

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**“ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y  
FLEXIÓN DE UN CONCRETO DE  $f'c = 245 \text{ KG/CM}^2$  CON  
ADICIÓN DE FIBRA METÁLICA WIRAND FF3 PARA LOSAS  
INDUSTRIALES”**

**PARA OPTAR:  
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. MARCO ANTONIO MAMANI CHURA**

**TACNA – PERÚ**

**2023**

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**“ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y  
FLEXIÓN DE UN CONCRETO DE  $f'c = 245 \text{ KG/CM}^2$  CON  
ADICIÓN DE FIBRA METÁLICA WIRAND FF3 PARA LOSAS  
INDUSTRIALES”**

Tesis sustentada y aprobada el 29 de setiembre de 2023; estando el jurado calificador integrado por:

**PRESIDENTA : Mtra. DINA MARLENE COTRADO FLORES**

**SECRETARIO : Mtro. EVER RUDY ANCCO HUANACUNI**

**VOCAL : Mtro. GIANCARLOS JAVIER MACHACA FRIAS**

**ASESOR : Mtro. EDGAR HIPOLITO CHAPARRO QUISPE**

## DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, Marco Antonio Mamani Chura, egresado de la Escuela profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI 43485602, así como Edgar Hipólito Chaparro Quispe con DNI 40046616; declaramos en calidad de autor y asesor que:

1. Soy autor de la tesis titulado: *Análisis de la resistencia a la compresión y flexión de un concreto de  $F'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  con adición de fibra metálica WIRAND FF3 para aplicación en losas industriales*, la cual presento para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil.
2. La tesis es completamente original y no ha sido objeto de plagio, total ni parcialmente, habiéndose respetado rigurosamente las normas de citación y referencias para todas las fuentes consultadas.
3. Los datos presentados en los resultados son auténticos y no han sido objeto de manipulación, duplicación ni copia.

En virtud de lo expuesto, asumo frente a *La Universidad* toda responsabilidad que pudiera derivarse de la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos asociados a la obra.

En consecuencia, me comprometo ante a *La Universidad* y terceros a asumir cualquier perjuicio que pueda surgir como resultado del incumplimiento de lo aquí declarado, o que pudiera ser atribuido al contenido de la tesis, incluyendo cualquier obligación económica que debiera ser satisfecha a favor de terceros debido a acciones legales, reclamos o disputas resultantes del incumplimiento de esta declaración.

En caso de descubrirse fraude, piratería, plagio, falsificación o existencia de una publicación previa de la obra, acepto todas las consecuencias y sanciones que puedan derivarse de esta acción, acatando plenamente la normatividad vigente.

Tacna, 29 de setiembre de 2023

  
Marco Antonio Mamani Chura  
DNI: 43485602

  
Edgar Hipólito Chaparro Quispe  
DNI: 40046616

## **DEDICATORIA**

A mi madre Antonia, por su paciencia y sus palabras de aliento durante tanto tiempo, que me permitía seguir adelante y siempre me animaba a ser perseverante para que cumpla todas mis metas a mi querido padre Luis por sus consejos, su apoyo incondicional, a mi hermano Orlando por darme una oportunidad en todo y darme la idea de esta tesis y la motivación, a Pilar quien me acompañó en todo este tiempo.

Marco Antonio Mamani Chura



## **AGRADECIMIENTO**

Quiero agradecer a la Universidad Privada de Tacna, en particular a la Facultad de Ingeniería y a la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, por brindarme una sólida formación académica. Asimismo, deseo expresar mi gratitud a mi hermano Orlando por su inquebrantable apoyo y por permitirme formar parte de MISCONGROUP - LOGISMINSA, quienes generosamente me abrieron sus puertas y me brindaron su colaboración durante la elaboración de los ensayos y la parte práctica de este proyecto de tesis. También quiero agradecer a todo el personal de la empresa por su invaluable ayuda en este proceso.

Marco Antonio Mamani Chura

## ÍNDICE GENERAL

PÁGINA DE JURADOS.....	ii
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
ÍNDICE DE TABLAS .....	ix
ÍNDICE DE FIGURAS .....	x
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xii
RESUMEN .....	xiii
ABSTRACT .....	xiv
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	2
1.1. Descripción del problema.....	2
1.2. Formulación del problema.....	2
1.2.1. Problema General .....	2
1.2.2. Problemas secundarios.....	2
1.3. Justificación e importancia .....	3
1.3.1. Justificación en lo Ambiental.....	3
1.3.2. Justificación en lo Social .....	3
1.3.3. Justificación en lo Económico .....	4
1.3.4. Justificación en lo Científico.....	4
1.4. Objetivos .....	4
1.4.1. Objetivo general .....	4
1.4.2. Objetivos específicos .....	4
1.5. Hipótesis .....	4
1.5.1. Hipótesis general .....	4
1.5.2. Hipótesis específicas .....	5
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....	6
2.1. Antecedentes del estudio.....	6
2.1.1. Antecedentes a nivel internacional .....	6
2.1.2. Antecedentes a nivel nacional .....	7
2.2. Bases teóricas.....	8
2.2.1. El concreto .....	8
2.2.2. propiedades del concreto.....	10

2.2.3.	la trabajabilidad .....	10
2.2.4.	Consistencia.....	10
2.2.5.	Resistencia.....	11
2.2.6.	Durabilidad .....	11
2.2.7.	Fisuración de concreto .....	11
2.2.8.	Tipos de fisuras.....	12
2.2.9.	Cómo prevenir fisuras en el concreto .....	12
2.2.10.	Ensayos sobre el concreto endurecido .....	13
2.2.11.	Fibras en el concreto.....	19
2.2.12.	Cemento.....	22
2.2.13.	Cemento Pórtland .....	23
2.2.14.	Cemento Pórtland puzolánicos: .....	23
2.2.15.	Ventajas de adquirir el cemento a granel.....	23
2.2.16.	Tipos de cemento.....	23
2.2.17.	Los cementos en el Perú .....	24
2.2.18.	Agua.....	25
2.2.19.	Agregados.....	25
2.2.20.	Aditivos.....	26
2.2.21.	Fibras metálicas .....	26
2.2.22.	Clasificación de fibras metálicas .....	26
2.2.23.	Usos en la actualidad.....	29
2.2.24.	Pavimentos .....	36
2.2.25.	Losa .....	36
2.2.26.	Sub-Base .....	37
2.2.27.	Sub-Rasante .....	37
2.2.28.	Los cementos adicionados.....	47
2.2.29.	Las adiciones .....	48
2.2.30.	Los cementos adicionados.....	51
2.3.	Definición de términos.....	57
CAPÍTULO III: MARCO METODOLOGICO .....		61
3.1.	Tipo y Diseño de la investigación.....	61
3.1.1.	Tipo de Investigación .....	61
3.1.2.	Diseño de la Investigación .....	61
3.2.	Población y/o muestra de estudio .....	61
3.2.1.	Población .....	61
3.2.2.	Muestra: .....	62

3.3.	Operacionalización de variables .....	63
3.4.	Técnicas e instrumentos para la recolección de datos .....	64
3.5.	Procesamiento y análisis de datos.....	64
CAPÍTULO IV: RESULTADOS .....		66
4.1.	Descripción del trabajo de investigación .....	66
4.2.	Descripción de la zona de estudio .....	67
4.3.	Recopilación de información .....	68
4.4.	Análisis de costos .....	81
4.5.	Ensayo de resistencia a la compresión.....	81
4.6.	Ensayos de resistencia a la flexión (astm - c 1550).....	84
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN.....		87
CONCLUSIONES .....		89
RECOMENDACIONES .....		90
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		91
ANEXOS .....		99

**ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Especificaciones técnicas .....	34
Tabla 2. Lista de fabricantes .....	53
Tabla 3. Operacionalización de las variables.....	63
Tabla 4. Dimensión de fisuras por losa.....	70
Tabla 5. Características físicas y mecánicas de fibra Wirand.....	74
Tabla 6. Características del plastificante.....	76
Tabla 7. Descripción de diseño de mezcla (7probetas +1 panel circular) Ecoplast.....	76
Tabla 8. Descripción de diseño de mezcla con platificante .....	77
Tabla 9. Descripción de diseño de mezcla (7probetas +1 panel circular) con fibras de acero .....	77
Tabla 10. Descripción de diseño de mezcla con fibra metálica .....	82
Tabla 11. Materiales para la mezcla.....	82
Tabla 12. Paños para malla electrosoldada.....	82
Tabla 13. Paños con fibra metálica.....	82
Tabla 14. Descripción de diseño de mezcla.....	84

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Proporciones del concreto .....	10
Figura 2. Ensayo de resistencia a la compresión .....	13
Figura 3. Ensayo de resistencia a la flexión.....	14
Figura 4. Ensayo de resistencia a la flexión.....	15
Figura 5. Panel de concreta circular .....	16
Figura 6. Molde de panel circular.....	16
Figura 7. Vista superior de montaje .....	17
Figura 8. Estimación del verdadero origen de la curva de desviación de carga.....	18
Figura 9. Clasificación de las Fibras por BISFA.....	20
Figura 10. Algunos tipos de fibras.....	20
Figura 11. Características de las fibras.....	22
Figura 12. Cemento Portland Puzolánico Tipo IP .....	22
Figura 13. Zonas de influencia geográfica de las empresas cementantes .....	24
Figura 14. Agregado grueso .....	25
Figura 15. característica de la fibra metálica .....	27
Figura 16. Tipo II.....	28
Figura 17. Formas de fibras metálica.....	29
Figura 18. Losa de Almacén Logisminsa .....	30
Figura 19. Dando el acabado a la losa de concreto.....	31
Figura 20. Losa de concreto - vaciado.....	31
Figura 21. Losa de concreto con cargas vehiculares.....	32
Figura 22. Aplicación de Concreto Proyectado.....	33
Figura 23. Dovelas.....	33
Figura 24. Comportamiento de pavimentos con carga .....	36
Figura 25. Vista de volquetes sobre el pavimento rígido .....	38
Figura 26. Apilado de mineral - carga.....	38
Figura 27. Cargas Lineales .....	39
Figura 28. Locación de juntas .....	43
Figura 29. Juntas de construcción .....	44
Figura 30. Juntas de contracción con dowels .....	44
Figura 31. Juntas de aislamiento, construcción y contracción.....	45
Figura 32. Espaciamiento de juntas.....	47
Figura 33. Cementos Adicionados .....	48

Figura 34. Vista superior de lugar de estudios (Logisminsa-Almacén de Minerales) ...	66
Figura 35. Vista Panorámica (Logisminsa – Almacén de Minerales).....	66
Figura 36. Vista Satelital – Logisminsa .....	67
Figura 37. Planimetría del Lugar de Evaluación .....	68
Figura 38. Evaluación de fisuras en losa de concreto .....	69
Figura 39. Medición de fisuras en losas de concreto.....	69
Figura 40. Muestra de agregado grueso.....	71
Figura 41. Fibra metálica wirand FF3 .....	73
Figura 42. Características de Plastificante ECOPLAST .....	73
Figura 43. Plastificante a Utilizar.....	74
Figura 44. Preparación de probetas.....	75
Figura 45. Ensayo de Resistencia sin Refuerzo Vs Con refuerzo .....	78
Figura 46. Método de prueba estándar para la tenacidad a la flexión del concreto reforzado con fibra vs sin fibra ASTM C1550-20 .....	79
Figura 47. Absorción de energía en panel .....	79
Figura 48. Panel de concreto con fibras metálicas .....	80
Figura 49. Esfuerzo a la compresión sin refuerzo de fibras.....	82
Figura 50. Esfuerzo a la compresión con refuerzo de fibras.....	83
Figura 51. Esfuerzo a la compresión con refuerzo de fibras vs Esfuerzo a la compresión sin refuerzo de fibra metálica .....	83
Figura 52. Características geométricas y observaciones pre y postensado.....	84
Figura 53. Resultados de ensayos flexión en losas circulares de concreto con fibras...84	
Figura 54. Ensayo de tenacidad - muestra I .....	85
Figura 55. Ensayo de tenacidad – muestra II .....	86
Figura 56. Energía de absorción en paneles circulares.....	86

**ÍNDICE DE ANEXOS**

Anexo 1. matriz de consistencia.....	98
Anexo 2. Panel fotográfico I.....	100
Anexo 3. Panel fotográfico II.....	111
Anexo 4. Fichas técnicas.....	118
Anexo 5. Informes de ensayos.....	120
Anexo 6. Descripción de productos Maccaferri.....	144
Anexo 7. Caso en proceso de creación – cerro verde.....	147
Anexo 8. Planos.....	151



## RESUMEN

El presente trabajo de tesis se realizó para dar un análisis respecto a la compresión y flexión de losas industriales con adición de fibra metálica, como lugar para la ejecución fueron las instalaciones de la empresa LOGISMINSA; en donde las losas de concreto son de 20 m x 30 m con espesor de 20 cm sin juntas, y están bajo la influencia de distintas cargas como almacén de minerales, contenedores y vehículos pesados en contante tránsito. El objeto de la investigación es dar un análisis a la resistencia con la adición de fibra metálicas para losas industriales, del cual se hizo observaciones en el lugar de estudio; en donde se analizó las losas 1,2,3 y 4, dado que la proporción varia desde los 20 kg/m<sup>3</sup> hasta los 30 kg/m<sup>3</sup> de fibra metálica por cada metro cubico de concreto. Después de hacer el análisis se llevó a cabo a realizar los ensayos con una proporción de 30 kg/m<sup>3</sup> para una concreto de 245 kg/cm<sup>2</sup> de resistencia en donde el ensayo a compresión fue de 332 kg/cm<sup>2</sup> y mediante ensayo a flexión (ASTM C 1550) fue de 422,439 J de energía absorbida, lo que demuestra la calidad de la losa industrial; se menciona que este ensayo de panel redondo es más adecuado para usar, debido a que implica un área de grieta mayor. Se indica que la utilización de esta proporción de 30 kg/m<sup>3</sup> es debido a que este último no presenta fisuras según las observaciones en campo, por lo que se optó como medio de verificación y concluyendo la influencia de la fibra metálica mejora profundamente la resistencia para estos tipos de losas industriales.

**Palabras Clave:** ASTM C1550; ensayo a flexión; ensayo a compresión; fibra metálica; fisura; panel redondo; losas industriales.

## ABSTRACT

The present thesis work was carried out to give an analysis regarding the compression and bending of industrial slabs with the addition of metallic fiber, as the place for the execution were the facilities of the LOGISMINSa company; where the concrete slabs are 20 m x 30 m with a thickness of 20 cm without joints, and are under the influence of different loads such as mineral storage, containers and heavy vehicles in constant transit. The object of the investigation is to give an analysis to the resistance with the addition of metallic fiber for industrial slabs, of which observations were made in the place of study; where slabs 1,2,3 and 4 were analyzed, since the proportion varies from 20 kg/m<sup>3</sup> to 30 kg/m<sup>3</sup> of metal fiber for each cubic meter of concrete. After carrying out the analysis, the tests were carried out with a proportion of 30 kg/m<sup>3</sup> for a concrete of 245 kg/cm<sup>2</sup> of resistance where the compression test was 332 kg/cm<sup>2</sup> and by means of a flexural test (ASTM C 1550) was 422,439 J of absorbed energy, which demonstrates the quality of the industrial slab; It is mentioned that this round panel test is more suitable to use, because it involves a larger crack area. It is indicated that the use of this proportion of 30 kg/m<sup>3</sup> is due to the fact that the latter does not present cracks according to the observations in the field, for which reason it was chosen as a means of verification and concluding that the influence of the metallic fiber deeply improves the resistance for these types of industrial slabs.

**Keywords:** ASTM C1550; flexural test; compression test; metallic fiber; crack; round panel; industrial slabs.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el concreto es uno de los materiales más utilizados en proyectos de construcción debido a las diversas propiedades que ofrece en sus distintos estados. Destaca por su resistencia, durabilidad, maleabilidad y rentabilidad, razón por la cual se ha convertido en uno de los materiales más utilizados en obras civiles como edificios, carreteras, presas, puentes, entre otros.

Este estudio de investigación se enfoca en el uso de concreto en la construcción de losas industriales para la minería, con el objetivo de prevenir la filtración de sustancias perjudiciales al suelo y garantizar el almacenamiento adecuado de minerales y maquinarias pesadas.

En Perú, muchos proyectos de construcción de losas industriales de pavimento rígido se utilizan en patios de maniobra para minas, pistas de aterrizaje en aeropuertos, zonas de empaque en centros comerciales y almacenes industriales. En la actividad minera, la optimización de procesos es fundamental para reducir costos, por lo que la implementación de sistemas alternativos de construcción de losas de concreto tendría un impacto positivo en la producción y permitiría recuperar la inversión en poco tiempo.

La presente investigación propone demostrar los efectos que tiene en el Concreto el uso de fibras de acero en su elaboración, para lo cual se desarrollaron las pruebas correspondientes, cuyos resultados fueron favorables, demostrándose los beneficios de este material.

## CAPITULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. Descripción del problema

El objetivo de este estudio de investigación es expandir el conocimiento existente sobre las características de las fibras metálicas WIRAND FF3, las cuales se utilizan principalmente en losas industriales, comerciales y pistas de aeropuertos.

En la actualidad, hemos presenciado un aumento en la actividad minera y en el desarrollo de zonas industriales, lo cual requiere un compromiso con el cuidado del medio ambiente. Sin embargo, el tráfico de vehículos pesados ha generado impactos en los pavimentos. Por lo tanto, se sugiere el uso de losas reforzadas para lograr una mayor durabilidad y rentabilidad en estas situaciones.

El uso de fibras metálicas en el concreto ofrece una amplia gama de beneficios. En nuestro país, se ha utilizado este material durante bastante tiempo, y cada vez más profesionales de la construcción, diseñadores, ingenieros, arquitectos y usuarios finales han comenzado a incluir este tipo de refuerzo en sus proyectos. A pesar de esto, son pocos los que comprenden completamente las propiedades que cada tipo de fibra puede aportar al concreto.

En esta ocasión, llevaremos a cabo ensayos experimentales bajo carga vertical en el laboratorio de Estructuras de la Pontificia Universidad Católica del Perú para investigar el comportamiento y reducir la vulnerabilidad de este tipo de pavimento.

### 1.2. Formulación del problema

#### 1.2.1. Problema general

¿Cómo se puede dar el análisis de la resistencia a la compresión y flexión de un concreto de  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  con adición de fibra metálica WIRAND FF3 para losas industriales?

#### 1.2.2. Problemas específicos

- a. ¿Como la adición de fibras en el concreto, permite dar más resistencia, como un refuerzo de amarre?
- b. ¿Como la adición de fibras aumenta las propiedades del concreto?

- c. ¿Como la influencia de las fibras al concreto, varía profundamente en la resistencia?

### **1.3. Justificación e importancia**

La construcción de losas industriales o pavimentos rígidos en la actualidad en la mayoría de casos se aplica el método armado con varillas y la colocación de mallas como refuerzo ; esto se aplica tanto en aspectos de la minería, aeropuerto y entre otros, pero a la vez en los proyectos tienen que soportar cargas inmensas, maquinaria pesada y el tránsito constante que va día a día ; los cuales va afectando el pavimento al punto de la aparición de grietas por la deformación que va adquiriendo; que es algo común que aparece a medida del tiempo por el uso que se le da.

Así mismo la adición de fibras metálicas en aspectos de resistencia, costos y tiempo son de gran importancia porque, más que todo por la mano obra que no se requiere mucho personal en la construcción de losas en donde va adicionado las fibras metálicas.

#### **1.3.1. Justificación en lo ambiental**

Los materiales pueden causar graves problemas ambientales si no se hacen el uso adecuado al concluir su vida útil. Cabe mencionar que los materiales a utilizar son permanentes una vez construido, el impacto sobre el medio ambiente es poco por estar en un lugar estable.

#### **1.3.2. Justificación en lo social**

A nivel mundial a medida que va avanzando nuevos métodos en el campo de la construcción, así como el uso de materiales y entre otros, es por ello por lo que el presente trabajo de investigación contribuye al uso de fibra metálica en la construcción civil, específicamente en pisos industriales, minería y entre otros en donde tiene la capacidad de redistribuir esfuerzos lo cual da un incremento a la resistencia del ante una carga.

### **1.3.3. Justificación en lo económico**

Permite en la disminución de mano de obra, y a la vez de materiales; lo cual para la economía de quien lo aplique es de gran apoyo, y el tiempo con el que se va a utilizar en proceso constructivo.

### **1.3.4. Justificación en lo científico**

Es importante conocer el efecto en la resistencia que esto puede afectar en la compresión y la flexión en un concreto en la utilización de materiales para la construcción de losas industriales.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Determinar cómo se da el análisis resistencia a la compresión y flexión de un concreto de  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  con adición de fibra metálica WIRAND FF3 para losas industriales.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- a. Determinar como la adición de fibras en el concreto, permite dar más resistencia, como un refuerzo de amarre.
- b. Determinar como la adición de fibras aumenta las propiedades del concreto.
- c. Determinar como la influencia de las fibras al concreto, varía profundamente en la resistencia.

## **1.5. Hipótesis**

### **1.5.1. Hipótesis general**

La realización del “Análisis de la resistencia a la compresión y flexión de un concreto de  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  con adición de fibra metálica WIRAND FF3 para losas industriales” nos dará a conocer el comportamiento estructural de la losa, frente a cargas.

### **1.5.2. Hipótesis específicas**

- a. La adición de fibras en el concreto permite dar más resistencia, como un refuerzo de amarre.
- b. La adición de fibras aumenta las propiedades del concreto.
- c. La influencia de las fibras al concreto varía profundamente en la resistencia.

## CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes de la Investigación

#### 2.1.1. Antecedentes a nivel internacional

Acuña y Caballero (2018) “Resistencia a la compresión y flexión de un concreto estructural mediante la sustitución parcial del cemento por ceniza de bagazo de caña de azúcar (cbca) – san jacinto”. Se evaluó la resistencia a la compresión y flexión de un concreto estructural al reemplazar parte del cemento por ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA). Se llevaron a cabo ensayos según normas técnicas peruanas, se diseñaron mezclas con diferentes porcentajes de sustitución y se realizaron pruebas de compresión y flexión según estándares ASTM, MTC y NTP. Los resultados mostraron que la sustitución parcial del cemento por CBCA no mejoró las propiedades resistentes del concreto, aunque se encontraron altos contenidos de óxidos útiles para su uso como material puzolánico. En conclusión, la CBCA puede ser utilizada como puzolana debido a sus contenidos de óxidos, pero no mejora la resistencia del concreto al sustituir parcialmente el cemento.

López (2015) “Análisis de las propiedades del concreto reforzado con fibras cortas de acero y macrofibras de polipropileno: influencia del tipo y consumo de fibra adicionado”. Se realizó un estudio experimental para evaluar el efecto de las fibras cortas de acero y las macrofibras de polipropileno en las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido. Se fabricaron ocho mezclas de concreto con diferentes porcentajes de fibras y se midieron diversas propiedades. Los resultados mostraron que la adición de fibras no mejoró significativamente las propiedades de resistencia a compresión, tensión, flexión, cortante, impacto, abrasión, módulo elástico y contracción por secado. Sin embargo, se observó un aumento en la tenacidad y una disminución en la permeabilidad al agua con la adición de macrofibras de polipropileno. Además, se encontró que el tipo y porcentaje de fibras tuvieron efectos distintos en las propiedades del concreto.

Figuroa (2013) “Comparativa de la tenacidad entre hormigón convencional, hormigón reforzado con fibras de acero y hormigón reforzado con fibras de polipropileno”. El objetivo del estudio fue evaluar el uso de fibras de acero y polipropileno como refuerzo en el hormigón para mejorar su tenacidad y otras propiedades, y determinar la mejor aplicación en la construcción. Se compararon las variantes de hormigón reforzado con ambas fibras, analizando su tenacidad y consultando



normativas específicas. Los resultados permitieron determinar el comportamiento de cada tipo de hormigón reforzado y definir sus aplicaciones recomendadas, así como predecir la tenacidad en función de las fibras de refuerzo. En conclusión, el uso de fibras en el hormigón incrementa su tenacidad y otras propiedades, y la comparativa entre fibras de acero y polipropileno ayuda a definir su mejor uso en la construcción, proporcionando información útil para el manejo y funcionalidad de estos tipos de hormigones.

### **2.1.2. Antecedentes a nivel nacional**

Chapoñan y Quispe (2017) “Análisis del comportamiento en las propiedades del concreto hidráulico para el diseño de pavimentos rígidos adicionando fibras de polipropileno en el a.a.h.h villamaria-nuevo Chimbote” El objetivo de este estudio fue examinar cómo la incorporación de fibra de polipropileno afecta las propiedades del concreto hidráulico en el diseño de pavimentos rígidos. Se llevaron a cabo ensayos en agregados y se elaboraron cuatro mezclas de concreto con la misma resistencia, agregando diferentes porcentajes de fibra (75 %, 100 %, 115 % y 125 %). Se realizaron pruebas de compresión en testigos de concreto y pruebas de flexión en vigas, siguiendo las normas ASTM, MTC y NTP. Los resultados permitieron evaluar la calidad del concreto tanto en estado fresco como endurecido y se concluyó que el porcentaje óptimo de fibra fue del 115 % de la cantidad recomendada por el fabricante. En conclusión, se observó que la inclusión de fibra de polipropileno en el concreto hidráulico utilizado en pavimentos rígidos puede mejorar su comportamiento y resistencia. Sin embargo, es crucial seleccionar cuidadosamente el porcentaje adecuado de fibra para obtener los mejores resultados.

Sotil y Zegarra (2015) “Análisis comparativo del comportamiento del concreto sin refuerzo, concreto reforzado con fibras de acero Wirand® ff3 y concreto reforzado con fibras de acero Wirand® ff4 aplicado a losas industriales de pavimento rígido” El objetivo de este estudio es comparar las propiedades mecánicas del concreto sin refuerzo con el concreto reforzado utilizando fibras de acero Wirand® FF3 y Wirand® FF4 (80/60) en losas industriales, utilizando materiales y parámetros de construcción utilizados en la práctica nacional peruana. Se llevarán a cabo ensayos de flexión, compresión y tenacidad para analizar estas propiedades. Los resultados de los ensayos permitirán determinar qué tipo de concreto presenta mejores propiedades mecánicas para su uso en losas industriales en Perú, y también se proporcionará una base de datos para la empresa Maccaferri para expandir su producto en el mercado nacional.

De La Cruz y Quispe (2014) “Influencia de la adición de fibras de acero en el concreto empleando para pavimentos en la construcción de pistas en la provincia de Huamanga-Ayacucho” El objetivo de este estudio fue examinar cómo la adición de fibra de acero afecta las propiedades mecánicas del concreto. Se llevó a cabo una investigación bibliográfica para determinar la metodología de diseño y se realizó una investigación experimental para confirmar los conceptos relacionados con el uso del concreto reforzado con fibra de acero (SFRC, por sus siglas en inglés). Se utilizaron métodos de prueba como ASTM C39 y ASTM C78 para evaluar la resistencia a la compresión y a la flexión. Los resultados mostraron un aumento en las propiedades mecánicas del concreto cuando se utiliza fibra de acero. En conclusión, la incorporación de fibra de acero mejora las propiedades mecánicas del concreto y se considera una técnica viable para reforzar este material.

Gutarra (2022) “Análisis de la resistencia a compresión y flexión del concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  con adición al 0,2%, 0,5% y 0,8% de fibra de nido de chihuaco, según norma ACI, Junín -2020”. Objetivo, determinar la resistencia a compresión y flexión del concreto adicionando la fibra de nido de chihuaco en diferentes porcentajes (0,2%, 0,5% y 0,8%). Metodología, tipo experimental, se utilizó el agregado de la cantera Rio Chanchamayo – Junín. Resultados, en los ensayos a compresión del concreto patrón y con adición de fibra en porcentaje de 0,2%, 0,5% y 0,8%, a los 28 días que es cuando alcanza su mayor resistencia, se obtuvo resistencia promedio a compresión de 294.13  $\text{kg/cm}^2$ , 295.00  $\text{kg/cm}^2$ , 305,03  $\text{kg/cm}^2$ , y 359,23  $\text{kg/cm}^2$  respectivamente. Conclusiones, los resultados indican que la adición de fibra de nido de chihuaco en diferentes porcentajes mejora tanto la resistencia a compresión como la resistencia a flexión del concreto, lo que puede tener importantes implicaciones en la industria de la construcción, permitiendo la fabricación de materiales más resistentes y duraderos.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. El concreto**

La historia del concreto está repleta de experimentos y enigmas. En la antigüedad, la elección de construir imponentes estructuras de hormigón se volvió legendario, ya que algunas de estas construcciones aún desconciertan a los ingenieros modernos. Alrededor del año 1300 a.C., según señala Jaimes (2020), los constructores descubrieron un método que implicaba cubrir las fortalezas y paredes de arcilla con una fina capa húmeda de piedra caliza quemada, lo cual desencadenaba una reacción

química al entrar en contacto con el aire y generaba una capa dura. Aunque no podemos afirmar que esto fuera concreto en sí, fue un paso importante en el desarrollo del cemento.

Hace aproximadamente 6,500 a.C., los comerciantes de Nabataea, menciona Romea (2014), que controlaban una serie de oasis, construyeron estructuras que se asemejaban mucho al concreto, lo que les permitió desarrollar un pequeño imperio. Con el paso del tiempo, los egipcios también utilizaron morteros de yeso y cal en la construcción de las pirámides, aunque a menudo tendemos a pensar en el mortero y el concreto como materiales distintos.

En la época incaica del Perú, a diferencia de otras culturas y a pesar de su vasto conocimiento, no se encuentran evidencias de que utilizaran un material cementante según el artículo de Bouso (2012), durante ese periodo, las piedras eran utilizadas sin ningún elemento adhesivo que las uniera entre sí.

A medida que pasaron los años y los avances con respecto al estudio de este material las constructoras en los años 50 se consolidan y establecen en Lima la primera empresa de concreto premezclado, en la actualidad, la historia del concreto está estrechamente vinculada al uso del cemento aseveró Pasquel (2019), ya que durante mucho tiempo ha sido utilizado para brindar resistencia frente a los factores que pueden dañar una estructura.

Rivva (1992), nos indica el autor que es un producto que está compuesto por varias partículas que están embebidas y por lo tanto se forma una pasta que es un ligante.

El concreto se compone principalmente de cemento, agregado fino, agregado grueso y agua, que al combinarse forman una masa que, una vez endurecida, adquiere una estructura similar a la roca, en ese sentido otra vez Pasquel (2019) señaló que este proceso de endurecimiento se produce debido a la reacción química entre el cemento y el agua.

Con respecto a las propiedades del concreto, la baja proporción del agua que se emplee, nos da una serie de ventajas, como es en la resistencia a la flexión y compresión, menor permeabilidad, aumenta la resistencia a los cambios climáticos que puede dar una modificación del concreto.

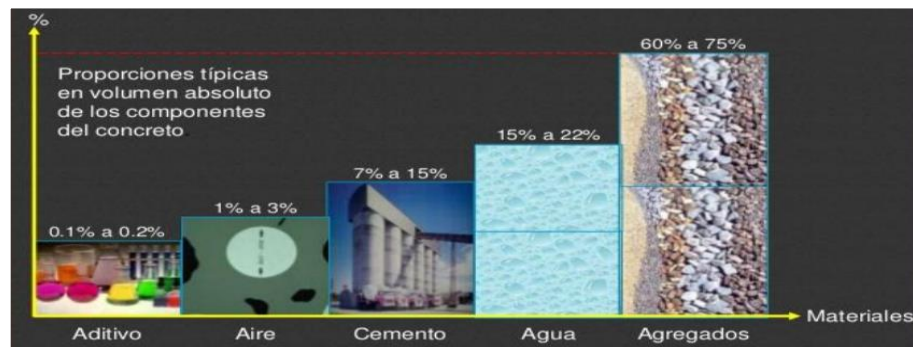
De acuerdo al tipo de estructuras en que se va a dar su aplicación Pasquel (2019) mencionó que con propósitos tales como de mejorar su aceleramiento, trabajabilidad, reducción del agua se da la utilización de aditivos, que nos da mejoras

determinadas en sus propiedades, y darnos un óptimo comportamiento del concreto o de acuerdo a consideraciones económicas.

En la figura 1 se muestra las proporciones típicas de los componentes del concreto.

**Figura 1**

*Proporciones del concreto*



*Nota.* Ing. Carlos Armando Barzola Gastelu – Fabricación y Control de Calidad

### 2.2.2. Propiedades del concreto

La selección de las proporciones de un cubo de concreto debe considerar las propiedades requeridas para su uso específico. Esto implica que el concreto debe ser adecuado para su fácil colocación, tener la densidad adecuada, ser resistente, duradero y cumplir con otras propiedades esenciales que son de gran importancia (Rivva, 1992).

### 2.2.3. La trabajabilidad

Todo concreto al momento de la colocación en obra, indicaron Carhuavilca et al. (2020), que deber ser manipulado fácilmente, esta es una propiedad muy importante para la mayoría de las aplicaciones, debe ser trabajable pero no de segregar, ni que produzca sangrado excesivo, en otras palabras, no debe existir una migración exagerado del agua hacia la superficie

### 2.2.4. Consistencia

La humedad de la mezcla es una característica importante que se define a través del grado de fluidez que presenta en el Cono de Abrams, siendo esta la propiedad más

utilizada para medirlo. Es importante destacar que a medida que aumenta la humedad de la mezcla, su fluidez durante la colocación también aumenta. Las Normas Alemanas clasifican el concreto en tres grupos según su consistencia (Carhuavilca et al., 2020).

- Concretos consistentes o secos
- Concretos plásticos
- Concretos fluidos.

#### **2.2.5. Resistencia**

La resistencia a la compresión del concreto durante los períodos de 7, 14, 21 y 28 días es una propiedad crucial en su etapa endurecida. Esta propiedad se define como la carga máxima que el concreto puede soportar antes de fracturarse. Por lo tanto, la resistencia a la compresión se utiliza como un indicador de calidad del concreto y su capacidad para soportar cargas importantes (Carhuavilca et al., 2020).

#### **2.2.6. Durabilidad**

Después de que el concreto se endurece, es importante que conserve sus propiedades a lo largo del tiempo, a pesar de estar expuesto a condiciones que podrían debilitarlo y hacer que pierda su resistencia estructural. En este sentido, podemos decir que el concreto debe ser duradero y capaz de resistir las condiciones ambientales a las que se ve expuesto debido a factores externos (Carhuavilca et al., 2020).

#### **2.2.7. Fisuración de concreto**

La empresa reconocida SIKA (2014), nos menciona que las fisuras en las estructuras de concreto sean reforzadas o no sean reforzados, siempre será una alarma de que algo está sucediendo, indicando que existe un problema estructural que se debería tomar con seriedad y dar una solución. A la vez podríamos relacionarlo con una pérdida de estética y su durabilidad puede verse afectado en un futuro ya que se por medio de la fisura puede filtrarse sustancias nocivas que pueden ocasionar daños en un futuro Las causas principales y prácticamente únicas de la fisuración son las siguientes: un mal curado, variaciones térmicas, ataques químicos, sobrecargas, errores de diseño y de construcción, así como asentamientos no uniformes.

### 2.2.8. Tipos de fisuras

#### a. Antes del endurecimiento

- Por causas de movimientos en plena ejecución: Movimiento de los encofrados o la base.
- Plásticas: Por asentamiento o por retracción plástica.
- Por la variación del clima (heladas tempranas).

#### b. Después del endurecimiento

- Estructurales: Falla de cálculo estructurales, por fluencia y sobrecarga accidentada.
- Térmicas: Variaciones estacionarias, cambios de clima, lo que puede ocasionar una contracción térmica muy temprana.
- Químicas: En la utilización de acero de refuerzo en corrosión.
- Físicas: Por desecación inmediata, por retracción por secado, por retracción de agregados.

### 2.2.9. Cómo prevenir fisuras en el concreto

Según Euclid Group (2019) las fisuras a diferencia de las grietas “no trabaja”, se puede dar alguna solución para estos casos y si se la cierra con algún método simple y practico no vuelve a aparecer:

- El subsuelo donde ira a soportar el vaciado del concreto deberá de estar en óptimas condiciones.
- Prevenir ante los cambios extremos de temperaturas que pueden suceder y tomar las medidas necesarias para prevenir los efectos dañinos que pueden ocasionar en el concreto, tanto en su procedimiento del vertido como a lo largo de su vida útil.
- Tener en cuenta el número de juntas necesarias.
- Los agregados tienen que estar libre de álcalis, para que así no se vea afectado la mezcla,
- El concreto al estar en un estado plástico, prevenir que se produzca la evaporación temprana de la humedad.
- Para minimizar los efectos de la contracción, sugerir el uso de fibra para que ayuden a minimizar estos daños que nos puede ocasionar serios problemas a futuro.

## 2.2.10. Ensayos sobre el concreto endurecido

### 2.2.10.1. Ensayo de resistencia a la compresión

El diseño que se tenga para que el concreto obtenga una variedad de sus características y para que cumpla con los requerimientos para el diseño de una estructura. El ensayo de compresión es uno de los cuales nos demostrara la resistencia del concreto señaló Euclid Group (2019) a lo cual se mide fracturando probetas en forma cilíndrica de estas mismas en una máquina de ensayos.

El cálculo se realiza mediante la aplicación de una carga en la probeta y dividiéndola por el área donde se aplica. Las unidades de medida pueden ser en libras-fuerza por pulgada cuadrada (psi) utilizadas en Estados Unidos o en megapascales (MPa) en el sistema internacional SI.

Las recomendaciones para obtener mejor resistencia, nos menciona Gonzales y Monge (2011) debe ser basado en la norma ASTM C-31, esta nos indica la norma, las pruebas de las probetas cilíndricas y estén en aceptación, las dimensiones que deben cumplir son de 6X12 in (150x300mm) o 4 x 8 in (100 x 200 mm).

En la figura 2 se muestra el trabajo con probetas concluyendo que las probetas de menor tamaño son más fáciles de elaborar y su manipulación es más práctica de manipular en campo y en laboratorio.

#### Figura 2

*Ensayo de resistencia a la compresión*



*Nota.* Elaboración propia

### 2.2.10.2. Ensayo de resistencia a la flexión en paneles circulares

Gonzales y Monge (2011) también mencionan la norma ASTM C1550 e indican que este método de prueba cubre la determinación de la flexión tenacidad del concreto reforzado con fibra expresado como energía absorción en el rango post-crack utilizando un panel redondo compatible en tres pivotes simétricamente dispuestos y sometidos a un punto central de carga.

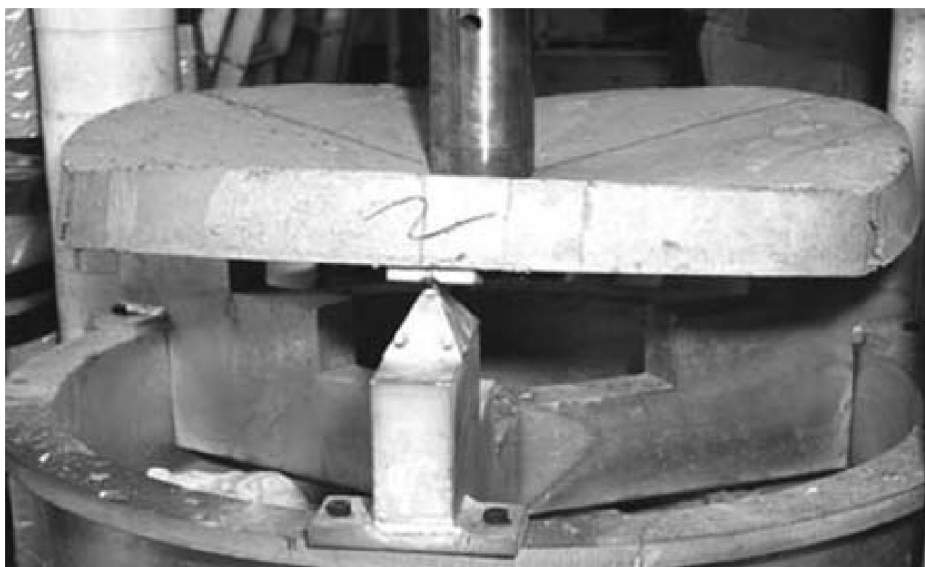
El comportamiento posterior al agrietamiento de los elementos estructurales de concreto reforzado con fibra en forma de placa está bien representado por un espécimen de prueba de panel redondo cargado centralmente que simplemente se apoya en tres pivotes dispuestos simétricamente alrededor de su circunferencia (Bernard, 2004).

Dicho panel de prueba experimenta una flexión biaxial en respuesta a una carga puntual central y detalla un modo de falla que está relacionado con el comportamiento insitu de las estructuras.

Figura 3 se observa el rendimiento posterior al agrietamiento de los paneles redondos sujetos a una carga puntual central puede representarse por la energía absorbida por el panel hasta una desviación central específica (D'Amico, 2012).

#### Figura 3

*Ensayo de resistencia a la flexión*



Nota. Adaptado de Norma ASTM C1550 (2020) del sitio web <https://www.astm.org/c1550-20.html>



Figura 4 se puede observar que se puso en práctica la información respecto a la resistencia, por lo que se procedió a realizar un ensayo a la flexión

#### **Figura 4**

*Ensayo de resistencia a la flexión*



*Nota.* Obtenido del trabajo en campo.

Figura 5 demuestra que se dio inicio a las pruebas de panel de concreto circular. En ese sentido, para realizar los ensayos en los paneles circulares, Gonzales y Monge (2011) indicaron que se deben seguir las especificaciones de la norma ASTM C1550, (American Society for Testing and Materials C1550, 2020) que establece las dimensiones del molde a utilizar. De acuerdo con la norma mencionada, el molde debe tener una medida interna de 800 mm, con una tolerancia de variación de 10 mm, y una profundidad de 75 mm. Es importante asegurarse de que el molde cumpla con estas medidas para garantizar la precisión y la validez de los resultados obtenidos durante el ensayo.

**Figura 5***Panel de concreto circular*

*Nota.* Obtenido del trabajo en campo.

Figura 6 se observa la forma de un molde para hacer paneles circulares los cuales fueron adquiridos para realizar este estudio.

**Figura 6***Molde de panel circular*

*Nota.* Obtenido del trabajo en campo.

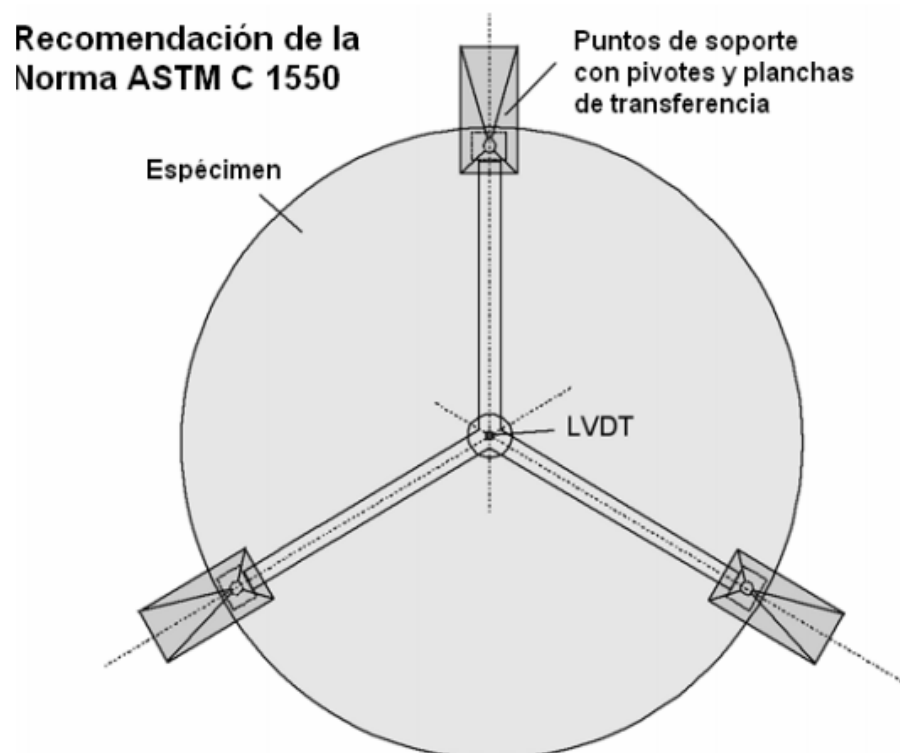
Según Bernard (2002), en su investigación, indicó que no es correcto hacer una correlación con los resultados que nos muestra los paneles y vigas. En la práctica que se da hoy en día, los ensayos que se realizan en vigas se usan para podernos determinar la resistencia residual, en cuanto a los ensayos sobre paneles, se usan para hacer un control de calidad de la estructura.

Se ha verificado, que para los resultados de esta prueba influye el espesor, mientras que las variaciones del diámetro tienen una menor influencia. Para el traslado de una placa circular no es un problema porque hoy en día se dispone de equipos para poder trasladar objetos pesados.

Figura 7, tomando en consideración con respecto a este método y la confiabilidad que nos da y por consiguiente la reducción del número de unidades requeridas por ensayos, es de mucha preferencia; respecto al uso de vigas en donde el número de muestras y el costo es mayor.

### Figura 7

*Vista superior de montaje*



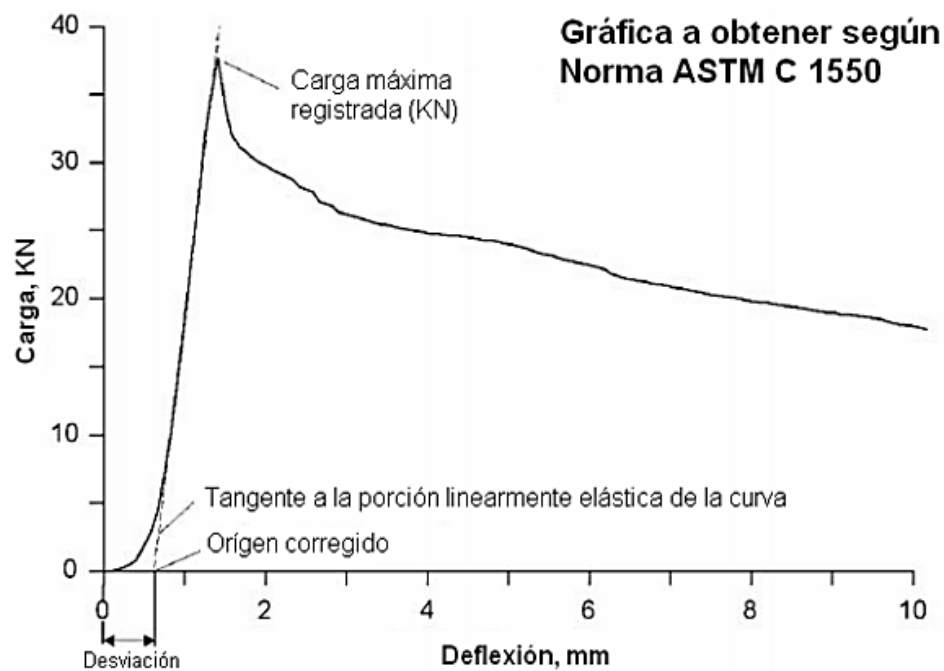
Nota. Adaptado de Norma ASTM C1550 (2020) del sitio web <https://www.astm.org/c1550-20.html>

Según nos indica la norma Gonzales y Monge (2011) el ensayo nos da una respuesta flexional biaxial, un modo de falla que está relacionado con respecto al comportamiento insitu de las estructuras, como en el caso de taludes y túneles donde se hace el uso de concreto lanzado.

Figura 8, Complementariamente, se muestra una curva típica, que es el resultado del ensayo, en donde se correlaciona la carga que se está aplicando con las deflexiones resultantes, y donde se puede observar una zona integrada que se define como el área que está bajo la curva de referencia.

**Figura 8**

*Estimación del verdadero origen de la curva de desviación de carga*



*Nota.* Adaptado de Norma ASTM C1550 (2020) del sitio web <https://www.astm.org/c1550-20.html>

Al momento de la aplicación de la carga a la muestra mediante un pistón de acero hemisférico utilizando tres pivotes de colocación simétrica como soporte, nos produce una variabilidad en los resultados con respecto a la energía absorbida hasta un nivel de deflexión central determinado, para un conjunto de ensayo de paneles, en donde nos genera las características a causa de la ruptura que se genera (ASTM C 1550, 2020)

Por tal motivo en nuestro caso, en el rango de post-fisuración se mide el rendimiento que se da en las muestras en términos de energía absorbida o tenacidad flexional, que es medido entre el inicio de la aplicación de la carga y el valor que se considera para la deflexión central.

En resumen: A medida que se va ejecutando el proceso de aplicación de la carga, se pueden registrar las deformaciones en el centro del panel, por el cual es posible el trazo de la curva carga- deflexión, que es posteriormente integrada para la obtención de la curva energía vs deflexión. La única desventaja es que los resultados obtenidos, no es conveniente usarlo como parámetros de diseño.

### **2.2.11. Fibras en el concreto**

#### **2.2.11.1. Incorporación de fibras al de concreto en la historia**

Montalvo (2015) De acuerdo con el autor del estudio, la práctica de reforzar materiales con fibras se ha llevado a cabo durante muchos años. Por ejemplo, en la antigüedad se agregaba paja a los ladrillos para aumentar su resistencia y mejorar su manejo después de su cocción. Además, se han utilizado materiales como la crin de caballo y esteras de yeso para reforzar construcciones precarias y prevenir la aparición de fisuras a largo plazo. La adición de fibras naturales en materiales de construcción no es algo nuevo, ya que se ha utilizado desde hace siglos, incluso en la experimentación de refuerzos discontinuos como clavos, segmentos de cables y ganchos. En el caso del asbesto, aunque se utilizaba para conferir resistencia al material, su uso fue discontinuado debido a sus efectos nocivos en la salud humana, y se reemplazó por otros materiales.

#### **2.2.11.2. Concepto de refuerzo del concreto con fibras**

MACCAFERRI (2013), Las fibras, sean naturales o sintéticas, son hilos delgados y alargados que se utilizan para fortalecer una estructura sin alterar sus componentes. Según el Manual de SIKA (2014), las fibras se definen como filamentos que pueden ser rectilíneos o perfilados axialmente y tener una sección circular, rectangular o variada, específicamente diseñados para su uso en el concreto. Su objetivo principal es evitar la aparición y propagación de fisuras en elementos estructurales como pavimentos, pisos, concreto proyectado y revestimiento de túneles.

El American Concrete Institute ACI 544.1R, (ACI, 2002), define el concreto reforzado con fibras como una combinación de cemento, agregados finos y gruesos, junto con fibras metálicas discretas y discontinuas. En términos sencillos, se puede

entender como un tipo de concreto que presenta una mayor capacidad de deformación, resistencia al impacto, absorción de energía y resistencia a la tracción debido a la inclusión de fibras. Sin embargo, el grado de mejora en estas propiedades puede variar considerablemente dependiendo de la cantidad y el tipo de fibras utilizadas en la mezcla.

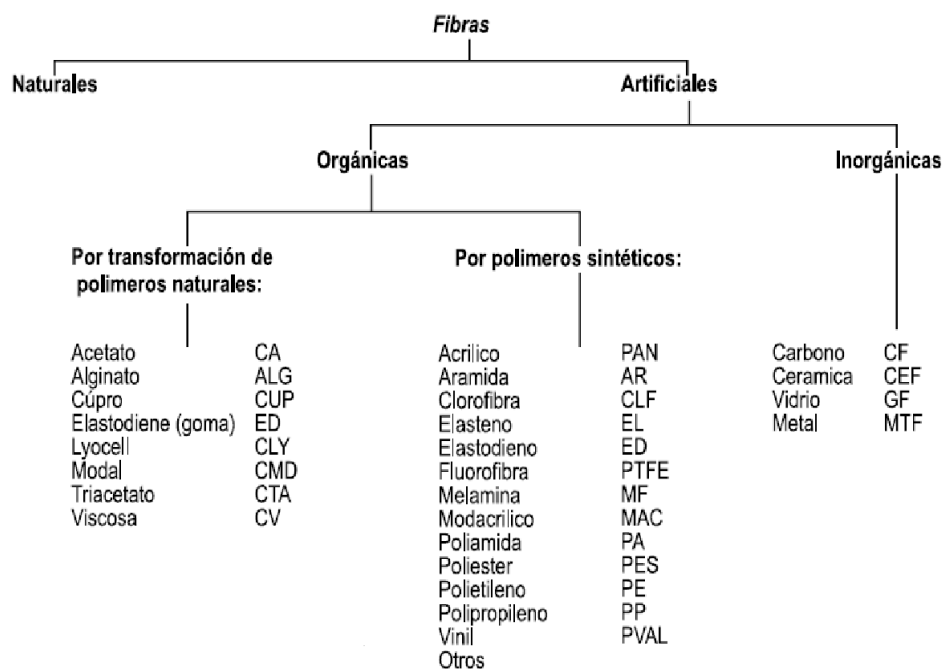
### 2.2.11.3. Tipos de fibras

Para la utilización de fibras en el concreto, existen tipos diferentes de acuerdo con la materia prima por la que están fabricadas.

Figura 9, a continuación, se presenta un cuadro que representara la clasificación de fibras por The International Bureau For Standardisation of Man-made Fibres (BISFA, 2023)

**Figura 9**

*Clasificación de las Fibras por BISFA*



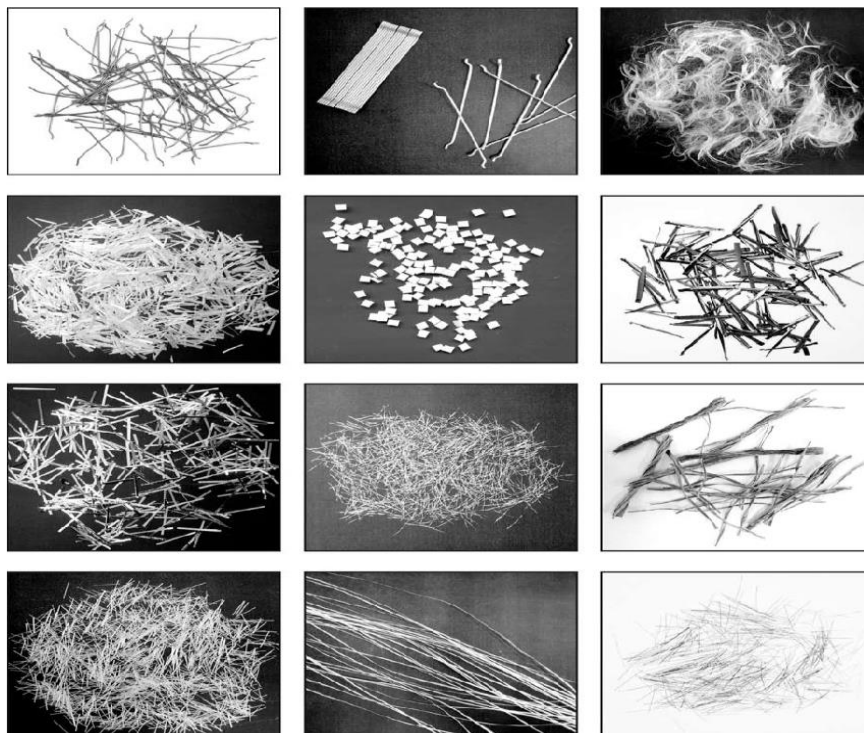
*Nota.* Adaptado de The International Bureau for Standard disation of man-made Fibers (2023) del sitio web <https://bisfa.org/generic-fibre-names/>

La figura 10 muestra un cuadro con los tipos s de fibras más usadas en concreto, como las acrílicas, carbón, nylon, poliéster, polietileno y polipropileno. Las fibras

sintéticas pueden reducir la contracción plástica y, consecuentemente, la fisuración; además pueden ayudar al concreto después que se fisura.

### Figura 10

*Algunos tipos de fibras*



*Nota.* Adaptado de Hidalgo y Bornad (2017) del sitio web [https://www.researchgate.net/figure/Figura-3-Algunos-tipos-de-fibras-usados-en-el-mercado-MACCAFERRI-2007\\_fig2\\_323453303](https://www.researchgate.net/figure/Figura-3-Algunos-tipos-de-fibras-usados-en-el-mercado-MACCAFERRI-2007_fig2_323453303)

Las propiedades de las fibras más utilizadas se muestran en el cuadro 1, y se pueden observar algunas diferencias entre ellas, especialmente en cuanto a la resistencia a la tracción y al alargamiento en la rotura Antillon (2016), indicó que es aconsejable que las fibras estructurales tengan un módulo de elasticidad al menos tres veces mayor que el del concreto.

Figura 11 se puede apreciar las características de las fibras, las fibras metálicas tienen un módulo de elasticidad que es aproximadamente siete veces mayor que el del concreto.

**Figura 11***Características de las fibras*

Fibras	Diámetro (μm)	Densidad (10 <sup>3</sup> kg/m <sup>3</sup> )	Modulo elástico (kN/mn <sup>2</sup> )	Resistencia a tracción (kN/mn <sup>2</sup> )	Elongación a ruptura (%)
Acero	5 - 500	7,84	200	0,5 - 2	0,5 - 3,5
Vidrio	9 - 15	2,60	70 - 80	2-4	2 - 3,5
Amianto	0,02 - 0,04	3,00	180	3,30	2 - 3
Polipropileno	20 - 200	0,90	5 - 7	0,5 - 0,75	8
Nylon	-	1,10	4	0,90	13 - 15
Polietileno	-	0,95	0,30	0,0007	10
Carbono	9	1,90	230	2,60	1
Kevlar	10	1,45	65 - 133	3,60	2,1 - 4
Acrílico	18	1,18	14 - 19,5	0,4 - 1	3

*Nota.* Adaptado del manual de Adaptado de Hidalgo y Bornad (2017) del sitio web [https://www.researchgate.net/figure/Figura-3-Algunos-tipos-de-fibras-usados-en-el-mercado-MACCAFERRI-2007\\_fig2\\_323453303](https://www.researchgate.net/figure/Figura-3-Algunos-tipos-de-fibras-usados-en-el-mercado-MACCAFERRI-2007_fig2_323453303)

**2.2.12. Cemento**

El cemento es una sustancia que tiene la capacidad de unir partículas minerales mediante sus propiedades de cohesión y adherencia, creando una masa compacta.

En la figura 12 se observa el tipo de cemento portland, esta mezcla se compone de materiales como la cal, la arcilla y otros que contienen sílice (Niño 2010).

**Figura 12***Cemento Portland Puzolánico Tipo IP*

*Nota.* Adaptado de Cementos Lima S.A.A (2023) del sitio web [https://www.cementosol.com.pe/img/FICHA\\_TECNICA\\_CEMENTO\\_SOL.pdf](https://www.cementosol.com.pe/img/FICHA_TECNICA_CEMENTO_SOL.pdf)



### **2.2.13. Cemento Pórtland**

Según la Norma Técnica Peruana NTP.334.009, el cemento Pórtland es un tipo de cemento hidráulico obtenido mediante la pulverización del Clinker, que está compuesto principalmente por silicatos de calcio hidráulicos. En el proceso de molienda, es común añadir aditivos de sulfato de calcio para obtener un polvo fino de color verde. Al mezclar este polvo con agua, se forma una pasta maleable y moldeable. Después de fraguar y endurecer, la pasta adquiere una alta resistencia y durabilidad (Torres, 2004).

### **2.2.14. Cemento Pórtland puzolánicos:**

Se conoce como cemento con puzolana a aquel que contiene una mezcla de Clinker Pórtland y puzolana, con la adición de sulfato de calcio durante la pulverización conjunta. La cantidad de puzolana en la mezcla debe oscilar entre el 15% y el 50% del peso total. En términos generales, se consideran puzolanas a aquellos materiales de naturaleza silico-aluminosa, ya sean naturales o sintéticos, que, aunque carecen de actividad hidráulica y de propiedades aglomerantes por sí solos, contienen elementos que, en presencia de agua y a temperatura ambiente, reaccionan con el hidróxido de calcio para crear compuestos estables insolubles en agua que actúan como aglutinantes hidráulicos (Niño 2010).

### **2.2.15. Ventajas de adquirir el cemento a granel**

- La compra de cemento es más económica, y se requiere menos mano de obra para su descarga, almacenamiento y manipulación.
- El costo se reduce al no usar bolsas, lo que evita su deterioro.
- La productividad de la obra se incrementa al disponer del cemento de inmediato.
- El riesgo de robo es mínimo.
- Abandonando los envases evitamos la contaminación del medio ambiente, cuidando así nuestro planeta.

### **2.2.16. Tipos de cemento**

Según nos indica la Norma Técnica Peruana 334.009 (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2006) estos serían los tipos de cemento:

- Tipo I, es de uso más amplio y es destinado a obras de concreto en general en todo tipo de obras civiles (edificios, estructuras industriales entre otros).
- Tipo II, es también para obras de concreto en general, pero que son expuestas a sulfatos, pero en forma moderada (puentes, tuberías de concreto).
- Tipo III, cuando se requiere una alta resistencia o se necesita que la estructura reciba cargas tempranamente o el desencofrado a los pocos días.
- Tipo IV, de bajo calor de hidratación, y por lo cual no debe darse dilataciones durante el proceso de fraguado, se da en grandes presas por gravedad.
- Tipo V, usado donde requiera una alta resistencia al ataque de los sulfatos (canales, alcantarillas, obras portuarias).

### 2.2.17. Los cementos en el Perú

La figura 13, muestra el mapa del Perú con la influencia geográfica de las empresas cementantes en el país.

**Figura 13**

*Zonas de influencia geográfica de las empresas cementantes*



*Nota.* Adaptado de PUCP – Sector Cementero <http://hdl.handle.net/20.500.12404/21816>

### 2.2.18. Agua

El agua es una materia prima fundamental en la elaboración del concreto y debe cumplir con los estándares establecidos por la Norma NTP.339.088. (2006) Se recomienda utilizar agua potable siempre que sea posible.

### 2.2.19. Agregados

El reglamento nacional de edificaciones E.060 define los agregados como materiales compuestos por fragmentos naturales o artificiales, como arena, grava, piedra triturada o escoria de hierro proveniente del proceso de alto horno. Estos materiales se utilizan en combinación con un agente aglutinante para producir concreto o mortero hidráulico.

La figura 14 muestra los agregados empleados deben tener las características que benefician a incremento de las propiedades del concreto que están embebidos en la pasta, la cual destaca la trabajabilidad y nos ayuda para el desarrollo de la resistencia.

**Figura 14**

*Agregado grueso*



*Nota.* Obtenido del trabajo en campo.

### **2.2.20. Aditivos**

Un aditivo se considera como una sustancia que no es agua, agregado o cemento y que se utiliza como un ingrediente del concreto. Se agrega antes o durante el proceso de mezclado con el propósito de cambiar las características físicas de los materiales en su estado fresco (Rivva, 1992).

Los aditivos son componentes que se agregan durante la mezcla del concreto con el propósito de modificar algunas de sus propiedades y hacerlo más adecuado para su uso. Estos aditivos se agregan durante el mezclado para permitir un mejor desempeño en la elaboración, transporte y puesta en obra del concreto, así como para reducir costos y mejorar la economía de la mezcla mediante cambios en la composición o proporciones de los materiales. Es importante destacar que la adición de aditivos no autoriza la modificación del contenido de cemento en la mezcla.

### **2.2.21. Fibras metálicas**

Las fibras metálicas son un tipo de aditivo que va añadido a la mezcla del concreto y se distribuye para poder brindar un mejor resistencia para el control del agrietamiento después que el concreto se ha endurecido, por lo que su utilización va dirigido mayormente a pisos de concreto en donde están sometidos a cargas elevadas, como también a lineamientos de túneles, estabilización de taludes, y por lo cual nos brindan ductilidad al concreto como la resistencia a la fatiga, cortante al impacto.

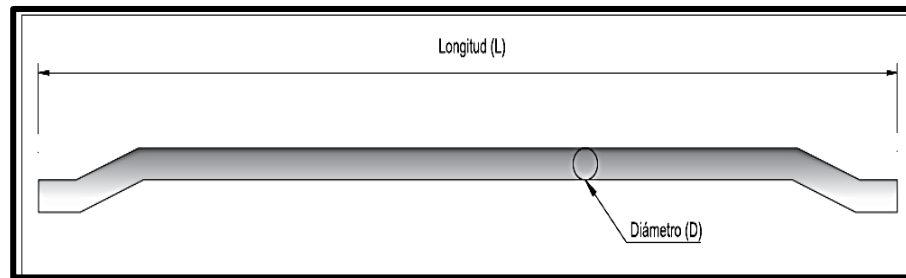
### **2.2.22. Clasificación de fibras metálicas**

Las fibras metálicas se clasifican según diversas características, tal y como señalo el ASSTM A820/A820M-06 (2011) como su geometría, propiedades físicas, químicas, mecánicas y el proceso constructivo en el que se utilizan. Estas fibras son productos de acero que se caracterizan por tener una dimensión predominante en comparación con las demás, una superficie uniforme o trabajada, y se emplean como refuerzo en el concreto. Pueden ser rectas o dobladas para poder dispersarse de manera homogénea en la masa sin alterar sus propiedades geométricas

La figura 15 indica la longitud (L), forma y diámetro equivalente son características geométricas que definen a la fibra metálica. La norma ASTM A820 establece la simbología A para el área de la sección transversal, D para el diámetro, Fu para el esfuerzo de tensión último, L para la longitud, De para el diámetro equivalente y  $\lambda$  para la relación de aspecto (Longitud/Diámetro Equivalente).

## Figura 15

### Característica de la fibra metálica



*Nota.* Adaptado del manual de Adaptado de Hidalgo y Bornad (2017) del sitio web [https://www.researchgate.net/figure/Figura-3-Algunos-tipos-de-fibras-usados-en-el-mercado-MACCAFERRI-2007\\_fig2\\_323453303](https://www.researchgate.net/figure/Figura-3-Algunos-tipos-de-fibras-usados-en-el-mercado-MACCAFERRI-2007_fig2_323453303)

El diámetro equivalente de las fibras metálicas puede variar según su forma transversal y método de construcción. La relación de aspecto ( $\lambda = L/D_e$ ) indica la esbeltez de la fibra, es decir, si es más larga y tiene un diámetro equivalente más pequeño, será más esbelta y se requerirán más fibras por unidad de masa.

ASTM A820/A820M-06 (2011) señaló que la norma nos ofrece una clasificación basada de acuerdo con el medio de producción de la fibra metálica:

#### 2.2.22.1. Tipo I

Son alambres estirados en frío, se especifican por el diámetro o diámetro equivalente y longitud, que establecen una relación de aspecto especificada (ASTM 2011).

La ecuación 1 permite observar la relación que se especifican por el diámetro o diámetro equivalente y longitud (*referido a la ecuación 1*)

$$\lambda = \frac{l}{d}; \lambda_e = \frac{l}{d_e}; \lambda_n = \frac{ln}{d_e} \quad (1)$$

En donde:

- $\lambda$  = relación de aspecto
- $\lambda_e$  = relación de aspecto especificada
- $d_e$  = diámetro equivalente
- $d$  = diámetro
- $\lambda_n$  = relación de aspecto nominal
- $L$  o  $Ln$  = longitud

### 2.2.22.2. Tipo II

Son fibras cortadas, y se especifican por espesor (t), ancho (w) y longitud nominal (ln) después de la deformación.

La ecuación 2, muestra la relación de aspecto nominal ( $\lambda_n$ ) se puede calcular de la siguiente manera:

$$\lambda = \frac{l}{de} = \frac{l}{\frac{4A}{\pi}} = \frac{l}{\frac{4t.w}{\pi}} \quad (2)$$

En donde:

A = Área de la sección (t.w)

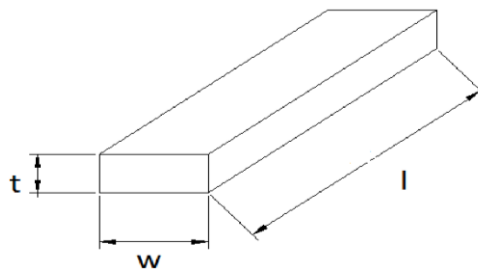
De = diámetro equivalente de una fibra de sección diferente a la circular

A = área de sección transversal de la fibra (t.w)

Figura 16 muestra que con respecto a las fibras deformadas (tipo II) ASSTM A820/A820M-06 (2011) láminas cortadas, en todos los casos el espesor de estas es casi la misma, longitud nominal y la sección transversal, es de acuerdo con el uso que se le va a dar.

**Figura 16**

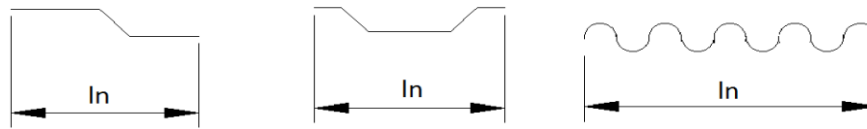
*Fibra Tipo II*



*Nota.* Adaptado de ASTM 820 (2021) del sitio web <https://www.astm.org/standards/a820>

Figura 17, muestra las formas de las fibras metálicas conforme a su longitud.

**Figura 17**  
*Formas de fibras metálica*



*Nota.* Adaptado de ASTM 820 (2021) del sitio web <https://www.astm.org/standards/a820>

### 2.2.22.3. Tipo III Fundido y Tipo IV

Las fibras obtenidas de la fundición, al igual que otras fibras, se distinguen por tener diferentes diámetros equivalentes ( $D_e$ ) y longitudes ( $L$ ).

Ecuación 3 muestra que el diámetro equivalente se determina al calcular el promedio del largo y el peso de una cantidad determinada de fibras (ASTM 2011).

$$\lambda_n = \frac{ln}{d_e} = \frac{l}{d_e} \quad (3)$$

### 2.2.22.4. Tipo V

Las fibras de alambre modificadas estiradas en frío se caracterizan por tener diferentes diámetros equivalentes ( $d_{e-r}$ ) y longitudes ( $l$ ), o longitud nominal (ASTM 2011).

La ecuación 4 muestra que el diámetro equivalente se calcula utilizando el siguiente método:

$$\lambda_{n-r} = \frac{l_n}{d_{e-r}} = \frac{l}{d_{e-r}} \quad (4)$$

En el presente trabajo se utilizarán el uso de las fibras metálicas del tipo I

### 2.2.23. Usos en la actualidad

En la industria de la construcción existe un amplio campo en donde se hace su adición como refuerzo para el concreto, en su estudio Jun-Ho et al. (2017), experimentaron en

pavimentos, teniendo resultados formidables, a continuación, mencionaremos en los siguientes casos

### 2.2.23.1. Pisos y pavimentos

Figura 18, muestra los trabajos realizados, en el área perteneciente a Logiminsa.

#### Figura 18

*Losa de Almacén Logiminsa*



*Nota.* Obtenido del trabajo en campo.

Su dosificación de fibra metálica puede variar de acuerdo en la práctica varía entre los 15 Kg/m<sup>3</sup> y 30 kg/m<sup>3</sup> de concreto.

Figura 19, muestra como está finalizando el vaciado de concreto, en ese sentido lo que se observa es el acabado que se le va a dar a la losa de concreto y la efectividad del trabajo realizado.



**Figura 19**

*Dando el acabado a la losa de concreto*



*Nota.* Obtenido del trabajo en campo.

Figura 20 muestra el vaciado de la losa de concreto desde una respectiva más completa.

**Figura 20**

*Losa de concreto - vaciado*



*Nota.* Obtenido del trabajo en campo.

Figura 21, muestra en imagen como se desarrolla la losa de concreto teniendo cargas vehiculares.

**Figura 21**

*Losa de concreto con cargas vehiculares*



*Nota.* Obtenido del trabajo en campo.

#### **2.2.23.2. Concreto proyectado**

Hoy en día son muchos los campos en donde el concreto proyectado reforzado con fibra metálica es utilizado en la industria de la construcción debido a su alto rendimiento que se proyecta automáticamente y a la vez que reduce el rebote del concreto y los costos laborales. Señalaron Jun-Ho et al. (2017) la facilidad de su implementación, y las ventajas que ofrece a distintas obras hoy en día nos da a mejorar en:

- Obras subterráneas (Túneles)
- Industrias Mineras
- Muros de contención
- Cubierta de Taludes
- Consolidación de excavaciones para fundaciones
- Trabajos de Saneamiento.
- Muelles y diques
- Cisternas y tanques de agua
- Paraboloides, domos geodésicos y cascarones
- Canales y drenajes
- Estabilización de taludes

Figura 22, en esta imagen muestra la aplicación del concreto proyectado.

**Figura 22***Aplicación de Concreto Proyectado*

*Nota.* Manual Técnica - Maccaferri

**2.2.23.3. Prefabricados**

La figura 23 muestra otro campo en la utilización de fibras metálicas, las que son en los prefabricados, indicaron Jun-Ho et al. (2017) es empleado ese método en:

- Paredes prefabricados
- Paneles de cierre prefabricados
- Tuberías
- Dovelas para túneles
- Tanques de agua
- Elementos resistentes al fuego.

**Figura 23***Dovelas*

*Nota.* Adaptado del Manual de Maccaferri (2013) <https://storage.googleapis.com/maccaferri-2-storage/23110548-1b22-4d6f-be4c-234431229081>

#### 2.2.23.4. Fibras Wirand Ff3

Maccaferri (2009), como especialistas indicaron que son producidas a partir de fibras de hilos de acero, cuando son adicionado al concreto, actúan como una armadura tridimensional, gracias a su aporte evita la propagación de fisuras, evitando que estas aparezcan, al proporcionar un mejor comportamiento su resultado en la industria de la construcción nos da una mejor calidad y rendimiento.

La nomenclatura que se sigue para la diferenciación, son la siguiente:

- FF = Fiber flooring –fibra para pisos
- FS = Fiber shotcrete – fibra para concreto lanzado

**Tabla 1**

*Especificaciones técnicas*

<b>FF3</b>		
<b>Propiedades físicas</b>	<b>Unidad</b>	
Relación L/d (largo/diámetro)	-	7
Diámetro	M	75
Largo	M	0
Propiedades mecánicas		
Resistencia a la tracción del acero	Apa	1200
Deformación en la ruptura	%	4
Modulo elástico	Apa	10000
Aplicación		
Campos de aplicación	Pavimentos y prefabricados	
Numero de fibras por kilogramo	5767	

*Nota.* Adaptado de la Hoja técnica de Maccaferri (2013)

#### 2.2.23.5. Ventajas de fibras metálicas al concreto

- Reduce la Fisuración
- Mayor resistencia al punzonamiento
- Menor fragilidad por variación de cargas
- Mayor ductilidad
- Menor permeabilidad
- Disminución en la cantidad de uniones (en pavimentos y losas).
- Ahorro en los costos de almacenamiento (ya que no se necesitan espacios amplios).

- Aumento de la resistencia a la flexión y tracción (en losas y pavimentos).
- Mejoran la distribución de esfuerzos internos.

#### **2.2.23.6. Desventajas de fibras metálicas al concreto**

- Las fibras metálicas no son rígidas cuando están incrustadas en el concreto.
- El tiempo necesario para la preparación del concreto es mayor.
- El uso excesivo de vibración puede causar la aparición de protuberancias.
- Se requiere una mayor capacidad de compactación en comparación con el concreto convencional.

#### **2.2.23.7. Recomendaciones de uso fibra wirand ff3.**

Según Maccaferri (2009) , de acuerdo a la experiencia en este tipo de proyectos se puede recomendar lo siguiente:

- Para garantizar una distribución uniforme de las fibras de refuerzo, se recomienda utilizar una curva granulométrica bien graduada que incluya una cantidad adecuada de finos.
- La adición de fibras puede reducir la fluidez de la mezcla en comparación con una mezcla sin fibras metálicas en un rango de 1" a 4". Por lo tanto, se recomienda preparar una mezcla de concreto fresco con una fluidez (slump) de entre 6" a 8" para asegurar una trabajabilidad adecuada al colocar el concreto en la losa. Además, se recomienda utilizar una vibración uniforme, como la proporcionada por una regla vibratoria, en la mayoría de las aplicaciones que utilicen fibras metálicas como refuerzo.
- Cuando el agregado fino en los concretos fibroreforzados contiene una gran cantidad de finos que pasan a través de la malla 200 y se introduce una cantidad masiva de fibras en la mezcla, puede generar la formación de grupos de fibras (pelotones) en el estado fresco de la mezcla. Por lo tanto, se debe realizar la incorporación gradual de las fibras en la mezcla para evitar este problema.

### 2.2.24. Pavimentos

Se llama así a un conjunto de capas que van apoyadas en toda una superficie, que está preparada para soportar todo tipo de cargas durante un determinado periodo de diseño, se puede revestir de distintos materiales, deberá presentar una resistencia adecuada ante la intemperie y otros factores de que indica la norma NORMA CE. 010. (Lujan, 2022)

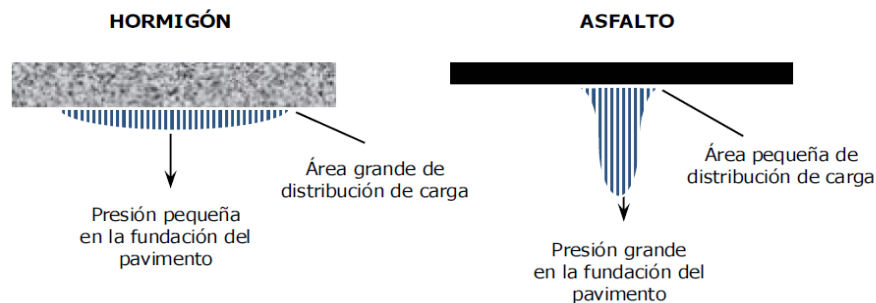
#### 2.2.24.1. Clasificación de pavimento

Nos indica la norma, AASHTO-93 analizado por Hong & Prozzi (2006) que se clasifican en pavimentos rígidos y pavimentos flexibles.

La figura 24 muestra que las cargas que transmiten son muy diferentes.

**Figura 24**

*Comportamiento de pavimentos con carga*



*Nota.* Adaptado de AASHTO-1993 (2023) del sitio web <https://la.astm.org/es/standards/aashto/> DOC. ASHTO

### 2.2.25. Losa

Farfán et al. (2019) indicaron que la capa superior del pavimento está compuesta por concreto hidráulico, lo que significa que su capacidad de carga se basa principalmente en la losa y no en la subrasante debido a la rigidez y alto módulo de elasticidad del material, sin la necesidad de una capa de base.

### **2.2.26. Sub-Base**

El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2006) respecto a las normas técnicas peruanas indicaron que la subbase del pavimento es responsable de soportar y distribuir uniformemente las cargas que se aplican a la superficie de rodadura. Al hacerlo, permite que la subrasante absorba las variaciones que puedan afectar a la subbase, controlando los cambios de volumen y elasticidad que podrían dañar el pavimento. En resumen, la subbase es crucial para proteger el pavimento y garantizar su durabilidad.

### **2.2.27. Sub-Rasante**

Se refiere a la capa inferior del pavimento, que es la encargada de soportar la estructura de este y distribuir las cargas uniformemente en la subrasante, evitando que ésta sufra deformaciones. Esta capa puede ser formada por cortes o rellenos y debe ser compactada para cumplir con las especificaciones de diseño en cuanto a su sección transversal y pendiente, señalaron Farfán et al. (2019) que la calidad de la subrasante determina el espesor del pavimento, ya que debe ser resistente, incompresible e inmune a la expansión y contracción por efectos de la humedad. En resumen, el diseño del pavimento consiste en ajustar la carga de diseño por rueda a la capacidad de la subrasante, de acuerdo con lo establecido en la norma CE.010.

#### **2.2.27.1. Cargas para un pavimento rígido**

Hoy en día el tránsito para pisos industriales es muy severo, incluyendo cargas de gran magnitud que pueden ser estáticos o en movimiento, vehículos, estructuras, etc señalaron Farfán et al. (2019).

#### **2.2.27.2. Cargas vehiculares**

La figura 25 se sabe de la subestimación del peso real de los vehículos en el diseño estructural de pavimentos, y la necesidad de controlar el peso de los vehículos esta figura muestra los tipos de cargas vehiculares entre ellos tenemos autos, volquetes y maquinaria pesada, montacargas.



**Figura 25**

*Vista de volquetes sobre el pavimento rígido*



*Nota.* Obtenido del trabajo en campo.

**2.2.27.3. Cargas distribuidas**

La figura 26 es para mostrar la carga, sin embargo, desde un punto de vista mecánico, la carga aplicada a los pavimentos está directamente relacionada con el peso y las dimensiones de los vehículos que transitan sobre éstos, por lo que se refiere a cargas repartidas no puntuales.

**Figura 26**

*Apilado de mineral - carga*



*Nota.* Obtenido del trabajo en campo.



#### 2.2.27.4. Cargas lineales

Figura 27, muestra la importancia de establecer y controlar el peso de los vehículos pesados este se deriva, entre otros aspectos, del efecto que éste tiene sobre el deterioro de los pavimentos Fuerzas distribuidas linealmente.

**Figura 27**

*Cargas Lineales*



*Nota.* Obtenido del trabajo en campo.

#### 2.2.27.5. Diseño de un pavimento rígido

Para el diseño del pavimento rígido se ha empleado el método de la AASHTO (1993), lo cual consiste básicamente de una losa de concreto simple o armada, apoyado directamente sobre una base o subbase.

#### 2.2.27.6. Sub – rasante

Siendo un pavimento de concreto esta soportará considerablemente la resistencia a la flexión, tal y como señalaron Farfán et al. (2019), por lo cual tendrá una alta capacidad para distribuir las cargas uniformemente y por tal motivo las presiones ejercidas serán mínimas debajo del pavimento, por lo tanto, en consecuencia, no es necesario una subrasante resistente para los pavimentos de concreto.

### 2.2.27.7. Capa de sub – base

Farfán et al. (2019) indicaron que en el diseño de un pavimento rígido (patio de maniobras y estacionamientos) de tráfico ligero, para un apoyo uniforme de la losa y reducir los cambios a consecuencias por los cambios de volumen que pueden ocurrir, se recomienda una capa de subbase granular en el suelo o subrasante y reducir la expulsión de agua y suelo en suspensión de la explanada a través de juntas y grietas y a lo largo de los bordes del pavimento (bombeo).

Es importante recalcar que, la resistencia y su rigidez del concreto, los esfuerzos que transmitirán a la subbase ya sean muy pequeños, la resistencia no suele ser algo exigente, pero el trabajo de la losa sobre donde estará apoyado debe estar en óptimas condiciones por ser un servicio del pavimento que brindara durante toda la vida útil.

### 2.2.27.8. Módulo de reacción k del terreno

Para mejorar, Acevedo y Henao (2017) indicaron que, una característica del terreno, se recomienda la construcción sobre la subrasante, una subbase con la finalidad de aumentar su valor de soporte del terreno.

El valor de soporte de la subrasante o de la subbase, donde esta última es utilizado, se determina de acuerdo con el “Modulo de Reacción de la subrasante”. El Módulo de Reacción “K” expresa la resistencia del suelo de la subrasante a ser penetrado por efecto de la flexión de las losas.

Acevedo y Henao (2017) indicaron también que con el fin de aumentar el valor de “K” por la construcción de una subbase, no es algo que sea recomendado en lo económico, pero donde haya necesidad de utilizar subbases, por otras razones se producirá un incremento del valor de K, que, si debe tenerse en consideración en el cálculo del espesor de la losa, finalmente determinar el módulo de reacción de diseño Kd en kg/cm<sup>3</sup>.

Ecuación 5, A continuación, se observa la siguiente ecuación de diseño de pavimento rígido (referido a la ecuación 5)

$$\begin{aligned} \log(W_{18}) = Z_r * S_o + 7.35 * \log(D + 1) - 0.06 \left[ \frac{\log \left[ \frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right]}{1 + \frac{1.624 * 10^7}{(D + 1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32p_t) \right] \quad (5) \\ * \log \left[ \frac{[S_c * C_d * D^{0.75}] - 1.132}{2.15.63 * J * [D^{0.75} - 18.42/(Ec/k)^{0.75}]} \right] \end{aligned}$$

- Serviciabilidad Inicial (po).
- Serviciabilidad final (pt).
- Período de diseño
- Tránsito en ejes equivalentes (W18)
- Factor de transferencia de carga (J)
- Módulo de rotura del Hormigón (MR)
- Módulo de elasticidad del Hormigón (E c)
- Módulo de reacción de la subrasante (k, LOS)
- Coeficiente de drenaje (C d)
- Confiabilidad (R, Z R).
- Desvío Global (s o).

La ecuación 6 de diseño señala que la fórmula general de diseño relaciona el número de ejes equivalentes de 8,2 Ton (18,000 lb) con el espesor de la losa de concreto simple, para diferentes valores de los parámetros de cálculo. A continuación, se muestra la siguiente ecuación de diseño:

$$Td = \left[ H + \frac{2.54}{2.588} \right]^{7.35} * 10 \alpha * \beta^{(4.22-0.32pf)} \quad (6)$$

$$\alpha = \frac{\log\left(\frac{\Delta P}{3}\right)}{\left(1 + \left(\frac{18.078}{H + 2.54}\right)\right)^{8.46}}$$

$$\beta = \left(\frac{Rd * Cd}{15.185 * J}\right) * \left(\frac{H^{0.75} - 2.278}{H^{0.75} - 46.79 * \left(\frac{Kd}{E}\right)^{0.25}}\right)$$

### 2.2.27.9. Juntas

Las juntas son necesarias en estructuras de concreto por una variedad de razones. No todo el concreto en una estructura dada puede colocarse continuamente, por lo que hay juntas de construcción que permiten que el trabajo se reanude después de un período de tiempo.

Ikhlasss et al. (2021) mencionaron que, dado que el concreto experimenta cambios de volumen, principalmente relacionados con la contracción y los cambios de temperatura, puede ser deseable proporcionar juntas y así aliviar las tensiones de tensión o compresión que se inducirían en la estructura. Alternativamente, el efecto de los cambios de volumen se puede considerar tal como se consideran otros efectos de carga en el diseño del edificio.

Es importante resaltar que, durante el fraguado del concreto, se generan esfuerzos relacionados con la contracción volumétrica del material, lo que resulta en fricción entre la losa y la subbase. Además, se presentan esfuerzos causados por el alabeo, que se produce debido a las diferencias de temperatura entre la parte superior e inferior de la losa, así como por variaciones de humedad en su grosor.

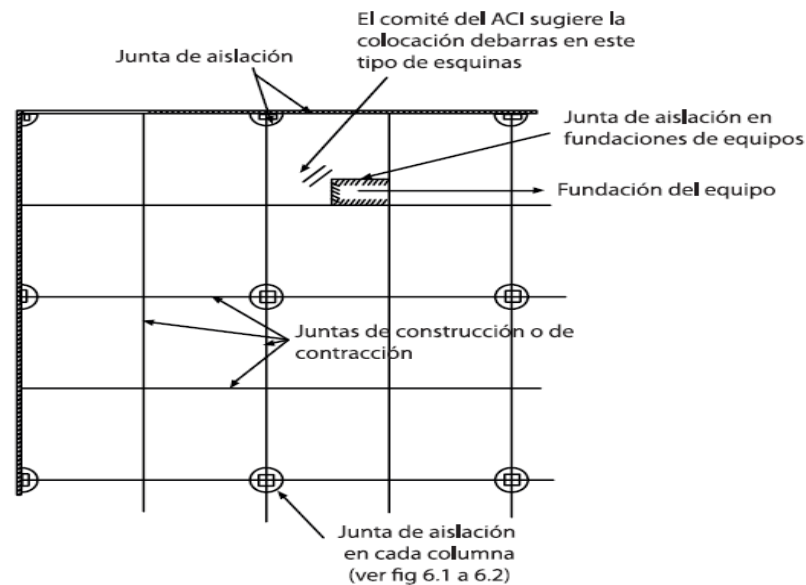
Estos fenómenos dan lugar a tensiones en la losa de concreto, que, en caso de sobrepasar la resistencia a la tracción por flexión del concreto, se traducen en la formación de grietas.

El agrietamiento sobre el refuerzo es causado por una compactación inadecuada del concreto, en ese sentido Ikhlasss et al. (2021) indicaron que una cubierta inadecuada del concreto sobre el refuerzo, el uso de barras de gran diámetro, la temperatura elevada de las barras expuestas a la luz solar directa, una depresión del hormigón más alta de lo necesario, la regeneración del concreto, el curado inadecuado del concreto.

- Debido a lo mencionado anteriormente, se disponen de varios métodos para evitar que se produzcan estas grietas, para lo cual se pueden emplear los siguientes procedimientos:
- Establecimiento de juntas en la losa de concreto con el propósito de controlar las grietas causadas por la contracción durante el fraguado.
- Utilización de armaduras, lo cual posibilita incrementar el tamaño de las secciones de concreto.
- Empleo de fibras, lo cual permite aumentar el tamaño de las áreas de concreto.

## Figura 28

### Locación de juntas



*Nota.* Adaptado de Committee 302 American Concrete Institute & Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto. (2006). DOC.: *Guía para la construcción de losas y pisos de concreto aci-302.1r-04.*

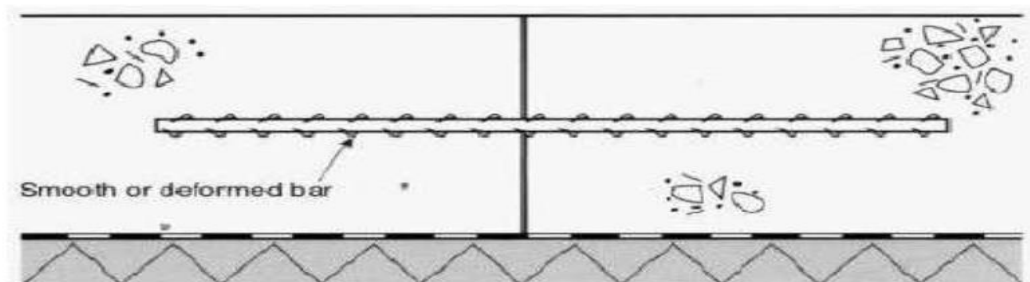
#### 2.2.27.10. Juntas de aislamiento

Jukka y Valtteri (2022) indicaron que estas juntas, presentes entre elementos estructurales como columnas y placas, tienen como objetivo permitir que cada estructura funcione de manera independiente. Facilitan el movimiento vertical y horizontal entre la losa y los elementos fijos, evitando restricciones que podrían surgir en los bordes o dentro de la losa, como columnas, muros o bases de equipos que podrían generar vibraciones.

#### 2.2.27.11. Juntas de construcción

En la construcción de losas de concreto, existen pausas mayores, por los cuales se detienen por un tiempo determinado, en otras palabras, dijeron Jukka y Valtteri (2022) que una intercalación de los elementos de concreto cuando uno de ellos se ha endurecido por causas de una interrupción.

Figura 29, muestran que estas juntas tienen la función de que la primera descarga de concreto termine en una superficie recta, de tal manera que, en la siguiente jornada laboral, o luego de la paralización, se continúe con un vaciado uniforme.

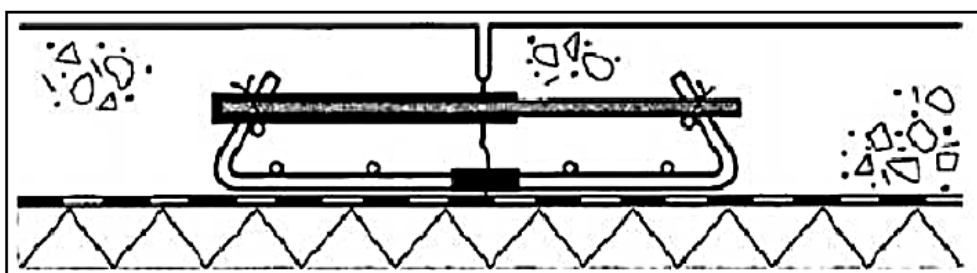
**Figura 29***Juntas de construcción*

Nota. Adaptado del Manual de Maccaferri (2013) <https://storage.googleapis.com/maccaferri-2-storage/23110548-1b22-4d6f-be4c-234431229081>

### 2.2.27.12. Juntas de contracción.

Al respecto Jukka y Valtteri (2022) determinaron que estas juntas se crean mediante el corte de la losa una vez que el concreto ha alcanzado la suficiente resistencia para evitar daños en los bordes.

Figura 30, la junta tiene un espesor de 3 mm y el corte debe tener al menos un tercio del espesor total de la losa. En algunas ocasiones, se pueden utilizar elementos de refuerzo conocidos como dowels en estas juntas, aunque su presencia no es obligatoria.

**Figura 30***Juntas de contracción con dowels*

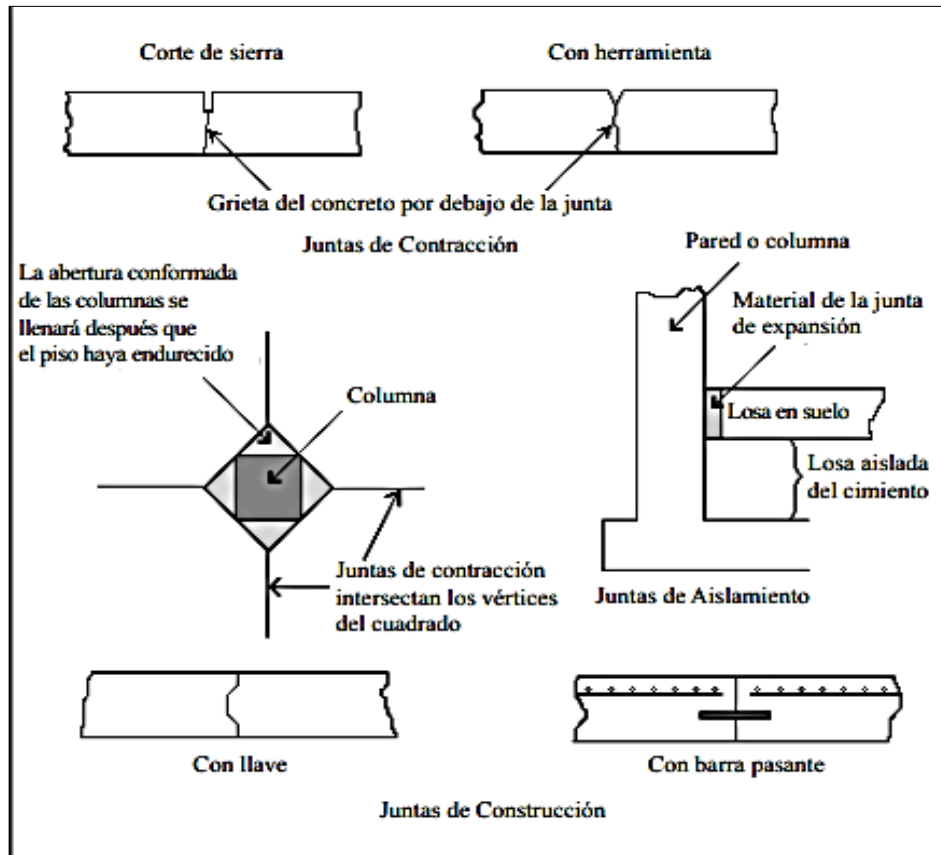
Nota: Adaptado del Manual de Maccaferri (2013) <https://storage.googleapis.com/maccaferri-2-storage/23110548-1b22-4d6f-be4c-234431229081>

El espaciamiento de las juntas de contracción en un concreto fibroreforzado es hasta un 30% mayor al del concreto simple.

Figura 31 se observa la separación de juntas de concreto simple lo tomamos de acuerdo con lo especificado por el ACI 360R-06.

**Figura 31**

*Juntas de aislamiento, construcción y contracción*



*Nota.* Adaptado de Committee 306 R American Concrete Institute & Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto. (2006). DOC.: *Guía para la construcción de losas y pisos de concreto aci-306*.

### 2.2.27.13. Porque se construyen juntas

De acuerdo con las indicaciones del NRMCA-CIP6, Jukka y Valtteri (2022) señalaron que las fisuras en el concreto no pueden ser completamente anticipadas, pero sí pueden ser controladas y reducidas mediante un diseño adecuado de juntas. Existen varias posibles causas para la aparición de fisuras en el concreto:

- Asentamiento de la base o la subrasante
- Falta de apoyo de la losa
- Alabeo térmico
- Sobrecarga en las esquinas
- Deficiente transmisión de cargas entre las losas adyacentes
- Losa de ancho excesivo
- Mal anclaje de dovela

- Falta de juntas
- Contracción del concreto
- Cargas excesivas
- Espesor de juntas
- Aserrado tardío de la junta

El concreto es frágil, si no se da los cuidados del caso, como son su diseño y tomando en consideración las razones por las cuales se da la aparición de fisuras y llegando a un punto a convertirse en grietas. Los cambios de temperaturas, las cargas que se aplican y otros factores mencionados son las causantes irregularidades, por tal motivo las juntas atenúan estos fallos y dar óptimo rendimiento al pavimento rígido.

#### **2.2.27.14. Cómo construir las juntas**

Klinger et al. (2022) , respecto a la norma NRMCA-CIP6 señalaron que si se quiere evitar fisuras y no llegar a un agrietamiento que nos puede traer graves consecuencias a futuro en el concreto, las juntas deben ser bien diseñadas y construidas adecuadamente, debemos seguir las siguientes recomendaciones:

- El espaciado máximo entre las juntas debe ser de 24 a 36 veces el espesor de la losa. Por ejemplo, en una losa delgada de 4 pulgadas (100 mm), el espaciado entre las juntas debe ser de aproximadamente 10 pies (3 m). Además, se recomienda que el espaciado entre las juntas no supere los 15 pies (4.5 m).
- Los paneles deben tener una forma cuadrada o similar, y la longitud no debe exceder 1.5 veces el ancho. Se deben evitar los paneles en forma de L.
- Las ranuras para las juntas de contracción deben tener una profundidad mínima de  $\frac{1}{4}$  del espesor de la losa, pero nunca menos de 1 pulgada (25 mm).



**Figura 32***Espaciamiento de juntas*

<b>Espesor de Pavimento mm (in.)</b>	<b>Espaciamiento de Juntas* m</b>
125 (5)	3,00 – 3,80
150 (6)	3,70 – 4,60
175 (7)	4,30 – 4,60
200 (8) o más	4,60

*Nota.* Adaptado del Instituto de la construcción y gerencia (2016) del sitio web [https://cdn-web.construccion.org/normas/files/tecnicas/Pavimentos\\_Urbanos.pdf](https://cdn-web.construccion.org/normas/files/tecnicas/Pavimentos_Urbanos.pdf) Doc. Normas

Según Klinger et al. (2022) la Norma mencionada en el cuadro 3, los pavimentos de concreto simple nos indica espaciamiento de juntas un máximo de 4.60 metros por un espesor de 200mm a más, pero no nos indica para losas de mayor escala.

En nuestro caso las losas siendo una dimensión aproximada de 20m x 30m de longitud, no cumple con estos requerimientos, por lo cual no son aplicable las normas establecidas, no habiendo alguna norma para este tipo de casos, solo de tomarlo como referencia en nuestro trabajo de tesis y experimentándolo en lo práctico.

### **2.2.28. Los cementos adicionados**

Pierre-Claude (2000) mencionó que los cementos con adiciones han sido objeto de investigación durante mucho tiempo, centrándose en la incorporación de escoria de alto horno y puzolana, especialmente después del descubrimiento del cemento Pórtland. Sin embargo, en ese momento, la demanda estaba plenamente satisfecha, lo que dificultaba su uso.

Fue después de las dos guerras mundiales cuando surgió la necesidad de aumentar la producción de cemento debido a la reconstrucción de Europa después de la devastación. Más tarde, con la crisis del petróleo en 1973, la eficiencia energética se convirtió en una prioridad. Pierre-Claude (2000) reiteró que, en este contexto, los cementos con adiciones presentaron una ventaja significativa, ya que no se requería calcinar las adiciones, lo que resultaba en un importante ahorro de combustible.

También se empezó a dar mayor importancia a la protección del medio ambiente, lo que implicaba reducir el uso de combustibles y, por lo tanto, la contaminación. De esta manera, los cementos con adiciones contribuyen a la reducción de la huella de carbono asociada a la fabricación del cemento, además de aprovechar subproductos industriales que también son perjudiciales para el medio ambiente.

Como beneficio adicional y de gran relevancia, los concretos que utilizan cementos con adiciones presentan ventajas tecnológicas en comparación con los cementos tradicionales. Pierre-Claude (2000) señaló que se refleja especialmente en una mayor resistencia a largo plazo y una mayor durabilidad debido a su impermeabilidad y a las propias adiciones.

Debido a estas ventajas, los cementos con adiciones se utilizan ampliamente en todo el mundo, representando aproximadamente el 85% del uso total. En el caso específico de Perú, se están fabricando cada vez más tipos de cementos adicionados y las plantas de cemento están aumentando su producción.

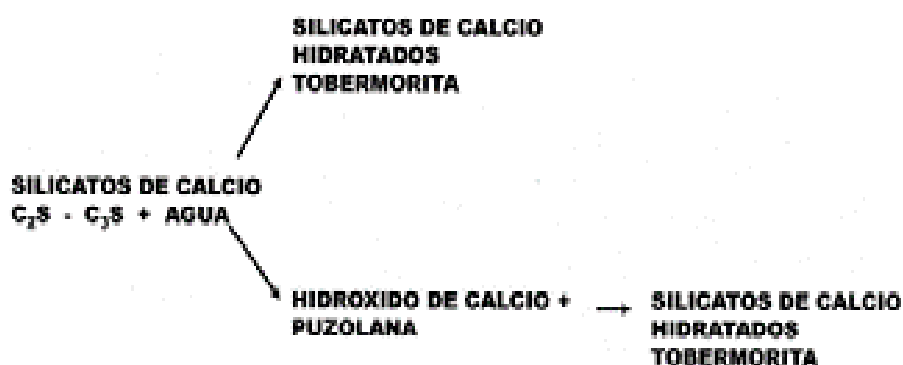
### 2.2.29. Las adiciones

En este informe se proporciona información detallada sobre las adiciones más comúnmente utilizadas en general, sin embargo, es importante tener en cuenta que existen otras adiciones y que los investigadores continúan explorando y analizando nuevos subproductos para su incorporación en el cemento.

En términos generales, Harrison (2003) insistió en definir que las adiciones son materiales inorgánicos que se mezclan con el Clinker durante el proceso de molienda conjunta o se agregan al cemento una vez que ha sido pulverizado. Estos materiales, que contienen sílice y alúmina, reaccionan con el hidróxido de calcio liberado durante la hidratación del cemento, formando nuevos compuestos resistentes, como los silicatos de calcio hidratados (tobermorita). Gracias a esta reacción, las mezclas de cemento adquieren resistencia e impermeabilidad.

**Figura 33**

*Cementos Adicionados*



*Nota.* Construyendo Caminos Obras/Revista peruana de la construcción

Se ha observado una clasificación inadecuada o simplificada de las adiciones sin un análisis exhaustivo.

Por lo general, Harrison (2003) indica que se considera que las adiciones activas son aquellas que reaccionan químicamente con el hidróxido de calcio (como se muestra en la figura anterior) para formar más tobermorita, sin tener en cuenta otras acciones físico-mecánicas que pueden ocurrir con otras adiciones y que a veces actúan de forma química y epitáfica.

Entre las adiciones activas, se destacan las escorias de alto horno, que incluso poseen propiedades hidráulicas propias, y las puzolanas naturales y artificiales.

En cuanto a las adiciones inertes, que se utilizan ampliamente en la actualidad, se encuentran los fillers, especialmente los de origen calizo. Es importante tener en cuenta que estos fillers tienen una composición y estructura similar al Clinker y a la pasta hidratada, lo que puede generar un efecto epitáfico debido a la similitud de las estructuras.

#### **2.2.29.1. Las escorias**

Thomaset al. (2016) Las escorias de alto horno desempeñan un papel significativo en el campo de las adiciones debido a su inherente propiedad hidráulica. En este sentido, al moler finamente la escoria y mezclarla con agua, puede endurecer sin la necesidad de cal, hidróxido de calcio o cemento. Las escorias de alto horno son subproductos de la industria siderúrgica que se generan durante la producción de acero y contienen compuestos adecuados para su uso como adición, como los sílico-aluminatos cálcicos.

Para ser utilizadas como adición, señalaron Castellano et al. (2016) que las escorias deben cumplir con un índice de hidraulicidad y tener una composición vítrea. Para lograr esto, es necesario enfriar rápidamente la escoria cuando sale del horno, evitando un enfriamiento lento que pueda dar lugar a la cristalización.

#### **2.2.29.2. Las puzolanas**

Bondar et al. (2011), señalaron que bajo esta clasificación se incluyen materiales inorgánicos de origen natural o artificial. Dentro de los materiales artificiales se encuentran muchos subproductos que no tienen utilidad en otros sectores, pero son adecuados como adiciones al cemento debido a su capacidad para reaccionar con el hidróxido de calcio liberado durante la hidratación de los silicatos de calcio.

Las puzolanas naturales dijeron Bondar et al. (2011) que están representadas por diversas rocas volcánicas u orgánicas, como las tierras de diatomeas. Es importante tener en cuenta que no todos los materiales volcánicos son puzolanas, por lo que se deben realizar pruebas de actividad puzolánica para verificar su idoneidad.

Dentro de las puzolanas artificiales se destacan algunos subproductos. Bondar et al. (2011) indicaron que uno de ellos son las cenizas volantes (fly ash), que se obtienen de los gases emitidos por la combustión del carbón en centrales termoeléctricas. Estas cenizas son ampliamente utilizadas a nivel mundial y existen diferentes tipos con distintos niveles de eficiencia. Una ventaja notable es que no requieren ser molidas, lo cual las hace muy valoradas.

La microsílíce, también conocida como sílice activa o sílice fume, es un material extremadamente fino y altamente reactivo, con un tamaño de partícula mucho más pequeño que el del cemento. Se obtiene de los gases capturados en los filtros de la industria del ferrosilicio. Debido a su gran fineza y actividad, se utiliza en la preparación de concretos de alta resistencia y alto rendimiento.

#### **2.2.29.3. Los Fillers**

Vanderley et al. (2018) definieron que estas adiciones se añaden al Clinker en proporciones relativamente bajas con el objetivo de aumentar la producción de cemento, lo que conlleva beneficios en términos de ahorro de energía y cuidado del medio ambiente.

Por otra parte, Vanderley et al. (2018) indicaron que a pesar de que hay opiniones divergentes, ambiente., los fillers no son considerados completamente inertes, debido a su efecto dispersante en el cemento, lo cual favorece su hidratación. Además, se están realizando investigaciones sobre otros posibles efectos, como la acción epitáxica, y se han obtenido resultados prometedores en algunos tipos de fillers calizos.

#### **2.2.29.4. Nota**

En la fabricación de cemento en el Perú, se emplean exclusivamente puzolanas naturales, en su análisis Cuba y Humpire (2019) indicaron que esto se determinó ya que la producción de cenizas volantes es limitada y variable, y no se cuenta con microsílíce. No obstante, se disponen de varios tipos de cementos puzolánicos que incorporan filler calizo y escoria de alto horno.

### 2.2.30. Los cementos adicionados

Los tipos de cementos adicionados más producidos y utilizados a nivel mundial se pueden identificar según las adiciones mencionadas anteriormente.

- Cementos con escoria de alto horno.
- Cementos puzolánicos.
- Cementos con filler.

Dentro de estas categorías, existen varios tipos de cementos, pero centraremos en aquellos que se consideran en las normas técnicas peruanas, que se derivan de las normas ASTM. La norma NTP 334.090 (2006) "Cementos Pórtland adicionados" es equivalente a la norma ASTM C595 y establece los requisitos para los cementos adicionados. microsilíce. En ese sentido Cuba y Humpire (2019) indicaron que también está la norma NTP 334.082 "CEMENTOS. Cementos Portland", que establece el rendimiento de los cementos, originalmente diseñada para los cementos adicionados. En la norma NTP 334.090, se consideran los siguientes tipos de cemento:

- Cemento adicionado binario: una combinación de Clinker de cemento Pórtland con escoria, puzolanas o filler, obtenida mediante molienda o molienda y mezclado.
- Cemento adicionado ternario: una mezcla de Clinker de cemento Pórtland con dos tipos diferentes de puzolanas, escoria de alto horno y puzolana, puzolana y caliza, o escoria y caliza.

Los cementos de uso general mencionados en la norma son:

- Cemento Pórtland Tipo IS: Cemento Pórtland con un máximo de 70% de escoria de alto horno.
- Cemento Pórtland Tipo IP: Cemento Pórtland puzolánico con un máximo de 40% de puzolana.
- Cemento Pórtland Tipo I (PM): Cemento Pórtland puzolánico modificado con un máximo de 15% de puzolana.
- Cemento Pórtland Tipo IL: Cemento Pórtland calizo con un contenido de filler calizo del 5% al 15%.
- Cemento Pórtland Tipo ICO: Cemento Pórtland compuesto con un máximo de 30% de filler calizo u otro material.
- Cemento Pórtland Ternario IT: Cemento Pórtland ternario con dos adiciones.

Si se requieren características especiales, se deben agregar sufijos a estos cementos, como MS para resistencia moderada a los sulfatos, HS para alta resistencia a los sulfatos, MH para calor de hidratación moderado y LH para bajo calor de hidratación. Estos cementos deben cumplir con los requisitos físicos y químicos de la norma correspondiente.

La norma NTP 334.082 (2006). Cementos Portland. Especificación de la Performance" incluye los siguientes tipos de cemento:

- Cemento Pórtland Tipo GU: Cemento Pórtland de uso general.
- Cemento Pórtland Tipo MS: Cemento Pórtland de resistencia moderada a los sulfatos.
- Cemento Pórtland Tipo HS: Cemento Pórtland de alta resistencia a los sulfatos.
- Cemento Pórtland Tipo HE: Cemento Pórtland de alta resistencia inicial.
- Cemento Pórtland Tipo MH: Cemento Pórtland de calor de hidratación moderado.

#### **2.2.30.1. La norma de performance**

La Norma de Performance NTP 334.082, (2020) que se introdujo alrededor del año 2000, es una norma más moderna y flexible que ofrece una alternativa tanto para los cementos adicionados como para los cementos Pórtland en general.

Esta norma presenta diversas ventajas en comparación con otras normas. En primer lugar, es aplicable a todos los tipos de cemento, independientemente de si contienen adiciones o no. Además, se centra exclusivamente en requisitos físicos y, lo más importante, no establece proporciones ni requisitos de composición específicos para los cementos, sino que se enfoca en los requisitos de comportamiento o rendimiento.

En la tabla 2 se observa una lista de fabricantes de cemento, esto resulta en una norma amplia y flexible para los fabricantes, y al mismo tiempo, es fácil de utilizar y controlar para los usuarios.

Tabla 2

Lista de fabricantes

Fábrica	Tipo	Nombre	Principales Características
		UNACEM S.A.A.	
	IP	ATLAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Universalmente aplicable</li> <li>• Mayor durabilidad a largo plazo</li> <li>• Mejor resistencia al agua</li> </ul>
	IP	ANDINO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Universalmente aplicable</li> <li>• Mayor durabilidad a largo plazo</li> <li>• Mejor resistencia al agua</li> </ul>
	I(PM)	ANDINO CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Universalmente aplicable</li> <li>• Mejor resistencia al agua</li> </ul>
	ICo	EXTRA- FORTE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Universalmente aplicable</li> <li>• Mayor facilidad de manipulación</li> </ul>
	MS(MH) (R)*	ANTI- SALITRE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resistencia media a sulfatos</li> <li>• Resistencia al agua salada</li> <li>• Calor de hidratación moderado</li> <li>• Opción R - Baja reactividad</li> </ul>
	HS(R)*	EXTRA- DURABLE YURA S.A.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Excelente resistencia a sulfatos</li> <li>• Calor de hidratación moderado</li> <li>• Opción R - Baja reactividad</li> </ul>
	IP	ALTA DURABILIDAD	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejorado nivel de impermeabilidad</li> <li>• Mayor resistencia ante sulfatos</li> </ul>
	HE*	ALTA RESISTENCIA INICIAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incrementada resistencia inicial</li> <li>• Mayor impermeabilidad</li> </ul>
	HS	ANTI- SALITRE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alta resistencia a los sulfatos</li> <li>• Mayor grado de impermeabilidad</li> </ul>

Nota. Adaptado de la asociación de productores de cemento sitio web: <http://www.asocem.org.pe/asociados>

Los cementos marcados pertenecen a la norma NTP 334.082, Especificación de la Performance, pero debido a que son cementos adicionados según su ficha técnica, se han considerado en esta lista.

En conclusión, en el contexto de lo mencionado por la Asociación de productores de cemento (ASOCEM, 2023) tenemos a disposición nueve variedades de cementos con adiciones, y se espera la producción de nuevos tipos de cemento con propiedades muy beneficiosas. Esta evolución ha tenido lugar en los últimos años y refleja la tendencia global hacia el empleo de adiciones en los cementos, así como las ventajas mencionadas anteriormente.

### **2.2.30.2. Concretos adicionados**

#### **a. Concreto reforzado con fibras**

Antillon (2016) indicó que el concreto reforzado con fibras se refiere al uso de fibras discontinuas de diversos materiales, como acero, plástico, vidrio, carbono y fibras naturales, con el propósito de mejorar las propiedades del concreto. No obstante, es crucial que las fibras sean más rígidas que la matriz del concreto para que el refuerzo sea efectivo.

En general, las fibras de menor rigidez, como las de plástico o fibras naturales, presentan ventajas al mejorar la resistencia a la tensión en el concreto fresco, lo que ayuda a reducir la contracción plástica y la formación de grietas.

Según o señalado por Farfán et al. (2019) el acero es el material más utilizado en las fibras y se emplea en proporciones reducidas (menos del 1%) para mitigar la formación de grietas por contracción.

Las fibras de acero más comunes son las redondas, obtenidas mediante el corte de alambres, y tienen diámetros que oscilan entre 0,25 y 1 mm. Proporciones moderadas de fibras (entre el 1% y el 2%) mejoran la resistencia a la tensión, flexión, torsión, tenacidad ante la rotura y resistencia al impacto, pudiendo aumentar la resistencia hasta tres veces en comparación con el concreto sin fibras.

No obstante, las mezclas de concreto que contienen más del 2% de fibras pueden presentar dificultades para su manipulación y colocación debido a la tendencia de las fibras a agruparse. El refuerzo con fibras puede afectar significativamente la trabajabilidad del concreto, por lo que es importante considerar este aspecto al diseñar mezclas de concreto reforzado con fibras.



### **b. Concreto reforzado con fibras textiles**

En la actualidad, hay un creciente interés entre los profesionales de la construcción en el uso de fibras textiles como refuerzo en el concreto, lo que abre nuevas posibilidades para este material en lugar del tradicional refuerzo de acero.

Naaman (2018), indico que, una de las áreas principales donde se aplica el concreto reforzado con fibras textiles es en la construcción de fachadas. Una de las ventajas clave de este tipo de concreto es su resistencia a la corrosión, ya que las fibras textiles utilizadas como refuerzo no se ven afectadas por la corrosión. Además, al colocar estratégicamente el refuerzo en las zonas de mayor tensión de los elementos estructurales, es posible diseñar estructuras delgadas con una alta capacidad de carga.

El comportamiento de carga del concreto reforzado con fibras textiles está influenciado por las propiedades del material y la adherencia al refuerzo textil. En la actualidad, se prefiere utilizar fibras de vidrio resistente a los álcalis, ya que el dióxido de circonio presente en ellas proporciona una mayor durabilidad en comparación con el vidrio convencional. Sin embargo, incluso las fibras de vidrio resistente a los álcalis pueden sufrir cierto deterioro en entornos alcalinos, y la pérdida de resistencia esperada depende de las condiciones climáticas. En este sentido, las fibras de carbono se presentan como una alternativa al vidrio, ofreciendo una mayor capacidad de carga, un módulo de elasticidad más alto y mejores propiedades de durabilidad.

### **c. Concreto adicionadas con ceniza volante**

Barbuta et al. (2016) señalaron que las cenizas volantes son un residuo problemático desde el punto de vista medioambiental y requieren una adecuada gestión por parte de las centrales termoeléctricas para evitar su acumulación en depósitos al aire libre Esta práctica representa un riesgo ambiental debido a los graves problemas de contaminación que surgen de su interacción con el agua, el suelo y el aire.

En busca de una solución adecuada, se ha explorado el uso de las cenizas volantes como adición al cemento en la fabricación de concreto para diversas construcciones en ese sentido Barbuta et al. (2016) esta práctica representa un El objetivo de este estudio fue determinar las proporciones apropiadas de

mezclas de concreto con adición de cenizas volantes que no comprometieran la resistencia del material y contribuyeran a mitigar el impacto ambiental. El procedimiento consistió en utilizar concreto convencional con diferentes proporciones de cenizas volantes (2,5 %, 5 %, 10 % y 15 %) y evaluar las resistencias a los 7, 14, 28 y 90 días.

Los resultados mostraron que, a los 28 días, las resistencias promedio fueron de 221 kg/cm<sup>2</sup> para el concreto convencional, 223 kg/cm<sup>2</sup> para el concreto con un 2.5% de cenizas volantes, 231 kg/cm<sup>2</sup> para el 5,0 %, 200 kg/cm<sup>2</sup> para el 10 % y 192 kg/cm<sup>2</sup> para el 15 % de cenizas volantes. En conclusión, se encontró que las cenizas volantes pueden utilizarse como reemplazo del cemento en un rango de hasta el 10 %, ya que más allá de este valor se observa una disminución en la resistencia del concreto, lo cual podría tener un impacto negativo en los estándares de calidad.

#### **d. Concreto reforzado con fibras de bagazo de caña de azúcar**

El término "bagazo" se utiliza para describir el residuo que queda después de extraer el jugo de ciertos materiales, como, por ejemplo, el residuo leñoso de la caña de azúcar. Paricaguan y Muñoz (2019) indicaron que cuando el bagazo se encuentra en estado fresco, contiene alrededor del 40% de agua y suele ser utilizado como combustible en las azucareras.

La fibra de bagazo de caña se utiliza en la fabricación de concreto reforzado a compresión y aporta propiedades mecánicas importantes al compuesto. Paricaguan y Muñoz (2019) también indicaron que específicamente, las probetas que contienen adiciones de fibra en rangos del 0,5% al 2,5% en relación con el peso total del agregado grueso, y cuyas fibras tienen longitudes entre 15 y 25 mm y se retienen en el tamiz N°6, presentan una resistencia a la compresión a los 14 días de fraguado que oscila entre 8,6 y 16,88 MPa, superando a las probetas sin adición de fibras. azucareras.

El material compuesto con fibras de bagazo en porcentajes del 0,5% al 2,5% en relación con el peso total del agregado grueso permite reducciones en la densidad del material que varían entre 141 y 336 Kg/m<sup>3</sup>, en comparación con las probetas estándar que tienen una densidad promedio de 2400 Kg/m<sup>3</sup>. Este aspecto es importante al considerar las cargas muertas debido al peso propio en las estructuras.

## **2.3. Definición de términos**

### **2.3.1. Fibra metálica**

Las fibras metálicas son elementos discontinuos en forma de cintas, caracterizados por tener dimensiones reducidas y propiedades específicas. Al agregar estas fibras de manera dispersa al concreto, se produce una notable mejora en sus propiedades mecánicas (Farfan , Pinedo, Araujo, & Orbegoso , 2019).

### **2.3.2. Concreto fibro reforzados**

Montoya (2019) señaló que el concreto es una mezcla compuesta principalmente por cemento hidráulico, áridos o agregados y fibras de refuerzo.

Estas fibras de refuerzo, que se utilizan para fortalecer el concreto, son fabricadas a partir de materiales como acero, vidrio y polímeros orgánicos.

### **2.3.3. Resistencia a la compresión**

Antillon (2016) indicó que los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión se utilizan principalmente para comprobar si la mezcla de concreto suministrada cumple con los requisitos específicos de resistencia ( $f'c$ ) establecidos para una estructura en particular.

### **2.3.4. Resistencia a la flexión**

La resistencia flexural, según Farfán et al. (2019) también denominada módulo de ruptura o resistencia a la flexión, es una propiedad del material que se evidencia como los esfuerzos experimentados justo antes de ceder en una prueba de flexión.

### **2.3.5. Losa de concreto**

Elemento estructural que tiene la intención de servir de separación entre pisos consecutivos de una estructura y al mismo tiempo, servir como soporte para las cargas aplicación como son cargas vivas y cargas muertas (Alvarado, 2013).

### **2.3.6. Cemento portland**

El cemento compuesto por una mezcla de caliza y arcilla, que tiene una fragua lenta, pero presenta una alta resistencia, y que al secarse adquiere un color similar al de la

pedra de las canteras inglesas de Portland, se conoce como cemento Portland (ASOCEM, 2023).

### **2.3.7. Agregados**

Toledo & Flores (2022) señalaron que el agregado es un material granular, como arena, grava, piedra triturada o escoria, que se utiliza en combinación con un medio cementante para formar concreto o mortero hidráulico.

### **2.3.8. Aditivo**

Rajesh et al. (2022). Los aditivos del concreto son productos químicos o sustancias que se pueden mezclar con agua y se añaden durante el proceso de mezclado para modificar las propiedades y el comportamiento del concreto, tanto en su estado fresco como en condiciones de trabajo

### **2.3.9. Fisuras**

Goyal et al. (2017) Las grietas en el concreto son generalmente el resultado de factores como la tensión excesiva que supera la resistencia del concreto, problemas en el recubrimiento del acero de refuerzo, presencia de elementos incrustados en el concreto como tuberías, prácticas incorrectas durante el proceso de colocación y excesiva pérdida de agua que ocurre durante el fraguado.

### **2.3.10. Pavimento**

Capa lisa, dura y resistente de asfalto, cemento, madera, adoquines u otros materiales con que se recubre el suelo para que esté firme y llano (Alvarado, 2013).

### **2.3.11. Pavimento rígido**

Los pavimentos rígidos consisten en una losa de concreto de cemento Portland que se coloca sobre una capa de subbase compuesta por grava. A su vez, esta capa se apoya sobre una subrasante de suelo compactado (Alvarado, 2013).

### **2.3.12. Cargas distribuidas**

Son aquellas que se aplican a toda la longitud de un elemento estructural o a gran parte de este. Las cargas distribuidas generalmente actúan sobre gran parte del área del piso (Alvarado, 2013).

### **2.3.13. Cargas lineales**

Estas exhiben un comportamiento lineal, lo que implica que, al aplicar una tensión, la forma de la corriente sigue siendo la misma, aunque puede estar desplazada en el tiempo en cierta medida (Alvarado, 2013).

### **2.3.14. Juntas de construcción**

Jukka & Valtteri (2022) Se efectúan al final de la jornada de trabajo o en interrupciones programadas o por imposibilidad de continuar con el vaciado del concreto.

### **2.3.15. Juntas de aislamiento**

Jukka & Valtteri (2022) La principal finalidad de estas juntas es separar el pavimento de una estructura, otra superficie pavimentada o cualquier objeto fijo. El uso correcto de estas juntas ayuda a reducir las fuerzas de compresión que se generan entre las superficies del pavimento.

### **2.3.16. Concreto proyectado**

El concreto proyectado, conocido también como shotcrete en inglés, es una técnica en la cual se aplica con fuerza y velocidad el hormigón sobre una superficie utilizando una manguera impulsada por aire comprimido. Este proceso se utiliza para crear diferentes elementos de construcción en edificaciones (Jukka & Valtteri, 2022)

### **2.3.17. C.B.R.**

Zabielska & Siewska (2015). El ensayo CBR es utilizado para determinar la capacidad de resistencia al corte de un suelo, y se utiliza para evaluar la idoneidad del terreno para su uso como subrasante, subbase y base de pavimentos.

### **2.3.18. ASTM C1550**

ASTM C 1550 (2020) Determina la resistencia a la flexión del hormigón reforzado con fibra. La resistencia a la flexión es la tensión máxima (puesta) sobre una muestra antes de que se raje o rompa. En este caso, se expresa como absorción de energía en el rango posterior al agrietamiento utilizando un panel redondo apoyado en tres pivotes dispuestos simétricamente y sometidos a un punto de carga central.

### **2.3.19. Dowell**

Jukka & Valteri (2022) es una varilla de forma cilíndrica sólida, que pueden ser hechas de madera, plástico o metal. En su forma original de fábrica se denomina clavija, estas se cortan en longitudes cortas la cual se utiliza como pasadores.

### **2.3.20. Deflexión**

Gonzales & Monge (2011) en el ámbito de la ingeniería, se conoce como deflexión a la deformación que registra un elemento a partir de la aplicación de una fuerza. Es posible calcular la deflexión de acuerdo con las leyes que vinculan las fuerzas y los desplazamientos a través de un método geométrico o de energía

### **2.3.21. Serviciabilidad**

Cuba & Humpire (2019) la serviciabilidad se emplea como una evaluación del rendimiento del pavimento, la cual está vinculada a la seguridad y comodidad que proporciona al usuario mientras transita por la vía (aspecto funcional). También se relaciona con las condiciones físicas que puede presentar el pavimento, como grietas, deterioros, desprendimientos, entre otros, que podrían afectar la capacidad de soporte de la estructural.

## CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

### 3.1. Tipo y Diseño de la investigación

#### 3.1.1. Tipo de Investigación

La investigación fue de tipo explicativo y descriptivo, ya que se utilizó la recolección de datos para comprobar según las hipótesis dadas con respecto a mediciones numéricas y ensayos de laboratorio, con el fin de poder explicar el comportamiento de una variable dependiente en función de una variable independiente.

#### 3.1.2. Diseño de la Investigación

La investigación tiene un diseño experimental que es un tipo de investigación que involucra la manipulación de una o más variables para determinar su efecto en otra variable. En este caso, la variable independiente es el porcentaje de fibra metálica Wirand FF3 agregada al concreto, y las variables dependientes son la resistencia a la compresión y la resistencia a la flexión del concreto.

Para ello, se utilizaron un total de 7 probetas para concreto patrón y 7 probetas para concreto reforzado, así como un panel circular como concreto patrón y un panel con concreto fibroreforzado. En el diseño del concreto reforzado se emplearon 30kg/cm<sup>3</sup> de fibras y un porcentaje de aditivo equivalente al 1.18% del cementante total. Posteriormente, todas estas muestras fueron sometidas experimentalmente a ensayos de compresión y flexión (absorción de energía).

### 3.2. Población y/o muestra de estudio

#### 3.2.1. Población

La población de estudio es el conjunto de elementos que se van a analizar en la investigación. En este caso, la tesis analizó la resistencia a la compresión y la resistencia a la flexión de un concreto de  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  con adición de fibra metálica Wirand FF3, considerando tanto la adición de fibras metálicas como la ausencia de ellas, en el contexto de la obra en ejecución de "Construcción de losas en Logisminsá - Ventanilla - Lima. Por lo tanto, la población de estudio es el conjunto de todos los concretos que cumplen con estas características".

### 3.2.2. Muestra

Para la muestra, se realizó la dosificación de un concreto de 245 kg/cm<sup>2</sup> se utilizó la relación de agua y cemento de 0.55; y se adiciono fibra metálica de 30Kg/m<sup>3</sup> (30 kg de fibra por cada metro cubico de concreto). Además, se utilizaron probetas cilíndricas y paneles circulares de concreto con una resistencia f'c de 245 kg/cm<sup>2</sup> cada uno. Se trabajó con un concreto patrón (sin fibra metálica) y un concreto reforzado con fibra metálica Wirand FF3.

Para la investigación experimental, se aplicaron las siguientes metodologías de ensayo: ASTM C39, que es el método normalizado para evaluar la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto, y ASTM C1550, que se utiliza para realizar ensayos de flexión en paneles de 800 mm (con una variación de 10 mm) y una profundidad de 75 mm. Estos ensayos se llevaron a cabo en diferentes intervalos de tiempo, específicamente a los 7, 14 y 28 días, excepto para el panel circular que se ensayó únicamente a los 28 días.

A continuación, se detallarán los materiales utilizados en la elaboración de las probetas:

#### a. Cemento

Se utilizó el cemento Atlas IP, con un peso específico de 2970 kg/m<sup>3</sup>

#### b. Agregados

Se utilizaron los agregados de la cantera PAMPA AZUL, siendo propiedad de la empresa Logisminsa; piedra chancada de 1" + ¾" y agregado fino.

#### c. Agua

El agua potable que se utilizo fue de la red pública que se traslada en una cisterna propia hasta la empresa.

#### d. Aditivos

El aditivo usado es un plastificante de la marca ECO ANDINA.

#### e. Fibra metálica

Se utilizó fibra metálica Wirand FF3 de la empresa MACCAFERRY.



### 3.3. Operacionalización de variables

La tabla 3 muestra la forma de las variables que pertenecen a la tesis “Análisis de la resistencia a la compresión y flexión de un concreto de  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  con adición de fibra metálica wirand FF3 para losas industriales”

**Tabla 3**

*Operacionalización de las variables*

<b>Variables</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>
<b>Fibras de acero</b>	Las fibras metálicas refuerzan el concreto sin modificar sus componentes. Se utilizan para prevenir la propagación de grietas y logran una distribución uniforme en la matriz del concreto, controlando el agrietamiento durante el secado.	Clasificación	Función del material base
			Forma de la sección
			Relación de aspecto
			Tipo i
		Tipo ii	
		Tipo iii	
Tipo iv			
		Características	Geométricas
			Físicas
			Mecánicas
<b>Características físicas y mecánicas del concreto</b>	El concreto es una mezcla de cemento, agua y agregados fino y grueso. Pueden añadirse aditivos para diversos propósitos, pero no contribuyen a la resistencia y durabilidad del concreto Riva (1992).	Componentes del concreto	Cemento
			Agregado
			Agua y aditivos
		Estado fresco	Consistencia
			Segregación
			Exudación
Estado endurecido	Resistencia a la compresión		
	Resistencia a la flexión		

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

#### **3.4.1.1. Técnicas**

- Observación directa.
- Cálculo de datos informático en el software.
- Modelamiento de datos informáticos

#### **3.4.1.2. Instrumentos**

Para el desarrollo del proyecto de investigación se utilizarán software:

- Fichas de Observación.
- Software Microsoft Excel

### **3.5. Procesamiento y análisis de datos**

- Las principales acciones utilizadas en este estudio incluyeron la observación directa, el análisis de documentos y la realización de ensayos en probetas cilíndricas y paneles circulares con y sin refuerzo de fibra metálica. Se llevaron a cabo las siguientes actividades:
- Se tomaron muestras de los agregados.
- Se determinó el peso unitario de los agregados según la norma NTP 400.017.
- Se determinó el peso específico y la absorción del agregado grueso según la norma NTP 400.021.
- Se determinó el peso específico y la absorción del agregado fino según la norma NTP 400.022:2013.
- Se calculó el porcentaje de vacíos según la norma NTP 400.017.
- Se determinó el contenido de humedad según la norma NTP 339.127.
- Se realizó un análisis granulométrico del agregado grueso según la norma NTP 400.012.
- Se realizó un análisis granulométrico del agregado fino según la norma NTP 400.012.
- Se diseñaron las mezclas utilizando el método del Comité 211 del ACI.
- Se realizaron ensayos de resistencia a la compresión en probetas cilíndricas de hormigón según la norma ASTM C39/C39M-21.
- Se realizaron ensayos de tenacidad a la flexión en paneles redondos de concreto reforzado con fibra según la norma ASTM C1550-20.

- Para llevar a cabo estas actividades, se utilizaron los siguientes instrumentos y recursos:
- Datos recopilados en campo.
- Bolsas para conservación de las muestras.
- Laboratorio de mecánica de suelos y concreto.
- Máquina de ensayo a flexión.
- Máquina de ensayo a compresión.
- Formatos para registrar los datos de laboratorio.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

### 4.1. Descripción del trabajo de investigación

Hoy en día la problemática al trabajar en zonas mineras, zona industrial; es la afectación que puede traer al medio ambiente; en nuestro caso el suelo, donde se puede dar casos de filtración de elementos nocivos y traería como consecuencia la contaminación del suelo; a causa de fisuras originadas por la carga de vehículos pesados y el almacenaje de minerales; dañando el pavimento hasta el punto de originar fisuras. Por tal motivo la losa debe dar la resistencia adecuada y evitar estos daños.

**Figura 34**

*Vista superior de lugar de estudios (Logisminsa-Almacén de Minerales)*



*Nota.* Obtenido del trabajo de campo.

**Figura 35**

*Vista Panorámica (Logisminsa – Almacén de Minerales)*



*Nota.* Obtenido del trabajo de campo.

Este proyecto cuenta con un área neta de 90 000 m<sup>2</sup> que cumplen la función de almacenaje, 30 000 m<sup>2</sup> de vías de circulación y áreas comunes; cuenta con un área construida de 50 000m<sup>2</sup>. Para el cuidado del medio ambiente se cumple con todas las exigencias ambientales y tecnología de punta para cada uno de los componentes que

lo forman (balanzas, área de toma de muestras laboratorio, área de mantenimiento, etc.).

En su infraestructura es de acuerdo a lo actualizado en los sistemas de construcción tanto en losas como en su cobertura, el uso de Geomembrana que van debajo de las losas de concreto, evitando cualquier tipo de filtración hacia el terreno natural y evitando el deterioro, la cobertura han sido colocadas sobre estructuras de acero, que fueron diseñados por arquitectos especializados en almacenes, incorporando lo último en innovaciones tecnológicas para el cuidado del medio ambiente y cumpliendo de acuerdo a los estándares de seguridad para la carga y personal. Cuenta con edificios para áreas administrativas, laboratorios, comedores, sistema de vigilancia y protección contra incendios. El proyecto ejecutado comprende la construcción de pistas exteriores de ingreso y salida del almacén, acondicionadas para resistir el tránsito intenso y diario de camiones de alto tonelaje, así como pesos elevados, por lo cual permite flujo de vehículos pesados, y maquinarias. También cuenta con una protección natural pues al frente del almacén se ubica la pradera del río Chillón, y las laderas de las montañas constituyen un sólido cerco de roca viva.

#### 4.2. Descripción de la zona de estudio

La presente investigación se dio origen en la ciudad de Lima, los ensayos se realizaron en la misma empresa LOGISMINSa en el distrito de Ventanilla Y PUCP en el distrito de San miguel, provincia de Lima y departamento de Lima.

**Figura 36**

*Vista Satelital – Logisminsa*



Nota. Obtenido del trabajo de campo.

Para elaborar el diseño de mezcla para el concreto, fue facilitado los datos de los agregados por la misma empresa (LOGISMINSa) que fueron extraídos por la cantera (Pampa azul – río chillón) antes mencionada

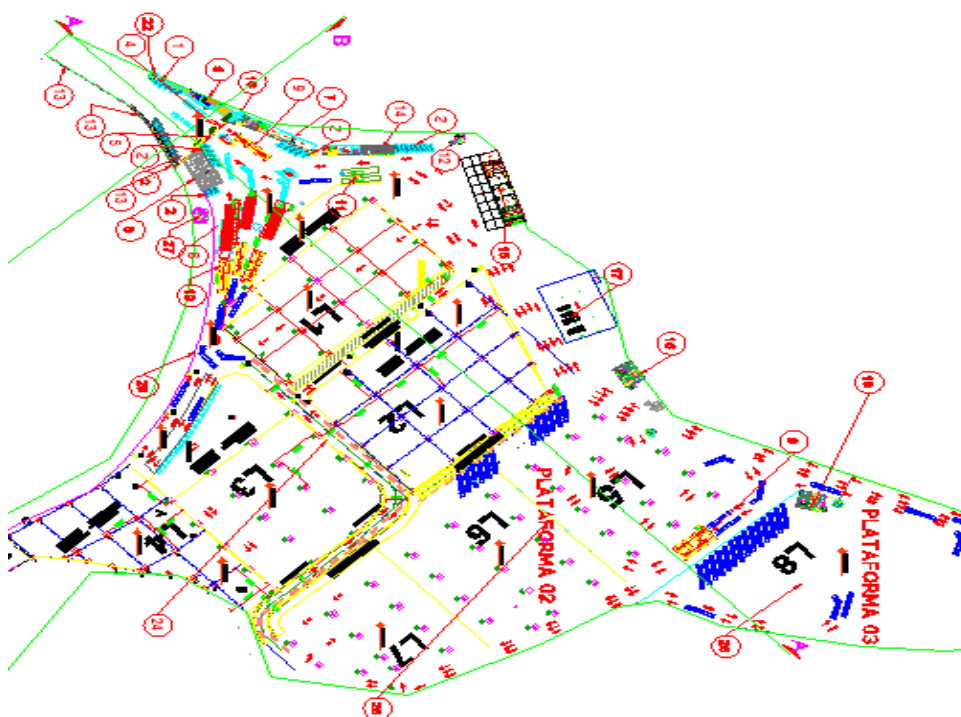
#### 4.3. Recopilación de información

##### a. Trabajos de campo

En una primera visita, se procedió a hacer una evaluación del pavimento rígido construido en el lugar con respecto a la losa de cada plataforma, que son en total de 8, de las cuales solo 4 son de losa, y las restantes serán proyectados a medida que se vaya ampliando.

**Figura 37**

*Planimetría del Lugar de Evaluación*



*Nota.* Adaptado de Logisminsa

Durante la evaluación de las losas rígidas de las plataformas construidas, se observó pequeñas fisuras, algunas no llegando a mayor escala, estas solo fueron vistas en menor proporción.



**Figura 38**

*Evaluación de fisuras en losa de concreto*



*Nota.* Obtenido del trabajo de campo.

Se hace un recorrido de todas las losas existentes de la empresa (Figura 40), ya que en estas se usaron distinta proporción de fibras metálicas, para luego hacer un análisis a las fisuras que existen en ellas.

**Figura 39**

*Medición de fisuras en losas de concreto*



*Nota.* Obtenido del trabajo de campo.

Al llegar a cada losa se usó un medidor de fisuras (Figura 39), donde se analizó las losas 1,2,3 y 4, para una mejor aplicación de lo que se va a hacer en esta tesis, tomando las mediciones de las losas existentes.

Se analizó los motivos por las cuales se dio la aparición de fisuras, entre las supuestas causa podría estar una mala compactación del terreno, un equivocado diseño de mezcla, la proporción de fibras de acero, esta última se confirma que ya existe una proporción de 20 kg/m<sup>3</sup> , 25 kg/m<sup>3</sup> y 30 kg/m<sup>3</sup>, pero no existe un ensayo a flexión para corroborar la calidad del pavimento, aunque diario se ve el transito seguido de volquetes, maquinaria pesada, apilación de minerales que llega diario y los contenedores que se encuentran en el lugar.

Se observó en las losas siguientes:

**Tabla 4**

*Dimensión de fisuras por losa*

Losas	Fisuras mm
Losa 1	0.50 – 0.80
Losa 2	1.20 – 0.90
Losa 3	0.10 – 0.25
Losa 4	0.50– 1.50

#### **b. Ensayos de laboratorio**

En el laboratorio de dicha empresa - LOGISMINSa y en el laboratorio de La Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), se realizaron los ensayos respectivos con previa coordinación

- Ensayos de resistencia a la compresión (LOGISMINSa – PUCP)
- Ensayos de resistencia a la flexión (PUCP)

#### **c. Procesado de la información recopilada**

Para la realización de esta tesis de investigación se ensayaron probetas cilíndricas y circular, para luego dar sus valores de ensayos a la compresión y flexión. Los resultados que se darán serán productos de los ensayos para esta investigación experimental que se realizó tanto en campo y laboratorio.



Por otro lado, para esta investigación, se dio la recopilación de datos y visitas a campo durante el día y las indagaciones del caso antes de realizar los ensayos, el cual se dieron muchas interrogantes por los estados de las losas de la empresa una vez ya terminadas, el cual se recopiló datos con el personal técnico y especialista, indagando desde el antes del vaciado. La información tanto visual y experimental por parte del tesista fue de mucha ayuda ya que podemos y corroboramos que los resultados en forma real, que fue de mucha importancia para llegar a una conclusión.

– **Cemento portland – tipo IP**

Para esta investigación se decidió utilizar el cemento portland tipo IP Atlas, ya que dicha empresa de almacenaje de minerales lo usa.

– **Agua**

El agua por utilizar fue tomada de las mismas instalaciones de la empresa y de la PUCP.

– **Agregados**

Los agregados tanto grueso como fino que fueron usados provienen de la cantera pampa azul, en el ensayo se utilizó piedra chancada de  $\frac{3}{4}$ " y piedra chancada de 1".

Figura 40 muestra que los análisis fueron dados por la misma empresa, hechos por un tercero.

**Figura 40**

*Muestra de agregado grueso*



*Nota.* Obtenido del trabajo de campo.

– **Fibra metálica**

En la figura 41 se muestra las fibras que se seleccionaron para esta investigación y se siguen utilizando en la empresa Logismins, fueron de la empresa Maccaferri de tipo FF3.

**Figura 41**

*Fibra metálica*



*Nota.* Obtenido del trabajo de campo.

**Tabla 5**

*Características físicas y mecánicas de fibra Wirand*

Código de la fibra	Material de producción	Resistencia a la tracción (Mpa)	dimensiones			
			L (mm)	D (mm)	Relación de aspecto (L/d)	Número de elementos por kg del material (nº/kg)
Winrand FF3	Alambre acero trefilado para refuerzo del concreto	1200	50	0.75	67	5767

*Nota.* Hoja Técnica Wirand FF 2018

En la figura 42 se observa más claramente la fibra metálica winrand FF3

**Figura 42***Fibra metálica wirand FF3*

*Nota.* Obtenido del trabajo de campo.

– **Aditivos**

El aditivo por utilizar en el concreto reforzado en la presente investigación fue de Eco andina.

**Tabla 6***Características de Plastificante ECOPLAST*

Descripción	tipo	Dosis		Densidad
		Concretos convencionales	Concretos especiales	
Plastificante	Tipo F según ASTM C494	0.5% - 1% del peso del cemento	1% a 2% del peso del cemento	1.20 +/- 0.002 g/ml

*Nota.* Adaptado de los análisis efectuados en la Hoja Técnica Eco andina 2017

En la figura 43 se da a mostrar el tipo de plastificante que se ha utilizado en estas pruebas

**Figura 43**  
*Plastificante a Utilizar*



*Nota.* Obtenido del trabajo de campo.

#### **d. Diseño de mezcla del material a usar**

Para el diseño del concreto se escogió el método ACI, ya que se facilitó los datos por parte de empresa las características de los agregados, este método nos facilita y nos resulta más trabajable, esta característica es importante porque adicionaremos fibras metálicas al concreto, los ensayos de laboratorio se anexarán más adelante, mostrando sus características para el diseño correspondientes.

**Tabla 7**

*Descripción de diseño de mezcla*

<b>Descripción</b>	<b>Agregado fino</b>	<b>Agregado grueso</b>	<b>Agua potable</b>	<b>Cemento atlas</b>
Tamaño máximo nominal		1" +3/4"		
Módulo de fineza	2.49	6.43		
Peso específico (Kg/m <sup>3</sup> )	2460	2690	1000	2970
Porcentaje de absorción (%)	2.4	1		
Contenido de humedad	0.3	0.6		
Peso unitario compactado (Kg/m <sup>3</sup> )	1773	1774		
Peso unitario suelto (Kg/m <sup>3</sup> )	1651	1651		

En la figura 44 se demuestra cual fue el proceso en la preparación de probetas.

**Figura 44***Preparación de probetas*

*Nota.* Obtenido del trabajo de campo.

**e. Diseño de mezcla (A/C = 0.55), sin fibra de acero**

Para realizar el diseño correspondiente, se tomaron en cuenta los siguientes datos:

- Los datos de los agregados fueron proporcionados por la empresa.
- El suministro de agua provino de la empresa.
- Se utilizó el método ACI para el diseño.
- Se evaluó el tipo de cemento a utilizar.
- Se mantuvo la misma relación agua-cemento para todas las mezclas de concreto
- Tras verificar los datos mencionados se obtuvo el siguiente diseño.
- El volumen a preparar fue para  $0.06 \text{ m}^3$  (7 probetas de  $15\text{cm} \times 30\text{cm}$  + 1 panel circular de dimensiones  $800\text{mm} \times 75\text{mm}$ )

En la tabla 7, se muestra los datos exactos de los materiales que se utilizaron en la mezcla 7 probetas de  $15\text{cm} \times 30\text{cm}$  + 1 panel circular de dimensiones  $800\text{mm} \times 75\text{mm}$ )

**Tabla 7***Descripción de diseño de mezcla (7 probetas +1 panel circular)*

MATERIALES	PESO SECO kg/m3	PESO S.S.S. kg/M3	CORRECCIÓN POR HUMEDAD	TANDA PRUEB  DOSIF.
Cementos Atlas (Kg)	383	383	383	11.49 Kg
Agua (Kg)	210	210	230	6.91 Kg
Arena (Kg)	805.76	825	808	24.25 Kg
Piedra (Kg)	846.54	855	852	25.55 Kg
ECOPLAST (Gr)	4.52	4.5	4.52	135.6 Gr.
Fibra (Kg)	0.00	0.00	0.00	0.000
aire	1.50%			

*Nota.* Elaboración Propia

En la tabla 8 se explica que con respecto al plastificante se le añade en 1 % y 2 % del peso del cemento, en este diseño no se considera las fibras de acero.

**Tabla 8***Descripción de diseño de mezcla con plastificante*

Cemento	= 11.49 kg
Agua	= 6.91 kg
Agregado grueso	= 25.6 kg
Agregado fino	= 24.25 kg
Plastificante	= 0.1356 kg

*Nota.* Elaboración Propia

#### f. Diseño de mezcla ( $A/C=0.55$ ) con $30 \text{ kg/m}^3$ de fibras de acero

Para el diseño correspondiente se utilizaron os siguientes datos:

- Se facilitó los datos de los agregados por parte de la empresa.
- La procedencia del agua por parte de la empresa
- Se usó el método ACI.
- Se evaluó el tipo de cemento a utilizar.
- Para todas las mezclas de concreto se usó la misma relación agua cemento.
- El volumen a preparar fue para  $0,06 \text{ m}^3$  (7 probetas de  $15\text{cm} \times 30\text{cm}$  + 1 panel circular de dimensiones  $800\text{mm} \times 75\text{mm}$ )

En la tabla 9 se describe que tras verificar los datos mencionados se obtuvo el siguiente diseño.

**Tabla 9**

*Descripción de diseño de mezcla (7probetas +1 panel circular)*

<b>Materiales</b>	<b>Peso Seco Kg/M3</b>	<b>Peso S.S.S. Kg/M3</b>	<b>Corrección Por Humedad</b>	<b>Tanda Prueb DOSIF.</b>
Cementos Atlas (Kg)	383	383.0	383.0	11.49 Kg
Agua (Kg)	210	210.0	230.2	6.91 Kg
Arena (Kg)	800.91	820.1	803.3	24.10 Kg
Piedra (Kg)	841.44	849.9	846.5	25.40 Kg
ECOPLAST (Gr)	4.52	4.5	4.5	135.60 Gr
Fibra (Gr)	30.00	30.0	30.0	900.00 Gr
aire	1.50			

En la tabla 10 se determina que con respecto al plastificante se le añade en 1% y 2% del peso del cemento, y las fibras de acero se usa 30kg/m3 de concreto.

**Tabla 10**

*Descripción de diseño de mezcla con fibra metalica*

<b>Ensayo</b>	<b>Refuerzo</b>	<b>Tipo de Probeta</b>	<b>Dosificación (kg/m3)</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Fechas de ensayo</b>
<b>Compresión</b>	sin refuerzo	Cilíndrica	0	7	7, 14 y 28 días
	Wirand FF3	Cilíndrica	30	7	7, 14 y 28 días
<b>Flexión</b>	sin refuerzo	Circular	0	1	28 días
	Wirand FF3	Circular	30	1	28 días



### g. Ensayo de concreto endurecido:

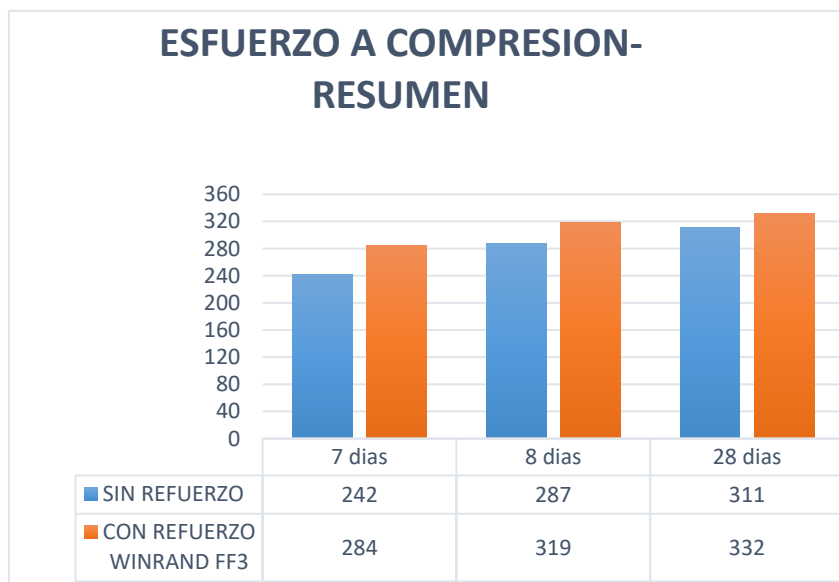
Aquí se presentará los ensayos realizados al concreto que se dieron en distintas edades, con los datos obtenidos se evaluara las características físicas de un concreto si refuerzo y uno añadido con fibras de acero, sometidos a esfuerzos de compresión y flexión, los cuales detallaremos.

### h. Ensayos de resistencia a la compresión en probetas cilíndricas

Para este ensayo se realizaron 14 probetas cilíndricas (7 probetas sin refuerzo y 7 probetas con fibras Wirand FF3) con dimensiones de las probetas de 6" x12", que se realizaron según la norma ASTM C39/C39M-21. Los ensayos se realizaron en las edades de 7,14 y 28 días. En la figura 45, para hacer la ruptura se utilizó la normatividad expuesta mencionada. Se representa gráficamente la mejora de la resistencia a la compresión, cuando se añade fibras Wirand FF3 al concreto

**Figura 45**

*Ensayo de Resistencia sin Refuerzo Vs Con refuerzo*



### i. Ensayo absorción de energía

En este ensayo se realizaron 2 paneles circulares (1 panel sin refuerzo y 1 panel con refuerzo de fibras) con las dimensiones diámetro de 800+/-10mm

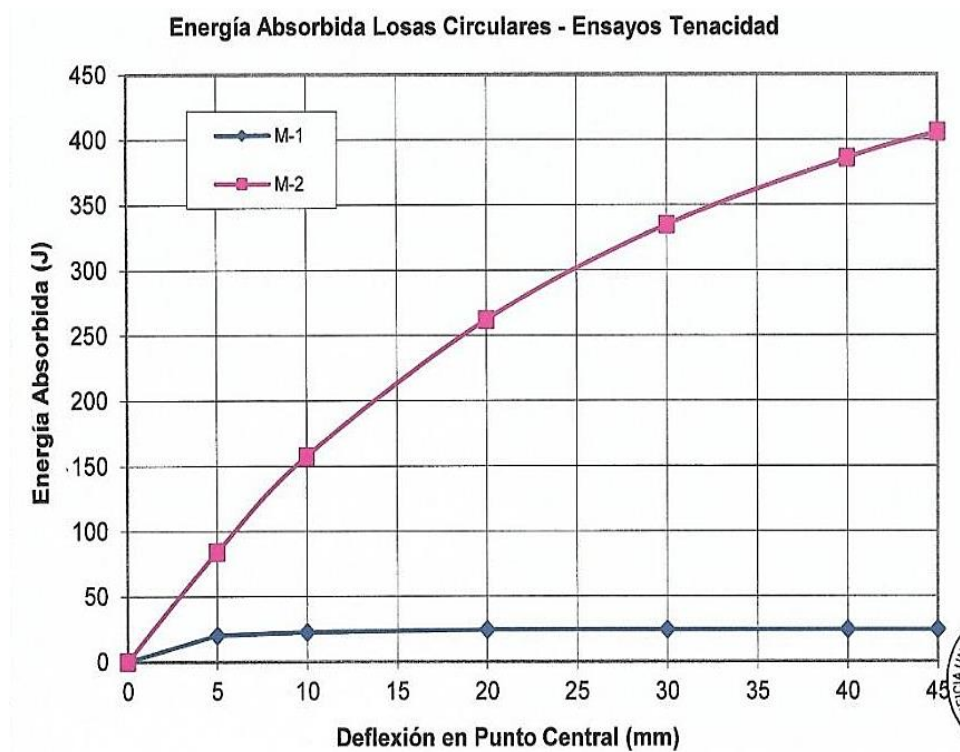


y un espesor de 75 $\pm$ 15 mm. Los ensayos se realizaron a los 28 días, se consideró la norma ASTM C1550-20.

En la figura 46 se observa el método de prueba estándar para la tenacidad a la flexión del concreto reforzado con fibra vs sin fibra (usando un panel redondo cargado centralmente) ASTM C1550-20, Esta prueba nos permite caracterizar el comportamiento de flexión del concreto manifestado como absorción de energía.

**Figura 46**

Método de prueba estándar para la tenacidad a la flexión del concreto reforzado con fibra vs sin fibra ASTM C1550-20



En la figura 47 se hace evidencia de los trabajos realizados, específicamente de la absorción de energía en panel.

**Figura 47**

Absorción de energía en panel



*Nota.* Obtenido de los análisis de la investigación.

En la figura 48 se observa el panel de concreto, en un corte transversal con sus fibras metálicas y el trabajo que estas ejercen en el concreto.

**Figura 48**

*Panel de concreto con fibras metálicas*



*Nota.* Obtenido de los análisis de la investigación.

#### 4.4. Análisis de costos

En la tabla 11 se detalla los materiales usados en este trabajo.

**Tabla 11**

*Materiales*

Materiales	Pu
Cemento (bol)	
Agregado fino (m <sup>3</sup> )	
Agregado grueso (m <sup>3</sup> )	
Plastificante (1200 kg)	
Malla electrosoldada (2,40 m x 6,00m)	S/ 207.00
Fibra metálica (20 kg)	S/ 86.68

En la tabla 12 se detalla la confección de paños con malla electrosoldada (2,40 m x 6,00 m)

**Tabla 12**

*Paños con malla electrosoldada*

Materiales	Pu
Cemento (bol)	
Agregado fino (m <sup>3</sup> )	
Agregado grueso (m <sup>3</sup> )	
Plastificante (1200 kg)	
Malla electrosoldada (2,40 6,00m)	S/ 207.00

En la tabla 13 se observa los materiales usados en los paños con fibra metálica (2,40 m x 6,00 m)

**Tabla 13**

*Paños con fibra metálica (2,40 m x 6,00 m)*

Materiales	Pu
Cemento (bol)	
Agregado fino (m <sup>3</sup> )	
Agregado grueso (m <sup>3</sup> )	
Plastificante (1200 kg)	
Fibra metálica (20 kg)	S/ 86.68

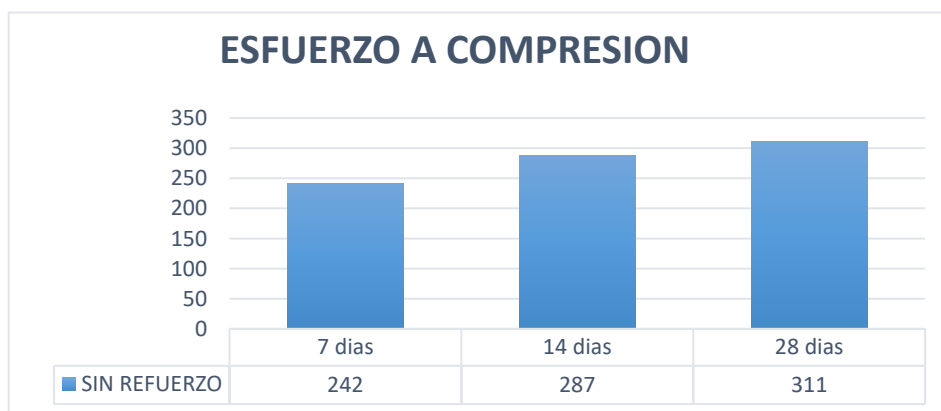
#### 4.5. Ensayo de resistencia a la compresión

En la tabla 14 se muestra una descripción del diseño de mezcla usado.

**Tabla 14***Descripción de diseño de mezcla*

Ensayo	Refuerzo	Tipo de Probeta	Dosificación (kg/m <sup>3</sup> )	Cantidad	Fechas de ensayo	Resistencia (kg/cm <sup>2</sup> )
<b>Compresión</b>	Sin refuerzo	Cilíndrica	0	1	7 días	242
				1	14 días	287
				5	28 días	311
	Wirand FF3	Cilíndrica	30	1	7 días	284
				1	14 días	319
				5	28 días	332

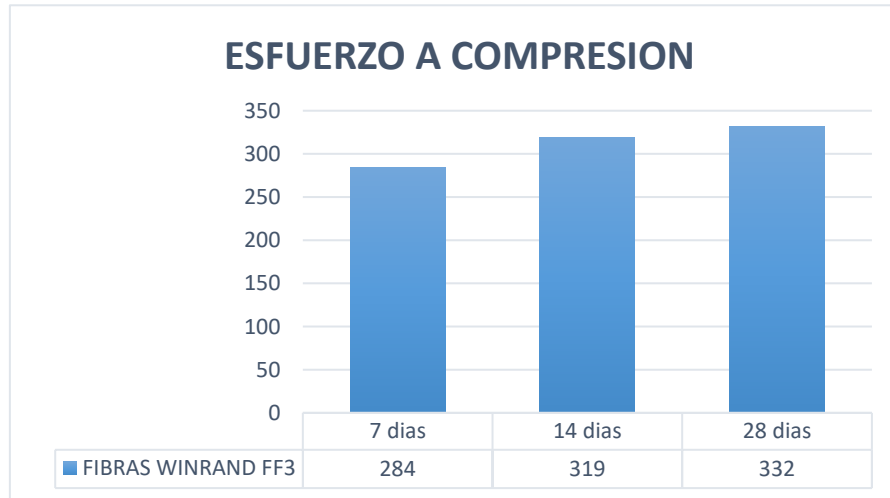
En la figura 49 se ha realizado un análisis de la compresión, por lo que se procedió a medir el esfuerzo a la compresión sin refuerzo de fibras, teniendo las muestras respecto al cálculo en días.

**Figura 49***Esfuerzo a la compresión sin refuerzo de fibras*

En la figura 50 a diferencia de la anterior se puso a prueba el esfuerzo a la compresión con el concreto reforzado con fibras.

**Figura 50**

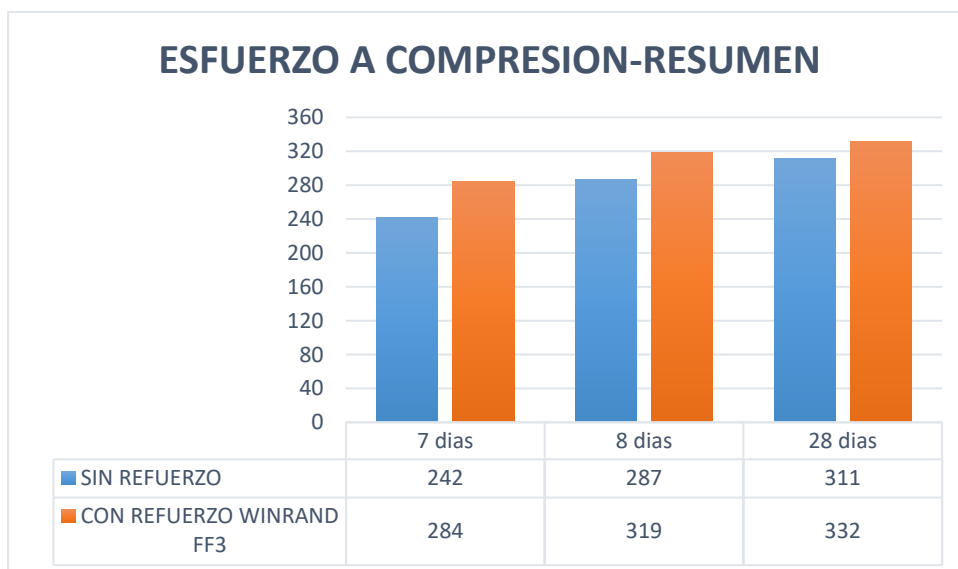
*Esfuerzo a la compresión con refuerzo de fibras*



La figura 51 es una muestra de cómo funciona la compresión con refuerzo de fibras vs Esfuerzo a la compresión sin refuerzo de fibra metálica.

**Figura 51**

*Esfuerzo a la compresión con refuerzo de fibras vs Esfuerzo a la compresión sin refuerzo de fibra metálica*



#### 4.6. Ensayos de resistencia a la flexión (ASTM - C 1550)

En la figura 52 se puede observar el análisis realizado, en la PUCP de acuerdo a sus características geométricas y conforme a las observaciones pre y post tensado.

**Figura 52**

Identific. del Especimen	Tipo de Espéc.	Diámetro (mm)				Espesor "t" (mm) medido en:								"t" calculados (mm)			Fisura Radial (N')	Validez del Resultado	Observaciones: Antes, Durante y Después del Ensayo
		d1	d2	d3	Prom	Perímetro			Interior (Sup. Rotura)			t c.l.	Prom	Adm. Máx Min	D.E. < 3,0mm				
						t1'	t2'	t3'	t1 - 1	t1 - 2	t1 - 3					t2 - 1			
M-1	Panel de Shotcrete Circular	799	799	800	799	810	76	76	76	81	82	80	85	83.2	90	1.8	3	ok	
						790	78	80	82	84	83	83						ok	
						790	-	-	-	84	85	85						ok	
M-2	Panel de Shotcrete Circular	795	790	799	795	810	77	76	81	82	80	77	84	82.3	90	2.3	3	ok	
						790	82	85	82	84	82	84						ok	
						790	-	-	-	84	84	82						ok	

*Características geométricas y observaciones pre y postensado*

Nota: Elaboración propia- Doc. Emitido por la PUCP

En la figura 53 se puede observar los resultados de ensayos flexión en losas circulares de concreto con fibras (Flexión con carga centrada en losas circulares de concreto con fibras, sobre tres apoyos)

**Figura 53**

*Resultados de ensayos flexión en losas circulares de concreto con fibras*

Identificación Muestra/Panel	Parámetro Medido	Valores Registrados y/o Calculados									
		Fisuración	Máxima o Última	Máxima Alcanzada	0-5	0-10mm	0-20mm	0-30mm	0-40mm	0-45mm	0-Final Ensayo*
M-1	Carga (kN)	22.054	22.054	0.001	0.699	0.324	0.019	0.002	0.002	0.002	0.001
	Deflexión (mm)	0.623	0.623	49.955	5.000	10.000	20.000	30.000	40.000	45.000	49.955
	Energ. Abs. (J)	7.386	7.386	24.445	20.255	22.534	24.378	24.407	24.428	24.400	24.445
M-2	Carga (kN)	25.365	25.365	3.001	16.623	12.807	8.631	5.961	4.336	3.619	3.001
	Deflexión (mm)	0.691	0.691	50.003	5.000	10.000	20.000	30.000	40.000	45.000	50.003
	Energ. Abs. (J)	10.365	10.365	422.439	84.236	157.696	262.159	334.741	385.922	405.796	422.439

Nota: Elaboración propia- Doc. Emitido por la PUCP

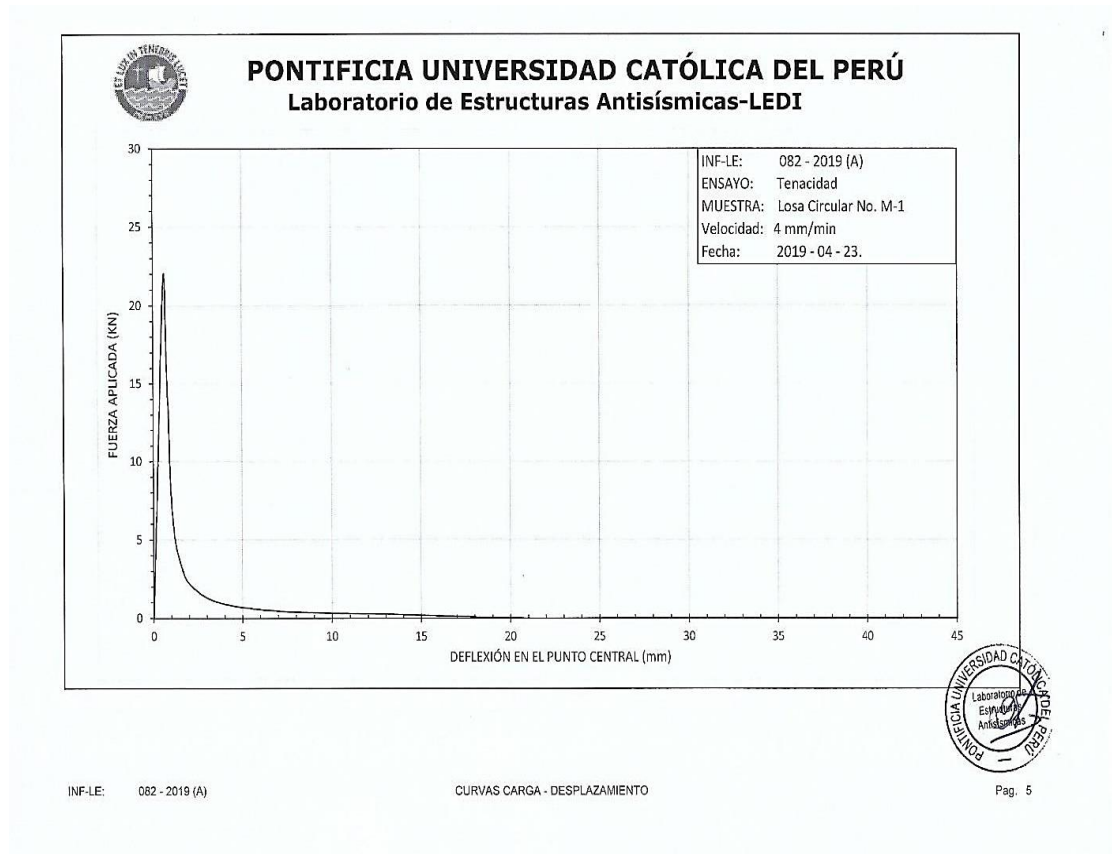
#### Panel circular sin refuerzo

En la figura 54, muestra que en este ensayo se mide la energía absorbida por el material al deformarse y romperse. La energía absorbida en el impacto por la sonda

usualmente se calcula como la diferencia de alturas inicial y final del péndulo usado en la práctica, esto supone, obviamente despreciar algunas pérdidas por rozamiento.

**Figura 54**

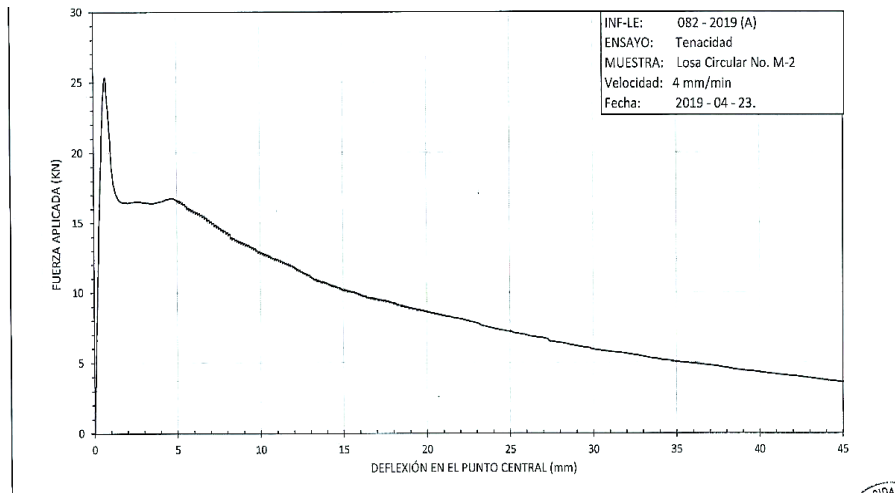
*Ensayo de tenacidad-muestra I*



*Nota.* Doc. Emitido por la PUCP

### Panel circular con fibras WIRAND FF3

En la figura 55, como ya se sabe la a adición de las fibras, principalmente las de acero, hace que propiedades específicas del concreto, como por ejemplo la resistencia a esfuerzos de flexión, se optimicen, en este caso observamos cómo reacciona con fibras WIRAND FF3.

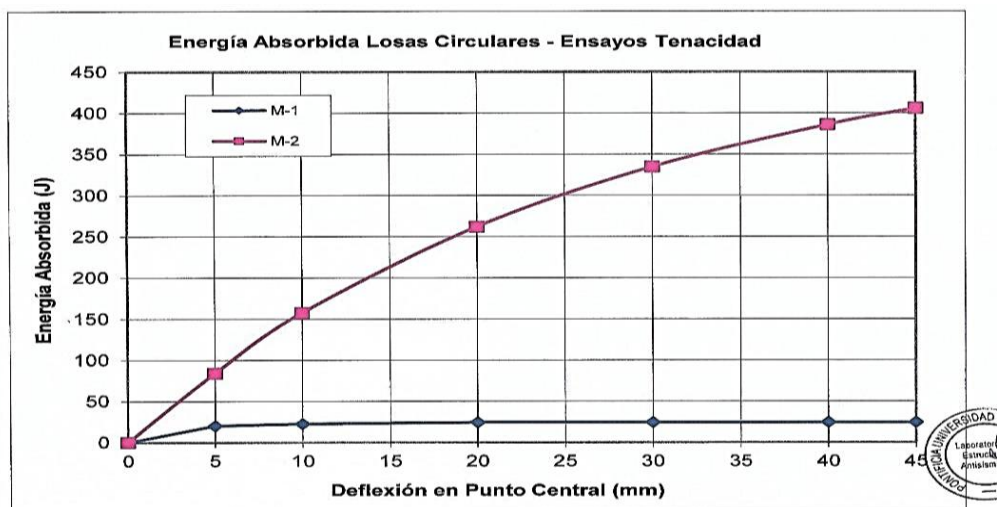
**Figura 55***Ensayo de tenacidad – muestra II*

Nota. Doc. Emitido por la PUCP

Figura 56, la resistencia por parte del panel nos indica la diferencia de la M-I y la M-II donde la M-II obtuvo como resultado una mayor absorción de energía de 422.439 J por la aplicación de carga máxima no se limitó y se verificó y se comprobó que la adición de las fibras metálicas aun siguió dando un óptimo resultado a la aplicación de la carga, a diferencia de la M-I, que por falta de este elemento, se limitó en un con una carga de 22.054, y con eso verificamos que la losa de concreto sin fibra metálica no pasa el ensayo de calidad.

**Figura 56**

Energía de absorción en paneles circulares



Nota. Doc. Emitido por la PUCP



## CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

### 5.1 Hipótesis general

La realización del “Análisis de la resistencia a la compresión y flexión de un concreto de  $f'c= 245 \text{ kg/cm}^2$  con adición de fibra metálica WIRAND FF3 para losas industriales” nos dará a conocer el comportamiento estructural de la losa, frente a cargas.

#### 5.1.1. Respuesta a la Hipótesis General

El análisis de la resistencia a la compresión y flexión con adición de fibras metálicas presenta comportamiento estructural apropiado; esto debido a la influencia de la fibra en las losas de concreto en losas de 20m x30m, esto se sostiene al verificarse que la disminución de fisuras en distintos paños de acuerdo con la adición de fibras; y a los lineamientos de las normas ASTM C39/C39M-21 y ASTM C1550-20 se verificó el buen comportamiento.

### 5.2 Hipótesis Especifica 1

La adición de fibras en el concreto permite dar más resistencia, como un refuerzo de amarre.

#### 5.2.1. Respuesta a la Hipótesis Especifica 1

Se llevo a cabo los ensayos para losa de concreto con el objeto de determinar la resistencia por compresión y flexión. Los resultados que arrojaron son por la adición de  $30 \text{ kg/m}^3$  de fibra metálica, demuestran la calidad del concreto y el efecto que tienen ante las cargas externas que se aplican.

Hoy en día la norma no establece para losas de concreto con dimensiones de 20m x30m sin juntas; y siendo esta resistencia a  $245 \text{ kg/cm}^2$  que es variable a las cargas que actúen. El valor promedio obtenido a los 28 días mediante el ensayo a compresión fue de  $332 \text{ kg/cm}^2$ , y mediando el ensayo a flexión fue de 10.365 J, lo que demuestra la calidad de losa de concreto; según las normas ASTM C39/C39M-21 y ASTM C1550-20.

### 5.3 Hipótesis Especifica 2

La adición de fibras aumenta las propiedades del concreto.

### **5.3.1. Respuesta a la Hipótesis Especifica 2**

De la observación recolectada durante el proceso de investigación de las losas existentes siendo en dimensión máxima de 20m x 30m sin juntas; se indica que las fibras uniformemente distribuidas en el concreto dan como resultado un material que es dúctil, fuerte y resistente al impacto.

### **5.4 Hipótesis Especifica 3**

La influencia de las fibras al concreto varía profundamente en la resistencia.

#### **5.4.1. Respuesta a la Hipótesis Especifica 3**

Tras las evaluación visual y ensayos de laboratorio de la influencia de las fibras al concreto de losas industriales, se determinaron que la resistencia de concreto es muy importante porque evita fallos incontrolados después de la grieta inicial, las fibras se activan y empiezan cerrar la grieta instantáneamente como el refuerzo de malla convencional.

## CONCLUSIONES

Tras haber realizado el análisis de la resistencia a la compresión y flexión de un concreto de  $f'c = 245 \text{ kg/cm}^2$  con adición de fibra metálica WIRAND FF3 para losas industriales, se determinó que, según los resultados obtenidos de los ensayos y análisis de campo detallados en el presente trabajo de tesis, que esta posee un comportamiento óptimo antes cargas externas que soporta la losa de concreto.

Se realizaron ensayos para determinar y dar un análisis con respecto a un concreto de  $245 \text{ kg/cm}^2$ , utilizando probetas y paneles circulares de concreto. Los resultados obtenidos indican un valor promedio obtenido a los 28 días mediante el ensayo a compresión fue de  $332 \text{ kg/cm}^2$ , dando un valor por encima de los  $245 \text{ kg/cm}^2$  de lo solicitado; y mediante el ensayo a flexión fue de  $422,439 \text{ J}$  de energía absorbida, lo que demuestra la calidad de losa industrial de concreto con adición de fibra metálica.

Se detectó que la proporción de fibras metálicas adicionadas dan un material es dúctil, fuerte y resistente a las cargas que soporta constantemente las losas con dimensiones de  $20\text{m} \times 30\text{m}$  sin la existencia de juntas. Asimismo, la proporción adecuada, así como el método constructivo aumenta las propiedades del concreto.

Durante la inspección de las losas industriales de concreto existentes, adicionadas con fibra metálica; la variación con respecto a la proporción de fibra da un óptimo resultado esto en verificación de campo y ensayos. Al someterlo a pruebas de absorción de energía en panel circular de  $75\text{mm} \times 800\text{mm}$ , con la norma ASTM C1550; en donde se observó la influencia que tiene la fibra en el concreto; la muestra 1 da una absorción de energía de  $24,445 \text{ J}$  (M1) versus la muestra 2 con absorción de energía de  $422,439 \text{ J}$ , por lo tanto, se concluye que la variación por la influencia de la fibra mejora profundamente la resistencia.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda a las entidades y/o instituciones públicas, su estudio más detallado para la utilización de fibras metálicas, dado que da un impacto favorable para la implementación y minimizar costos en su utilización; siendo más favorable su uso que la utilización de mallas electrosoldadas y varillas de acero; las fibras metálicas son capaz de soportar apreciables deformaciones manteniendo una buena resistencia y evitar la propagación de fisuras; el uso de otro tipo de marcas con respecto a las fibras metálicas no debería afectar en gran magnitud su resistencia, ya que solo es una adición para su mejora.

Se recomienda a las autoridades locales su aplicación en la adición de fibras metálicas en proyectos en donde se intervenga para losas de concreto con dimensiones de hasta 20mx30m sin juntas; quedando demostrado el refuerzo que efectúa como un amarre y evitar la aparición de fisuras.

Se recomienda utilización de losas de concreto con fibra metálicas con productos que cumplan con las normas y tener mejores resultados y mejoras en las propiedades del concreto. En este sentido, se sugiere a las autoridades si se llega a implementar, los materiales deben pasar por todos los estándares de calidad.

Se recomienda que nuestras autoridades implementen este método, siendo a futuro una opción favorable ante la industrialización dado que el procedimiento constructivo evita el desperdicio de materiales y simplifica las tareas de transporte, acopio, manipulación y colocación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo , C., & Henao, L. (2017). *Determinación del módulo de reacción (K) para el conjunto de capa triturada y sub-rasante*. Colombia: Universidad de Cartagena. <https://repositorio.unicartagena.edu.co/bitstream/handle/11227/4155/tesis%202%20febrero%2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- ACI. (2002). Report on fiber reinforced concrete. *American Concrete Institute*. [https://www.concrete.org/store/productdetail.aspx?ItemID=544196&Format=DOWNLOAD&Language=English&Units=US\\_AND\\_METRIC](https://www.concrete.org/store/productdetail.aspx?ItemID=544196&Format=DOWNLOAD&Language=English&Units=US_AND_METRIC)
- Alcantara, P. (2013). Metodología para minimizar las deficiencias de diseño basada en la construcción virtual usando tecnologías bim. Lima, Peru.
- Alvarado, J. F. (2013). Manual para la construcción de losas de concreto para pavimento rígido. *Consorcio FCC- Interamericana Norte*. [https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/3231/manual\\_construccion\\_losas\\_concreto\\_pavimento\\_rigido.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/3231/manual_construccion_losas_concreto_pavimento_rigido.pdf?sequence=2&isAllowed=y)
- Amable, M. (2017). Dominando el 90% del BIM. *Publicacion mensual Costos*, 56-57.
- American Association of State Highway and Transportation Officials. (1993). *Guide for desing of pavement Structures 1993*. Washinton D.C.: AASHTO. <https://habib00ugm.files.wordpress.com/2010/05/aashto1993.pdf>
- American Society for Testing and Materials C1550. (2020). *ASTM C1550-20 Método de prueba estándar para la tenacidad a la flexión del hormigón reforzado con fibra (utilizando un panel redondo cargado centralmente)*. American Society for Testing and Materials. <https://www.astm.org/c1550-20.html>
- American Society for Testing and Materials, ASTM A820/A820M-06. (2011). *Standard Specification for Steel Fibers for Fiber Reinforced Concrete*. ASTM Compass. [https://www.astm.org/a0820\\_a0820m-06.html](https://www.astm.org/a0820_a0820m-06.html)
- Antillon, J. (2016). Uso de fibras en el concreto. *Construccion y tecnologia en concreto*. <https://www.imcyc.com/revistacyt/pdf/enero2016/experto.pdf>
- Asocem. (2023). *Asociacion de productores de Cemento*. <http://www.asocem.org.pe/productos-a>
- Barbuta , M., Bucur , R., Alexandru, A., Scutarasu, S., & Burlacu, a. (2016). Combined Effect of Fly and Fibers on Properties of Cement Concrete. *Science Direct*.



- Carhuavilca Fuentes, P., Chavez, G. D., Guillen Aguilar, J., & Mendoza Corcuera, J. (2020). Trabajabilidad y resistencia a la compresion del concreto para diferentes relaciones agua/cemento. *aci USMP*.  
[https://www.researchgate.net/publication/344380249\\_trabajabilidad\\_y\\_resistencia\\_a\\_la\\_compresion\\_del\\_concreto\\_para\\_diferentes\\_relaciones\\_agua\\_cemento](https://www.researchgate.net/publication/344380249_trabajabilidad_y_resistencia_a_la_compresion_del_concreto_para_diferentes_relaciones_agua_cemento)
- Castellano, C., Bonavetti, V., Donza, H., & Irassar, E. (2016). The effect of a/b and temperature on the hydration and strength of blast furnace slag cements. *Science Direct*.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061815306322>
- Constructivo. (20 de agosto de 2018). *¿Cómo avanza la implantación del BIM en el mundo?* <https://constructivo.com/noticia/como-avanza-la-implantacion-del-bim-en-el-mundo-1520291050>
- Constructivo. (09 de agosto de 2018). *¿Cómo avanza la implantación del BIM en el mundo?*. <https://constructivo.com/noticia/como-avanza-la-implantacion-del-bim-en-el-mundo-1520291050>
- Cuba, R., & Humpire, R. (2019). *Analisis comparativo de las propiedades mecanicas para un concreto O  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  Y  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  usando cemento yura tipo IP y cemento wari tipo IP , con la adicion de escoria de cobre de la minera Southern Peru, para la ciudad de Arequipa*. Universidad Catolica Santa Maria.  
<https://repositorio.ucsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12920/9087/45.0293.I.C.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- D`Amico, A. (2012). Concreto reforzado con fibras y concreto lanzado. *Construccion y Tecnologia en concreto*.  
<https://www.imcyc.com/revistacyt/agosto2012/pdfs/tecnologia.pdf>
- Delgado, J. (09 de agosto de 2018). *BIM en Chile*. Obtenido de <https://editeca.com/bim-en-latinoamerica/>
- Editeca. (19 de agosto de 2018). *Dimensiones BIM*. <https://editeca.com/dimensiones-bim-alcance-del-programa/>
- Editeca. (09 de agosto de 2018). *El BIM en Latinoamérica*. <https://editeca.com/bim-en-latinoamerica/>
- EUCLID GROUP. (2019). Guia de especificacion para el tratamiento de fisuras en el concreto. *Toxement*. [https://www.toxement.com.co/media/3896/spec\\_fisuras-comprimido.pdf](https://www.toxement.com.co/media/3896/spec_fisuras-comprimido.pdf)

- Farfan , M., Pinedo, D., Araujo, J., & Orbegoso , J. (2019). Fibras de acero en la resistencia a la compresión del concreto. *Revista Gaceta Tecnica*. doi:<http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.19787.95523>
- Gonzales Beltran, G., & Monge Sandi, A. (2011). Recomendaciones para obtener resultados fiables de resistencia de cilindros de concreto. *Metodos y materiales*. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6240954.pdf>
- Gonzales, A. (09 de agosto de 2018). *BIM en Colombia*. <https://editeca.com/bim-en-latinoamerica/>
- González, C. (2015). Building Information: Metodología, aplicaciones y ventajas. Casos prácticos en Gestión de proyectos. Valencia, España.
- Harrison, J. (2003). New cements based on the addition of reactive magnesia to portland cement with or without added pozzolan. *TecEco*. Obtenido de <https://www.tececo.com.au/files/conference%20papers/NewCementsBasedontheAdditionofReactiveMagnesiatoPCCIAConcreteintheThirdMilleniumBrisbane170704.pdf>
- Hernández Sampieri, R. (2014). Metodología de la Investigación. México D.F., México: McGraw-hill / interamericana editores, s.a. de c.v.
- Hidalgo, W. A. (2015). Uso de tecnología bim para la gestión y desarrollo del proyecto: centro cultural de la universidad nacional del centro del peru-huancayo. Huancayo, Peru.
- Hong, F., & Prozzi , J. (2006). Comparison of equivalent single-axis loads from empirical and mechanistic-empirical approaches. *Transportation Research Board*, (pág. 23). Washington DC, Estados Unidos. <https://trid.trb.org/view/777138>
- Ikhlasss, S., Mohamed, R., & Binti, M. (2021). Comparison Study for the Thermal Response of Concrete Slabs in UAE and ETABS According to CEB-FIP90 and ACI 224.3R. *Design Engineering*. [https://www.researchgate.net/profile/Ikhlass-Sydnou/publication/364307067\\_Comparison\\_Study\\_for\\_the\\_Thermal\\_Response\\_of\\_Concrete\\_Slabs\\_in\\_UAE\\_and\\_ETABS\\_According\\_to\\_CEB-FIP90\\_and\\_ACI\\_2243R/links/6345053b76e39959d6b4d811/Comparison-Study-for-the-Thermal-R](https://www.researchgate.net/profile/Ikhlass-Sydnou/publication/364307067_Comparison_Study_for_the_Thermal_Response_of_Concrete_Slabs_in_UAE_and_ETABS_According_to_CEB-FIP90_and_ACI_2243R/links/6345053b76e39959d6b4d811/Comparison-Study-for-the-Thermal-R)
- Instituto de la construcción y gerencia. (2016). *Norma tecnica CE.010 Pavimentos urbanos*. ICG. [https://cdn-web.construccion.org/normas/files/tecnicas/Pavimentos\\_Urbanos.pdf](https://cdn-web.construccion.org/normas/files/tecnicas/Pavimentos_Urbanos.pdf)





[https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/833404/Exposici%C3%B3n\\_de\\_Motivos\\_R.M.\\_175.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/833404/Exposici%C3%B3n_de_Motivos_R.M._175.pdf)

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2006). Reglamento Nacional de Edificaciones: Normas Técnicas. *Normas Técnicas peruanas*.  
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3241618/NORMAS%20OBLIGATORIAS%202023%20-%20JULIO.pdf?v=1688679868>

Montoya , K. E. (2019). *Comparación de la resistencia a la flexión, entre concreto fibroreforzado con polipropileno y concreto reforzado con fibras metálicas, para uso en carpetas de rodadura en parqueos*. Universidad San Carlos de Guatemala. <https://core.ac.uk/download/pdf/45359167.pdf>

Morales, B. (09 de agosto de 2018). *BIM en Chile*. <https://editeca.com/bim-en-latinoamerica/>

Naaman , A. (2018). Fiber reinforced concrete: five decades of progress. *BCCM4*.  
<https://bccm4.com.br/proceedings/fullpapers/p005.pdf>

Paricaguan, B., & Muñoz C., J. (2019). Estudio de las propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras de bagazo de caña de azúcar. *Ingeniería UC*.  
<https://www.redalyc.org/journal/707/70760276009/html/#:-:text=Los%20concretos%20reforzados%20con%20fibras,mezclas%20elaboradas%20de%20manera%20tradicional.>

Parodi, H., & De la Cruz, K. (2013). Análisis situacional de las tecnologías de Información aplicadas a los procesos operativos del sector construcción en el Perú. Lima, Perú.

Pasquel , E. (2019). Entendiendo el concreto. *Control Mix Express Ensayos en concreto*.  
<https://www.controlmixexpress.com/docs/EntendiendoElConcreto.pdf>

Picó, E. C. (2008). *Introducción a la tecnología bim*. Barcelona: Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona.

Piedra, A. (09 de agosto de 2018). *BIM en Costa Rica*. <https://editeca.com/bim-en-latinoamerica/>

Pierre-Claude, A. (2000). Cements of yesterday and today: Concrete of tomorrow. *Science Direct*.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0008884600003653>

Quiroz, J. (2017). BIM en Gobierno. *Publicación mensual Costos*, 53-54.

Quiroz, J. (2017). BIM en Gobierno. *Publicación mensual Costos*, 51.

- Rajesh, K., Abhishek, S., & Rajni, L. (2022). Industrial Waste: Strength-Enhancing Additives Incorporated into Lightweight Aggregate Concrete (LWAC) for Energy Efficient Buildings: A Comprehensive Review. *Sustainable Concrete Masonry: AAC and LWAC*. <https://doi.org/10.3390/su14010331>
- Rincon, I. (09 de agosto de 2018). *BIM en Panama*. <https://editeca.com/bim-en-latinoamerica/>
- Rivva Lopez , E. (1992). *Tecnología del concreto: diseño de mezclas*. Lima. <https://pdfcoffee.com/disenio-de-mezclas-enrique-rivva-lopezpdf-4-pdf-free.html>
- ROJAS, P. V. (2013). Metodología para minimizar las deficiencias de diseño basada en la construcción virtual usando tecnologías bim. Lima, Peru. <http://www.kaizenai.com/bim/que-es-el-bim/>
- Romea, C. (2014). El hormigon: breve reseña historica de un material milenario. *Universitat Politècnica de Catalunya*. <https://www.omniascience.com/books/index.php/monographs/catalog/download/77/311/491-1?inline=1>
- Saldías, R. (2010). Estimación de los beneficios de realizar una coordinación digital de proyectos con tecnologías bim. Santiago, Chile.
- Santacruz, H. (09 de agosto de 2018). *BIM en Ecuador*. <https://editeca.com/bim-en-latinoamerica/>
- SIKA. (2014). Rehabilitacion de fisuras en e concreto reforzado. *Construyendo confianza*. <https://col.sika.com/dms/getdocument.get/50ba5246-de4a-3dbe-8662-918382523e35/BROCHURE%20FISURAS%20EN%20EL%20CONCRETO%20REFORZADO.pdf>
- Thomas, R. J., Hailong, Y., Radlinska, A., & Peethamparan, S. (2016). Alkali-Activated Slag Cement Concrete : A closer look at a sustainable alternative to portland cement. *Concrete International*. [https://www.researchgate.net/profile/Robert-Thomas-56/publication/291971035\\_Alkali-Activated\\_Slag\\_Cement\\_Concrete\\_A\\_closer\\_look\\_at\\_a\\_sustainable\\_alternative\\_to\\_portland\\_cement/links/56a7c7e508aed22e37023f/Alkali-Activated-Slag-Cement-Concrete-A-closer-](https://www.researchgate.net/profile/Robert-Thomas-56/publication/291971035_Alkali-Activated_Slag_Cement_Concrete_A_closer_look_at_a_sustainable_alternative_to_portland_cement/links/56a7c7e508aed22e37023f/Alkali-Activated-Slag-Cement-Concrete-A-closer-look-at-a-sustainable-alternative-to-portland-cement.pdf)
- Toledo, B., & Flores Sandoval, A. (2022). Agregados finos de concreto reciclado y su influencia en concreto no estructural. *Boletín de ciencias basicas e ingenierias*

*de**ICBI.*

<https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icbi/article/view/9851/9825>

Vanderley, J., Damineli, B., Quattrone, M., & Pileggia, R. (2018). Fillings in cementitious materials: experience, recent advances and future potential. *Science Direct*.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0008884616311425>

Zabielska-Adamska, K., & Siewska, M. (2015). Dynamic CBR Test to Assess the Soil Compaction. *Journal of Testing and Evaluation*.  
[https://www.researchgate.net/profile/Katarzyna-Zabielska-Adamska/publication/263851602\\_Dynamic\\_CBR\\_Test\\_to\\_Assess\\_the\\_Soil\\_Compaction/links/599d4b0045851574f4b1a260/Dynamic-CBR-Test-to-Assess-the-Soil-Compaction.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Katarzyna-Zabielska-Adamska/publication/263851602_Dynamic_CBR_Test_to_Assess_the_Soil_Compaction/links/599d4b0045851574f4b1a260/Dynamic-CBR-Test-to-Assess-the-Soil-Compaction.pdf)

**ANEXOS**

## Anexo 1- MATRIZ DE CONSISTENCIA

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Método
	<b>Objetivo General</b>			<b>Tipo de estudio</b> Según su propósito es aplicada.
<p><b>Problema General</b></p> <p>¿Cómo se puede mejorar la resistencia a la compresión y flexión de un concreto de <math>f'c = 245</math> kg/cm<sup>2</sup> con adición de fibra metálica WIRAND FF3 para losas industriales?</p>	<p>Determinar cómo mejora la resistencia a la compresión y flexión de un concreto de <math>f'c = 245</math> kg/cm<sup>2</sup> con adición de fibra metálica WIRAND FF3 para losas industriales.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Hipótesis general</b></p> <p>La compresión y flexión de un concreto de <math>f'c = 245</math> kg/cm<sup>2</sup> mejora significativamente con adición de fibra metálica WIRAND FF3 para losas industriales.</p>	<p><b>V1: Fibras de acero</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Clasificación</li> <li>• Tipos</li> <li>• Características</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Nivel de investigación</b> El nivel es explicativo.</p> <p style="text-align: center;"><b>Diseño de la Investigación</b> 7 probetas para concreto patrón y 7 probetas para concreto reforzado, y panel circular como concreto patrón y un panel con concreto fibroreforzados para el diseño de del concreto reforzado se usó 30kg/cm<sup>3</sup> de fibras y el porcentaje de aditivo se usó un 1.18% del cementante en total, sometidos a ensayo de compresión y flexión (absorción de energía).</p>
<p><b>Problemas secundarios</b></p> <p>¿Como la adición de fibras en el concreto, permite dar más resistencia, como un refuerzo de amarre?</p> <p>¿Como la adición de fibras aumenta las propiedades del concreto?</p> <p>¿Como la influencia de las fibras al concreto, varía profundamente en la resistencia?</p>	<p style="text-align: center;"><b>Objetivos Específicos</b></p> <p>Determinar como la adición de fibras en el concreto, permite dar más resistencia, como un refuerzo de amarre.</p> <p>Determinar como la adición de fibras aumenta las propiedades del concreto.</p> <p>Determinar como la influencia de las fibras al concreto, varía profundamente en la resistencia.</p>	<p style="text-align: center;"><b>Hipótesis específicas</b></p> <p>La adición de fibras en el concreto permite dar más resistencia, como un refuerzo de amarre.</p> <p>La adición de fibras aumenta las propiedades del concreto.</p> <p>La influencia de las fibras al concreto varía profundamente en la resistencia.</p>	<p><b>V2: Características físicas y mecánicas del concreto</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Componentes del concreto</li> <li>• Estado fresco</li> <li>• Estado endurecido</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Técnicas</b> Observación directa. Cálculo de datos informático en el software. Modelamiento de datos informáticos.</p> <p style="text-align: center;"><b>Instrumentos</b> software: Fichas de Observación. Software Microsoft Excel.</p> <p style="text-align: center;"><b>Muestra:</b> Conformada por probetas cilíndricas y paneles circulares de concreto <math>f'c = 245</math> kg/cm<sup>2</sup> c/u. Se trabajó con respecto a un concreto patrón (dosificación sin fibra metálica) y un concreto reforzado con fibra metálica Wirand FF3.</p>

**ANEXO 2. PANEL FOTOGRÁFICO I**

*Almacén de minerales Logismminsá – Lugar de estudio para Tesis*



*Almacén de minerales Logismminsá – Presencia de cargas*



*Medición de fisuras en losas existentes en almacén de minerales*



*Medición de fisuras en losas Inspección y ubicación de fisuras existentes con presencia de carga en algunas losas existentes en almacenes*  
*Almacenes de la Empresa*





*En Almacenes de la Empresa se procedió a la Recolección de agregado en para ensayos*



*En laboratorio de la empresa se procedió con la medición de agregados para los Ensayos.*



*En laboratorio de la empresa se procedió con la medición de plastificante para los Ensayos.*



*En laboratorio de la empresa se procedió con la medición de fibra metálica para los Ensayos.*



*En laboratorio de la empresa se procedió a la elaboración de probetas de concreto.*



*Elaboración de probetas de concreto con fibra metálica y sin fibra metálica*



*En laboratorio de la empresa se procedió a la elaboración de muestras circulares*



*En laboratorio de la empresa Curado de Muestras de circulares para ensayos ASTM C 1550*





*En almacén de minerales se procedió al transporte de muestras en presencia del encargado de Laboratorio para ensayos*



*Probetas de concreto posicionado para la realización de ensayo a la compresión*      *Probetas de concreto con adición de fibras de concreto después de ensayo*



*Probetas de concreto con adición de fibras de concreto después de ensayo*      *Probetas de concreto sin adición de fibras de concreto después de ensayo*



*Laboratorio de Estructuras Antisísmicas de PUCP para ensayo de resistencia a la flexión (ASTM-C1550)*



*Laboratorio de Estructuras Antisísmicas de PUCP –  
preparación de muestras para  
ensayos ASTM C 1550*



*Laboratorio de Estructuras Antisísmicas de PUCP para ensayo de  
resistencia a la flexión (ASTM-C1550)*





*Laboratorio de Estructuras Antisísmicas de PUCP para ensayo de resistencia a la flexión (ASTM-C1550) en panel redondo de 75 mm y 800 mm de diámetro*



*Laboratorio de Estructuras Antisísmicas de PUCP - ensayo de resistencia a la flexión (ASTM-C1550); en tres puntos de apoyo luego de la aplicación de carga.*



*Laboratorio de Estructuras Antisísmicas de PUCP - ensayo de resistencia a la flexión (ASTM-C1550); panel circular si adición de fibra metálica*



*Laboratorio de Estructuras Antisísmicas de PUCP - ensayo de resistencia a la flexión (ASTM-C1550); panel con adición de fibra metálica.*



*Laboratorio de Estructuras Antisísmicas de PUCP - ensayo de resistencia a la flexión (ASTM-C1550); panel con adición de fibra metálica, se observa que aún siguen como amarre.*



*Laboratorio de Estructuras Antisísmicas de PUCP - ensayo de resistencia a la flexión (ASTM-C1550); panel sin fibra metálica*





*Laboratorio de Estructuras Antisísmicas de PUCP - ensayo de resistencia a la flexión (ASTM-C1550); panel con adición de fibra metálica, se observa la distribución de homogénea de la fibra.*



**ANEXO 3. PANEL FOTOGRÁFICO II**

*Logisminsá, vista satelital de almacén de minerales*



*Logisminsá, ingreso de vehículos de carga de minerales*



*Logisminsa, vista panorámica del lugar de estudio*



*Logisminsa, fibra metálica presentación en cajas para la utilización en losa de concreto*



*Logisminsa, almacenamiento de minerales para su carga.*





*En almacén de minerales se tiene maquinaria para el procesamiento de agregado, así como su planta de concreto*



*En almacén de minerales vista de contenedores sobre losas de concreto*



*Proceso constructivo de losa de concreto con fibra metálica, antes de proceder con habilitación de terreno y ensayos de suelos y encofrado.*



*Proceso constructivo de losa de concreto con fibra metálica, colocación de geomembrana*





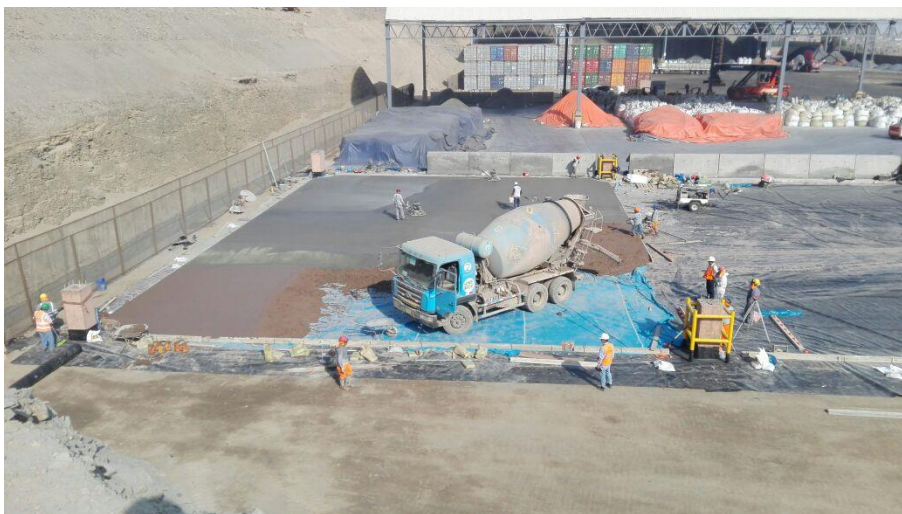
*Proceso constructivo de losa de concreto con fibra metálica, se procede con la preparación en mixer para su vaciado*



*Proceso constructivo de losa de concreto con fibra metálica, extracción de probetas de concreto para los ensayos a compresión*



*Proceso constructivo de losa de concreto con fibra metálica, vaciado con mixer*



*Proceso constructivo de losa de concreto con fibra metálica, se procede al curado respectivo, y aplicación del endurecedor.*



*Proceso constructivo de losa de concreto con fibra de concreto, luego del curado por 10 días*



*Proceso constructivo de losa de concreto con fibra metálica, para su utilización almacenamiento de minerales.*





## ANEXO 4. FICHAS TÉCNICAS

**MACCAFERRI**

## FICHA TECNICA

Rev: 01, Issue—Oct 2018

**FIBRA WIRAND® FF3****DESCRIPCIÓN:**

Fibra WIRAND® FF3 en alambre de acero trefilado para el refuerzo del hormigón

**TIPO:**

Wirand® FF3

**DIMENSIONES:**

- Diámetro D: 0.75 mm;
- Largo L: 50 mm;
- Relación de esbeltez L/D:
- Relación entre el Largo y el Diámetro  $50/0.75 = 67$
- Cantidad de elementos por kg. = 5767

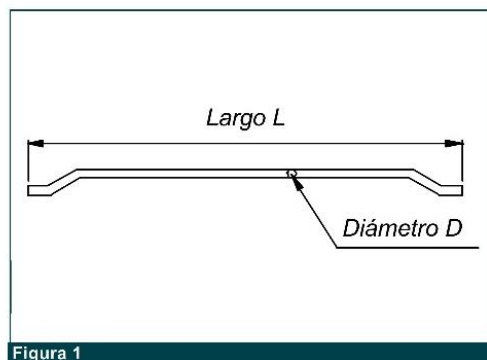


Figura 1

**CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL ALAMBRE**

$R_m$  (Tensión de ruptura por tracción del alambre): > 1200 MPa (Según ACI 544.3R-08)  
 $A_l$  (Elongación a la ruptura) < 4%

**FORMA**

Los ganchos de las extremidades de la fibra WIRAND® FF3 garantizan la máxima adherencia al hormigón

**STANDARD DE REFERENCIA**

- ASTM A820-01 "Standard specification for steel fibers for fiber-reinforced concrete"
- UNI-11037 – Fibre di acciaio da impiegare nel confezionamento di conglomerato cementizio rinforzato
- pr-EN 14889-1 – Fibres for concrete – Part 1 – Steel fibres – Definition, specifications and conformity

**EMBALAJES**

La fibra WIRAND® FF3 es acondicionada en grandes big bags de 600, 750, 950 Kg de peso, o en cajas de cartón de 20 Kg

*El fabricante, con el fin de mejorar y optimizar las características técnicas de los productos, se reserva el derecho de modificar los estándares de los productos sin ningún preaviso. Todas las informaciones comunicadas están dadas de buena fe y en base a nuestra experiencia; de todas formas tanto el fabricante como sus distribuidores declinan cualquier responsabilidad por una utilización errónea de dicha información por parte del proyecto.*

**MACCAFERRI**  
AMÉRICA LATINA

Maccaferri se reserva el derecho de revisar estas especificaciones en cualquier momento, de acuerdo con las características de los productos fabricados.

[www.maccaferri.com.pe](http://www.maccaferri.com.pe)

Sistema de Gestión de Calidad ISO  
Certificado de Conformidad con la  
Norma ISO 9001:2008

**9001**

# FibroMac® 12

## Fibras para Refuerzo del Concreto

### Características técnicas

FibroMac® 12 es una fibra de polipropileno producida a partir de multifilamentos, indicada para el refuerzo de concretos y morteros con la finalidad de generar un compuesto homogéneo y controlar la fisuración por retracción.



Propiedades Físicas		
Diámetro	µm	18
Sección		Circular
Largo	mm	12
Alargamiento	%	80
Matéria-prima		polipropileno
Peso Específico	g/cm <sup>3</sup>	0.91
Propiedades Mecánicas		
Temperatura de fusión	°C	160
Resistencia a la tracción	MPa (N/mm <sup>2</sup> )	300
Módulo de Yang	MPa	3 000
Aplicación		
Campos de aplicación indicados		concreto proyectado, prefabricados, pavimentos, pisos, revestimientos.
Cantidad de fibras por kilo		300 000 000
Área superficial específica	m <sup>2</sup> / kg	225
Dosaje (recomendación mínima)	g / m <sup>3</sup>	600
Presentación		

Las fibras sintéticas FibroMac® 12 son acondicionadas en sacos hidrosolubles de 600g.

## ANEXO 5. INFORMES DE ENSAYOS



Fecha de emisión: Ene 01 2016

Fecha de revisión: Dic 01 2017

**ECOANDINA**CCL ASOCIADO  
CAMARA DE COMERCIO - LIMA**ADITIVO  
ECOPLAS**

[servicioalcliente@ecoandina-peru.com](mailto:servicioalcliente@ecoandina-peru.com)



(51-1)-759-4004

Av. Paseo de la República 5181 Ofic. 903 A –  
Surquillo – Lima – Perú

**DESCRIPCIÓN**

A: **COPLAS** es un PLASTIFICANTE, con efecto prolongado en la mantención de cono, especialmente a niveles entre 8 a 16 cm.

Adicionado en obra asegura las resistencias al evitar el uso de agua en obra para ajustar el slump, evitando usar altas dosis de cemento.

Es exento de cloruros. Por tanto, NO ES OXIDANTE de metales ferrosos.

**ASPECTOS TÉCNICOS**

- RAZÓN AGUA CEMENTO la reduce sin alterar la plasticidad del hormigón.
- TRABAJABILIDAD del hormigón mejora.
- TIEMPO DE TRABAJABILIDAD lo prolonga.
- DOCILIDAD se mantiene en hormigón fresco sin disminuir las resistencias
- IMPERMEABILIDAD del hormigón aumenta.
- RIESGO DE FISURACIÓN por retracción disminuye.

**REDUCCIÓN DE COSTOS**

A consecuencia del menor uso del producto, se reduce considerablemente el flete y o manipulación o circulación del mismo. Además, la reducción de cemento es otro factor importante ya que es uno de los insumos con mayor logística y /o movilización.

**DOSIS**

-Para concretos convencionales de 0.5% a 1% del peso del cemento

-Para concretos especiales de 1% a 2% del peso del cemento

Lo ideal es contactar el servicio técnico INDUSTRIAS ECO ANDINA para optimizar su aplicación.

**NORMAS**

Aditivo tipo F según ASTM C494. Cumple requisitos y especificaciones de norma SIA 162 (1989) y EN 942-2

**DATOS TÉCNICOS****Duración:**

8 meses almacenado en lugar fresco y protegido del sol, recomendado por nuestro Sistema de Control de Calidad, si estuviera expuesto a climas extremos, protegerlo o aislarlo a una temperatura entre 10° a 20° centígrados.

**Presentación:**

En cilindros de 240 Kg o en dispenser de 1200 Kg

**Propiedades físicas:**

Apariencia: Líquido

Densidad: 1.20 ± 0.02 g/mL





ML - CRF - 01

**INFORME DE ENSAYO**

**SOLICITANTE** : BACH.MARCO ANTONIO MAMANI CHURA  
**TESIS** : "MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION Y FLEXION DE UN CONCRETO F'c=245 KG/CM2, CON ADICION DE FIBRA METALICA WIRAND FF3 PARA LA APLICACIÓN EN LOSAS INDUSTRIALES"  
**DIRECCION** : LOGISMINSA **UBICACIÓN:** AV.CHILLON S/N - DISTRITO DE VENTANILLA - CALLAO - LIMA

**REFERENCIA DE LA MUESTRA**

**ESTRUCTURA** : LA INDICADA  
**DESCRIPCION** : PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO DE 6"

**ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO REFORZADO  
 CON FIBRA WIRAND FF3 - LABORATORIO**

DENOMINACION	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	DIAMETRO (cm)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (kg/cm2)
ML - I	22/03/2019	29/03/2019	7	15	50140	284

**OBSERVACIONES** :  
 SEGÚN LA MUESTRA IDENTIFICADA SE DIO UNA FALLA POR CORTE.

**REFERENCIA** :  
 ASTM C 39/C39M-05 Standard test method for compressive strength concrete of cylindrical concrete specimens

**LOGISMINSA S.A.**  
  
 TEC. OSCAR BENDEZU-VALLE  
 LAB. SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO



LUIS ORLANDO MAMANI CHURA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 119517



**INFORME DE ENSAYO**

**SOLICITANTE** : BACH.MARCO ANTONIO MAMANI CHURA  
**TESIS** : " A DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION Y FLEXION DE UN CONCRETO F'C=245 KG/CM2, CON ADICION DE FIBRA METALICA WIRAND FF3 PARA LA APLICACIÓN EN LOSAS INDUSTRIALES"  
**DIRECCION** : LOGISMINSA **UBICACIÓN:** AV.CHILLON S/N - DISTRITO DE VENTANILLA - CALLAO - LIMA

**REFERENCIA DE LA MUESTRA**

**ESTRUCTURA** : LA INDICADA  
**DESCRIPCION** : PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO DE 6"

**ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO REFORZADO  
 CON FIBRA WIRAND FF3 - LABORATORIO**

DENOMINACION	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (dias)	DIAMETRO (cm)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (kg/cm2)
ML - II	22/03/2019	5/04/2019	14	15	56350	319

**OBSERVACIONES** :  
 SEGÚN LA MUESTRA IDENTIFICADA SE DIO UNA FALLA POR CORTE.  
**REFERENCIA** :  
 ASTM C 39/C39M-05 Standard test method for compressive strength concrete of cylindrical concrete specimens

**LOGISMINSA S.A.**  
  
 TEC. OSCAR BENDEZU VALLE  
 LAB. SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO



  
**LUIS ORLANDO MAMANI CHURA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 119517



ML - CRF - 03

## INFORME DE ENSAYO

**SOLICITANTE** : BACH.MARCO ANTONIO MAMANI CHURA  
**TESIS** : " A DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION Y FLEXION DE UN CONCRETO F'C=245 KG/CM2, CON ADICION DE FIBRA METALICA WIRAND FF3 PARA LA APLICACIÓN EN LOSAS INDUSTRIALES"  
**DIRECCION** : LOGISMINSA **UBICACIÓN:** AV.CHILLON S/N - DISTRITO DE VENTANILLA - CALLAO - LIMA

## REFERENCIA DE LA MUESTRA

**ESTRUCTURA** : LA INDICADA  
**DESCRIPCION** : PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO DE 6"

**ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO REFORZADO  
 CON FIBRA WIRAND FF3 - LABORATORIO**

DENOMINACION	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	DIAMETRO (cm)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (kg/cm <sup>2</sup> )
ML - V	22/03/2019	19/04/2019	28	15	59760	338
ML - VII	22/03/2019	19/04/2019	28	15	59900	339

**OBSERVACIONES** :  
 SEGÚN LA MUESTRA IDENTIFICADA SE DIO UNA FALLA POR CORTE.

**REFERENCIA** :  
 ASTM C 39/C39M-05 Standard test method for compressive strength concrete of cylindrical concrete specimens

LOGISMINSA S.A.  
  
 TEC. OSCAR BENDEZU VALLE  
 LAB. SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO



LUIS ORLANDO MAMANI CHURA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 119517

**INFORME DE ENSAYO**

**SOLICITANTE** : BACH.MARCO ANTONIO MAMANI CHURA  
**TESIS** : ANTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION Y FLEXION DE UN CONCRETO F'C=245 KG/CM2, CON ADICION DE FIBRA METALICA WIRAND FF3 PARA LA APLICACIÓN EN LOSAS INDUSTRIALES"  
**DIRECCION** : LOGISMINSA **UBICACIÓN:** AV.CHILLON S/N - DISTRITO DE VENTANILLA - CALLAO - LIMA

**REFERENCIA DE LA MUESTRA**

**ESTRUCTURA** : LA INDICADA  
**DESCRIPCION** : PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO DE 6"

**ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO REFORZADO  
 CON FIBRA WIRAND FF3 - LABORATORIO**

DENOMINACION	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (dias)	DIAMETRO (cm)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (kg/cm2)
ML - I	21/03/2019	18/04/2019	28	15	57340	324
ML - II	21/03/2019	18/04/2019	28	15	57680	326
ML - III	21/03/2019	18/04/2019	28	15	58650	332

**OBSERVACIONES** : SEGÚN LA MUESTRA IDENTIFICADA SE DIO UNA FALLA POR CORTE.  
**REFERENCIA** : ASTM C 39/C39M-05 Standard test method for compressive strength concrete of cylindrical concrete specimens

**LOGISMINSA S.A.**  
  
 TEC. OSCAR BENDEZU VALLE  
 LAB. SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO



  
 LUIS ORLANDO MAMANI CHURA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 119517

**INFORME DE ENSAYO**

**SOLICITANTE** : BACH.MARCO ANTONIO MAMANI CHURA  
**TESIS** : APTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION Y FLEXION DE UN CONCRETO F'C=245 KG/CM2, CON ADICION DE FIBRA METALICA WIRAND FF3 PARA LA APLICACIÓN EN LOSAS INDUSTRIALES"  
**DIRECCION** : LOGISMINSA **UBICACIÓN:** AV.CHILLON S/N - DISTRITO DE VENTANILLA - CALLAO - LIMA

**REFERENCIA DE LA MUESTRA**

**ESTRUCTURA** : LA INDICADA  
**DESCRIPCION** : PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO DE 6"

**ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO PATRON - LABORATORIO**

DENOMINACION	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	DIAMETRO (cm)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (kg/cm2)
ML - I	20/03/2019	27/03/2019	7	15	42810	242

**OBSERVACIONES** :  
 SEGÚN LA MUESTRA IDENTIFICADA SE DIO UNA FALLA POR CORTE.

**REFERENCIA** :  
 ASTM C 39/C39M-05 Standard test method for compressive strength concrete of cylindrical concrete specimens

LOGISMINSA S.A.  
  
 TEC. OSCAR BENÍTEZ VALLE  
 LAB. SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO



  
 LUIS ORLANDO MAMANI CHURA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 119517



**INFORME DE ENSAYO**

**SOLICITANTE** : BACH.MARCO ANTONIO MAMANI CHURA  
**TESIS** : A O DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION Y FLEXION DE UN CONCRETO F'C=245 KG/CM2, CON ADICION DE FIBRA METALICA WIRAND FF3 PARA LA APLICACIÓN EN LOSAS INDUSTRIALES"  
**DIRECCION** : LOGISMINSA **UBICACIÓN:** AV.CHILLON S/N - DISTRITO DE VENTANILLA - CALLAO - LIMA

**REFERENCIA DE LA MUESTRA**

**ESTRUCTURA** : LA INDICADA  
**DESCRIPCION** : PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO DE 6"

**ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO PATRON - LABORATORIO**

DENOMINACION	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (días)	DIAMETRO (cm)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (kg/cm2)
ML - II	22/03/2019	3/04/2019	14	15	50790	287.00

**OBSERVACIONES** :  
 SEGÚN LA MUESTRA IDENTIFICADA SE DIO UNA FALLA POR CORTE.

**REFERENCIA** :  
 ASTM C 39/C39M-05 Standard test method for compressive strength concrete of cylindrical concrete specimens

LOGISMINSA S.A.

TEC. OSCAR BENDEZU VALLE  
 LAB. SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO



LUIS ORLANDO MAMANI CHURA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 119517

**INFORME DE ENSAYO**

**SOLICITANTE** : BACH.MARCO ANTONIO MAMANI CHURA  
**TESIS** : A JTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION Y FLEXION DE UN CONCRETO F'C=245 KG/CM2, CON ADICION DE FIBRA METALICA WIRAND FF3 PARA LA APLICACIÓN EN LOSAS INDUSTRIALES"  
**DIRECCION** : LOGISMINSA **UBICACIÓN:** AV.CHILLON S/N - DISTRITO DE VENTANILLA - CALLAO - LIMA


**REFERENCIA DE LA MUESTRA**

**ESTRUCTURA** : LA INDICADA  
**DESCRIPCION** : PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO DE 6"

**ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO PATRON - LABORATORIO**

DENOMINACION	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (dias)	DIAMETRO (cm)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (kg/cm2)
ML - III	20/03/2019	17/04/2019	28	15	57570	328
ML - IV	20/03/2019	17/04/2019	28	15	54800	310
ML - V	20/03/2019	17/04/2019	28	15	53730	304
ML - VI	20/03/2019	17/04/2019	28	15	54750	309

**OBSERVACIONES** :  
Muestras Tomadas e identificadas por el solicitante  
**REFERENCIA** :  
ASTM C 39/C39M-05 Standard test method for compressive strength concrete of cylindrical concrete specimens

LOGISMINSA S.A.  
  
TEC. OSCAR BENZEDU VALLE  
LAB. SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO



  
LUIS ORLANDO MAMANI CHURA  
INGENIERO CIVIL  
Reg. CIP N° 119517

**INFORME DE ENSAYO**

**SOLICITANTE** : BACH.MARCO ANTONIO MAMANI CHURA  
**TESIS** : A NTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION Y FLEXION DE UN CONCRETO  
 F'C=245 KG/CM2, CON ADICION DE FIBRA METALICA WIRAND FF3 PARA LA APLICACIÓN  
 EN LOSAS INDUSTRIALES"  
**DIRECCION** : LOGISMINSA **UBICACIÓN:** AV.CHILLON S/N - DISTRITO DE  
 VENTANILLA - CALLAO - LIMA

**REFERENCIA DE LA MUESTRA**

**ESTRUCTURA** : LA INDICADA  
**DESCRIPCION** : PROBETAS CILINDRICAS DE CONCRETO DE 6"

**ESFUERZO A LA COMPRESION DE MUESTRAS CILINDRICAS DE CONCRETO PATRON - LABORATORIO**

DENOMINACION	FECHA DE MUESTREO	FECHA DE ENSAYO	EDAD (dias)	DIAMETRO (cm)	CARGA DE ROTURA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (kg/cm2)
ML - VII	23/03/2019	20/04/2019	28	15	53700	304

**OBSERVACIONES** :  
 Muestras Tomadas e identificadas por el solicitante

**REFERENCIA** :  
 ASTM C 39/C39M-05 Standard test method for compressive strength concrete of cylindrical concrete specimens

LOGISMINSA S.A.  
  
 TEC. OSCAR BENDEZU VALLE  
 LAB. SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTO



  
 LUIS ORLANDO MAMANI CHURA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 119517



TABLA 1. CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS Y OBSERVACIONES PRE Y POST-ENSAYO (FLEXIÓN CON CARGA CENTRADA EN LOSAS CIRCULARES DE CONCRETO CON FIBRAS, SOBRE TRES APOYOS)

t máx:	90mm = (75 + 15)mm
t mín:	70mm = (75 - 5)mm
t (D.E.):	< 3mm

d máx:	810mm = (800 + 10)mm
d mín:	790mm = (800 - 10)mm

NORMA DE ENSAYO: ASTM C 1550  
SOLICITANTE: MARCO ANTONIO MAMANI  
MUESTRAS: 02 Losas Circulares de Shotcrete reforzado con fibras, elaborada (lanzada) por el cliente:

Requisitos Norma: (Valores Admisibles)  
Fibra: Sin Fibra  
Fibra: Metálica WIRAND FF3

M-1 ML - ICP - PI  
M-2 ML - I CRF - PI

PROCEDENCIA: MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN CONCRETO DE F'C= 245 KG/CM2 CON ADICIÓN DE FIBRA METALICA WIRAND FF3 PARA APLICACIÓN EN LOSAS INDUSTRIALES

FECHA DE LANZADO: 22 de Marzo de 2019

FECHA DE ENSAYO: 23 de Abril de 2019

CONDICIONES MUESTRA: Curado en cuarto húmedo desde su llegada al laboratorio hasta un día antes del ensayo.  
COND. AMBIENTALES: Ensayo en condiciones ambientales de Lima. (T = 24°C y 64.7% H.R., aprox.)

Identific. del Especimen	Tipo de Espéc.	Diámetro (mm)			Espesor "t" (mm) medido en:									"t" calculados (mm)	Figura Radial (N°)	Validez del Resultado	Observaciones: Antes, Durante y Después del Ensayo		
		d1	d2	d3	Perímetro			Interior (Sup. Rotura)											
					t1	t2	t3	t1-1	t1-2	t1-3	t2-1	t2-2	t2-3					t3-1	t3-2
M-1	Panel de Shotcrete Circular	799	799	800	799	799	799	76	76	76	81	82	80	85	83.2	90	1.8	ok	
					78	80	82	84	83	83	-	84	85	85	70				
M-2	Panel de Shotcrete Circular	795	790	799	795	795	795	77	76	81	82	80	77	84	82.3	90	2.3	ok	
					82	85	82	84	82	84	-	84	84	84	70				

**Requisitos de la Norma de Ensayos y Cumplimiento de los mismos:**

La Desviación Estándar (D.E.) de mediciones del espesor (tres por rajadura y una en el centro) tomadas en las superficies de rotura- deben ser menores que 3mm (Acápites 7.1 de Norma)

Los especímenes cumplen con este requisito.

El diámetro y el espesor promedio, de la losa circular, debe estar comprendido en el rango {790 y 810mm} y {70 y 90mm}, respectivamente. (Ver acápite 7.1 de la Norma de Ensayo)

Los especímenes cumplen con este requisito en cuanto al espesor.

Según el acápite 9.3 de la norma, se debe controlar el desplazamiento central a una velocidad de 4mm por minuto hasta alcanzar el valor de 50 mm.



El presente Informe consta de seis (06) páginas en total, incluyendo una (1) carátula y dos (2) registros gráficos (global) Carga (kN) -vs- Desplazamiento Total (mm) del ensayo realizado. Se prohíbe su reproducción parcial, sin autorización expresa del Laboratorio de Estructuras - PUCP.

INF-LE 082.19 (A)

MARCO ANTONIO MAMANI

**TABLA 2. RESULTADOS DE ENSAYOS FLEXIÓN EN LOSAS CIRCULARES DE CONCRETO CON FIBRAS,  
(FLEXIÓN CON CARGA CENTRADA EN LOSAS CIRCULARES DE CONCRETO CON FIBRAS, SOBRE TRES APOYOS)**

**NORMA DE ENSAYO:** ASTM C 1550  
**SOLICITANTE:** MARCO ANTONIO MAMANI  
**MUESTRAS:** 02 Losas Circulares de Shotcrete reforzado con fibras, elaborada (lanzada) por el cliente.  
**PROCEDENCIA:** MEJORAMIENTO DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN Y FLEXIÓN DE UN CONCRETO DE F' C= 245 KG/CM2 CON ADICIÓN DE FIBRA METÁLICA WIRAND FF3 PARA APLICACIÓN EN LOSAS INDUSTRIALES  
**FECHA DE FABRICACIÓN:** 22 de Marzo de 2019  
**FECHA DE ENSAYO:** 23 de Abril de 2019  
**CONDICIONES MUESTRA:** Curado en cuarto húmedo desde su llegada al laboratorio hasta un día antes del ensayo.  
**COND. AMBIENTALES:** Ensayo en condiciones ambientales de Lima: (T = 24°C y 64.7% H.R., aprox.)

Identificación Muestra/Panel	Parámetro Medido	Valores Registrados y/o Calculados										0-Final Ensayo*
		Fisuración	Máxima o Última	Máxima Alcanzada	0-5	0-10mm	0-20mm	0-30mm	0-40mm	0-45mm		
M-1	Carga (kN)	22.054	22.054	0.001	0.699	0.324	0.019	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001
	Deflexión (mm)	0.623	0.623	49.955	5.000	10.000	20.000	30.000	40.000	45.000	45.000	49.955
	Energ. Abs. (J)	7.386	7.386	24.445	20.255	22.534	24.378	24.407	24.428	24.400	24.400	24.445
M-2	Carga (kN)	25.365	25.365	3.001	16.623	12.807	8.631	5.961	4.336	3.619	3.619	3.001
	Deflexión (mm)	0.691	0.691	50.003	5.000	10.000	20.000	30.000	40.000	45.000	45.000	50.003
	Energ. Abs. (J)	10.365	10.365	422.439	84.236	157.696	262.159	334.741	385.922	405.796	405.796	422.439

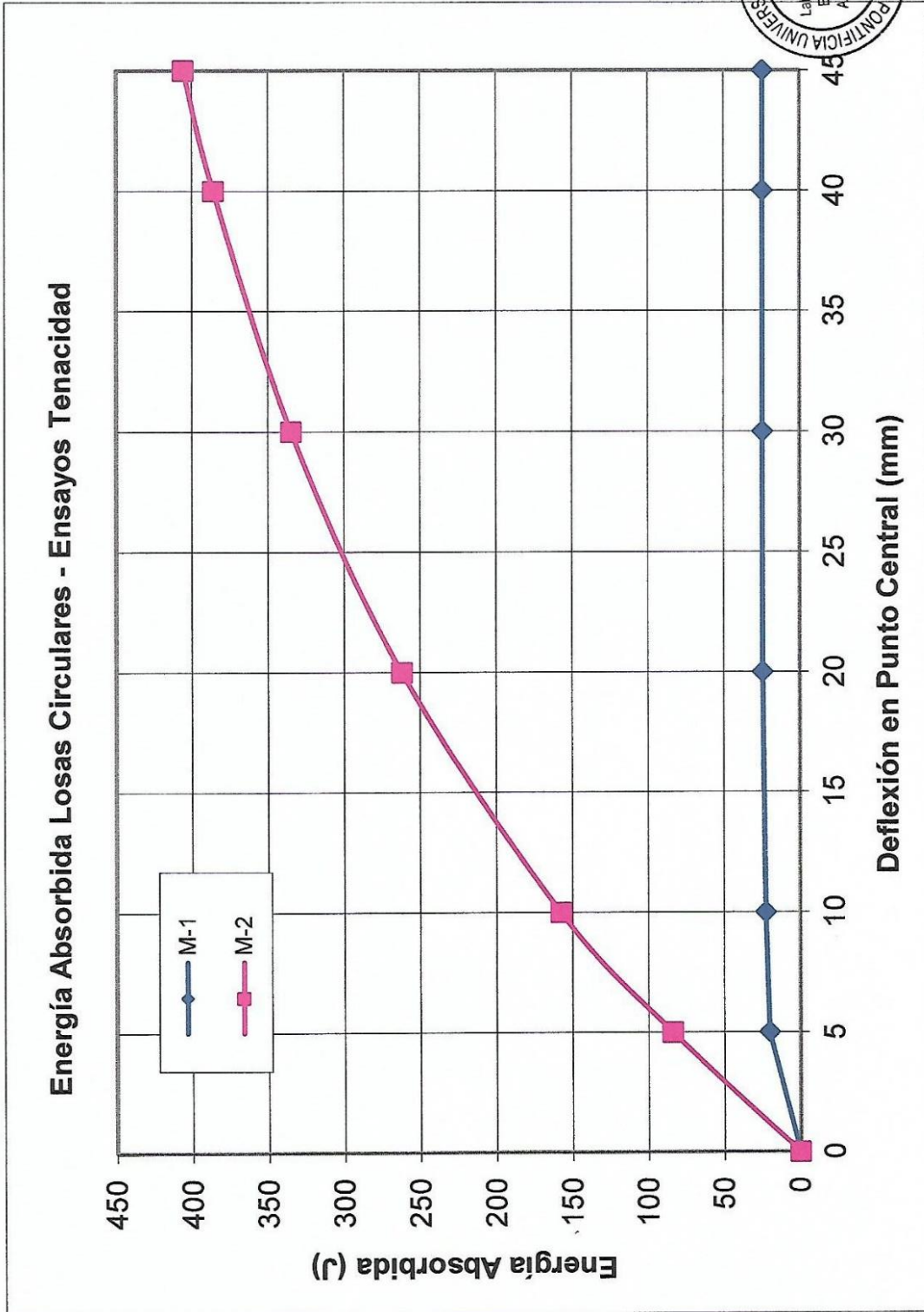
Este informe contiene "Resultados de Ensayos", que corresponden y son válidos solamente para los especímenes ensayados; y no deben ser utilizados como una 'Certificación de Conformidad' con normas de productos o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que los produce.



El presente Informe consta de seis (06) páginas en total, incluyendo una (1) carátula y dos (2) registros gráficos (global) Carga (kN) -vs- Desplazamiento Total (mm) del ensayo realizado. Se prohíbe su reproducción parcial, sin autorización expresa del Laboratorio de Estructuras - PUCP.

MARCO ANTONIO MAMANI

INF-LE 082.19 (A)



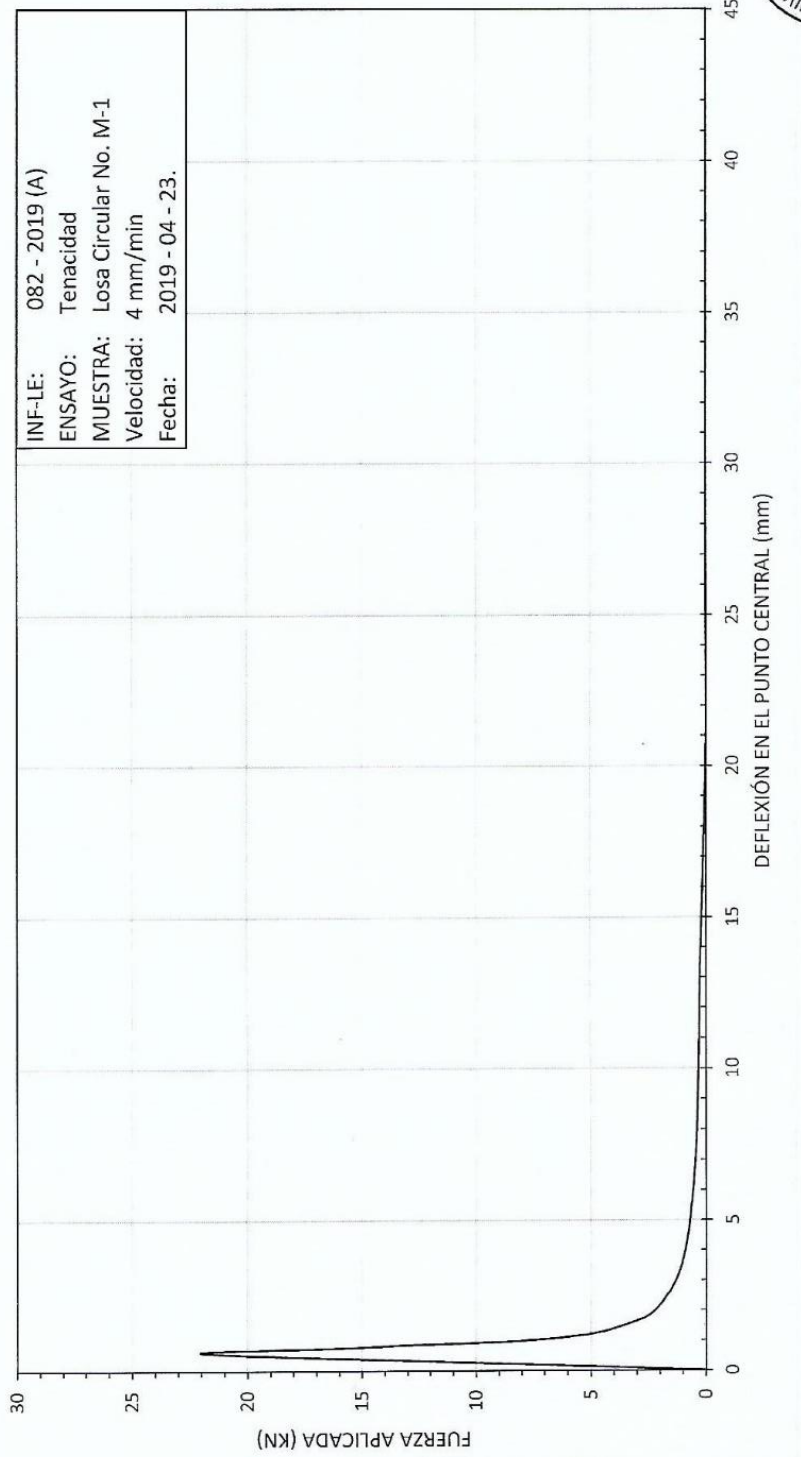
MARCO ANTONIO MAMANI

NF-LE 082.19 (A)





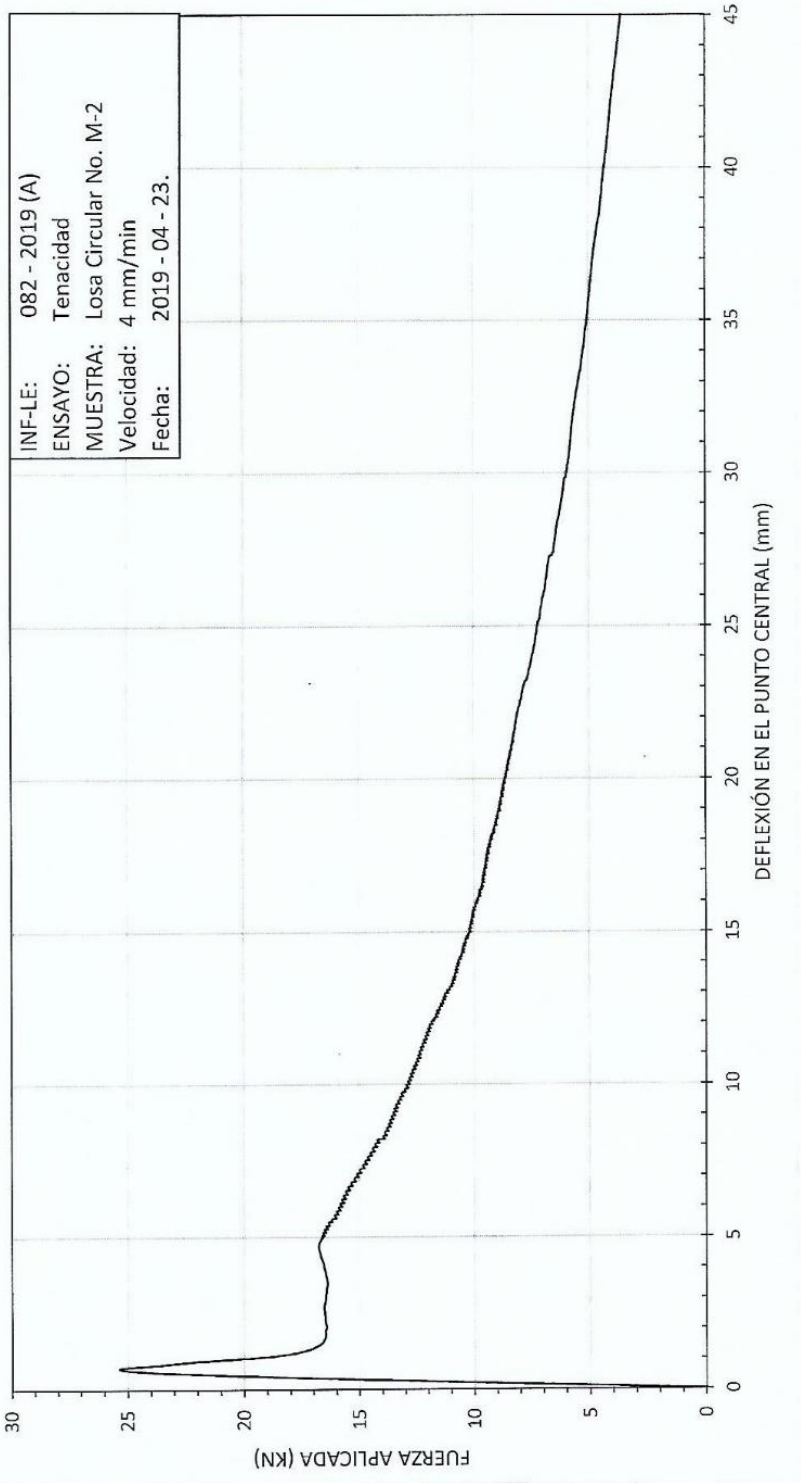
**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**  
**Laboratorio de Estructuras Antisísmicas-LEDI**





# PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

## Laboratorio de Estructuras Antisísmicas-LEDI



INF-LE: 082 - 2019 (A)  
ENSAYO: Tenacidad  
MUESTRA: Losa Circular No. M-2  
Velocidad: 4 mm/min  
Fecha: 2019 - 04 - 23.



CURVAS CARGA - DESPLAZAMIENTO

INF-LE: 082 - 2019 (A)





**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**  
**LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO**

PETICIONARIO : LOGISTIC INDUSTRY & MINING SOCIEDAD ANONIMA - LOGISMINSA S.A.  
 ATENCIÓN : OBRAS CIVILES  
 UBICACIÓN : PLANTA LOGISMINSA - VENTANILLA  
 FECHA DE RECEPCIÓN : SAN MARTÍN DE PORRES, 04 DE ABRIL DEL 2018  
 FECHA DE CANCELACIÓN : SAN MARTÍN DE PORRES, 05 DE ABRIL DEL 2018  
 FECHA DE EMISIÓN : SAN MARTÍN DE PORRES, 06 DE ABRIL DEL 2018

**INFORME DE ENSAYO (PAG.01 DE 01)**

Código: NTP 400.017:1999  
 Título: AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado  
 Código: ASTM C29/C29M:2003  
 Título: Standard Test Method for Unit Weight and Voids in Aggregate


SEGÚN LO INDICADO POR EL PETICIONARIO, EL AGREGADO FINO PROCEDE DE LA :  
**AGREGADO COMBINADO: 80% ARENA FINA + 20% ARENA GRUESA CHANCADA**

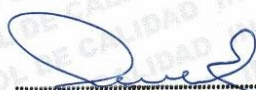
PESO UNITARIO SUELTO	1651	kg/m3
PESO UNITARIO COMPACTADO	1773	kg/m3

**OBSERVACIONES:**

MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO  
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA  
 DEL LABORATORIO, SALVO QUE SEA REPRODUCIDO EN SU TOTALIDAD.  
 (GUIA PERUANA INDECOPI: GP 004: 1993).

TÉCNICO LEM : J.C.P.T.  
 JEFE DEL LEM : ING. N.S.H.  
 FECHA DE ENSAYO : 06/04/2018

  
 Jony C. Gutiérrez Abanto  
 GERENTE GENERAL  
 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

  
 Noemí C. Sánchez Huamán  
 INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029  
 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.



**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**  
**LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO**

PETICIONARIO : LOGISTIC INDUSTRY & MINING SOCIEDAD ANONIMA - LOGISMINSA S.A.  
 ATENCIÓN : OBRAS CIVILES  
 UBICACIÓN : PLANTA LOGISMINSA - VENTANILLA  
 FECHA DE RECEPCIÓN : SAN MARTÍN DE PORRES, 04 DE ABRIL DEL 2018  
 FECHA DE CANCELACIÓN : SAN MARTÍN DE PORRES, 05 DE ABRIL DEL 2018  
 FECHA DE EMISIÓN : SAN MARTÍN DE PORRES, 06 DE ABRIL DEL 2018

**INFORME DE ENSAYO (PAG. 01 DE 01)**

Código NTP 400.022:2002  
 Título AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado fino  
 Código ASTM C128:2004a  
 Título Standard Test Method for Specific Gravity and Absorption of Fine Aggregate

**RESULTADOS**

SEGÚN EL PETICIONARIO LA MUESTRA DE AGREGADO FINO PROCEDE DE LA :  
 AGREGADO COMBINADO: 80% ARENA FINA + 20% ARENA GRUESA CHANCADA

DETALLE	RESULTADO
PESO ESPECIFICO DE MASA	2.40
PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S.	2.46
PESO ESPECIFICO APARENTE	2.56
PORCENTAJE DE ABSORCION (%)	2.4

**OBSERVACIONES:**

MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO  
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERA REPRODUCIRSE SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE SEA REPRODUCIDO EN SU TOTALIDAD (GUIA PERUANA INDECOPI: GP 004: 1993).

TÉCNICO LEM : J.C.P.T.  
 JEFE DEL LEM : ING. N.S.H.  
 FECHA DE ENSAYO : 06/04/2018

  
 Jony C. Gutiérrez Abanto  
 GERENTE GENERAL  
 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

  
 Noemí C. Sánchez Huamán  
 INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029  
 INGENIERÍA GEOTÉCNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.





**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**  
**LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO**

EXPEDIENTE N° : IGC18-LEM-155  
 PETICIONARIO : LOGISTIC INDUSTRY & MINING SOCIEDAD ANONIMA - LOGISMINSA S.A.  
 ATENCIÓN : OBRAS CÍVILES  
 UBICACIÓN : PLANTA LOGISMINSA - VENTANILLA  
 FECHA DE RECEPCIÓN : SAN MARTÍN DE PORRES, 04 DE ABRIL DEL 2018  
 FECHA DE CANCELACIÓN : SAN MARTÍN DE PORRES, 05 DE ABRIL DEL 2018  
 FECHA DE EMISIÓN : SAN MARTÍN DE PORRES, 06 DE ABRIL DEL 2018

**INFORME DE ENSAYO ( PAG. 01 EN 01 )**

Código : NTP 400.018-2002  
 Título : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75  $\mu$ m No. 200 por lavado en agregados.  
 PROCEDIMIENTO A - LAVADO CON AGUA  
 Código : ASTM C 117-2004  
 Título : Standard Test Method for Materials Finer than 75  $\mu$ m (No. 200) Sieve in Mineral Aggregates by Washing

**EN EL AGREGADO FINO**

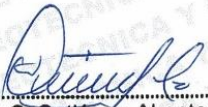
**AGREGADO COMBINADO: 80% ARENA FINA + 20% ARENA GRUESA CHANCADA**

EL PORCENTAJE DEL MATERIAL QUE PASA POR EL TAMIZ No. 200 POR VÍA HÚMEDA ES DE:  
**3.4 %**

**OBSERVACIONES:**

MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.  
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERA REPRODUCIRSE SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUIA PERUANA INDECOPI: GP 004:1993)

TÉCNICO LEM : J.C.P.T.  
 JEFE DEL LEM : ING. N.S.H.  
 FECHA DE ENSAYO : 06/04/2018

  
 Jony C. Gutiérrez Abanto  
 GERENTE GENERAL  
 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

  
 Noemí C. Sánchez Huamán  
 INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029  
 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.



**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO**

EXPEDIENTE N° : IGC18-LEM-155  
 PETICIONARIO : LOGISTIC INDUSTRY & MINING SOCIEDAD ANONIMA - LOGISMINS A.S.A.  
 ATENCIÓN : OBRAS CIVILES  
 UBICACIÓN : PLANTA LOGISMINS A - VENTANILLA  
 FECHA DE RECEPCIÓN : SAN MARTÍN DE PORRES, 04 DE ABRIL DEL 2018  
 FECHA DE CANCELACIÓN : SAN MARTÍN DE PORRES, 05 DE ABRIL DEL 2018  
 FECHA DE EMISIÓN : SAN MARTÍN DE PORRES, 06 DE ABRIL DEL 2018

**INFORME DE ENSAYO (PAG.01 DE 01)**

Código : NTP 400.012-2001  
 Título : AGREGADOS. Análisis granulométrico del Agregado Fino, Grueso y Global.  
 Código : ASTM C 136-2005  
 Título : Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates

SEGÚN EL PETICIONARIO LA MUESTRA DE AGREGADO FINO ESTA IDENTIFICADA COMO :  
**AGREGADO COMBINADO: 80% ARENA FINA + 20% ARENA GRUESA CHANCADA**

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE RET. ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
1/2"	12,500 mm	0.0	0.0	100.0
3/8"	9,5 mm	0.0	0.0	100.0
N° 4	4,75 mm	3.9	3.9	96.1
N° 8	2,36 mm	9.8	13.7	86.3
N° 16	1,18 mm	11.9	25.6	74.4
N° 30	600 um	17.9	43.5	56.5
N° 50	300 um	28.2	71.7	28.3
N° 100	150 um	18.9	90.6	9.4
FONDO		9.4	100.0	0.0
		<b>M.F.</b>	2.49	

MF= MODULO DE FINEZA

**OBSERVACIONES:**

MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.  
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERA REPRODUCIRSE SIN LA AUTORIZACIÓN  
 ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD  
 (GUIA PERUANA INDECOPI: GP 004: 1993)

TÉCNICO LEM : J.C.P.T.  
 JEFE DEL LEM : ING. N.S.H.  
 FECHA DE ENSAYO : 06/04/2018

  
 Jony C. Gutiérrez Abanto  
 GERENTE GENERAL  
 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

  
 Noemí C. Sánchez Huamán  
 INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029  
 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.





**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**  
**LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO**

EXPEDIENTE N° : IGC18-LEM-155  
 PETICIONARIO : LOGISTIC INDUSTRY & MINING SOCIEDAD ANONIMA - LOGISMINSA S.A.  
 ATENCIÓN : OBRAS CIVILES  
 UBICACIÓN : PLANTA LOGISMINSA - VENTANILLA  
 FECHA DE RECEPCIÓN : SAN MARTÍN DE PORRES, 04 DE ABRIL DEL 2018  
 FECHA DE CANCELACIÓN : SAN MARTÍN DE PORRES, 05 DE ABRIL DEL 2018  
 FECHA DE EMISIÓN : SAN MARTÍN DE PORRES, 06 DE ABRIL DEL 2018

**INFORME DE ENSAYO ( PAG. 01 EN 01 )**

Código : NTP 339.185-2013  
 Título : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado  
 Código : ASTM C 566-2013  
 Título : Standard Test Method for Total Evaporable Moisture Content of Aggregate by Drying

**EN EL AGREGADO FINO**

**AGREGADO COMBINADO: 80% ARENA FINA + 20% ARENA GRUESA CHANCADA**

CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL  
**0.3 %**

**OBSERVACIONES:**

MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERA REPRODUCIRSE SIN LA AUTORIZACIÓN

ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUIA PERUANA INDECOPI: GP 004:1993)

TÉCNICO LEM : J.C.P.T.  
 JEFE DEL LEM : ING. N.S.H.  
 FECHA DE ENSAYO : 06/04/2018

  
 Jony C. Gutiérrez Abanto  
 GERENTE GENERAL  
 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

  
 Noemi C. Sánchez Huamán  
 INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029  
 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.



**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**  
**LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO**

EXPEDIENTE N° : IGC18-LEM-155  
 PETICIONARIO : LOGISTIC INDUSTRY & MINING SOCIEDAD ANONIMA - LOGISMINSA S.A.  
 ATENCIÓN : OBRAS CÍVILES  
 UBICACIÓN : PLANTA LOGISMINSA - VENTANILLA  
 FECHA DE RECEPCIÓN : SAN MARTÍN DE PORRES, 04 DE ABRIL DEL 2018  
 FECHA DE CANCELACIÓN : SAN MARTÍN DE PORRES, 05 DE ABRIL DEL 2018  
 FECHA DE EMISIÓN : SAN MARTÍN DE PORRES, 06 DE ABRIL DEL 2018

**INFORME DE ENSAYO ( PAG. 01 EN 01 )**

Código : NTP 339.185-2013  
 Título : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado  
 Código : ASTM C 566-2013  
 Título : Standard Test Method for Total Evaporable Moisture Content of Aggregate by Drying

**EN EL AGREGADO GRUESO**


**AGREGADO COMBINADO: 80% PIEDRA 1" + 20% PIEDRA 3/4"**

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD TOTAL</b> <b>0.6 %</b>
---

**OBSERVACIONES:**

MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.  
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERA REPRODUCIRSE SIN LA AUTORIZACIÓN  
 ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUIA PERUANA INDECOPI: GP 004:1993)

TÉCNICO LEM : J.C.P.T.  
 JEFE DEL LEM : ING. N.S.H.  
 FECHA DE ENSAYO : 06/04/2018

  
 Jony C. Gutiérrez Abanto  
 GERENTE GENERAL  
 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

  
 Noemí C. Sánchez Huamán  
 INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029  
 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.





**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO**

EXPEDIENTE N° : IGC18-LEM-155  
 PETICIONARIO : LOGISTIC INDUSTRY & MINING SOCIEDAD ANONIMA - LOGISMINSA S.A.  
 ATENCIÓN : OBRAS CIVILES  
 UBICACIÓN : PLANTA LOGISMINSA - VENTANILLA  
 FECHA DE RECEPCIÓN : SAN MARTÍN DE PORRES, 04 DE ABRIL DEL 2018  
 FECHA DE CANCELACIÓN : SAN MARTÍN DE PORRES, 05 DE ABRIL DEL 2018  
 FECHA DE EMISIÓN : SAN MARTÍN DE PORRES, 06 DE ABRIL DEL 2018

**INFORME DE ENSAYO (PAG.01 DE 01)**

Código: NTP 400.017:1999  
 Título: AGREGADOS. Método de ensayo para determinar el peso unitario del agregado  
 Código: ASTM C29/C29M:2003  
 Título: Standard Test Method for Unit Weight and Voids in


SEGÚN LO INDICADO POR EL PETICIONARIO, EL AGREGADO GRUESO PROCEDE DE LA :  
 AGREGADO COMBINADO: 80% PIEDRA 1" + 20% PIEDRA 3/4"

PESO UNITARIO SUELTO	1651	kg/m3
PESO UNITARIO COMPACTADO	1774	kg/m3

**OBSERVACIONES:**

MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO  
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA  
 DEL LABORATORIO, SALVO QUE SEA REPRODUCIDO EN SU TOTALIDAD.  
 (GUIA PERUANA INDECOPI: GP 004: 1993).

TÉCNICO LEM : J.C.P.T.  
 JEFE DEL LEM : ING. N.S.H.  
 FECHA DE ENSAYO : 06/04/2018

  
 Jony C. Gutiérrez Abant  
 GERENTE GENERAL  
 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD

  
 Noemí C. Sánchez Huamán  
 INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029  
 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.





**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES DE SENCICO  
LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO**

EXPEDIENTE N° : IGC18-LEM-155  
 PETICIONARIO : LOGISTIC INDUSTRY & MINING SOCIEDAD ANONIMA - LOGISMINSA S.A.  
 ATENCIÓN : OBRAS CIVILES  
 UBICACIÓN : PLANTA LOGISMINSA - VENTANILLA  
 FECHA DE RECEPCIÓN : SAN MARTÍN DE PORRES, 04 DE ABRIL DEL 2018  
 FECHA DE CANCELACIÓN : SAN MARTÍN DE PORRES, 05 DE ABRIL DEL 2018  
 FECHA DE EMISIÓN : SAN MARTÍN DE PORRES, 06 DE ABRIL DEL 2018

**INFORME DE ENSAYO ( PAG. 01 DE 01 )**

Código NTP 400.021:2002  
 Título AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para peso específico y absorción del agregado grueso  
 Código ASTM C127-88 2004  
 Título Standard Test Method for Specific Gravity and Absorption of Coarse Aggregate

SEGÚN EL PETICIONARIO LA MUESTRA DE AGREGADO GRUESO SE IDENTIFICA COMO:  
**AGREGADO COMBINADO: 80% PIEDRA 1" + 20% PIEDRA 3/4"**

DETALLE	RESULTADO
PESO ESPECIFICO DE MASA	2.67
PESO ESPECIFICO DE MASA S.S.S.	2.69
PESO ESPECIFICO APARENTE	2.70
PORCENTAJE DE ABSORCION (%)	1.0

**OBSERVACIONES:**

MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO  
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERA REPRODUCIRSE SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO,  
 SALVO QUE SEA REPRODUCIDO EN SU TOTALIDAD (GUIA PERUANA INDECOPI: GP 004: 1993).

TÉCNICO LEM : J.C.P.T.  
 JEFE DEL LEM : ING. N.S.H.  
 FECHA DE ENSAYO : 06/04/2018

  
 Jony C. Gutiérrez Abanto  
 GERENTE GENERAL  
 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

  
 Noemí C. Sánchez Huamán  
 INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029  
 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.



**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**  
**LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO**

EXPEDIENTE N° : IQC18-LEM-155  
 PETICIONARIO : LOGISTIC INDUSTRY & MINING SOCIEDAD ANONIMA - LOGISMINSA S.A.  
 ATENCIÓN : OBRAS CIVILES  
 UBICACIÓN : PLANTA LOGISMINSA - VENTANILLA  
 FECHA DE RECEPCIÓN : SAN MARTÍN DE PORRES, 04 DE ABRIL DEL 2018  
 FECHA DE CANCELACIÓN : SAN MARTÍN DE PORRES, 05 DE ABRIL DEL 2018  
 FECHA DE EMISIÓN : SAN MARTÍN DE PORRES, 06 DE ABRIL DEL 2018

**INFORME DE ENSAYO (PÁGINA 1 DE 1)**

**Código** : NTP 400.018-2002  
**Título** : AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado 75 µm No. 200 por lavado en agregados. PROCEDIMIENTO A - LAVADO CON AGUA.

**Código** : ASTM C 117-2004  
**Título** : Standard Test Method for Materials Finer than 75 µm (No. 200) Sieve in Mineral Aggregates by Washing

**EN EL AGREGADO GRUESO**

SEGÚN EL PETICIONARIO, EL AGREGADO GRUESO PROCEDE DE LA :  
**AGREGADO COMBINADO: 80% PIEDRA 1" + 20% PIEDRA 3/4"**

EL PORCENTAJE DEL MATERIAL QUE PASA POR EL TAMIZ No. 200 POR VÍA HÚMEDA ES DE  
**0.9 %**

**OBSERVACIONES:**

MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.  
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERA REPRODUCIRSE SIN LA AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP 004: 1993)

TÉCNICO LEM : J.C.P.T.  
 JEFE DEL LEM : ING. N.S.H.  
 FECHA DE ENSAYO : 06/04/2018

  
**Jony C. Gutiérrez Abanto**  
 GERENTE GENERAL  
 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

  
**Noemí C. Sánchez Huamán**  
 INGENIERA CIVIL - CIP N°: 196029  
 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.





**LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES**  
**LABORATORIO DE AGREGADOS Y CONCRETO**

EXPEDIENTE N° : IGC18-LEM-155  
 PETICIONARIO : LOGISTIC INDUSTRY & MINING SOCIEDAD ANONIMA - LOGISMINSA S.A.  
 ATENCIÓN : OBRAS CIVILES  
 UBICACIÓN : PLANTA LOGISMINSA - VENTANILLA  
 FECHA DE RECEPCIÓN : SAN MARTÍN DE PORRES, 04 DE ABRIL DEL 2018  
 FECHA DE CANCELACIÓN : SAN MARTÍN DE PORRES, 05 DE ABRIL DEL 2018  
 FECHA DE EMISIÓN : SAN MARTÍN DE PORRES, 06 DE ABRIL DEL 2018

Código NTP 400.012-2001  
 Título AGREGADOS. Análisis granulométrico del Agregado Fino, Grueso y Global.  
 Código ASTM C 136-2005  
 Título Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates

SEGÚN EL PETICIONARIO LA MUESTRA DE AGREGADO GRUESO PROCEDE DE LA :  
**AGREGADO COMBINADO: 80% PIEDRA 1" + 20% PIEDRA 3/4"**

TAMIZ	ABERTURA (mm)	PORCENTAJE RETENIDO	PORCENTAJE QUE PASA
3 pulg.	75,000	0.0	100.0
2 1/2 pulg.	62,500	0.0	100.0
2 pulg.	50,000	0.0	100.0
1 1/2 pulg.	37,500	0.0	100.0
1 pulg.	25,000	16.4	83.6
3/4 pulg.	19,000	53.7	29.9
1/2 pulg.	12,500	28.1	1.8
3/8 pulg.	9,500	1.8	-
N° 4	4,750	-	-
FONDO		-	-
TOTAL		100.0	0.0
		<b>TMN</b>	3/4"

TMN= TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL

**OBSERVACIONES:**

MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.  
 EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN LA AUTORIZACIÓN  
 ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD  
 (GUIA PERUANA INDECOPI: GP 004: 1993)

TÉCNICO LEM : J.C.P.T.  
 JEFE DEL LEM : ING. N.S.H.  
 FECHA DE ENSAYO : 06/04/2018

  
 Jony C. Gutiérrez Abanto  
 GERENTE GENERAL  
 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

  
 Noemi C. Sánchez Huamán  
 INGENIERA CIVIL - CP N°: 196029  
 INGENIERIA GEOTECNICA Y CONTROL DE CALIDAD S.A.C.

## 5. ANEXO 6. DESCRIPCION DE PRODUCTOS MACCAFERRI

**MACCAFERRI**

AMERICA LATINA

Engineering a Better Solution

### LOGISTIC INDUSTRY & MINING SOCIEDAD - LOGISMINSA S.A.

A/C Jorge Zuñiga

Tel.:

E-mail:

**Ref.:** C3C0-00618-2019 v 0

**Obra.:** PE- LOSA FIBROREFORZADA LOGISMINSA - LIMA

**Fecha.:** 21/05/2019

#### Estimado/a Jorge Zuñiga

Maccaferri, empresa con más de 135 años de tradición y más de 40 años de presencia en América Latina, líder mundial en el sector de soluciones para la ingeniería de infraestructura y ambiental, agradece su consulta, la cual atendemos con esta propuesta.

En caso de surgir inquietudes con respecto a cualquier ítem de la propuesta, por favor no dude en contactarnos. Será un gusto atenderlos.

Quisiéramos enfatizar que con la adquisición de los productos Maccaferri, ustedes reciben un conjunto de beneficios adicionales, tales como:

- Asesoría técnica en las etapas de elaboración y definición del proyecto a ser ejecutado con nuestros productos;
- Visitas de nuestros ingenieros al lugar de la obra, siempre y cuando sea solicitado y acordado previamente con ustedes, con el objetivo de auxiliar en la correcta instalación de nuestros productos y optimizar la productividad durante la etapa de ejecución;
- Asesoría técnica post-obra, siempre y cuando sea necesaria y solicitada por ustedes;
- Disponibilidad de atención técnica y comercial a través de nuestras oficinas e ingenieros especializados, distribuidos por todo el país, propiciando así una atención rápida, eficaz y personalizada a nuestros clientes;
- Todos los procesos de Gestión de producción y comercialización adoptados por Maccaferri obedecen la norma ISO 9001:2015, asegurando la calidad y el cumplimiento de las normas aplicadas. Todas nuestras plantas poseen laboratorios certificados internacionalmente, lo que nos permite disponer de los productos que atienden las más rigurosas normas y los criterios internacionales para la garantía de la calidad.

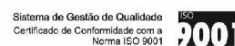
Atentamente,

Ing. Lucia Altamirano Reyna  
Project Manager  
Departamento de Ingeniería y Proyectos  
Sucursal Lima  
Maccaferri de Perú  
Telf.: +51 2011060 | Ext. 218  
Cel.: +51 944578994  
www.maccaferri.com.pe

C3C0-00618-2019 v 0 p. 1/5



Gruppo  
Industriale  
Maccaferri



**DESCRIPCIÓN DE LOS PRODUCTOS**
**Wirand® FF3 – Fibras para Refuerzo de Hormigón**

Las fibras para refuerzo de hormigón Wirand® son producidas a partir de acero de bajo contenido de carbono, trefilado a frío.

Las fibras de acero Wirand®, cuando agregadas al hormigón, actúan como una armadura tridimensional que redistribuye las tensiones aplicadas en el elemento estructural, aumentando su resistencia.

**Relación largo/diámetro (l/d):** 67

**Diámetro:** 0.75 mm

**Largo:** 50.00 mm

**Resistencia a la tracción del acero:** >1100 MPa

**Módulo Elástico:** 210000 MPa

**Embalaje:** Cajas o Bolsas

**Cantidad:** 20 kg

**FibroMac® 12 – Fibras para reforço de concreto**

FibroMac® 12 son fibras de polipropileno producidas a partir de polímeros vírgenes, indicada para aplicaciones en concretos y morteros con la finalidad de generar compuestos homogéneos, controlar la fisuración por retracción y mejorar la trabajabilidad.

**Diámetro:** 18 µm

**Largo:** 12 mm

**Alargamiento:** 80 %

**Temperatura de Fusión:** 160 °C

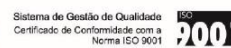
**Temperatura de ignición:** 365 °C

**Área Superficial Específica:** 244 m<sup>2</sup>/Kg

**Embalaje:** Sacos hidrosolubles de 600g

**Cantidad:** 25,2 Kg (Caja con 42 Sacos de 600g).

C3C0-00618-2019 v 0 p. 2/5



**MACCAFERRI**

AMERICA LATINA

Engineering a Better Solution

DESCRIPCIÓN DE PRECIOS					
Cantidad	Unid.	Descripción de los Materiales	Precio Unitario	% IGV	Precio Total con IGV
22,300.00	Kilogramo	FIBRA WIRAND FF3	US\$ 1.30	18.00	US\$ 34,208.20
381.00	Kilogramo	FIBROMAC 12 Bolsas 600gm	US\$ 5.30	18.00	US\$ 2,382.77
<b>Valor total:</b>					<b>US\$ 36,590.97</b>

CONDICIONES COMERCIALES	
<b>Forma de Pago:</b>	Factura Contado
<b>Flete:</b>	Puesto en fábrica
<b>Impuestos:</b>	18% IGV
<b>Entrega:</b>	Inmediata
<b>Validez:</b>	10 DIAS
<b>Transporte:</b>	NO INCLUYE

**OBSERVACIONES**

COLOCAR LA OC A NOMBRE DE

MACCAFERRI DE PERU SAC

RUC 20418710757

BCP\$191-1155859-1-51


BCP S/.191-1152481-0-21

Requisitos para el recojo del material

- Enviar por correo los datos completos del transportista
- Guía de remisión de la empresa que compra y transportista
- Seguro SCTR
- Implementos de Seguridad

C3C0-00618-2019 v 0 p. 3/5


 Gruppo  
Industriale  
Maccaferri

 Sistema de Gestão de Qualidade  
 Certificado de Conformidade com a  
 Norma ISO 9001
 



## 6. ANEXO 7. CASO EN PROCESO DE CREACION – CERRO VERDE

# MACCAFERRI

CASE HISTORY  
Rev: 00, Issue Date 08.03.2018

CASO EN PROCESO DE CREACION - NO APROBADO

## REUBICACIÓN DE FACILIDADES SUR, SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE

PERÚ, AREQUIPA, AREQUIPA

**Solución:** LOSA CON CONCRETO FIBRO REFORZADO

**Productos:** Wirand®, FibroMac®

### Problema:

La compañía Sociedad Minera Cerro Verde S.A.A. proyectó una ampliación de las áreas concernientes a facilidades de servicios y logística de sus equipos mineros.

La entidad minera, solicitó a Maccaferri el desarrollo de la ingeniería de detalle y suministro de materiales para la construcción de la estructura de losas en las siguientes áreas:

- Taller de Volquetes Mineros
- Bahía de Lavado de Equipo Minero
- Bahía de Cambio de Llantas
- Zona de Carga de Lubricantes
- Zona de Carga y descarga de Aceite usado
- Almacén General

El proyecto se encuentra a una altura de 2,620 msnm a 38 kilómetros de la ciudad de Arequipa.

### Solución:

Realizando estudios de viabilidad técnica y performance de materiales frente a solicitaciones poco convencionales (Sobre carga de hasta 2803.8 kN) que presentaba el proyecto; Maccaferri propuso un sistema de losas, incorporando fibras metálicas y sintéticas en la matriz del hormigón.

En el diseño se incluyeron sobre-peraltes en zonas críticas y con mayor trabajo estructural, también se especificó el uso de acero liso en las juntas de contracción y dilatación.

Este sistema de losas fibro-reforzadas fue diseñado para distribuir de forma efectiva las cargas generadas por los camiones dumper 797F y Gatas hidráulicas actuando en sinergia.

### Nombre del cliente

SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE S.A.A.

### Constructora

HV CONTRATISTAS S.A. / GRAMSAC INGENIERIA

### Proyecto

SOCIEDAD MINERA CERRO VERDE S.A.A.

### Productos usados

Wirand®	420.00 Ton
FibroMac®	10.80 Ton

### Fecha de la obra

**Inicio:** 03/11/2017

**Final:** 09/03/2018

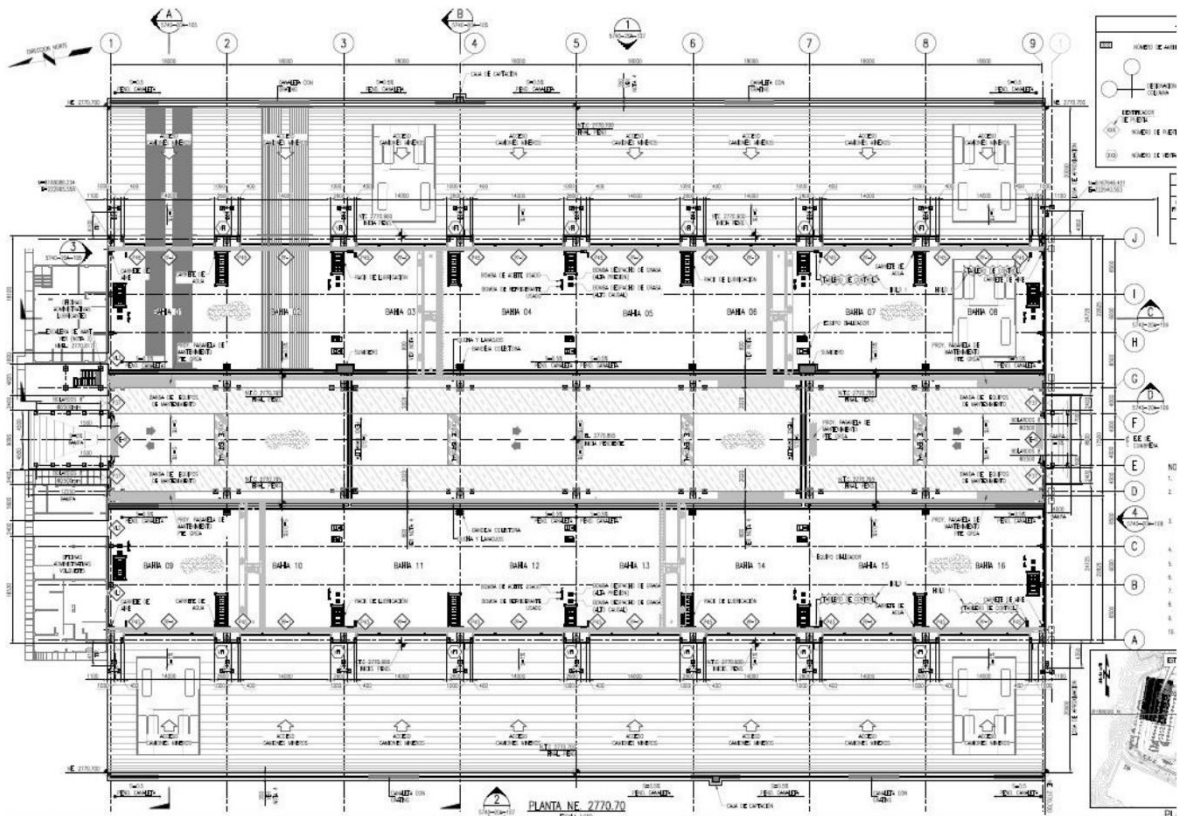


Antes de la Obra

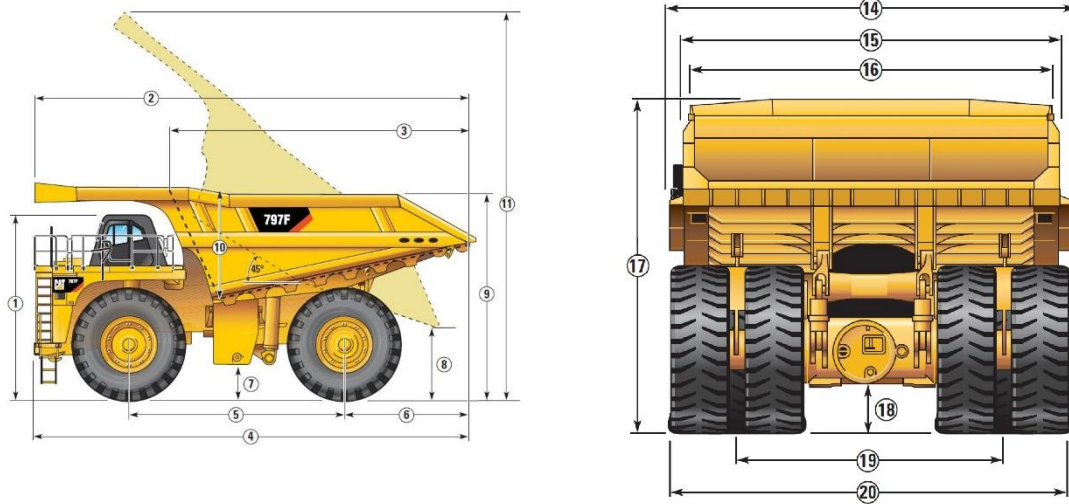


Antes de la Obra





Representación Esquemática



Representación Esquemática



Durante la Obra



Durante la Obra



Durante la Obra

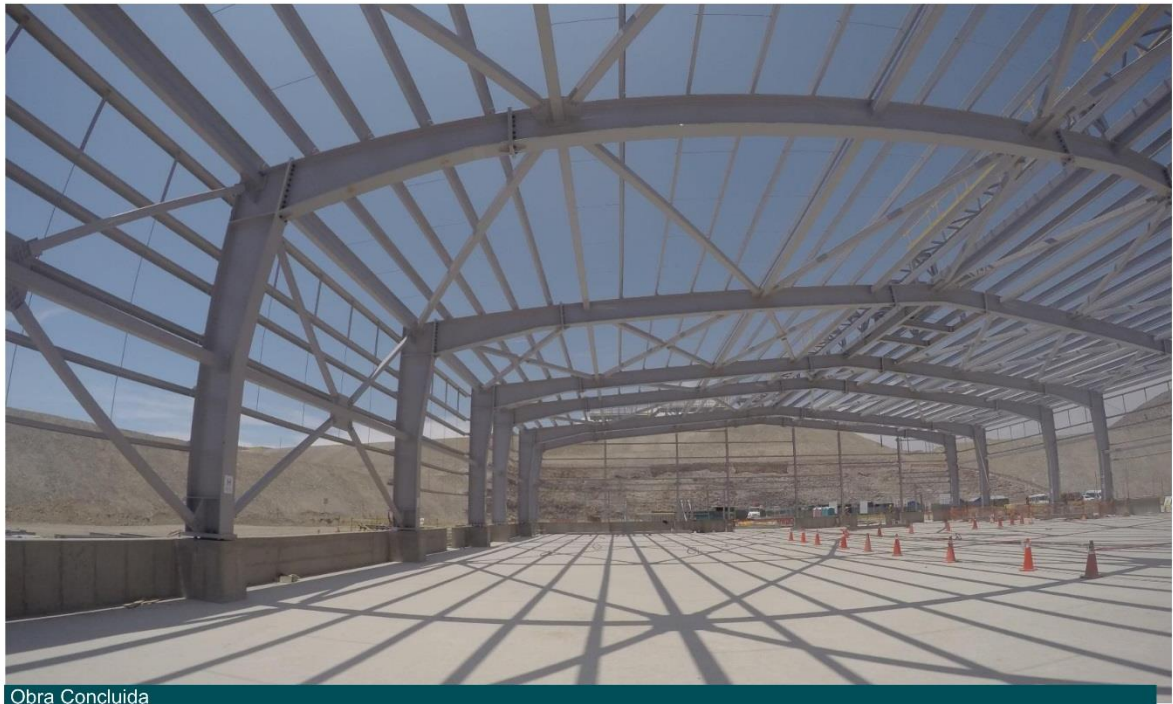


Durante la Obra



Obra Concluida





Obra Concluida

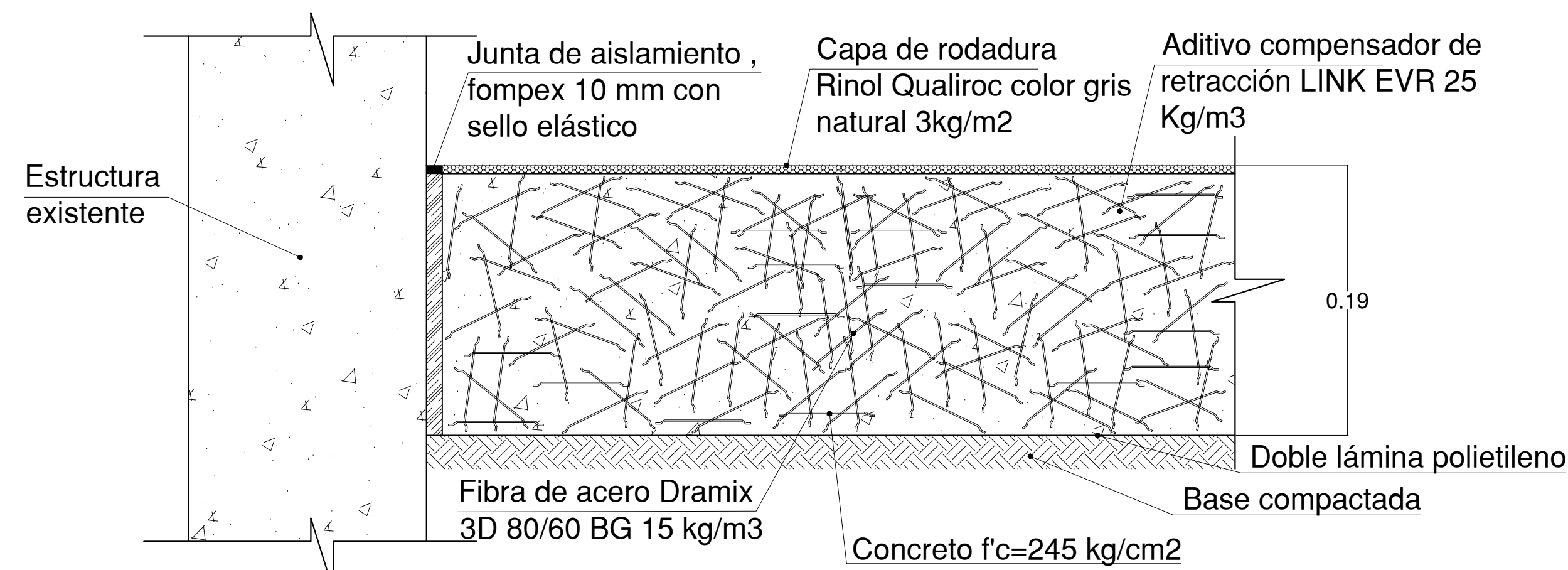
**MACCAFERRI**  
AMERICA LATINA

[www.maccferri.com/br](http://www.maccferri.com/br)

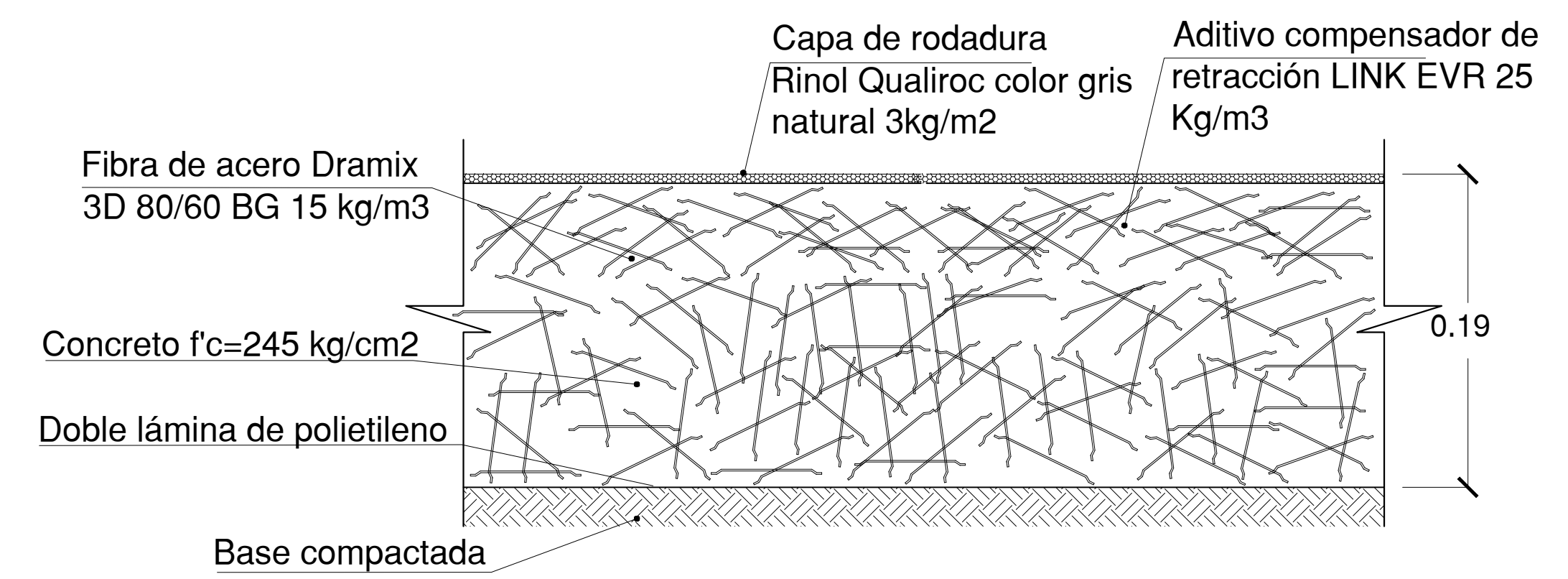
Sistema de Gestión de Calidad  
Certificado de Conformidad con la  
Norma ISO 9001

ISO  
**9001**

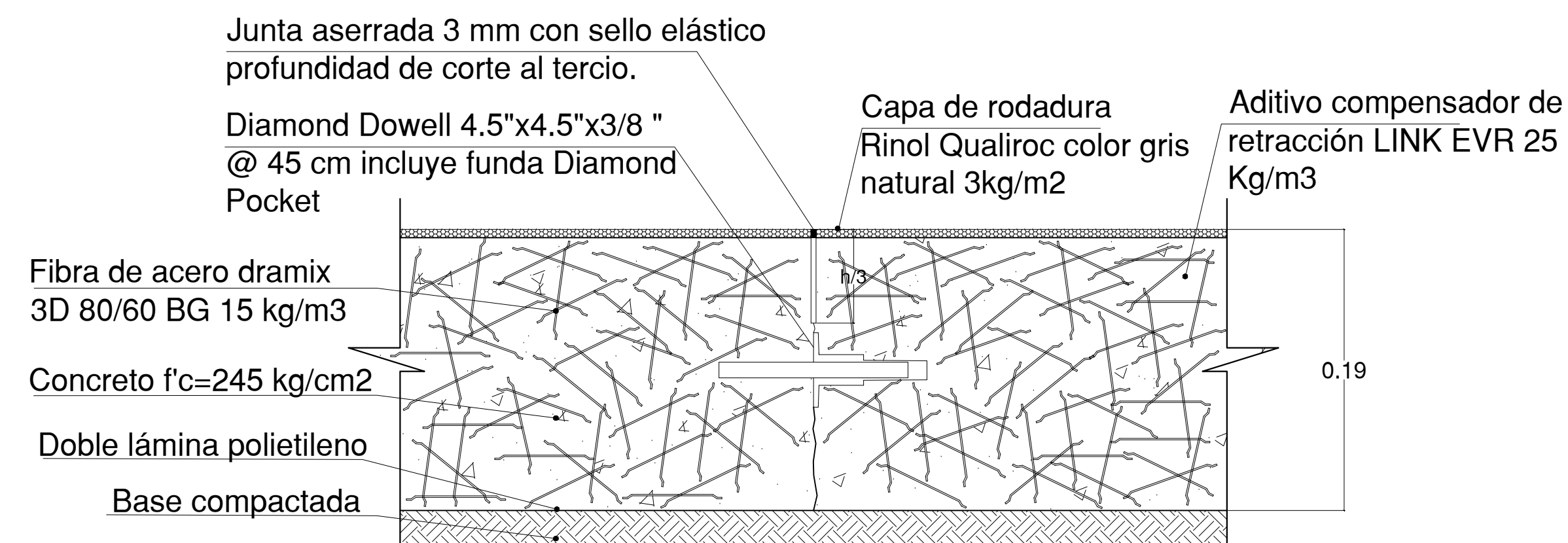
**ANEXO 8. PLANOS**



**JUNTA DE AISLAMIENTO**



**LOSA SIN JUNTAS**



**JUNTA DIAMOND DOWELLS**



**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

- 1.-Espesor de losa 19 cm
- 2.-Fibra de acero dramix 3D 80/60 BG proporción 15Kg/m3
- 3.-Concreto f'c= 245 Kg/cm2, Relación a/c de 0.6, Huso 57, Slump4"- 6"
- 4.-Endurecedor Rinol Qualiroc color gris natural con 3Kg/m2
- 5.-Aditivo compensador de retracción LINK EVR 25 Kg/m3
- 6.-Curado con manto geotextil y lámina de polietileno simple

PROYECTO: **PROYECTO LOSA DE MINERALES**

MANDANTE:  
**MISCONGROUP**

DISEÑO:  
**RINOL PAVIMENTA**

REVISIÓN:  
**EDUARDO VENEGAS**

DIBUJO:  
**ELIZABETH NORABUENA**

LÁMINA:  
**DETALLES DE JUNTAS - ALMACÉN**

UBICACIÓN:  
**CALLAO**

ESCALA:  
**---**

FECHA:  
**AGOSTO - 2016**

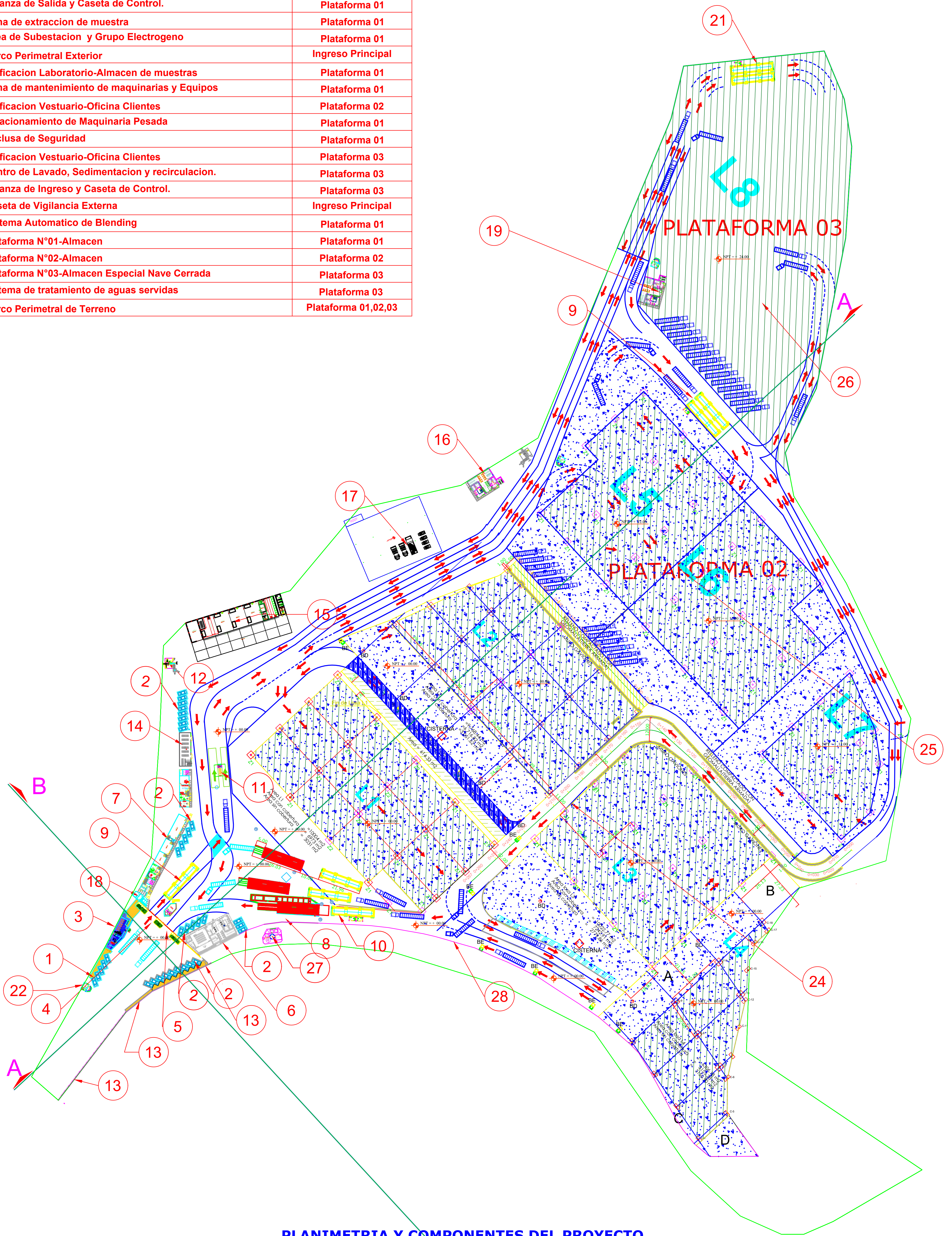
LÁMINA EN FORMATO A-3

**P-01**

PLANO 1 DE 2:



CUADRO DE LEYENDA		
ITEM	DESCRIPCION	UBICACION
1	Estacionamiento Publico.	Ingreso Principal
2	Estacionamiento Autos.	Ingreso Principal
3	Cafeteria Exterior.	Ingreso Principal
4	Ingreso hacia Almacen.	Plataforma 01
5	Salida hacia Almacen.	Plataforma 01
6	Edificacion Oficinas-Vestuario-Comedor - Clientes.	Plataforma 01
7	Edificacion Oficinas Adm.-Gerencia Operaciones Logisminsa.	Plataforma 01
8	Centro de Lavado, Sedimentacion y recirculacion.	Plataforma 01
9	Balanza de Ingreso, Caseta de Control y Garita	Plataforma 01,02
10	Balanza de Salida y Caseta de Control.	Plataforma 01
11	Zona de extraccion de muestra	Plataforma 01
12	Area de Subestacion y Grupo Electrogeno	Plataforma 01
13	Cerco Perimetral Exterior	Ingreso Principal
14	Edificacion Laboratorio-Almacen de muestras	Plataforma 01
15	Zona de mantenimiento de maquinarias y Equipos	Plataforma 01
16	Edificacion Vestuario-Oficina Clientes	Plataforma 02
17	Estacionamiento de Maquinaria Pesada	Plataforma 01
18	Exclusa de Seguridad	Plataforma 01
19	Edificacion Vestuario-Oficina Clientes	Plataforma 03
20	Centro de Lavado, Sedimentacion y recirculacion.	Plataforma 03
21	Balanza de Ingreso y Caseta de Control.	Plataforma 03
22	Caseta de Vigilancia Externa	Ingreso Principal
23	Sistema Automatico de Blending	Plataforma 01
24	Plataforma N°01-Almacen	Plataforma 01
25	Plataforma N°02-Almacen	Plataforma 02
26	Plataforma N°03-Almacen Especial Nave Cerrada	Plataforma 03
27	Sistema de tratamiento de aguas servidas	Plataforma 03
28	Cerco Perimetral de Terreno	Plataforma 01,02,03



**PLANIMETRIA Y COMPONENTES DEL PROYECTO**  
Esc. = 1/1000

PROPIETARIO <b>LOGISTIC INDUSTRY &amp; MINING S.A.</b>			
PROYECTO: ALMACEN GENERAL Y DE CONCENTRADO DE MINERALES		PLANO: PLANO GENERAL DE ARQUITECTURA COMPONENTES	
UBICACION: AV. DEL BIERZO S/N FONDO VALLE ALEGRE, VENTANILLA - CALLAO			
COMPONENTE: <b>GR</b>	ESCALA: 1/1000	PROFESIONAL:	FECHA: MAYO 2016
			LAMINA: <b>A-01</b>