



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

“Fibras recicladas de polietileno en el diseño de pisos industriales  
para mejorar la resistencia a cargas estáticas y dinámicas”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL

**AUTORES:**

Leandro Pérez, Beatriz Flora (ORCID: 0000-0001-8124-1882)

Huamán Paucar, Henry (ORCID: 0000-0002-0713-1287)

**ASESOR:**

Ing. Clemente Condori Luis Jimmy (ORCID: 0000-0002-0250-4363)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2021

## **Dedicatoria**

A mis amados padres, “Flora Pérez Calderón, Reyne Leandro Ríos, que cada día lucharon para ayudarnos en nuestras metas, con su apoyo incondicional y sus consejos de siempre luchar por lo que uno anhela, y a nuestros hermanos por siempre apoyarnos y estar ahí en cada momento, sobre todo a Dios por darnos la oportunidad de vivir y estar con nosotros en cada paso que damos.

*Beatriz*

Este trabajo de investigación se la dedico mis padres Gerardo Huamán García y Sofía Paucar Ticsihua, a mis hermanos Alcida, Vilma, Leene, Pavel, Maycol, Yuli y Neil que con su interminable e incondicional apoyo pude terminar mi carrera.

*Henry*

## **Agradecimiento**

A Dios, por siempre brindarnos fortaleza para luchar día a día, y una buena salud y por nunca abandonarme en el proceso de terminar satisfactoriamente la carrera y cumplir mis sueños de ser profesional.

A Toda mi familia, por ser el motor de impulso de cada día ser lo más valioso de esta vida y el apoyo brindado durante el tiempo que duró el desarrollo de la presente tesis.

*Beatriz*

A Dios por ser mi guía y fortaleza y ayudarme a superar todo obstáculo, a mis padres por su apoyo incondicional a lo largo de mi formación académica, a mis hermanos por el apoyo moral que me brindaron, a mi asesor Ing. Luis Jimmy Clemente Condori quien con sus conocimientos me guio para finalizar este trabajo de investigación.

*Henry*

## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de tablas .....	vi
Índice de figuras .....	viii
Resumen .....	xii
Abstract .....	xiii
I. INTRODUCCION .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	8
III. METODOLOGIA .....	43
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	43
3.2. Variables y operacionalización .....	47
3.3. Población, muestra, muestreo.....	48
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	49
3.5. Procedimientos .....	51
3.6. Método de análisis de datos.....	70
3.7. Aspectos éticos .....	70
IV. RESULTADOS .....	71
V. DISCUSIÓN .....	100
VI. CONCLUSIONES .....	101
VII. RECOMENDACIONES.....	103
REFERENCIAS .....	104
ANEXOS .....	108

## Índice de tablas

Tabla 1: Tipos de plástico termoplástico .....	15
Tabla 2: Configuración .....	37
Tabla 3: Factores de equivalencia por eje y factor vehículo camión C2.....	37
Tabla 4: Factores de equivalencia por eje y factor vehículo C3 .....	38
Tabla 5: Factores de equivalencia por eje y factor vehículo camión T3S3.....	38
Tabla 6: Operacionalización de variables.....	47
Tabla 7: Rangos y Magnitud de validez .....	50
Tabla 8: Confiabilidad de instrumento .....	50
Tabla 9: Tamices con sus respectivas aberturas. ....	61
Tabla 10: Contenido de aire atrapado. ....	64
Tabla 11: Volumen unitario de agua.....	64
Tabla 12: Relación agua /cemento .....	65
Tabla 13: Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto.....	65
Tabla 14: Dimensiones de la losa .....	66
Tabla 15: Dimensiones de la losa .....	67
Tabla 16: Cargas dinámicas.....	71
Tabla 17: Cargas estáticas.....	72
Tabla 18: Análisis granulométrico .....	73
Tabla 19: Modulo de finura.....	74
Tabla 20: Porcentaje de Humedad.....	74
Tabla 21: Peso específico y Absorción .....	75
Tabla 22: Peso unitario suelto .....	75
Tabla 23: Peso unitario suelto .....	76
Tabla 24: Granulometría del agregado grueso.....	76
Tabla 25: Porcentaje de humedad del agregado grueso.....	77
Tabla 26: Peso específico y absorción del agregado grueso .....	77
Tabla 27: Peso unitario del agregado grueso.....	78
Tabla 28: Porcentaje de humedad del agregado grueso.....	78
Tabla 29: Datos resumen .....	78
Tabla 30: Rotura de las probetas del grupo control.....	80
Tabla 31: Rotura de las probetas con fibra a los 7 días .....	81
Tabla 32: Rotura de las probetas con fibra a 14 días.....	82

Tabla 33: Rotura de las probetas con fibra a 21 días.....	83
Tabla 34: Rotura de las probetas con fibra a 28 días.....	84
Tabla 35: Esfuerzo del software con espesor de 20 cm y carga de 176.52. ....	91
Tabla 36: Esfuerzo del software con espesor de 20 cm y carga de 470.72. ....	92
Tabla 37: Esfuerzo del software con espesor de 25 cm y carga de 176.52. ....	93
Tabla 38: Esfuerzo del software con espesor de 25 cm y carga de 470.72KN. ...	94
Tabla 39: Esfuerzo del software con espesor de 30 cm y carga de 176.52KN. ...	95
Tabla 40: Esfuerzo del software con espesor de 30 cm y carga de 470.72KN. ..	96
Tabla 41: Resultados del software everfe 2.25 con espesor de 20 cm .....	97
Tabla 42: Resultados del software everfe 2.25 con espesor de 25 cm. ....	97
Tabla 43: Resultados del software everfe 2.25 con espesor de 30 cm. ....	98

## Índice de figuras

Figura 1: Cargas estáticas de la empresa de materiales de construcción. ....	3
Figura 2: Carga Dinámica de montacargas de la empresa MetalMark.....	3
Figura 3: Carga estática de la empresa Alicorp.....	4
Figura 4: Botellas elaboradas de plástico PET .....	14
Figura 5: Concreto con fibra .....	16
Figura 6: Estructura del pavimento.....	17
Figura 7: prisma expuesto a una carga axial.....	18
Figura 8: Esfuerzo a tensión.....	19
Figura 9: Esfuerzo compresión.....	19
Figura 10: Esfuerzo a flexión.....	20
Figura 11: Determinación de la vida útil del piso .....	20
Figura 12: Efecto temperatura/cargas, Alabeo .....	21
Figura 13: Alabeo de losas en pavimentos.....	21
Figura 14: Contracciones en el concreto .....	23
Figura 15: Construcción de pisos industriales .....	24
Figura 16: Agrietamientos de pavimento a causa de cargas.....	26
Figura 17: Junta de aislación en muro. ....	27
Figura 18: Junta de aislación en columna .....	27
Figura 19: Junta de contracción.....	28
Figura 20: Pasadores en una junta de construcción de un pavimento rígido .....	28
Figura 21: Ubicaciones de tipos de juntas.....	29
Figura 22: Cargas estáticas de pallets y de Rollos de alambre.....	30
Figura 23: Cargas estáticas, Estantería (Racks) .....	31
Figura 24: Equipo de Levante con Ruedas. ....	31
Figura 25: Momentos flexores generados por cargas de racks.....	32
Figura 26: Carga estática de la empresa Alicorp.....	33
Figura 27: Carga estática de la empresa Alicorp.....	33
Figura 28: Auto elevadores .....	34
Figura 29: Autoelevadores .....	35
Figura 30: Equipo típicamente de operaciones de contenedores.....	35
Figura 31: Cargas estáticas de la empresa Rosario.....	36
Figura 32: Cargas estáticas de la empresa MATECO.....	36

Figura 33: Software everfe 2.25 .....	39
Figura 34: Interface de parametros de losa 3x3.....	40
Figura 35: Características de losa y bases.....	40
Figura 36: interface de dowels o pasadores internos .....	41
Figura 37: Características de asignacion de cargas .....	41
Figura 38: Posicion del eje sobre el conjunto de losas.....	42
Figura 39: Esquema del método científico .....	44
Figura 40: Esquema de muestra y población .....	48
Figura 41: Distribuidora y ferretería ROSARIO .....	52
Figura 42: Distribuidora y ferretería MATECO.....	52
Figura 43: Esquema de muestra y población. ....	53
Figura 44: Esquema de muestra y población .....	53
Figura 45: Cargas estáticas.....	54
Figura 46: cargas estáticas (varillas de acero) .....	54
Figura 47: Cargas estáticas almacenes de racks.....	55
Figura 48: Cargas dinámicas (montacarga). ....	55
Figura 49: Montacarga en la empresa distribuidora de M. ....	56
Figura 50: Distribución de carga de un montacarga.....	56
Figura 51: Cargas dinámicas con una configuración vehicular T3 S3.....	57
Figura 52: Peso vehicular de la T3 S3 .....	57
Figura 53: Rangos y Magnitud de validez .....	58
Figura 54: Contracción durante el fraguado .....	68
Figura 55: Rotura de las probetas del grupo control. ....	81
Figura 56: Porcentaje de rotura a 7 días .....	82
Figura 57: Porcentaje de rotura a 14 días. ....	83
Figura 58: Porcentaje de rotura a 21 días. ....	84
Figura 59: Porcentaje de rotura a 28 días. ....	85
Figura 60: Resultados de la ruptura de las probetas.....	85
Figura 61: Parámetros de la geometría.....	86
Figura 62: Características del concreto.....	87
Figura 63: Asignación de las cargas. ....	87
Figura 64: Dimensionamiento de los pasadores o dovelas.....	88
Figura 65: Dimensionamiento de los pasadores o dovelas .....	88

Figura 66: Procesamiento de datos .....	89
Figura 67: Esfuerzos en la losa. ....	89
Figura 68: Desplazamiento de la losa .....	90
Figura 69: Puntos específicos del desplazamiento de la losa .....	90
Figura 70: Cuadro de distribución de T Student. ....	99
Figura 71: Grafica de distribución de probabilidades. ....	99

## Resumen

Hoy en día va de incremento nuestra población en ello juntos de la mano el surgimiento de las empresa ya que con esto surge la necesidad de poder realizar la investigación de los pisos industriales observando en la localidad de Huancayo que mucho de ellos se encuentran en estados deteriorados a causa de los diversos tipos de daños ya sean cargas estáticas y dinámicas, la investigación opta como objetivo mejorar la resistencia a cargas estáticas y dinámicas utilizando las fibras recicladas de polietileno en el diseño de pisos industriales, con un método experimental. Por lo cual se estudió las diversas propiedades de los agregados en el laboratorio científicos para estudios de suelos klafer S.A.C. donde se elaboró un total de 16 probetas las cuales han sido ensayadas a resistencia a flexión. Donde se rupturaron 4 testigos de grupo control y 12 con adición de fibras recicladas de polietileno con un curado normal de 28 días roturándose a 3 probetas a los 7,14,21,28 días, el grupo control nos brindó como resultado en un curado de 28 días una resistencia a flexión de 53.37 kg/cm<sup>2</sup> y los testigos con adición de fibra de polietileno nos brindó una resistencia 68.24 kg/cm<sup>2</sup> viendo así el gran aumento de resistencia con las fibras de polietileno cumpliendo así la resistencia mínima de las especificaciones técnicas. Como también se realizó el modelamiento en el software herramienta indispensable ante un análisis del pavimento en pisos industriales ya que ayuda a poder identificar los esfuerzos aplicados en los pisos industriales. Observando los resultados no da que con espesores menores presentaron mayores esfuerzos al ser aplicada con una carga de 3t, pero con un espesor de 25 cm tiene una mayor resistencia que la de 20 cm y al ser simulaciones con un espesor de 30 cm los esfuerzos bajan, para un diseño de pisos industriales donde aplican una carga de 48 tn. el rango de los espesores estará en 25 a 30 cm.

Palabras clave: Pisos industriales, fibras de polietileno, resistencia a cargas.

## **Abstract**

Today our population is increasing in this together hand in hand with the emergence of the company since with this arises the need to be able to carry out the investigation of industrial floors observing in the town of Huancayo that many of them are in deteriorated states Due to the various types of damage, both static and dynamic loads, the research opts to improve the resistance to static and dynamic loads using recycled polyethylene fibers in the design of industrial floors, with an experimental method. Therefore, the various properties of the aggregates were studied in the scientific laboratory for soil studies klafer S.A.C. where a total of 16 specimens were made, which have been tested for flexural strength. Where 4 controls of the control group and 12 were broken with the addition of recycled polyethylene fibers with a normal curing of 28 days, breaking to 3 test tubes at 7,14,21,28 days, the control group gave us as a result in a curing of 28 days a flexural strength of 53.37 kg / cm<sup>2</sup> and the controls with the addition of polyethylene fiber gave us a resistance of 68.24 kg / cm<sup>2</sup>, thus seeing the great increase in resistance with polyethylene fibers, thus meeting the minimum resistance of the technical specifications. As the modeling was also carried out in the software

Essential tool when analyzing the pavement in industrial floors as it helps to identify the efforts applied in industrial floors. Observing the results, it does not show that with smaller thicknesses they presented greater efforts when applied with a load of t3s3, but with a thickness of 25 cm it has a greater resistance than that of 20 cm and as simulations with a thickness of 30 cm the efforts decrease. For a design of industrial floors where a load of 48 tn is applied, the thickness range will be 25 to 30 cm.

**Keywords:** Industrial flooring, polyethylene fibers, load resistance

## I. INTRODUCCION

En la actualidad el uso de pisos industriales se ha vuelto indispensable por el incremento de la población en la provincia de Huancayo y en nuestro país, aumentando las actividades comerciales y aparición de microempresas y de grandes empresas comerciales. Por el tipo de almacén se requiere de pisos industriales con alta resistencia que están sometidas a las cargas ya sean estáticas o dinámicas, como los contenedores, maquinarias y materiales de grandes toneladas, por la necesidad de la población el problema nos ha llevado a un mejor análisis del uso de fibras recicladas de polietileno en el diseño de pisos industriales para mejorar la resistencia a cargas estáticas y dinámicas, ya que contribuye al reciclaje de fibras de polietileno que son contaminantes para el medio ambiente.

Los pisos industriales están muy expuestos a los diversos tipos de carga para soportar usos agresivos como pueden ser las cargas puntuales o también llamadas cargas estáticas que transmiten las estructuras de almacenamiento, son directas y no generan movimiento, estos pisos no tiene solo la opción de resistir a cargas de flexión ya sea por el tráfico, debe también tolerar las contracción y expansión a causa de las reacciones térmicas e efecto químico creando deficiencias en la estructura del piso ya sea en sus características físicas, grietas, influencia de los cambios climáticos y no contar con uniformidad en las losas.

Los pisos industriales reciben varias cargas entre ellas podemos encontrar, cargas móviles o cargas dinámicas (como los diversos tipos de vehículos pesados que generan contacto en la parte superior de las losas entre ellas las montacargas, camiones o tráiler), cargas puntuales (como los racks o anaqueles, los que soportan estructuras de almacenamiento o soportes de maquinarias). Cargas uniformemente distribuidas (son referidas a las cargas que aplican una fuerza hacia la parte superficial de los pisos industriales).

Según Salsilli Murasa (2018) en el manual de diseño de pisos industriales, afirma que se encuentran aplicadas los pisos industriales a la variedad de cargas ya sean estáticas o incluso dinámicas ya que ello se divide en cargas masivas, se encuentra estas cargas en una repartición del piso y los diversos efectos climáticos de nuestro ambiente.

Como también se debe analizar las diferentes condiciones de carga posibles, ya que se tiene que seleccionar las más críticas con la finalidad de que no afecte en un futuro las posibles grietas generando perdidas en las industrias al ser afectada el funcionamiento de los pasillos.

La finalidad del proyecto se busca comprender un mejor funcionamiento en los pisos industriales ya que a través de los esfuerzos de tensión se producen las grietas a consecuencia de esfuerzos que exceden la resistencia del concreto.

De acuerdo a Omar J.S, el uso de fibras sintéticas trae consigo grandes beneficios ya sea en el estado de endurecimiento o plástico, como también el incremento de nuestra resistencia del concreto a la sofocación e impacto, da soporte al concreto en superficies inclinadas, pero no se puede remplazar por cualquier refuerzo estructural de acero.

Las fibras de polietileno frecuentemente se encuentran en cada vivienda el uso de las escobas es indispensable para la población observamos que muchas veces al gastarse lo desechamos, pero se les puede dar un uso mejor ya que esta fibra tiene factores que ayudan al concreto como el incremento a la tenacidad, resistencia al impacto y fatiga, ayuda a prevenir a futuras fisuras en asentamientos y ayuda a una mejor resistencia a la abrasión.

Los pisos industriales mayormente tienen características específicas para un mejor funcionamiento entre ellas su elevada fortaleza mecánica, su firmeza química como su alta planicidad y resistencia al impacto como también debe tener una equidad entre costo y funcionalidad, las empresas por motivos económicos no pueden detener constantemente su producción para poder realizar algún tipo de mantenimiento, porque muchas de las empresas o depósitos cuentan con equipos especializados o almacenamientos de altos volúmenes de mercaderías entre otros, estas funciones optan por una gran importancia a su durabilidad.

En la localidad de Huancayo el incremento de empresas va en aumento, como por ejemplo la empresa METALMARK y otros sectores de comercio tal como se observa en la figura 1, que se encarga a la distribución de perfiles de acero, también están las empresas Rosario y MATECO, que se encargan en distribución de materiales de construcción, como podemos observar en la figura 2.

Estas empresas utilizan vehículos pesados, para el transporte de materiales e insumos de construcción y dentro de sus instalaciones usan montacargas para el traslado y carguío de los mencionados, los cuales aplican cargas dinámicas, elevadas y cargas estáticas son producidos por los contenedores o paneles de almacenamiento de materiales de construcción como acero cemento y otros. Así también encontramos otras empresas como Alicorp dedicados a la construcción de alimentos de primera necesidad, quienes también acopian sus productos con la misma modalidad de almacenaje (Figura 3).



**Figura 1:** Cargas estáticas de la empresa de materiales de construcción.



**Figura 2:** Carga Dinámica de montacargas de la empresa MetalMark.



**Figura 3:** Carga estática de la empresa Alicorp.

## **Formulación del problema**

### Problema General

- ) ¿Cómo las fibras recicladas de polietileno en el diseño de pisos industriales mejorarían la resistencia a cargas estáticas y dinámicas?

### Problema Específico

- ) ¿Con el tipo de carga se definiría las proporciones adecuadas de componentes del concreto para pisos industriales utilizando fibras recicladas de polietileno?
  
- ) ¿Con el tipo de carga se determinaría el espesor adecuado de las losas para pisos industriales utilizando fibras recicladas de polietileno?
  
- ) ¿Con el tipo de carga aplicada se ampliaría la resistencia a flexión de las losas para pisos industriales utilizando fibras recicladas de polietileno?

## **Justificación de la Investigación.**

### **Teórica**

En el estudio de las fibras de polietileno que encontramos desechadas en cualquier parte del mundo se puede dar uso en los pisos industriales para poder mejorar la resistencia a cargas estáticas y cargas dinámicas existen amplios estudios respecto a este tema.

Esta investigación lo realizamos con el fin de ampliar y aportar más a los conocimientos que ya existen, con la finalidad de un análisis exhaustivo con un método de estudios efectivo que servirá como sustento para siguientes investigaciones relacionadas al tema, los resultados en esta investigación podrán ser un apoyo para una mejor evaluación en el diseño de futuros proyectos relacionados a pisos industriales. Otro punto importante es que al utilizar el polietileno reciclado se reducen los costos y ayudamos directamente a minimizar los efectos que agobian a medio ambiente.

### **Practica**

Esta investigación se elaboró como respuesta al crecimiento de habitantes y apertura de emprendimientos de negocios y microempresas en la metrópolis de Huancayo, por eso se requiere una evaluación del tipo de carga estática y dinámica para mejorar la resistencia en los pisos industriales y así optimizar el funcionamiento y la durabilidad ya que el tipo de carga que se aplica a estos pisos son excesivos y se necesitan aplicar otros métodos. Los resultados de esta investigación serán usados en la ejecución de proyectos similares para una mejora en el comportamiento estructural de los pisos industriales.

### **Metodológica**

Los aportes de esta investigación beneficiaran a las empresas y microempresas ya que la vida útil del pavimento será más prolongada, también beneficiara a la población, porque reciclando las fibras de polietileno estamos evitando la contaminación al medio ambiente.

En la investigación se utilizó nuevas técnicas de estudios analíticos en ingeniería civil como el análisis numérico, hasta ahora no se ha elaborado un estudio de esta

magnitud en la ciudad de Huancayo, se han encontrado muchos estudios con el uso de polietileno teniendo como resultado el aumento de firmeza del concreto, mayor constancia al impacto, fatiga y nos ayuda a reducir fisuras por asentamiento.

## **Social**

Los aportes de la investigación están orientado a la población de Huancayo y de las instituciones vinculadas con las vías empresarios, municipalidades, ministerio de transporte, empresas de concreto premezclado, universidades, empresas distribuidoras de materiales de construcción, colegio de ingenieros, etc. Debido que los pisos industriales no tienen las características técnicas acorde a la realidad estructural y de servicio. El mejoramiento de las propiedades conducirá a optimizar la durabilidad y vida útil del pavimento y ayudará a las grandes empresas y microempresas a desarrollarse.

## **Delimitación del estudio**

### **Espacial**

El sector donde realizamos la investigación es la provincia de Huancayo en la región Junín, ubicada a 300 kilómetros de Lima la capital de Perú

La provincia de Huancayo correspondiente al área geográfica de la región central, delimitado por la provincia de concepción, la región Huancavelica, la provincia de Chupaca.

Las entidades vinculadas a la realización de esta investigación están constituidas con la población local de la ciudad de Huancayo, como:

- ) Municipalidad Provincial
- ) Ministerio de transporte y comunicaciones (Huancayo)
- ) Universidades estatales y privadas (UAP, UPLA, UNCP)
- ) Constructoras privadas
- ) Productores de agregados
- ) Cementeras (UNICON, GOVIL, PRUCIL)
- ) Distribuidoras de maquinarias de construcción.

## **Temporal**

Este proyecto de investigación tuvo una duración de 4 meses, se realizó entre el mes de abril, mayo, junio y julio.

## **Objetivos**

### Objetivo General

- ) Mejorar la resistencia a cargas estáticas y dinámicas utilizando las fibras recicladas de polietileno en el diseño de pisos industriales.

### Objetivo Especifico

- ) Definir las proporciones adecuadas de componentes del concreto para pisos industriales utilizando fibras recicladas de polietileno por medio del tipo de carga
- ) Determinar el espesor adecuado de las losas para pisos industriales utilizando fibras recicladas de polietileno mediante el tipo de carga.
- ) Ampliar la resistencia a flexión de las losas para pisos industriales utilizando fibras recicladas de polietileno en relación al tipo de carga.

## **Formulación de Hipótesis principal y específicas:**

### Hipótesis General

- ) Las fibras recicladas de polietileno en el diseño de pisos industriales mejorarían la resistencia a cargas estáticas y dinámicas.

### Hipótesis Específicas:

- ) El tipo de carga definirá las proporciones adecuadas de componentes del concreto para pisos industriales utilizando fibras recicladas de polietileno.
- ) El tipo de carga determinara el espesor adecuado de las losas para pisos industriales utilizando fibras recicladas de polietileno.
- ) El tipo de carga aplicada ampliara la resistencia a flexión de las losas para pisos industriales utilizando fibras recicladas de polietileno.

## II. MARCO TEÓRICO

### Antecedentes Internacionales

La investigación realizada por Mejía J. y Torres Y. (2019) en la tesis “Caracterización del comportamiento mecánico del concreto simple con adición de fibras poliméricas recicladas PET” (Universidad católica de Colombia). Menciona como objetivo describir las acciones del concreto con las características al aplicar las fibras de polietileno recicladas PET, usando un método experimental.

Resalta en su conclusión que se puede mejorar la alta fortaleza a enormes esfuerzos en el concreto con una cantidad de fibras entre los datos de 96 kilogramos y 110 kilogramos

En la flexión las acciones del concreto son divididas que, a una mayor proporción de fibras, se tendrá un mejor resultado a los esfuerzos como principal es tener en cuenta a que tipos de esfuerzos serán sometida para así poder tener un cálculo mejor de la adición de la fibra.

Nos da como recomendación al adquirir los materiales asegurarnos que cumplan con los parámetros de calidad para así obtener mayor resistencia para poder salir favorecido obteniendo mayor confianza ante los resultados

Se debe garantizar que no se encuentre ningún vacío dentro de las muestras, por lo cual se utiliza el instrumento adecuado para poder dar los pequeños golpecitos para así no obtener vacíos en nuestras muestras.

Ramos I. y Peña M. En la tesis de post grado Modelación numérica de pisos industriales considerando la variabilidad en la sollicitación de cargas (Universidad católica de Colombia) (2014). Menciona como objetivo que se realizara un estudio en los pisos industriales con el modelamiento numérico donde se mirara las características e incluyendo las variedades de cargas usando el método experimental.

Esta investigación tiene como conclusiones que al poder realizar el modelamiento numérico de elementos finitos en el software resulta una opción muy útil, dándonos una variabilidad de parámetros y una fácil simulación con opciones de variedades de losas y la aplicación de cargas.

Se evidencio que el esfuerzo es adecuado a la carga, que al variar uno de ellos se obtendrá los mismo reacciones, se encontró que las losas menores tienen las mismas características de soporte que las mayores (3,0 x 2.0), se utilizó los métodos de westergaard, Bradbury que se obtuvo como resultados similares entre ambos en el software EverFE.

Rivera B & Sosa C (2010), en la tesis denominada Mejoramiento en las propiedades físico, mecánicas y de durabilidad de un pavimento rígido, con la adición de fibras sintéticas estructurales (Universidad Católica de Ecuador). Menciona como objetivo mejorar la durabilidad del pavimento rígido utilizando fibras sintéticas estructurales, usando un método experimental.

Concluyen que todos los materiales obtenidos son de Pintag y de Guayllabamba, lo cual tuvo una selección minuciosa por su cercanía a la ciudad de Quito. Primordialmente se realizó las diversas características del agregado y se comparó para obtener una mejor confiabilidad con las normas ASTM.

Al realizar las respectivas roturas de los cilindros a los 7 días, muestra que las probetas con o sin fibra llegan a la resistencia que se tuvo como prioridad de  $f'c = 300 \text{ kg/cm}^2$ .

La tesis de Piñero M. y Herrera D. (2018) Proyecto de factibilidad económica para la fabricación de bloques con agregados de plástico reciclado (PET), aplicados en la construcción de vivienda. Menciona como objetivo analizar la implementación de bloques con el uso indispensable de polímeros de plástico para obtener la finalidad de maximizar y minimizar financieramente aplicándolos en las diversas viviendas para centros urbanos de Colomba usando el método experimental, utilizando una metodología investigativo experimental y concluye que.

- ) Se encontraron los inicios que nos ayudan aportar una mejor innovación y tecnología apoyándonos a reutilizar el material que se desecha al momento de realizar las diversas contracciones.

- ) Las características de los ladrillos nos brindan una excelente condición.
- ) Presentan una textura lisa en el procediendo al ser fundada y seguidamente curada, al realizar un estudio de ello nos resulta ser muy cara, pero con la adición de fibra se generarán muchos ahorros ya se utiliza en las diversas obras.
- ) Los bloques de arena y cemento son muy pesadas a comparación del otro teniendo como características tan importantes es su peso ya que es muy liviano ya que esto se genera gracias a la adición en porcentaje PET como podemos mostrar la diferencia entre 0.784 gr y 1.075 gr.
- ) Al usar los porcentajes de 10%, 20% y 25%, nos brindan un resultado tal como se debe cumplir en las especificaciones, pero si se usa PET al 30%, 35%, 40%, 50%, 60%, 70% y 80% no cumplen con lo establecido por lo cual son desechadas.

### **Antecedentes Nacionales**

La investigación realizada por "Chahua J. y Huayta P. (2018) titulado Fibra sintética estructural para la optimización del diseño de un pavimento rígido en la nueva planta Farmago – Huachipa lima. Menciona como objetivo, que a las fibras sintéticas se realizara una evaluación para así minimizar y maximizar el los pavimentos rígidos de la nueva planta Farmagro – Huachipa – Lima con un método experimental.

En esta tesis tiene como conclusión en la base de las investigaciones geotécnicas se ha determinado el siguiente perfil estratigráfico que conforma la zona de estudio. Que nos dice superficialmente hasta 2.00m de profundidad nos brinda un relleno compactado por capa, que clasifica como grava limosa con arena, con características de ser muy densa y usualmente húmedo, con una tonalidad beige, observando la presencia de grava sub angulosa a angulosa de forma chatas y alargadas de hasta 3" de tamaño máximo nominal. subyaciendo hasta profundidad explorada 2.5m. gravas sub angulosa de tamaño máximo de 5" a 11", clasificando como grava bien gradada con limo y arena (GW-GW), con una compacidad medianamente pesado, seco a ligeramente mojado con una coloración beige.

Núñez, A. (2016), presentó la tesis denominada Optimización de espesores de pavimentos con aplicación de Geo-Sintéticos. Menciona como objetivo realizar un

análisis entre el espesor y subbase de una carretera con la aplicación de geos sintéticos, para optimizar costos, en esta investigación se utiliza el método experimental y concluye en.

Se realiza un análisis a los geos sintéticos, la variabilidad de sus características y a la vez su aplicación optando el uso de la geomalla MacGrid EGB 40 derivados del polipropileno aportando propiedades mecánicas como físicas ya que esto apoya a un mejor funcionamiento de la subbase, Demostrando que a 2.50 cm de espesor el CBR es igual a 71.47% y a un espesor de 10.00 cm el CBR es 114.87%.

Como también demuestra que no produce ningún tipo de cambio en los costos y tanto como en el tiempo, al realizar la utilización de la geomalla demuestra que hay minimización en el espesor de 15 cm dándonos una disminución significativa en los costos esto nos contribuye a un mejor ahorro a todo nivel contractivo.

Nos brinda como recomendación que al usar las geomallas biaxiales se debe realizar un análisis exhaustivo de las características de ello y sus propiedades, teniendo en cuenta que se debe tener como mínimo una base granular de 15 centímetros si se tiene un espesor de 20cm.

Herrera L. y Polo R. (2017) En la investigación realizada titulada Estudio de las propiedades mecánicas del concreto en la ciudad de Arequipa, utilizando fibras naturales y sintéticas aplicado para el control de fisuras por retracción plástica. Menciona el objetivo general realizar un análisis completo de las características mecánicas del concreto la adicionando fibras naturales y sintéticas, con un método experimental.

En la investigación concluye que al incorporar las fibras obtendremos la disminución de trabajabilidad ya que esto va adecuado a las diversas proporciones de incorporación de fibras, pero con gran satisfacción en la disminución significativa de fisuras.

El concreto que presenta mayor soporte a la fractura es una de las características que nos brindan al adicionar las fibras sintéticas como naturales la cual no muestra estas principales características en un concreto común.

Cuando se incorporó la fibra de polipropileno obtuvimos un peso unitario de 2367 kg/m<sup>3</sup> en promedio este valor se encuentra en lo establecido en el rango de 2240 kg/m<sup>3</sup> y 2460 kg/m<sup>3</sup>.

Recomienda que para obtener un mejor esfuerzo en el concreto es de gran beneficio la utilización de fibras sin antes realizar las respectivas propiedades del concreto.

Chapoñan J. y Quispe J. (2017). En su investigación 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. Villamaría – nuevo Chimbote. Indica como objetivo investigar todas las acciones y las propiedades del concreto hidráulico en el diseño de pavimentos rígidos adicionando fibra de polipropileno en el A.A.H.H. Villa María -Nuevo Chimbote, utilizando el método experimental y teniendo como resultado.

Si queremos como objetivo el aumento de tenacidad podemos ver que al incorporar las fibras de polietileno tendremos lo que deseamos ya que esto hace que se transforme en más deformable, con la condición que la carga aplicada sea de forma cilíndrica.

Reyes M, en su tesis Diseño de un concreto con fibras de polietileno tereftalato (PET) reciclado para la ejecución de losas en el asentamiento humano amauta – Ate – Lima Este (2018). Indica como objetivo general, realizar un diseño de mezcla con fibras de polietileno tereftalato reciclado para mejorar las propiedades del concreto, utilizando el método descriptivo y concluyendo.

Que el asentamiento disminuye cuando se aumenta el porcentaje de fibra de polietileno de tereftalato reciclado, resultando como una característica no existente de una trabajabilidad obteniendo efectos perjudiciales.

También concluye que a mayor polietileno de tereftalato producirá mayor contenido de aire atrapado obteniendo una menor resistencia a compresión al no realizarse una buena combinación de la mezcla.

Respecto a la fortaleza a flexión se observó que la adición de fibra de polietileno de tereftalato, incrementa en un 4% respecto al diseño convencional.

## **teorías relacionadas al tema**

### **El Polietileno**

También conocido como polietileno, es de la familia de los polímeros, este compuesto por átomos de carbono e hidrogeno. Es un material plástico de fabricación muy económica por esta razón se fabrican un aproximado de 80 toneladas en un año a nivel mundial. Su fabricación inicial principalmente con el uso de sintéticos teniendo una alta resistencia al medio alcalino del concreto, estas fibras pueden ser añadidas en el concreto al inicio de su elaboración o al finalizar el mezclado.

- ) Tiene alta resistencia
- ) Resiste a cambios climáticos
- ) Baja absorción al agua

### **Usos convencionales del polietileno**

El polietileno es un material muy variable con el que se fabrican numerosos artículos como:

- ) Todo tipo de bolsas de plástico
- ) Tuberías
- ) Botellas
- ) Escobas
- ) Cables
- ) Hilos

### **Propiedades de polietileno**

En secciones delgadas en polietileno es casi transparente, es tenaz y muy flexible, es de bajo punto de fusión pues se funde a 110 ° centígrados, en temperaturas por debajo de lo normal el polietileno es más duro y rígido.

### **Polietileno de tereftalato (PET)**

El tereftalato de polietileno también denominado por sus siglas PET. Es un polímero plástico del grupo de los termoplásticos lineales con alto grado de cristalinidad, es un plástico muy usado en la elaboración de envases de botellas, por

lo que es un material óptimo para ser transformado, es sumamente duro, persistente al desgaste, resiste a los efectos químicos y tiene características dieléctricas (Piñeros y Herrera, 2018). Como podemos observar en la figura N° 4 las fibras de polietileno reciclados.



**Figura 4:** Botellas elaboradas de plástico PET

**Fuente:** <https://n9.cl/83f9d>

## **Reciclaje**

El reciclaje cambia los materiales usados, que por otro lado son desechos contaminantes, en materiales reutilizables muy valiosos, el reciclaje de envases plásticos usados son generadores de incrementos de ingresos económicos y ambientales y como beneficiosos para la población, como podemos observar la clasificación de plásticos termoplásticos y sus aplicaciones en la tabla N° 1 (Caballero y Flores, 2016).

**Tabla 1:** Tipos de plástico termoplástico

TERMOPLATICOS	SIMBOLOGIA		APLICACIONES	USOS : DESPUES DEL RECICLADO
Polietileno tereftalato	PET		Botellas, envasado de productos alimenticios, alfombras refuerzos neumaticos de autos	Textiles para bolsas, lonas y velas nauticas, cuerdas, hilos
Polietileno de alta densidad	PEAD		Botellas para productos alimenticios , detergentes, contenedores, juguetes, bolsas, embalajes y film, laminas y tuberias	Bolsas industriales, botellas, detergentes, contenedores, tubos
Polietileno de baja densidad	PEBD		Film adhesivo, bolsas, revestimientos de cubos, recubrimiento contenedores flexibles, tuberias para riego	Bolsas para residuos e industriales, tubos, contenedores, film uso agricola, creado.
Policloruro de vinilo	PVC		Marcos de ventanas tuberias rigidas, revestimientos para suelos, botellas, cables aislantes, tarjetas de credito, productos de uso sanitario.	Muebles de jardin, tuberias, cercas, contenedores.

**Fuente:** "Uso de materiales Reciclado", Univ. Veracruzana, México, Villegas, 2012

### Proceso de elaboración del concreto con polietileno reciclado

El análisis de agregados es de mucha consideración porque con esos datos realizara el diseño de mezcla. La fibra de polietileno debe ser homogéneo para que logre ser uniforme, considerando las dimensiones, longitud y sección. En el desarrollo se debe tener en cuenta que el polietileno se agregará a la mitad de mezclado del concreto, transcurrido la etapa del mezclado se procederá a tomar las muestras correspondientes y posterior iniciar con el curado (Reyes, 2018, p9).

### Fibra de polietileno en concreto

Son fibras de plástico que tienen el propósito fundamental de reducir drásticamente la formación de fisuras y hacer que el concreto sea más resistente a impactos. Estas fibras pueden ser añadidas en cualquier momento de la operación del mezclado, Las variaciones de volumen crean futuras grietas a una edad temprana ocasionadas por la presión que abundan a la firmeza del concreto.

El aumento de grietas por encogimiento se puede prevenir mediante la incorporación de fibras sintéticas. Al unirse las fibras con el concreto crean una masa homogénea esto impide la aparición de grietas por asentamiento plástico.

Las fibras ayudan a reducir la permeabilidad, mediante la mezcla de la reducción de las fisuras plásticas y la disminución de la capilaridad por la exudación. Como se observa en figura N°5 la adición de fibras de polietileno en el concreto.

### **Ventajas de fibras de polietileno en el concreto**

- ) Minimización de figuración por asentamiento (revestimiento).
- ) Decrecimiento de fisuras por contracción plástica.
- ) Descenso de la permeabilidad.
- ) Aumento en la resistencia a la abrasión e impacto.
- ) Apoyo en la resistencia a la fractura.
- ) Incrementa la tenacidad del concreto.
- ) Incremente la resistencia a fatiga.
- ) Firmeza a la abrasión.
- ) pueden ser utilizadas como refuerzos secundarios.
- ) Reducción de permeabilidad.
- ) Disminución de la capilaridad por la exudación.



**Figura 5:** Concreto con fibra

**Fuente:** <https://n9.cl/7a4ny>

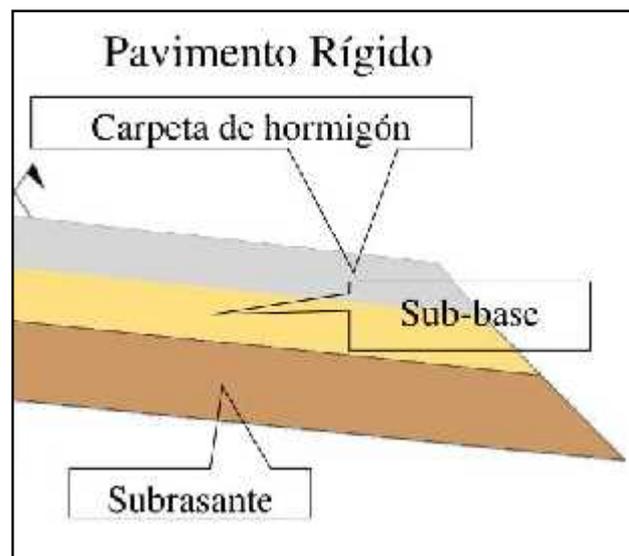
## Esfuerzos de pavimentos rígidos:

Todos los esfuerzos que se pueden presentar al encontrarse expuesto a cargas y temperaturas, se presentan en el tiempo de fraguado por este motivo tenemos que encontrar todos los esfuerzos que afecten a los pisos industriales.

Características que se presentan de esfuerzos en pavimentos rígidos:

- ) Alteraciones de temperatura.
- ) Variación de Humedad.
- ) Carga de tránsito.
- ) Bombeo, transformaciones del soporte.

El pavimento está conformado por paños de concreto en la cual se encuentra sobre una base o directamente sobre la subrasante. Que envía únicamente los esfuerzos aplicados hacia el suelo de forma subestimada, en la figura N° 6 observamos la estructura del pavimento rígido. (Menéndez A. 2010).

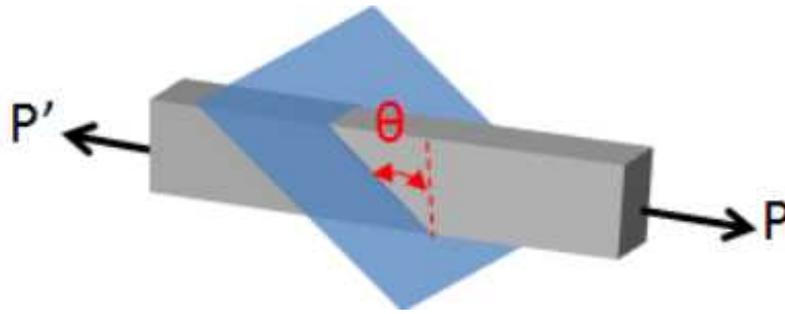


**Figura 6:** Estructura del pavimento  
**Fuente:** Menéndez (2009)

## Esfuerzo Axial o Normal:

Según Beer P (1981). La fuerza axial actúa exactamente en el núcleo axial de cualquier objeto. Como podemos observar el cálculo de la ecuación del esfuerzo en la figura N°7 una sección de prisma sometido a cargas axiales.

Una tensión positiva indica que el elemento está sometido a tracción y una tensión negativa nos indica que está sometido a compresión.



**Figura 7:** prisma expuesto a una carga axial  
**Fuente:** <https://n9.cl/g95hj>

### Ecuación de esfuerzo

$$\sigma = \frac{P}{A}$$

Donde:

P: Carga axial actuante

A: Área de corte transversal

### Esfuerzo a tensión:

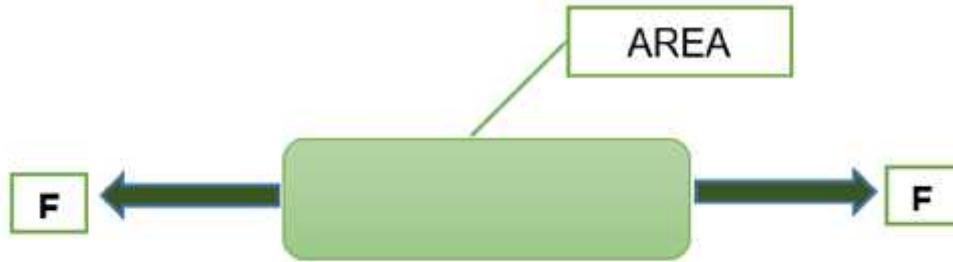
Es el estiramiento de una estructura, este esfuerzo se ocasiona cuando una estructura está sometida a cargas de sentidos opuestos entre sí o dos fuerzas, esto ocasiona que se deforme por alargamiento la estructura. Como se observa en la figura N° 8 el esfuerzo a tensión.

Es relación de la unidad de fuerza perpendicular aplicada en un objeto dividido para su área transversal.

$$\sigma = \frac{F}{A_0}$$

F: Unidad de fuerza

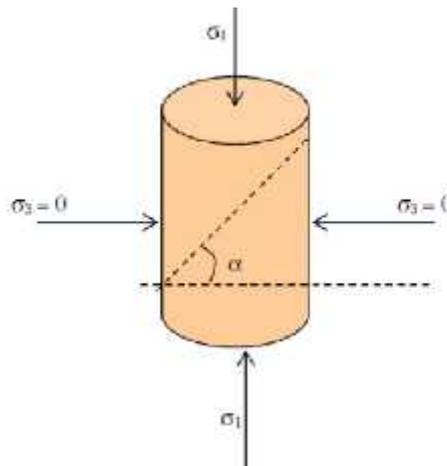
A<sub>0</sub> : Unidades de area



**Figura 8:** Esfuerzo a tensión

### **Esfuerzo a compresión:**

Una estructura reprimida a un esfuerzo de compresión es cuando se encuentra a una acción de dos fuerzas en sentidos opuestos, ocasionando una deformación por aplastamientos sobre la estructura. Como podemos observar en la figura N °9 el esfuerzo a compresión.

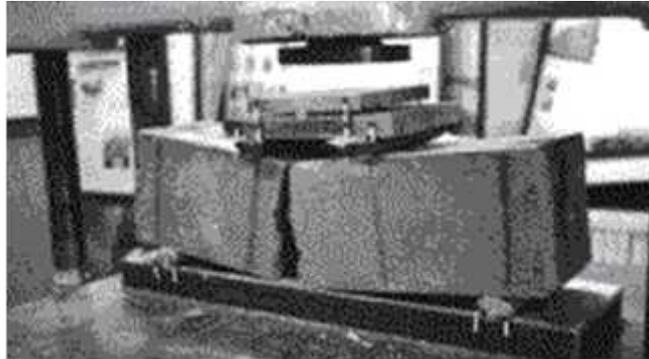


**Figura 9:** Esfuerzo compresión

**Fuente:** <https://n9.cl/xx8o>

### Esfuerzo a flexión:

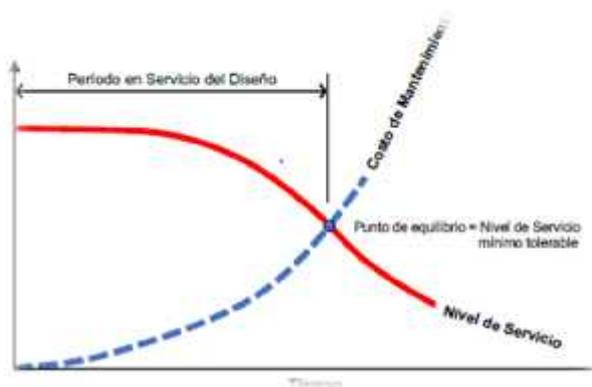
Una estructura está sujeta a flexión cuando es sometida bajo tensiones que provocan que la estructura se rompa como representa en la imagen N° 10.



**Figura 10:** Esfuerzo a flexión  
**Fuente:** <https://n9.cl/st40>

### Ciclo de vida de un pavimento:

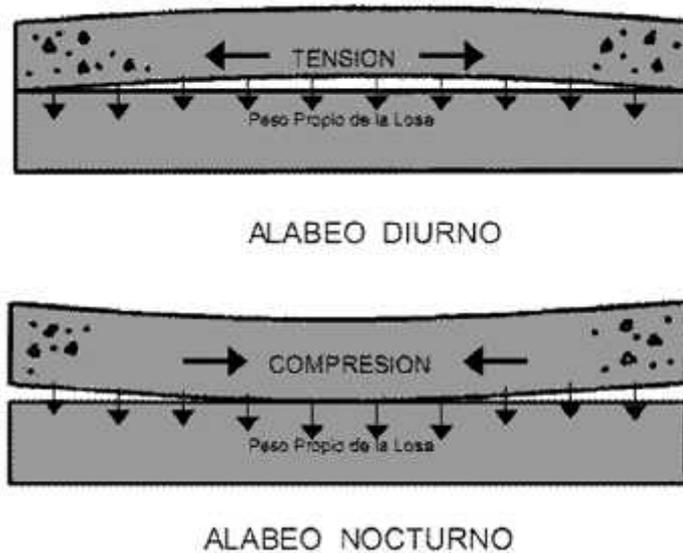
El pavimento cuenta con un tiempo de daño a causa de constante uso o carga que se aplica ya que también están otros factores que afectan como los cambios climáticos, agua etc. Todo aquello generan poco a poco deterioro gracias a esto se tiene que dar un constante mantenimiento, pero ante todo es mejor prevenir realizando estudios y mejoras en el diseño ayudándonos a disminuir gastos, como representación en la imagen N° 11 sus fases de la vida útil del pavimento. (Menéndez, 2003).



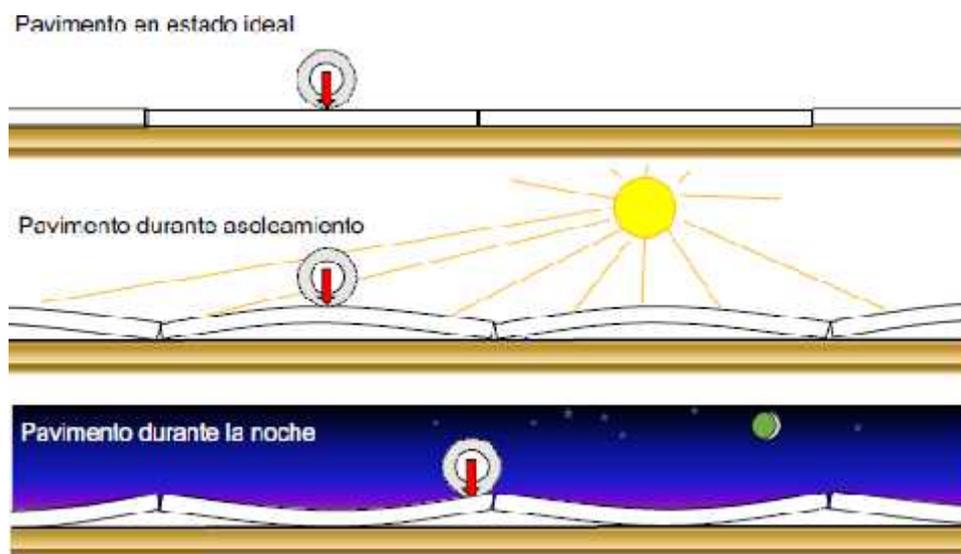
**Figura 11:** Determinación de la vida útil del piso  
**Fuente:** Becker, 2008.

## Alabeo en el pavimento

Es la deformación de la losa ocasionando curvaturas cóncavas o convexas por gradientes de temperatura máximas y mínimas, que dañan el volumen del elemento, Igualmente se ven afectadas por cargas puntuales ya sea por circulación de vehículos o denominadas cargas dinámicas o por cargas debidas a apoyos puntuales también denominadas cargas estáticas, los cuales también afectan la losa, causando deformaciones, como podemos observar en la figura N° 12 y 13 los efectos ambientales tanto como los daños que ocasionan al pavimento.



**Figura 12:** Efecto temperatura/cargas, Alabeo  
**Fuente:** <https://n9.cl/plvug>



**Figura 13:** Alabeo de losas en pavimentos  
**Fuente:** Becker, 2009.

### **Durabilidad:**

Para Pavimentos o pisos industriales, para poder realizar un mantenimiento debe de al menos cumplir un mínimo de 8 años, ya que mayor mente está diseñada para una vida útil de 20 años antes de realizar un recapeo, cuando tiene una mejor distribución de capas se procederá a una mejoría de repartición de cargas hacia el suelo. (Huaman, 2011).

### **Deflexión:**

La deflexión del pavimento se define como el valor que representa la respuesta estructural ante la aplicación de una carga vertical (Higuera, 2010).

### **Contracciones del Concreto**

La contracción aparentemente muchas veces se deja de lado o lo toman como algo simple del concreto ya que ello se manifiesta cuando pierde agua dando como resultado una deformación volumétrica como también hay muchas variedades que también pueden causar daños manifestándose en el concreto.

En las variedades de contracciones tenemos la plástica, autógena, térmica, por carbonatación y la contracción por secado Figura N°14.

#### **) Contracción plástica:**

Se manifiesta a la falta de humedad después del vaciado del concreto o incluso antes de iniciar el fraguado, está relacionado únicamente a los cambios de temperatura ya sean máximas o mínimas e incluso el viento.

#### **) Contracción autógena:**

Se da a causa de cambios volumétricos causados por el agua que reacciona con el cemento, sin incluir los agentes externos.

#### **) Contracción térmica:**

Se da ante la variabilidad de temperaturas en el concreto

#### **) Contracción por Carbonatación:**

Ocurre al reaccionar el dióxido de carbono del aire con el cemento hidratado



**Figura 14:** Contracciones en el concreto  
**Fuente:** <https://n9.cl/mt6su>

### **Propiedades del concreto**

El concreto cuenta con dos principales estados uno de ellos es el endurecimiento y el fresco cada uno de ellos poseen distintas cualidades, pero tienen distinción entre el comportamiento y uso.

- ) Concreto fresco: se presentan propiedades como (Trabajabilidad, Sangrado, Tiempo de fraguado).
- ) Concreto endurecido: se presentan propiedades como (Resistencia, Impermeabilidad y estanquidad, Estabilidad de volumen y control de fisuramiento, Durabilidad).

### **Pisos industriales:**

Los pisos industriales están sometidas constantemente a variabilidades de cargas ya se han cargas estáticas o dinámicas, la primera se manifiesta cuando no produce movimiento y la segunda cuando genera movimiento en el pavimento son las características principales para poder empezar un diseño de pavimento.

Un buen piso industrial da como resultados satisfactorios de un buen diseño adecuado según las diversas necesidades (uso, cargas, requerimientos estéticos, etc.) buen detalle del mismo, tener principalmente especificaciones adecuadas, completas y precisas, buena calidad de los materiales, excelente planificación de

los procedimientos constructivos, organización y mano de obra calificada. (ACI Committee 302, 2004).

### **Consideraciones técnicas de diseño.**

#### **Concreto para pisos industriales**

El objetivo principal de los concretos en pisos es ofrecer un idóneo soporte en la aplicación de cargas, incluyendo peatones, objetos y vehículos. El concreto trabaja como superficie y un buen concreto es vital para resistir las cargas y es uso para el cual ha sido diseñado.

La técnica que se emplea en la colocación del concreto y los materiales que lo constan, proporcionan la buena calidad y el buen funcionamiento del piso.

#### **Propiedades en estado fresco y endurecido**

El concreto fresco tiene propiedades que afectan directamente en la colocación como en el fraguado. Para los pisos el concreto que alcanzó su máxima resistencia debe de soportar cargas y resistir el desgaste. En los dos casos la resistencia a las cargas y al desgaste depende de la elaboración de un buen concreto, como nos muestra la figura N° 15 en la fase del endurecimiento del pavimento.



**Figura 15:** Construcción de pisos industriales

**Fuente:** <https://n9.cl/j6ra7>

## **Revenimiento**

Para conseguir un alto revenimiento se suele cometer el error de utilizar en exceso el agua, el cual origina un mal comportamiento de piso cuando está expuesto a cargas dinámicas y estáticas. El uso en exceso de agua provoca un sangrado del concreto, segregación de agregados y aumenta la contracción por secado.

Los revenimientos de (5 a 10 cm) son usados para equipos mecánicos, aunque no solo para pisos industriales donde se debe dar un acabado muy plano y nivelado en la superficie, entonces en estos casos se recomiendan que el concreto tenga un revenimiento de 12 cm como máximo.

## **Sangrado**

El sangrado es una capa de agua que se origina producto del asentamiento de las partículas (cemento y agregados) el sangrado es un auxiliar del control de contracción plástica, pero un sangrado excesivo incrementa la relación de agua/cemento si los trabajos de acabados se realizan cuando el concreto sigue sangrando, esto ocasiona que la superficie sea muy débil.

## **Contracción**

El agrietamiento produce por el asentamiento de la subrasante, contracción por secado, contracción térmica, aplicación de cargas.

Las grietas que aparecen durante el fraguado son productos de la acomodación de la masa del concreto o contracción de la superficie, esto se debe a la rápida pérdida de agua cuando el concreto se encuentra en estado fresco.

Las grietas se generan sobre el acero de refuerzo a causa de un insuficiente vibrado, revenimientos altos, también por no tener un recubrimiento adecuado sobre los aceros. Para controlar la aparición de grietas, se deben ubicar las juntas en intervalos regulares. Como podemos observar en la figura N° 16 los agrietamientos a causa de las cargas vehiculares en la empresa distribuidora de construcción.

El agrietamiento en las losas se puede reducir siguiendo las siguientes recomendaciones:

- ) Compactar bien la base de la losa, con material adecuado para la sub – base y con un óptimo contenido de humedad.
- ) Contralar la cantidad de agua sobre la mezcla y maximizando el contenido de agregado grueso.
- ) Realizar las juntas en intervalos adecuados
- ) Evitar variaciones extremas de temperatura
- ) Realizar un vaciado adecuado colocando adecuadamente el concreto
- ) Realizar un buen curado
- ) Agregar fibras a la mezcla, esto reducirá enormemente la aparición de grietas.



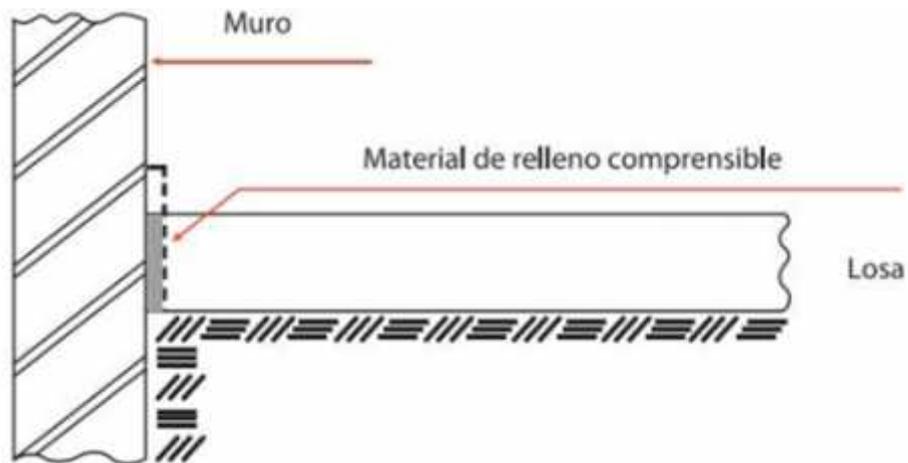
**Figura 16:** Agrietamientos de pavimento a causa de cargas.

## **Juntas**

Muchas veces existe apariciones de grieta en los pisos industriales, muchas de ella son ocasionada por los cambios volumétricos en los elementos de concreto, estos cambios ocasionan esfuerzos de tensión y al superar la resistencia a la tensión propia del concreto se generan las fisuras. Al tener como objetivo que no aparezcan las grietas es un uso indispensable las juntas, obteniendo de ello un mínimo movimiento así reduciendo los esfuerzos a causa de las contracciones por secado, pero si olvidar la realización de un manteamiento cada un cierto tiempo. (Salsilli, 2011, p 39).

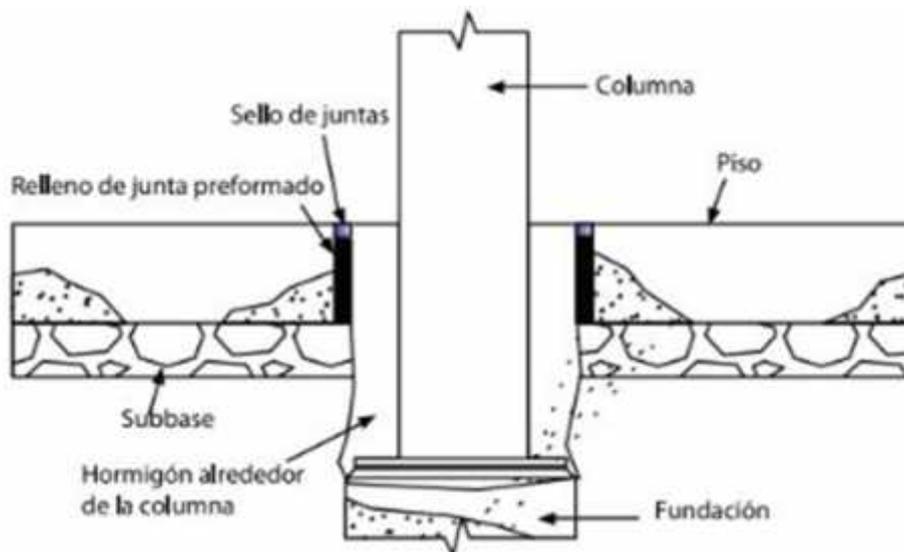
## Juntas de Aislación – Dilatación

Estas juntas se utilizan en espacios donde el propósito es independizar el movimiento de la losa y las estructuras aledañas, como ejemplo el encuentro con muros, columnas y otros elementos estructurales, las juntas se sellan con un material compresible de fácil aplicación (Salsilli, 2018, p 39) como nos muestra la figura N° 17 y 18 las juntas de aislamiento en muro y juntas de aislamiento en columnas.



**Figura 17:** Junta de aislamiento en muro.

**Fuente:** Salsilli 2018

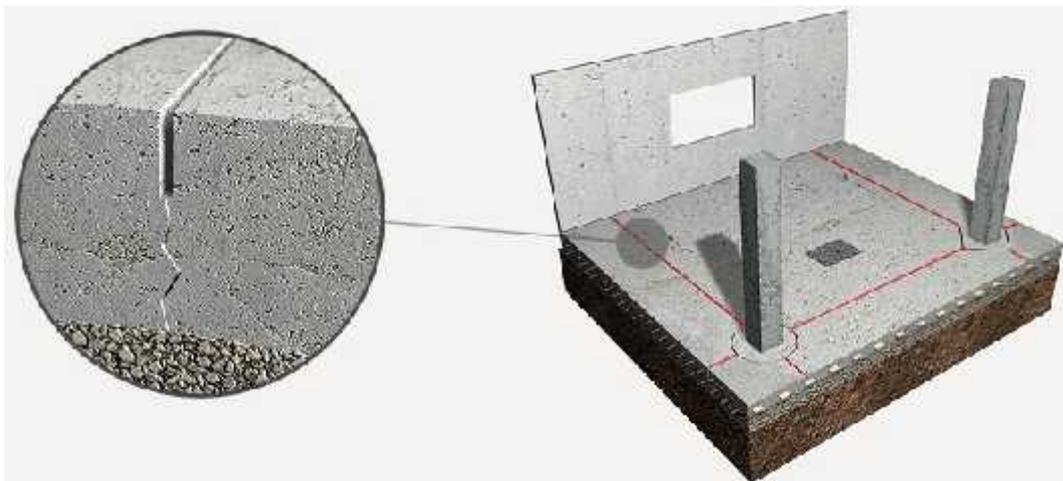


**Figura 18:** Junta de aislamiento en columna

**Fuente:** Salsilli 2018

## Juntas de contracción

Son juntas que se crean mediante cortes en la superficie de la losa, tienen una profundidad de  $\frac{1}{4}$  el espesor de la losa, una deficiencia de este tipo de junta es que puede no llegar a tener un dispositivo de traspaso de carga (Salsilli, 2011, p 40), donde podemos observar en la figura N° 19 las juntas de contracción.



**Figura 19:** Junta de contracción

**Fuente:** <https://n9.cl/w2uy>

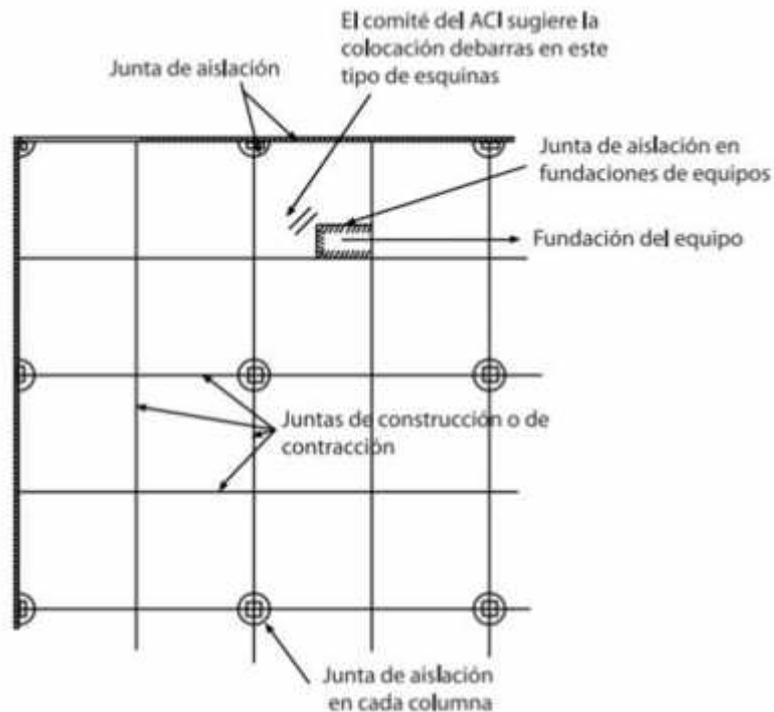
## Juntas de construcción

Son aquellas que entrelazan losas realizadas con fechas distintas, es común que en estas juntas contengas dispositivos de traspaso de carga si es que sobre se contempla el paso de vehículos de carga y levante figura N° 20 y 21 (Salsilli, 2011, p 40).



**Figura 20:** Pasadores en una junta de construcción de un pavimento rígido

**Fuente:** <https://n9.cl/o99>



**Figura 21:** Ubicaciones de tipos de juntas  
**Fuente:** Salsilli 2018

### Sellado de juntas

Existen 3 opciones para el sellado de juntas, puede selladas, rellenas o dejarlas abiertas, pero para pisos industriales la opción de dejarlas abiertas no es recomendable, pues estas están expuestas a rodamientos de ruedas de montacargas, el relleno lo definimos como un sellado de la profundidad del corte de la junta, esto se recomienda si la junta está expuesta a rodamiento de ruedas sólidas, en caso de un tráfico más liviano se recomienda el sellado, donde no se rellena la profundidad total del corte, la diferencia principal entre un relleno total y un relleno parcial es la dureza del material de relleno. (Salsilli, 2011, p 47)

Se recomienda sellarse antes lo más cercano posible y antes que el piso sea sometido a rodamientos, lo recomendable es sellar las juntas cuando el concreto a dejado de contraerse por secado (contracción hidráulica), así evitaremos que el sellado se separe de las caras de los paños de concreto. (Salsilli, 2011, p 47).

## Tipología de la Carga.

La manifestación de carga en los pisos industriales, se distinguen por que existen dos tipos las cargas estáticas que son un sistema de almacenamiento de mercadería como carga de piso, los pallets, pilares de estanterías y la segunda denominada cargas dinámicas, son los equipos que se utilizan para el almacenamiento de las cargas, son en específico los equipos de levante en general vehículos motorizados, tráileres, camiones, montacargas, etc.

En la figura N° 22 podemos ver las diversas cargas de rollos de alambre ejerciendo una carga estática como también en la figura N° 23 y figura 24 las diversas cargas afectando el pavimento, tipos de carga.

- ) Rueda de vehículos
- ) Concentradas
- ) Distribuidas
- ) Lineales
- ) Cargas de construcción
- ) Efectos ambientales



**Figura 22:** Cargas estáticas de pallets y de Rollos de alambre.  
**Fuente:** Salsilli 2018.



**Figura 23:** Cargas estáticas, Estantería (Racks)  
**Fuente:** Salsilli 2018.



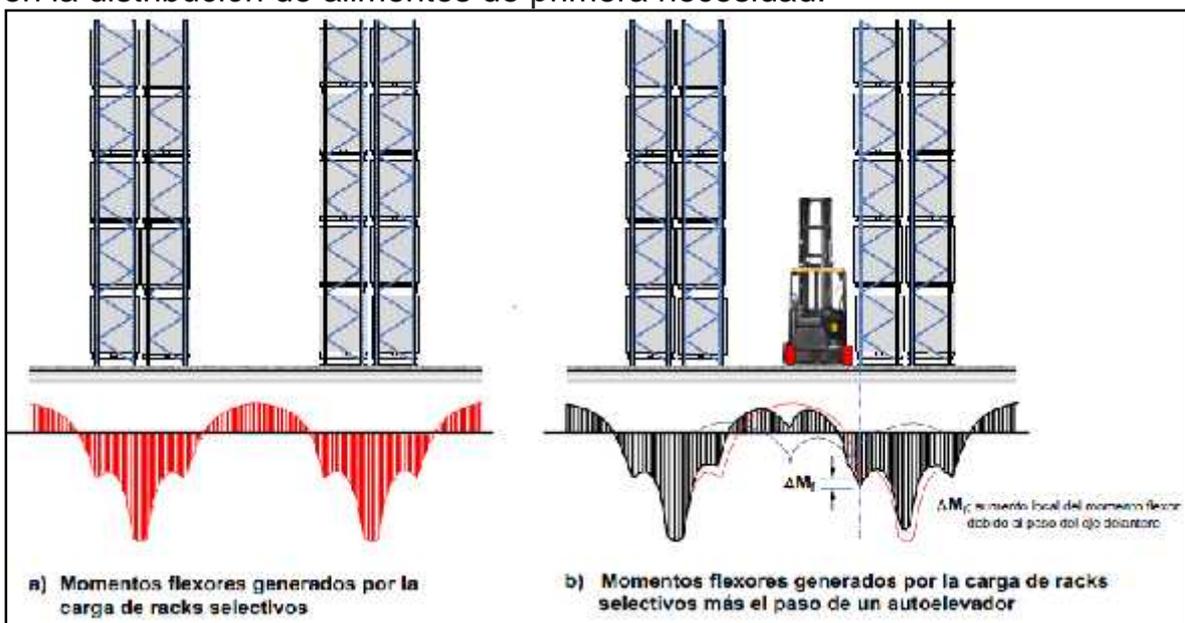
**Figura 24:** Equipo de Levante con Ruedas.  
**Fuente:** Salsilli 2018.

### Capacidad de carga:

Los diversos tipos de vehículos están diseñados para poder soportar cargas máximas. Como también entre ellos las diversas cargas ya sean fijas móviles o concentradas (Comunicaciones, 2014).

### Cargas estáticas:

Estas cargas son generadas por los pilares de las estanterías. Son los que aplican puntualmente y no generen movimiento, de gran intensidad, concentradas en una sola superficie y están distribuidas equitativamente sobre todo el emparrillado del suelo del almacén de pisos industriales. Resultan muy desconcertantes para la mayoría de los constructores o que elaboran el diseño de pisos industriales, ya que estas cargas pueden ser muy alto alcanzando valores de 7 u 8 toneladas e incluso bastante más, concentradas sobre una sola reducida superficie. Como podemos observar en la figura N°25 tenemos las racks o contenedores que es muy usual en las empresas en Huancayo como por ejemplo (Maestro, Metalmark, Pelycano, como también distribuidoras de materiales de construcción), observamos las cargas estáticas en la figura 26 y 27 de la empresa de Alicorp que se encarga en la distribución de alimentos de primera necesidad.



**Figura 25:** Momentos flexores generados por cargas de racks

**Fuente:** Becker. 2017.



**Figura 26:** Carga estática de la empresa Alicorp



**Figura 27:** Carga estática de la empresa Alicorp

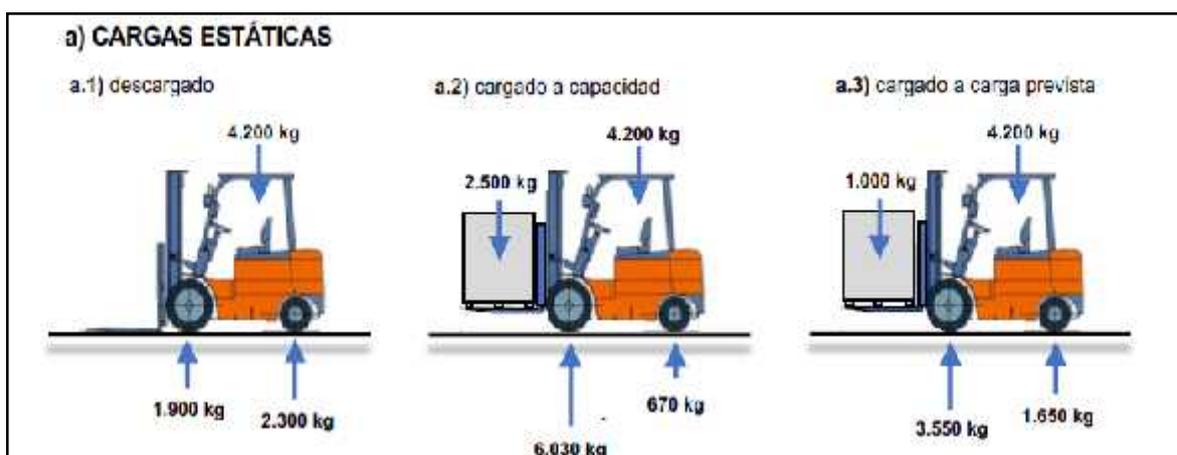
## Cargas Dinámicas:

Las cargas dinámicas son producidas por todo aquello que genera movimiento constante en la superficie del piso de las grandes empresas en los pisos industriales ya que tienen mucha utilidad y varía el uso de los vehículos de acuerdo a las diversas funciones de cada establecimiento, estos pueden llegar a pesar hasta las 18 toneladas generando fisuras entre otros ocasionando daños al piso.

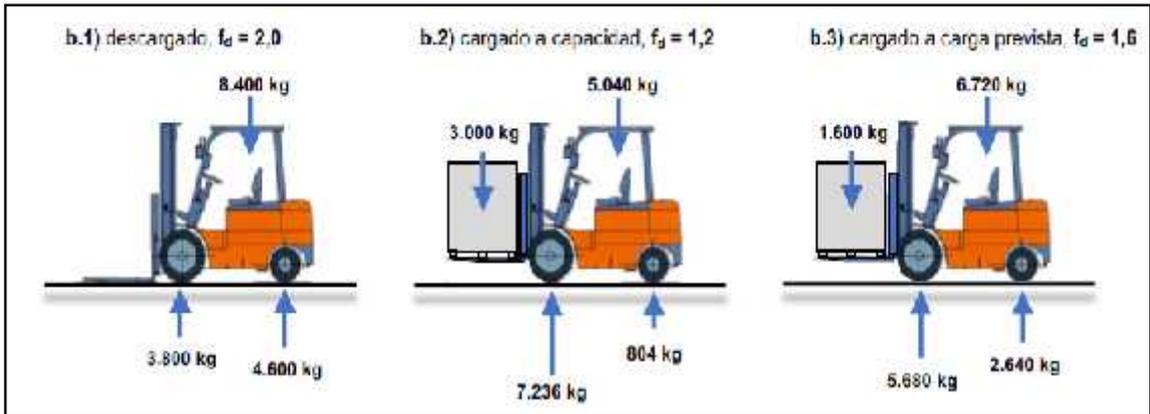
Muchas veces las cargas más pesadas se dan cuando están parados. Las ruedas pueden ejercer afectos aún más cuando se encuentran sin movimiento estos daños pueden sobrepasar los límites de la resistencia del suelo ya que estos esfuerzos transmiten hacia a los laterales de los pisos industriales.

También tenemos variedades de máquinas, como los montacargas, elevadoras contrapesadas Figura N° 28 y 29, las ruedas traseras descargan una mayor presión hacia el suelo ya que ahí se encuentra el contrapeso (por el principio de palanca) aunque el peso total incrementa a lo largo de toda la superficie de la máquina. En la figura N° 30 observamos equipos de operaciones de contenedores.

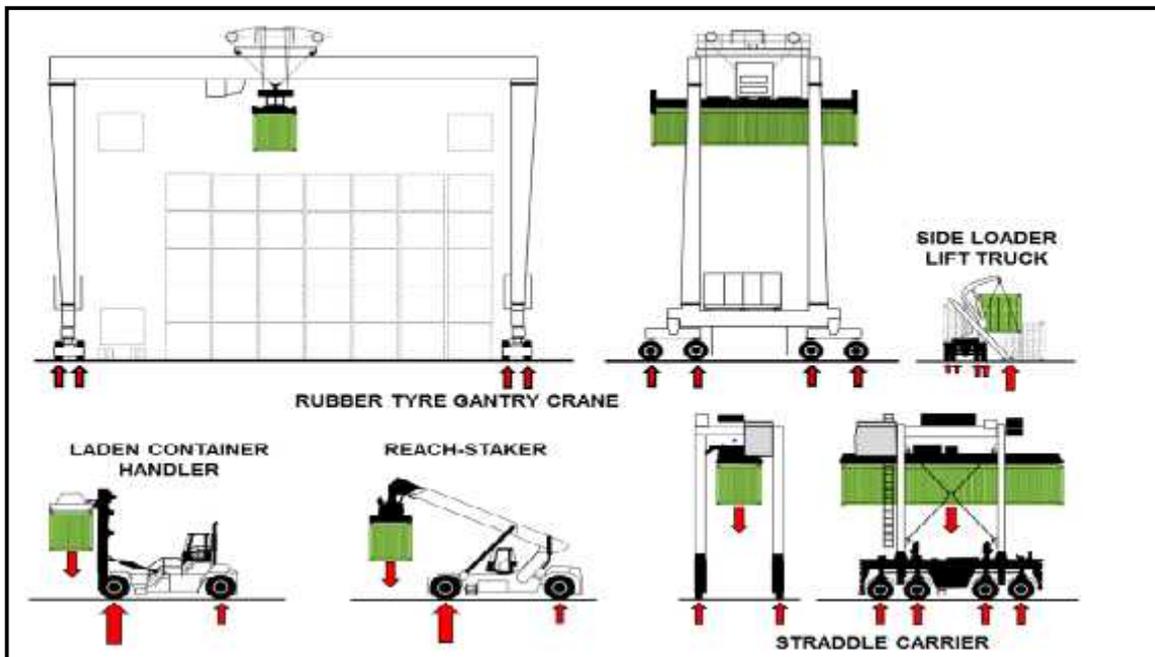
En la recolección de datos obtuvimos las figuras N° 31 Y 32 donde nos muestras las diversas cargas estáticas de la empresa distribuidora de materiales de construcción.



**Figura 28:** Auto elevadores  
**Fuente:** Becker. 2017.



**Figura 29:** Autoelevadores  
**Fuente:** Becker. 2017



**Figura 30:** Equipo típicamente de operaciones de contenedores  
**Fuente:** Becker. 2017.



**Figura 31:** Cargas estáticas de la empresa Rosario



**Figura 32:** Cargas estáticas de la empresa MATECO

### **Ejes equivalentes**

Para poder diseñar los pisos industriales es muy importante conocer las cargas entre ellas tenemos las cargas dinámicas es necesario conocer la configuración de los ejes para poder identificar los vehículos. De acuerdo al manual de carreteras de suelos, geotecnia y pavimentos, nos muestran los ejes equivalentes de los vehículos esenciales para el diseño, en las siguientes tablas N° 2, 3, 4, 5.

**Tabla 2:** Configuración

Conjunto de Eje (s)	Nomenclatura	Nº de Neumáticos	Gráfico
EJE SIMPLE (Con rueda simple)	1RS	02	
EJE SIMPLE (Con rueda doble)	1RD	04	
EJE TANDEM (1 Eje rueda simple + 1 Eje rueda doble)	1RS + 1RD	06	
EJE TANDEM (2 Rueda doble)	2RD	08	
EJE TRIDEM (1 Rueda simple + 2 ejes rueda doble)	1RS + 2RD	10	
EJE TRIDEM (3 Ejes rueda doble)	3RD	12	

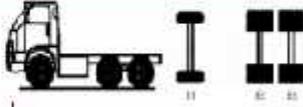
**Fuente:** manual de carreteras de suelos, geotecnia y pavimentos

**Tabla 3:** Factores de equivalencia por eje y factor vehículo camión C2

Configuración Vehicular	Descripción Gráfica de los Vehículos							Long. Máxima (m)
C2								12.30
Ejes	$EE_{E1} - (P/6.5)^4$	$EE_{E2} - (P/8.2)^4$	E3	E4	E5	E6	E7	E8
Carga según censo de carga (Tcn)	7	10						
Tipo de eje	Eje simple	Eje simple						
Tipo de rueda	Rueda simple	Rueda doble						Total factor camión C2
Peso	7	10						3.477
Factor E.E.	1.265	2.212						

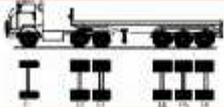
**Fuente:** manual de carreteras de suelos, geotecnia y pavimentos.

**Tabla 4:** Factores de equivalencia por eje y factor vehículo C3

Configuración Vehicular	Descripción Gráfica de los Vehículos							Long. Máxima (m)
C3								13,20
	$EE_{E1} = (P/6.6)^4$	$EE_{E2} = (P/15.2)^4$						
Ejes	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
Carga según censo de carga (Ton)	7	8	8					
Carga según censo de carga (Ton)	7	16						
Tipo de eje	Eje simple	Eje simple						
Tipo de rueda	Rueda simple	Rueda doble						Total factor camión C3
Peso	7	16						2,526
Factor E.E.	1.265	1.261						

**Fuente:** Manual de carreteras de suelos, geotecnia y pavimentos.

**Tabla 5:** Factores de equivalencia por eje y factor vehículo camión T3S3

Configuración Vehicular	Descripción Gráfica de los Vehículos							Long. Máxima (m)
T3S3								20,50
	$FF_{E1} = (P/6.6)^4$	$FF_{E2} = (P/15.1)^4$		$FF_{E5} = (P/21.8)^4$				
Ejes	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
Carga según censo de carga (Ton)	7	8	8	7	8	8		
Carga según censo de carga (Ton)	7	16		23				
Tipo de eje	Eje simple	Eje tandem		Eje tandem				
Tipo de rueda	Rueda simple	Rueda doble		Rueda doble				Total factor camión T3S3
Peso	7	16		23				3,753
Factor E.E.	1.265	1.261		1.232				

**Fuente:** Manual de carreteras de suelos, geotecnia y pavimentos

## Software EverFe 2.25

Para la investigación de nuestro trabajo se utilizó el software EverFe 2.25. donde nos da una losa en dos capas de base que se somete a diversas combinaciones de eje y carga. Donde podemos observar en las siguientes figuras N° 33 del software.

Es un programa que fue desarrollado en Estados Unidos, que nos brinda poder modelar en tres dimensiones 3D, utilizando elementos finitos, que simula la respuesta de un pavimento de concreto sometido a cargas y a fenómenos ambientales como se observa en la figura N° 34, 35, 36 y 37 (Ángel R, 2014, p29).



**Figura 33:** Software everfe 2.25

## Características del software

Para realizar la modelación en el software uno de los principales datos que se debe tomar en cuenta es el cambio de temperatura, cargas de tránsito, cambios de humedad, entre otros como el bombeo, cambios volumétricos del soporte.

- ) Se pueden analizar hasta 9 losas longitudinales y transversales incluye una configuración 3x3
- ) Se pueden modelar hasta con 3 capas de base
- ) Nos permite visualizar las fuerzas que se ejercen en los pasadores internos

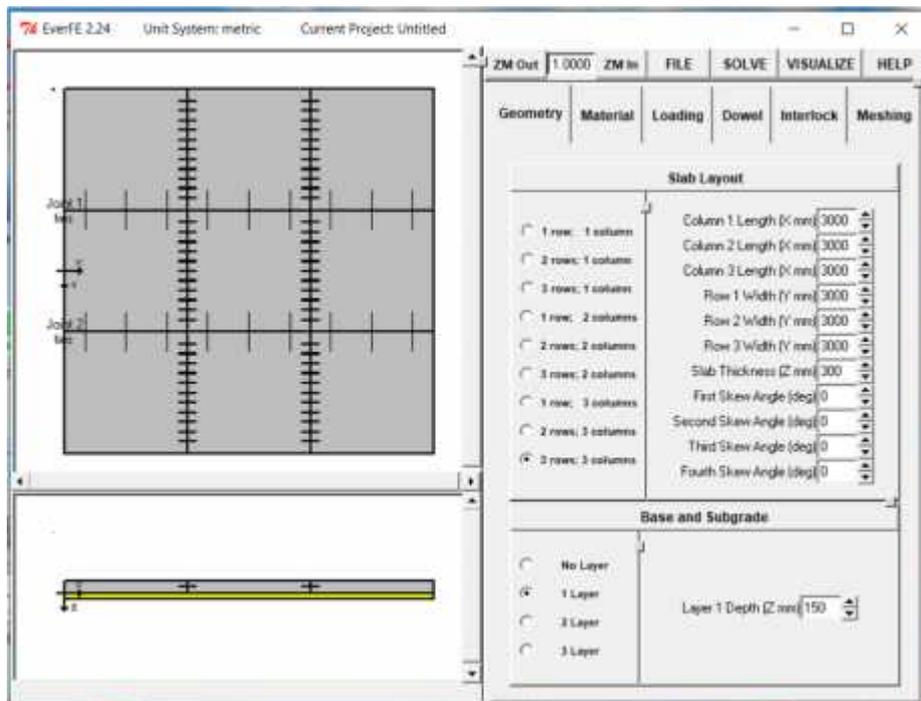


Figura 34: Interface de parametros de losa 3x3.

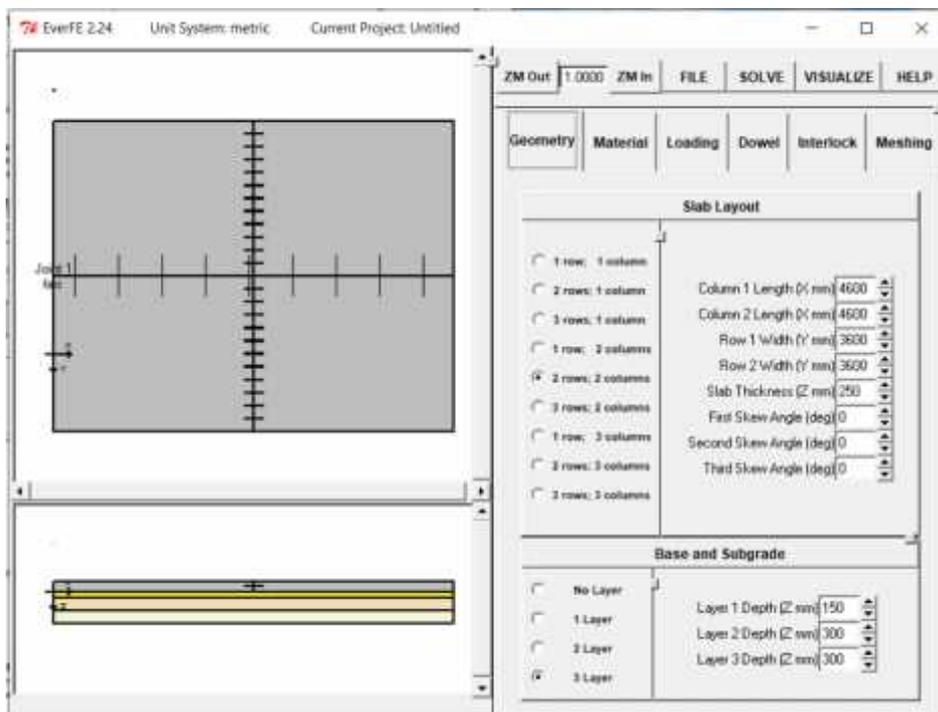
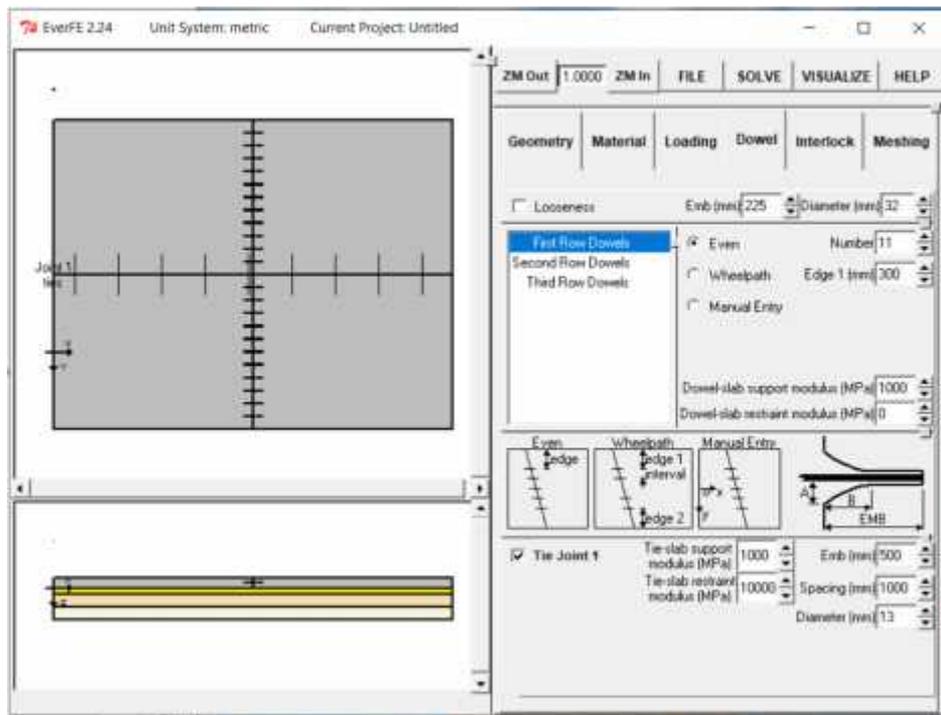
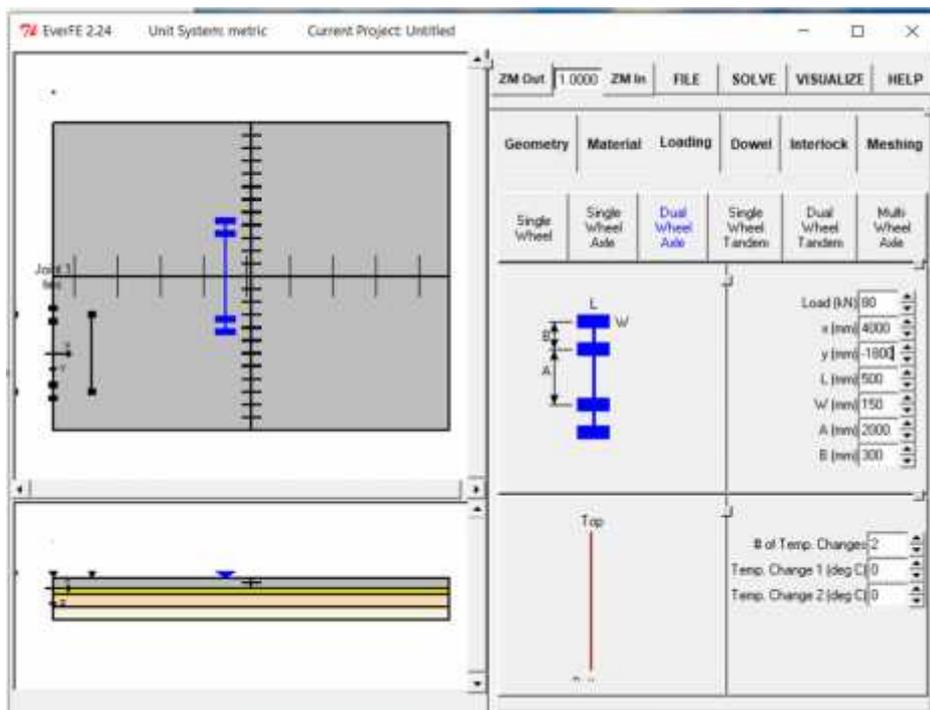


Figura 35: Características de losa y bases



**Figura 36:** interface de dowels o pasadores internos

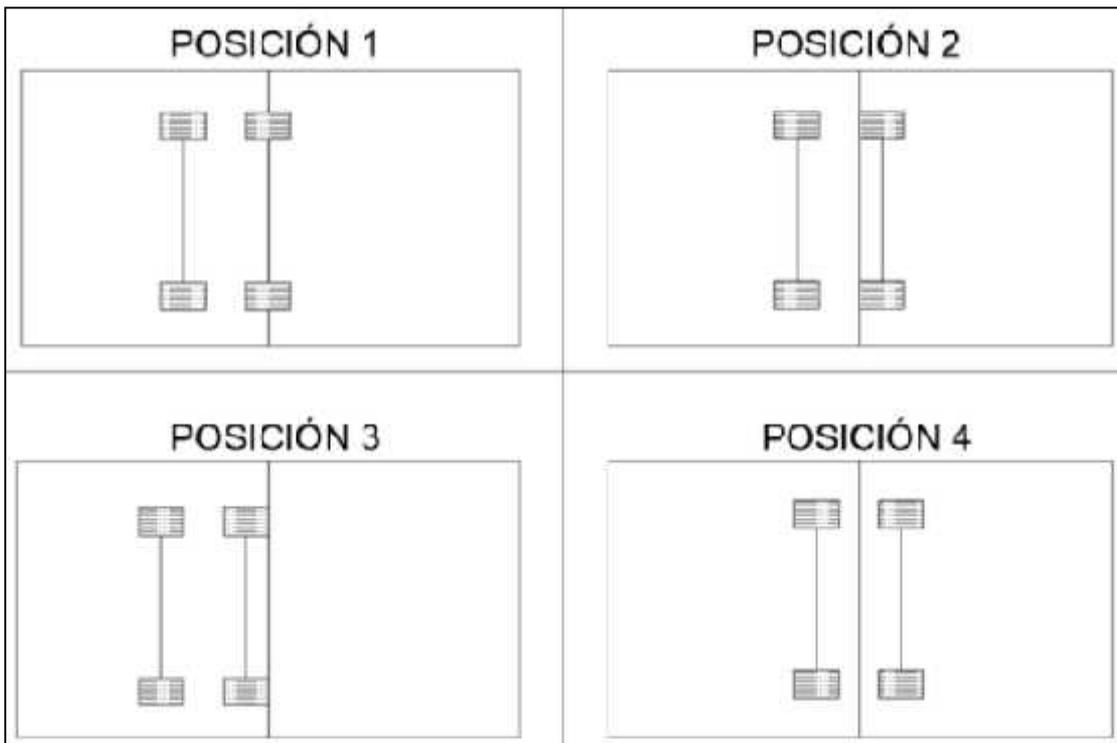


**Figura 37:** Características de asignacion de cargas

### Analisis en el software EverFe 2.25

Permite tener resultados de los distintos esfuerzos aplicados en la losa y los dowels y observar los cambios que presenta, tanto ayudándonos a simular la estructura del pavimento rígido unidos hacia las cargas de los ejes y los efectos ambientales.

Para la investigación se realizará un modelamiento donde se ejecutarán cargas vehiculares del pavimento en distintas posiciones como se observa en la figura N°38 las diversas posiciones de los ejes vehiculares.



**Figura 38:** Posicion del eje sobre el conjunto de losas

**Fuente:** Salas R. & Duran B (2017)

### **III. METODOLOGIA**

#### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

##### **Tipo de Investigación:**

Según Hernández, Fernández y Baptista (2003), afirma que hay cuatro tipos de investigación que se dará una breve descripción denominadas exploratorio, descriptivos, correlacionales y explicativos, para la presente investigación es de tipo de investigación aplicada donde se da un análisis de dos fenómenos o variables para poder dar con cuál es el grupo entre ella y cual va ser el comportamiento de cada uno y en que se relacionan estas variables.

##### **Nivel de Investigación**

En el nivel de investigación tiene como finalidad fundamental dar a conocer la relación o grado de asociación que existe entre do o más variables, en ocasiones solo se estudia la relación entre dos variables (Hernández Siampieri, 2014, p 93).

Para nuestra investigación se consideró que es de Nivel Correlacional con el propósito de asociar y relacionar la variable dependiente a la variable independiente.

##### **Método de investigación**

Dávila (2006) afirma que el conocimiento es observar la naturaleza, reunir información, y generar respuestas después de ello, este conocimiento es conocido ahora como el método hipotético deductivo.

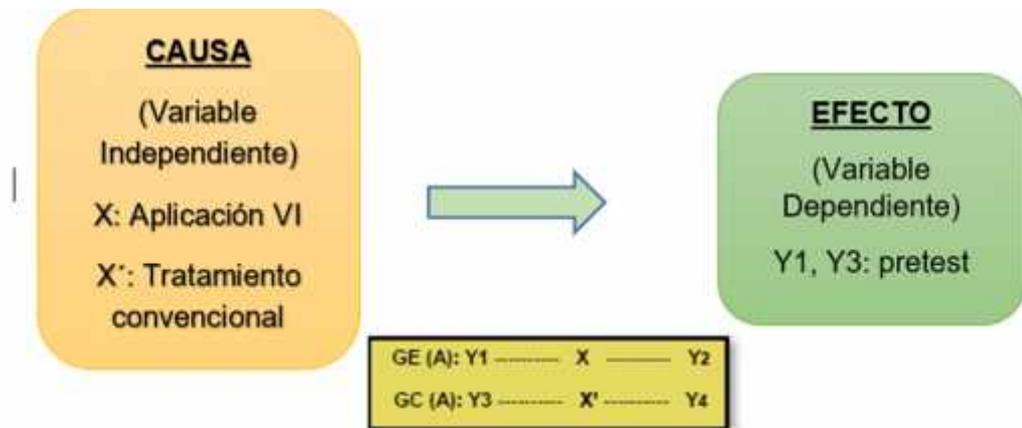
Se utilizó el método hipotético deductivo cumpliendo los cuatro pasos, observación, formulación de hipótesis, verificación y tesis.

##### **Diseño de investigación.**

Según Hernández, Fernández y Baptista (2014), Nos dice que el diseño de investigación se basa a una estrategia para tener como objetivo lo deseado, tenemos dos tipos ya sea experimental o no experimental. Para la investigación el diseño de investigación es diseño experimental.

## Diseño Experimental:

Este diseño se basa a analizar los diversos tipos de variables y como ellos afectaran a otras variables analizando la causa y el efecto, como se observa en la figura N° 39.



GE: Grupo experimental  
GC: Grupo control

X: Variable independiente

X': Tratamiento convencional

Y1, Y3: Pretest

Y2, Y4: Posttest

**Figura 39:** Esquema del método científico

**Fuente:** Córdova (2012)

### 3.2. Variables y operacionalización

**Tabla 6:** Operacionalización de variables

OPERACIONALIZACION DE VARIABLES				
Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Variable (D): Resistencia a cargas en pisos industriales	Describe la propiedad de un cuerpo de resistir a cargas distribuidas, cargas concentradas, resistiendo esfuerzos a compresión, evitando deformarse o fracturarse al aplicarles cargas estáticas y dinámicas. Parizaca Q. (2015)	La resistencia a cargas estáticas y dinámicas se obtendrán con ensayos en laboratorio, mediante equipos universales de acuerdo a la E 080	Resistencia a flexión	Esfuerzo a flexión Kg/cm <sup>2</sup>
Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Variable (I): Fibras recicladas de polietileno	Es un material que se caracteriza por tener una alta resistencia a la tenacidad, resistente al desgaste, fortaleza a agentes químicos y además hay que tener en cuenta que es un material muy económico y totalmente reciclable respetuoso al medio ambiente. Morales C. Milles R. (2016)	Una vez obtenidas las cerdas de las escobas, se les lavara. Para luego cortarlos a un tamaño homogéneo, para así cumplir con los objetivos propuestos por nuestra investigación	Tipo de fibra plástica	Cerdas PET recicladas

### 3.3. Población, muestra, muestreo

#### **Población:**

Con respecto a la población (Sanchez carlessi & reyes romero, 2006 págs. 236 - 237) nos dice que es un “Unión de elementos del ámbito espacial donde se realiza un trabajo de investigación”.

Bajo esta definición, la población está conformada por los pavimentos y pisos industriales de todas las medianas y grandes empresas.

#### **Muestra:**

Para (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014, pág. 176) nos indican que es un conjunto de individuos que se toma de la población, para poder obtener la muestra se realiza el muestreo, como podemos ver en la figura N° 40. Para la investigación la muestra será los pisos industriales con fibras de polietileno.



**Figura 40:** Esquema de muestra y población

#### **Muestreo:**

Para la investigación se realizó el muestreo no probabilístico, en general se seleccionaron a los denominados siguiendo determinados criterios, procurando en la medida de lo posible, que la muestra sea representativa.

Según estas definiciones para la investigación se optó un muestreo no probabilístico con criterios de exclusión donde la población no tiene condición

originándose la expulsión. Para el muestreo se optó la localidad de Huancayo las empresas (MATECO y Alicorp) donde se realizó un análisis para la investigación.

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

#### **Técnicas**

Según (Carrasco Díaz, 2013, pág. 274) las técnicas son muy importantes para poderse emplearse en el trabajo metodológico que son maneras para la obtención de información, en camino hacia los objetivos del estudio, de la investigación científica son los siguientes: Técnicas para la recolección de información mediante el análisis documental.

Las observaciones no experimentales realizan un control en su investigación la cual no funciona hacia con la experimental.(Tamyol, 2011).

Para la investigación se usará la observación directa una de sus características es la obtención de datos durante, antes y después de la acción a estudiar.

- ) Técnicas para la obtención de información de la investigación con la indagación documental.
- ) técnicas para la recopilación de datos.
- ) Técnicas de laboratorio.
- ) Técnicas estadísticas; se emplean para el muestreo, y procesamiento de datos para obtener mejor resultado.
- ) Técnica de observación, se capta de forma sistemática y a través de la vista del fenómeno.
- ) Cumplido la revisión anterior en el proyecto de investigación empleara la técnica de investigación de campo.

#### **Instrumentos de recolección de datos.**

Las técnicas e instrumentos de recolección de datos manifiestan por qué medios se podrán obtener los datos con la finalidad de recolectar información importante para alcanzar las metas trazadas. (Hurtado 2000).

La investigación se llevó a cabo en los laboratorios donde se realizó los distintos ensayos usando los protocolos determinados con la norma técnica establecida donde nos orientan como realizar los ensayos.

## Validez y confiabilidad del instrumento

### ) Validez

La validez es la manera de medir las pruebas lo que se pretende medir donde cada uno de ellos tiene el objetivo de medir las propiedades específicas de todas las variables por lo cual fueron diseñadas. (Mejía Mejía, 2005, pág. 24). En la tabla N° 6 nos muestra el contenido que determina los rangos y magnitudes de validez.

**Tabla 7:** Rangos y Magnitud de validez

RANGOS	MAGNITUD
0.81 a 1	Muy alta
0.60 a 0.80	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a 0.20	Muy baja

**Fuente:** Ruiz Bolivar, 2005, pág. 12

### ) Confiabilidad del instrumento

La confiabilidad nace a partir de lo confiable que con ello nos dice con confiables es nuestro trabajo o coherente el trabajo que se ha elaborado, que comienza atreves que se dé la validez del instrumento. (Mejía Mejía, 2005 pág. 27).

**Tabla 8:** Confiabilidad de instrumento

RANGO	CONFIABILIDAD
0.53 a menor	Confiabilidad nula
0.54 a 0.59	Confiabilidad baja
0.60 a 0.65	Confiable
0.66 a 0.71	Muy confiable
0.72 a 9.99	Excelente confiabilidad
1.0	Confiabilidad perfecta

**Fuente:** Herrera (1998)

La obtención del coeficiente de confiabilidad se tiene al utilizar la siguiente formula:

$$C = \frac{P}{P + E}$$

Donde:

C: Confiabilidad

Po: Puntaje obtenido

E: Error

Coeficiente de correlación de Pearson: Para determinar la confiabilidad del instrumento de recolección de datos:

$$r = \frac{n \sum xy - \sum x \sum y}{\sqrt{[n \sum x^2 - (\sum x)^2][n \sum y^2 - (\sum y)^2]}}$$

### 3.5. Procedimientos

Para la investigación se realizará pasos para obtener resultados tomando la secuencia de 4 etapas donde detallaremos todo el procedimiento para obtener resultados.

#### ETAPA A:

- ) Obtención del material principal la fibra de polietileno adquirida ante la recolección del reciclaje de las viviendas de la localidad de Huancayo para poder realizar el diseño de mezcla con las fibras de polietileno.
- ) Obtención de los materiales para el diseño de mezcla cemento portland tipo I cera obtenida de la empresa Cemento Andino y el agregado de la cantera de Pilcomayo con la certificación correspondiente de los proveedores.
- ) Recolección de datos en campo. (tipo de cargas, vehículos, daños en los pisos industriales).

## RECOLECCION DE DATOS EN EL CAMPO ETAPA A

Para el inicio de la etapa A se tomó como muestra dos locales de distribución de materiales de construcción como se observa en la figura N°41 Y N°42 donde a continuación observaremos cada detalle ya sean cargar estáticas o cargas dinámicas.



**Figura 41:** Distribuidora y ferretería ROSARIO

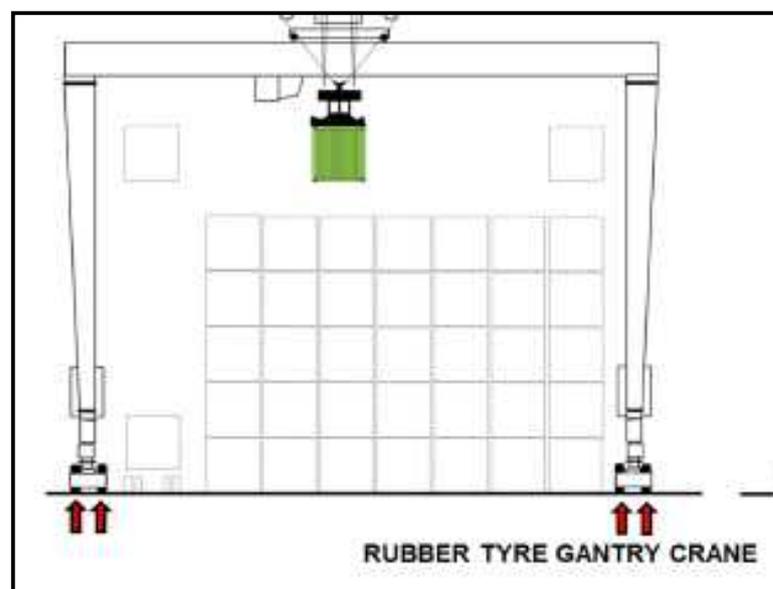


**Figura 42:** Distribuidora y ferretería MATECO

En la empresa distribuidora de materiales lo que se observó y llamo la atención es los tecles que hoy en día el uso de esta máquina eléctrica es indispensable ya que la mayoría de las industrias dan uso por la ayuda al agilizar las actividades levantando materiales para el traslado de un lugar a otro, el soporte de estas máquinas puede cargar hasta cuatro toneladas, figura N° 43 y N°44.



**Figura 43:** Esquema de muestra y población.



**Figura 44:** Esquema de muestra y población

En la finura N°45, 46 y 47 observamos materiales es estado estático que para lo cual se denominara carga estática las grandes empresas industriales mayor mente usan los estanes o los racks ya que para nosotros es un tema muy importante ya

que ello ejerce una carga hacia los pisos industriales, para las empresas distribuidoras de materiales nos comenta el gran uso mayoritario las varillas de acero ya que cada paquete puede pesar un aproximado de 5 toneladas causando una carga hacia el pavimento con un aproximado de 70 paquetes.



**Figura 45:** Cargas estáticas



**Figura 46:** cargas estáticas (varillas de acero)



**Figura 47:** Cargas estáticas almacenes de racks

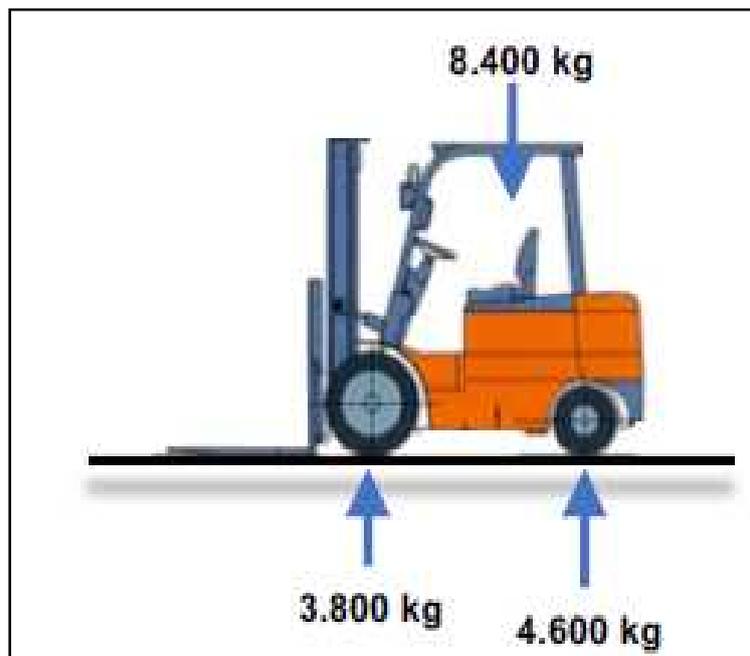
Continuando con la recolección de datos se ha vuelto indispensable en las industrias el uso de montacargas o de vehículos las cuales ejercen mayor carga al pavimento ocasionando muchos daños como se observa en la figura N° 48, 49 y 50 es muy constante estar en uso el montacarga ayudando a traslada de un lugar a otros diversos materiales, estos pueden pesar hasta 5 toneladas a más.



**Figura 48:** Cargas dinámicas (montacarga).



**Figura 49:** Montacarga en la empresa distribuidora de M.



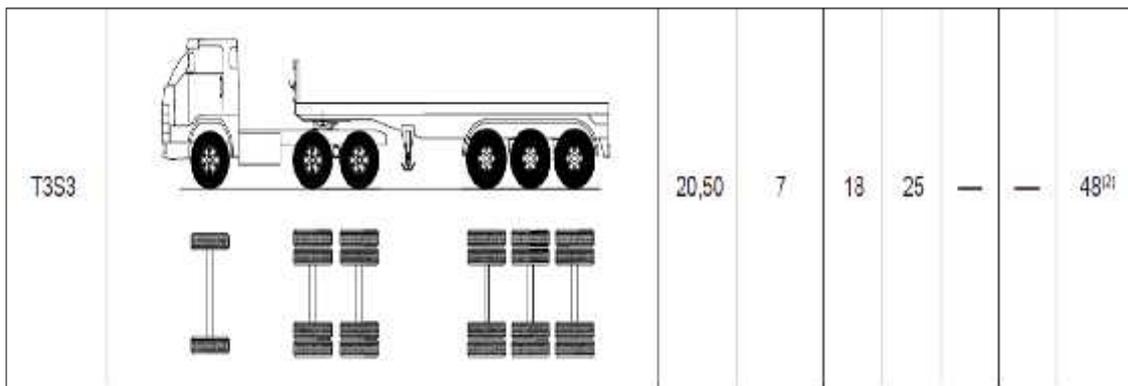
**Figura 50:** Distribución de carga de un montacarga

Como se observa en la figura N° 51, 52 y 53 para que las empresas industriales realicen sus envíos tanto para sus depósitos comúnmente el uso de los tráileres o vehículos es indispensable lo que se analizó que el vehículo t3s3 en gran parte tiene un uso más frecuente ya que este puede soportar grandes cargas y llegan a

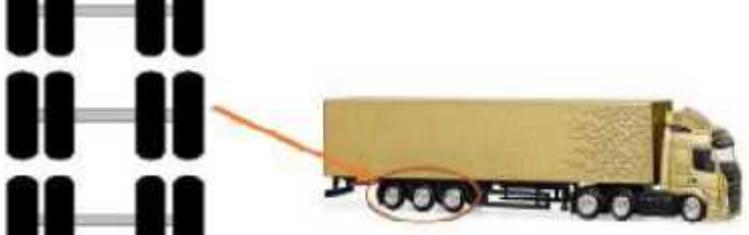
pesar hasta las 50 toneladas, pueden afectar al pavimento cuando no se realiza un buen análisis ocasionando grietas.



**Figura 51:** Cargas dinámicas con una configuración vehicular T3 S3.



**Figura 52:** Peso vehicular de la T3 S3

Tipo de eje	Figura	Peso máximo permitido
Eje sencillo direccional		5.0 Ton
Eje sencillo dual		10.0 Ton
Eje tándem		16.5 Ton
Eje tridem		20.0 Ton

**Figura 53:** Rangos y Magnitud de validez

**Fuente:** López, carga vehicular

## ETAPA B:

Se realizo las propiedades físicas adecuadas de cada material como de los agregados fino, grueso, el porcentaje de la fibra de polietileno, para así poder realizar las dosificaciones conjunto con las respectivas normativas.

### RECOLECCION DE DATOS EN EL CAMPO ETAPA B



Recolección de fibras de polietileno recicladas de las viviendas.



Recolección de los materiales de la cantera de Sicaya



Recolección de los materiales de la cantera de Sicaya



Recolección de los materiales de la cantera de Sicaya

## 1. Análisis granulométrico

- ) Se realizó mediante un tamizado de la muestra a una temperatura  $110 \pm 5^\circ$  así obteniendo seca para poder conocer el tamaño de las diversas partículas, tienen una variedad de tamices que va desde las 3 plg. hasta tamices más finos de 0.0074 mm, colocaremos la muestra seca en el

tamiz más grueso, seguidamente se realiza movimientos en rotación y vibratorios para luego tomar por separado por separado el peso del material se retenido en cada en cada uno, conjunto con la normativa MTC E 107, donde nos muestra la tabla N°9 los tamices con sus respectivas aberturas.

**Tabla 9:** Tamices con sus respectivas aberturas.

TAMICES	ABERTURA (mm)
3"	75,000
2"	50,800
1 ½"	38,100
1"	25,400
¾"	19,000
⅜"	9,500
N° 4	4,760
N° 10	2000
N°20	0,840
N°40	0,425
N°60	0,260
N° 140	0,106
N° 200	0,075

**Fuente:** MTC E 107

) **Calculos**

- a. Calculo del material que pasa por el tamiz de 0.0074mm (n° 200)

$$\%p_{0.074} = \frac{p_{total} - p_{retenido\ 0.074}}{p_{total}} \times 100$$

- b. Cálculo del porcentaje retenido sobre cada tamiz

$$\% \text{ Retenido} = \frac{P_{retenido}}{p_{total}} \times 100$$

- c. Cálculo del porcentaje más fino, se resta en forma acumulativa de 100% los porcentajes retenidos de cada tamiz.

$$\% \text{ Pasa} = 100 \% - \text{Retenido acumulado}$$

## 2. Contenido de humedad

) Es la obtención del peso del agua de la muestra del suelo. Siguiendo los pasos, se pesa el espécimen húmedo para luego ser secada la muestra humedad a una temperatura  $110 \pm 5$  °C una vez realizado se pesa la muestra seca tomando en cuenta que el peso de las taras no debe influir. (MTC-108)

Cálculos

a. Cálculo de la humedad del espécimen de la siguiente manera

$$W = \frac{p \quad d \quad a}{p \quad s \quad d \quad s; \quad s \quad a \quad h o} \times 100$$

$$W = \frac{M - M}{M - M} \times 100 = \frac{M}{M} \times 100$$

W: Contenido de humedad, (%)

Mcws: Peso del contenedor más el suelo húmedo, en gramos

Mcs: Peso del contenedor más el suelo secado en horno, en gramos

Mc: Peso del contenedor, en gramos

Mw: Peso del agua, en gramos

Ms: Peso de las partículas sólidas, en gramos

## 3. Porcentaje de absorción

Para nuestro porcentaje de absorción primero se realizara dos ensayos para los agregado grueso y finos, para el primero se procederá a realizar un cuarteo tres veces este procedimiento, luego se pasa a zarandear con la malla N° 04 y lo retenido ( norma ASTM) luego se toma una muestra para proceder a lavarlo hasta obtener un agua cristalina para continuar sumergida en agua 24 horas, luego se procede a retirarlo para ser pesada y a continuación llevar al horno por 24° una vez realizado volver a pesar, y poder realizar de la misma manera el porcentaje de absorción para el agregado fino

a. Peso específico de la masa

$$= \frac{p \text{ d l m } s \text{ a h o}}{p \text{ d l m } c \text{ s } s \text{ - P.d l m } d \text{ d a}}$$

b. Peso específico de masa saturado superficialmente seco:

$$= \frac{P \text{ d l m } c \text{ s } s \text{ }}{p \text{ d l m } c \text{ s } s \text{ - P.d l m } d \text{ d a}}$$

c. Peso específico aparente

$$= \frac{p \text{ d l m } s \text{ a h o}}{p \text{ d l m } s \text{ c i } a \text{ h o } - P \text{ d l m } d \text{ d a}}$$

d. Porcentaje de absorción

$$= \frac{P \text{ d l m } c \text{ su } s \text{ } - p \text{ d l m } s \text{ a h o}}{p \text{ d l m } s \text{ a h o}} \times 100$$

### ETAPA C:

Para la etapa c se realizó el diseño de mezcla por el método ACI ya que se tiene los datos necesarios como el porcentaje de fibra reciclada la granulometría porcentaje de humedad, tipo de cemento, datos de los agregados finos y gruesos entre otros a continuación se detallará el procedimiento para nuestro diseño.

#### a. Calculo $f'c$ (Resistencia promedio requerida)

Se tiene 3 maneras para la producción de la resistencia promedio requerida como no tenemos registros de resistencia de probetas se usó la siguiente formula.

$f'c$	$f'c$
Menos de 210	$F'c + 70$
210 - 350	$F'c + 84$
$\geq 350$	$F'c + 98$

### b. Contenido de aire

Para determinar el aire atrapado es necesario conocer el tamaño máximo nominal del agregado grueso. Se utilizó la tabla N 10° de contenido de aire atrapado.

**Tabla 10:** Contenido de aire atrapado.

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Aire atrapado
3/8"	3.0 %
1/3"	2.5 %
3/4"	2.0 %
1"	1.5 %
1 1/2"	1.0 %
2"	0.5 %
3"	0.3 %
4"	0.2 %

**Fuente:** MTC E 107

### c. Contenido de agua

Para el cálculo de contenido de humedad se utilizó la tabla N° 11 de volumen unitario de agua (comité 211 del ACI).

**Tabla 11:** Volumen unitario de agua

Agua en L/m <sup>3</sup> , para los tamaños Max. Nominales de agregado grueso y consistencia indicada								
Asentamiento	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	-----
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	-----

**Fuente:** Comité 211 del ACI

### d. Relación a/c

Para el cálculo del diseño de mezcla se utilizó la tabla N°12 relación agua/cemento por resistencia.

**Tabla 12:** Relación agua /cemento

F'c (Kg/cm2)	Relación agua / cemento en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concretos con aire incorporado
150	0.80	0.71
200	0.70	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.40
400	0.43	
450	0.38	

**Fuente:** Comité 211 del ACI

#### e. Peso del agregado grueso

Para el diseño de mezcla se necesita el cálculo de peso del agregado grueso donde se utilizó la siguiente tabla N°13.

**Tabla 13:** Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto.

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Volumen de agregado grueso, seco y compactado, por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de finza del fina. (b/b <sub>0</sub> )			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

**Fuente:** Comité 211, ACI

## ETAPA D,

### Datos necesarios para el modelamiento del software EverFe 2.25

Para poder realizar el modelamiento del software EverFe 2.25 se realizó una serie de cálculos como también simulaciones numéricas y las cargas que aplican.

Como se mencionó antes los pisos industriales están sometidos a cargas, temperaturas, y distintas alteraciones en el fraguado todos estos tipos de

reacciones los ingenieros Sanches Sabogal y Eduardo Bequer nos explican los cálculos para reconocer los esfuerzos que se presentan en los pisos industriales.

## 1. Dimensionamiento de la losa

El primer paso para poder empezar con el modelamiento nos indica el software EverFe 2.25 que “Y” es el ancho de la losa, “x” es la longitud del eje y el espesor de la capa es “Z”. donde los datos se tomará referencia de los autores Angel R. Y Prieto P. tabla N° 14.

**Tabla 14:** Dimensiones de la losa

PARAMETROS	
LOSA	
Longitud	3.00
Ancho	3.00
Espesor	20.00
	25.00
	30.00
SUB BASE	
Espesor	15.00

Para el siguiente paso nos pide parámetros del diseño del pavimento y propiedades de los materiales por lo cual algunos datos se tomó los datos teniendo en cuenta la metodología AASHTO 93.

Las propiedades de los materiales que nos pide los datos para poder subir al software EverFe 2.25, módulo de elasticidad (E), el coeficiente de expansión térmica (  $\alpha$  ), la relación de Poisson ( $\nu$ ) y la densidad de la losa.

Datos de la losa

Modulo elástico: 29785.35 Mpa

Coeficiente de Poisson: 0.10 y 0.20 son los valores máximos y mínimos donde se utilizará 0.15

Coeficiente de expansión térmica: 1.0802E-05

Densidad: 2200 Kg/m<sup>3</sup>.

Cargas de eje:

En el software nos especifica las diversas cargas térmicas tanto como las cargas del tráfico vehicular que influyen al pavimento, donde se considera los puntos más críticos de las losas los ejes de cargas en un punto estable como el borde, centro y esquina. Para la distribución térmica los datos serán tomados 1.0802E-05 ya que no se ha podido hacer la verificación en el campo donde se determina los siguientes datos gradiente máximo y mínimo. tabla N°15.

**Tabla 15:** Dimensiones de la losa

CARGAS DINAMICAS		
DESCRIPCION	PESO SIN CARGA (TN)	PESO CON CARGA (TN)
C2	6	18
C3	10	25
T2S3	12	43
T3S3	15	48
Montacarga	4.2	7.7.
CARGAS ESTATICAS		
DESCRIPCION	PESO POR UNIDAD(KG)	PESO EN ALMACEN(TN)
Tecla	1500	6500
Racks	3000	9000
Varillas de acero	3.94	200
Cemento	42.5	180
Ladrillos	2.8	28
Perfiles metal	672	34
Gradiente Térmico		
Gradiente máximo	16 °C	
Gradiente mínimo	-8 °C	

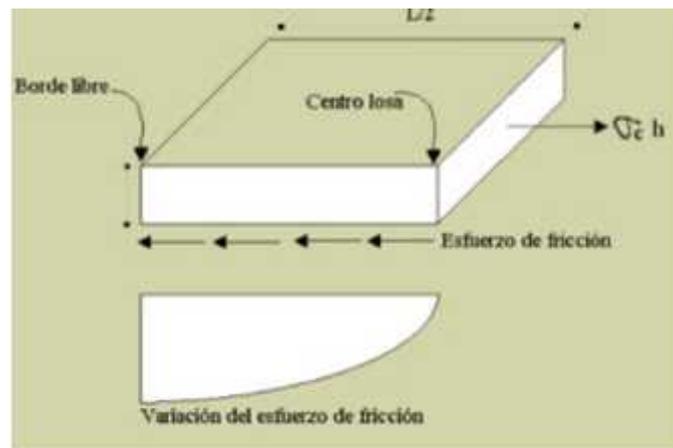
Para las propiedades de rigidez de las barras de amarre está determinado en el software EverFe 2.25 el valor predeterminado es de 1,000 Mpa.

### Alabeo por gradiente térmico

Formula de Bradbury: Para poder determinar nuestro gradiente térmico se debe tomar en cuenta los cambios de temperatura que ocurren durante el día ya que estos varían dependiendo las horas estos esfuerzos pueden aumentar o también disminuir los efectos por las cargas.

### Contracción durante el fraguado

A causa de los cambios de temperatura durante el fraguado da la fricción entre la losa produciendo esfuerzo en el concreto y en la armadura. Para el diseño de armadura siempre tener en cuenta el esfuerzo a fricción como se observa en la figura N° 54.



**Figura 54:** Contracción durante el fraguado

**Fuente:** Sánchez Saboga, F. Módulo 3. Esfuerzos en Pavimentos Rígidos.

$$\sigma = (\gamma)(L)(f)/2$$

L = longitud de la losa

Y<sub>c</sub> = peso unitario del concreto

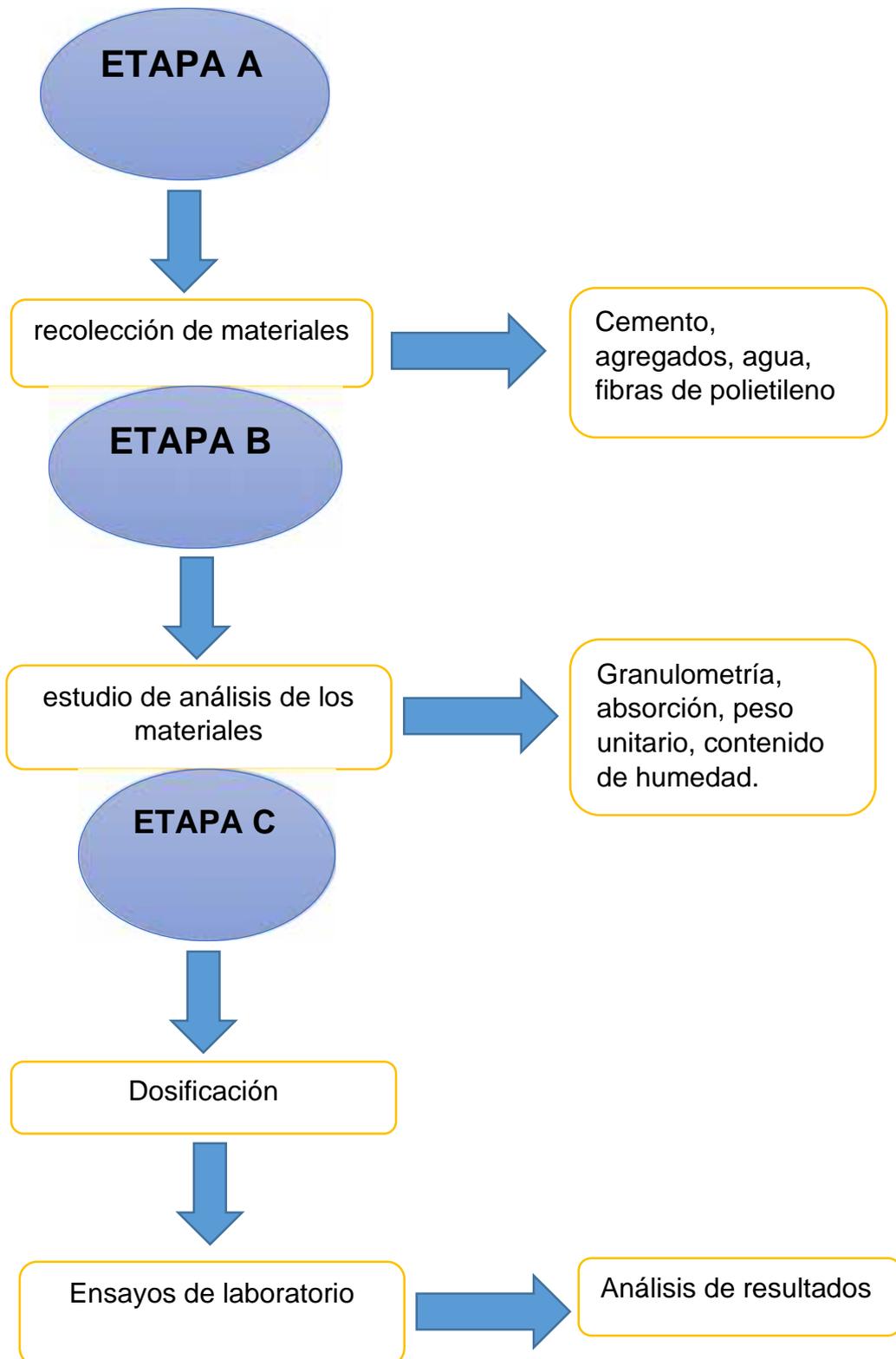
f<sub>a</sub> = coeficiente de fricción entre la losa y la subrasante.

### ESFUERZOS PRODUCIDOS POR LAS CARGAS DEL TRANSITO

Las zonas críticas que afectan los esfuerzos por las cargas son tres la primera en la localización crítica de las esquinas se da cuando las cargas se ubican a una bisectriz del ángulo de la esquina. La segunda es el interior se da a causa que las

cargas se posicionan al interior de la superficie de la losa fuera de los bordes y la tercera es la de los bordes se presenta cuando las cargas se aplican en el borde de la superficie de la losa.

**f. Diagrama de los procesos**



### **3.6. Método de análisis de datos**

Para la presente investigación primero se realizó la recolección de la fibra de polietileno en la provincia de Huancayo se podrá recurrir a las áreas de reciclaje o las viviendas donde mayor mente concentramos las fibras de polietileno son desechadas así se podrá adquirir, segunda se realizó un estudio de las cargas en la localidad de Huancayo en todas las empresas con uso de pisos industriales para poder determinar la carga máxima, obteniendo los datos requeridos se podrá obtener el diseño del pavimento obteniendo las probetas de concreto con fibras de polietileno, para luego hacer los ensayos determinados en el laboratorio para poder observar cual es la resistencia a la compresión, los resultados son registrados en los instrumentos que se detallaron en los anexos.

### **3.7. Aspectos éticos**

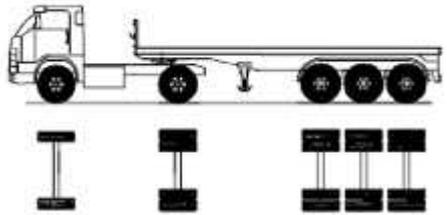
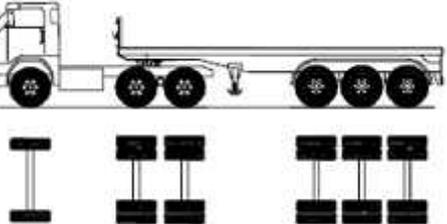
La investigación titulada “Fibras recicladas de polietileno en el diseño de pisos industriales para mejorar la resistencia a cargas estáticas y dinámicas” se realizó con los criterios éticos en su desarrollo práctico como también teórico, se respeta los derechos de las fuentes de los autores para la investigación ya que el apoyo de uno de estos aportes son libros, artículos y tesis.

Para la investigación los resultados y la confiabilidad de las distintas pruebas realizadas en los laboratorios se respeta la autenticidad de lo realizados, presentando un informe y documentos que dan seguridad a los resultados, se utilizó referentemente las normas técnicas peruanas (NTP), el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

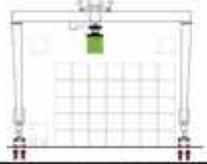
#### IV. RESULTADOS

Para la etapa A se realizó la recopilación de los datos necesarios de los diversos tipos de carga de las empresas distribuidora de materiales de construcción como se observa en la tabla Tabla N° 16 y 17.

**Tabla 16:** Cargas dinámicas

CARGAS DINAMICAS (VEHICULOS)		
DESCRIPCION	PESO SIN CARGA (TN)	PESO CON CARGA (TN)
C2 	6	18
C3 	10	25
T2S3 	12	43
T3S3 	15	48
MONTACARGA 	4.2	7.7

**Tabla 17:** Cargas estáticas

CARGAS ESTATICAS			
DESCRIPCION	PESO POR UNIDAD (Kg)	PESO CON CARGA (TN)	PESO EN ALMACEN (TN)
TECLE 	1500	6500	
RACKS 	3000	9000	
VARILLAS DE ACERO CORRUGADO 	3.94		200
CEMENTO PORLANT TIPO I 	42.5		180
LADRILLO K-K 18 HUECOS 	2.8		28
PERFIL DE METAL DE 6" X 6" DE 12 M 	672		34

Para la etapa B se analizó las propiedades físicas adecuadas de cada material como del agregado fino, agregado grueso, el porcentaje de la fibra de polietileno, así mismo se obtuvo los materiales de la cantera de Orcotuna, donde presento con forma regular y de textura rugosa.

Primeramente, se realizó el ensayo de granulometría del agregado fino de la cantera de orcotuna cumpliendo con la norma NTP 400.012 y ASTM C33. Por lo cual se obtuvo una muestra significativa del agregado, luego se realizó el secado en el horno por un tiempo de 24 horas a una temperatura de  $110^{\circ} \text{C} \pm 5^{\circ} \text{C}$ , seguidamente se colocó la muestra en un lugar seco y limpio para realizar el cuarteo obteniendo una muestra de 500 gramos de muestra seca del agregado fino, la muestra obtenida paso por los tamices 3/8, N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100,

N°200 y fondo como indica la NTP 350.001, y por último se obtuvo resultados como se observa en la tabla 15 donde observamos que cumple con los requerimientos de porcentaje que pasa de la NTP 400.037 y ASTM C136. Se observa los resultados en la tabla N°18.

**Tabla 18:** Análisis granulométrico

TAMIZ	ABERTURA	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA	% ACUMULADO	LIMITES	
						INFERIOR	SUPERIOR
3/8	9.500	0.00	0.00	100.00	0.00	100	100
4	4.760	2.79	0.55	99.45	0.55	95	100
8	2.360	10.63	2.13	97.33	2.67	80	100
16	1.100	114.76	22.95	74.37	25.63	50	85
30	0.590	121.82	24.36	50.01	49.99	25	60
50	0.297	98.03	19.61	30.40	69.60	10	30
100	0.149	107.85	21.57	8.83	91.17	2	10
200	0.075	26.37	5.27	3.56	96.44	0	0
	FONDO	17.80	3.56	0.00	100.00		
	TOTAL	482.20					

MODULO DE FINURA	2.40
------------------	------

**Fuente:** Laboratorios klafer S.A.C.

Luego se calculó el módulo de finura del agregado fino de acuerdo a lo establecido de la NTP 400.012 y ASTM C33 donde se sumó el porcentaje acumulado desde el tamiz N° 4 al tamiz N° 100 una vez obtenido ese resultado se dividió entre 100 dándonos como resultado el módulo de finura que se encuentra de lo establecido de la NTP 400.012, como se muestra en la Tabla N° 19.

Módulo de finura (MF)

$$M = \frac{\Sigma\% \text{ Porcentaje acumulado desde el tamiz N}^\circ 4 \text{ al N}^\circ 100}{100}$$

$$M = \frac{0.55 + 2.67 + 25.63 + 49.99 + 69.60 + 91.17}{100} = 2.40$$

**Tabla 19:** Modulo de finura

Módulo de finura	
Ideal	2.8-3.4
Tolerable	2.7-3.5
NTP 400.012	2.3-3.1
2.40	

**Fuente:** NTP 400.037, p.12.

Para el agregado fino se determinó el módulo de finura dándonos como resultado 2.40 que se encuentra dentro de lo establecido en el rango 2.3 – 3.1 de la NTP 400.012.

Seguidamente se calculó el contenido de humedad del agregado fino donde es la obtención del peso del agua de la muestra del suelo, donde se pesó la muestra del suelo húmedo para luego llevarla a secar a una temperatura  $110 \pm 5$  °C y dentro de 24 horas se retiró para poder pesarlo el espécimen seco sin incluir las taras como se observa los siguientes resultados en la tabla N°20.

**Tabla 20:** Porcentaje de Humedad

HUMEDAD			
1	Peso de la Tara	g	56.52
2	Peso de la Tara + Muestra Húmeda	g	165.90
3	Peso de la Tara+ Muestra Seca	g	164.16
4	Peso del Agua Contenida (2-3)	g	1.74
5	Peso de la Muestra Seca (3-1)	g	107.63
6	Contenido de Humedad (4/5) * 100	%	1.62

**Fuente:** Laboratorios klafer S.A.C.

$$W = \frac{p \quad d \quad a}{p \quad d \quad s i \quad s \quad a \quad h o} \times 100$$

$$W = \frac{1.74}{107.63} \times 100 = 1.62$$

Seguidamente se realizó el ensayo de peso específico del agregado fino de acuerdo con la especificaciones de la norma 400.022 y ASTM C128, donde se tomó una muestra seca y se sumergió durante 24 horas, una vez cumplido se retiró en sus respectivas bandejas y se secó a temperatura ambiente y para la absorción se tomó una muestra luego se cuarteo 3 veces seguidamente se lavó hasta obtener el agua transparente, luego se sumergió durante 24 horas una vez cumplido se retira la muestra y se hace un secado superficialmente para tener una muestra parcialmente seca, finalmente pesar en una balanza estabilizada sin considerar la

tara, se introdujo al balde para tener lleno de agua y se anotó el valor. Como se observa en la tabla N°21.

**Tabla 21:** Peso específico y Absorción

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN			
DATOS			
1	Peso de la Arena S.S.S.	g	500.00
2	Peso del Balón Seco	g	164.25
3	Peso de la Arena S.S.S. + Peso del Balón	g	664.25
4	Peso de la Arena S.S.S.+Peso del Balón+Peso del Agua	g	997.28
5	Peso del agua	g	333.23
6	Peso de la Tara	g	217.32
7	Peso de la Tara + Arena Seca	g	710.86
8	Peso de la Arena Seca	g	493.54
9	Volumen del Balón	cm <sup>3</sup>	500.00
RESULTADOS			
10	Peso Específico de Masa	g/cm <sup>3</sup>	2.96
11	Peso Específico de Masa S.S.S.	g/cm <sup>3</sup>	3.00
12	Peso Específico Aparente	g/cm <sup>3</sup>	3.08
13	Porcentaje de Absorción	%	1.31

**Fuente:** Laboratorios klafer S.A.C.

Para el agregado fino se calculó el peso unitario suelto donde primero se determinó el volumen y peso del molde, seguidamente se puso la arena sin compactar para luego pesar el contenido, como se observa en la tabla N° 22 los resultados.

**Tabla 22:** Peso unitario suelto

PESO UNITARIO SUELTO			M1	M2	M3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	g	12351	12398	12142
2	Peso del Recipiente	g	7066	7066	7066
3	Peso de la Muestra	g	5285	5332	5076
4	volumen molde	g	3093	3093	3093
5	P.U.S. Húmedo	kg/m <sup>3</sup>	1709	1724	1641
6	P.U.S. Seco	kg/m <sup>3</sup>	1681	1696	1615
7	Promedio P.U.S. Seco	kg/m <sup>3</sup>	1664		

**Fuente:** Laboratorios científicos para estudios de suelos klafer S.A.C.

Para el peso unitario compactado del agregado fino se pesó y se determinó el volumen del molde y luego se colocó la arena en tres capas para apisonar con 25 golpes con la varilla de 5/8 plg. uniformemente luego se pasó a pesar la arena compactada, como se observa los resultados en la tabla N° 23.

**Tabla 23:** Peso unitario suelto

PESO UNITARIO COMPACTADO			M1	M2	M3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	g	12414	12439	12416
2	Peso del Recipiente	g	7066	7066	7066
3	Peso de la Muestra	g	5348	5373	5350
4	volumen molde	g	3093	3093	3093
5	P.U.S. Húmedo	kg/m <sup>3</sup>	1729	1737	1730
6	P.U.S. Seco	kg/m <sup>3</sup>	1701	1709	1702
7	Promedio P.U.S. Seco	kg/m <sup>3</sup>	1704		

**Fuente:** Laboratorios científicos para estudios de suelos klafer S.A.C

Se realizó el ensayo de granulometría del agregado grueso cumpliendo con la norma NTP 400.012 y ASTM C33, se obtuvo una muestra de agregado grueso, se puso a secar por 24 horas a una temperatura de 110° C ± 5° C, para luego tamizarlo por dos minutos para pesar lo que se retuvo en cada tamiz. Como se observa en la tabla N° 24 los resultados.

**Tabla 24:** Granulometría del agregado grueso

TAMIZ	ABERTURA	PESO RETENIDO	% RETENIDO	% PASA	% ACUMULADO
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	100.00	0.00
2"	50.00	0.00	0.00	100.00	0.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	100.00	0.00
1"	25.00	197.00	3.94	96.06	3.94
3/4"	19.00	1597.00	31.95	64.12	35.88
1/2"	12.50	1652.00	33.04	31.08	68.92
3/8"	9.5	1289.00	25.78	5.30	94.70
4	4.76	265.00	5.30	0.00	100.00
	<b>FONDO</b>	0.00	0.00	0.00	100.00
	<b>TOTAL</b>	5000.00			

TAMAÑO MAXIMO NOMINAL	3/4"	MODULO DE FINURA	8.03
-----------------------	------	------------------	------

**Fuente:** Laboratorios klafer S.A.C

Se calculó el contenido de humedad del agregado grueso donde se obtuvo el peso del agua de la muestra del suelo, se pesó la muestra del suelo húmedo para llevarla a secar a una temperatura 110 ± 5 °C y dentro de 24 hr. se pasó a retirar para pesar el espécimen seco sin incluir las taras como se observa los siguientes resultados de la tabla N° 25.

**Tabla 25:** Porcentaje de humedad del agregado grueso

HUMEDAD			
1	Peso de la Tara	g	52.25
2	Peso de la Tara + Muestra Húmeda	g	187.03
3	Peso de la Tara+ Muestra Seca	g	185.58
4	Peso del Agua Contenida (2-3)	g	1.45
5	Peso de la Muestra Seca (3-1)	g	133.33
6	Contenido de Humedad (4/5) * 100	%	1.09

**Fuente:** Laboratorios klafer S.A.C

$$W = \frac{\text{peso de agua}}{\text{peso de suelo secado al horno}} \times 100$$

$$W = \frac{1.454}{133.33} \times 100 = 1.09$$

Para el peso específico y absorción del agregado grueso se usó la malla N° 4 para poder separarlo el material fino del grueso, procedimos a lavar para quitar las impurezas para luego dejarlo por 24 horas sumergido en agua para su posterior saturación, se secó superficialmente con una franela para luego pesarlo y se dejó secar por 24 horas y se pasó a pesar, como se observa en la tabla N° 26 los resultados.

**Tabla 26:** Peso específico y absorción del agregado grueso

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN			
DATOS			
1	Peso de la Muestra Saturada con Superficie Seca	g	3271
2	Peso de la Canastilla dentro del Agua	g	604
3	P. M. S.+ Peso de la Canastilla dentro del Agua	g	2736
4	Peso de la Muestra Saturada dentro del Agua	g	2132
5	Peso de la Tara	g	229
6	Peso de la Tara + muestra Seca	g	3468
7	Peso de la Muestra seca	g	3239
RESULTADOS			
8	Peso Específico de Masa	g/cm <sup>3</sup>	2.84
9	Peso Específico de Masa S.S.S.	g/cm <sup>3</sup>	2.87
10	Peso Específico Aparente	g/cm <sup>3</sup>	2.93
11	Porcentaje de Absorción	%	0.99

**Fuente:** Laboratorios klafer S.A.C.

Para el peso unitario suelto del agregado grueso se determinó el volumen del molde y el peso del espécimen para poder colocarlo en el molde y poder nivelarlo con una varilla, se obtuvo el peso, como se observa en la figura N°27 los resultados.

**Tabla 27:** Peso unitario del agregado grueso

PESO UNITARIO SUELTO			M1	M2	M3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	g	11599	11634	11583
2	Peso del Recipiente	g	7066	7066	7066
3	Peso de la Muestra	g	4533	4568	4517
4	volumen molde	cm <sup>3</sup>	3093	3093	3093
5	P.U.S. Húmedo	kg/m <sup>3</sup>	1466	1477	1461
6	P.U.S. Seco	kg/m <sup>3</sup>	1450	1461	1445
7	Promedio P.U.S. Seco	kg/m <sup>3</sup>	1452		

**Fuente:** Laboratorios klafer S.A.C.

Para el peso unitario compactado de agregado grueso se procedió a pesar el recipiente y el espécimen, seguidamente se pone el agregado grueso en el cilindro en tres capas en cada capa se procedió a variar 25 veces en forma helicoidal con una varilla de 5/8 hasta poder llegar a un nivel nivelado y se llevó a pesar, obteniendo como se observa los resultados en la tabla N°28.

**Tabla 28:** Porcentaje de humedad del agregado grueso

PESO UNITARIO COMPACTADO			M1	M2	M3
1	Peso de la Muestra +Recipiente	g	11816	11809	11801
2	Peso del Recipiente	g	7066	7066	7066
3	Peso de la Muestra	g	4750	4743	4735
4	volumen molde	cm <sup>3</sup>	3093	3093	3093
5	P.U.S. Húmedo	kg/m <sup>3</sup>	1536	1534	1531
6	P.U.S. Seco	kg/m <sup>3</sup>	1519	1517	1514
7	Promedio P.U.S. Seco	kg/m <sup>3</sup>	1517		

**Fuente:** Laboratorios científicos para estudios de suelos klafer S.A.C.

## DISEÑO DE MEZCLA

Datos de resumen: Para el diseño de mezcla se utilizó el método ACI y como primer procedimiento se obtuvo las características de los agregados como se observa los resultados en la tabla N° 29.

**Tabla 29:** Datos resumen

ANÁLISIS DEL AGREGADO FINO		ANÁLISIS DEL AGREGADO GRUESO	
Peso Especifico	2.96 g/cm <sup>3</sup>	Peso Especifico	2.84 g/cm <sup>3</sup>
Humedad Natural	1.62 %	Humedad Natural	1.09 %
% Absorción	1.31 %	% Absorción	0.99 %
Peso Volumétrico Suelto	1664 kg/m <sup>3</sup>	Peso Volumétrico Suelto	1452 kg/m <sup>3</sup>
Peso Volumétrico Compactado	1704 kg/m <sup>3</sup>	Peso Volumétrico Compactado	1517 kg/m <sup>3</sup>
Módulo de fineza	2.40	Tamaño máximo nominal	¾"

**Fuente:** Laboratorios klafer S.A.C.

SLUMP: 4"

Tamaño máximo nominal:  $\frac{3}{4}$ "

Agua: 200.00 Litros

Aire atrapado: 2% = 0.02

Resistencia promedio requerida.

$f'c = 250 \text{ kg/cm}^2$

$f'cr = 334 \text{ Kg/cm}^2$

Relación Agua cemento A/C: 0.50 y la cantidad de cemento es de 421.97 Kg en bolsas el total se usó de 9.93 bls.

Agregado grueso:

Volumen AG: 0.66

Peso AG: 1061.29 kg

Volúmenes absolutos:

- Cemento : 0.134 m<sup>3</sup>
- Agua : 0.200 m<sup>3</sup>
- Aire : 0.020 m<sup>3</sup>
- Volumen AG : 0.374 m<sup>3</sup>

Con un total de 0.728 m<sup>3</sup>

Volumen del agregado fino: 0.2722 m<sup>3</sup>

Peso del agregado fino:

Peso AF: 853.43 kg

Presentación en seco:

- Cemento: 421.97 kg
- AF: 853.43 kg
- AG: 1061.29 kg
- Agua: 200.00 Litros

Agua efectiva

- AE: 196.29 Litros

Proporción de peso (kg).

- Cemento : 421.97 kg
- Agregado fino : 867.26 kg
- Agregado Grueso : 1072.82 kg
- Agua : 196.29 kg

Proporción de volumen (pie<sup>3</sup>)

- Cemento : 421.97 pie<sup>3</sup>
- Agregado fino : 18.11 pie<sup>3</sup>
- Agregado Grueso : 25.82 pie<sup>3</sup>
- Agua : 196.29 pie<sup>3</sup>

Bolsas de cemento: 9.93 bol/m<sup>3</sup>

## ROTURA DE PROBETAS

Se realizó el vaciado de las probetas con fibras de polietileno y sin fibra donde se roturo a los 7,14,21,28 días por el método indirecto.

RESISTENCIA PROMEDIO	
07 DIAS	70% de la resistencia de diseño
14 DIAS	80% de la resistencia de diseño
28 DIAS	100% de la resistencia de diseño

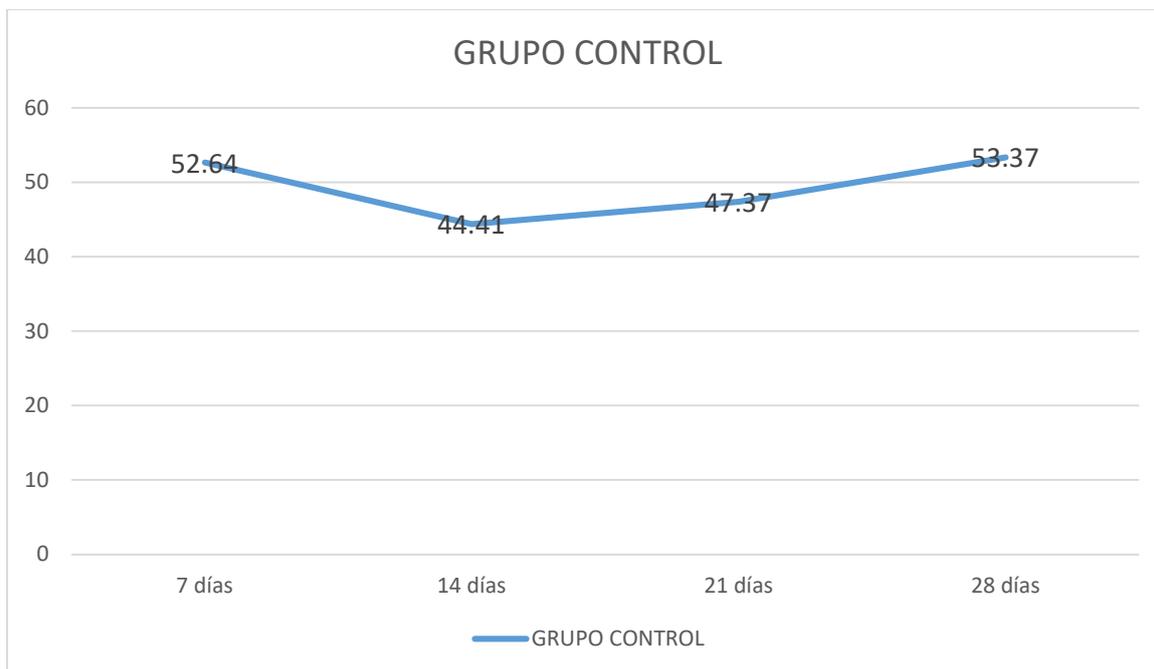
Al realizar la ruptura del grupo control donde no se adicione fibra se roturo 1 probeta a los 7, 14, 21 y 28 días observando tipos de fallas como el cono, cono hondadura, corte y columnar etc. Como se observa los resultados en la tabla N°30

**Tabla 30:** Rotura de las probetas del grupo control.

Resistencia a Flexión sin fibra								
N°	Fecha de vaciado	Fecha de ruptura	Edad (días)	Carga máxima (kg)	Tensión máxima	F'c diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	% alcanzado	R. A flexión (kg/cm <sup>2</sup> )
1	05/06/21	12/06/21	7	40310.4	228.1	250	91.24 %	41.67
2	05/06/21	19/06/21	14	42962.4	243.1	250	97.25 %	44.41
3	05/06/21	26/06/21	21	45818.4	259.3	250	103.71%	47.37
4	05/06/21	03/07/21	28	51622.2	292.1	250	116.85 %	53.37

**Fuente:** Laboratorios klafer S.A.C.

Como podemos observar en la figura N° 55 nos muestra los resultados de las roturas en los 7, 14, 21 y 28 días



**Figura 55:** Rotura de las probetas del grupo control.

Se realizó la ruptura de las 3 probetas con adición de fibra 2.5 kg/m<sup>3</sup> a los 7 días dándonos como resultado una resistencia a flexión mucho mayor al grupo control. La probeta sin fibra roturada a los 7 días nos da como resultado 41.67 (kg/cm<sup>2</sup>) a comparación de las 3 probetas roturadas con un promedio de 58.72 dándonos así una mejor resistencia que el grupo control.

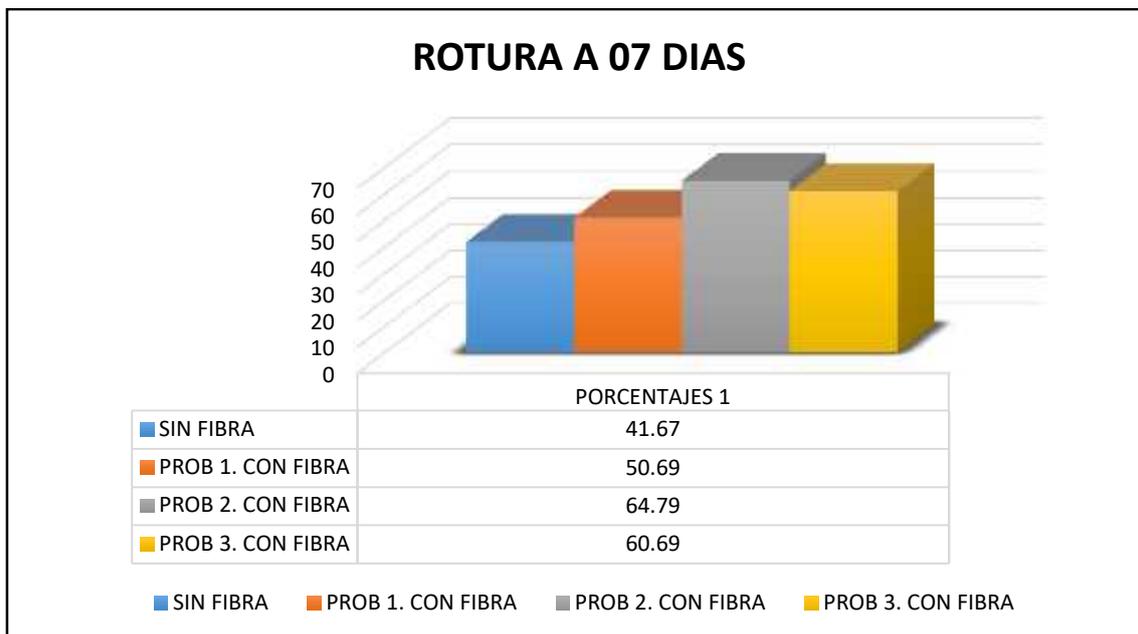
**Tabla 31:** Rotura de las probetas con fibra a los 7 días

Resistencia a Flexión con fibra 2.5 kg/m <sup>3</sup> a 7 días									
N°	Fecha de vaceado	Fecha de ruptura	Edad (días)	Carga máxima (n)	Carga máxima (kg)	Tensión máxima	F'c diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	% alcanzado	R. A flexión (kg/cm <sup>2</sup> )
1	05/06/21	12/06/21	7	48060	49021.2	277.4	250	110.96%	50.69
2	05/06/21	12/06/21	7	61440	62668.8	354.6	250	141.85%	64.79
3	05/06/21	12/06/21	7	57560	58711.2	332.2	250	132.89%	60.69

**Fuente:** Laboratorios klafer S.A.C.

Como se observa en la figura N.º 56 el gráfico de las rupturas realizadas a los 7 días. El color azul nos muestra el resultado del grupo control y las demás de las

probetas con adición de fibras, dándonos así a ver que las 3 probetas ultimas tiene una mejor resistencia que la primera.



**Figura 56:** Porcentaje de rotura a 7 días

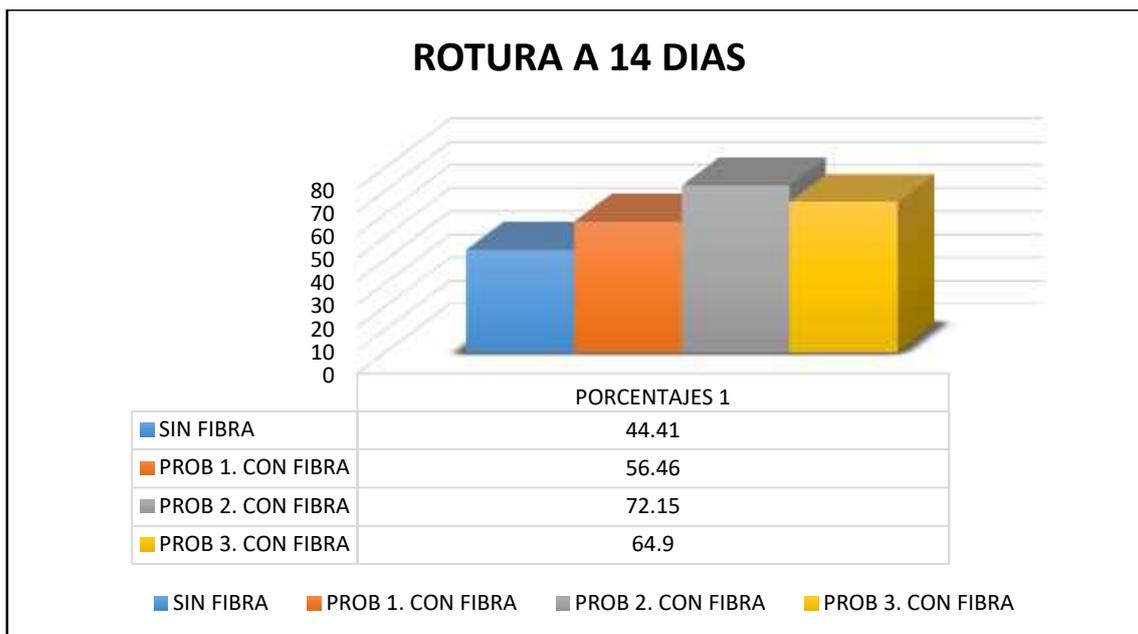
Al realizar las rupturas de los 3 siguientes testigos a los 14 días, tabla N°32 nos da como resultado que tiene una mejor resistencia a flexión que la probeta sin fibra dándonos una resistencia de 44.41 kg/cm<sup>2</sup> sin fibra y con fibra un promedio de 64.50 kg/cm<sup>2</sup> resultando así favorable el aumento de la resistencia.

**Tabla 32:** Rotura de las probetas con fibra a 14 días.

Resistencia a Flexión con fibra 2.5kg/m <sup>3</sup> a 14 días									
N°	Fecha de vaciado	Fecha de ruptura	Edad (días)	Carga máxima (n)	Carga máxima (kg)	Tensión máxima	F'c diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	% alcanzado	R. A flexión (kg/cm <sup>2</sup> )
1	05/06/21	19/06/21	14	535400	54610.8	309.0	250	123.61%	56.46
2	05/06/21	19/06/21	14	684200	69788.4	394.9	250	157.97%	72.15
3	05/06/21	19/06/21	14	615400	62770.8	355.2	250	142.08%	64.9

**Fuente:** Laboratorios klafer S.A.C.

En la figura N.º 57 podemos ver el grafico de las rupturas a los 14 días en la primera barra es sin adición de fibra y las 3 últimas son con fibras viendo así el aumento de resistencia que la de sin fibra.



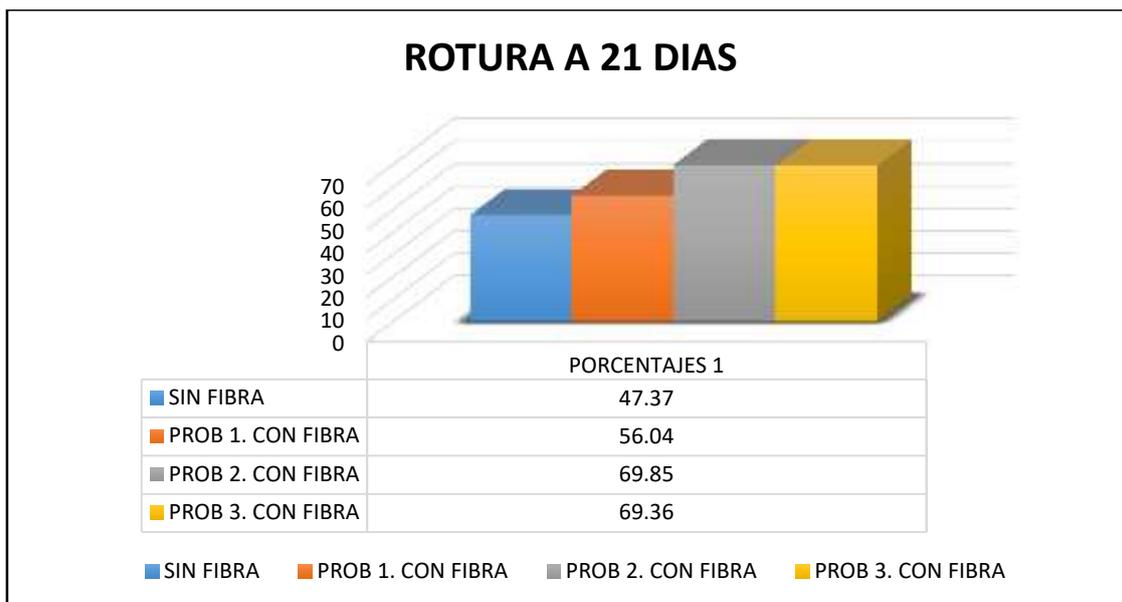
**Figura 57:** Porcentaje de rotura a 14 días.

Al realizar la ruptura a los 21 días de los 4 testigos podemos ver que la primera probeta tubo un resultado de 47.37 sin adición de fibra y las siguientes con un resultado promedio de 65 .08 viendo así el aumento de nuestra resistencia a flexión mucho mayor a la de sin fibra como se observa en la tabla N.º 33. Y en la Figura N.º 58.

**Tabla 33:** Rotura de las probetas con fibra a 21 días.

Resistencia a Flexión con fibra 2.5 kg/m3 a 21 días									
Nº	Fecha de vaciado	Fecha de ruptura	Edad (días)	Carga máxima (n)	Carga máxima (kg)	Tensión máxima	F'c diseño (kg/cm²)	% alcanzado	R. A flexión (kg/cm²)
1	05/06/21	26/06/21	21	531400	54202.8	306.7	250	122.69%	56.04
2	05/06/21	26/06/21	21	662400	67564.8	382.3	250	152.94%	69.85
3	05/06/21	26/06/21	21	657700	67085.4	379.6	250	151.85%	69.36

**Fuente:** Laboratorios klafer S.A.C.



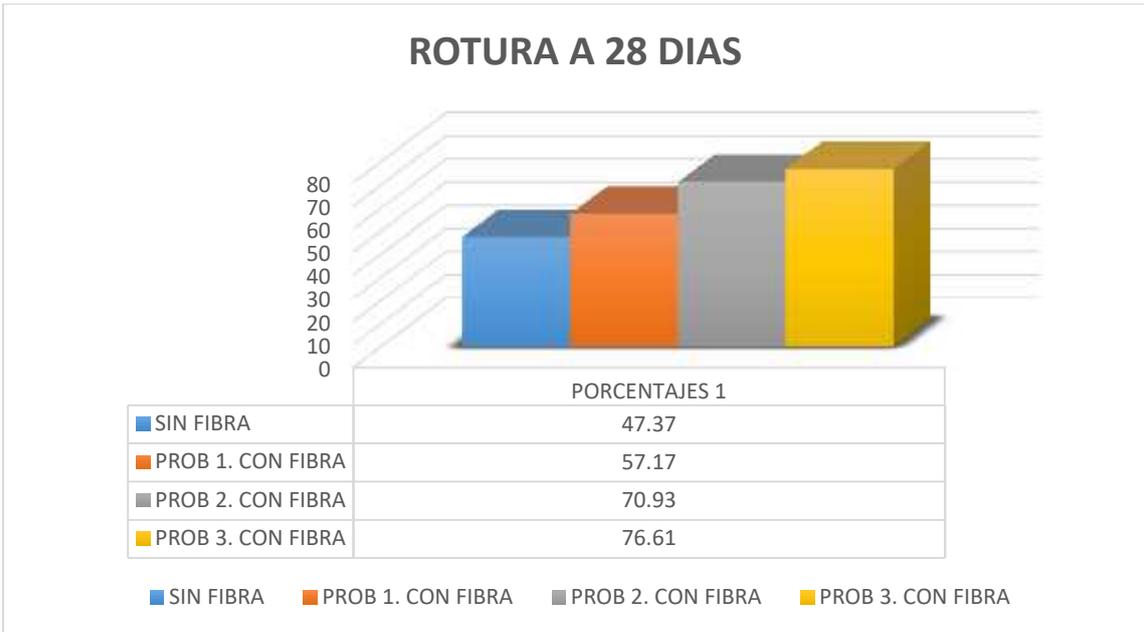
**Figura 58:** Porcentaje de rotura a 21 días.

En la tabla N.º 34 se puede apreciar los resultados de las rupturas de los 3 testigos dándonos un promedio de 68.24 kg/cm<sup>2</sup> y la ruptura de la probeta sin fibra tiene 53,37 a los 28 días en su máxima resistencia observando así que el concreto con adición de fibra resulta mucho mayor su resistencia a flexión que la sin fibra. Como se observa en la figura N° 59.

**Tabla 34:** Rotura de las probetas con fibra a 28 días.

Resistencia a Flexión con fibra 2.5 kg/m <sup>3</sup> a 28 días									
Nº	Fecha de vaciado	Fecha de ruptura	Edad (días)	Carga máxima (n)	Carga máxima (kg)	Tensión máxima	F'c diseño (kg/cm <sup>2</sup> )	% alcanzado	R. A flexión (kg/cm <sup>2</sup> )
1	05/06/21	03/07/21	28	542100	55294.2	312.9	250	125.16%	57.17
2	05/06/21	03/07/21	28	672500	68595	388.2	250	155.27%	70.93
3	05/06/21	03/07/21	28	726400	74092.8	419.3	250	167.71%	76.61

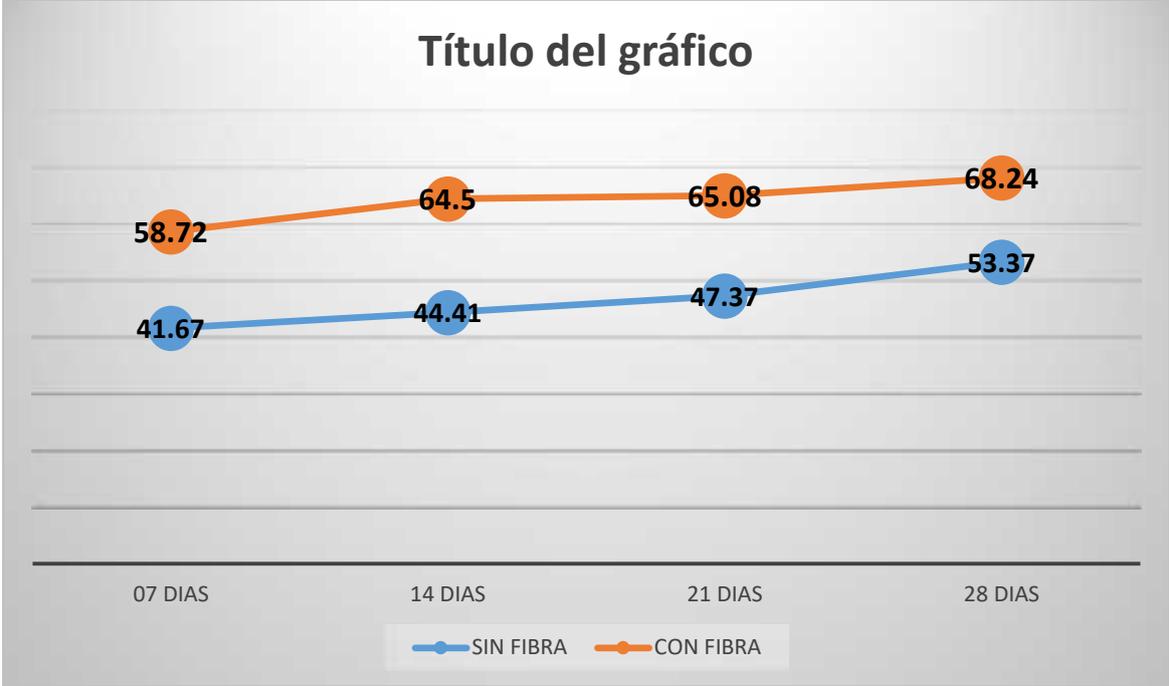
**Fuente:** Laboratorios klafer S.A.C.



**Figura 59:** Porcentaje de rotura a 28 días.

En la figura N° 60 podemos ver la diferencia del resultado el color azul muestra valores menores la cual son las rupturas de probetas sin fibra y la de color azul son con la adición de fibras reciclada dándonos así resultados favorables al ensayo de flexión.

Resultados de la ruptura de las probetas.



**Figura 60:** Resultados de la ruptura de las probetas.

## Modelamiento del software EverFe 2.24

Parámetros para la modelación es necesario primero identificar las cargas y dimensionamiento de la losa e incluso los cambios de temperatura.

Cargas seleccionadas para el modelamiento.

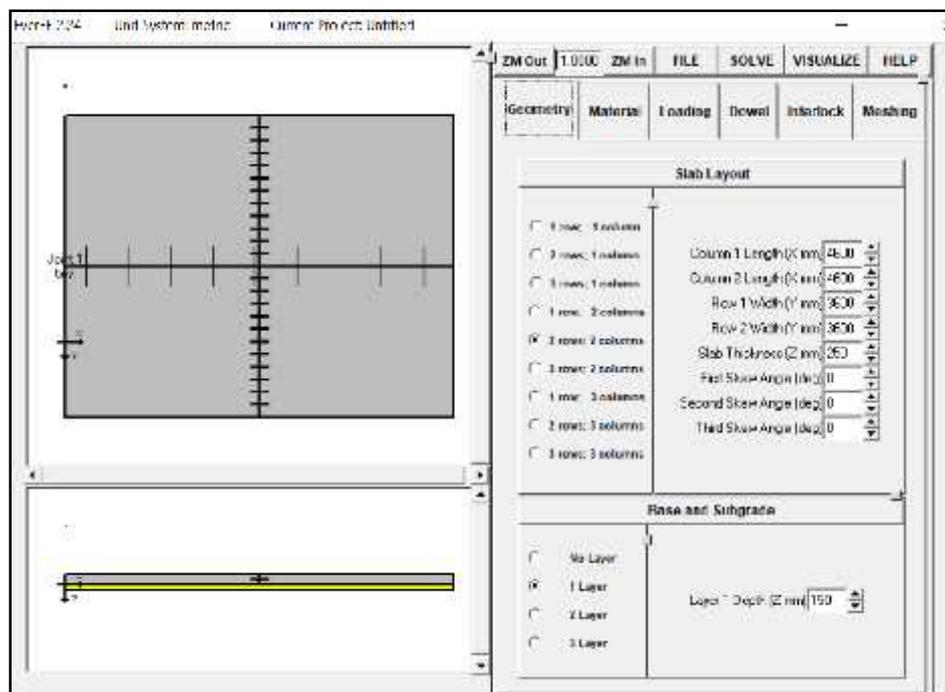
- C2 : 176.52 KN
- T3S3 : 470.72 KN

Espesores de losa para la simulación con combinaciones de losa de 20 cm, 25 cm y 30 cm.

Ubicaciones para las simulaciones

- Centro
- Medio de la losa
- Esquina

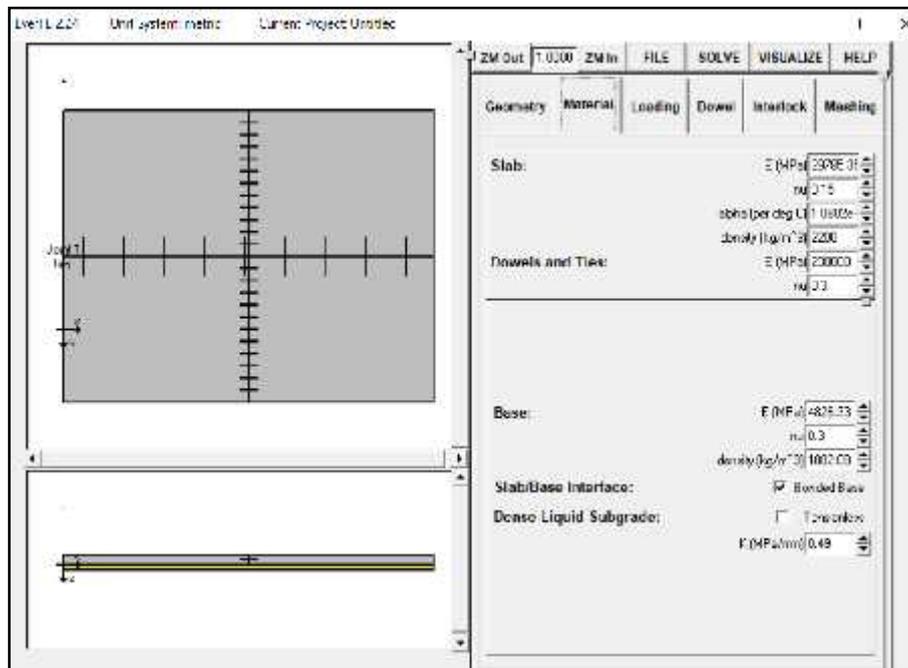
En el software EverFE 2.25 nos pide rellenar Geometry donde detalla las características de la losa largo, ancho, espesor y de cuantos paños se quiere.



**Figura 61:** Parámetros de la geometría.

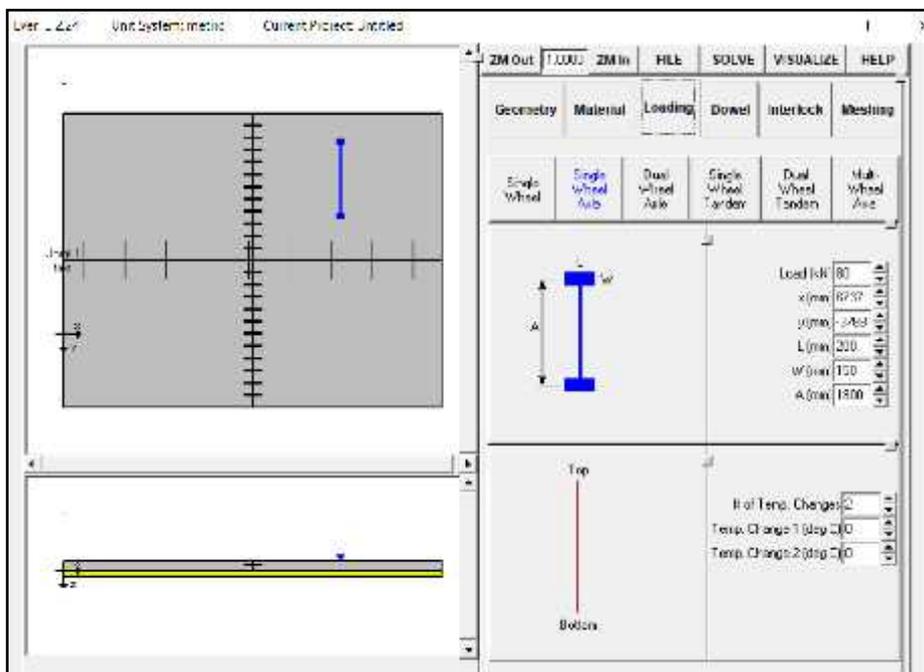
**Fuente:** software EverFE 2.25

Para el siguiente paso ingresamos a (Material) Figura N° 62 donde nos pide las características de los materiales como la densidad, el coeficiente de poisson entre otros. En la figura 63, podemos apreciar el siguiente paso donde nos indica colocar los diferentes tipos de carga en KN sin olvidar las variaciones de temperaturas.



**Figura 62:** Características del concreto.

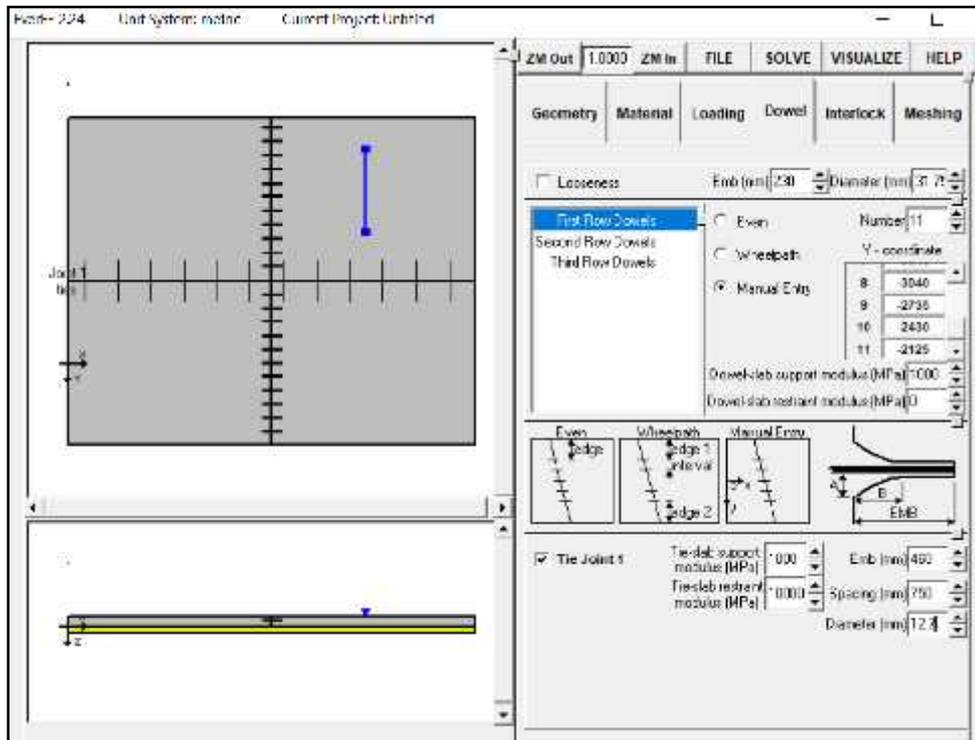
**Fuente:** software EverFE 2.25



**Figura 63:** Asignación de las cargas.

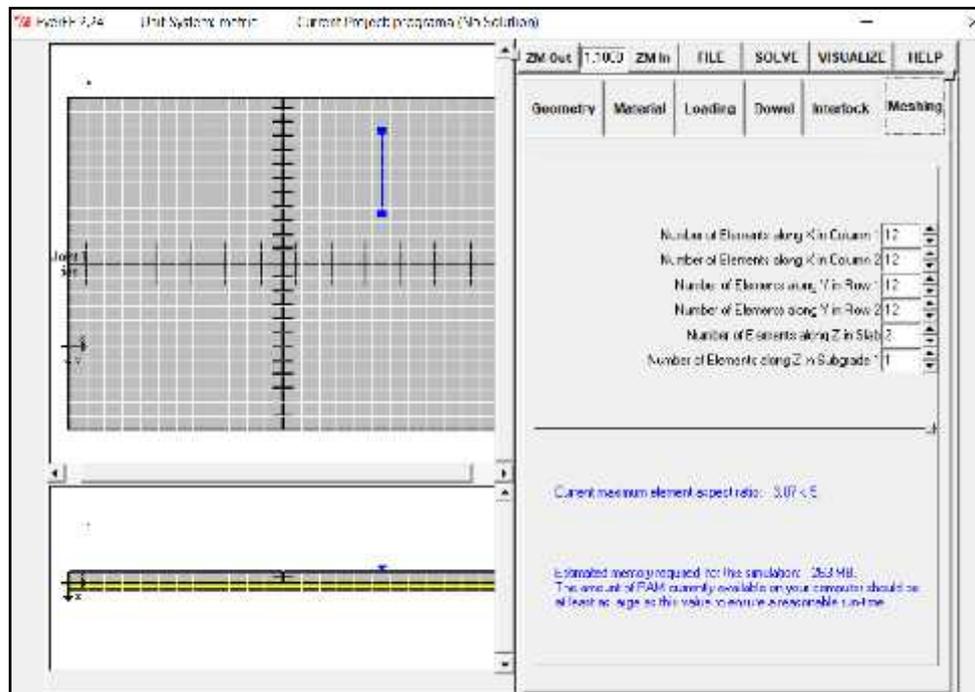
**Fuente:** software EverFE 2.25

En la figura N°64 podemos observar el siguiente paso en (Dowel) nos pide ingresar los datos de los pasadores, espesor y cada cuanto de distancia se ira colocando cada dowel.



**Figura 64:** Dimensionamiento de los pasadores o dovelas.

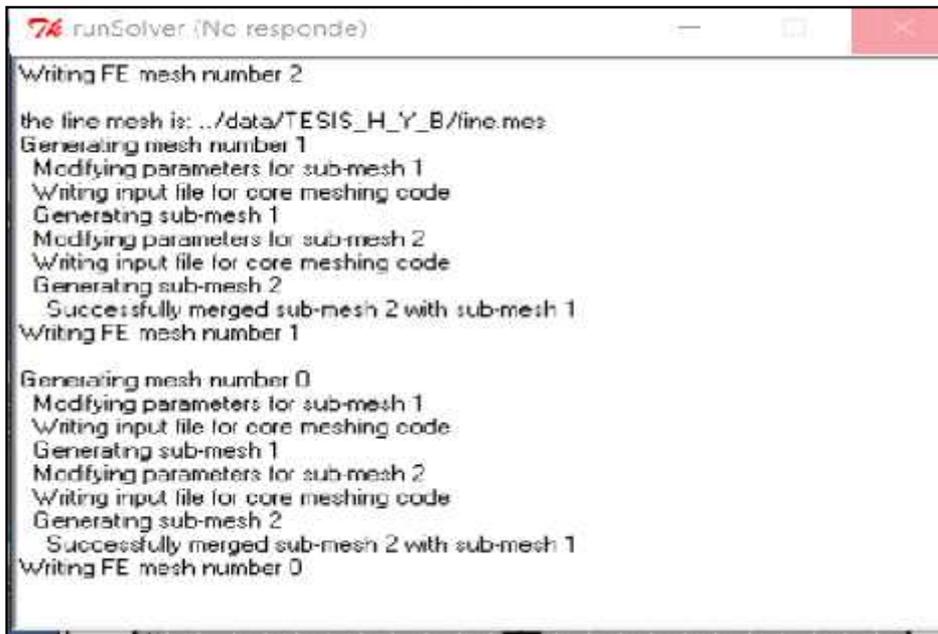
**Fuente:** software EverFE 2.25



**Figura 65:** Dimensionamiento de los pasadores o dovelas

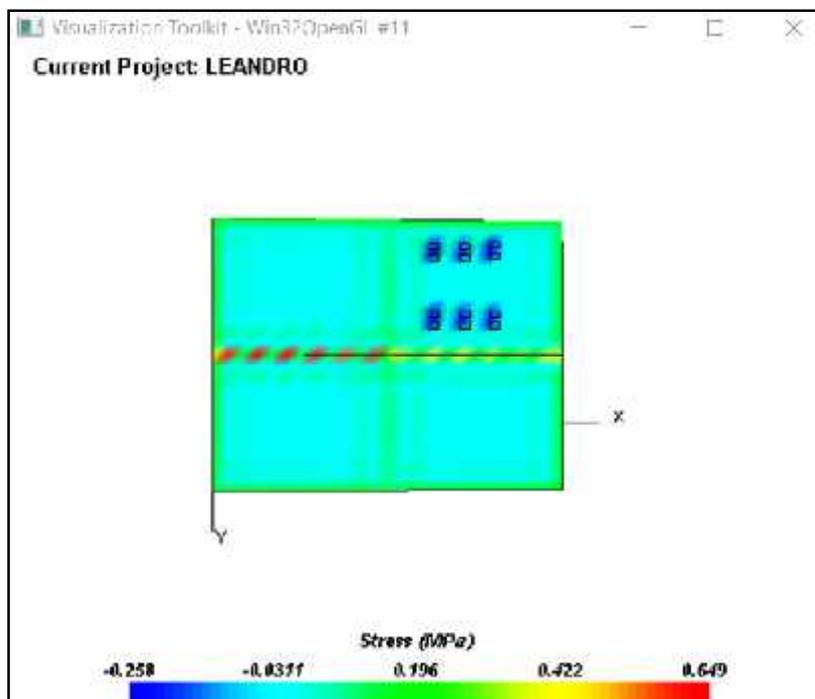
**Fuente:** software EverFE 2.25.

Una vez rellenado los 6 parámetros se pasa a aguardar los datos e ingresar a (solve) donde se procesar a todos los datos para darnos los resultados.

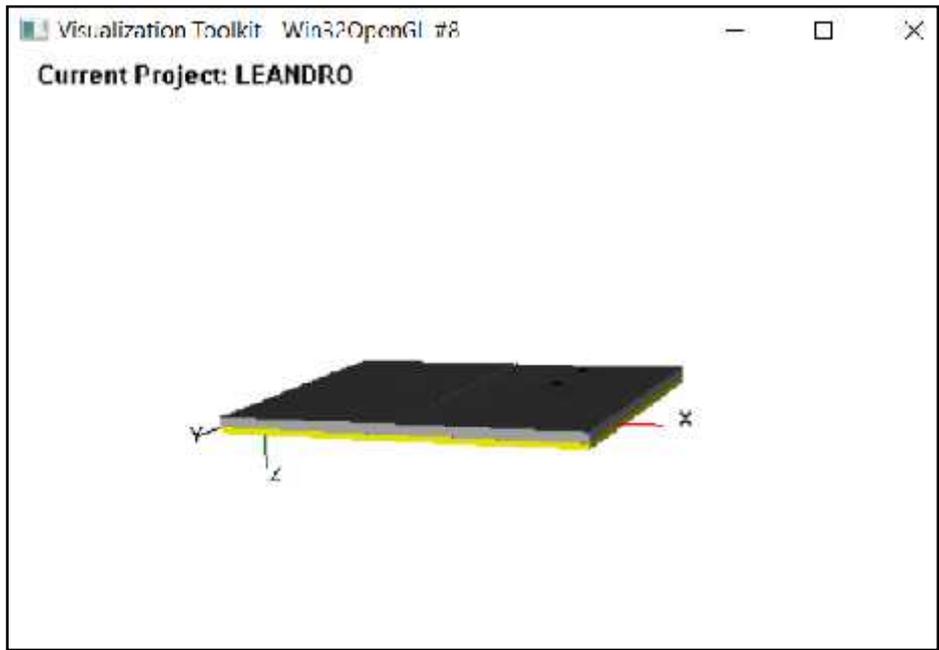


**Figura 66:** Procesamiento de datos  
**Fuente:** software EverFE 2.25.

El software EverFE 2.25 nos brinda resultados como los esfuerzos que se presentan en la losa entre otros como se observa en la figura 67 y 68.

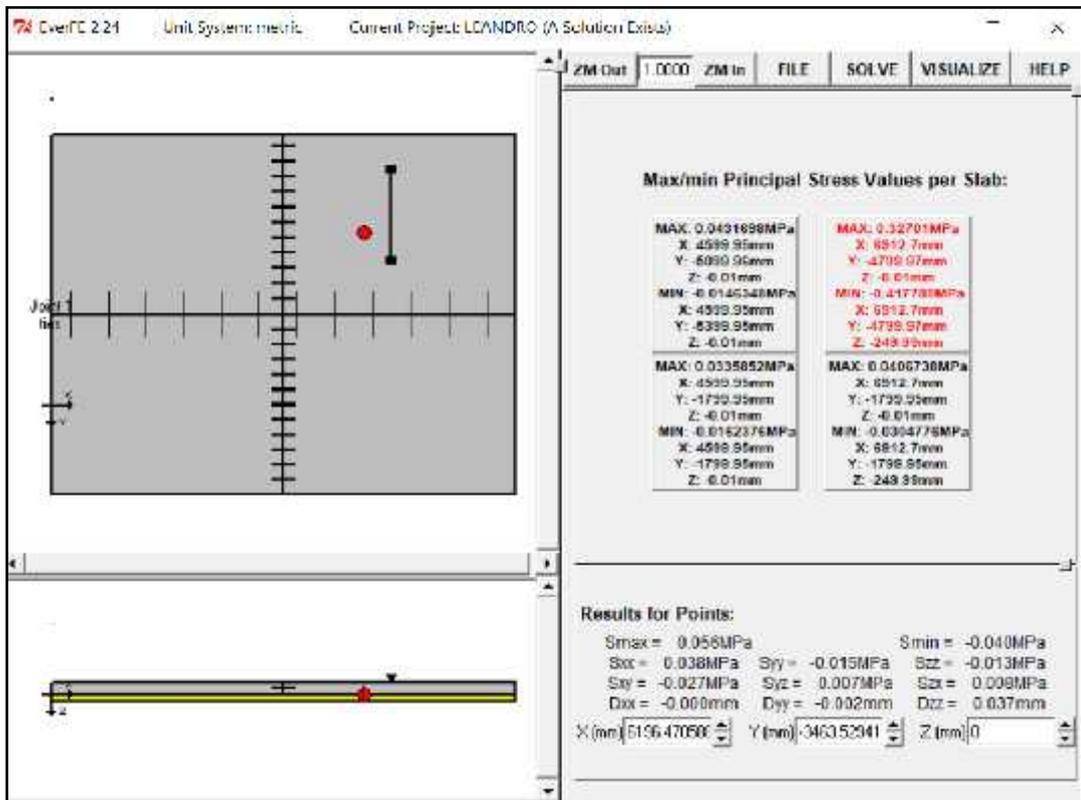


**Figura 67:** Esfuerzos en la losa.  
**Fuente:** software EverFE 2.25.



**Figura 68:** Desplazamiento de la losa  
**Fuente:** software EverFE 2.25.

En la figura N° 69 como podemos observar nos brinda los resultados finales como también en los puntos específicos que se desea.

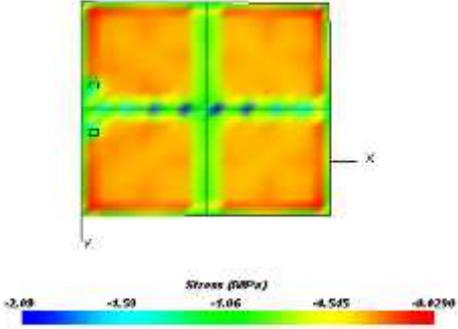
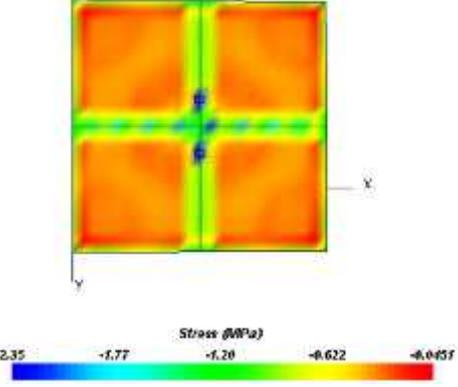
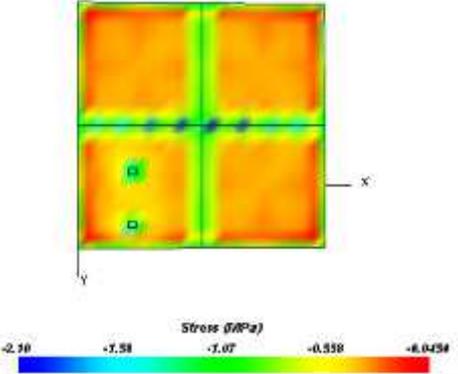
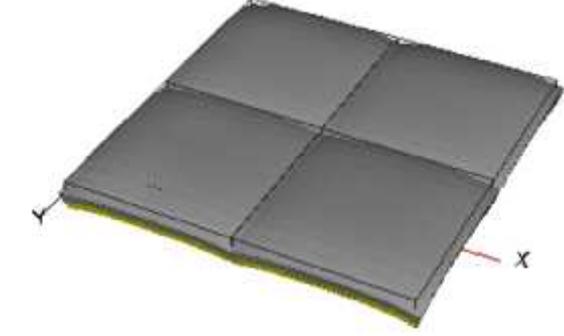


**Figura 69:** Puntos específicos del desplazamiento de la losa (software everfe 2.25).

**Fuente:** software EverFE 2.25.

Como podemos observar en la Tabla N° 35 en la primera fila nos muestra los diversos esfuerzos en el pavimento y en la segunda fila los desplazamientos que se realizó, varias combinaciones y se aplicó cargas en los puntos centro, medio y esquina.

**Tabla 35:** Resultados de esfuerzo del software con espesor de 20 cm y carga de 176.52.

Losa con espesor de 20 cm con carga 176.52 KN	
	
<p>Esfuerzo con eje en el punto centro</p>	<p>Desplazamiento del pavimento con punto centro</p>
	
<p>Esfuerzo con eje en el punto medio</p>	<p>Desplazamiento del pavimento con punto medio.</p>
	
<p>Esfuerzo con eje en el punto esquina</p>	<p>Desplazamiento del pavimento con punto esquina.</p>

**Fuente:** software EverFE 2.25.

En la tabla N° 36 se observa la modelación del pavimento con un espesor de 20 cm, pero con una carga del vehículo T3S3 mostrándonos grandes deformaciones y desplazamiento en el pavimento, no resultando favorable el espesor para un diseño de pisos industriales que aplican este tipo de carga.

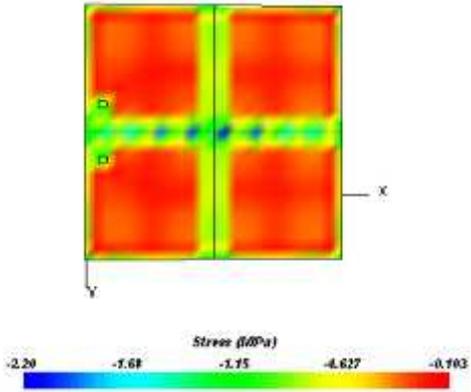
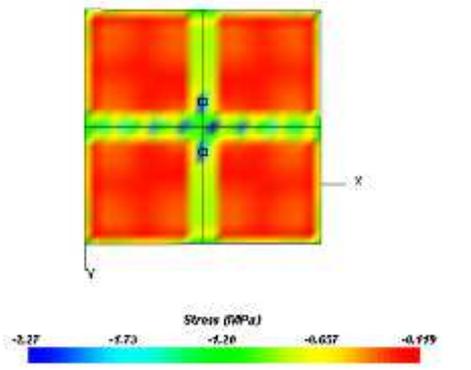
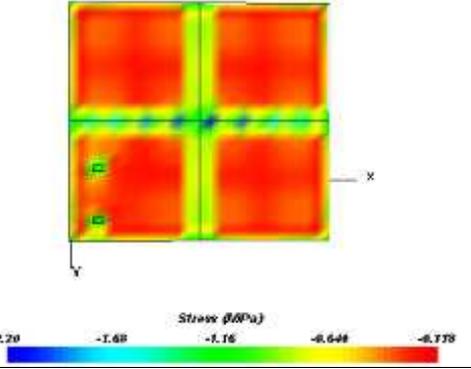
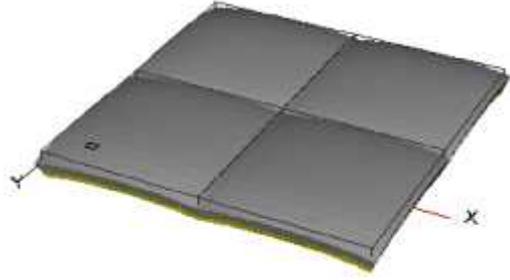
**Tabla 36:** Resultados de esfuerzo del software con espesor de 20 cm y carga de 470.72.

Losas con espesor de 20 cm con carga 470.72 KN	
<p>Stress (MPa) -4.736 0.736 1.67 2.61 2.63</p>	
Esfuerzo con eje en el punto centro	Desplazamiento del pavimento con punto centro
<p>Stress (MPa) -0.76 -1.96 -3.26 -6.518 8.167</p>	
Esfuerzo con eje en el punto medio	Desplazamiento del pavimento con punto medio.
<p>Stress (MPa) -2.74 -1.64 -1.03 -0.427 0.186</p>	
Esfuerzo con eje en el punto esquina	Desplazamiento del pavimento con punto esquina.

**Fuente:** software EverFE 2.25.

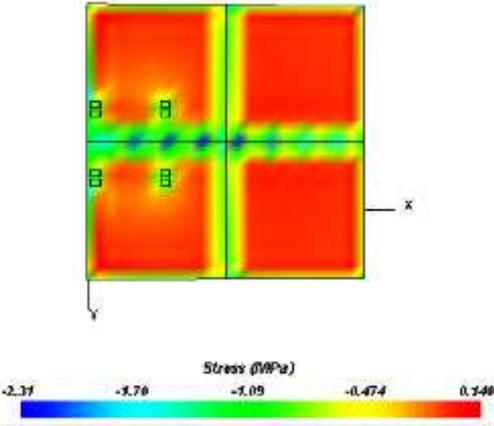
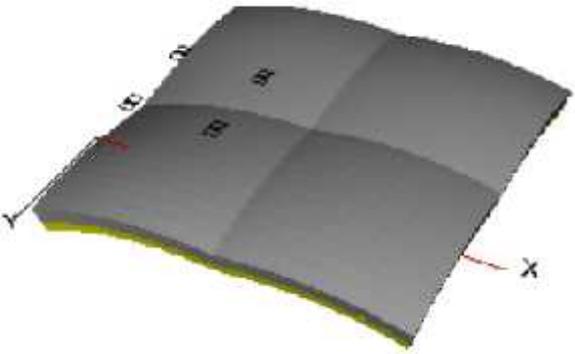
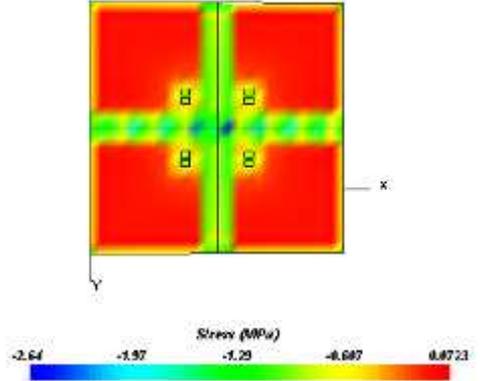
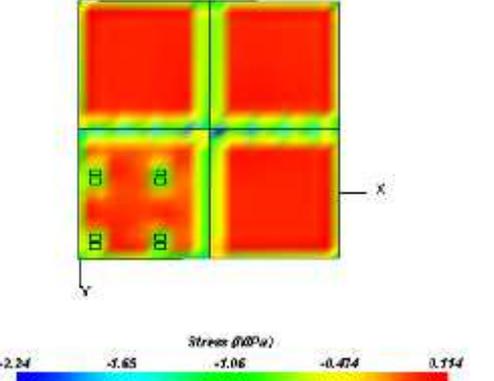
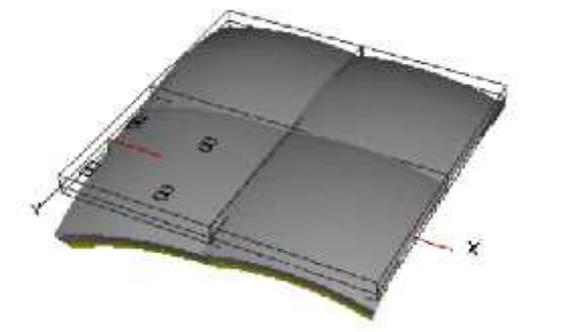
En la tabla N° 37 y 38 se muestra los resultados de las diversas combinaciones que se realizó aplicando cargas en el centro medio y esquina, resultando mejor comportamiento un espesor de 25 cm ante un espesor convencional de 20 cm aplicando la carga vehicular T3S3.

**Tabla 37:** Resultados de esfuerzo del software con espesor de 25 cm y carga de 176.52.

Losa con espesor de 25 cm con carga 176.52 KN	
	
<p>Esfuerzo con eje en el punto centro.</p> 	<p>Desplazamiento del pavimento con punto centro.</p> 
<p>Esfuerzo con eje en el punto medio.</p> 	<p>Desplazamiento del pavimento con punto medio.</p> 
<p>Esfuerzo con eje en el punto esquina</p>	<p>Desplazamiento del pavimento con punto esquina.</p>

**Fuente:** software EverFE 2.25.

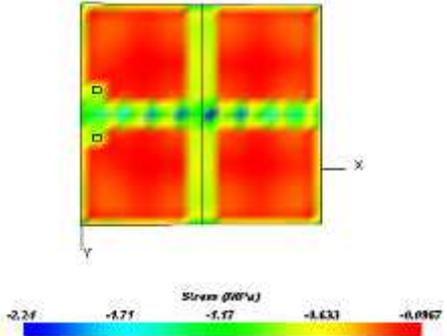
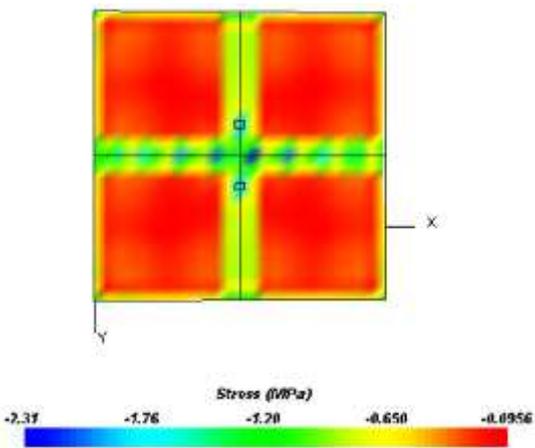
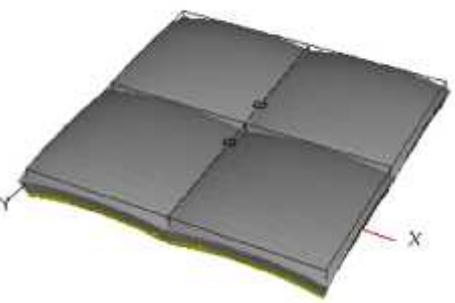
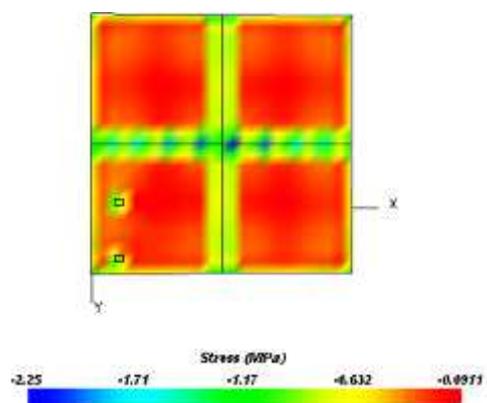
**Tabla 38:** Resultados de esfuerzo del software con espesor de 25 cm y carga de 470.72KN.

Losa con espesor de 25 cm con carga 470.72 KN	
 <p>Stress (MPa)</p> <p>-2.31   -1.70   -1.09   -0.474   0.346</p>	
<p>Esfuerzo con eje en el punto centro.</p>	<p>Desplazamiento del pavimento con punto centro.</p>
 <p>Stress (MPa)</p> <p>-2.64   -1.97   -1.29   -0.687   0.6723</p>	
<p>Esfuerzo con eje en el punto medio.</p>	<p>Desplazamiento del pavimento con punto medio.</p>
 <p>Stress (MPa)</p> <p>-2.24   -1.65   -1.06   -0.474   0.154</p>	
<p>Esfuerzo con eje en el punto medio.</p>	<p>Desplazamiento del pavimento con punto medio.</p>

**Fuente:** software EverFE 2.25.

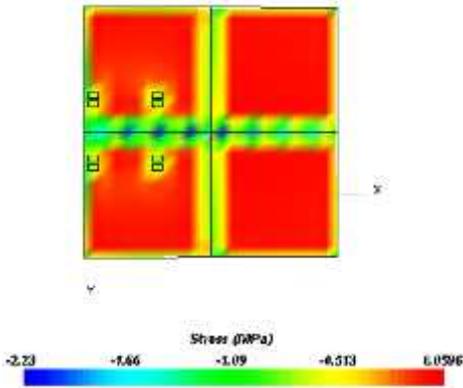
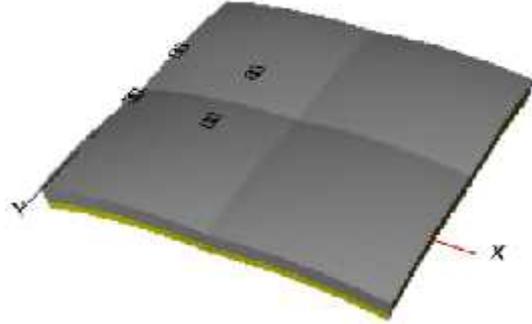
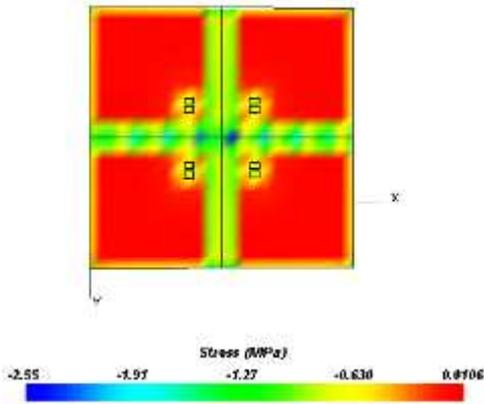
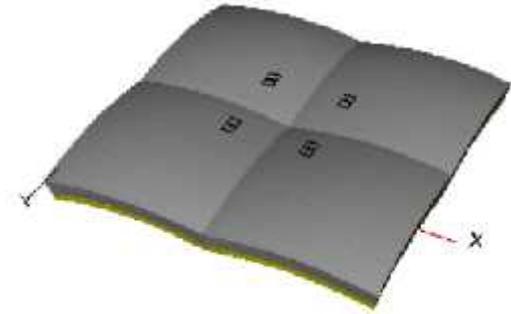
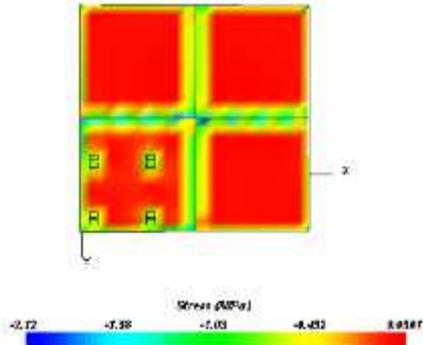
Al realizar la siguiente simulación con espesor de 30 cm nos brinda resultado el software que tiene un mejor comportamiento ante una carga vehicular de T3s3 a comparación de las demás demostrando desplazamientos menores como también los esfuerzos.

**Tabla 39:** Resultados de esfuerzo del software con espesor de 30 cm y carga de 176.52KN.

Losa con espesor de 30 cm con carga 176.52 KN	
	
Esfuerzo con eje en el punto centro.	Desplazamiento del pavimento con punto centro.
	
Esfuerzo con eje en el punto medio.	Desplazamiento del pavimento con punto medio.
	
Esfuerzo con eje en el punto medio.	Desplazamiento del pavimento con punto medio.

**Fuente:** software EverFE 2.25.

**Tabla 40:** Resultados de esfuerzo del software con espesor de 30 cm y carga de 470.72KN.

Losas con espesor de 30 cm con carga 470.72 KN	
 <p>Stress (MPa)</p> <p>-2.23    -1.66    -1.09    -0.513    0.0596</p>	
<p>Esfuerzo con eje en el punto centro.</p>	<p>Desplazamiento del pavimento con punto centro.</p>
 <p>Stress (MPa)</p> <p>-2.55    -1.97    -1.27    -0.630    0.0106</p>	
<p>Esfuerzo con eje en el punto medio.</p>	<p>Desplazamiento del pavimento con punto medio.</p>
 <p>Stress (MPa)</p> <p>-0.12    -1.38    -1.03    -0.452    0.0167</p>	
<p>Esfuerzo con eje en el punto medio.</p>	<p>Desplazamiento del pavimento con punto medio.</p>

**Fuente:** software EverFE 2.25.

Como se observa en la tabla N° 41 los Resultados de la simulación de las combinaciones del pavimento donde nos da para el espesor de 20 cm. tiene altos esfuerzos donde el pavimento no resiste a una carga de 470.72 KN.

**Tabla 41:** Resultados del software everfe 2.25 con espesor de 20 cm

Losa con espesor de 20 cm	CARGA (176.52 KN)	Centro	Smax	1.966 MPa
			Smin	-1.316 MPa
		Medio	Smax	-1.521 MPa
			Smin	-6.314 MPa
	Esquina	Smax	3.265 MPa	
		Smin	0.085 MPa	
	CARGA (470.72 KN)	Centro	Smax	2.582 MPa
			Smin	-2.722 MPa
Medio		Smax	-1.902 MPa	
		Smin	-8.217 MPa	
Esquina		Smax	4.062 MPa	
		Smin	-0.031 MPa	

**Fuente:** software EverFE 2.25.

Se modelo una losa de 25 cm donde los resultados del software nos brinda que al ser aplicada con las distintas cargas tiene un soporte intermedio mejor que la de un espesor de 20 cm. Como podemos observar en la tabla N° 42.

**Tabla 42:** Resultados del software everfe 2.25 con espesor de 25 cm.

Losa con espesor de 25 cm	CARGA (176.52 KN)	Centro	Smax	1.386 MPa
			Smin	-2.302 MPa
		Medio	Smax	-1.220 MPa
			Smin	-5.177 MPa
		Esquina	Smax	2.158 MPa
			Smin	-0.046 MPa
	CARGA (470.72 KN)	Centro	Smax	1.672 MPa
			Smin	-2.878 MPa
		Medio	Smax	-1.410 MPa
			Smin	-7.326 MPa
Esquina	Smax	2.846 MPa		
	Smin	0.026 MPa		

**Fuente:** software EverFE 2.25.

En la tabla N°43 se observa los resultados del software con un espesor de 30 cm con combinaciones de cargas, mostrando esfuerzos menores cuando se aplica el peso de un vehículo de T3S3 incluyendo los cambios de temperatura, dándonos favorable este espesor.

**Tabla 43:** Resultados del software everfe 2.25 con espesor de 30 cm.

Losas con espesor de 30 cm	CARGA (176.52 KN)	Centro	Smax	0.930 MPa
			Smin	-1.78 MPa
		Medio	Smax	-0.636 MPa
			Smin	-5.212 MPa
		Esquina	Smax	1.693 MPa
			Smin	-0.351 MPa
	CARGA (470.72 KN)	Centro	Smax	0.580 MPa
			Smin	-2.704 MPa
		Medio	Smax	-0.943 MPa
			Smin	-6.277 MPa
Esquina	Smax	2.022 MPa		
	Smin	0.011 MPa		

Fuente: software EverFE 2.25.

### Prueba de hipótesis con el estadístico t de student.

) Se consideró todas las probetas ensayadas a 28 días donde se le dio un curado normal se realizaron un total de 16 probetas 12 con fibras de polietileno y 4 son fibras, mostrando en los resultados que las que contuvieron fibra aumentaron su resistencia a flexión a comparación de las probetas convencionales.

### Formulacion de hipótesis

H0:  $X_1 = X_2$

Las fibras recicladas de polietileno en el diseño de pisos industriales no mejoran la resistencia a cargas estáticas y dinámicas.

Hi:  $X_1 > X_2$

Las fibras recicladas de polietileno en el diseño de pisos industriales si mejoran la resistencia a cargas estáticas y dinámicas.

Considerando para el contraste de hipótesis si:

Valor T > Nivel de significancia Se rechaza la H0 y se acepta la Hi

Valor T < Nivel de significancia Se acepta la H0 y se rechaza la Hi

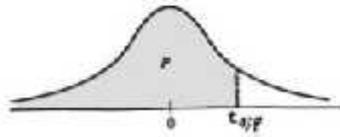
Calculando el valor de t:

$$T = \frac{\bar{x} - U}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}} = \frac{6.2 - 5.3}{\frac{1}{\sqrt{3}}} = 2.57$$

Al realizar la evaluacion se considero:

- ) El nivel de confianza de  $y = 95\% = 0.95$
- ) Nivel de significancia de  $= 5\%$
- ) Por la tabla de distribucion de t de student tiene como resultado  $= 2.35$

### Distribución t de Student



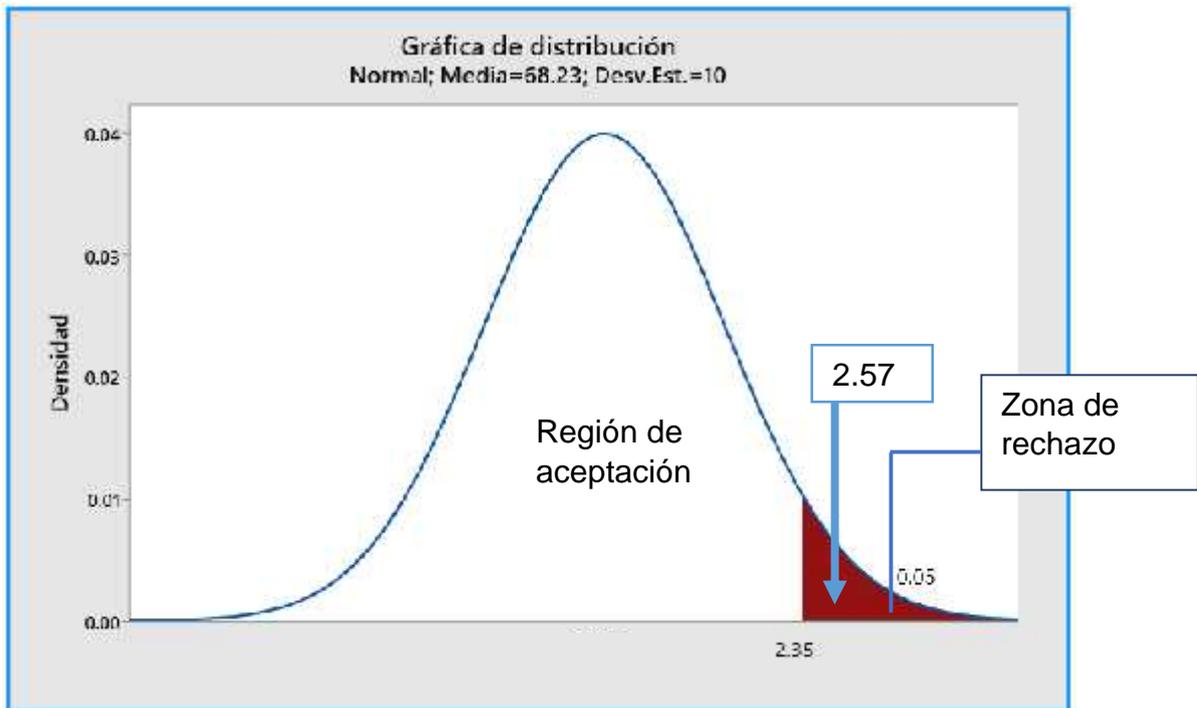
La tabla A.4 da distintos valores de la función de distribución en relación con el número de grados de libertad, concretamente, relaciona los valores  $p$  y  $t_{n,p}$  que satisfacen

$$P(t_n \leq t_{n,p}) = p.$$

$n$	$t_{0,55}$	$t_{0,60}$	$t_{0,70}$	$t_{0,80}$	$t_{0,90}$	$t_{0,95}$	$t_{0,975}$	$t_{0,99}$	$t_{0,995}$
1	0,1584	0,3249	0,7265	1,3764	3,0777	6,3138	12,7062	31,8205	63,6567
2	0,1421	0,2887	0,6172	1,0607	1,8856	2,9200	4,3027	6,9646	9,9248
3	0,1366	0,2767	0,5844	0,9785	1,6377	<b>2,3534</b>	3,1824	4,5407	5,8409
4	0,1338	0,2707	0,5686	0,9410	1,5332	2,1318	2,7764	3,7469	4,6041
5	0,1322	0,2672	0,5594	0,9195	1,4759	2,0150	2,5706	3,3649	4,0321
6	0,1311	0,2649	0,5534	0,9059	1,4398	1,8870	2,4478	3,1447	3,7074

**Figura 70:** Cuadro de distribución de T Student.

**Fuente:** <https://n9.cl/80ca>.



**Figura 71:** Grafica de distribución de probabilidades.

**Fuente:** Minitab 16.

Resultados:

Al realizar los análisis el estadístico T cae en la zona de rechazo donde ( $2.35 < 2.57$ ) por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna: Las fibras recicladas de polietileno en el diseño de pisos industriales si mejoran la resistencia a cargas estáticas y dinámicas.

## V. DISCUSIÓN

- Al realizar el modelamiento en software EVER FE 2.25 se consideró la carga vehicular de una t3 s3 y una c2 pero sin olvidar los cambios de temperatura que es un factor muy importante ya que si se realiza un modelamiento sin esta consideración los resultados de los esfuerzos no nos darán exactos, al finalizar el modelamiento nos da como resultado que entre la carga y el esfuerzo van igual, a mayor carga y con menor espesor, se presentara mayores deformaciones en los pisos industriales, donde no guarda una relación con Ramos y Peña donde realizaron combinaciones de modelamiento con distintas cargas pero sin la aplicación de los cambios de temperatura.
- Se realizo ensayos en laboratorio para obtener resultados a resistencia a flexión donde se ruptura a los 14 días dándonos un incrementaron en un 12.66% a los resultados obtenidos a los 7 días con la adición de fibras recicladas de polietileno. En los resultados de Chahua y Huayta usando fibra sintética estructural aumenta la resistencia a flexión en un 36.15% a los 14 días, dándonos cuenta que el uso de fibra estructural incrementa más las propiedades del concreto a diferencia de las fibras de polietileno reciclado.
- Chahua y Huayta proponen sustituir el acero de refuerzo por fibras estructurales al elaborar pisos industriales, nosotros diferimos esta propuesta, porque si bien es cierto el uso de fibra de polietileno mejora las propiedades del concreto no recomendamos sustituir el acero por fibra de polietileno.

## VI. CONCLUSIONES

- Se ha realizado los diversos análisis de laboratorios para concluir con el objetivo general de mejorar la resistencia a cargas estáticas y dinámicas utilizando las fibras recicladas de polietileno en el diseño de pisos industriales, dando así las siguientes conclusiones.

Se realizó los ensayos a resistencia a flexión con 4 testigos de grupo control y 12 con adición de fibras recicladas de polietileno con un curado normal de 28 días roturándose a 3 probetas a los 7,14,21,28 días. Al realizar nuestro diseño de mezcla para la ruptura a flexión nos pide una resistencia mínima para pisos industriales de  $45.67 \text{ kg/cm}^2$ , el grupo control nos brindó como resultado en un curado de 28 días una resistencia a flexión de  $53.37 \text{ kg/cm}^2$  y los testigos con adición de fibra de polietileno nos brindó una resistencia  $68.24 \text{ kg/cm}^2$  viendo así el gran aumento de resistencia con las fibras de polietileno cumpliendo así la resistencia mínima de las especificaciones técnicas.

- Se realizó los ensayos en laboratorio para poder obtener respuesta al objetivo N°1 definir las proporciones adecuadas de componentes del concreto para pisos industriales utilizando fibras recicladas de polietileno por medio del tipo de carga.

Se realizó un diseño de mezcla para un  $f'c$  250 donde se añadió fibras recicladas de polietileno  $2.5 \text{ kg/m}^3$  donde se colocó por viga  $13.68 \text{ gr}$ . Dándole un curado natural de 28 días donde se concluye con las rupturas que tienen una mayor resistencia que el concreto convencional, dando así que la proporción de fibra ayuda a mejorar nuestra resistencia a flexión.

- Se realizó en modelamiento en el software EverFe. 2.25 para poder contestar el Objetivo específico N°2 de determinar el espesor adecuado de las losas para pisos industriales utilizando fibras recicladas de polietileno mediante el tipo de carga.

El software EverFe 2.25 es una herramienta indispensable ante un análisis del pavimento en pisos industriales ya que ayuda a poder identificar los esfuerzos aplicados en los pisos industriales. Al poder realizar las

simulaciones con una dimensión de 3x3, pero con diferentes espesores y con variaciones de cargas en distintos puntos, se concluyó que la relación entre la carga y el esfuerzo van de la mano, a mayor carga y con menor espesor, se presentara mayores deformaciones en los pisos industriales.

Observando los resultados no da que con espesores menores presentaron mayores esfuerzos al ser aplicada con una carga de  $t_3s_3$ , pero con un espesor de 25 cm tiene una mayor resistencia que la de 20 cm y al ser simulaciones con un espesor de 30 cm los esfuerzos bajan, para un diseño de pisos industriales donde aplican una carga de 48 tn el rango de los espesores estará en 25 a 30 cm.

- Se realizo los ensayos en laboratorio para poder obtener las respuestas al objetivo específico N°3 ampliar la resistencia a flexión de las losas para pisos industriales utilizando fibras recicladas de polietileno en relación al tipo de carga.

Se realizo a vaciar las probetas 4 sin fibra y 12 con fibra donde nos pide alcanzar a los 28 días mayor igual al 100% de la resistencia de diseño. Al realizar la ruptura a los 28 días de curado las probetas con adición de fibras reciclada alcanzaron a un 149.38% ampliando así una mejor resistencia a flexión con fibra que una convencional.

## VII. RECOMENDACIONES

- Al usar el software EverFe 2.25 es importante nunca olvidarse los cambios climáticos ya que ello afecta constantemente hacia el pavimento para así poder obtener resultados mucho más exactos.
- Uno de los factores principales es el análisis de las cargas dinámicas para especificar en el software EverFe 2.25 ya que te pide acuerdo al eje, si no existe una buena identificación de cargas los resultados de los esfuerzos hacia el pavimento podrían ser los no adecuados para la identificación del problema.
- Se recomienda realizar un buen análisis ante la dosificación de la fibra teniendo en claro a que resistencia se quiere llegar ya que a mayor cantidad de fibra aumentara la resistencia que se requiere.
- Se recomienda el uso de fibras recicladas de polietileno en pisos industriales, toda vez que cumplan los requisitos de diseño.

## REFERENCIAS

RICARDO SALSILLI MURUA-Manual de Diseño de pisos Industriales-Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile (2018).

OMAR JAVIER SILVA – Fibras sintéticas para concreto (2017).

MEJÍA J. Y TORRES - Caracterización del comportamiento mecánico del concreto simple con adición de fibras poliméricas recicladas pet (universidad católica de Colombia).

RAMOS I. Y PEÑA M- Modelación numérica de pisos industriales considerando la variabilidad en la sollicitación de cargas (universidad católica de Colombia) (2014).

RIBERA B Y SOSA C - Mejoramiento en las propiedades físico, mecánicas y de durabilidad de un pavimento rígido, con la adición de fibras sintéticas estructurales universidad católica de ecuador (2010).

PIÑERO M Y HERRERA D - Proyecto de factibilidad económica para la fabricación de bloques con agregados de plástico reciclado pet. (2018)

CHAHUA J Y HUAYTA P - Fibra sintética estructural para la optimización del diseño de un pavimento rígido en la nueva planta farmago – huachipa lima (2018).

NÚÑEZ A - Optimización de espesores de pavimentos con aplicación de geo-sintéticos (2016).

HERRERA L Y POLO R - Estudio de las propiedades mecánicas del concreto en la ciudad de Arequipa (2017)

CHAPOÑAN J Y QUISPE J - 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. villamaría – nuevo Chimbote (2017)

REYES M - Diseño de un concreto con fibras de polietileno tereftalato (pet) reciclado para la ejecución de losas en el asentamiento humano amauta – ate – lima este (2018).

CABALLERO Y FLORES - Elaboración de bloques de cemento reutilizando el plástico polietileno – tereftalato como alternativa sostenible para la construcción (2016).

ING. OSWALDO D. CENTENO. sistemas de ecuaciones lineales. 2010.

HIGUERA S. Y PACHECO M - Revista ingenierías universidad de Medellín- patología de pavimentos articulados (2010).

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - Tráfico vial-lima Perú 2014.

HERNÁNDEZ Sampieri R., FERNÁNDEZ Collado C., BAPTISTA Lucio P. - Metodología de la investigación.

MENÉNDEZ Acurio J.- ICG ingeniería de pavimentos materiales, diseño y construcción.

HUAMÁN Guerrero N. - Deformación permanente en las mezclas asfálticas y el consecuente deterioro de los pavimentos asfálticos en el Perú.

MEJIA Mejia E. - metodología de la investigación científica.

PARIZACA Quispe R. (2015)- comportamiento y trabajabilidad y la resistencia a compresión de un concreto de alta resistencia inicial por adición de polímeros super absorbentes en la ciudad de Piura. Disponible en <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/2513>.

MORALES Carhuayano, M. - Estudio del comportamiento del concreto incorporado PET reciclado (2016)

TAMYOL K.- Técnicas de investigación (2011)

CARRASCO Diaz S. - Metodología de la investigación científica (2017)

HURTADO DE Barrera J. - Metodología de la investigación holística

SÁNCHEZ Sabogal, F. Módulo 3. Esfuerzos en Pavimentos Rígidos en línea.  
Bogotá: Escuela de Ingenieros citado 20 agosto, 2014.

MANUAL DE CARRETERAS DE SUELOS, GEOTECNIA Y PAVIMENTOS.  
SOFTWARE EVERFE 2.25.

HERNÁNDEZ Siampieri R. - Metodología de investigación 6ª edición.

DÁVILA (2006)- Método de investigación, Inductivo-Deductivo.

MORALES Carhuayano Y MILLER Roberto - Estudio del comportamiento del concreto incorporando PET reciclado - Disponible en [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI\\_345e22cdd589ee2b15ab04d502f63c8f/Details](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI_345e22cdd589ee2b15ab04d502f63c8f/Details).

HURTADO De Barrera J.- metodología de la investigación holística.  
Disponible en <https://ayudacontextos.files.wordpress.com/2018/04/jacqueline-hurtado-de-barrera-metodologia-de-investigacion-holistica.pdf>.

SANCHES C. - CARLOS Reyes R. - KATIA Mejia S. – manual de términos en investigación, científica tecnológica y humanista. – Disponible en <https://www.urp.edu.pe/pdf/id/13350/n/libro-manual-de-terminos-en-investigacion.pdf>.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES MTC E 107.

FERD Beer - RUSS Johnston (2008) - Mecánica de materiales.

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA ESTUDIOS DE SUELOS KLAFFER S.A.C.

UNIV. VERACRUZANA, MÉXICO, VILLEGAS, 2012 - Uso de materiales Reciclado.

NORMA TÉCNICA PERUANA 400.012. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.

NORMA TÉCNICA PERUANA 339.185. Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable del agregado secado.

NORMA TÉCNICA PERUANA 400.022. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa y absorción del agregado fino, 2013.

NORMA TÉCNICA PERUANA 400.037. Agregados para concreto, 2018. 23 pp.

ACI Committee 302, 2004.

LINK.

[https://www.google.com/search?q=esfuerzo+axial+o+normal&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiw6uH3w\\_DwAhV3lLkGHZxEcCrMQ\\_AUoAXoECAEQAw&biw=774&bih=699#imgrc=hEcVZMuW-8ygeM](https://www.google.com/search?q=esfuerzo+axial+o+normal&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwiw6uH3w_DwAhV3lLkGHZxEcCrMQ_AUoAXoECAEQAw&biw=774&bih=699#imgrc=hEcVZMuW-8ygeM)

<https://www.360enconcreto.com/Portals/%5BComunidad360%5D/foto1-web1.jpg>

<https://www.elconstructorcivil.com/2011/01/concreto-resistencia-la-flexion.html>

<http://www.revistacyt.com.mx/index.php/10-posibilidades-del-concreto/172-fisuracion-del-concreto-fisuracion-por-contraccion-termica-inicial-parte-ii>

<http://www.imcyc.com/revistact06/ago06/EUCO.pdf>.

## ANEXOS

### Anexo 1: Matriz de consistencia

TITULO: Fibras recicladas de polietileno en el diseño de pisos industriales para mejorar la resistencia a cargas estáticas y dinámicas

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variable e indicadores			Metodología
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variables	Dimensiones	Indicadores	METODO DE INVESTIGACION:
¿Cómo las fibras recicladas de polietileno en el diseño de pisos industriales mejorarían la resistencia a cargas estáticas y dinámicas?	Mejorar la resistencia a cargas estáticas y dinámicas utilizando las fibras recicladas de polietileno en el diseño de pisos industriales.	Las fibras recicladas de polietileno en el diseño de pisos industriales mejorarán la resistencia a cargas estáticas y dinámicas.	<b>V.I</b> Fibras recicladas  <b>V.D</b> Resistencia a cargas	-Proporción  -Esfuerzo a Flexión.	-%  -Kg/cm2	<b>METODO DE INVESTIGACION:</b> Hipotético deductivo  <b>DISEÑO DE INVESTIGACION:</b> Experimental <b>Gc (A):</b> Y1 $\rightleftharpoons$ X $\rightleftharpoons$ Y2 <b>Ge (A):</b> Y3 $\rightleftharpoons$ X $\rightleftharpoons$ Y4 Gc Observación sin fibra Ge Observación con fibra
Problema específico 1	Objetivo específico 2	Hipótesis específica 1	Variables	Dimensiones	Indicadores	TIPO DE INVESTIGACIÓN:
¿Con el tipo de carga se definiría las proporciones adecuadas de componentes del concreto para pisos industriales utilizando fibras recicladas de polietileno?	Definir las proporciones adecuadas de componentes del concreto para pisos industriales utilizando fibras recicladas de polietileno por medio del tipo de carga.	El tipo de carga definirá las proporciones adecuadas de componentes del concreto para pisos industriales utilizando fibras recicladas de polietileno	<b>V.I</b> Tipo de carga  <b>V.D</b> Proporción de componentes	-Estáticas -Dinámicas  cantidad	-Tn -Tn  - % de fibras, Kg, L, M3	<b>TIPO DE INVESTIGACIÓN:</b> Orientación: Aplicada  <b>NIVEL DE INVESTIGACIÓN</b> Correlacional  <b>POBLACIÓN</b> Pisos industriales varios
Problema específico 2	Objetivo específico 2	Hipótesis específica 2	Variables	Dimensiones	Indicadores	MUESTRA
¿Con el tipo de carga se determinaría el espesor adecuado de las losas para pisos industriales utilizando fibras recicladas de polietileno?	Determinar el espesor adecuado de las losas para pisos industriales utilizando fibras recicladas de polietileno mediante el tipo de carga.	El tipo de carga determinara el espesor adecuado de las losas para pisos industriales utilizando fibras recicladas de polietileno	<b>V.I</b> Tipo de carga  <b>V.D</b> Espesor de losa	-Estáticas -Dinámicas  -Espesor	-Tn -Tn  -M	<b>MUESTRA</b> Pisos industriales con fibra PET.  <b>TECNICAS DE OBTENCION DE DATOS:</b>  <b>Fuentes primarias:</b> Observación <b>Fuentes secundarias:</b> Textos, tesis, formatos de control, fichas
Problema específico 3	Objetivo específico 3	Hipótesis específica 3	Variables	Dimensiones	Indicadores	
¿Con el tipo de carga aplicada se ampliaría la resistencia a flexión de las losas para pisos industriales utilizando fibras recicladas de polietileno?	Ampliar la resistencia a flexión de las losas para pisos industriales utilizando fibras recicladas de polietileno en relación al tipo de carga.	El tipo de carga aplicada ampliara la resistencia a flexión de las losas para pisos industriales utilizando fibras recicladas de polietileno.	<b>V.I</b> Tipo de carga  <b>V.D</b> Resistencia a flexión	-Estáticas -Dinámicas  -Esfuerzo	-Tn -Tn  -Kg/cm2	

**Anexo 2:** Agregado fino para la dosificación



**Anexo 3:** Lavado del agregado fino.



**Anexo 4:** Secado del agregado fino.



**Anexo 5:** Agregado grueso para el diseño de mezcla.



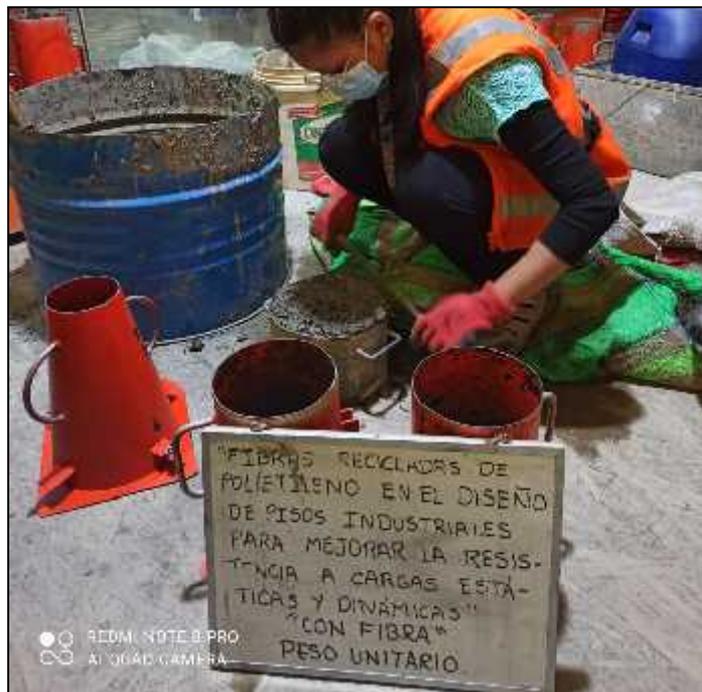
**Anexo 6:** Lavado del agregado grueso.



**Anexo 7:** Secado del agregado grueso.



**Anexo 8:** Peso unitario del agregado grueso.



**Anexo 9:** Peso unitario del agregado fino.



**Anexo 10:** Peso de la fibra de polietileno.



**Anexo 11:** Vaciado de probetas.



**Anexo 12:** Nivelación del Vaciado de probetas.



**Anexo 13:** Colocación para medir el Slump.



**Anexo 14:** Medición del Slump.



**Anexo 15:** Rotura de la probeta a los 07 días sin fibra.



**Anexo 16:** Rotura de la probeta.



**Anexo 17:** Rotura de la probeta.



# Anexo 18: Análisis granulométrico

Registrado mediante Resolución N°  
009178 -2020/DSD -

**Indecopi**



CERTIFICADO N° 00122965

**KLAFER S.A.C.**

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA  
ESTUDIOS DE SUELOS

SOLICITANTE : BACH. ING. LEANDRO PÉREZ, BEATRIZ FLORA Y BACH. ING. HUAMÁN PAUCAR, HENRY

PROYECTO : "FIBRAS RECICLADAS DE POLIETILENO EN EL DISEÑO DE PISOS INDUSTRIALES PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A CARGAS ESTÁTICAS Y DINÁMICAS"

FECHA EMIS. : 9 DE JUNIO DEL 2021

**NTE. E 080 CONCRETO ARMADO**

**ANÁLISIS DE AGREGADO FINO (arena gruesa):**

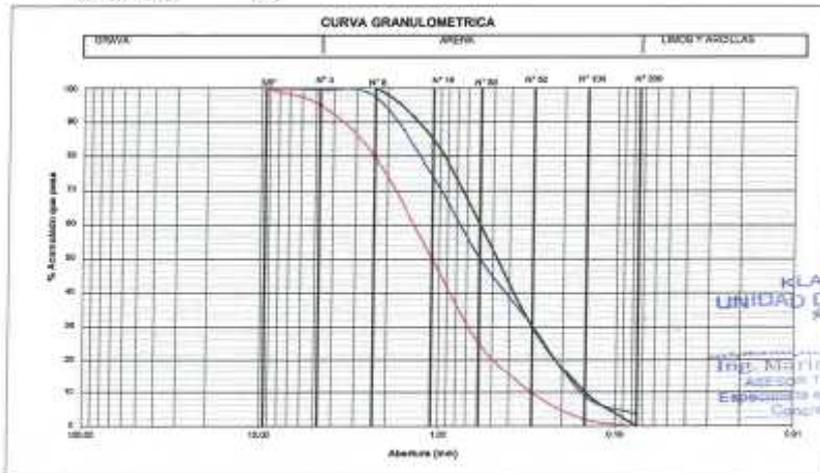
Peso Específico 2.96 gr/cm<sup>3</sup>  
 Humedad Natural 1.62 %  
 % Absorción 1.31 %  
 Peso Volumétrico Suelta 1684 kg/m<sup>3</sup>  
 Peso Volumétrico Compactado 1704 kg/m<sup>3</sup>

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO COMO SIGUE:**

Peso Muestra 500.00 grms.

TAMIZ	ABERTURA	%			LÍMITES		
		RETENIDO	RETENIDO	PASA	ACUMULADO	INFERIOR	SUPERIOR
3/8"	9.500	0.00	0.00	100.00	0.00	100	100
4	4.750	2.74	0.55	99.45	0.55	95	100
8	2.360	10.63	2.13	97.33	2.67	80	100
16	1.180	114.76	22.95	74.37	25.63	50	85
30	0.590	121.82	24.36	56.01	49.99	25	60
50	0.297	98.03	19.61	30.40	69.60	10	30
100	0.149	107.85	21.57	8.83	91.17	2	10
200	0.075	26.37	5.27	3.56	96.44	0	0
FONDO		17.80	3.56	0.00	100.00		
		482.20					

Modulo Fineza 2.40



**OBSERVACIONES:** Muestra recibida por el solicitante. El laboratorio, no se responsabiliza por la veracidad de la misma.  
 LOCAL HUANCAYO: AV. CALLES REALES 193 - 199 CHILCA HUANCAYO.  
 LOCAL TAMBO: PSJE CAMPOS IMBERENSA, TAMBORA.

LOCAL HUANCAYO:  
LOCAL TAMBO

RUC 20487134911  
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA, CONCRETO, ASPHALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIFORMES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACERO, DISEÑO DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DEBAGUE, ENSAYOS DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC..

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

KLAFER S.A.C.  
UNIDAD DE INGENIERÍA  
Ing. MERINO  
Acceso al Laboratorio CP-1000  
Especialista en Mecánica de Suelos  
Concreto y Asfalto

Fuente: Laboratorios científicos para estudios de suelos klafer S.A.C.

Anexo 19: Análisis del agregado grueso.

Registrado mediante Resolución N°  
009178 -2020/DSB -



**KLAFER S.A.C.**

**Indecopi**

CERTIFICADO N° 00122965

LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA  
ESTUDIOS DE SUELOS

SOLICITANTE : BACH. ING. LEANDRO PEREZ, BEATRIZ FLORA Y BACH. ING. HUAMAN PAUCAR, HENRY

PROYECTO : "FIBRAS RECICLADAS DE POLIETILENO EN EL DISEÑO DE PISOS INDUSTRIALES PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A CARGAS ESTÁTICAS Y DINÁMICAS"

FECHA EMIS. : 9 DE JUNIO DEL 2021

NTE. E 060 CONCRETO ARMADO

**ANALISIS DE AGREGADO GRUESO**

Peso Especifico 2,84 gr/cm3  
 Humedad Natural 1,09 %  
 % Absorción 0,99 %  
 Peso Volumétrico Suelto 1452 kg/m3  
 Peso Volumétrico Compactado 1517 kg/m3

**ANALISIS GRANULOMETRICO COMO SIGUE:**

Peso Muestra 5000.00 grms.

TAMIZ	TAMIZ	PESO		%	
		RETENIDO	RETENIDO	PASA	ACUMULADO
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	100.00	0.00
2"	50.00	0.00	0.00	100.00	0.00
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	100.00	0.00
1"	25.00	197.00	3.94	96.06	3.94
3/4"	19.00	1597.00	31.94	64.12	35.86
1/2"	12.50	1852.00	33.04	31.08	66.92
3/8"	9.50	1289.00	25.78	5.30	94.70
4	4.76	265.00	5.30	0.00	100.00
	FONDO	0.00	0.00	0.00	100.00

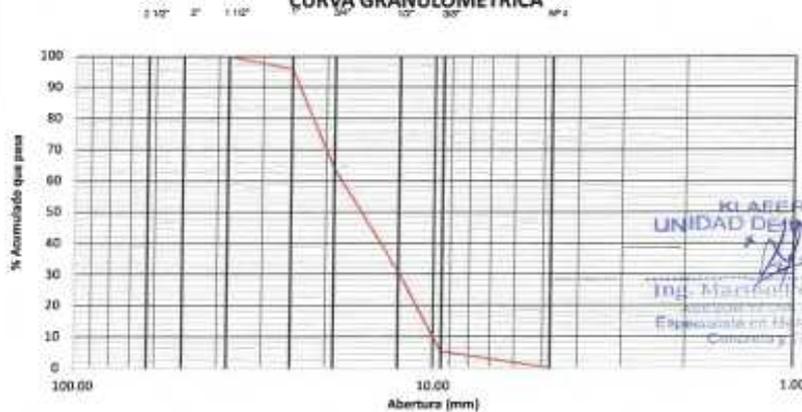
TAMAÑO MAXIMO  
NOMINAL

3/4"

Modulo Fineza

8.03

**CURVA GRANULOMETRICA**



RECOMENDACIONES : Material debe ser lavado antes de su uso en obra.  
 Eliminar partículas mayores a 1".

OBSERVACIONES : Muestra remitida por el solicitante. El laboratorio, no se responsabiliza por la veracidad de la misma.

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL METRO SUR LEONARDO RODRIGUEZ  
 LOCAL TAMBO : PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911  
 CEL. 945510188

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA EL  
 ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,  
 CONCRETO, ASFALTO, Y ENGAPOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, BÓCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERIA, MADERA, ACERO, DISEÑO  
 DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE  
 RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUERTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSB - Indecopi.

Fuente: Laboratorios científicos para estudios de suelos klafer S.A.C.

Anexo 20: Peso específico del agregado.

Registrado mediante Resolución N°  
009178 -2020/DSB-



**KLAFER S.A.C.**

**Indecopi**

CERTIFICADO N° 00122965

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA  
ESTUDIOS DE SUELOS

**SOLICITANTE** : BACH. ING. LEANDRO PÉREZ, BEATRIZ FLORA Y BACH. ING. HUAMÁN PAUCAR, HENRY

**PROYECTO** : "FIBRAS RECICLADAS DE POLIETILENO EN EL DISEÑO DE PISOS INDUSTRIALES PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A CARGAS ESTÁTICAS Y DINÁMICAS"

**FECHA EMIS.** : 9 DE JUNIO DEL 2021

**PROPIEDADES FÍSICAS DEL AGREGADO**

**PESO ESPECIFICO DE AGREGADO GRUESO (N.T.P. 400.021 ASTM C-127)**

**I. DATOS**

1	Peso de la Muestra Saturada con Superficie Seca	gr	3271
2	Peso de la Canastilla dentro del Agua	gr	604
3	Peso de la Muestra Saturada + Peso de la Canastilla dentro del Agua	gr	2736
4	Peso de la Muestra Saturada dentro del Agua	gr	2132
5	Peso de la Tara	gr	229
6	Peso de la Tara + Muestra Seca	gr	3468
7	Peso de la Muestra Seca	gr	3239

**II. RESULTADOS**

8	Peso Especifico de Masa	gr/cm <sup>3</sup>	2.84
9	Peso Especifico de Masa Saturada Superficialmente Seco	gr/cm <sup>3</sup>	2.87
10	Peso Especifico Aparente	gr/cm <sup>3</sup>	2.93
11	Porcentaje de Absorción	%	0.99

**PESO ESPECIFICO DE AGREGADO FINO (N.T.P. 400.022 ASTM C-128)**

**I. DATOS**

1	Peso de la Arena S.S.S.	gr	500.00
2	Peso del Balón Seco	gr	164.25
3	Peso de la Arena S.S.S. + Peso del Balón	gr	664.25
4	Peso de la Arena S.S.S. + Peso del Balón + Peso del Agua	gr	997.48
5	Peso del Agua	gr	333.23
6	Peso de la Tara	gr	217.32
7	Peso de la Tara + Arena Seca	gr	710.86
8	Peso de la Arena Seca	gr	493.54
9	Volumen del Balón	cm <sup>3</sup>	500.00

**II. RESULTADOS**

10	Peso Especifico de Masa	gr/cm <sup>3</sup>	2.96
11	Peso Especifico de Masa Saturada Superficialmente Seco	gr/cm <sup>3</sup>	3.00
12	Peso Especifico Aparente	gr/cm <sup>3</sup>	3.08
13	Porcentaje de Absorción	%	1.31

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSB - Indecopi.

KLAFER S.A.C.  
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Mapiro Peña Dueñas  
ASESOR TÉCNICO DE 780h  
Especialista en Mecánica de suelos  
Calometría y Geotécnica

LOCAL: HUANCAYO - AV. CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO  
LOCAL: TAMBÓ - PSE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC: 20487134911  
CEL: 945530186

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,  
CONCRETO, ASFALTO Y ENAYOS ESPECIALES

ESTUDIOS DE SUELOS, BOCAL AGREGADOS, UNIFORMES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACERO, ENAYO  
DE MEZCLAS CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE  
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA, DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Fuente: Laboratorios científicos para estudios de suelos klafer S.A.C.

Anexo 21: Peso unitario del agregado fino.

Registrado mediante Resolución N°  
009178 -2020/USD -



**KLAFER S.A.C.**

**Indecopi**

CERTIFICADO N° 00122965

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA  
ESTUDIOS DE SUELOS

SOLICITANTE : BACH. ING. LEANDRO PÉREZ, BEATRIZ FLORA Y BACH. ING. HUAMÁN PAUCAR, HENRY

PROYECTO : "FIBRAS RECICLADAS DE POLIETILENO EN EL DISEÑO DE PISOS INDUSTRIALES PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A CARGAS ESTÁTICAS Y DINÁMICAS"

FECHA EMIS. : 9 DE JUNIO DEL 2021

**PROPIEDADES FÍSICAS DEL AGREGADO**

**PESO UNITARIO DE AGREGADO FINO (N.T.P. 400.017 ASTM C-29)**

**I. PESO UNITARIO SUELTO**

			M-1	M-2	M-3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	gr	12351	12398	12142
2	Peso del Recipiente	gr	7066	7066	7066
3	Peso de la Muestra	gr	5285	5332	5076
4	volumen molde	cm3	3093	3093	3093
5	P.U.S. Humedo	kg/m3	1709	1724	1641
6	P.U.S. Seco	kg/m3	1661	1696	1615
7	Promedio P.U.S. Seco	kg/m3	1664		

**II. PESO UNITARIO COMPACTO**

			M-1	M-2	M-3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	gr	12414	12439	12416
2	Peso del Recipiente	gr	7066	7066	7066
3	Peso de la Muestra	gr	5348	5373	5350
4	volumen molde	cm3	3093	3093	3093
5	P.U.S. Humedo	kg/m3	1729	1737	1730
6	P.U.S. Seco	kg/m3	1701	1709	1702
7	Promedio P.U.S. Seco	kg/m3	1704		

**III. HUMEDAD**

1	Peso de la Tara	gr	56.52
2	Peso de la Tara + Muestra Humeda	gr	165.90
3	Peso de la Tara + Muestra Seca	gr	164.16
4	Peso del Agua Contenida (2-3)	gr	1.74
5	Peso de la Muestra Seca (3-1)	gr	107.63
6	Contenido de Humedad (4/5*100)	%	1.62

KLAFER SAC  
UNIDAD DE INGENIERIA  
A.   
Ing. Marina Peña Dueñas  
ASESOR TÉCNICO CIP: 7800  
Especialista en Mecánica de Suelos,  
Concreto y Hierro

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/USD - Indecopi.

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.  
LOCAL TAMBHO : PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.F.

RUC 20487134911  
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,  
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALIZADOS.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERIA, MADERA, ACERO, DISEÑO  
DE MEZCLAS CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE  
RESISTENCIA ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

**Fuente:** Laboratorios científicos para estudios de suelos klafer S.A.C.

Anexo 22: Peso unitario del agregado grueso.

Registrado mediante Resolución N°  
009178 - 2020/DSD -



**KLA FER S.A.C.**

**Indecopi**

CERTIFICADO N° 0022965

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA  
ESTUDIOS DE SUELOS

SOLICITANTE : BACH. ING. LEANDRO PÉREZ, BEATRIZ FLORA Y BACH. ING. HUAMÁN PAUCAR, HENR

PROYECTO : "FIBRAS RECICLADAS DE POLIETILENO EN EL DISEÑO DE PISOS INDUSTRIALES PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A CARGAS ESTÁTICAS Y DINÁMICAS"

FECHA EMIS. : 9 DE JUNIO DEL 2021

**PROPIEDADES FÍSICAS DEL AGREGADO**

**PESO UNITARIO DE AGREGADO GRUESO (N.T.P. 400.017 ASTM C-29)**

**I. PESO UNITARIO SUELTO**

			M-1	M-2	M-3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	gr	11599	11634	11583
2	Peso del Recipiente	gr	7066	7066	7066
3	Peso de la Muestra	gr	4533	4568	4517
4	volumen molde	cm <sup>3</sup>	3093	3093	3093
5	P.U.S. Humedo	kg/m <sup>3</sup>	1466	1477	1461
6	P.U.S. Seco	kg/m <sup>3</sup>	1450	1461	1445
7	Promedio P.U.S. Seco	kg/m <sup>3</sup>		1452	

**II. PESO UNITARIO COMPACTO**

			M-1	M-2	M-3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	gr	11816	11809	11801
2	Peso del Recipiente	gr	7066	7066	7066
3	Peso de la Muestra	gr	4750	4743	4735
4	volumen molde	cm <sup>3</sup>	3093	3093	3093
5	P.U.S. Humedo	kg/m <sup>3</sup>	1536	1534	1531
6	P.U.S. Seco	kg/m <sup>3</sup>	1519	1517	1514
7	Promedio P.U.S. Seco	kg/m <sup>3</sup>		1517	

**III. HUMEDAD**

1	Peso de la Tara	gr	52.25
2	Peso de la Tara + Muestra Humeda	gr	187.03
3	Peso de la Tara + Muestra Seca	gr	185.58
4	Peso del Agua Contenta (2-3)	gr	1.45
5	Peso de la Muestra Seca (3-1)	gr	133.33
6	Contenido de Humedad (4/5)*100	%	1.09

KLA FER SAC  
UNIDAD DE INGENIERÍA  
Ing. Marino Peña Dueñas  
ASESOR TÉCNICO OBR-78999  
Especialista en Mecánica de Suelos,  
Cimentación y Geotecnia

Registrado mediante Resolución N° 009178 - 2020/DSD - Indecopi.

LOCAL HUANCAYO : AV. CALLE REAL 443 - 445 CHILCA HUANCAYO.  
LOCAL TAMBÓ : PSE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911  
CEL 945510108

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,  
CONCRETO ASFALTO, ENSAYOS ESPECIALES

ESTUDIOS DE CIMENTACIONES, OBRAS DE OBRA DE ALBAÑILERIA, MADERA, ACERO, MORTERO  
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE  
RESISTENCIA ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

Fuente: Laboratorios científicos para estudios de suelos klafer S.A.C.

Anexo 23: Diseño de mezcla.

Registrado mediante Resolución N°  
009178 -2020/DSD -



**KLA FER S.A.C.**

**Indecopi**

CERTIFICADO N° 00122965

LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA  
ESTUDIOS DE SUELOS

EXPEDIENTE : 231.2021  
SOLICITANTE : BACH. ING. LEANDRO PÉREZ, BEATRIZ FLORA Y BACH. ING. HUAMÁN PAUCAR, HENRY  
PROYECTO : "FIBRAS RECICLADAS DE POLIETILENO EN EL DISEÑO DE PISOS INDUSTRIALES PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A CARGAS ESTÁTICAS Y DINÁMICAS"  
FECHA EMIS. : 9 DE JUNIO DEL 2021

**DISEÑO DE MEZCLA f'c 250 Kg/cm<sup>2</sup>**

**1.- DATOS RESUMEN**

PROPIEDADES	FE	FUC	FUS	%A3	%W	MF
CEMENTO	3.15					
AGREGADO FINO	2.96	1704	1664	1.31	1.62	2.40
AGREGADO GRUESO	2.84	1517	1452	0.97	1.07	8.03

**2.- SIJUMP**

**3.- TMN**

**4.- AGUA**

4' 3/4" 200.00 Litros

**5.- ARE ATRAPADO**

2 % 002

**6.- RESISTENCIA PROMEDIO REQUERIDA f'cr**

f'c 250 kg/cm<sup>2</sup>  
f'cr 334 kg/cm<sup>2</sup>

**7.- RELACION AGUA CEMENTO A/C**

A/C 0.50  
cantidad de cemento  
421.97 kg  
9.93 bte

**8.- APORTE DEL AGREGADO GRUESO**

volumen AG 0.66  
peso AG 1061.29 kg

**9.- VOLUMENES ABSOLUTOS**

CEMENTO 0.134 m<sup>3</sup>  
AGUA 0.200 m<sup>3</sup>  
AIRE 0.020 m<sup>3</sup>  
VOLUMEN AG 0.374 m<sup>3</sup>  
0.728 m<sup>3</sup>  
VOLUMEN AF 0.272 m<sup>3</sup>

**10.- PESO DEL AGREGADO FINO**

Peso AF 853.43 kg

**11.- PRESENTACION EN SECO**

CEMENTO 421.97 kg  
AF 853.43 kg  
AG 1061.29 kg  
AGUA 200.00 litros

**12.- CORRECCION POR HUMEDAD**

AF 867.26 kg  
AG 1072.86 kg

**13.- APORTE DE AGUA**

AF 2.65 litros  
AG 1.06 litros  
3.71

**14.- AGUA EFECTIVA**

AE 196.29 litros

KLA FER S.A.C.  
UNIDAD DE INGENIERIA

Ing. Marino Peña Dueñas  
ASESOR TÉCNICO CIB. FOSSE  
Especialista en Mezclas de suelos  
Concreto y Geotécnica

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.  
LOCAL TAMBÓ : PS/E CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911  
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTIFICOS PARA EL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA, CONCRETOS, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERIA, MAJERA, ACERO, DISEÑO DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESARQUE, ENSAYOS DE RESISTIVIDAD ELECTRICA LE PUESTA A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

**Fuente:** Laboratorios científicos para estudios de suelos klafer S.A.C.

Anexo 24: Continuación del diseño de mezcla.

Registrado mediante Resolución N°  
009178 -2020/DSD -



**KLAFER S.A.C.**

**Indecopi**

CERTIFICADO N° 00122965

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA  
ESTUDIOS DE SUELOS

SOLICITANTE : BACH. ING. LEANDRO PÉREZ, BEATRIZ FLORA Y BACH. ING. HUAMÁN PAUCAR, HENRY

PROYECTO : "FIBRAS RECICLADAS DE POLIETILENO EN EL DISEÑO DE PISOS INDUSTRIALES PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A CARGAS ESTÁTICAS Y DINÁMICAS"

FECHA CMIS. : 9 DE JUNIO DEL 2021

**DISEÑO DE MEZCLA f'c 250 Kg/cm2**

15.- PROPORCIÓN EN PESO (kg)

CEMENTO	AF	AG	AGUA
421.97	867.26	1072.86	196.29

16.- PROPORCIÓN EN VOLUMEN (Pie 3)

CEMENTO	AF	AG	AGUA
421.97	18.11	25.82	196.29

**RESUMEN DEL DISEÑO EN OBRA**

MATERIALES	Proporción en peso (kg)	Volumen en peso seco (Pie 3)
CEMENTO	1	1
AGREGADO FINO	2.06	1.82
AGREGADO GRUESO	2.54	2.60
AGUA	0.47	19.77

BOLSAS DE CEMENTO 9.93 bol/m3

KLAFER S.A.C.  
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Mario Peña Dueñas  
ASESOR TÉCNICO CIP- 78000  
Especialista en Mecánica de suelos  
Concreto y Geotécnica

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

LOCAL HUANCAYO: AV CALLE REAL, 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.  
LOCAL TAMBHO: PUNTA CAMPOS 143 PUNTA HUANCAYO

RUC 20487134911  
CEL 945510100

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA, CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACERO, DISEÑO DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, RESAGUE, ENSAYOS DE RESISTENCIA ELÉCTRICA DE PUNTA A TIERRA, ETC.

Fuente: Laboratorios científicos para estudios de suelos klafer S.A.C.

Anexo 25: Ruptura de probetas a los 07 días sin fibra.

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD -



**Indecopi**



**KLAFER S.A.C.**

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA ESTUDIOS DE SUELOS

CERTIFICADO N° 00122965

ESTUDIO : JULIO  
 SOLICITANTE : BACH ING. LEANDRO PÉREZ, BEATRIZ FLORA Y BACH ING. JUANMÁN PALCAR, IDENY

OBRA : "FIBRAS RECICLADAS DE POLIETILENO EN EL DISEÑO DE PISOS INDUSTRIALES PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A CARGAS ESTÁTICAS Y DINÁMICAS"

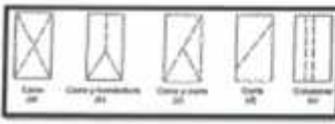
FECHA : 11 DE JULIO DEL 2021

---

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS**  
TÍTULO DE CANTON 10 junio 2019

N°	FECHA DE VOUCHER	FECHA DE RUPTURA	DIAM. (mm)	ÁREA (mm²)	EDAD (DÍAS)	CARGA MÁXIMA (kg)	TIRÓN MÁXIMO	F. DE RUP. (kg/cm²)	SALICICINIO	TIPO DE FALTA	COMENTARIOS
1	05/06/2021	12/06/2021	25	176.72	7	40310.4	228.1	230	21.24%		SIN FIBRA RECICLADA DE POLIETILENO

02304	TIPO DE COMPRESIÓN DE SUELO
02305	TIPO DE COMPRESIÓN DE SUELO
02306	TIPO DE COMPRESIÓN DE SUELO



---

El presente documento no deberá ser utilizado sin autorización expresa del Laboratorio para emitir una certificación en el territorio del Perú. Reserva de todos los derechos.

**KLAFER SAC**  
**UNIDAD DE INGENIERÍA**

Ing. Marijo Peña Dueñas  
 ASISTENTE TÉCNICO CIP 74931  
 Especialista en Mecánica de Suelos  
 Geotecnia y Geotecnia

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.  
 LOCAL TAMBÓ : PSE CAMPOS 143 FRENTE O.J.C.P.

RUC 20487134911  
 DCL 945530108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA, CONCRETO, ASPHALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCKS, AGREGADOS, UNDADES DE ALUMBRERIA, MADERA, ACERO, OBRERO DE MEZCLAS CONCRETOS, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUERTA A TIERRA, ETC.

**Fuente:** Laboratorio KAFLEER S.A.C.

**Anexo 26:** Ruptura de la probeta N°1 a los 07 días con fibra.

Registrado mediante Resolución N°  
009178 -2020/DSD -

**Indecopi**



CERTIFICADO N° 00122965

**KLAFLER S.A.C.**

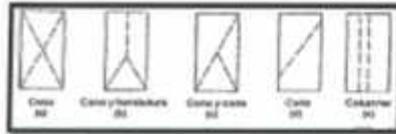
LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA  
ESTUDIOS DE SUELOS

ESTUDIO : JULIO  
SOLICITANTE : BACH. ING. LEONARDO PÉREZ, BEATRIZ FLORA Y BACH. ING. HUAMÁN FAUCAR, HENRY  
OBRA : "FIBRAS RECICLADAS DE POLIETILENO EN EL DISEÑO DE PISOS INDUSTRIALES PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A CARGAS ESTÁTICAS Y DINÁMICAS"  
FECHA : 13 DE JULIO DEL 2021

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS**  
ESTÁNDAR DE CONCRETO ASTM C - 39

N°	FECHA DE VACADO	FECHA DE RUPTURA	DIAM. (cm)	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	EDAD (DÍAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg)	TENSIÓN MÁXIMA	F <sub>c</sub> DISEÑO (Kg/cm <sup>2</sup> )	SALICANDADO	TIPO DE FALLA	OBSERVACION
2	05/06/2021	12/06/2021	15	176.72	7	480600	49021.2	277.4	250	110.90%		CON FIBRA RECICLADAS DE POLIETILENO

40 DÍAS	---NIVEL DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
14 DÍAS	---NIVEL DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
07 DÍAS	---NIVEL DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO



Observación : Muestra destruida por el volcadero. El fabricante es responsable por la veracidad de las muestras.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBE REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (LAW 19822/INDECOP/SP/004/1993)

**KLAFLER S.A.C.**  
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Martín Peña Dueñas  
ASESOR TÉCNICO CIP 19938  
Especialista en Mecánica de suelos  
Concreto y Geotecnia

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO,  
LOCAL TAMBÓ : PSE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911  
CEL 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,  
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, SOCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALMAJILERIA, MADERA, ACERO, DISEÑO  
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE  
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUEBLO A TIERRA, ETC.

**Fuente:** Laboratorio KAFLE S.A.C.

**Anexo 27:** Ruptura de la probeta N°2 a los 07 días con fibra.

Registrado mediante Resolución N°  
009178 -2020/DSD -

**Indecopi**



CERTIFICADO N° 00122965

**KLAFLER S.A.C.**

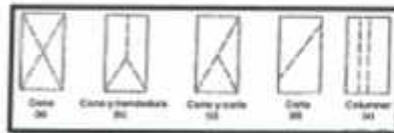
LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA  
ESTUDIOS DE SUELOS

ESTUDIO : 25230  
SOLICITANTE : BACH. ING. LEANDRO PÉREZ, BEATRIZ FLORA Y BACH. ING. HUMÁN PAUCAR, HENRY  
OBRA : "FIBRAS RECICLADAS DE POLIETILENO EN EL DISEÑO DE PISOS INDUSTRIALES PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A CARGAS ESTÁTICAS Y DINÁMICAS"  
FECHA : 13 DE JULIO DEL 2021

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS  
ESTÁNDAR DE CONCRETO ASTM C - 39**

N°	FECHA DE VACUNDO	FECHA DE RUPTURA	DIAM. (mm.)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	EDAD (DÍAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg.)	TENSIÓN MÁXIMA	F <sub>1</sub> DISEÑO (Kg/cm <sup>2</sup> )	SALCANTADO	TIPO DE FALLA	OBSERVACION
3	05/06/2021	12/06/2021	15	176.72	7	614400	62668.8	354.6	230	141.85%		CON FIBRA RECICLADAS DE POLIETILENO

07 DÍAS	==MÍNIMO DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
14 DÍAS	==MÍNIMO DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
28 DÍAS	==MÍNIMO DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO



Observación : Muestra recibida por el solicitante. El laboratorio no es responsable por la veracidad de los resultados.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ EMPLEARSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD, SIN PERJURIA (INFORM. SP/INM. 1991)

**KLAFLER SAC  
UNIDAD DE INGENIERÍA**

Ing. Marjito Peña Dueñas  
ASESOR TÉCNICO CAP 18035  
Especialista en Mecánica de suelos  
Concreto y Geotecnia

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi

LOCAL HUANCAYO : 4V CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO,  
LOCAL TAMBO : PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911  
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,  
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGRICULTOS, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACERO, DISEÑO  
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESNUE, ENSAYOS DE  
RESISTENCIA ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

**Fuente:** Laboratorio KAFLER S.A.C.

**Anexo 28:** Ruptura de la probeta N°3 a los 07 días con fibra.

Registrado mediante Resolución N°  
009178 -2020/D5D -

**Indecopi**



CERTIFICADO N° 00122965

**KLAFLER S.A.C.**

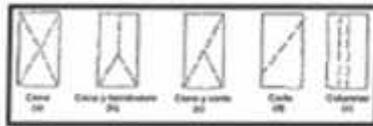
LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA  
ESTUDIOS DE SUELOS

ESTUDIO : SUELO  
SOLICITANTE : BACH. ING. LEANDRO PÉREZ, BEATRIZ FLORA Y BACH. ING. NEJAMÁN PAUCAR, HENRY  
OBRA : "FIBRAS RECICLADAS DE POLIÉTFLENO EN EL DISEÑO DE PISOS INDUSTRIALES PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A CARGAS ESTÁTICAS Y DINÁMICAS"  
FECHA : 03 DE JULIO DEL 2021

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS**  
ESTÁNDAR DE CONCRETO ASTM C-39

N°	FECHA DE VENCIDO	FECHA DE RUPTURA	DIAM. (mm)	ÁREA (mm²)	EDAD (DÍAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg.)	TENSIÓN MÁXIMA	Fx (N/mm²)	ALCANCE	TIPO DE FALLA	COMENTARIOS
4	05/06/2021	12/06/2021	15	176.72	7	575600	58711.2	332.2	250	132.89%		CON FIBRA RECICLADAS DE POLIÉTFLENO

05 DÍAS	---Módulo de elasticidad de concreto
14 DÍAS	---Módulo de elasticidad de concreto
28 DÍAS	---Módulo de elasticidad de concreto



**Observación** : Muestra vertida por el lado frente. El alambrito no se imprimó bien por la humedad de las probetas.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SINO QUE LA REPRODUCCIÓN DEBE EN SU FORMACIÓN CONTENER LA SIGUIENTE INFORMACIÓN:

**KLAFLER S.A.C.**  
**UNIDAD DE INGENIERÍA**

Ing. Mario Peña Dueñas  
ASESOR TÉCNICO CP 18004  
Especialista en Mecánica de suelos  
Concreto y Geotécnica

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/D5D - Indecopi.

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.  
LOCAL TAMBÓ : PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911  
CEL 945510100

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,  
CONCRETO, ASPHALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGRICULTORES, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACERO, DISEÑO  
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGÜE, ENSAYOS DE  
RESISTENCIA ELÉCTRICA, DE PUESTA A TIERRA, ETC.

**Fuente:** Laboratorio KAFLEER S.A.C.

**Anexo 29:** Ruptura de la probeta N°1 a los 14 días sin fibra.

Registrado mediante Resolución N°  
009178 -2020/DSD -

**Indecopi**



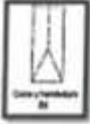
CERTIFICADO N° 00122965

**KLAER S.A.C.**

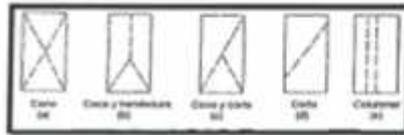
LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA  
ESTUDIOS DE SUELOS

ESTUDIO : JULIO  
SOLICITANTE : BACH. ING. LEANDRO PÉREZ, BEATRIZ FLORA Y BACH. ING. HUAMÁN FAUCAR, HENRY  
OBRA : "FIBRAS RECICLADAS DE POLIETILENO EN EL DISEÑO DE PISOS INDUSTRIALES PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A CARGAS ESTÁTICAS Y DINÁMICAS"  
FECHA : 13 DE JULIO DEL 2021

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS**  
ESTÁNDAR DE CONCRETO ASTM C - 39

N°	FECHA DE VACIADO	FECHA DE RUPTURA	DIAM. (cm.)	ÁREA (cm²)	EDAD (DÍAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg.)	TENSIÓN MÁXIMA	Fx DISEÑO (kg/cm²)	ALCANTADO	TIPO DE FALLA	OBSERVACION
1	05/06/2021	19/06/2021	15	176.72	14	421200	42962.4	243.1	250	97.25%		SIN FIBRA RECICLADAS DE POLIETILENO

14 DÍAS	==== DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
14 DÍAS	==== DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
14 DÍAS	==== DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO



Observación : Muestra recibida por el solicitante. El laboratorio no es responsable por la exactitud de los resultados.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBE REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SINO QUE LA REPRODUCCIÓN DEBE EN SU TOTALIDAD SER A PERSONA INDECOPÍ - SP (DICIEMBRE 1995)

**KLAER SAC**  
**UNIDAD DE INGENIERÍA**

Ing. Marijo Peña Dueñas  
ASESOR Y CENCOS CIP 79036  
Especialista en Mecánica de suelos  
Concreto y Geotecnia

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO,  
LOCAL TAMBÓ : PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911  
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,  
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, ACREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACERO, TUBOS  
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE  
RESISTENCIA ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

**Fuente:** Laboratorio KAFLER S.A.C

**Anexo 30:** Ruptura de la probeta N°2 a los 14 días con fibra de polietileno.

Registrado mediante Resolución N°  
009178 -2020/DSO -

**Indecopi**



CERTIFICADO N° 00122965

**KLAFLER S.A.C.**

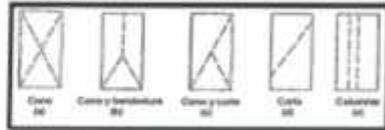
LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA  
ESTUDIOS DE SUELOS

ESTUDIO : JULIO  
SOLICITANTE : BACH. ING. LEANDRO PÉREZ, BEATRIZ FLORA Y BACH. ING. HUAMÁN PALCAR, HENRY  
OBRA : "FIBRAS RECICLADAS DE POLIETILENO EN EL DISEÑO DE PISOS INDUSTRIALES PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A CARGAS ESTÁTICAS Y DINÁMICAS"  
FECHA : 13 DE JULIO DEL 2021

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS**  
ESTÁNDAR DE CONCRETO ASTM C-39

N°	FECHA DE VACADO	FECHA DE RUPTURA	DIAM. (mm)	AREA (cm²)	EDAD (DÍAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg)	TENSIÓN MÁXIMA	F <sub>c</sub> DISEÑO (kg/cm²)	ALCANZADO	TIPO DE MALLA	OBSERVACION
2	05/06/2021	18/06/2021	15	176.72	14	535400	54610.8	309.0	250	123.61%		CON FIBRA RECICLADA DE POLIETILENO

28 (DÍAS)	==>NIVEL DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
14 (DÍAS)	==>NIVEL DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
07 (DÍAS)	==>NIVEL DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO



advertencia: Nuestra certifica por el certificado. El laboratorio no se responsabiliza por la exactitud de los resultados.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SACIENDO QUE LA REPRODUCCIÓN HECHA EN SU TOTALIDAD O EN SU PARTE VIOLAN LAS LEYES N° 27104, 27105, 27106, 27107, 27108, 27109, 27110, 27111, 27112, 27113, 27114, 27115, 27116, 27117, 27118, 27119, 27120, 27121, 27122, 27123, 27124, 27125, 27126, 27127, 27128, 27129, 27130, 27131, 27132, 27133, 27134, 27135, 27136, 27137, 27138, 27139, 27140, 27141, 27142, 27143, 27144, 27145, 27146, 27147, 27148, 27149, 27150, 27151, 27152, 27153, 27154, 27155, 27156, 27157, 27158, 27159, 27160, 27161, 27162, 27163, 27164, 27165, 27166, 27167, 27168, 27169, 27170, 27171, 27172, 27173, 27174, 27175, 27176, 27177, 27178, 27179, 27180, 27181, 27182, 27183, 27184, 27185, 27186, 27187, 27188, 27189, 27190, 27191, 27192, 27193, 27194, 27195, 27196, 27197, 27198, 27199, 27200.

**KLAFLER SAC**  
**UNIDAD DE INGENIERÍA**

Ing. Marino Peña Dueñas  
ASESOR TÉCNICO CIP 78828  
Especialista en Mecánica de Suelos  
Cálculo y Geotecnia

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSO - Indecopi

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.  
LOCAL TAMBOPATA : PJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134913  
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA, CONCRETOS, ASPHALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBARILEXIA, MADERA, ACERO, DISEÑO DE MEZCLAS, CONCRETOS, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AREJA, DESAGÜE, ENSAYOS DE RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUNTA A TIERRA, ETC.

**Fuente:** Laboratorio KAFLEER S.A.C

**Anexo 31:** Ruptura de la probeta N°3 a los 14 días con fibra de polietileno.

Registrado mediante Resolución N°  
009178 -2020/DSB -



**KLAFLER S.A.C.**

**Indecopi**

CERTIFICADO N° 00122965

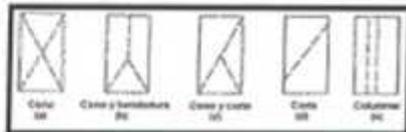
LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA  
ESTUDIOS DE SUELOS

ESTUDIO : / FOLIO  
SOLICITANTE : BACH. ING. LEANDRO PÉREZ, BEATRIZ FLORA Y BACH. ING. HUAMÁN PAUCAR, HENRY  
OBRA : "FIBRAS RECICLADAS DE POLIETILENO EN EL DISEÑO DE PISOS INDUSTRIALES PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A CARGAS ESTÁTICAS Y DINÁMICAS"  
FECHA : 13 DE JULIO DEL 2021

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS  
ESTÁNDAR DE CONCRETO ASTM C 111**

N°	FECHA DE VENCIDO	FECHA DE RUPTURA	DIAM. (mm)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	EDAD (DÍAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg)	TENSIÓN MÁXIMA	Fc DISEÑO (Kg/cm <sup>2</sup> )	% ALCANZADO	TIPO DE FALLA	OBSERVACION
3	05/06/2021	15/06/2021	15	176.72	14	684200	68788.4	394.9	250	157.97%		CON FIBRA RECICLADAS DE POLIETILENO

47 DÍAS	==>= DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
14 DÍAS	==>= DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
28 DÍAS	==>= DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO



Observación : Muestra recibida por el subcontrato. El laboratorio no se responsabiliza por la veracidad de los resultados.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE EN AUTORIDAD O EN FOLIO DEL UNICAFORNO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPÍ (07-2004-1283))

**KLAFLER SAC  
UNIDAD DE INGENIERÍA**

Ing. Mario Peña Dueñas  
ASESOR TÉCNICO CIP 78004  
Especialista en Mecánica de suelos  
Consultoría y Gestión

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSB - Indecopi

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CERCA HUANCAYO.  
LOCAL TAMBHO : PSE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911  
CCL 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,  
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, LOCAL ACERADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACERO, ENSAYO  
DE MEZCLAS CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE  
RESISTENCIA ELÉCTRICA DE PUERTA A TIERRA, ETC.

**Fuente:** Laboratorio KAFLER S.A.C

**Anexo 32:** Ruptura de la probeta N°4 a los 14 días con fibra de polietileno.

Registrado mediante Resolución N°  
009178 - 2020/DSD -

**Indecopi**



CERTIFICADO N° 00122965

**KLAFER S.A.C.**

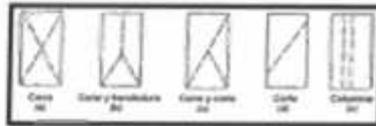
LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA  
ESTUDIOS DE SUELOS

ESTUDIO : (RUBRO)  
SOLICITANTE : BACEL ING. LEANDRO FÉREZ, BEATRIZ FLORA Y BACEL ING. BRAMÁN FAJCAK, HENRY  
OBRA : "FIBRAS RECICLADAS DE POLIETILENO EN EL DISEÑO DE PISOS INDUSTRIALES PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A CARGAS ESTÁTICAS Y DINÁMICAS"  
FECHA : 13 DE JULIO DEL 2021

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS  
ESTÁNDAR DE CONCRETO ASTM C - 39**

N°	FECHA DE VINCULO	FECHA DE RUPTURA	DIAM. (mm.)	AREA (cm²)	EDAD (DÍAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg.)	TENSIÓN MÁXIMA	F <sub>t</sub> SISTEMA (kg/cm²)	ALCANTARADO	TIPO DE FALLA	COMBINACION
4	05/06/2021	19/06/2021	75	176.72	14	615400	62770.8	355.2	250	142.08%		CON FIBRA RECICLADAS DE POLIETILENO

47 DÍAS	==== DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
14 DÍAS	==== DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
28 DÍAS	==== DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO



PREPARACIÓN: Muestra sometida por el solicitante. El laboratorio no se responsabiliza por la preparación de las muestras.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBE REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD POR UNA PERSONA FÍSICA, DENTRO DEL PAÍS.

**KLAFER SAC  
UNIDAD DE INGENIERIA**

Ing. Mario Peña Dueñas  
ASISTENTE TÉCNICO CIP: 78326  
Especialista en Mecánica de suelos  
Concreto y Opescuras

Registrado mediante Resolución N° 009178 - 2020/DSD - Indecopi.

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.  
LOCAL TAMBO : PSE CAMPOS 143 PRENTE U.N.C.P.

MUC 20487134911  
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,  
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, ACRIBADOS, UNIDADES DE EJECUCIÓN, MADERA, ACERO, DISEÑO  
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE  
RESISTENCIA ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

**Fuente:** Laboratorio KAFLER S.A.C.

**Anexo 33:** Ruptura de la probeta N°1 a los 21 días sin fibra de polietileno.

Registrada mediante Resolución N°  
009176 -2020/DSD -

**Indecopi**



CERTIFICADO N° 00122965

**KLAFLER S.A.C.**

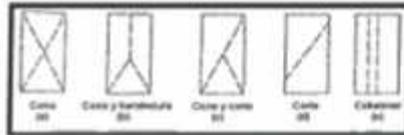
LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA  
ESTUDIOS DE SUELOS

ESTUDIO : JULIO  
SOLICITANTE : BACH. ING. LEANDRO PÉREZ, BEATRIZ FLORA Y BACH. ING. HUAMÁN PAUCAR, HENRY  
OBRA : "FIBRAS RECICLADAS DE POLIETILENO EN EL DISEÑO DE PISOS INDUSTRIALES PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A CARGAS ESTÁTICAS Y DINÁMICAS"  
FECHA : 13 DE JULIO DEL 2021

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS**  
ESTÁNDAR DE CONCRETO ASTM C - 39

N°	FECHA DE VENCEADO	FECHA DE RUPTURA	DIAM. (mm)	ÁREA (mm²)	EDAD (DÍAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg)	TENSIÓN MÁXIMA	F'c DISEÑO (Kg/cm²)	% ALCANZADO	TIPO DE FALLA	OBSERVACION
1	05/06/2021	26/06/2021	15	176.72	21	449200	45818.4	299.3	250	109.71%		SIN FIBRA RECICLADAS DE POLIETILENO

10 DÍAS	MODULO DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
14 DÍAS	MODULO DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
28 DÍAS	MODULO DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO



**Observación:** Muestra enviada por el solicitante. El laboratorio no se responsabiliza por la veracidad de los resultados.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ EMPLEARSE SIN AUTORIZACIÓN ESPECÍFICA DEL LABORATORIO, SALVO CON LA REPRODUCCIÓN DEL LOGO DE LA AUTORIDAD (SIN PERJUICIO INDECOPI) DE OTRA FORMA.

**KLAFLER S.A.C.**  
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Marijo Peña Dueñas  
ASESOR TÉCNICO CIP 78096  
Especialista en Mecánica de suelos  
Concreto y Cimentación

Registrado mediante Resolución N° 009176 -2020/DSD - Indecopi.

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.  
LOCAL TAMBHO : PSJR CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20467134911  
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,  
CONCRETO, ASFALTO Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACERO, COQUE,  
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGÜE, ENSAYOS DE  
RESISTENCIA ELÉCTRICA DE PUERTA A TIERRA, ETC.

**Fuente:** Laboratorio KAFLER S.A.C

**Anexo 34:** Ruptura de la probeta N°2 a los 21 días con fibra de polietileno.

Registrado mediante Resolución N°  
009178 -2020/DSD -

**Indecopi**



CERTIFICADO N° 00122965

**KLAFLER S.A.C.**

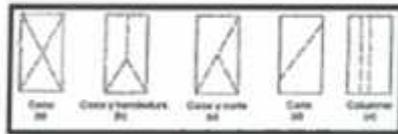
LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA  
ESTUDIOS DE SUELOS

ESTUDIO : JULIO  
SOLICITANTE : BACFI, DRG. LEONARDO PÉREZ, BEATRIZ FLORA Y BACFI, ING. HIDAMÁN PAUCAR, RENNY  
OBRA : "FIBRAS RECICLADAS DE POLIETILENO EN EL DISEÑO DE PISOS INDUSTRIALES PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A CARGAS ESTÁTICAS Y DINÁMICAS"  
FECHA : 13 DE JULIO DEL 2021

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS**  
ESTANDAR DE CONCRETO ASTM C - 39

N°	FECHA DE VENCIDO	FECHA DE SUPTURA	DIAM. (mm.)	ÁREA (mm <sup>2</sup> )	EDAD (DÍAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg.)	TENSIÓN MÁXIMA	F <sub>c</sub> DISEÑO (kg/cm <sup>2</sup> )	ALCANTADO	TIPO DE MUESTRA	DESCRIPCIÓN
2	06/06/2021	26/06/2021	15	176.72	21	531400	54202.8	306.7	210	122.69%		CON FIBRA RECICLADAS DE POLIETILENO

45 DÍAS	==== DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
14 DÍAS	==== DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
28 DÍAS	==== DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO



DESCRIPCIÓN : Muestra recibida por el solicitante. El laboratorio no se responsabiliza por la exactitud de los resultados.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD PARA PERSONAS INDECOPI, SP.004. 2003.

**KLAFLER SAC**  
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Mario Peña Dueñas  
ASESOR TÉCNICO OIP 79038  
Especialista en Mecánica de suelos,  
Concreto y Geotecnia

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.  
LOCAL TAMBÓ : PSJE CAMPOS 143 FRENTE LUX.C.P.

RUC 20487134911  
CEL. 945510108

SERVICIO DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,  
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, RÓCCAS, AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACERO, DISEÑO  
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE  
RESISTENCIA ELÉCTRICA DE PIEDRA A TIERRA, ETC.

Fuente: Laboratorio KAFLE S.A.C

**Anexo 35:** Ruptura de la probeta N°3 a los 21 días con fibra de polietileno.

Registrado mediante Resolución N°  
009178 -2020/DSD -

**Indecopi**



CERTIFICADO N° 00122965

**KLAFLER S.A.C.**

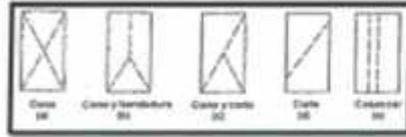
LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA  
ESTUDIOS DE SUELOS

ESTUDIO : JULIO  
SOLICITANTE : BACHEL. ING. LEANDRO PÉREZ, BEATRIZ FLORA Y BACHEL. ING. HUMÁN PALCAR, SENRY  
OBRA : "FIBRAS RECICLADAS DE POLIETILENO EN EL DISEÑO DE PISOS INDUSTRIALES PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A CARGAS ESTÁTICAS Y DINÁMICAS"  
FECHA : 13 DE JULIO DEL 2021

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS**  
ESTÁNDAR DE CONCRETO ASTM C - 39

N°	FECHA DE VAGADO	FECHA DE RUPTURA	DIAM. (mm)	ÁREA (mm²)	EDAD (DÍAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg.)	TENSIÓN MÁXIMA	F <sub>t</sub> DISEÑO (kg/cm²)	ALCANZADO	TIPO DE FALLA	OBSERVACION
3	05/06/2021	26/06/2021	15	176.72	21	667400	67564.8	382.3	250	152.94%		CON FIBRA RECICLADAS DE POLIETILENO

47 DÍAS	---MÁS DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
44 DÍAS	---MÁS DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
38 DÍAS	---MÁS DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO



OBSERVACIÓN : Muestra enviada por el solicitante. El laboratorio no se responsabiliza por la veracidad de los resultados.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD, SIN LA PERJUANA INDECOPÍ (S.F. 004 - 3553)

**KLAFLER S.A.C.**  
UNIDAD DE INGENIERÍA

Ing. Marino Peña Dueñas  
ASESOR TÉCNICO CIP 78305  
Especialista en Mecánica de suelos  
Concreto y Geotecnia

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.  
LOCAL TAMBO : PSJE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911  
CFL - 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,  
CONCRETO ASFALTO Y ENSAYOS ESPECIALES

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS, AGRÉGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACERO, DISEÑO  
DE MEZCLAS CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE  
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

**Fuente:** Laboratorio KAFLER S.A.C

**Anexo 36:** Ruptura de la probeta N°4 a los 21 días con fibra de polietileno.

Registrado mediante Resolución N°  
009178 -2020/DSB -

**Indecopi**



CERTIFICADO N° 00122965

**KLAFER S.A.C.**

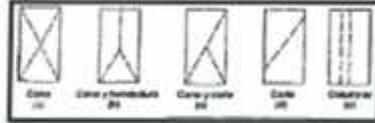
LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA  
ESTUDIOS DE SUELOS

ESTUDIO : JULIO  
SOLICITANTE : BACHE DGO. LEONIBO HÉREZ, BEATRIZ FLORA Y BACHE DGO. ISIDORO PAICAR, HENRY  
OBRA : "FIBRAS RECICLADAS DE POLIETILENO EN EL DISEÑO DE PISOS INDUSTRIALES PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A CARGAS ESTÁTICAS Y DINÁMICAS"  
FECHA : 13 DE JULIO DEL 2021

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS**  
ESTÁNDAR DE CONCRETO ASTM C - 39

N°	FECHA DE VACIADO	FECHA DE RAPTURA	DIAM. (mm)	ÁREA (mm²)	EDAD (DÍAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg)	FORMA MÁXIMA	Fx DISEÑO (Kg/cm²)	EALCARGADO	TIPO DE FALLA	OBSERVACION
4	06/06/2021	26/06/2021	15	176.72	21	657700	67085.4	379.6	250	151.85N		CON FIBRA RECICLADAS DE POLIETILENO

47 DÍAS	==>VALOR DE RESISTENCIA DE DISEÑO
14 DÍAS	==>VALOR DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
28 DÍAS	==>VALOR DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO



Observación : Muestra recibida por el laboratorio. El resultado no es representativo por la cantidad de las muestras.

© PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN EXPRESA DEL LABORATORIO, SACO QUE LA REPRODUCCIÓN SIN SU AUTORIZACIÓN PUEDE SER FUENTE DE LEGALES ACCIONES.

**KLAFER SAC**  
UNIDAD DE INGENIERIA

Ing. Marina Peña Dueñas  
ASESOR TECNICO CIP: 76936  
Especialista en Mecánica de suelos  
Concreto y Acero

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSB - Indecopi.

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.  
LOCAL TAMBO : P5/R CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20467134911  
CEL. 946510100

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL ESTUDIO DE MEZCLAS DE SUELOS - CROTÓNICA, CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, BOCAS, ACRECADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERIA, MADERA, ACERO, DISEÑO DE MEZCLAS CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE RESISTENCIA ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

**Fuente:** Laboratorio KAFLE S.A.C

**Anexo 37:** Ruptura de la probeta N°1 a los 28 días sin fibra de polietileno.

Registrado mediante Resolución N°  
009176 -2020/DSB-



**KLAER S.A.C.**

**Indecopi**

CERTIFICADO N° 00122965

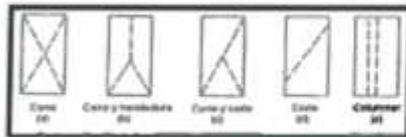
LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA  
ESTUDIOS DE SUELOS

ESTUDIO : JULIO  
SOLICITANTE : BACH. ING. LEANDRO PÉREZ, BEATRIZ FLORA Y BACH. ING. HUAMÁN PAUCAR, HENRY  
OBRA : "FIBRAS RECICLADAS DE POLIETILENO EN EL DISEÑO DE PBOS INDUSTRIALES PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A CARGAS ESTÁTICAS Y DINÁMICAS"  
FECHA : 13 DE JULIO DEL 2021

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS  
ESTÁNDAR DE CONCRETO ASTM C - 39**

N°	FECHA DE VACADO	FECHA DE RUPTURA	DIAM. (mm)	ÁREA (cm²)	EDAD (DÍAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg)	TENSIÓN MÁXIMA	F'c (kg/cm²)	ALCANTARADO	TIPO DE FALLA	COMENTARIOS
1	05/06/2021	03/07/2021	15	176.72	28	506100	51622.2	292.1	250	116.85%		SIN FIBRA RECICLADAS DE POLIETILENO

07 DÍAS	==== DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
14 DÍAS	==== DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
28 DÍAS	==== DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO



DECLARACIÓN: Muestra recibida por el solicitante. El laboratorio no se responsabiliza por la exactitud de las muestras.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, NI SI NO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD, EN LA PENALIDAD INDICADA EN N° 304-2020

**KLAER SAC  
UNIDAD DE INGENIERÍA**

Ing. Maribel Peña Dueñas  
ASESOR TÉCNICO CIP 78330  
Especialista en Mecánica de Suelos  
Concepción - Perú - 011

Registrado mediante Resolución N° 009176 -2020/DSB - Indecopi.

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.  
LOCAL TAMBÓ : PS/E CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911  
CÉL. 945510168

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,  
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALIZADOS.

ESTUDIOS DE SUELOS, SOCAS, ACRECIGADOS, UNIDADES DE ALMAJILERIA, MADERA, ACERO, DISEÑO  
DE MEZCLAS, OBTENCION DE ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE  
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DE PUESTA A TIERRA, ETC.

**Fuente:** Laboratorio KAFLER S.A.C

**Anexo 38:** Ruptura de la probeta N°2 a los 28 días con fibra de polietileno.

Registrado mediante Resolución N°  
009178 -2020/DSD -

**Indecopi**



CERTIFICADO N° 00122965

**KLAFLER S.A.C.**

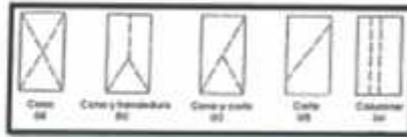
LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA  
ESTUDIOS DE SUELOS

ESTUDIO : JULIO  
SOLICITANTE : BACH. ING. LEANDRO PÉREZ, BEATRIZ FLORA Y BACH. ING. HIRAMÁN PAUCAR, HENRY  
OBRA : "FIBRAS RECICLADAS DE POLIETILENO EN EL DISEÑO DE PISOS INDUSTRIALES PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A CARGAS ESTÁTICAS Y DINÁMICAS"  
FECHA : 13 DE JULIO DEL 2021

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS**  
ESTÁNDAR DE CONCRETO ASTM C - 39

N°	FECHA DE VACIADO	FECHA DE RUPTURA	DIAM. (cm)	ÁREA (cm²)	EDAD (DÍAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg.)	TENSÓN MÁXIMA	F. DISEÑO (kg/cm²)	ELONGADO	TIPO DE FALLA	OBSERVACION
2	05/06/2021	03/07/2021	15	176.72	28	542100	55296.2	312.9	250	125.18%		CON FIBRA RECICLADAS DE POLIETILENO

07 DÍAS	MODULO DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
14 DÍAS	MODULO DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
28 DÍAS	MODULO DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO



Observación : Siempre realizada por el solicitante. El laboratorio no es responsable por la precisión de los resultados.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO SE PUEDE REPRODUCIR SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (SIN PERJUICIO APLICAR LEY 27034, 1995)

**KLAFLER S.A.C.**  
UNIDAD DE INGENIERIA

Ing. Mario Peña Dueñas  
ASESOR EN CARGO CIP: 78004  
Especialista en Mecánica de Suelos  
Carrera 10

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.  
LOCAL TAMBORA : PSE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20407134918  
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA,  
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, PEGAS AGREGADOS, UNIFORMES DE ALBAÑILERIA, MADERA, ACEITE, DISEÑO  
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE  
RESISTIVIDAD ELÉCTRICA, DE FORTA A TORMA, ETC.

**Fuente:** Laboratorio KAFLER S.A.C

**Anexo 39:** Ruptura de la probeta N°3 a los 28 días con fibra de polietileno

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD -

**Indecopi**



**KLAFLER S.A.C.**

CERTIFICADO N° 00122965

LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA ESTUDIOS DE SUELOS

ESTUDIO : JULIO  
 SOLICITANTE : IACH. ING. LEANDRO PÉREZ, BEATRIZ FLORA Y IACH. ING. HIRAMÁN FAUCAR, HENRY  
 OBRA : "FIBRAS RECYCLADAS DE POLIETILENO EN EL DISEÑO DE PISOS INDUSTRIALES PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A CARGAS ESTÁTICAS Y DINÁMICAS"  
 FECHA : 13 DE JULIO DEL 2021

---

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS**  
 ESTÁNDAR DE CONCRETO ASTM C - 39

N°	FECHA DE VACIADO	FECHA DE RUPTURA	DIM. (cm)	ÁREA (cm²)	EDAD (DÍAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg)	TENSIÓN MÁXIMA	F'c DISEÑO (kg/cm²)	% ALCANZADO	TIPO DE FALLA	OBSERVACION
3	05/06/2021	03/07/2021	15	176.72	28	672500	68595	388.2	250	155.27%		CON FIBRA RECICLADAS DE POLIETILENO

10 DÍAS	VALOR DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
14 DÍAS	VALOR DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
28 DÍAS	VALOR DE LA RESISTENCIA DE DISEÑO



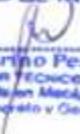




Observación : Muestra recibida por el laboratorio. El laboratorio no es responsable por la veracidad de las muestras.

ESTE CERTIFICADO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, EN SU ODE LA REPRODUCCIÓN SE Asume SU TOTALIDAD (SEGÚN EL RUMBO INDECOPIL 3P. 26A. 1983)

**KLAFLER SAC**  
**UNIDAD DE INGENIERIA**

  
**Ing. Mario Peña Dueñas**  
 ASESOR TÉCNICO CIP-78305  
 Especialista en Mecánica de suelos  
 Concreto y Geotécnica

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 CHILCA HUANCAYO.  
 LOCAL TAMBÓ : PSQE CAMPOS 143 FRENTE U.N.C.P.

RUC 20487134911  
 CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA, CONCRETO, ASPALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROGAS, ACREGADOS, UNIDADES DE ELABORACIÓN, MADERA, ACERO, DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO, ENSAYOS HIDRÁULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE RESISTENCIA ELÉCTRICA, DE PUEBLO A TIERRA, ETC.

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi

**Fuente:** Laboratorio KAFLER S.A.

**Anexo 40:** Ruptura de la probeta N°4 a los 28 días con fibra de polietileno

Registrado mediante Resolución N°  
009178 -2020/DSD -

**Indecopi**



CERTIFICADO N° 00122965

**KLAFER S.A.C.**

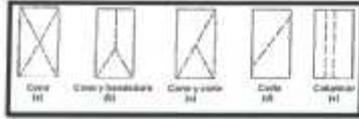
LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA  
ESTUDIOS DE SUELOS

ESTUDIO : JULIO  
SOLICITANTE : BACH. ING. LEANDRO FÉREZ, BEATRIZ FIORA Y BACH. ING. IRUAMÁN FAJAR, HENRY.  
OBRA : "FIBRAS RECICLADAS DE POLIETILENO EN EL DISEÑO DE PISOS INDUSTRIALES PARA MEJORAR LA RESISTENCIA A CARGAS ESTÁTICAS Y DINÁMICAS"  
FECHA : 13 DE JULIO DEL 2021

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN SIMPLE EN PROBETAS**  
ESTÁNDAR DE CONCRETO ASTM C - 39

N°	FECHA DE VANTADO	FECHA DE RUPURA	DIAM. (cm)	ÁREA (cm²)	EDAD (DÍAS)	CARGA MÁXIMA (N)	CARGA MÁXIMA (Kg)	TENSIÓN MÁXIMA (Kg/cm²)	Fc DISEÑO (Kg/cm²)	ALCANTADO	TIPO DE FALLA	OBSERVACION
4	05/06/2021	03/07/2021	15	176.72	28	726400	74092.8	419.3	259	167.73N		CON FIBRA RECICLADAS DE POLIETILENO.

27 DÍAS	⇒ MIDE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
14 DÍAS	⇒ MIDE LA RESISTENCIA DE DISEÑO
28 DÍAS	⇒ MIDE LA RESISTENCIA DE DISEÑO



Observación: Este es un certificado por el servicio de laboratorio de la resistencia por la ruptura de las probetas.

EL PRESENTE DOCUMENTO NO NECESITA REPRODUCCIÓN NI AUTORIZACIÓN ESCRITA PARA SU USO EN SU ACTIVIDAD DE LA REPRESENTACIÓN EN SU TOTALIDAD SOLO PERUANA INDECOPRO SP984 - 1993

**KLAFER SAC**  
**UNIDAD DE INGENIERÍA**

*Ing. Marina Peña Dueñas*  
ASESOR TÉCNICO CIP 75030  
Especialista en Mecánica de suelos  
Concreto y Geotécnica

Registrado mediante Resolución N° 009178 -2020/DSD - Indecopi.

LOCAL HUANCAYO : AV CALLE REAL 441 - 445 (CHILCA HUANCAYO).  
LOCAL TAMBORON : PSE CAMPOS 143 FRENTE I.N.C.P.

RUC 20487134911  
CEL. 945510108

SERVICIOS DE LABORATORIOS CIENTÍFICOS PARA EL  
ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS - GEOTECNIA -  
CONCRETO, ASFALTO, Y ENSAYOS ESPECIALES.

ESTUDIOS DE SUELOS, ROCAS AGREGADOS, UNIDADES DE ALBAÑILERÍA, MADERA, ACERO, DISEÑO  
DE MEZCLAS, CONCRETO, ENSAYOS HIDRAULICOS EN AGUA, DESAGUE, ENSAYOS DE  
RESISTENCIA ELÉCTRICA DE PUERTA A TIERRA, ETC.

**Fuente:** Laboratorio KAFLER S.A.

Anexo 41: Certificado de calibración 1.



**Punto de Precisión SAC**

**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033**



INACAL  
22A - Perú  
Laboratorio de Calibración  
Registro N° LC - 033

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-598-2020**

Página: 1 de 3

Expediente	: 169-2020	<p>La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura <math>k=2</math>. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.</p>
Fecha de Emisión	: 2020-11-13	
<b>1. Solicitante</b>	: <b>KLAFER S.A.C.</b>	<p>Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones en que se realizarán las mediciones y no debe ser utilizado como certificado de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.</p> <p>Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.</p> <p>PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.</p>
Dirección	: CAL.REAL NRO. 445 - CHILCA - HUANCAYO - JUNIN	
<b>2. Instrumento de Medición</b>	: <b>BALANZA</b>	
Marca	: OHAUS	
Modelo	: NO INDICA	
Número de Serie	: NO INDICA	
Alcance de Indicación	: 15 kg	
División de Escala de Verificación (e)	: 2 g	
División de Escala Real (d)	: 2 g	
Procedencia	: NO INDICA	
Identificación	: NO INDICA	
Tipo	: ELECTRÓNICA	
Ubicación	: LABORATORIO	
Fecha de Calibración	: 2020-11-12	
<b>3. Método de Calibración</b>		
<p>La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-001 1ra Edición, 2019; Procedimiento para la Calibración de Balanzas de Funcionamiento no Automático Clase III y IIII del INACAL-DM.</p>		
<b>4. Lugar de Calibración</b>		
<p>LABORATORIO de KLAFER S.A.C. P.J. CAMPOS NRO. 143 - SAÑOS CHICO - EL TAMBO - HUANCAYO</p>		



LABORATORIO  
PUNTO DE  
PRECISIÓN  
SAC

PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631



Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

Fuente: Laboratorio KAFLE S.A.C

**Anexo 42:** Certificado de calibración 2.



Punto de Precisión SAC

**LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033**



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-598-2020

Página: 2 de 3

**5. Condiciones Ambientales**

	Mínima	Máxima
Temperatura	18,2	18,3
Humedad Relativa	46,0	48,0

**6. Trazabilidad**

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
INACAL - DM	Juego de pesas (exactitud F1)	IP-296-2019
	Pesa (exactitud F1)	M-0527-2020
	Pesa (exactitud F1)	M-0526-2020

**7. Observaciones**

(\*) La balanza se calibró hasta una capacidad de 15,000 kg  
 Antes del ajuste, la indicación de la balanza fue de 14,974 kg para una carga de 15,000 kg  
 El ajuste de la balanza se realizó con las pesas de Punto de Precisión S.A.C.  
 Los errores máximos permitidos (e.m.p.) para esta balanza corresponden a los e.m.p. para balanzas en uso de funcionamiento no automático de clase de exactitud III, según la Norma Metroológica Peruana 003 - 2009. Instrumentos de Pesaje de Funcionamiento no Automático.  
 Se colocó una etiqueta autoadhesiva de color verde con la indicación de "CALIBRADO".  
 Los resultados de este certificado de calibración no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

**8. Resultados de Medición**

INSPECCIÓN VISUAL			
AJUSTE DE CERO	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	CURSOS	NO TIENE
PLATAFORMA	TIENE	SIST. DE TRABA	NO TIENE
NIVELACIÓN	TIENE		

**ENSAYO DE REPETIBILIDAD**

Medición N°	Carga L1*	Inicial		Final		
		Temp. (°C)	18,2	18,2		
	7,500 kg	15,000 kg	15,000 kg	15,000 kg	15,000 kg	
		F (g)	ΔL (g)	F (g)	ΔL (g)	E (g)
1	7,502	1,4	1,5	15,000	1,5	-0,8
2	7,502	1,5	1,4	15,002	1,4	1,8
3	7,502	1,8	1,2	15,000	1,2	-0,2
4	7,500	1,4	-0,4	15,002	1,6	1,4
5	7,502	1,2	1,8	15,000	1,4	-0,4
6	7,502	1,6	1,4	15,002	1,2	1,8
7	7,502	1,4	1,5	15,002	1,4	1,6
8	7,502	1,5	1,4	15,000	1,5	-0,6
9	7,502	1,4	1,5	15,000	1,4	-0,4
10	7,502	1,2	1,5	15,000	1,6	-0,5
Diferencia Máxima		2,2		2,4		
Error máximo permitido =		5 g		6 g		



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio  
 Ing. Luis Loayza Capcha  
 Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

**Fuente:** Laboratorio KAFLER S.A.C

Anexo 43: Certificado de calibración 3



Punto de Precisión SAC

LABORATORIO DE CALIBRACIÓN ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LC - 033



Órgano PT12-033

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LM-598-2020

Página: 3 de 3

2	5
3	4

ENSAYO DE EXCENRICIDAD

Temperatura (°C)	Temperatura Inicial				Temperatura Final					
	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2		
0,020	Determinación de E <sub>0</sub>				Determinación del Error corregido					
	Carga mínima (kg)	1(kg)	AL (g)	E <sub>0</sub> (g)	Carga L (kg)	1(kg)	AL (g)	E (g)	E <sub>c</sub> (g)	
	0,020	1,4	-0,4	5,000	1,4	1,6	2,0			
	0,020	1,6	-0,6	5,000	1,6	1,4	2,0			
	0,020	1,8	-0,8	5,000	1,2	-0,2	0,6			
	0,020	1,2	-0,2	5,000	1,8	-0,6	-0,4			
	0,020	1,4	-0,4	5,000	1,2	1,8	2,2			
	Error máximo permitido: ± 6 g									

(\*) valor entre 0 y 10 g

ENSAYO DE PESAJE

Carga L (kg)	Temperatura Inicial					Temperatura Final				
	16,2	16,2	16,3	16,3	16,3	16,3	16,3	16,3	16,3	16,3
0,0	CRECIENTES					DECRECIENTES				
	f (kg)	AL (g)	E (g)	E <sub>0</sub> (g)	E <sub>c</sub> (g)	f (kg)	AL (g)	E (g)	E <sub>0</sub> (g)	E <sub>c</sub> (g)
0,0	0,020	1,6	-0,6	0,0	0,0	0,040	1,8	-0,8	0,0	2
0,0	0,040	1,4	-0,4	0,2	0,2	0,500	1,2	-0,2	0,4	2
0,5	0,500	1,2	-0,2	0,4	0,4	1,000	1,6	-0,6	0,0	2
1,0	1,000	1,4	-0,4	0,2	0,2	1,500	1,8	-0,6	0,0	4
1,5	1,500	1,6	-0,6	0,0	0,0	1,998	1,4	-2,4	-1,8	4
2,0	2,000	1,4	-0,4	0,2	0,2	3,000	1,2	-0,2	0,4	4
3,0	3,000	1,8	-0,6	0,0	0,0	3,998	1,4	-2,4	-1,8	4
4,0	4,000	1,4	-0,4	0,2	0,2	6,000	1,6	-0,6	0,0	6
6,0	6,000	1,2	-0,2	0,4	0,4	8,998	1,4	-2,4	-1,8	6
10,0	10,000	1,8	-0,8	-0,2	-0,2	15,000	1,6	-0,6	0,0	6
15,0	15,000	1,6	-0,6	0,0	0,0					

en p.: error máximo permitido

Lectura corregida e incertidumbre expandida del resultado de una pesada:

$$R_{\text{corregida}} = R - 1,65 \times 10^{-2} \times R$$

Incertidumbre

$$U_R = 2 \sqrt{2,16 \times 10^6 \text{ g}^2 + 3,15 \times 10^{-4} \times R^2}$$

R: Lectura de la balanza AL: Carga Incrementada E: Error encorvado E<sub>0</sub>: Error en cero E<sub>c</sub>: Error corregido

R: en g

FIN DEL DOCUMENTO



PT-06.F06 / Diciembre 2016 / Rev 02

Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Av. Los Angeles 653 - LIMA 42 Telf. 292-5106

Fuente: Laboratorio KAFLE S.A.C.

**Anexo 44:** Certificado de calibración 4.



**PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.**  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 445 - 2020**

Página : 1 de 2

Expediente : 169-2020  
Fecha de emisión : 2020-11-13

1. Solicitante : KLAFLER S.A.C.  
Dirección : CAL.REAL NRO. 445 - CHILCA - HUANCAYO - JUNIN

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicado ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE ENSAYO UNIAxIAL

Marca de Prensa : PINZUAR  
Modelo de Prensa : NO INDICA  
Serie de Prensa : NO INDICA  
Capacidad de Prensa : 1000 kN  
Código de identificación : NO INDICA

Marca de indicador : PINZUAR  
Modelo de indicador : PC-160  
Serie de indicador : 220

Marca de Transductor : NO INDICA  
Modelo de Transductor : PT1245-210-61/4  
Serie de Transductor : NO INDICA

Bomba Hidráulica : MANUAL

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

3. Lugar y fecha de Calibración  
P.J. CAMPOS NRO. 143 - SAÑOS CHICO - EL TAMBO - HUANCAYO  
12 - NOVIEMBRE - 2020

4. Método de Calibración  
La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	KELI	INF-LE 255-2019	UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERÚ
INDICADOR	HIWEISH		

6. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	19,9	19,7
Humedad %	42	41

7. Resultados de la Medición  
Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. Observaciones  
Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.



*[Firma]*  
Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Anexo 45: Certificado de calibración 5.



Punto de Precisión SAC

PUNTO DE PRECISIÓN S.A.C.  
LABORATORIO DE CALIBRACIÓN

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LFP - 445 - 2020

Página : 2 de 2

TABLA N° 1

SISTEMA DIGITAL A kN	SERIES DE VERIFICACIÓN (kN)				PROMEDIO "B" kN	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
100	97,018	96,890	2,98	3,11	97,0	3,14	0,13
200	194,946	195,985	2,53	2,01	195,5	2,32	-0,52
300	293,277	294,444	2,24	1,85	293,9	2,09	-0,39
400	392,324	394,675	1,92	1,28	393,6	1,63	-0,84
500	492,528	492,597	1,49	1,48	492,6	1,51	-0,01
600	591,919	593,723	1,35	1,05	592,8	1,21	-0,30
700	692,349	693,055	1,09	0,99	692,7	1,05	-0,10

NOTAS SOBRE LA CALIBRACIÓN

- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma.  

$$Ep = ((A-B) / B) * 100$$

$$Rp = Error(2) - Error(1)$$
- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1,0 %
- Coefficiente de Correlación :  $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste :  $y = 1,0069x + 3,2683$

Donde : x : Lectura de la pantalla  
y : Fuerza promedio (kN)

GRÁFICO N° 1

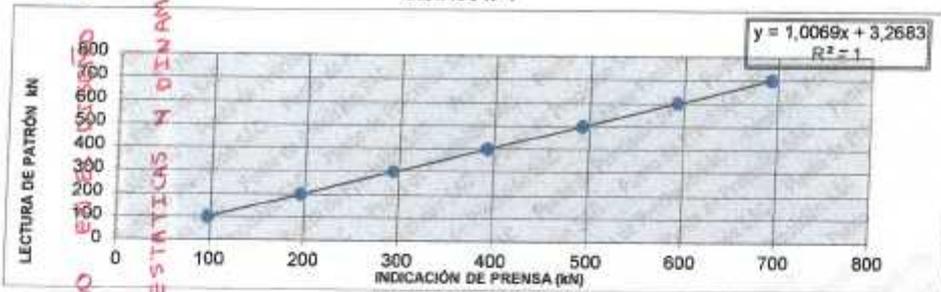
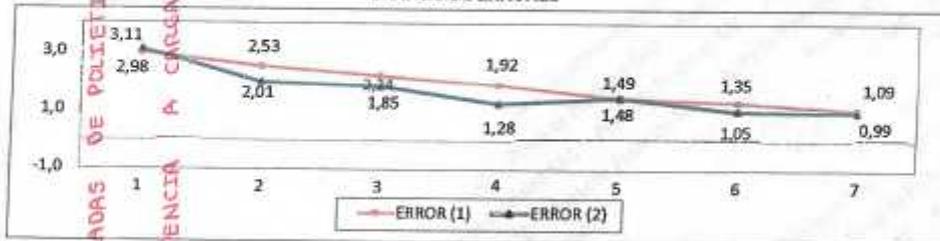


GRÁFICO DE ERRORES



FIN DEL DOCUMENTO



Jefe de Laboratorio  
Ing. Luis Loayza Capcha  
Reg. CIP N° 152631

Fuente: Laboratorio KAFLER S.A.C.