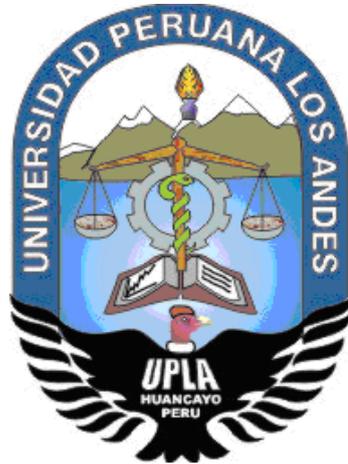


**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**APLICACIÓN DE POLIMERO REFORZADO CON FIBRA DE RESINA EPOXICA  
PARA LA REMEDIACION DE FALLAS ENTRE VIGAS Y COLUMNAS**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. IGNACIO CARBAJAL, GUSTAVO DEMETRIO**

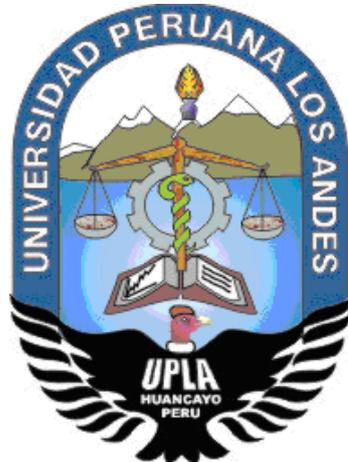
**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**HUANCAYO - PERU**

**2020**

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

**APLICACIÓN DE POLIMERO REFORZADO CON FIBRA DE RESINA EPOXICA  
PARA LA REMEDIACION DE FALLAS ENTRE VIGAS Y COLUMNAS**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. IGNACIO CARBAJAL, GUSTAVO DEMETRIO**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**HUANCAYO - PERU**

**2020**

## HOJA DE CONFORMIDAD DE LOS JURADOS

---

DR. CASIO AURELIO TORRES LOPEZ  
Presidente

---

Jurado revisor  
ING. ERNESTO WILLY GARCÍA POMA

---

Jurado revisor  
ING. ALCIDES LUIS FABIAN BRAÑEZ

---

Jurado revisor  
ING. CHRISTIAN MALLAUPOMA REYES

---

Mg. CARLOS CANALES, Miguel Ángel.  
Secretario docente

## **DEDICATORIA**

Este informe lo dedico al esfuerzo planteado en el día a día para poder alcanzar nuestros anhelos, a mis padres por ser el ejemplo de lucha, sacrificio y por su incondicional apoyo, a ellos les debo cada logro obtenido en mi vida.

## AGRADECIMIENTOS

A la universidad peruana los andes conjuntamente con su plana docente por haberme brindado las oportunidades para enriquecerme en conocimientos, motivando a desarrollarme como persona y profesional para el nuevo mundo competitivo.

Muchas gracias a todos.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

**DEDICATORIA**  
**AGRADECIMIENTO**  
**RESUMEN**  
**ABSTRACT**  
**INTRODUCCION**  
**ÍNDICE DE TABLAS**

### CAPITULO I

1. Planteamiento de problema	14
1.1. Formulación del problema	14
1.1.1. Problema general	14
1.1.2. Problemas específicos	14
1.2. Objetivos	14
1.2.1. Objetivo general:	14
1.2.2. Objetivos específicos:	15
1.3. Justificación:	15
1.3.1. Justificación Práctica:	15
1.3.2. Justificación metodológica:	15
1.4. Delimitaciones	15
1.4.1. Delimitación espacial:	15
1.4.2. Delimitación temporal:	18
1.4.3. Delimitación económica	18

### CAPÍTULO II

2. Marco teórico	19
2.1. Antecedentes	19
2.1.1. Antecedentes Internacionales	19
2.1.2. Antecedentes Nacionales	23
2.2. Marco Conceptual	26
2.2.1. Reseña histórica del cemento	26
2.2.2. Mezclas de concreto	27
2.2.3. Resinas epoxi cas	33
2.2.4. Componentes y propiedades de los materiales FRP	34
2.2.5. Preparación de moldes de concreto según la Norma ASTM 31	36
2.2.6 Resistencia a la flexión del concreto de acuerdo a ASTM	42

### **CAPITULO III**

3.	Metodología	47
3.1.	Metodología de investigación	47
3.2.	Tipo de estudio	47
3.3.	Nivel de estudio	47
3.4.	Diseño de estudio	47
3.5.	Población y muestra	47
3.5.1.	Población	47
3.5.2.	Muestra	48
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	49
3.6.1.	Técnicas de recolección de datos	49
3.6.2.	Instrumentos de recolección de datos	49
3.6.3.	Instrumentos de análisis de datos	49

### **CAPÍTULO IV**

4.	RESULTADOS Y ANALISIS DE DATOS	50
4.1.	Desarrollo del proyecto	50
a)	Ubicación de la problemática	50
b)	Adquisición de aditivos	50
c)	Adquisición de elementos para las probetas	51
d)	Adquisición de acelerante	51
e)	preparación de moldes	51
f)	preparación de mezcla de concreto	52
g)	Curado de probetas	53
h)	Rotura de probetas	53
i)	preparación de polímero reforzado con resina epoxica:	54
j)	preparación de los aditivos SIKADUR 31 Y SIKADUR 32:	54
k)	Método de aplicación / herramientas	55
l)	Esfuerzo de rotura con el aditivo aplicado en nuestras probetas	55
4.2.	Presupuesto	56
4.3.	Resultados de nuestro tema de investigación	56

**CONCLUSIONES**

**RECOMENDACIONES**

**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

**ANEXOS**

- a) PANEL FOTOGRAFICO DE LA EJECUCION DEL INFORME
- b) PANEL FOTOGRAFICO DE LA OBRA EJECUTADA  
CONSTRUCCION LOCAL COMUNAL LA OROYA
- c) DISEÑO DE MEZCLA
- d) ENSAYO DE ROTURA
- e) FICHAS TECNICAS DE ADITIVOS SIKA PERU S.A

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tabla de dosificación del concreto.	31
Tabla 2 Tabla de resistencia de las fibras	35
Tabla 3 Tabla de dimensiones básicas para las probetas	37
Tabla 4 Tabla para apisonados	39
Tabla 5 Método para la aplicación del ensayo a flexión de acuerdo a ASTM.	43
Tabla 6 Tabla de población	48
Tabla 7 Tabla de muestra	48
Tabla 8 Presupuesto	56

## RESUMEN

En el presente trabajo de suficiencia profesional se planteó como problema general: ¿Cuál es el resultado de la aplicación de polímero reforzado con fibra de resina epoxica para la remediación de fallas entre vigas y columnas - local comunal Oroya antigua-2018?, y cuyo objetivo general fue: Determinar el resultado de resultado de la aplicación de polímero reforzado con fibra de resina epoxica para la remediación de fallas entre vigas y columnas - local comunal Oroya antigua-2018.

El tipo de estudio empleado fue: el aplicado, de nivel descriptivo – explicativo, diseño experimental.

Producto del estudio se concluye que: Con la ejecución de este proyecto y la aplicación de los aditivos polímeros con fibra de resina epoxica Sikadur®-31 mortero y Sikadur®-32 queremos dar a conocer una pronta solución a problemas de flexo tracción cuando nos encontramos en ejecución de los trabajos encampo y se nos presentan fallas en nuestro concreto.

**Palabras claves:** Polímero reforzado, fibra de resina epoxica, fallas, vigas y columnas.

## **ABSTRACT**

In the present work of professional sufficiency, the following was raised as a general problem: What is the result of the application of polymer reinforced with epoxy resin fiber for the remediation of failures between beams and columns - local communal Oroya antigua-2018?, And whose objective General was: Determine the result of the application of polymer reinforced with epoxy resin fiber for the remediation of failures between beams and columns - local comunal Oroya antigua-2018.

The type of study used was: applied, descriptive-explanatory level, experimental design.

As a result of the study, it is concluded that: With the execution of this project and the application of the polymer additives with Sikadur®-31 mortar and Sikadur®-32 epoxy resin fiber, we want to present a prompt solution to flexo-traction problems when we find ourselves in execution of the field work and we have flaws in our concrete.

**Keywords:** Reinforced polymer, epoxy resin fiber, faults, beams and columns.

## INTRODUCCION

Hoy en día encontramos fallas, fisuramiento en los procesos constructivos de concreto, edificaciones, pavimentos etc. Frente a esta problemática los fabricantes de aditivos lanzan al mercado de la construcción como un material de aporte el polímero reforzado con fibra de resina epoxica; para poder adhesivar y aplacar las posibles fallas y fisuras existentes ya sean en columnas, vigas y pavimentos. Con respecto a ello en el presente informe buscamos demostrar haciendo uso de los productos ya mencionados si realmente cumplen con las expectativas y soluciones técnicas que los fabricantes de aditivos nos aseguran que si resulta.

Para mayor comprensión del informe se ha considerado los siguientes capítulos:

Capítulo I, donde especificamos el planteamiento del problema, los problemas (tanto general y específicos) y los objetivos (general y específicos). En el resultado de la aplicación de polímero reforzado con fibra de resina epoxica para la remediación de fallas en vigas y columnas - local comunal Oroya antigua-2018

Capitulo II, el marco teórico, donde se ha considerado estudios básicos, criterios de diseño y aspectos técnicos para tomar en cuenta en los diseños de mezclas de concreto, elaboración de probetas en acuerdo a la normativa vigente de la ASTM.

Capítulo III, que corresponde a la metodología empleada, donde se abarca el tipo de estudio aplicativo, nivel de estudio descriptivo y explicativo, diseño del estudio experimental.

Capítulo IV, el desarrollo del informe y el proceso demostrativo lo efectuaremos mediante la preparación de probetas para simular ya sea una sección de viga, columna o pavimento las dimensiones serán 0.15m de alto, 0.15m de ancho, 0.50m de largo según la norma ASTM C31 para poder curarlos en los 28 días alcanzando la edad optima que nos indica la norma.

Finalmente se da a conocer las conclusiones del estudio, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

## CAPITULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1. Formulación del problema

##### 1.1.1. Problema general

¿Cuál es el resultado de la aplicación de polímero reforzado con fibra de resina epoxica para la remediación de fallas entre vigas y columnas - local comunal Oroya antigua-2018?

##### 1.1.2. Problemas específicos

- a) ¿Cuál es el resultado del esfuerzo a la flexión con la aplicación de polímero reforzado con fibra de resina epoxica para la remediación de fallas entre vigas y columnas?
- b) ¿Cuál es el rango de adherencia de la prueba del esfuerzo flexionante con la aplicación de polímero reforzado con fibra de resina epoxica para la remediación de fallas entre vigas y columnas?
- c) ¿Cuáles son los resultados de la prueba de rotura con la aplicación de polímero reforzado con fibra de resina epoxica para la remediación de fallas entre vigas y columnas?

#### 1.2. Objetivo.

##### 1.2.1. Objetivo general

Calcular el resultado de la aplicación de polímero reforzado con fibra de resina epoxica para la remediación de fallas entre vigas y columnas - local comunal Oroya antigua-2018

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- a) Determinar el resultado del esfuerzo a la flexión con la aplicación de polímero reforzado con fibra de resina epoxica para la remediación de fallas entre vigas y columnas
- b) Evaluar el rango de adherencia de la prueba del esfuerzo flexionante con la aplicación de polímero reforzado con fibra de resina epoxica para la remediación de fallas entre vigas y columnas.
- c) Estimar los resultados de la prueba de rotura con la aplicación de polímero reforzado con fibra de resina epoxica para la remediación de fallas entre vigas y columnas.

## **1.3. Justificación**

### **1.3.1. Justificación práctica**

El trabajo de investigación pretende solucionar el problema en la existencia de fallas en vigas y columnas, aplicando polímero reforzado con fibra de resina epoxica, para posteriormente evaluar la variabilidad en las resistencias y la adherencia respectiva.

### **1.3.2. Justificación metodológica**

Para el desarrollo del proyecto el sustentante optara por crear metodologías apropiadas para la recolección de los datos de campo, para realizar el procesamiento de la información y poder formular las conclusiones, estas metodologías empleadas se podrán usar para el desarrollo de otras investigaciones similares.

## **1.4. Delimitaciones.**

### **1.4.1. Delimitación espacial.**

La delimitación espacial comprende:

- Región : Junín.
- Provincia: Yauli.
- Distrito : La Oroya.
- Lugar : COMUNIDAD CAMPESINA SAN JERÓNIMO OROYA ANTIGUA.
- Obra : Mejoramiento del servicio de atención al ciudadano en la comunidad campesina san jerónimo oroya antigua. Yauli – Junín

### **Características de la zona**

LA COMUNIDAD CAMPESINA SAN JERÓNIMO DE LA OROYA, antaño Villa la Oroya, esta ciudad se encuentra ubicada en el centro del Perú, es la capital de la provincia de Yauli la oroya la cual constituye el lugar de convergencia de las 3 vías de comunicación de la parte central del país: una con destino a la costa de Lima; otra con destino al sur a Huancayo, Huancavelica, Ayacucho y Cuzco; y el tercer itinerario en torno a Tarma, Pasco y el Valle de Chanchamayo, Junín, Tingo María hasta Pucallpa.

DEPARTAMENTO DE JUNIN



**PROVINCIA DE YAULI**



**DISTRITO DE LA OROYA**



### **Del Terreno:**

Su altitud a 3750 msnm en la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes, al margen del Río Mantaro, a unos 176 km al noreste de la capital Lima - peru. Está enclavado en las estribaciones orientales de la Cordillera de los Andes. Debido a la ubicación en la puna andina y por su gran altitud (3750 msnm), el clima es frígido y lluvioso. Posee una superficie total de 388,42 km<sup>2</sup>. La provincia de Yauli fue creada por ley No. 459 de 10 de diciembre de 1916 con los siguientes distritos: Yauli, Marcapomacocha, Chacapalca, Oroya. Está misma ley aclaro como capital de la provincia al pueblo del mismo nombre. Por Ley No. 5216 de 15 de octubre de 1925, se señaló la capital provincial a la villa de La Oroya; la Ley No. 9606 de 18 de septiembre de 1942 elevó esta villa a la categoría de ciudad.

El proyecto se encuentra ubicado en la Comunidad San Jerónimo la Oroya Antigua, perteneciente al Distrito de la Oroya, Provincia Yauli, Región Junin, cuyas coordenadas UTM y elevación son:

CUADRO DE COLINDANTES		
DESCRIPCIÓN	PROPIETARIO	LONG.
POR EL NORTE	CON PROPIEDAD DE TERCEROS	4.55 ml
POR EL ESTE	CON PROPIEDAD DE TERCEROS	10.85 ml
POR EL SUR	CON PROPIEDAD DE TERCEROS	4.55 ml
POR EL OESTE	CON CALLE CALLAO	10.85 ml

CUADRO DE VERTICES						
VERTICE	LADO	DISTANC.	ANG. INTERIOR	ELEVACIÓN	NORTE	ESTE
1	1-2	10.85	90°00'00"	3719.752	8726265.8055	401876.9937
2	2-3	4.55	90°00'00"	3719.481	8726255.9586	401872.4371
3	3-4	10.85	90°00'00"	3719.752	8726254.0478	401876.5664
4	4-5	4.55	90°00'00"	3719.481	8726263.8946	401881.1230

#### **1.4.2. Delimitación temporal**

El trabajo de investigación está proyectado para los meses de setiembre a octubre del año 2019.

#### **1.4.3. Delimitación económica**

Los gastos que involucre de desarrollo del presente trabajo serán cubiertos por el investigador.

## CAPITULO II

### MARCO TEORICO

#### 2.1. Antecedentes

##### 2.1.1. Antecedentes internacionales

- a) Título: USOS DE POLIMEROS EN LAS REDUCCIONES PATOLOGICAS DE ORIGENES QUIMICOS EN ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO.

Autor: RODRIGUES SIERRA, Andrés.

FECHA: PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA  
FACULTAD DE INGENIERIA PROYECTO DE GRADO BOGOTA  
2014. Su objetivo general fue: Efectuar el estado de arte sobre el uso de polímeros en las estructuras de concreto basándonos en las documentaciones de investigación que son llevados a cabo en el país de Colombia.

Objetivos específicos

- Recopilar y analizar información sobre el uso de polímeros indicados para la protección de elementos estructurales de concreto, específicamente que respondan a patologías que manifiesten deterioro temprano de sus componentes.
- Determinar cuáles son las propiedades de estos polímeros de acuerdo con las investigaciones existentes.

Planteamiento y formulación del problema: El desarrollo constante de tecnologías que buscan satisfacer las propiedades del concreto, como lo son la implementación o el uso de polímeros ha generado la necesidad

de indagar e investigar acerca de este tema en Colombia a través de los centros de investigación, universidades, repositorios institucionales y de aquellas empresas que comercializan productos. Como bien se sabe los polímeros según su clasificación, los productos sintéticos y naturales en aplicación al concreto, desplaza ciertas cantidades bien sea de agregados finos o agregados gruesos que pueden verse reflejados desde la manejabilidad del concreto hasta un cambio a favor o en contra de las propiedades mecánicas como lo son la durabilidad y resistencia entre otras evitando o controlando las patologías que se podrían presentar en la mezcla de concreto. Dentro de este contexto esta investigación se centra en la búsqueda de información dando solución a una necesidad específica ¿Qué tipo de polímeros se utilizan en estructuras de concreto en patologías de origen químico en Colombia? de estos polímeros de acuerdo con las investigaciones existentes.

Resultados: En Colombia el uso de polímeros naturales, según los análisis realizados en las investigaciones de los trabajos de grados encontrados, se ha desarrollado el uso de polímeros de polímeros naturales en adiciones respectivas al volumen de la mezcla.

De las 15 tesis encontradas, en el 90% de ellas se trabajó con polímeros naturales tales como Silicato de sodio (6-9-12% de la mezcla), Nanotubos de carbono (7-15% de la mezcla) ,Manganeso, feldespato (0.2-0.5-1-1.5-2%), Nano partículas de sílice (5-12% del total de la mezcla), Sílice coloidal (1-3-5-10 del total de la mezcla) ,Fibras de carbono (1% del peso de la mezcla) ,Sílice (5-10% de la mezcla) ,Fibras de coco (0.5-1.5% del peso de la mezcla) , Fibras de bagazo de caña de

azúcar (3% del peso de la mezcla) ,Dentro del 10% restante relaciona haber trabajado con polímeros sintéticos. Fibras de acero ZP-306, Limalla fina (3-4% respecto al peso de la mezcla), Fibras de propileno (0.9 kilogramos por metro cúbico)

- Dentro de las propiedades que se evaluaron para la reducción de patologías, están: Resistencia (compresión, flexión, cortante.)
- Durabilidad de la estructura.
- Protección en el acero.
- Mejora en la hidratación del concreto.

Sus conclusiones fueron:

- En el uso de los polímeros como aditivos, aceptablemente sea sintéticos o naturales mejoran las propiedades mecánicas en los concretos estructurales a trabajarse en las estructuras.
- La durabilidad de un concreto cambiado o modificado con polímeros naturales, aumenta hasta un 20% en cuanto los diseños en relación de la estructura.
- Se determinó que para un GRC conformado por 7% en travesaño de FV- AR como budoque y 2% de aditivo tiene una decisión mayor de tolerancia a la flexión de 14.1 MPa, y para un GRC conformado por 3% en contrapeso de FV-AR y 1% de aditivo, una valentía nada de aguante a la flexión de 8.92 MPa, estos títulos corresponden a una asamblea de curado de 7 días.

**b) Título: “DETERMINACIÓN DE UN PORCENTAJE DE RESINA DE POLIÉSTER EN UN CONCRETO POLIMÉRICO PARA ALCANZAR UNA ALTA RESISTENCIA A COMPRESIÓN”**

**AUTOR: CRISTINA DEL PILAR BUENAÑO MARIÑO.**

FECHA: AMBATO-ECUADOR 2018

Su objetivo general fue: Determinar un porcentaje de resina de poliéster en un concreto polimérico para alcanzar una alta resistencia a compresión

Y sus objetivos específicos:

- Determinar las propiedades físicas y mecánicas de los agregados para realizar el diseño del concreto.
- Determinar la resistencia a compresión de un concreto polimérico con la adición de 45%, 50% y 55% de resina de poliéster tomando como base la dosificación de un hormigón convencional de resistencia 210 kg/cm<sup>2</sup>, a los 21 y 28 días.

Sus conclusiones fueron:

- Durante el amasado el concreto polimérico se adhirió rápido y fuertemente a la bandeja metálica que sirvió como superficie de trabajo y a herramientas manuales con gran rapidez, una vez realizado el ensayo de compresión las probetas no sufrieron grandes fisuras solo aplastamiento y además Por estas razones se concluye que podría emplearse como recubrimiento en tuberías, tanques y elementos de hormigón donde se necesite brindar alta resistencia con poco tiempo de fraguado, impermeabilidad, alta adherencia y protección ante agentes químicos como sales, ácidos y bases que erosionan al concreto tradicional.
- El análisis costo-beneficio del concreto polimérico y concreto de alta resistencia a compresión, ambos de 510 permiten observar que el m<sup>3</sup> de concreto polimérico tiene un costo total directo de \$745,42, mientras que el concreto de alta resistencia tiene un costo total directo de \$402,89

por lo que se concluye que este concreto polimérico se debe emplear en aplicaciones específicas a la hora de incluirlo en obras civiles para aprovechar sus beneficios descritos anteriormente. Además, al no necesitar curado se podría bajar el costo de la mano de obra en dicha etapa y no presentaría fisuración por retracción térmica ya que no contiene agua.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

- a) Título: ESTUDIO DE LA INFLUENCIA EN LA RESISTENCIA Y DUCTILIDAD DE LAS FIBRAS DE CARBONO UTILIZADAS COMO REFORZAMIENTO DE VIGAS DE CONCRETO ARMADO

Autor: ALEGRE GAGO, GIANFRANCO

Fecha: Lima, Julio 2017

Su objetivo general fue: Determinar los comportamientos elásticos e inelásticos de las vigas de concreto armado sometidas a flexión y reforzadas con fibras de carbono.

Y sus objetivos específicos:

- Diseñar un juego de vigas de concreto armado para el reforzamiento con fibra de carbono.
- Comprender el básico criterio de la inclusión de fibras de carbono para resistir la flexión en vigas de concreto armado.

Producto de su investigación concluyo que:

- Se comprobó que el refuerzo de fibra de carbono (CFRP) aumenta la resistencia de las secciones de concreto armado sometidas a flexión. En el caso de secciones con menor cuantía de acero, la fibra de carbono tiene una mayor influencia en el incremento de su resistencia, debido a que la fibra de carbono y el acero poseen una rigidez muy parecida. El incremento de la resistencia a flexión alcanza un valor de 58.9% para la

sección con menor cuantía de acero, y en el caso de la sección de mayor cuantía de acero, el incremento de la resistencia alcanza un valor de 18.4%. Se comprobó que el comportamiento del CFRP es prácticamente lineal hasta llegar al estado de falla, por lo que es considerado un material frágil.

- En el diseño de la sección se ha considerado el efecto de delaminación o separación de la lámina de fibra de carbono con el concreto en la instalación del reforzamiento de CFRP. Por lo tanto, considerando que esta separación produce agrietamiento en la sección, la deformación efectiva de la fibra de reforzamiento CFRP debe limitarse al nivel de deformación en el cual se puede producir pérdida de adherencia. Para el diseño de las secciones de vigas de concreto armado se consideró el efecto de delaminación durante la instalación del refuerzo de fibra de carbono, sin embargo, no se ha considerado el comportamiento de dichas secciones luego de la delaminación del refuerzo de fibra de carbono.

b) Título: INFLUENCIA DEL PORCENTAJE EN PESO DE FIBRA DE VIDRIO AR Y ADITIVO PLAST COPREPLAST 102, ENTRE LA RESISTENCIA A FLEXION EN PANELES REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO (GRC)

Autores: AFÁ SALDAÑA. Yahaira Stephanie; LOYOLA CARRASCAL, María Fernanda.

Fecha: TRUJILLO – PERÚ 2016

Su objetivo general fue: Determinar la INFLUENCIA DEL PORCENTAJE EN PESO DE FIBRA DE VIDRIO AR Y ADITIVO PLAST COPREPLAST 102, ENTRE LA RESISTENCIA A FLEXION EN PANELES REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO (GRC)”

Y sus objetivos específicos:

- Determinar la variación de la resistencia a la flexión (Norma UNE EN 1170- 4) en paneles de concreto reforzado con fibra de vidrio (GRC), a diferentes porcentajes en peso de fibra de vidrio en proporciones de 3,5 y 7%.
- Determinar la variación de la resistencia a la flexión (Norma UNE EN 1170- 4) en paneles de concreto reforzado con fibra de vidrio (GRC), a diferentes porcentajes de aditivo plastificante CoprePlast 102 en proporciones de 1, 1.5 y 2%.

Sus conclusiones fueron:

- Se determinaron las variaciones de la resistencia a la flexión en paneles de concreto reforzado con fibra de vidrio (GRC), mediante la variación del porcentaje en peso de fibra de vidrio y aditivo plastificante CoprePlast 102.
- Se determinó que para un GRC conformado por 7% en peso de FV- AR como refuerzo y 2% de aditivo tiene un valor máximo de resistencia a la flexión de 14.1 MPa, y para un GRC conformado por 3% en peso de FV- AR y 1% de aditivo, un valor mínimo de resistencia a la flexión de 8.92 MPa, estos valores corresponden a un tiempo de curado de 7 días.
- A 14 días de curado se determinó que para un GRC conformado por 7% en peso de FV- AR como refuerzo y 2% de aditivo tiene un valor máximo de resistencia a la flexión de 21.04 MPa, y para un GRC conformado por 3% en peso de FV-AR y 1% de aditivo, un valor mínimo de resistencia a la flexión de 18.53 MPa.

## **2.2.Marco conceptual:**

### **2.2.1. Reseña histórica del cemento:**

El cemento es un material aglutinante las cuales presentan propiedades de adherencia y cohesión, que permitirán la unión de fragmentos minerales entre sí, formando un todo compacto. Su nombre cemento deriva de *caementum*, que en latín significa “argamasa”, y procede del verbo *caedere* (precipitar).la cual es considerado el conglomerante más importante en la actualidad.

Hay dos tipos de cementos dependiendo de su origen: arcilloso, logrado a partir de arcilla y piedra caliza; y puzolánico, que contiene puzolana, un material alúmino silíceo. La mencionada puzolana puede provenir de volcanes o de un origen orgánico. En la construcción se ha generalizado la utilización de la palabra cemento para designar un tipo de aglutinante específico que es el cemento hidráulico, de origen puzolánico, debido a que es el más comúnmente utilizado en estos últimos tiempos.

El cemento hidráulico es la mezcla de materiales calcáreos y arcillosos u otros materiales que contienen sílice, alúmina u óxidos de hierro, procesados generalmente en hornos rotatorios a altas temperaturas y mezclados con yeso. La cocción de la mezcla se realiza a temperaturas altas y controladas entre 1.450 y 1.480 °C, y la masa homogénea obtenida al final se denomina clínker, el cual, después de ser triturado finamente, se convierte en el componente básico para la fabricación del Cemento. Este material tiene la propiedad de fraguar y endurecer en presencia del agua, presentándose un proceso de reacción química que se conoce como hidratación. Es mayormente empleado en la construcción, justamente por esa solidez que reviste como adherente y aglutinante en su utilización y aplicación.

### ➤ **Componentes principales del cemento**

Las composiciones químicas de las materias primas utilizadas en la producción del cemento hidráulico están compuestas por varios principios como son:

- Óxido de calcio (CaO) aportado por la cal.
- Dióxido de silicio (SiO<sub>2</sub>), el cual se encuentra en la arcilla a la par con el óxido de aluminio (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) y el óxido de hierro (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>),
- Y la inclusión del regulador del fraguado que es el yeso, el cual contiene trióxido de azufre (SO<sub>3</sub>).

En las etapas de sinterización (tratamientos térmicos a temperaturas menores que el punto de fusión) durante la fabricación del Clinker, se producen los componentes principales o potenciales que constituyen el 95% de dicho material, los cuales se conocen como mineral, debido a las impurezas de las materias primas. Al silicato tricálcico se le conoce como Alita (C<sub>3</sub>S), al silicato dicálcico se le denomina Belita (C<sub>2</sub>S), el ferrito aluminato tetracálcico (C<sub>4</sub>AF) es la ferrita y celita al aluminato tricálcico (C<sub>3</sub>A). El motivo de añadir yeso al cemento es para retardar (controlar) el fraguado, ya que, si solo se muele el clínter, al mezclarlo con el agua fraguaría casi inmediatamente, y no permitiría ni su manipulación ni su instalación. La retardación de la hidratación inicial del cemento depende de la presencia de los iones SO<sub>4</sub>.

#### **2.2.2. Mezclas de concreto**

Las mezclas se deben diseñar tanto para los estados frescos como para los estados endurecidos. Las principales exigencias que se deben cumplir para lograr una dosificación apropiada en estado fresco son las de manejabilidad, resistencia, durabilidad y economía.

Es importante saber que en la actualidad se han realizado una gran cantidad de trabajos relacionados con los aspectos teóricos del diseño de mezclas de concreto, en buena parte se entiende que el diseño de mezcla es un procedimiento empírico, y aunque hay muchas propiedades importantes del concreto, la mayor parte de procedimientos de diseño están basados principalmente en lograr una resistencia a compresión para una edad determinada así como la manejabilidad apropiada para un tiempo determinado, además se debe diseñar para unas propiedades que el concreto debe cumplir cuando las estructuras realizadas se coloca en servicio.

#### **a) Manejabilidad**

La manejabilidad es muy importante el concreto debe diseñarse con la manejabilidad adecuada para la colocación, esta depende principalmente de las propiedades y características de los agregados y la calidad del cemento. Cuando se necesita mejorar las propiedades de manejabilidad, se puede pensar en incrementar la cantidad de mortero.

Es fundamental las relaciones de comunicación entre el diseñador, el constructor y el productor de concreto con el propósito de asegurar una buena mezcla de concreto. Una adición de agua en la obra es la peor solución para mejorar la manejabilidad del concreto, es totalmente contraproducente para la calidad del producto y la variabilidad de los resultados finales.

#### **b) Resistencia y durabilidad del concreto.**

El concreto es diseñado para una resistencia mínima a compresión. Esta especificación de la resistencia puede tener algunas limitaciones cuando se especifica con una máxima relación agua cemento y se condiciona la

cantidad de material cementante. Es importante asegurar que los requisitos no sean mutuamente incompatibles. O en algunos casos la relación agua/material cementante se convierte en las características más importante por tema de durabilidad.

En algunas especificaciones puede requerirse que el concreto cumpla con ciertos requisitos de durabilidad relacionados con congelamiento y deshielo, ataques químicos, o ataques por cloruros, casos en los que la relación agua cemento, el contenido mínimo de cemento y el uso de aditivos se convierten en pieza fundamental para el diseño de una mezcla de concreto.

Esto nos lleva a tener presente que una mezcla perfecta o diseñada bajo los criterios de durabilidad no producirá ningún efecto si no se llevan a cabo procedimientos apropiados de colocación, compactación acabado, protección y curado.

**c) La economía en el diseño de mezclas de concreto.**

El costo de la elaboración de una mezcla de concreto está constituido básicamente por el costo de los materiales, equipos y mano de obra.

La variación en el costo de los materiales se debe a que el precio del cemento por kilo es mayor que el de los agregados y de allí, que la proporción de estos últimos minimice la cantidad de cemento sin sacrificar las resistencias y demás propiedades del concreto elaborado. La diferencia en costo entre los agregados generalmente es un tema secundario; sin embargo, en algunas localidades o con algún tipo de agregado especial pueden ser suficientes para que influya en la selección y dosificaciones. El costo del agua usualmente no tiene ninguna influencia, mientras que el de

los aditivos puede ser importante por su efecto potencial en la dosificación del cemento y los agregados.

El costo de la mano de obra depende de la trabajabilidad de la mezcla y de los métodos de colocación y compactación. Una mezcla poco trabajable con un equipo de compactación deficiente aumentase los costos de mano de obra.

También la economía de un diseño de mezcla se debe contemplar el grado de control de calidad que se espera en la obra. El concreto tiene una variabilidad tanto la calidad de los materiales, la producción y las acciones que se dan en las obras ejecutadas. En obras pequeñas “sobre diseñar” el concreto puede resultar económico entre comillas, pero en una obra muy grande de altos volúmenes de concreto se debe implementar un extenso control de calidad con el propósito de mejorar los costos, la eficiencia y eficacia.

#### **d) Dosificación de una mezcla de concreto**

Las proporciones de la mezcla de concreto que cumpla con dichas características con los materiales disponibles, se logra mediante el sistema de pruebas y errores o el sistema de ajustes y reajustes.

Dicho sistema consiste en preparar una mezcla de concreto con una proporción inicial y calcularlas por diferentes métodos. A la mezcla de prueba se le realizan los diferentes ensayos mecánicos de control de calidad como asentamiento, pérdida de manejabilidad, masa unitaria, tiempos de fraguado y resistencia a la compresión.

Estos datos se comparan con la especificación y si llegan a ser diferentes o no cumplen con la expectativa de calidad se reajustan las cantidades, se

elabora nuevamente la mezcla que debe cumplir todos los ensayos de control de calidad, si nuevamente no cumple los requisitos exigidos es necesario revisar los materiales, el método del diseño y nuevamente otra mezcla de concreto hasta ajustar los requisitos exigidos por las especificaciones.

TABLA DE DOSIFICACIÓN DE CONCRETOS - CANTIDADES POR m <sup>3</sup> DE CONCRETO															
DISEÑO	Resistencia F'c			CEMENTO		ARENA		GRAVA		AGUA					
										Agregado Humedo		Agregado Seco		PROMEDIO	
	Kg/cm <sup>2</sup>	PSI	Mpa	Kilos	Bultos (50 Kg)	m <sup>3</sup>	Latas (19 Lts)	m <sup>3</sup>	Latas (19 Lts)	Lts.	Latas (19 Lts)	Lts.	Latas (19 Lts)	Lts.	Latas (19 Lts)
1, 2, 2	280	4000	27	420	8.4	0.67	35	0.67	35	180	9.5	200	10.5	190	10.0
1, 2, 2-1/2	240	3555	24	380	7.6	0.60	32	0.76	40	170	8.9	190	10.0	180	9.5
1, 2, 3	226	3224	22	350	7.0	0.55	29	0.84	44	160	8.4	180	9.5	170	8.9
1, 2, 3-1/2	210	3000	20	320	6.4	0.52	27	0.90	47	160	8.4	180	9.5	170	8.9
1, 2, 4	200	2850	19	300	6.0	0.48	25	0.95	50	145	7.6	170	8.9	158	8.3
1, 2-1/2, 4	189	2700	18	280	5.6	0.55	29	0.89	47	145	7.6	170	8.9	158	8.3
1, 3, 3	168	2400	16	300	6.0	0.72	38	0.72	38	145	7.6	170	8.9	158	8.3
1, 3, 4	159	2275	15	260	5.2	0.63	33	0.83	44	140	7.4	185	9.7	163	8.6
1, 3, 5	140	2000	14	230	4.6	0.55	29	0.92	48	135	7.1	160	8.4	148	7.8
1, 3, 6	119	1700	12	210	4.2	0.50	26	1.00	53	130	6.8	155	8.2	143	7.5
1, 4, 7	109	1560	11	175	3.5	0.55	29	0.98	52	120	6.3	145	7.6	133	7.0
1, 4, 8	99	1420	10	160	3.2	0.55	29	1.03	54	110	5.8	140	7.4	125	6.6

**Tabla de dosificación del concreto.**

**e) Principales causales en la aparición de grietas.**

Tomando en cuenta si son problemas superficiales, de cierta profundidad o que podrían comprometer la integridad de la estructura, las razones que afectan al hormigón suelen ser muy variables en su naturaleza y complejidad.

Cuando agrupamos las más habituales, podemos resumirlas de esta manera:

- Deterioro ocasionado por condiciones marinas y la exposición a reacciones químicas.

- Afectación producida por fenómenos como terremotos, huracanes, inundaciones, incendios y más.
- Daños a consecuencia de meteorización, erosión, humedad, impactos, desgastes, entre otros.
- Desplazamiento o fractura generada por tensiones térmicas, asentamiento, retracción, sobrecargas, etc.
- Deficiencias estructurales provocadas por mal cálculo de las cargas, corrosión de los elementos, así como por errores en los factores de diseño.
- Fallas arquitectónicas generadas por una construcción deficiente, la utilización de materiales inadecuados y descuido significativo asociado a la supervisión y el control de calidad en la construcción.
- Es importante acotar que los defectos en el cemento requieren de una correcta evaluación y diagnóstico sobre la extensión del daño. Una vez establecida la causa, las reparaciones deben estar acompañadas de una investigación exhaustiva debido a que los trabajos podrían afectar la resistencia o rigidez de las estructuras en mención.

**f) Métodos para la reparación de fisuras en concreto.**

Dependiendo de la naturaleza que la afectan, la reforma o restauración puede ser superficiales (cosméticas) o podría requerir la sustitución de toda o parte de la estructura. En este sentido, las **técnicas de reparación** están agrupadas en 3 grandes grupos:

- Procedimientos externos de poca profundidad.
- Remoción o reemplazo del material o la parte que presenta el daño.
- Aplicación mediante inyección para cavidades, grietas, fisuramientos y zonas que asemejan un panal de abeja.

### **2.2.3. Resinas epoxicas**

Cuando se añade arena gruesa o bauxita calcinada, se obtiene un mortero de resina que reacciona al endurecedor una vez que se mezclan. Las reacciones pueden durar de 30 a 60 min y son muy resistentes a los agentes químicos. Esto se combina con características como: gran fuerza, mucha adherencia y también es a prueba de agua.

#### **➤ Cemento, lechada y mortero.**

Usando maquinaria de construcción como hormigoneras o mezcladores de cemento, se puede crear una mezcla a base de concreto para reparar zonas agrietadas o dañadas. Otra opción efectiva es la mezcla en seco rica en cemento para fisuras. Y si el tamaño de la superficie es de grandes dimensiones, puede usarse hormigón proyectado con o sin encofrados metálicos o de madera.

#### **➤ Compuestos de hormigón polimérico.**

Ideales para reparar fallas estructurales del cemento común, se pueden aplicar en forma de capas o mediante infiltración. Existen 3 tipos principales: los de impregnación, hormigón polímero y hormigón polimérico modificado. Son excelentes para defectos debido a sus propiedades de adherencia, resistencia química, aguante contra el desgaste, baja absorción de agua y aplicación por efecto de corrosión.

#### **➤ Otras soluciones disponibles.**

Además de lo mencionado, existen una gama de productos diseñados para fortalecer, impermeabilizar y evitar reacciones químicas perjudiciales, como, por ejemplo:

- Pinturas epoxicas
- Tratamiento con tetrafluoruro de silicio
- Esmaltes a base de neopreno y caucho clorado
- Aceites de secado como semillas de linaza o de Tung
- Fluoruro de cinc, silicato de sodio o magnesio

Aunque existen más opciones, esperamos que estas soluciones puedan servir de guía al momento de tratar deterioros como grietas, fisuras o fallas estructurales. Como expertos en maquinaria de construcción, conocemos bien estas circunstancias y queremos proporcionar soluciones concretas, prácticas y eficientes al alcance de los constructores.

#### **2.2.4. Componentes y propiedades de los materiales FRP.**

Los polímeros reforzados con fibras (FRP) es un material compuesto el cual consiste de fibras, una matriz y adhesivos.

##### **➤ Fibras**

Tienen la responsabilidad de brindarle las propiedades estructurales a un material compuesto debido a que su resistencia y rigidez es muy superior al de la matriz inicial. Las fibras que se emplean directamente como esfuerzo, consisten en fibra continua, pequeña y con la direccionalidad propicia. En la actualidad predominan 3 tipos de fibras más importantes y son utilizadas como polímeros: la fibra de carbono (CFRP), la fibra de aramida (AFRP), y la fibra de vidrio (GFRP).

El polímero reforzado con fibra de carbono (CFRP). Es el más conocido y utilizado debido a que presenta mejores propiedades a los procesos mecánicos en comparación con los otros tipos de fibras. (Ver tabla 1).

Material	Modulo de elasticidad (GPa)	Resistencia a la tensión (MPa)	Deformación última a la tensión (%)
<b>Carbono</b>			
Alta resistencia	215-235	3500-4800	1,4-2,0
Ultra alta resistencia	215-235	3500-6000	1,5-2,3
Alto módulo	350-500	2500-3100	0,5-0,9
Ultra alto módulo	500-700	2100-2400	0,2-0,4
<b>Vidrio</b>			
E	70	1900-3000	3,0-4,5
S	85-90	3500-4800	4,5-5,5
<b>Aramida</b>			
Bajo módulo	70-80	3500-4100	4,3-5,0
Alto módulo	115-130	3500-4000	2,5-3,5

**Tabla de resistencia de las fibras.**

Están fabricadas con polímeros tipo PITCH O PAN. Las que son a base de polímero PITCH se fabrica a partir de petróleo refinado brea, las cuales ofrecen materiales de uso generalizado y poseen altas resistencias y también un alto módulo de elasticidad. En cambio, las fibras PAN, están fabricadas con poliácronitrilo y producen un material con alta resistencia y un alto módulo de elasticidad.

➤ **Matriz**

Las matrices de los materiales compuestos son las encargadas de proteger a la fibra contra las abrasiones y las corrosiones ambientales, mantiene a la

fibra unida y distribuye uniformemente la carga entre ellas. Las cuales pueden ser de tipo termoendurecible (la más común) o termoplástico. Los materiales termoendurecibles son cuyos materiales son materiales más suaves que al recibir calor podrían convertirse en sólidos insolubles. Ósea una acción que no es reversible en lo absoluto, por el contrario, los termoplásticos tienen el comportamiento de un líquido que cuando se les adiciona calor la matriz utilizada influye eficazmente en sus propiedades mecánicas tales como los módulos de resistencia transversal y sus propiedades de compresión y cortante, las matrices más comunes son: resinas epoxi cas, el vinil éster, el poliéster. Estos polímeros son del tipo termoendurecibles. Fácilmente de procesar y de buena resistencia química. Las resinas epoxi cas presentan mejores y mayores propiedades mecánicas que los viniléster y poliéster, también Una durabilidad excepcional a comparación de lo los otros que son más baratos.

#### ➤ **Adhesivos**

Los adhesivos son los materiales utilizados para adherir el material FRP a la superficie de concreto, con el fin de que se dé las adecuadas transferencias de carga por cortante entre el elemento de concreto y el sistema FRP y así trabajen como una sección compuesta. Generalmente, se componen de una mezcla de resina epóxica (polímero) con un endurecedor. Las características de los adhesivos se pueden variar para adaptarse a las necesidades del trabajo a realizar.

#### **2.2.5. Preparación de moldes de concreto según la Norma ASTM 31**

En el procedimiento mencionado se toma en cuenta los procedimientos en la preparación posterior curados en las distintas obras y las preparaciones de las

probetas con hormigón muy fresco posteriormente pasaran a ser expuestas a los diferentes ensayos mecánicos. Compresión, flexión, tracción por hendimiento respectivamente.

➤ **Moldes para vigas o pavimentos.**

Los procedimientos en la preparación de los moldes a utilizarse en la confección de las probetas tienen que ser necesariamente de material metálico o quizás otros materiales que presente la resistencia al concreto fresco, sus interiores deben ser lisos con perpendicularidad entre las paredes y de paredes opuestas paralelas.

-Las dimensiones básicas ( $d$ ) tienen que ser mayor o igual a 3 veces de la medida máxima en ancho o alto.

-Los moldes de estructura y forma cilíndricas:

Tendrán presentar el diámetro interior de dimensión básica ( $d$ ) y tiene que tener de altura ( $2d$ ).

-Moldes prismáticos:

Para el molde en forma prismática tendrán que presentar las secciones cuadradas de aristas interiormente básicas ( $d$ ) y longitudes de preferencia ( $4d$ ).

En las partes superficiales de los moldes se pondrán en firme contacto con el hormigón en mención se debe untar con un roció y unción de aceites minerales (petróleo) o quizás otros materiales para así evitar las posibles adherencias y así no alterar los componentes de nuestro hormigón a trabajar.

Los moldes y su dimensionamiento básico son:

Molde	Ensayos	Dimensión básica interior, mm.
Cubo	Compresión	200 mm
Cilindro	Compresión Tracción por hendimiento	150 mm. de $\phi$ h = 2 * d mm
Viga	Tracción por flexión	150 x 150 mm longitud 4 * d

**Tabla de dimensiones básicas para las probetas**

**a) Vibradores internos.**

Los vibradores internos deben de contar con un acoplamiento rígidos y flexibles y de con frecuencias mayores o iguales a 6.000 pul/minuto, con los diámetros iguales o inferiores de 0.25mm. Y que no exceda a 0.40mm. La longitud y acoplamientos mayores o iguales a 50 cm.

Vibradores externos:

Los vibradores utilizados externamente serán de mesas o placas con frecuencias iguales o mayores a 3.000 pul/min.

**b) Moldeados de las probetas.**

Por medio de los tamizados extraer del hormigón los sobre tamaños o granos que superen a 1/3 del dimensionamiento de las probetas.

En los lugares de moldeados de la probeta deberán de ser protegidos, también nivelados, por qué será donde se dejará las muestras para su curado inicial y posterior desencofrado.

Se colocará el hormigón en los moldes ya nivelados evitar siempre segregaciones y compactación según los resultados de los asentamientos de mezclas en el cono.

Uniformizar las superficies empleando los pisones ya sea manual o mecánicos.

**c) Compactación**

Las compactaciones respectivas de las probetas deben ser apisonadas o vibradas lo más semejante a las compactaciones del hormigón en ejecución de obras.

Los procedimientos de compactaciones deben de ser según los asentamientos de conos de hormigón, a cambio nos indique unos procedimientos adecuados o distintos en las distintas especificaciones de las normativas técnicas.

Asentamiento de cono de hormigón.

Asentamiento de Cono	Procedimiento de Compactación
<5	Vibrado
5 - 10	Apisonado o Vibrado
> 10	Apisonado

#### d) Compactaciones por apisonados.

Necesariamente se tendrá que colocar el hormigón en 2 capas, de similar espesor, en el molde cúbico, prismáticos y caso contrario del molde cilíndrico se realizara en 3 capas.

Se apisonará con las varillas – pisonear estrato a estrato con 8 golpes cada 100 mm de las superficies.

Molde	Nº de Capas	Nº de golpes por Capa
Cubo 100 mm	2	8
Cubo 150 mm	2	18
Cubo 200 mm	2	32
Viga 150x150x530 mm	2	64
Viga 150x150x600 mm	2	72
Cilindro $\phi$ 100 mm	3	6
Cilindro $\phi$ 150 mm	3	14

**Tabla para apisonados**

Se apisonarán las capas inferiores a su totalidad de las alturas sin necesidad de tocar los fondos y posteriormente en las capas consecutivas se apisonarán de manera que el apisonador entre 2 cm a las capas anteriores.

Posteriormente del relleno es recomendable dar de golpes suavemente a las partes laterales a forma de eliminación de vacíos dejados por el apisonador.

#### **e) Compactaciones por vibración**

##### **- Vibración interno**

Se colocará al hormigón en la 1ra capa en la mayoría del molde prismático, cúbico y en 2 capas de similares espesores en las cilíndricas.

En los cilíndricos y cúbicos las capas se deberán vibrar con las inserciones verticales de la vibración en las partes centrales hasta aproximadamente dos centímetros de fondo y ya sea el caso en la segunda capa, meter el vibrador al centro penetrando aprox. 2 centímetros de las capas anteriores.

Los moldes prismáticos se vibran en 4 intersecciones a las líneas de longitudes centrales.

Los vibradores se retirarán lentamente, al rellenar las ultimas capas, para así mantenerlos el molde constantemente lleno u uniformemente para lograr que unas finas capas de lechadas cubran las superficies.

Evitar el tocamiento de los fondos de los moldes ni las paredes para no variar las nivelaciones de los moldes.

##### **-Vibrados externos**

Los moldes se fijarán a los elementos vibradores, con algún dispositivo mecánico o en forma manual de modo que se logre una vibración de modo solidario y constante de ambos elementos.

Se colocará los hormigones a 1 sola capa, para mantener en su mayoría un exceso por sobre nuestros moldes y se vibre en los tiempos necesarios para logra sus mayores compactaciones, presionándolo las superficies de nuestros hormigones para alcanzar en la superficie una especie de lechada la cual cubrirá la superficie del molde vaciado.

**f) Finalización superficial de probetas**

Nivelar los hormigones con el apisonador con los movimientos de aserrados en la superficie, no se deberá dar de golpes las superficies del hormigón solo se alisará uniforme y superficial.

Se tendrá que realizar la identificación de probeta, si afectar el tamaño, característica y forma.

**g) Curado inicial**

Se curarán las probetas trabajadas para evitar la evaporación, y se mantendrá a una temperatura de 16 y 27 °C, cubriendo en totalidad con lámina de impermeabilización o con arena aserrín, hasta el desmolde de nuestras probetas.

**h) Desmolde**

Las probetas se pueden desmoldar teniendo en cuenta siempre que las condiciones de endurecimiento sean tales que no cause daño a la probeta.

Los tiempos mínimos son:

Cúbicos y cilíndricos después de 20hrs.

En Viguetas posterior a 44hrs.

**i) Curado**

Las probetas de ensayo ya desencofradas deberán encontrarse en las temperaturas 17 a 23°C y a respectivas condiciones de humedad:

En Probeta cubica o cilíndrica sumergirlas por completo en liquido (agua común) y tranquila depositada saturadas en cal, ya sea empapadas de arena húmeda o en depósito de humedad mayores o iguales a un porcentaje del 90 %.

Para Probeta prismática: depositarlas en agua común y tranquila depositadas saturadas en cal cubiertas en su totalidad.

#### **j) Traslado a laboratorios**

Las probetas en su posterior traslado a los distintos laboratorios, deben estar protegida de caídas y golpes y manteniendo su edad promedio de transporte son las siguientes:

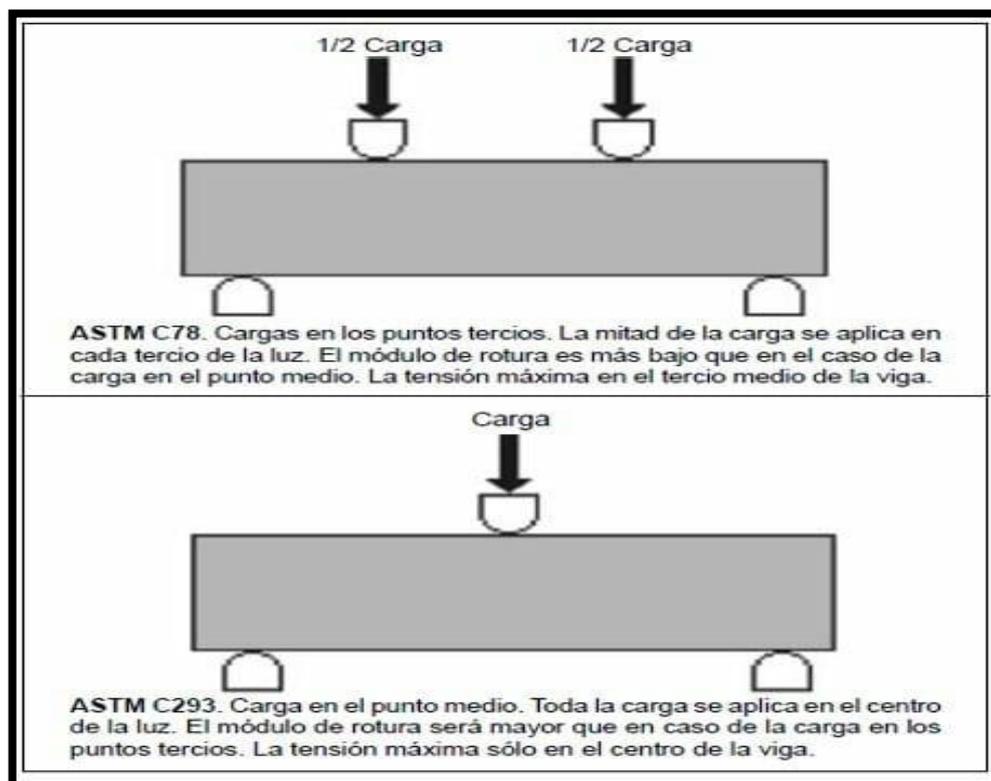
En sus moldes cubos y cilíndricos después de 20hrs, los prismáticos después de 44hrs.

Desmoldar en un mayor o quizás igual a 5 días.

#### **2.2.6. Resistencia a la flexión del concreto de acuerdo a ASTM**

La resistencia a la flexión del concreto es una medida de la resistencia a la tracción del concreto (hormigón). Es una medida de la resistencia a la falla por momento de una viga o losa de concreto no reforzada. Se mide mediante la aplicación de cargas a vigas de concreto de 6 x 6 pulgadas (150 x 150 mm) de sección transversal y con luz de como mínimo tres veces el espesor. La resistencia a la flexión se expresa como el Módulo de Rotura (MR) en libras por pulgada cuadrada (MPa) y es determinada mediante los métodos de ensayo normalizado ASTM C78 (cargada en los puntos tercios) o ASTM C293 (cargada en el punto medio).

El Módulo de Rotura es cerca del 10% al 20% de la resistencia a compresión, en dependencia del tipo, dimensiones y volumen del agregado grueso utilizado, sin embargo, la mejor correlación para los materiales específicos es obtenida mediante ensayos de laboratorio para los materiales dados y el diseño de las mezclas. El Módulo de Rotura determinado por la viga cargada en los puntos tercios es más bajo que el módulo de rotura determinado por la viga cargada en el punto medio, en algunas ocasiones tanto como en un 15%.



### **Método para la aplicación del ensayo a flexión de acuerdo a ASTM.**

#### **a) ¿Porque es útil el ensayo de resistencia a flexión?**

En su mayoría los diseñadores de pavimento utilizan muchas teorías basadas en la resistencia a la flexión razón por el cual. Deben ser requeridos el diseño de mezclas en los laboratorios basados en los ensayos y pruebas a flexión, o seleccionando los contenidos de material cementante, basándose en

experiencias vividas para la obtención de un módulo de rotura recomendable en el control de campo y las aceptaciones de los pavimentos, se utiliza con poca frecuencia los ensayos a flexión en concreto estructural, las empresas y agencias que no utilizan el esfuerzo a flexión para su control de campo respectivo. En general creen por conveniente y confiable el uso de resistencias a compresión para calificar las calidades de los concretos entregados en campo.

**b) ¿Cómo utilizar la resistencia a la flexión?**

Las probetas deben ser preparadas y fabricadas adecuadamente en campo. Las mezclas para pavimento de concreto deben ser cecatas, con asentamiento (reventamiento) de ½ a 2 ½ pulgadas (1,25 a 6,25 cm), se consolidarán por medio de tomando en cuenta la norma ASTM C31 y se golpearán los laterales para la eliminación de burbujas de aire, y se agitará en forma de pinchazos a lo largo de los laterales para garantizar la consolidación. Nunca permitir que las superficies de las vigas se sequen mantenerlas inmersas en agua saturadas con cal por el lapso de 20 horas como mínimo ante de someterlas al ensayo.

Las investigaciones y especificaciones que se efectúen en las aparentes bajas resistencias deberán tener muy en cuenta las elevadas variabilidades de los resultados de los ensayos de resistencia a flexión. Las desviaciones típicas para la resistencia a flexión de concreto con hasta 800 lbs/plg<sup>2</sup> (5.5MPa) para proyectos con alto rango de control estará entre las 40 a 80 lbs/plg<sup>2</sup> (0.3 a 0.6 MPa) las desviaciones muy por encima de las 100 lbs/plg<sup>2</sup> (0.7MPa) podrían indicar problemas en los ensayos. Hay una existencia de una elevada problemática en los ensayos o muchas diferencias en la

humedad dentro de la viga, debido a un secado prematuro, pueden alterar las resistencias finales.

En los lugares donde se haya establecido en los laboratorios una relación entre resistencia a la compresión y resistencia a la flexión se podría utilizar las resistencias de los testigos para la resistencia a compresión según la norma ASTM c42 para evaluar el resultado deseado empleando el criterio de la norma ACI 318 del 85% re la resistencia especificada, para el promedio de tres testigos. No resultara apropiado aserrar vigas de una losa para los ensayos a flexión. Dicha práctica reducirá en gran medida la resistencia a flexión y no debe ser hecho. En algunas ocasiones se utilizará la resistencia a la tracción indirectamente de testigos por la ASTM c486, pero será limitada para analizar los datos de los ensayos.

Otro procedimiento para la investigación insitu, consistirá en evaluar resistencias a compresión de núcleos extraídos (testigos) comparándolos con mezclas aceptables efectuados en la proximidad del concreto en cuestión.

**c) ¿Cuáles son los problemas con la flexión?**

Los ensayos a la prueba deflexión son muy extremadamente sensibles a la preparación, manipulación y procedimiento de curado en las probetas las vigas o probetas son muy pesadas y podrían ser dañadas en la elaboración, manipulación y transporte desde el lugar de trabajo hacia el laboratorio, al permitir que una probeta de viga se seque dará como resultado natural muy bajas resistencias, las vigas deberán ser curadas en forme como la norma nos indica y ensayadas mientras se encuentren húmedas el cumplimiento de dichos requerimientos en obras son muy difíciles de cumplirlas, lo que da

lugar frecuentemente resultados de módulo de rotura generalmente muy bajos, un periodo corto de secado produce una caída brusca de la resistencias a lograr en flexión en nuestras probetas.

Muy a menudo agencias estatales de vías han utilizado la resistencia a flexión, pero ahora están cambiando al ensayo de resistencia a compresión y conceptos de madurez del concreto para el control de los trabajos y el aseguramiento de la calidad de pavimentos de concreto. Las resistencias a la compresión de las probetas cilíndricas son utilizadas para las estructuras de concreto.

La norma americana de pavimentos de concreto (ACPA) y la NRMCA trabajan con una política establecida que el ensayo al esfuerzo de compresión es un ensayo preferido de aceptación en la elaboración de concreto y que el ensayo debe ser conducido por los técnicos capacitados en el rubro de la construcción con certificación vigente. Con conocimientos del ACI 325 y 330 sobre la construcción y diseño de pavimentos de concreto, y a la par por la asociación del cemento portland (PCA) puntualizan las utilidades de los ensayos de resistencias o compresión como los más confiables y convenientes.

La industria del concreto y las empresas de construcción y agencias de ensayo se encuentran mucho más familiarizados con los procesos de ensayos a compresión de las probetas cilíndricas, para el control y la respectiva aceptación del concreto la flexión puede ser utilizada con los propósitos de diseños requeridos pero la resistencia a compresión correspondiente debe ser utilizada para ordenar y aceptar el concreto. En el momento que se efectúen las mezclas de prueba. Se tendrán que hacer tanto

los ensayos a compresión como a flexión de manera que se desarrolle en una concordancia para el control de campo.

## **CAPITULO III**

### **METODOLOGIA**

#### **3.1. Metodología de investigación**

Para el desarrollo del proyecto se emplea el método inductivo deductivo ya que el estudio se realizará analizando el expediente técnico de la obra para evaluar el problema de fallamiento que se presenta en la zona de las vigas y columnas en la ejecución de dicha obra.

#### **3.2. Tipo de estudio**

El tipo de investigación es aplicada ya que nuestra función principal es aplicar los conocimientos teóricos y poner al servicio de la práctica para dar soluciones de problemas.

#### **3.3. Nivel de estudio**

El nivel de estudio es descriptivo – explicativo, con el desarrollo del trabajo de investigación se pretende describir y explicar el procedimiento del control del fisuramiento y fallamiento en las vigas y columnas de las construcciones.

#### **3.4. Diseño de estudio**

El diseño de investigación es experimental ya que para todos los trabajos realizados se aplicaron métodos y técnicas con la finalidad analizarlos en forma razonable y lógica para que el problema de la investigación sea manejado eficientemente

### 3.5. Población y muestra

#### 3.5.1. Población:

La población a la cual está referida este presente estudio lo constituye la población finita de 12 moldes prismáticos de 0.15m\*0.15m\*0.60m, con un fc. 210 kg/cm<sup>2</sup>, cabe destacar que la fuente de información para obtener dicho número de ensayos fue aportado por la ASTM. Normativa del sistema internacional

Edad del concreto	Molde	fc. g/cm <sup>2</sup>	Cantidad.
7 días	Prismático0.15m*0.15m*0.60m	210 kg/cm <sup>2</sup>	04 und.
14 días	Prismático0.15m*0.15m*0.60m	210 kg/cm <sup>2</sup>	04 und.
28 días	Prismático0.15m*0.15m*0.60m	210 kg/cm <sup>2</sup>	04 und.
total			12 und.

**Tabla de población**

#### 3.5.2. Muestra:

De acuerdo a las posiciones anteriores se puede determinar que el número de elementos que son investigados están en relación de 04 moldes 0.15m\*0.15m\*0.60m, con un fc. 210 kg/cm<sup>2</sup>, prismáticos con adición de fibra de resina epoxica sika 31 y sika 32 sometidas a flexión los cuales representan a la población de estudio

Edad del concreto	Molde	fc. g/cm <sup>2</sup>	Cantidad.
7 días	Prismático0.15m*0.15m*0.60m	210 kg/cm <sup>2</sup>	01 und.
14 días	Prismático0.15m*0.15m*0.60m	210 kg/cm <sup>2</sup>	01 und.

28 días	Prismático0.15m*0.15m*0.60m	210 kg/cm <sup>2</sup>	02 und.
total			04 und.

**Tabla de muestra**

### **3.6. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos**

#### **3.6.1. Técnicas de recolección de datos**

- Observación experimental
- Encuestas
- Medición
- Fichas técnicas
- Páginas web
- Análisis documental

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

- Catálogos de aditivos
- Mezcladora de concreto
- Moldes prefabricados
- Cinta métrica
- Herramientas manuales
- Cámara fotográfica
- Filmadora
- Equipo de laboratorio de estructura

#### **3.6.3. Instrumentos de análisis de datos.**

- Excel manejo de tablas dinámicas

- Word
- Tablas de escala de resistencia
- Manómetros de escala de presión hidráulica
- Tutoriales referenciales a los métodos aplicados en resistencia a esfuerzos mecánicos,

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y ANALISIS DE DATOS**

#### **4.1. Desarrollo del proyecto:**

##### **a) Ubicación de la problemática**

Cuando nos encontrábamos laborando en la obra " MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE ATENCION AL CIUDADANO EN LA COMUNIDAD CAMPESINA SAN JERONIMO DE LA OROYA ANTIGUA, DISTRITO DE LA OROYA, PROVINCIA DE YAULI-JUNIN" en el cargo de asistente técnico de obras la cual era la construcción del local comunal que contó con la construcción de los 3 pisos en un área de 58 m<sup>2</sup> notamos el fisuramiento en la viga la cual quisimos darle la pronta solución llegando a la conclusión de utilizar los aditivos para concreto que nos brindan el mercado actualmente y así nace nuestro tema de investigación que tan importante y eficaz puede ser el aditivo POLIMERO REFORZADO CON FIBRA DE RESINA EPOXICA SIKADUR 31 Y POLIMERO REFORZADO CON FIBRA DE RESINA EPOXICA SIKADUR 32 empleado a dicho proceso la cual explicaremos a continuación

##### **b) Adquisición de aditivos**

Para poder adquirir los productos SIKADUR 31 Y SIKADUR 32, Nos contactamos con la empresa SIKAPERU S.A. dicha empresa trabaja arduamente

en la elaboración de nuevos productos para el mejoramiento de mezclas de concreto esta empresa su planta principal de fabricación se encuentra en la ciudad de LURIN, LIMA – PERU. En respuesta de dicha empresa nos recomendaron el asesoramiento de un técnico en construcción civil contratado por la misma entidad motivo por el cual nos contactamos con dicho técnico el cual nos brindó su asesoría profesional en la aplicación de dichos aditivos y los procesos a los cuales deberíamos regirnos para poder llegar a una conclusión optima en la ejecución de nuestro proyecto.

**c) Adquisición de elementos para las probetas**

Una vez conseguido los aditivos y siendo capacitados en la utilización y aplicación pasamos a hacer la compra de los elementos que nos servirán para la elaboración de nuestras probetas las cuales son:

➤ Madera tipo montaña

- Cemento tipo 1
- Piedra chancada de ½
- Arena gruesa
- Sierra circular de mano
- Clavos de 21/2
- Martillo
- Tiralíneas y ocre rojo
- Petróleo 2 litros
- Agua potable común
- Acelerante de fragua sika-3

**d) Adquisición de acelerante**

La adquisición del acelerante de fragua sika-3 se efectuó en la ciudad de Huancayo en un distribuidor autorizado por la marca sikaperu s.a. el cual también nos asesoró en la utilización del producto para así seguir los procesos normados y no tener complicaciones en la ejecución del proyecto.

**e) preparación de moldes**

La elaboración de los moldes se efectuó de acuerdo a la norma ASTM – 31 la cual nos indica que el dimensionamiento de las probetas para viga 6” \* 6” y el largo 3 veces como mínimo la longitud de los espesores. Se cortó las maderas con el uso de la sierra circular manual para fabricar el encajonamiento con uso del martillo y los clavos se juntó las uniones respectivas para luego rosearlos con el petróleo para que cuando vaciemos la mezcla de concreto no se adhiera a las paredes de la madera y así tener una probeta uniforme compacta y de buen aspecto en el acabado.

**f) preparación de mezcla de concreto**

Siguiendo las respectivas tablas de diseño de mezclas de concreto y contando con los insumos respectivos:

- 01 bolsa de cemento portland tipo I
- 05 glns agua potable
- 1/2 m<sup>3</sup> de piedra chancada de ½
- 1/2 m<sup>3</sup> de arena gruesa
- Acelerante de fragua SIKA -3
- Y las herramientas respectivas:
- 01 lampa
- 01 varilla para chusear
- 01 mezcladora tipo trompo

- 03 glns de gasolina de 90 octns.

Se procede a la preparación de la mezcla de concreto:

Verificamos que nuestros insumos y herramientas se encuentren en óptimas condiciones,

Se enciende la mezcladora tipo trompo.

Separamos un 1 1/2 baso de acelerante y lo combinamos con el agua potable.

Luego vertimos el agua al tambor de la mezcladora se adiciona la bolsa de cemento.

En consecuencia, de 12 lampadas de piedra chancada y 13 lampadas de arena gruesa para obtener un concreto 210 fc.

Una vez obtenido nuestra mezcla con un fc 210 vertimos al molde con ayuda de unos recipientes la cual se chuseara 64 veces por cada estrato para así eliminar poros y gases comprimidos.

Ya realizado los procesos se deja que la mezcla de concreto tome la consistencia adecuada como mínimo 24 horas para poder desencofrarlas. Ya pasada las 24 horas de vaciado de la mezcla de concreto 210 fc se procede al desencofrado con mucha precaución de dañar la estructura de los moldes.

**g) Curado de probetas**

Se recomienda sumergir las probetas en un recipiente (cilindro) lleno de agua potable con cal durante 28 días para que el concreto alcance la edad adecuada y tome la mayor resistencia la cual tomamos en cuenta dicha recomendación.

**h) Rotura de probetas**

Pasado los 28 días de curado en agua procedemos a llevarlos al laboratorio para realizar los ensayos de rotura. La cual se realizó de acuerdo al METODO DE ENSAYO NORMALIZADO ASTM C78 (carga en los puntos tercios) y ASTM

C293 (carga en el punto medio) teniendo en cuenta que nuestras muestras están en forma natural sin adición de los aditivos SIKADUR 31 Y SIKADUR 32 los cuales aplicaremos una vez producida las fallas uniendo (adhesivando) ambas partes en la rotura existente para concluir con nuestros resultados.

**i) preparación de polímero reforzado con resina epoxica:**

**a) SIKADUR 31:**

Al momento de aplicar Sikadur®-31 Hi-Mod-Gel, el concreto debe tener por lo menos 28 días de edad, encontrarse limpio, libre de polvo, partes sueltas o mal adheridas, sin impregnaciones de aceite, grasa, pintura, entre otros. Debe estar firme y sano con respecto a sus resistencias mecánicas. Para una adecuada limpieza es recomendable el uso de chorro de agua y otros métodos mecánicos tales como pulidora, esponja de metal, un tratamiento enérgico con escobilla de acero y otros.

Proporción de la Mezcla En peso: A: B = 1: 1,18

En volumen: A: B = 1: 1

Módulo de Elasticidad a Flexión 430 MPa

Duración de la Mezcla 50 minutos

**b) SIKADUR 32:**

Al momento de aplicar Sikadur®-32 Gel el concreto debe encontrarse limpio, libre de polvo, partes sueltas o mal adheridas, sin impregnaciones de aceite, grasa, pintura, entre otros. Debe estar firme y sano con respecto a sus resistencias mecánicas. La superficie de concreto debe limpiarse en forma cuidadosa hasta llegar al concreto sano, eliminando totalmente la lechada superficial. Esta

operación se puede realizar con chorro de agua y arena, escobilla de acero, y otros métodos. La superficie a unir debe quedar rugosa.

**j) preparación de los aditivos SIKADUR 31 Y SIKADUR 32:**

Mezclar totalmente las partes A y B en un tercer recipiente limpio y seco, revolver en forma manual o mecánica con un taladro de bajas revoluciones (máx. 600 r.p.m.) durante 3–5 minutos aproximadamente, hasta obtener una mezcla homogénea. Evitar el aire atrapado. En caso que el volumen a utilizar sea inferior al entregado en los envases, se pueden subdividir los componentes respetando en forma rigurosa las proporciones indicadas en Datos Técnicos.

**k) Método de aplicación / herramientas**

La colocación de Sikadur®-31 y Sikadur®-32 Gel se realiza con brocha, rodillo o pulverizado sobre una superficie preparada. En superficies húmedas asegurar la aplicación restregando con la brocha. El concreto fresco debe ser vaciado antes de 3 horas a 20°C o 1 hora a 30°C de aplicado el Sikadur®-32 Gel. En todo caso el producto debe encontrarse fresco al vaciar la mezcla sobre él.

**l) Esfuerzo de rotura con el aditivo aplicado en nuestras probetas**

Ya aplicado los aditivos a la falla en nuestras probetas pasamos a realizar el método de ensayo normalizado de acuerdo a la ASTM. (Sociedad Americana Para Probetas y Materiales).

ASTM c78: la cual nos indican aplicación de cargas en los puntos tercios.

ASTM c293: la cual nos indican aplicación de cargas en el punto medio.

#### 4.2. Presupuesto:

Sierra circular manual	163.00
Acelerante	28.00
Madera	50.00
Clavos 2 1/2	10.00
Martillo	10.00
Cinta métrica	12.00
Escuadra	8.00
01 bls cemento	24.00
Alquiler de mezcladora	180.00
Varilla de chuseo	25.00
Petróleo	10.00
Gasolina de 90 octns	50.00
Sikadur 31	153.00
Sikadur 32	210.00
Alquiler prensa	
Hidráulica	150.00
Transporte	300.00
<b>TOTAL</b>	<b>s/1383.00</b>

#### 4.3. Resultados de nuestro tema de investigación

- a) Ya realizados todos los procesos y guiándonos de las normas y métodos del ASTM. (SOCIEDAD AMERICANA PARA PROBETAS Y MATERIALES). ASTM31; ASTM C78; Y ASTM C293. Planteados para comprobación en nuestras probetas y siguiendo las respectivas especificaciones de uso de los aditivos polímeros con fibra de resina epoxica Sikadur®-31 mortero y Sikadur®-32 Gel se calcula la Modificación favorablemente en la calidad y resistencia del concreto de 210kg/cm<sup>2</sup> en la parte crítica ensayada alcanzando una resistencia a la flexión 346.7 kg/cm<sup>2</sup> y 430 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

- b)** De acuerdo a la norma ASTM c78 Y ASTM c293 aplicada a nuestras probetas una vez ya aplicado los aditivos en las fallas ocasionadas llegamos a la determinación del resultados de esfuerzo a la flexión que efectivamente el producto polímeros con fibra de resina epoxica Sikadur®-31 aplicado como mortero Sikadur®-32 aplicado como Gel cumple con los estándares brindados con una resistencia a la flexión de 346.7 kg/cm<sup>2</sup> y 430 kg/cm<sup>2</sup> lo cual los valores resultantes esta por encima de nuestra resistencia de concreto natural tal como nos indican la empresa fabricante en el catálogo de productos SIKA PERU S.A.
- c)** Al momento de exponerlos a los métodos de ensayos normalizados ASTM c78 y ASTM c293 evaluamos la comprobación del rango de adherencia de la resina epoxica utilizada es mucho mayor llegando a 132.6 kg/cm<sup>2</sup> (sika 32), 283kg/cm<sup>2</sup> (sika 31), frente a un 7.13kg/cm<sup>2</sup> de un mortero convencional por el cual ya no vuelven a fallar por la misma parte critica de nuestras probetas muy por el contrario cambian de espacio crítico.
- d)** Para ver si realmente los aditivos polímeros con fibra de resina epoxica Sikadur®-31 aplicado como mortero Sikadur®-32 aplicado como Gel cumple con los estándares brindados para su eficaz uso en el concreto como nos aseguran la empresa fabricante SIKA PERU S.A. los exponemos a una prueba más extrema rigiéndonos al ensayo normalizado ASTM c293 aplicando una carga puntual en el punto más crítico y pudimos estimar los resultados de la prueba de rotura comprobando que realmente el concreto llega a fallar a varios centímetros por el costado de las fallas unidas y llegamos al resultado que realmente el poder de adherencia de dichos aditivos es mucho mayor que un mortero convencional.

## CONCLUSIONES

- 1) Con la ejecución de este proyecto y la aplicación de los aditivos polímeros con fibra de resina epoxica Sikadur®-31 mortero y Sikadur®-32 según los cálculos obtenidos en el laboratorio aplicando los métodos de ensayos normalizados ASTM c78 y ASTM c293 los cuales concluyen determinando el resultado del esfuerzo a la flexión de un concreto de  $f_c$  210kg/cm<sup>2</sup> mejorando la resistencia en la parte critica ensayada alcanzando una resistencia a la flexión de 346.7 kg/cm<sup>2</sup> y 430 kg/cm<sup>2</sup> favorablemente por parte del proyectista. Por el cual queremos dar a conocer una pronta solución a problemas de flexo tracción cuando nos encontramos en ejecución de los trabajos en campo y se nos presentan fallas en nuestro concreto.
  
- 2) Se llega a la conclusión que. Los polímeros con fibra de resina epoxica Sikadur®-31 mortero y Sikadur®-32 Gel al momento de exponerlos a los métodos de ensayos normalizados ASTM c78 y ASTM c293 evaluamos la comprobación del rango de adherencia que la resina epoxica utilizada es mucho mayor llegando a 132.6 kg/cm<sup>2</sup> (sika 32), 283kg/cm<sup>2</sup> (sika 31), frente a un 7.13kg/cm<sup>2</sup> de un mortero convencional funcionan en cualquier tipo de concreto con un alto grado de adherencia para la unión de fallas y fisuras las cuales han sido sometidos a esfuerzos con cargas puntuales en la cual no vuelven a fallar por la misma parte critica de nuestras probetas muy por el contrario cambian de espacio crítico obteniendo resultados muy favorables.
  
- 3) Rigiéndonos en las normas ASTM. (SOCIEDAD AMERICANA PARA PROBETAS Y MATERIALES). La cual nos especifica la manera de elaboración de probetas para vigas con la norma ASTM 31. los exponemos a una prueba más extrema rigiéndonos al ensayo normalizado ASTM c293 aplicando una carga puntual en el punto más crítico y pudimos estimar los resultados de la prueba de rotura comprobando que

realmente el concreto llega a fallar a varios centímetros por el costado de las fallas unidas y llegamos al resultado que realmente el poder de adherencia de dichos aditivos es mucho mayor que un mortero convencional.

### **RECOMENDACIONES**

- 1) Se recomienda Para los métodos de ensayos normalizados ASTM c78 y ASTM c293 el uso de aditivos con fibra de resina epoxica Sikadur®-31 mortero y Sikadur®-32 gel en fallas de flexo tracción cuando nos encontramos en ejecución de los trabajos en campo y se nos presentan fallas en nuestro concreto, determinando el resultado del esfuerzo a la flexión de un concreto, mejorando la resistencia en la parte critica ensayada alcanzando una resistencia a la flexión favorable rigiéndonos en las especificaciones técnicas de la empresa fabricante SIKAPERU S.A. y obteniendo el asesoramiento técnico respectivo para poder emplear el producto de manera correcta. por presentar una mayor resistencia y darle pronta solución al problema puntual que se nos presenta.
- 2) En el caso que se nos presente fallas o fisuras en nuestro concreto se recomienda el uso de polímeros con fibra de resina epoxica Sikadur®-31 mortero y Sikadur®-32 Gel por su alto grado de adherencia al concreto evaluadas en este presente proyecto, ya sea para cualquier tipo de Fc. (resistencia del concreto).
- 3) Es recomendable Regirnos a las normas del ASTM (American Society for Testing and Materials) las cuales nos brindan los métodos de ensayos normalizados. Como ASTM31; ASTM C78; ASTM C293; .Estimar los resultados de la prueba de rotura, comprobar que los beneficios de los aditivos para un concreto establecido y asi poder aplacar fallas y fisuramientos que se nos presentan en los diversos proyectos venideros tomando como guía nuestro proyecto, y así llegar a resultados óptimos y positivamente favorables.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Año 2013 edición N° 10 Diseño en concreto armado fondo editorial ICG autor Ing. ROBERTO MORALES MORALES.
2. Abril Año 1992 TECN DISEÑO DE MEZCLAS (tecnología del concreto) autor RIVVA LOPEZ, Enrique.
3. Año 2018- Página oficial. [www, sikaperusa.com.pe](http://www.sikaperusa.com.pe) catálogos de productos y especificaciones técnicas de uso y aplicación de polímeros reforzados de resina epoxico.
4. 25 mayo 2018 Manual ASTM Materials Society for Testing and Materials American ONLINE-AMERICAN CONCRETE INSTITUTE  
2015 ACI 318S-14 Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (Versión en Español y en sistema métrico SI). Segunda Edición.
5. 28 mayo 2006 -MINISTERIO VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO Norma E.060 Concreto Armado. Lima, Perú: Reglamento Nacional de Edificaciones.
6. TECNOLOGIAS, 2007. Tecnologías y aplicaciones de concreto reforzado con fibra de atoxica. [En línea]  
At: <http://www.imcyc.com/ct2008/ene08/tecnologia.htm>[Último acceso: 20 octubre 2018].
7. Cajamarca – Perú 2016 “RESISTENCIA A COMPRESIÓN AXIAL DEL CONCRETO F’C=175 KG/CM2 INCORPORANDO DIFERENTES PORCENTAJES DE VIRUTA DE ACERO ENSAYADAS A DIFERENTES EDADES”- Germán Agustín Pacheco Cruzado.
8. 09 febrero 2010 norma E 0.60 concreto armado MINISTERIO DE VIVIENDA Y CONSTRUCCION Lima, Perú: Reglamento Nacional de Edificaciones.

9. Mayo 1994 ASTM Materials Society for Testing and Materials (Resistencia a la flexion del concreto en vigas)
10. Vol. 1. N° 6. Octubre 2010 -Uso de polímeros reforzados con fibras (FRP) como refuerzo externo de elementos de concreto de puentes en Costa Rica- Ing. Rolando Castillo-

## ANEXOS

### a) PANEL FOTOGRAFICO DE LA EJECUCION DEL INFORME.



✓ Sikadur 31 y sikadur 32.



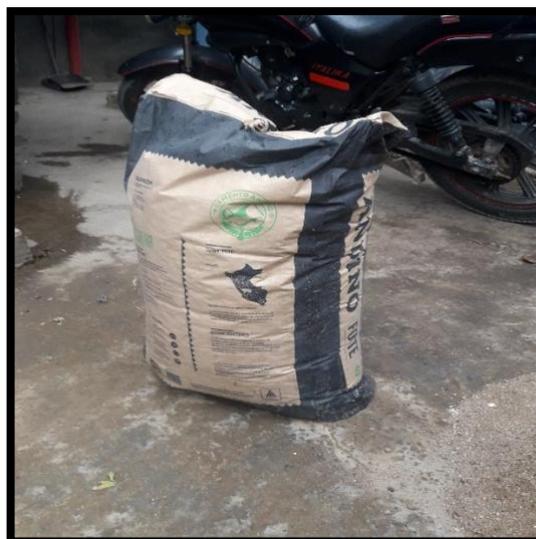
✓ **Arena gruesa.**



✓ **Acelerante sika tipo3.**



✓ **Petróleo.**



✓ **Cemento portland tipo 1.**



✓ **Piedra chancada de 1/2.**



✓ **Encofrado de probetas.**



✓ **Baceado de probetas.**



✓ **Desencofrado de probetas.**



✓ Curado de probetas 28 días.



✓ Prensa hidráulica para realizar nuestros ensayos de probetas.

✓ Instalando nuestras probetas para las pruebas respectivas.



✓ Sometiendo al método ASTM. C78



✓ Resultado de falla en el punto más vulnerable.



✓ Resultado de falla en el punto más vulnerable.



✓ Probetas ya realizadas le prueba para adicionar aditivos.



✓ Presentación de probetas y los aditivos



✓ Instrumentos para la aplicación de nuestro aditivo.



✓ Eligiendo la proporción de sikadur 31



✓ Preparándonos para el amasado de nuestro aditivo sikadur 31



✓ Amasado de nuestro aditivo sikadur 31.



✓ **Aplicación de nuestro aditivo sikadur 31.**



✓ **Unión de ambas partes.**



✓ **Ya realizada la aplicación de sikadur 31.**



✓ **Eligiendo la proporción de sikadur 32.**



✓ **Listo para la aplicación de sikadur 32.**



✓ **Aplicación de nuestra aditivo sikadur 32.**



✓ **Unión de ambas partes con sikadur 32.**



✓ **Probetas listas para secado.**



✓ **Probetas en 24 hrs después de aplicado el aditivo sikadur.**



✓ **Aplicación del ensayo ASTM.C78**

**Probeta con sikadur 32.**



✓ Aplicación del ensayo ASTM.C78 Probeta con sikadur 32.



✓ Verificación de resultados Probeta con sikadur 32.



✓ Verificación de resultados Probeta con sikadur 32.



✓ Presentación de nuestra probeta con sikadur 31.



- ✓ Resultados de nuestra probeta con aditivo sikadur 31 en el ensayo ASTM C78



- ✓ Aplicación del ensayo ASTM C293 a nuestra probeta.



- ✓ Resultado de nuestra ensayo ASTMc293 la cual nos demuestra que los aditivos sikaur 31 mortero y sikadur 32 gel efectivamente cumplen con los estándares que nos aseguran los fabricantes.

**b) PANEL FOTOGRAFICO DE LA OBRA EJECUTADA  
CONSTRUCCION LOCAL COMUNAL LA OROYA.**



- ✓ Coordinación con el ingeniero residente



✓ **Asentado de ladrillos primer nivel**



✓ **Bloqueteado de techo primer nivel**



✓ Curado de losa mediante saturación



✓ Verificación del nivel corrido primer nivel



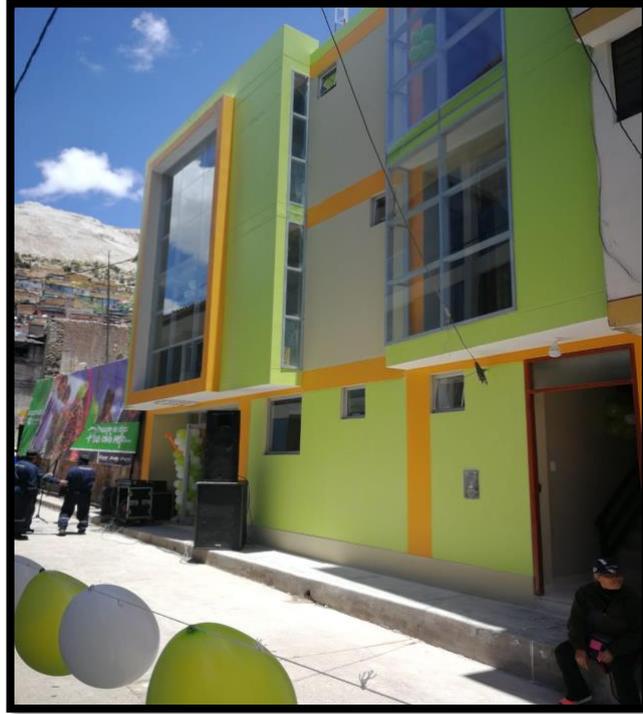
✓ Verificación nivel corrido segundo nivel



✓ **Tarrajeo de fachada**



✓ **Obra casi culminada**



✓ Entrega de obra del local comunal la oroya

c) DISEÑO DE MEZCLA.



DSD000000011294

DSD00000011294

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES  
AGREGADOS Y CONCRETO

PETICIONARIO	: GUSTAVO IGNACIO CARBAJAL
DATO	: APLICACIÓN DE POLIMERO REFORZADO CON FIBRA DE RESINA EPOXICA PARA LA REMEDIACION DE FALLAS ENTRE VIGAS Y COLUMNAS
FECHA	: 20 SET. DEL 2019

DISEÑO DE MEZCLAS ( $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ )

CEMENTO : ANDINO TIPO I  
Peso especifico : 3.12

AGREGADO FINO

ARENA GRUESA  
CANTERA: JAUJA

Peso especifico de masa : 2.64  
Peso especifico de masa S.S.S. : 2.74  
Peso especifico de aparente : 2.94  
Peso unitario suelto : 1724 Kg/m<sup>3</sup>  
Peso unitario compactado : 1846 Kg/m<sup>3</sup>

AGREGADO GRUESO

PIEDRA CHANCADA 1/2"  
CANTERA: PILCOMAYO

Peso especifico de masa : 2.62  
Peso especifico de masa S.S.S. : 2.64  
Peso especifico de aparente : 2.69  
Peso unitario suelto : 1378 Kg/m<sup>3</sup>  
Peso unitario compactado : 1535 Kg/m<sup>3</sup>

GRANULOMETRIA

Malla	% Retenido	Malla	% Retenido
1/2"	0.4	2"	0.0
3/8"	1.9	1 1/2"	0.0
Nº4	6.7	1"	9.9
Nº8	10.9	3/4"	51.7
Nº16	13.4	1/2"	35.9
Nº30	18.7	3/8"	2.0
Nº50	22.7	Nº4	0.3
Nº100	15.1	FONDO	0.2
FONDO	9.3		

Modulo de fineza : 2.878  
Absorcion : 3.84 %  
Humedad : 0.42 %

Tamaño Maximo Nominal : 1"  
Absorcion : 0.97%  
Humedad : 0.28%

Van...///



E-mail: leif4@hotmail.com

Cd. JUPITERE Mz. A lote 10  
Urb. Los Encuentros -  
Huancayo



Vienen...!!!  
**DSD00000011295**  
 DSD00000011295

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

<b>PETICIONARIO</b>	GUSTAVO IGNACIO CARBAJAL
<b>DATO</b>	APLICACIÓN DE POLIMERO REFORZADO CON FIBRA DE RESINA EPOXICA PARA LA REMEDIACION DE FALLAS ENTRE VIGAS Y COLUMNAS
<b>FECHA</b>	20 SET. DEL 2010

**DISEÑO DE MEZCLAS ( $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ )**

FACTOR CEMENTO	: 9.3 $\text{kg/m}^3$
RELACION AGUA CEMENTO DE OBRA	: 0.611
RELACION AGUA CEMENTO DE DISEÑO	: 0.558

PROPORCIÓN EN PESO	: 1 : 2.17 : 2.59 / 25.95 $\text{kg/bolsa de cemento}$
PROPORCIÓN EN VOLUMEN	: 1 : 1.88 : 2.81 / 25.95 $\text{kg/bolsa de cemento}$

**CANTIDAD DE MATERIALES SECOS POR METRO CUBICO** P.U.C. = 2338  $\text{kg/m}^3$

CEMENTO	367 kg	: ANDINO TIPO I
AGUA	224 L	: POTABLE
PIEDRA CHANCADA	796 kg	CANTERA: PILCOMAYO
AGREGADO GRUESO	951 kg	CANTERA: JAUIJA

**CANTIDAD DE MATERIALES POR METRO CUBICO, CORREGIDOS POR HUMEDAD Y POR PESO UNITARIO DEL CONCRETO:** P.U.C. = 2464  $\text{kg/m}^3$

CEMENTO	: 387 kg	: WP TIPO I
AGUA	: 236 L	: POTABLE
PIEDRA CHANCADA	: 839 kg	CANTERA: PILCOMAYO
AGREGADO GRUESO	: 1002 kg	CANTERA: JAUIJA

\*MUESTREO E IDENTIFICACIÓN REALIZADOS POR EL PETICIONARIO.

\*EN OBRA CORREGIR POR HUMEDAD.

\*EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBERÁ REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SALVO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (GUÍA PERUANA INDECOPI: GP-004: 1993)



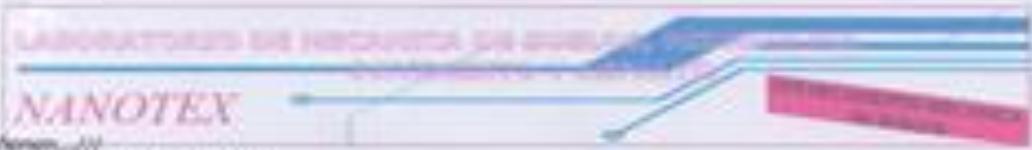
Handwritten signature and a circular official stamp of the laboratory.

E-mail: [ic14@hotmail.com](mailto:ic14@hotmail.com)

Cd. JUPYER M. A. Inca 18  
 Urb. Los Encuentros -  
 Huancayo



d) ENSAYO DE ROTURA.



**NANOTEX**

Venezuela, VV

**DSD000000011295**

TIC200000011295

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

<b>PETICIONARIO</b>	OSWALDO HINARDO CARRERA
<b>DATO</b>	APLICACIÓN DE POLÍMERO REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO EPOXICA PARA LA REMEDIACIÓN DE FALLAS ENTRE VIGAS Y COLUMNAS
<b>FECHA</b>	20 de Julio 2018

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN NTP 338.034 - ASTM C39 / C39M - 14a**

**Norma** : ASTM C39  
**Título** : HORRÓN (CONCRETO). Método de ensay normalizado para la determinación de la resistencia a la flexión de concreto, en muestras cilíndricas. 3a ed.  
**Norma** : ASTM C39 / C39M - 14a  
**Título** : Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens

Esta Norma consiste en aplicar una carga axial de compresión a试件 preparados a una velocidad de carga prescrita hasta que se presenta la falla. La resistencia a la compresión del espécimen se determina dividiendo la carga aplicada durante el ensayo por la sección transversal de éste.

Número de	DESCRIPCIÓN	F <sub>c</sub> kg/cm <sup>2</sup>	FECHA MUESTRO	FECHA ROTURA	Edad (Días)	F <sub>c</sub> (kg/cm <sup>2</sup> )
1	MUESTRA 01 SIN ADITIVO	310	20-12-2018	28-11-2018	28	310
2	MUESTRA 02 SIN ADITIVO	300	20-12-2018	28-11-2018	28	300
3	MUESTRA 03 CON ADITIVO MONOMER 01	410	20-12-2018	27-11-2018	2	390
4	MUESTRA 04 CON ADITIVO MONOMER 01	310	20-12-2018	27-11-2018	2	300

**Observaciones:** Resultados e interpretados por el personal.

\* EL PRESENTE DOCUMENTO NO DEBE REPRODUCIRSE SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DEL LABORATORIO, SACO QUE LA REPRODUCCIÓN SEA EN SU TOTALIDAD (SIN PERJURIO INCOPIA) 02/04/2005

\* LOS RESULTADOS DE ENSAYOS NO DEVEN EN UTILIZABLES SIEMPRE UNA CERTIFICACION DE CONFORMIDAD CON NORMAS DE PRODUCTOS O ESTOS CERTIFICADOS DEL SISTEMA DE CALIDAD DE LA ENTIDAD QUE EL PRODUCTO (NORMAS NTP0000000001 - CRT de 27 de 2006)

**Equipo Utilizado**  
 Prensa de Concreto: ABA Instrument, Serie NP13121, Capacidad 20000kg, Indicador Digital MC, Modelo 213-01, serie NP03260. Certificado de calibración PT-LP-170-2018 (Abril 2018), Traceability SYSTEM USA (National Standards Testing Laboratory de Maryland - USA), paten utilizado: CH05 de Carga Calibrado a 17000 kg. Con Incertidumbre del Orden de 0,8%, Calibrado de Acuerdo a la Norma UNE-EN ISO 7500-1, Certificado de calibración C201-PLCP-20P-L3-030-USA

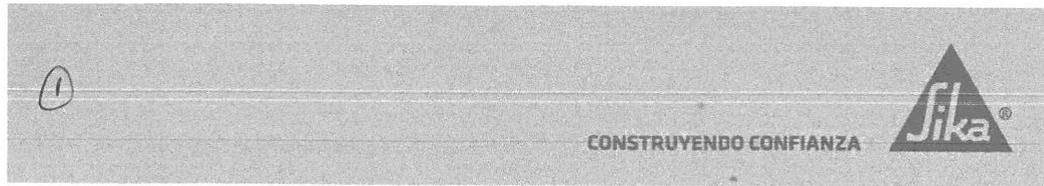



TEL: 0212 92880000



C.A. PUNTO DE VISTA  
Calle Los Estudiantes  
Barranquilla

## e) FICHAS TECNICAS DE ADITIVOS SIKA PERU S.A.



### HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

## Sika®-3

### ACELERANTE CONTROLABLE DE FRAGUADO

#### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Sika®-3 es un aditivo acelerador de fraguado y endurecimiento a base de cloruros. Actúa aumentando la velocidad de hidratación y las reacciones químicas de los constituyentes del cemento. No es inflamable.

#### USOS

##### En pastas:

Para el sellado de perforaciones en las faenas de son-daje, el tapado de grietas con o sin filtraciones de agua.

**En morteros de fraguado y endurecimiento rápido:** Albañilerías, nivelación de pisos, obstrucción de grietas y otros.

##### En concretos:

Donde se requiera alcanzar elevadas resistencias mecánicas en corto tiempo, ya sea para una pronta puesta en servicio o disminución de los tiempos de desencofrado.

#### CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Vaciado de concreto en climas fríos, obteniendo endurecimiento rápido y reduciendo el tiempo de protección.
- Vaciado de concretos rápidos para cimientos o elementos de concreto expuestos a la acción de aguas subterráneas (napas freáticas).
- Faenas en donde se necesita una rotación rápida del encofrado.
- Reducción de las presiones de los moldes.
- Reparación de pavimentos y pistas de aeropuerto para una rápida puesta en servicio.
- Trabajos marítimos entre dos mareas (sin armadura).
- Obras hidráulicas.
- Para alcantarillado en la construcción o reparación de pozos, cámaras y tuberías.

#### CERTIFICADOS / NORMAS

Cumple la norma ASTM C 494 tipo C.

#### INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

<b>Empaques</b>	▪ Paquete x 4 envases PET x 4 L. ▪ Balde x 20L ▪ Cilindro x 200 L.
<b>Apariencia / Color</b>	Líquido verde
<b>Vida Útil</b>	2 años
<b>Condiciones de Almacenamiento</b>	El producto debe ser almacenado en un lugar fresco y bajo techo en su envase original bien cerrado.
<b>Densidad</b>	Aprox. 1.22 +/- 0.01 kg/L

#### INFORMACIÓN DE APLICACIÓN

<b>Consumo</b>	El consumo depende del tiempo de fraguado que se desee alcanzar.
----------------	--

Hoja De Datos Del Producto  
Sika®-3  
Mayo 2019, Versión 01.01  
021405061000000020

## 2 INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

Se puede utilizar puro o disuelto hasta en 15 partes de agua, dependiendo del uso y de las necesidades de la obra.

Para su dilución deberá emplearse recipientes limpios y mantener una agitación constante evitando con ello diferencias en la concentración del aditivo.

Debe utilizarse con cemento fresco.

La colocación del concreto o mortero con Sika®-3 deberá ser rápida, ya que los tiempos de fraguado se acortan considerablemente.

En caso de utilizar Sika®-3 en concreto, deberá considerarse una concentración máxima de 1:9, una parte de Sika®-3 diluido en nueve o más partes de agua.

Debido a que existen muchos factores que influyen en una mezcla, no se pueden indicar dosis exactas de aditivos, por lo que se recomienda efectuar ensayos preliminares con los materiales que se utilizan en la obra para determinar la concentración más favorable

Las influencias son :

- Temperatura ambiental y de los materiales.
- Tipo, cantidad y grado de meteorización del cemento.
- Cantidad de agua (relación a/c) y otros.
- Tomar las más estrictas precauciones para un correcto curado del concreto, recomendando el uso de Antisol.
- Nunca usar con aditivos expansores.

### LIMITACIONES

Al almacenar en tiempo prolongado el Sika®-3, éste puede cambiar de color, lo que no implica una disminución de su efecto.

### NOTAS

Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.

### RESTRICCIONES LOCALES

Nótese que el desempeño del producto puede variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto.

## ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

Manténgase fuera del alcance de los niños. Usar guantes de caucho y gafas de protección en su manipulación. Consultar Hoja de Seguridad del producto.

### NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A.C. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A.C. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web [www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe). La presente edición anula y reemplaza la edición anterior, misma que deberá ser destruida.





# HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

## Sikadur®-32 Gel

### PUENTE DE ADHERENCIA

#### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Es un adhesivo de dos componentes a base de resinas epóxicas seleccionadas, libre de solventes.

#### USOS

Sikadur®-32 Gel debe ser utilizado sólo por profesionales expertos.

- Como adhesivo estructural de concreto fresco con concreto endurecido.
- Como adhesivo entre elementos de concreto, piedra, mortero, acero, fierro, fibra cemento, madera.
- Adhesivo entre concreto y mortero.
- En anclajes de pernos en concreto o roca, donde se requiere una puesta en servicio rápida (24 horas).

#### CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Fácil de aplicar
- Libre de solventes
- No es afectado por la humedad
- Altamente efectivo, aun en superficies húmedas
- Trabajable a bajas temperaturas
- Alta resistencia a tracción

#### CERTIFICADOS / NORMAS

Cumple la norma ASTM C-881 Standard Specification for Epoxy-Resin-Base Bonding System for Concrete. Está certificado como producto no tóxico por el Instituto de Salud Pública de Chile.

#### INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

<b>Empaques</b>	Juego de 1 kg. Juego de 5 kg.
<b>Color</b>	Líquido denso color gris (Mezcla A+B)
<b>Vida Útil</b>	2 años
<b>Condiciones de Almacenamiento</b>	El producto puede ser almacenado en su envase original cerrado, sin deterioro en un lugar fresco, seco y bajo techo durante dos años a una temperatura entre 5°C y 30°C. Acondicione el material a 18°C a 30°C antes de usar.
<b>Densidad</b>	1,6 kg/dm <sup>3</sup>

#### INFORMACIÓN TÉCNICA

<b>Resistencia a la Compresión</b>	1 Día	75 MPa	(ASTM D 695)
	10 Días	90 MPa	
<b>Resistencia a Flexión</b>	10 Días	34 MPa	(ASTM C580)

Hoja De Datos Del Producto  
Sikadur®-32 Gel  
Abril 2019, Versión 01.01  
020204030010000135



Resistencia a la Tensión	14.050 kgf	
Resistencia a la Adherencia	> 13 MPa	(ASTM C 882)

## INFORMACIÓN DE APLICACIÓN

Proporción de la Mezcla	A : B = 2 : 1 (en peso)
Consumo	El consumo aproximado es de 0.3 a 0.5 kg/m <sup>2</sup> , dependiendo de la rugosidad y temperatura de la superficie.
Duración de la Mezcla	25 minutos

## INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

### PREPARACIÓN DEL SUSTRATO

#### CONCRETO

Al momento de aplicar Sikadur®-32 Gel el concreto debe encontrarse limpio, libre de polvo, partes sueltas o mal adheridas, sin impregnaciones de aceite, grasa, pintura, entre otros. Debe estar firme y sano con respecto a sus resistencias mecánicas. La superficie de concreto debe limpiarse en forma cuidadosa hasta llegar al concreto sano, eliminando totalmente la lechada superficial. Esta operación se puede realizar con chorro de agua y arena, escobilla de acero, y otros métodos. La superficie a unir debe quedar rugosa.

#### Metales

Deben encontrarse limpios, sin óxido, grasa, aceite, pintura, entre otros. Se recomienda un tratamiento con chorro de arena a metal blanco o en su defecto utilizar métodos térmicos o físicos químicos.

#### MEZCLADO

Mezclar totalmente las partes A y B en un tercer recipiente limpio y seco, revolver en forma manual o mecánica con un taladro de bajas revoluciones (máx. 600 r.p.m.) durante 3–5 minutos aproximadamente, hasta obtener una mezcla homogénea. Evitar el aire atrapado. En caso que el volumen a utilizar sea inferior al entregado en los envases, se pueden subdividir los componentes respetando en forma rigurosa las proporciones indicadas en Datos Técnicos.

#### MÉTODO DE APLICACIÓN / HERRAMIENTAS

La colocación de Sikadur®-32 Gel se realiza con brocha, rodillo o pulverizado sobre una superficie preparada. En superficies húmedas asegurar la aplicación restregando con la brocha. El concreto fresco debe ser vaciado antes de 3 horas a 20°C o 1 hora a 30°C de aplicado el Sikadur®-32 Gel. En todo caso el producto debe encontrarse fresco al vaciar la mezcla sobre él.

## NOTAS

Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.

## RESTRICCIONES LOCALES

Nótese que el desempeño del producto puede variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto.

## ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

Para información y asesoría referente al transporte, manejo, almacenamiento y disposición de productos químicos, los usuarios deben consultar la Hoja de Seguridad del Material actual, la cual contiene información médica, ecológica, toxicológica y otras relacionadas con la seguridad.

## NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web [www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe).

Hoja De Datos Del Producto  
Sikadur®-32 Gel  
Abril 2019, Versión 01.01  
020204030010000135





## HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

# Sikadur®-31 Hi-Mod Gel

### ADHESIVO

#### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Es un material tixotrópico de dos componentes a base resinas epóxicas y cargas inactivas, exento de solventes.

#### USOS

Sikadur®-31 Hi-Mod Gel debe ser utilizado sólo por profesionales expertos.

- Unión de elementos de concreto, asbesto-cemento, acero, fierro, aluminio, mármol, piedra, madera, vidrio, cerámica, piezas de resinas poliéster o epóxicas.
- Relleno rígido de juntas de poco espesor.
- Anclaje de fierros, pernos, soportes, tirantes y maquinarias.
- Reparación de aristas y caras del concreto a la vista.
- Refuerzo de elementos de concreto mediante pegado de placas de acero.

#### CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Altas resistencias mecánicas, a la abrasión y al impacto.
- Gracias a su consistencia permite compensar las tolerancias en las dimensiones de las piezas por unir, así como trabajar sobre superficies verticales o sobre la cabeza.
- Buena adherencia incluso en superficies húmedas.
- Resistencia química excepcional contra el agua, aceite, gasolina, soluciones salinas, ácidos y álcalis diluidos, así como contra las aguas residuales.
- Sin efecto nocivo sobre los materiales que constituyen las piezas unidas.
- No contiene componentes volátiles.
- Fácil de dosificar (relación de sus componentes en volumen (A: B = 1: 1)).

#### CERTIFICADOS / NORMAS

Sikadur®-31 Hi-Mod-Gel cumple la norma ASTM C-881: Standard Specification for Epoxy-Resin-Base Bonding System for Concrete.

#### INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

<b>Empaques</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Juego x 1 Kg.</li><li>▪ Juego x 5 Kg.</li></ul>
<b>Color</b>	Mezcla pastosa (A+B) color gris
<b>Vida Útil</b>	1 año
<b>Condiciones de Almacenamiento</b>	El producto debe de ser almacenado en su envase original cerrado en un lugar fresco y bajo techo, con una temperatura entre 5°C y 25°C. Acondicione el material.
<b>Densidad</b>	1.68 kg/L

Hoja De Datos Del Producto  
Sikadur®-31 Hi-Mod Gel  
Abril 2019, Versión 01.01  
020204030010000054



## INFORMACIÓN TÉCNICA

Resistencia a la Compresión	Tiempo	5°C	23°C	32°C	(ASTM D-695)
	2 horas	-	-	370	
4 horas	-		430	430	
8 horas	-		620	620	
16 horas	240		620	620	
1 día	430		620	740	
3 días	620		620	740	
7 días	680		740	740	
14 días	68		740	800	

Módulo de Elasticidad a Flexión	430 MPa		
Módulo de Elasticidad	4.3x104 kg/cm <sup>2</sup>		
Resistencia a la Adherencia	2 días curado seco	340 kg/cm	(ASTM C-882)
	2 días curado húmedo	186 kg/cm	
	14 días curado húmedo	283 kg/cm	

## INFORMACIÓN DE APLICACIÓN

Proporción de la Mezcla	En peso: A : B = 1 : 1,18 En volumen: A : B = 1 : 1
Consumo	<ul style="list-style-type: none"> <li>El consumo aproximado es de 1.7 kg/m<sup>2</sup> en 1 mm de espesor.</li> <li>Respetar proporción en peso A : B = 1 : 1,18 en volumen A : B = 1 : 1</li> </ul>
Duración de la Mezcla	50 minutos

## INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

### PREPARACIÓN DEL SUSTRATO

#### Concreto:

Al momento de aplicar Sikadur®-31 Hi-Mod-Gel, el concreto debe tener por lo menos 28 días de edad, encontrarse limpio, libre de polvo, partes sueltas o mal adheridas, sin impregnaciones de aceite, grasa, pintura, entre otros. Debe estar firme y sano con respecto a sus resistencias mecánicas. Para una adecuada limpieza es recomendable el uso de chorro de agua y otros métodos mecánicos tales como pulidora, esponja de metal, un tratamiento enérgico con escobilla de acero y otros.

#### Metales:

Deben encontrarse limpios, sin óxido, grasa, pintura, entre otros. Se recomienda un tratamiento con chorro de arena a metal blanco o en su defecto utilizar métodos térmicos o físico - químicos. La temperatura ambiente y la superficie debe ser mayor a 5°C.

### PERFORACIONES

#### Profundidad

Cuando la resistencia del concreto sea igual o superior a 225 kg/cm<sup>2</sup> o los pernos tengan cabeza, gancho o estrías, la profundidad deberá ser por lo menos 10 veces al diámetro del perno. Cuando la resistencia sea inferior a 225 kg/cm<sup>2</sup> o se usen pernos lisos, la profundidad deberá ser por lo menos 15 veces el diámetro del perno. Diámetro de la Perforación El diámetro de la perforación debe tener un mínimo de 6 mm y un máximo de 36 mm mayor que el perno.

### PREPARACIÓN DE LA PERFORACIÓN

Cuando se perfora en seco, la perforación debe limpiarse cuidadosamente con aire comprimido exento de aceite. Cuando se perfora en húmedo, la perforación debe limpiarse cuidadosamente y secarse al máximo.

### COLOCACIÓN DEL PERNO

Preparación del perno Los pernos se limpiarán y lijrán en toda la superficie empotrada y se colocarán exentos de grasa.

Colocación del perno Rellenar la perforación con Sikadur®-31 Hi-Mod-Gel hasta cierto nivel e introducir el perno moviéndolo suavemente para asegurar un relleno correcto. También puede aplicarse el producto directamente sobre el perno e introducirlo en la perforación.

### PUESTA EN SERVICIO

Normalmente en el anclaje se pone en servicio a las 24 horas a 20°C.

### ACELERACIÓN DEL FRAGUADO

- Precalentar los pernos hasta un máximo de 80°C al momento de la colocación. Si esta operación se hace a fuego directo, se recomienda aplicar el calor en la parte de perno que quede afuera de la perforación.
- La temperatura de la mezcla debe estar comprendida entre 20°C y 30°C al momento de su colocación.
- Temperatura de servicio entre -20°C y 60°C.

