edad (Días)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (Kgf)	Resistencia a la Compresión del Ensayo Individual (Kgf/cm <sup>2</sup> )	Promedio f'c (Kgf/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Falla	Promedio f'c (%)
S.G.041408	280	18/04/2023	7	80.11	20920	261.1	262.5	1	93.7%
S.G.041408	280	18/04/2023	7	80.11	20830	260.0		2	
S.G.041408	280	18/04/2023	7	80.11	21330	266.3		2	

**NOTAS:**

- 1] El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- 2] Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 1886B0033 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.
- 3] Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se usaron pads de neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-13.



Esquema de fracturas típicas



**Ing. Edgard Cesareo Saldaña Alaya**  
GERENTE TÉCNICO  
Ingeniero de Materiales

# Certificado de ensayo a compresión a 7 días con fibra



Confiabilidad, garantía y profesionalismo a su servicio

RUC: 20602025382

## CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-64114

CLIENTE:	JULIO ASSANTE	N° O. SERVICIO	40446
OBRA:	EFFECTO DE CONCRETO REFORZADO CON FIBRA Y ADITIVO DE TRACCIÓN COMPENSADA EN LA CONSTRUCCIÓN DE LOSAS INDUSTRIALES "SIN JUNTAS"	GUÍA CAMIÓN	S.G.040446
DIRECCIÓN:	S/D	TÉCNICO	NILO ARGUMEDO
ESTRUCTURA:	LOSA CON FIBRA Y CON ADITIVO	FECHA DE MUESTREO	26/04/2023
TIPO DE PRODUCTO:	FC- 280 T-1 H-67 SLUMP 6"	FECHA DE ENSAYO	03/05/2023

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO 4"x 8"

(Norma de Ensayo ASTM C39)

Número de Muestra (Guía de Remisión)	Resistencia Especificada $f'_c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Fecha de Muestreo	Edad (Días)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (Kg)	Resistencia a la Compresión del Ensayo Individual (Kg/cm <sup>2</sup> )	Promedio $f'_c$ (Kg/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Falla	Promedio $f'_c$ (%)
S.G.040446	280	26/04/2023	7	80.11	24530	306.2	307.6	3	109.9%
S.G.040446	280	26/04/2023	7	80.11	24770	309.2		2	
S.G.040446	280	26/04/2023	7	80.11	24630	307.5		3	

#### NOTAS:

- 1] El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- 2] Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 188680033 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.
- 3] Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se usaron pads de neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-13.



  
 Ing. Edgard Cesareo Saldaña Aleja  
 GERENTE TÉCNICO  
 Ingeniero de Materiales  
 REG. CIP. 172752

# Certificado de ensayo a tracción a 7 días sin fibra



*Confiable, garantía y profesionalismo a su servicio*

WWW.CITEMAC.COM

## CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-64062

CLIENTE :	JULIO ASSANTE	N° O. SERVICIO	40445
OBRA :	EFFECTOS DE CONCRETO REFORZADO CON FIBRA Y ADITIVO DE TRACCION COMPENSADA EN LA CONSTRUCCION DE LOSAS INDUSTRIALES "5 EN JUNTAS"	SALA CAMIÓN	S.G.D.M.45
DIRECCIÓN :	S/D	TÉCNICO	MED. ASSUMIEDO
ESTRUCTURA :	LOSA SIN FIBRA Y CON ADITIVO	FECHA DE MUESTREO	18/04/2023
TIPO DE PRODUCTO:	FC=280 T-1 H-67 SLURRP 6"	FECHA DE ENSAYO	25/04/2023

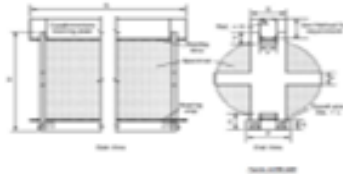
### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCIÓN INDIRECTA DE TESTIGOS DE CONCRETO 4x8"

(Norma de Ensayo ASTM C-696)

Fecha de Muestra	Edad de Ensayo (Días)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (N)	Resistencia a la Tracción Indirecta del Ensayo Individual (Mpa)	Promedio f <sub>c</sub> (Mpa)
26/04/2023	7	80.11	81002.516	2.83	2.86
26/04/2023	7	80.11	85905.816	2.85	
26/04/2023	7	80.11	91201.38	2.81	

#### NOTAS:

- El curado de los testigos ha sido efectuado en pares de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 36-0640/06 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 1.5 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C109/C109M.
- Las cargas fueron aplicadas mediante unas tiras de contrachapado 4x15 milímetros situado entre la probeta y la prensa.



  
**Ing. Edgardo Cesáreo Saldaña Alaya**  
 Ingeniero de Materiales  
 REG. CIP. 172752

**OFICINA PRINCIPAL**  
 Jr. Juan Castilla N° 732  
 San Juan de Miraflores - Lima

**TELÉFONOS**  
 CEL.: 992 733 975  
 954 780 934

**E-MAILS**  
 laboratorio@citemac.com  
 administracion@citemac.com

## Certificado de ensayo a tracción a 7 días con fibra



Confiable, garantía y profesionalismo a su servicio

WWW.CITEMAC.COM

### CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-64115

CLIENTE:	JULIO ASSANTE	N° O. SERVICIO	40447
OBRA:	EFFECTOS DE CONCRETO REFORZADO CON FIBRA Y ADITIVO DE TRACCION COMPENSADA EN LA CONSTRUCCION DE LOSAS INDUSTRIALES "SIN JUNTAS"	GUÍA CAMIÓN	S.G.040447
DIRECCIÓN:	S/D	TÉCNICO	NILO ARGUMEDO
ESTRUCTURA:	LOSA CON FIBRA Y CON ADITIVO	FECHA DE MUESTREO	26/04/2023
TIPO DE PRODUCTO:	FC= 280 T-1 H-67 SLUMP 6"	FECHA DE ENSAYO	3/05/2023

#### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION INDIRECTA DE TESTIGOS DE CONCRETO 4x8"

(Norma de Ensayo ASTM C-496)

Fecha de Muestreo	Edad de Ensayo (Días)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima(N)	Resistencia a la Traccion Indirecta del Ensayo Individual(Mpa)	Promedio f'c (Mpa)
26/04/2023	7	80.11	110030.052	3.39	3.35
26/04/2023	7	80.11	106205.478	3.28	
26/04/2023	7	80.11	109343.59	3.37	

#### NOTAS:

- 1) El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- 2) Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 36-0640/06 NE Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 1.5 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C109/C109M
- 3) Las cargas fueron aplicadas mediante unas tiras de contrachapado 4x15 milímetros situado entre la probeta y la prensa.

## Certificado de ensayo de compresión a 28 días sin fibra



*Confiabilidad, garantía y profesionalismo a su servicio*

RUC: 20602025382

### CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-64671

CLIENTE :	JULIO ASSANTE	N° O. SERVICIO	41408
OBRA :	EFFECTO DE CONCRETO REFORZADO CON FIBRA Y ADITIVO DE TRACCIÓN COMPENSADA EN LA CONSTRUCCION DE LOSAS INDUSTRIALES "SIN JUNTAS"	GUÍA CAMIÓN	S.G.041408
DIRECCIÓN :	S/O	TÉCNICO	NILÓ ARGUMEDO
ESTRUCTURA :	LOSA SIN FIBRA Y CON ADITIVO	FECHA DE MUESTREO	18/04/2023
TIPO DE PRODUCTO:	F'c= 280 T-1 H-67 SLUMP 6"	FECHA DE ENSAYO	16/05/2023

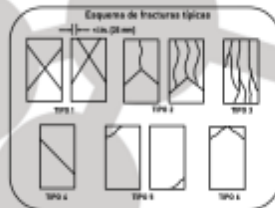
#### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO 4"x 8"

(Norma de Ensayo ASTM C39)

Número de Muestra (Guía de Remisión)	Resistencia Especificada F'c (Kgf/cm <sup>2</sup> )	Fecha de Muestreo	Edad (Días)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (Kgf)	Resistencia a la Compresión del Ensayo Individual (Kgf/cm <sup>2</sup> )	Promedio F'c (Kgf/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Falla	Promedio F'c (%)
S.G.041408	280	18/04/2023	28	80.11	26740	333.8	330.0	2	117.9%
S.G.041408	280	18/04/2023	28	80.11	25990	324.4		3	
S.G.041408	280	18/04/2023	28	80.11	26580	331.8		2	

**NOTAS:**

- 1] El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- 2] Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 188680033 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.
- 3] Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se usaron pads de neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-13.



  
**Ing. Edgard Cesareo Saldaña Alaya**  
 GERENTE TÉCNICO  
 Ingeniero de Materiales  
 REG.CIP.172752

# Certificado de ensayo de compresión a 28 días con fibra



Confiabilidad, garantía y profesionalismo a su servicio

RUC: 20602025382

## CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-64878

CLIENTE :	JULIO ASSANTE	N° O. SERVICIO	40446
OBRA :	EFFECTO DE CONCRETO REFORZADO CON FIBRA Y ADITIVO DE TRACCION COMPENSADA EN LA CONSTRUCCION DE LOSAS INDUSTRIALES "SIN JUNTAS"	GUÍA CAMIÓN	S.G.040446
DIRECCIÓN :	S/O	TÉCNICO	NILO ARGUMEDO
ESTRUCTURA :	LOSA CON FIBRA Y CON ADITIVO	FECHA DE MUESTREO	26/04/2023
TIPO DE PRODUCTO:	FC= 280 T-1 H-67 SLUMP 6"	FECHA DE ENSAYO	24/05/2023

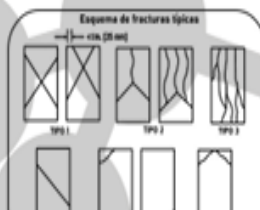
### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO 4"x 8"

(Norma de Ensayo ASTM C39)

Número de Muestra (Guía de Remisión)	Resistencia Especificada $f'_c$ (Kgf/cm <sup>2</sup> )	Fecha de Muestreo	Edad (Días)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (Kgf)	Resistencia a la Compresión del Ensayo Individual (Kgf/cm <sup>2</sup> )	Promedio $f'_c$ (Kgf/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Falla	Promedio $f'_c$ (%)
S.G.040446	280	26/04/2023	28	80.11	31250	390.1	378.4	3	135.1%
S.G.040446	280	26/04/2023	28	80.11	30130	376.1		3	
S.G.040446	280	26/04/2023	28	80.11	29550	368.9		1	

#### NOTAS:

- 1) El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- 2) Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 1886B0033 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.
- 3) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se usaron pads de neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-13.



  
 Ing. Edgard Cesareo Saldaña Alaya  
 GERENTE TÉCNICO  
 Ingeniero de Materiales

# Certificado de ensayo de tracción a 28 días sin fibra



Confiable, garantía y profesionalismo a su servicio

WWW.CITEMAC.COM

## CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-64672

<b>CLIENTE:</b>	JULIO ASSANTE	<b>N° D. SERVICIO</b>	40445
<b>OBRA:</b>	EFFECTOS DE CONCRETO REFORZADO CON FIBRA Y ADITIVO DE TRACCION COMPENSADA EN LA CONSTRUCCION DE LOSAS INDUSTRIALES "SIN JUNTAS"	<b>GUÍA CAMIÓN</b>	S.G.040445
<b>DIRECCIÓN:</b>	S/D	<b>TÉCNICO</b>	NILO ARGUMEDO
<b>ESTRUCTURA:</b>	LOSA SIN FIBRA Y CON ADITIVO	<b>FECHA DE MUESTREO</b>	18/04/2023
<b>TIPO DE PRODUCTO:</b>	FC= 280 T-1 H-67 SLUMP 6"	<b>FECHA DE ENSAYO</b>	16/05/2023

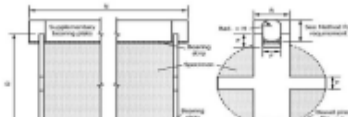
### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA TRACCION INDIRECTA DE TESTIGOS DE CONCRETO 4x8"

(Norma de Ensayo ASTM C-496)

Fecha de Muestreo	Edad de Ensayo (Días)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima(N)	Resistencia a la Tracción Indirecta del Ensayo Individual(Mpa)	Promedio f <sub>c</sub> (Mpa)
18/04/2023	28	80.11	97379.538	3.00	3.06
18/04/2023	28	80.11	99242.792	3.06	
18/04/2023	28	80.11	100811.848	3.11	

#### NOTAS:

- 1) El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- 2) Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 36-0640/06 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 1.5 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C109/C109M
- 3) Las cargas fueron aplicadas mediante unas tiras de contrachapado 4x15 milímetros situado entre la probeta y la prensa.



Ing. Edgard Cesareo Saldaña Alaya  
 Ingeniero de Materiales



## Certificado de ensayo de flexión a 7 días sin fibra



*Confiabilidad, garantía y profesionalismo a su servicio*

WWW.CITEMAC.COM

### CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-64319

CUENTE :	JULIO ASSANTE	N° ORDEN:	033772
OBRA :	EFFECTOS DE CONCRETO REFORZADO CON FIBRA Y ADITIVO DE TRACCION COMPENSADA EN LA CONSTRUCCION DE LOSAS INDUSTRIALES "SIN JUNTAS"	GUIA CAMIÓN:	S.G.033772
DIRECCIÓN:	S/D	TÉCNICO:	NILO ARGUMEDO
ESTRUCTURA	LOSA DE ALMACEN SIN FIBRA Y CON ADITIVO		
TIPO DE PRODUCTO	F'c=280kg/cm <sup>2</sup> , T-1, H-37, Slump 4-6	FECHA DE MOLDEO:	29/04/2023
		FECHA DE ENSAYO:	6/05/2023

#### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO (Norma de Ensayo ASTM C78)

Guía de Remisión	Fecha de Muestreo	Edad (Días)	Luz Libre entre Apoyos (cm)	Carga Máxima (Kgf)	Ancho Promedio de Testigo de Concreto (cm.)	Altura Promedio de Testigo de Concreto (cm.)	Módulo de Rotura (Kgf/cm <sup>2</sup> )	Módulo de Rotura de Promedio (kg/cm <sup>2</sup> )	Módulo de Rotura de Promedio (MPa)
S.G.033772	29/04/2023	7	54.00	14950	15.20	15.20	229.88	228.50	22.41
S.G.033772	29/04/2023	7	54.00	14770	15.20	15.20	227.11		

**NOTAS:**

- 1) El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C511-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- 2) Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 1886B0033 /06 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.

$$MR = PL/bh^2$$

P: Carga en kg  
L: Claro  
b: Ancho  
h : Peralte

  
 Ing. Edgard Cesareo Saldaña Alaya

# Certificado de ensayo de flexión a 7 días con fibra



Confiabilidad, garantía y profesionalismo a su servicio

WWW.CITEMAC.COM

## CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-64318

CUENTE:	JULIO ASSANTE	N° ORDEN:	033771
OBRA:	EFFECTOS DE CONCRETO REFORZADO CON FIBRA Y ADITIVO DE TRACCION COMPENSADA EN LA CONSTRUCCION DE LOSAS INDUSTRIALES "SIN JUNTAS"	GUIA CAMIÓN:	S.G.033771
DIRECCIÓN:	S/D	TÉCNICO:	NILO ARGUMEDO
ESTRUCTURA	LOSA DE ALMACEN CON FIBRA Y CON ADITIVO		
TIPO DE PRODUCTO	FC=280kg/cm2, T-1, H-57, Slump 4-6	FECHA DE MOLDEO:	29/04/2023
		FECHA DE ENSAYO:	6/05/2023

### ENSAYO DE RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO (Norma de Ensayo ASTM C78)

Guía de Remisión	Fecha de Muestreo	Edad (Días)	Luz Libre entre Apoyos (cm)	Carga Máxima (Kgf)	Ancho Promedio de Testigo de Concreto (cm.)	Altura Promedio de Testigo de Concreto (cm.)	Módulo de Rotura (Kgf/cm2)	Módulo de Rotura de Promedio (kg/cm2)	Módulo de Rotura de Promedio (MPa)
S.G.033771	29/04/2023	7	45.00	19840	15.20	15.20	254.23	259.67	25.47
S.G.033771	29/04/2023	7	45.00	20690	15.20	15.20	265.12		

#### NOTAS:

- 1) El curado de los testigos ha sido efectuado en pozos de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C311-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- 2) Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 1886B0033 /06 N° Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.

**MR = PL/bh<sup>2</sup>**

P: Carga en kg  
L: Claro  
b: Ancho  
h : Peralte

  
Ing. Edgardo Cesáreo Saldaña Alaya  
GERENTE TÉCNICO  
Ingeniero de Materiales  
REG.CIP.172752

Certificado de ensayo de compresión a 7 días con fibra  
metálica y aditivo de retracción compensada



*Confiablez, garantía y profesionalismo a su servicio*

WWW.CITEMAC.COM

**CERTIFICADO N° CITEMAC – LAB. 001-25886**

CLIENTE :	RINOL PAVIMENTA S.A.C	N° O. SERVICIO	012914
OBRA :	INMOBIDEAS	GUÍA CAMIÓN	421-0001427
DIRECCIÓN :	LOS CEIBOS, LURÍN	TÉCNICO	NILO ARGUMEDO
ESTRUCTURA :	LOSA INTERIOR	FECHA DE MUESTREO	07/10/2020
TIPO DE PRODUCTO:	F'c= 243kg/cm <sup>2</sup> , H57,Slump 4-6,THS	FECHA DE ENSAYO	14/10/2020

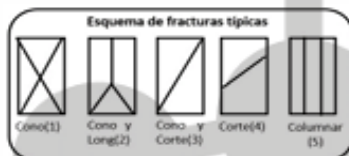
**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS DE CONCRETO 4"x 8"**

(Norma de Ensayo ASTM C39)

Número de Muestra (Guía de Remisión)	Resistencia Especificada f'c (Kgf/cm <sup>2</sup> )	Fecha de Muestreo	Edad (Días)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga Máxima (Kgf)	Resistencia a la Compresión del Ensayo Individual (Kgf/cm <sup>2</sup> )	Promedio f'c (Kgf/cm <sup>2</sup> )	Tipo de Falla	Promedio f'c (%)
421-0001427	245	07/10/2020	7	80.11	22110	276.0	287.8	1	117.5%
421-0001427	245	07/10/2020	7	80.11	25220	314.8		2	
421-0001427	245	07/10/2020	7	80.11	21830	272.5		2	

**NOTAS:**

- 1) El curado de los testigos ha sido efectuado en pozas de curado con humedad y temperatura controladas en conformidad con la Norma ASTM C311-13, manteniendo las condiciones de curado estandarizadas establecidas por la Norma ASTM C31/C31M-12 hasta el momento de su ensayo.
- 2) Los ensayos se realizaron en una prensa automatizada marca ELE INTERNATIONAL Modelo 36-0640/06 N1 Serie 1886-1-4751 de 2000 kN de capacidad con certificado de calibración trazable, aplicando una velocidad de carga de 2.0 kN/s en conformidad con la Norma ASTM C39/C39M-12.
- 3) Como elementos de distribución de carga en los extremos de los testigos se usaron pads de neopreno en conformidad con la Norma ASTM C1231/C1231M-13.



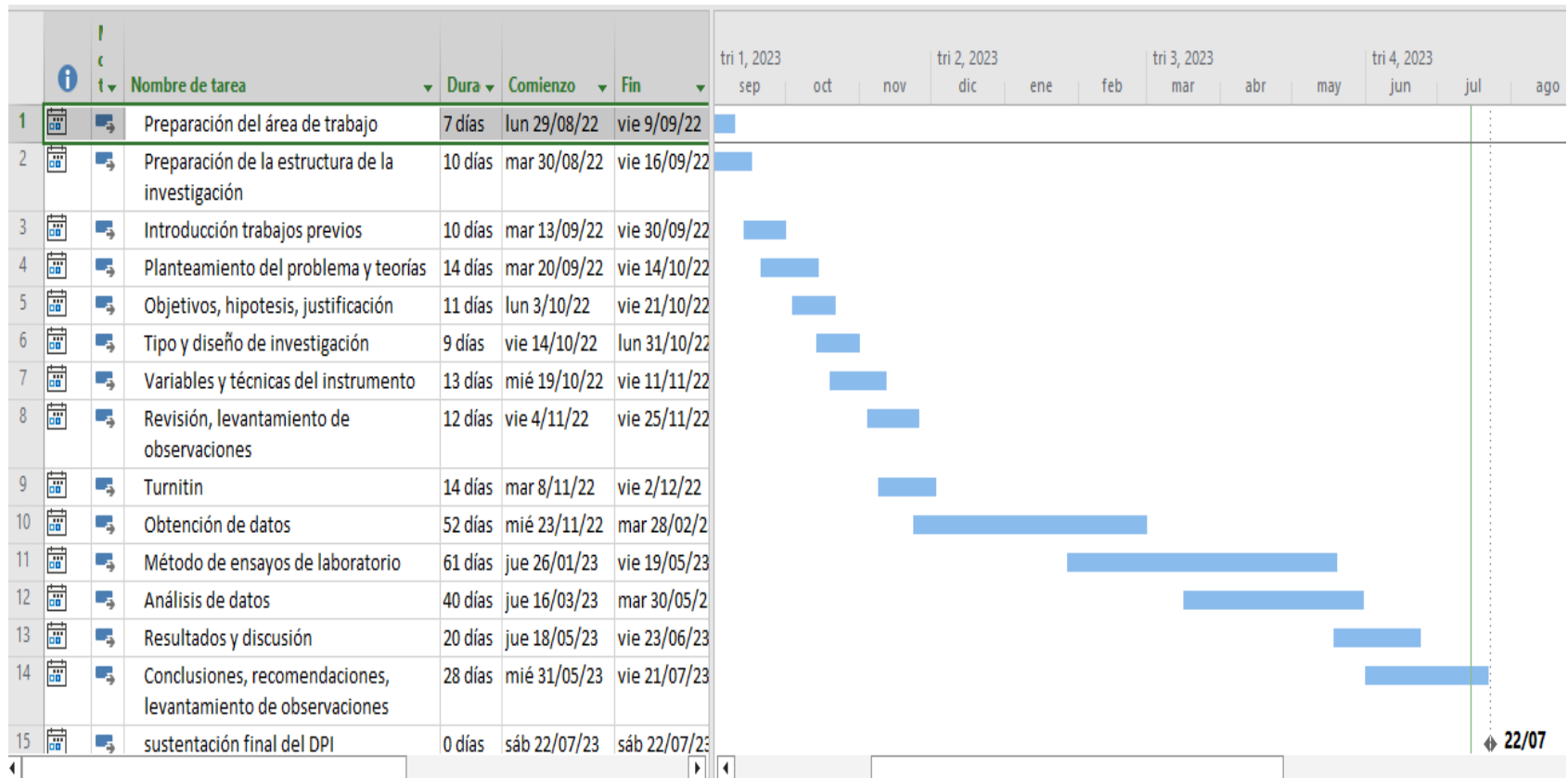
  
**Ing. Edgard Cesareo Saldana Alaya**  
**GERENTE TÉCNICO**  
 Ingeniero de Materiales  
 REG.CIP.172752

Anexo 04: Presupuesto del proyecto de investigación

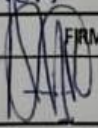
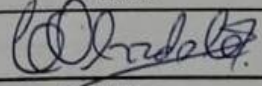
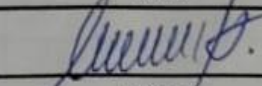
Presupuesto para el proyecto de investigación

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P.U	TOTAL
<b>1</b>	<b>Pago universitario</b>				<b>S/. 4,200.00</b>
1.1	Matricula	ciclo	2	350.00	700.00
1.2	Mensualidad	mes	10	350.00	3,500.00
<b>2</b>	<b>Servicios</b>				<b>S/. 2,800.00</b>
2.1	Luz-agua	mes	10	50.00	500.00
2.2	alimentacion	mes	10	150.00	1,500.00
2.3	Internet	mes	10	40	400.00
2.4	Telefonia	mes	10	40.00	400.00
<b>3</b>	<b>Transporte</b>				<b>S/. 650.00</b>
3.1	Movilidad a zona de investigacion	viaje	10	50.00	500.00
3.2	Movilidad a laboratorio	viaje	5	30.00	150.00
<b>4</b>	<b>Servicio de laboratorio</b>				<b>S/. 2,640.00</b>
4.1	Curado y rotura de testigos para ensayos de resistencia a la compresion y fleccion a 7,14 y 28 dias (3 testigos por cada ensayo)	u.	18	100.00	1,800.00
4.2	Curado y medicion de testigos para ensayo de contracción a 3,7,14,28 (3 testigos por cada ensayo)	u.	12	70.00	840.00
<b>5</b>	<b>Trabajos de Gabinete (recopilacion de informacion, elaboracion de tablas)</b>				<b>S/. 3,800.00</b>
5.1	Personal	h.h	320	10.00	3,200.00
5.2	Material de escritorio	gbl.	1	100.00	100.00
5.3	Equipos (PC, impresora, cel. Movil)	mes	10	50.00	500.00
<b>TOTAL</b>					<b>S/. 14,090.00</b>

## Anexo 05: Cronograma del proyecto de investigación



Anexo 06: Instrumento de recolección de datos

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS								
AUTOR: JULIO CESAR ASSANTE ALFARO								
INFORMACION GENERAL								
DISTRITO	Lurin	ZONA DE ESTUDIO		Zona Industrial de Lurin		Ficha		
PROVINCIA	Lima					RC-1		
DEPARTAMENTO	Lima							
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN								
Edad ( 7 días)								
Indicador	Resistencia fc (kgf/cm <sup>2</sup> )	% Fibra metalica	%Aditivo Cal	Fecha de muestreo	Fecha de ensayo	Area carga rotura (cm <sup>2</sup> )	Carga Maxima (kgf)	Resistencia obtenida Kgf/cm <sup>2</sup>
M1	280							
M2	280							
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN								
Edad ( 28 días)								
Indicador	Resistencia fc (kgf/cm <sup>2</sup> )	% Fibra metalica	%Aditivo Cal	Fecha de muestreo	Fecha de ensayo	Area carga rotura (cm <sup>2</sup> )	Carga Maxima (kgf)	Resistencia obtenida Kgf/cm <sup>2</sup>
M1	280							
M2	280							
DATOS DEL EXPERTO			DATOS DEL EXPERTO			DATOS DEL EXPERTO		
APELLIDOS Y NOMBRE			APELLIDOS Y NOMBRE			APELLIDOS Y NOMBRE		
Assante Alfaro Daniel			Alvarado Calderin, César			Chumpita, Huaypa, Victor J.		
PROFESION			PROFESION			PROFESION		
Ingeniero Civil			Ingeniero Civil			Ingeniero Civil		
Registro CIP N°			Registro CIP N°			Registro CIP N°		
251819			86594			200237		
FIRMA			FIRMA			FIRMA		
								
Telefono			Telefono			Telefono		
943761819			929450914			962549038		

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

AUTOR : JULIO CESAR ASSANTE ALFARO

INFORMACION GENERAL

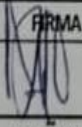
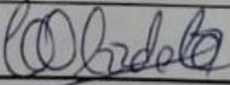
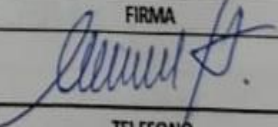
DISTRITO	Lurin	ZONA DE ESTUDIO	Zona Industrial de Lurin	Ficha
PROVINCIA	Lima			RT-2
DEPARTAMENTO	Lima			

RESISTENCIA A LA TRACCION

Indicador	Edad ( 7 dias)							
	Resistencia fc (kgf/cm2)	% Fibra metalica	%Aditivo Cal	Fecha de muestreo	Fecha de ensayo	Area carga rotura (cm2)	Carga Maxima (N)	Resistencia obtenida (Mpa)
M1	280							
M2	280							

RESISTENCIA A LA TRACCION

Indicador	Edad ( 28 dias)							
	Resistencia fc (kgf/cm2)	% Fibra metalica	%Aditivo Cal	Fecha de muestreo	Fecha de ensayo	Area carga rotura (cm2)	Carga Maxima (N)	Resistencia obtenida (Mpa)
Mo	280							
M1	280							

DATOS DEL EXPERTO	DATOS DEL EXPERTO	DATOS DEL EXPERTO
APELLIDOS Y NOMBRE	APELLIDOS Y NOMBRE	APELLIDOS Y NOMBRE
Assante Alvaro Daniel	Alvarado Calderin, Pein	Chumpitaz Huapaya, Victor J.
PROFESION	PROFESION	PROFESION
Ingeniero Civil	Ingeniero Civil	Ingeniero Civil
Registro CIP N°	Registro CIP N°	Registro CIP N°
25819	86594	200237
FIRMA	FIRMA	FIRMA
		
TELEFONO	TELEFONO	TELEFONO
943761819	929450914	962549038

FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

AUTOR : JULIO CESAR ASSANTE ALFARO

INFORMACION GENERAL

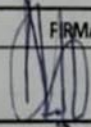
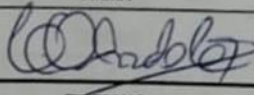
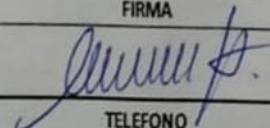
DISTRITO	Lurin	ZONA DE ESTUDIO	Zona Industrial de Lurin	Ficha RF-3
PROVINCIA	Lima			
DEPARTAMENTO	Lima			

RESISTENCIA A LA FLEXION

Indicador	Edad ( 7 dias)							Resistencia obtenida (Mpa)
	Resistencia fc (kgf/cm2)	% Fibra metalica	%Aditivo Cal	Fecha de muestreo	Fecha de ensayo	Area carga rotura (cm2)	Carga Maxima (N)	
M1	280							
M2	280							

RESISTENCIA A LA FLEXION

Indicador	Edad ( 28 dias)							Resistencia obtenida (Mpa)
	Resistencia fc (kgf/cm2)	% Fibra metalica	%Aditivo Cal	Fecha de muestreo	Fecha de ensayo	Area carga rotura (cm2)	Carga Maxima (N)	
Mo	280							
M1	280							

DATOS DEL EXPERTO	DATOS DEL EXPERTO	DATOS DEL EXPERTO
APELLIDOS Y NOMBRE	APELLIDOS Y NOMBRE	APELLIDOS Y NOMBRE
ASSANTE ALFARO DANIEL	Alvarado Calderon, Cesar	Chumpey, Huapaya, Victor J
PROFESION	PROFESION	PROFESION
Ingeniero Civil	Ingeniero Civil	Ingeniero Civil
Registro CIP N°	Registro CIP N°	Registro CIP N°
251819	86594	200237
FIRMA	FIRMA	FIRMA
		
TELEFONO	TELEFONO	TELEFONO
943761819	925450914	962549038



**FICHA DE RECOLECCION DE DATOS**

AUTOR : JULIO CESAR ASSANTE ALFARO

**INFORMACION GENERAL**

DISTRITO	Lurin	ZONA DE ESTUDIO	Zona Industrial de Lurin	Ficha
PROVINCIA	Lima			RPF-4
DEPARTAMENTO	Lima			

**V-1 CONCRETO CON FIBRA METALICA Y ADITIVO**


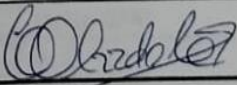
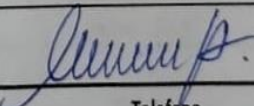
**PROPIEDADES FISICAS**

1.- Trabajabilidad

SLUMP (Pulgadas)	M1	M2	M3	M4	M5

2.- Permeabilidad

% CONTENIDO DE AIRE	M1	M2	M3	M4	M5

DATOS DEL EXPERTO	DATOS DEL EXPERTO	DATOS DEL EXPERTO
APELLIDOS Y NOMBRE	APELLIDOS Y NOMBRE	APELLIDOS Y NOMBRE
ASSANTE ALFARO Daniel	Alvarado Calderon, Cesar	Chumpitaz Huapaya, Victor J.
PROFESION	PROFESION	PROFESION
Ingeniero Civil	Ingeniero Civil	Ingeniero Civil
Registro CIP N°	Registro CIP N°	Registro CIP N°
251819	86594	200237
FIRMA	FIRMA	FIRMA
		
Telefono	Telefono	Telefono
943761819	929450914	962549038

Anexo 07: Panel fotográfico



Toma de muestra de concreto



Uso del cono de Abraham



Medida del asentamiento del concreto



Moldeo de probetas cilíndricas y prismáticas



Moldes prismáticos para ensayo de resistencia a flexión del concreto



Ensayo de flexión de vigas prismáticas de concreto con fibra metálica



Ensayo a tracción de testigo de concreto con fibra metálica



Ensayo a compresión de testigos de concreto con fibra metálica



Medición de la temperatura del concreto con  
fibra metálica



Ensayo de la compresión del concreto sin fibra



Vaciado de concreto con fibra de losa con juntas en proceso de pulido



Acabado de la losa de concreto con fibra metálica



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, DELGADO RAMIREZ FELIX GERMAN, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "EFECTOS DEL CONCRETO REFORZADO CON FIBRA Y ADITIVO DE RETRACCIÓN COMPENSADA PARA MEJORAR LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LAS LOSAS INDUSTRIALES, CERCADO-LIMA 2023", cuyo autor es ASSANTE ALFARO JULIO CESAR, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 11.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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

LIMA, 06 de Julio del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
DELGADO RAMIREZ FELIX GERMAN <b>DNI:</b> 22264222 <b>ORCID:</b> 0000-0002-7188-9471	Firmado electrónicamente por: FDELGADORAM el 11-07-2023 08:52:08

Código documento Trilce: TRI - 0574748