

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERÍA**

**Escuela Profesional de Ingeniería Civil**



**Tesis**

“Análisis de empalmes con conector mecánico a presión en barras de acero con refuerzo de diámetros  $\frac{3}{4}$ ” y 1” sometidos a tracción en Abancay,2021”

Presentado por:

**Luis Fernando Ballón Lazo**

Para Optar el Título Profesional de:

**Ingeniero Civil**

**Abancay – Apurímac – Perú**

**2023**

## **Tesis**

“Análisis de empalmes con conector mecánico a presión en barras de acero de refuerzo con diámetros  $\frac{3}{4}$ ” y 1” sometidos a tracción en Abancay,2021”

### **Línea de Investigación:**

Gestión de la infraestructura para el desarrollo sostenible

### **Asesor:**

Ph. D Abbon Alex Vásquez Ramírez



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**“ANÁLISIS DE EMPALMES CON CONECTOR MECÁNICO A PRESIÓN EN BARRAS DE ACERO CON REFUERZO DE DIÁMETROS  $\frac{3}{4}$ ” Y 1” SOMETIDOS A TRACCIÓN EN ABANCAY, 2021”**

Presentado por **Bach. LUIS FERNANDO BALLON LAZO**, para optar el título profesional de: **INGENIERO CIVIL**

Sustentado y Aprobado el 05 de octubre del 2023 ante el jurado:

**Presidente** : Mag. Marco Antonio Gálvez Quintana

**Primer Miembro** : Ing. Mauro Samuel Altamirano Camacho

**Segundo Miembro** : Ing. Oswald Casaverde Lopez

**Asesor** : Ph.D Abbon Alex Vásquez Ramírez

# Análisis de empalmes con conector mecánico a presión en barras de acero con refuerzo de diámetros ¾" y 1" sometidos a tracción en Abancay,2021

## INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	3%
2	<a href="http://repositorio.unfv.edu.pe">repositorio.unfv.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
3	<a href="http://repositorio.utea.edu.pe">repositorio.utea.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
4	<a href="http://renati.sunedu.gob.pe">renati.sunedu.gob.pe</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="http://repositorio.upn.edu.pe">repositorio.upn.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	1%
7	<a href="http://repositorio.unasam.edu.pe">repositorio.unasam.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="http://repositorio.utp.edu.pe">repositorio.utp.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%



## DEDICATORIA

Primeramente, a Dios por brindarme salud y vida, permitiéndome estar al lado de las personas que tanto amo.

Esta tesis se la dedico a mis padres Fernando Ballón Alvarado y Fritz Mercedes Lazo Ñahuis por su amor incondicional, su paciencia y su apoyo constante para poder lograr cada uno de mis objetivos.

A mis hermanos: Malú Pamela y Fernando Mafred por estar siempre conmigo, por su apoyo y por creer en mis capacidades e impulsarme a ser una mejor persona.

A mis abuelos Justino y Carmela por ser las personas que desde pequeño me criaron y me vieron crecer y festejaron junto a mi cada uno de mis logros; por guiarme, cuidarme y apoyar a mis padres en mi formación personal y profesional, por las reglas y libertades que me otorgaron, pero sobre todo por motivarme constantemente para alcanzar mis anhelos.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por darme salud y permitirme llegar hasta este punto, por su infinita bondad y estar conmigo en este camino, fortaleciendo mi corazón e iluminando mi mente. A mis docentes, quienes me brindaron todos sus conocimientos y apoyo en toda mi etapa de formación profesional.

A mi asesor, Ph. D Abbon Alex Vásquez Ramírez, por apoyarme y guiarme durante este proceso, y hacer posible que mi tesis sea culminada.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

PORTADA .....	i
POST-PORTADA.....	ii
PÁGINA DEL JURADO .....	iii
PORCENTAJE DE SIMILITUD.....	iv
DEDICATORIA .....	v
AGRADECIMIENTO .....	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO .....	vii
ÍNDICE DE TABLAS .....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiv
ACRÓNIMOS .....	xvi
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii
INTRODUCCIÓN.....	xix
CAPÍTULO I:.....	1
PLAN DE INVESTIGACIÓN.....	1
1.1. Descripción de la realidad problemática .....	1
1.2. Identificación y Formulación del problema.....	3
1.2.1.Problema general .....	3
1.2.2.Problemas específicos.....	3
1.3. Justificación de la investigación.....	3
1.4. Objetivos de la Investigación .....	6
1.4.1.Objetivo general.....	6

1.4.2.Objetivos específicos .....	6
<b>1.5. Delimitación de la investigación.....</b>	<b>6</b>
1.5.1.Espacial.....	6
1.5.2.Temporal.....	6
1.5.3.Social.....	6
1.5.4.Conceptual.....	7
1.6 Viabilidad de la investigación.....	7
1.7 Limitaciones.....	8
<b>CAPITULO II:.....</b>	<b>10</b>
<b>MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>10</b>
2.1. Antecedentes de la investigación.....	10
2.1.1. Antecedentes internacionales .....	10
2.1.2. Antecedentes nacionales .....	15
2.2. Bases teóricas .....	18
2.2.1.Ensayo a la tracción.....	18
2.2.2.EMPALMES CON CONECTORES MECÁNICOS .....	23
2.2.2.1. Conectores mecánicos .....	25
a) Conector a presión tipo 2 .....	26
b) Conector a presión con rosca tipo 2 .....	27
2.3. Marco conceptual.....	28
<b>CAPITULO III:.....</b>	<b>34</b>
<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>34</b>
3.1. Hipótesis.....	34

3.1.1. Hipótesis general.....	34
3.1.2. Hipótesis específicas .....	34
3.2. Metodología .....	35
3.2.1.Método .....	35
3.2.2.Orientación .....	35
3.2.3.Enfoque.....	35
3.2.4.Recolección de datos.....	36
3.3. Tipo de investigación.....	36
4.2. Nivel de investigación.....	37
4.3. Diseño de investigación .....	38
4.4. Operacionalización de variables.....	39
4.5. Población y Muestra .....	41
4.5.1.Población .....	41
4.5.2.Muestra .....	41
4.6. Técnicas e instrumentos .....	41
4.6.1.Técnicas.....	41
4.6.2.Instrumentos.....	42
4.7. Consideraciones éticas .....	42
5.2. Procedimiento estadístico.....	42
<b>CAPITULO IV: .....</b>	<b>45</b>
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>45</b>
4.1. Resultados.....	45

4.1.1. Característica de las muestras de acero de refuerzo empalmadas con conector mecánico .....	46
4.1.2. Cálculo del esfuerzo máximo a tracción (kg/cm <sup>2</sup> ) .....	47
➤ Para conector mecánico a presión tipo 2 de 1" .....	48
➤ Para conector mecánico a presión con rosca tipo 2 de 1" .....	48
➤ Para conector mecánico a presión tipo 2 de ¾" .....	49
➤ Para conector mecánico a presión con rosca tipo 2 de ¾" .....	50
4.1.3. Análisis de datos obtenidos .....	52
➤ Para conector mecánico a presión tipo 2 de 1" .....	52
➤ Para conector mecánico a presión con rosca tipo 2 de 1" .....	53
➤ Para conector mecánico a presión tipo 2 de ¾" .....	54
➤ Para conector mecánico a presión con rosca tipo 2 de ¾" .....	55
4.1.4. Esfuerzo máximo a tracción promedio de las muestras por tipo de conector .....	56
➤ Para conector mecánico a presión tipo 2 de 1" .....	56
➤ Para conector mecánico a presión con rosca tipo 2 de 1" .....	57
➤ Para conector mecánico a presión tipo 2 de ¾" .....	59
➤ Para conector mecánico a presión con rosca tipo 2 de ¾" .....	60
4.1.5. Relación entre la resistencia a la tracción obtenidos con el límite de fluencia del acero .....	61
4.1.6. Esfuerzos promedios obtenidos por tipo de conector mecánico .....	67
4.2. Discusión de resultados.....	70
4.3. Prueba de hipótesis.....	73
4.3.1. Hipótesis específica 1 .....	73
4.3.1.1. Influencia de empalmes con conector mecánico a presión tipo 2.....	73

4.3.2. Hipótesis específica 2 .....	75
4.3.2.1. Influencia de empalmes con conector mecánico a presión con rosca tipo 2 .....	75
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>79</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>82</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>85</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>89</b>
Anexo 01: Matriz de Consistencia .....	90
Anexo 02: Instrumentos.....	91
Anexo 03: Resultados complementarios .....	93
Anexo 04: Especificaciones técnicas aceros SIDERPERU.....	98
Anexo 05: Informe de laboratorio.....	101
Anexo 06: Panel fotográfico.....	105
Anexo 07: Certificado de calibración de equipo .....	111
Anexo 06: Certificado de calidad de los materiales .....	115
Anexo 08: Comprobantes de pago.....	116
Anexo 09: Instrumento de recolección de datos .....	121
Anexo 10: Validación por juicio de expertos .....	123
Anexo 11: Informes de actividades al asesor .....	126
Anexo 12: Declaratorio de autenticidad.....	130
Anexo 13: Documentos administrativos .....	131

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Operacionalización de las variables dependiente e independiente .....	40
<b>Tabla 2</b> Datos obtenidos de las muestras.....	46
<b>Tabla 3</b> Resultados obtenidos en LEM de la UNI.....	47
<b>Tabla 4</b> Esfuerzos de tracción en aceros de 1" con conector mecánico a presión tipo 2.....	48
<b>Tabla 5</b> Esfuerzos de tracción en aceros de 1" con conector mecánico a presión con rosca tipo 2.....	49
<b>Tabla 6</b> Esfuerzos de tracción en aceros de ¾" con conector mecánico a presión tipo 2.....	50
<b>Tabla 7</b> Esfuerzos de tracción en aceros de ¾" con conector mecánico a presión con rosca tipo 2.....	51
<b>Tabla 8</b> Esfuerzo promedio a tracción del uso de empalmes mecánicos tipo 2 de 1" .....	56
<b>Tabla 9</b> Esfuerzo promedio a tracción del uso de empalmes mecánicos con rosca tipo 2 de 1" .....	57
<b>Tabla 10</b> Esfuerzo promedio máximo a tracción de empalmes con conectores mecánicos a presión tipo 2 de ¾".....	59
<b>Tabla 11</b> Esfuerzo promedio a tracción del uso de empalmes mecánicos a presión con rosca tipo 2 de ¾" .....	60
<b>Tabla 12</b> Esfuerzo máximo a tracción que desarrolla un empalme con conector mecánico a presión en relación con el límite de fluencia del acero.....	62
<b>Tabla 13</b> Esfuerzos promedio para aceros de 1" y ¾" con conector mecánico a presión tipo 2.....	67



<b>Tabla 14</b> esfuerzos promedio para aceros de 1" y $\frac{3}{4}$ " con conector mecánico a presión con rosca tipo 2 .....	68
<b>Tabla 15</b> Resultado de la prueba de hipótesis específica del uso de conectores mecánicos a presión tipo 2 .....	74
<b>Tabla 16</b> Resultado de la prueba de hipótesis específica del uso de conectores mecánicos a presión con rosca tipo 2.....	77

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Ensayo de tracción de una barra de acero de refuerzo empalmado con conector mecánico .....	20
<b>Figura 2</b> Gráfico esfuerzo-deformación del acero .....	21
<b>Figura 3</b> Empalme por traslape .....	24
<b>Figura 4</b> Conector a presión tipo 2 .....	27
<b>Figura 5</b> Conector a presión con rosca tipo 2 .....	28
<b>Figura 6</b> Identificación de una barra de acero .....	30
<b>Figura 7</b> Tipos de fractura en probetas de acero .....	32
<b>Figura 8</b> Distribución "t" Student .....	43
<b>Figura 9</b> Diagrama para Determinar la Región Critica .....	44
<b>Figura 10</b> Esfuerzo máximo a tracción del acero con conector mecánico a presión tipo 2 de 1" .....	52
<b>Figura 11</b> Esfuerzo máximo a tracción del acero con conector mecánico a presión con rosca tipo 2 de 1" .....	53
<b>Figura 12</b> Esfuerzo máximo a tracción del acero con conector mecánico a presión tipo 2 de $\frac{3}{4}$ " .....	54
<b>Figura 13</b> Esfuerzo máximo a tracción del acero con conector mecánico a presión con rosca tipo 2 de $\frac{3}{4}$ " .....	55
<b>Figura 14</b> Esfuerzo promedio máximo a tracción de empalmes con conectores mecánicos a presión tipo 2 de 1" .....	56
<b>Figura 15</b> Esfuerzo promedio máximo a tracción de empalmes con conectores mecánicos a presión con rosca tipo 2 de 1" .....	58

<b>Figura 16</b> Esfuerzo promedio máximo a tracción de empalmes con conectores mecánicos a presión tipo 2 de 3/4" .....	59
<b>Figura 17</b> Esfuerzo promedio máximo a tracción de empalmes con conectores mecánicos a presión con rosca tipo 2 de 3/4" .....	60
<b>Figura 18</b> Esfuerzo a tracción que desarrolla los empalmes con conector mecánico a presión tipo 2 en aceros de 1"en relación con el fy del acero .....	63
<b>Figura 19</b> Esfuerzo a tracción que desarrolla los empalmes con conector mecánico a presión con rosca tipo 2 en aceros de 1"en relación con el fy del acero .....	64
<b>Figura 20</b> Esfuerzo a tracción que desarrolla los empalmes con conector mecánico a presión tipo 2 en aceros de 3/4 "en relación con el fy del acero .....	65
<b>Figura 21</b> Esfuerzo a tracción que desarrolla los empalmes con conector mecánico a presión con rosca tipo 2 en aceros de 1"en relación con el fy del acero .....	66
<b>Figura 22</b> Resistencia a la tracción del uso de conectores mecánicos a presión tipo 2" en barras de acero de 3/4" y 1" .....	67
<b>Figura 23</b> Resistencia a la tracción del uso de conectores mecánicos a presión con rosca tipo 2" en barras de acero de 3/4" y 1" .....	69
<b>Figura 24</b> Diagrama de los estadísticos de la muestra con conectores mecánicos a presión tipo 2 .....	75
<b>Figura 25</b> Diagrama de los estadísticos de la muestra con conectores mecánicos a presión con rosca tipo 2 .....	78

## ACRÓNIMOS

NTE : Norma Técnica de Edificaciones

NTP : Norma Técnica Peruana

Fy : Limite de fluencia

UNI : Universidad Nacional de Ingeniería

LEM : Laboratorio de Ensayo de Materiales

ASTM : American Society for Testing and Materials

ACI : American Concrete Institute

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado: “Análisis de empalmes con conector mecánico a presión en barras de acero con refuerzo de diámetros  $\frac{3}{4}$ ” y 1” sometidos a tracción en Abancay,2023”. Tiene como objetivo general analizar la influencia del uso de empalmes mecánicos a presión en la resistencia a la tracción en barras de acero con refuerzo de  $\frac{3}{4}$ ” y 1” de diámetro en la ciudad de Abancay-2023.

La muestra de la investigación está constituida por un total de 16 especímenes para diámetros de  $\frac{3}{4}$ ” y 1” es decir, se utilizará 8 aceros de diámetro de  $\frac{3}{4}$ ”, 4 con conector mecánico a presión tipo 2 y 4 con conector mecánico a presión con rosca tipo 2 y 8 aceros de diámetro de 1”, 4 con conector mecánico a presión tipo 2 y 4 con conector mecánico a presión con rosca tipo 2. Desde la perspectiva metodológica, se utilizó el método deductivo, según su orientación esta investigación es aplicada, de un enfoque cuantitativo. El modelo de investigación es correlacional, su nivel es descriptivo-explicativo y es de diseño no experimental. Los datos han sido sometidos a análisis estadístico para su evaluación.

De los resultados obtenidos el uso de empalmes con conectores mecánicos a presión tipo 2 se llegó a obtener una resistencia a la tracción de 1.61  $f_y$  para diámetros de 1” y 1.80  $f_y$  para diámetros de  $\frac{3}{4}$ ”. Para los conectores a presión con rosca tipo 2, se obtuvo una resistencia a la tracción de 1.60  $f_y$  para diámetros de 1” y 1.80  $f_y$  para diámetros de  $\frac{3}{4}$ ”; sobrepasando los requisitos mínimos que exige la Norma Técnica de Edificaciones E 0.60 Concreto Armado.

**Palabras Clave:** Conectores Mecánicos, Resistencia a la Tracción, Limite de fluencia.

## ABSTRACT

The present research work is entitled: "Analysis of splices with mechanical pressure connector in reinforcing steel bars of  $\frac{3}{4}$ " and 1" diameters subjected to tensile strength in Abancay, 2021". Its general objective is to verify the influence of the use of mechanical pressure splices on the tensile strength of  $\frac{3}{4}$ " and 1" diameter reinforcing steel bars in the city of Abancay-2021.

The research sample consists of a total of 16 specimens for  $\frac{3}{4}$ " and 1" diameters, that is, 8  $\frac{3}{4}$ " diameter steels will be used, 4 with type 2 mechanical pressure connector and 4 with type 2 threaded mechanical pressure connector and 8 1" diameter steels, 4 with type 2 mechanical pressure connector and 4 with type 2 mechanical pressure connector. From the methodological perspective, the deductive method was used, according to its Orientation This research is applied, from a quantitative approach. The research model is correlational, its level is descriptive-explanatory, and it is of a non-experimental design. The data has been subjected to statistical analysis for its evaluation.

From the results obtained, using splices with type 2 mechanical pressure connectors obtained a tensile strength of 1.61 fy for 1" diameters and 1.80 fy for  $\frac{3}{4}$ " diameters. For the pressure connectors with type 2 thread, they obtain a tensile strength of 1.60 fy for 1" diameters and 1.80 fy for  $\frac{3}{4}$ " diameters; exceeding the minimum requirements of the Technical Building Standard E 0.60 Reinforced Concrete.

Keywords: Mechanical Connectors, Tensile Strength, Creep Limit.

## INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción en el Perú es una de las actividades principales para el desarrollo de la economía del país, es por lo que, su avance tecnológico es inminente. Actualmente las diferentes empresas e instituciones en el ámbito de la construcción que operan en el país se manejan por técnicas tradicionales, que, si bien están normadas en nuestro Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) y, no tienen mayor inconveniente, no está demás implementar procesos poco conocidos pero que mejoren los rendimientos y den mayores beneficios a nuestras construcciones, ya que el avance tecnología así lo permite.

El uso de conectores mecánicos para dar continuidad a los aceros se está haciendo más conocidos debido a las múltiples ventajas que ofrecen al momento de ser utilizados en edificaciones y obras de gran envergadura en nuestro país. Es por ello, que la finalidad de esta investigación es verificar la resistencia a la tracción que ofrecen el uso de conectores mecánicos en las barras de acero de refuerzo grado 60. Para ello, se está utilizo conectores a presión tipo 2 y conectores a presión con rosca tipo 2 para diámetros de acero de  $\frac{3}{4}$ " y 1".

Esta tesis se ordena en 4 capítulos:

En el I capítulo, definió el Planteamiento del Problema, para ello se determinó la realidad problemática de la investigación, identificando los problemas generales y específicos luego se planteó los objetivos generales y específicos de la investigación.

En el II capítulo, se ha realiza el marco teórico basándonos en los antecedentes de la investigación, bases teóricas y el marco conceptual.

En el III capítulo, se ha desarrollado la parte metodológica especificando el método que se utilizó, el nivel, tipo y diseño la investigación; así también como la población, muestra, procedimientos y herramientas para el procesamiento estadístico.

Por último, en el IV capítulo, se presenta los hallazgos derivados de llevar a cabo los experimentos requeridos con el objetivo de dar respuesta al problema planteado. Por último, se presenta los anexos, donde se adjunta la matriz de consistencia, los instrumentos, el informe del laboratorio, panel fotográfico, el certificado de calibración de equipo, comprobantes de pago, instrumentos de recolección de datos, validación por juicio de expertos y declaratoria de autenticidad.



## **CAPÍTULO I: PLAN DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1. Descripción de la realidad problemática**

A raíz de los progresos en el ámbito de la ingeniería civil, en los últimos años, se requiere una mayor exigencia en los diseños de construcción tanto en edificaciones como infraestructuras, a fin de lograr una mayor resistencia, funcionalidad y eficiencia económica. Para ello, es necesario la implementación de nuevos métodos que contribuyan y mejoren dichas necesidades. Este es el caso de los empalmes mecánicos, los cuales buscan dar continuidad a las barras de acero sin la necesidad de tener al concreto circundante para transmitir esfuerzos entre barras, como es el caso de los empalmes por traslape.

Una de las empresas que distribuye a nivel mundial este producto es nVent LENTON, los cuales cumplen con los parámetros de las normativas internacionales más importantes, entre las que destacan Estados Unidos (ACI 318), Reino Unido (BS 8110 BNFL), Malasia (MS146), Japón (JIS G3112), Alemania (DIN 1045), Francia (NF A 35-020-1), China (GB 1499-91), Canadá

(CAN3-N287.3), Chile (NCH 304), entre otras. Esto pone en evidencia que este sistema de empalme se está dando a nivel mundial. Alvis y Guerra (2017), señalan que desde la década de los años ochenta, se viene utilizando los empalmes roscados en grandes proyectos de construcción. Este sistema ha sido utilizado en edificios representativos como Las Torres Petronas en Malasia, La Defensa en Paris-Francia, Masseturm en Frankfurt, La torre de control del aeropuerto de Ámsterdam, etc. (p.9).

La aplicación de empalmes es fundamental en la construcción siendo los traslapes, el método más utilizado actualmente en el país para brindar continuidad al acero en una construcción de concreto armado de cualquier tipo de obra, debido a su fácil manejo y su economía. Sin embargo, por el aumento de proyectos de gran envergadura y de mayores dimensiones que se están ejecutando, la utilización de conectores mecánicos está en aumento. Muestra de ello, son las obras que se realizaron en nuestro país con este sistema de empalme como son, el metro de Lima línea 2, C.C. Mall del Sur, Real Plaza Salaverry, C.C. Puruchuco, Tren Eléctrico, Puente Chilina en Arequipa, Museo Nacional de Arqueología, entre otros. Además, que estos conectores mecánicos ya tienen mención en nuestro RNE, Norma E.060 Concreto Armado. Estos figuran como una mejor opción al momento de realizar un diseño sismo resistente, ya que presentan mayor solides y resistencia.

Abancay es una ciudad en constante crecimiento, tanto demográfico como territorial es por ello, la necesidad de construcciones modernas y de grandes dimensiones. Esta es la razón por la cual se realizará un estudio que nos permita verificar que los empalmes mediante conectores mecánicos a presión, para dar

continuidad a barras de acero de refuerzo en diámetros de  $\frac{3}{4}$ " y 1" respectivamente presentan una mayor resistencia a la tracción.

## **1.2. Identificación y Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Como influye el uso de empalmes con conector mecánicos a presión en la resistencia a la tracción en barras de acero de refuerzo de  $\frac{3}{4}$ " y 1" de diámetro en la ciudad de Abancay, 2021?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- a) ¿Cómo influye el uso de empalmes con conector mecánicos a presión tipo 2 en la resistencia a la tracción en barras de acero de refuerzo de  $\frac{3}{4}$ " y 1" de diámetro en la ciudad de Abancay, 2021?
- b) ¿Cómo influye el uso de empalmes con conector mecánicos a presión con rosca tipo 2 en la resistencia a la tracción en barras de acero de refuerzo de  $\frac{3}{4}$ " y 1" de diámetro en la ciudad de Abancay, 2021?

## **1.3. Justificación de la investigación**

La industria de la construcción en el Perú es una de las actividades principales para el desarrollo de la economía del país, es por lo que, su avance tecnológico es inminente. El uso de maquinarias, herramientas y mecanismos que sean innovadores son necesarios para mejorar los rendimientos, disminuir costos y de esta manera ofrecer edificaciones de mejor calidad.

Actualmente las diferentes empresas e instituciones en el ámbito de la construcción que operan en el país se manejan por técnicas tradicionales, que, si bien están normadas en nuestro Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) y, no tienen mayor inconveniente, no está demás implementar procesos poco

conocidos pero que mejoren los rendimientos y den mayores beneficios a nuestras construcciones, ya que el avance tecnología así lo permite. Es por lo que, los usos de conectores mecánicos para dar continuidad a los aceros se están haciendo más conocidos debido a las múltiples ventajas que ofrecen al momento de ser utilizados en edificaciones y obras de gran envergadura en nuestro país.

Los empalmes mediante conector mecánico ya se vienen utilizando en nuestro país desde hace varios años en diversos proyectos, lo que evidencia que estas conexiones transfieren los esfuerzos directamente de una varilla a otra de manera eficaz, además de proporcionar una mayor resistencia en tracción o compresión, según se requiera de, al menos 1.25 veces el límite de fluencia ( $f_y$ ) de la barra; cumpliendo así, lo que estipula la norma América ACI-318.

El propósito de esta investigación consiste en verificar la resistencia a la tracción que ofrecen el uso de conectores mecánicos en las barras de acero de refuerzo grado 60. Respondiendo al problema planteado de ¿Como influye el uso de empalmes mecánicos en la resistencia a la tracción en barras de acero de refuerzo de  $\frac{3}{4}$ " y 1" de diámetro en la ciudad de Abancay, 2021? Se analizarán los dos diámetros escogidos debido a que, en la mayor cantidad de edificaciones de la ciudad de Abancay son los más utilizados como refuerzo estructural del concreto. Con fines de este estudio, se vio conveniente utilizar los conectores mecánicos a presión tipo 2 y conector mecánico a presión con rosca tipo 2, cuyo uso principal es de brindar el empalme para ampliaciones o extensiones futuras. Los conectores escogidos son ideales debido a que no requieren preparación previa de la varilla.

Los resultados obtenidos en la tesis serán muy beneficiosos, dado que ayudará a tomar mejores decisiones al momento de evaluar una alternativa para el diseño y construcción de viviendas, pues, de llegar a los resultados deseados, el uso de conectores mecánicos será una mejor alternativa para el desempeño estructural de edificaciones. Así mismo, la investigación servirá de aporte para todos los ingenieros de país y la región que desconocen de los conectores mecánicos y su uso como empalmes para dar continuidad a las barras de acero de refuerzo en obras.

En lo económico, la presente investigación se justifica como una alternativa más asequible tanto a corto como a largo plazo. Esto se debe a que su empleo es sencillo y rápido, lo que economizaría en mano de obra y tiempos de ejecución, asimismo hacen más seguras las edificaciones y obras en general, brindándoles más tiempo de vida útil. Además, ahorraría gastos en reparaciones que se pudieran generar a futuro por algún fenómeno natural de optar por un sistema de empalme tradicional (empalme por traslape). Cabe señalar que el tipo de conector escogido es de Tipo 2, los cuales son capaces de resistir esfuerzos de tensiones, es decir, son considerados empalmes sísmicos.

Finalmente, la validez social de la tesis se fundamenta en la urgente demanda de edificar residencias seguras para el bienestar de la población en su conjunto, así como obras de interés común, como hospitales, postas médicas, colegios, universidades, bibliotecas, etc. Estas infraestructuras deben contar con los estudios pertinentes, y los diseños que garanticen el desarrollo social de la población. Con este fin, optar por empalmes mecánicos garantizarían mayor calidad en las edificaciones.

## **1.4. Objetivos de la Investigación**

### **1.4.1. Objetivo general**

Analizar la influencia del uso de empalmes mecánicos a presión en la resistencia a la tracción en barras de acero de refuerzo de  $\frac{3}{4}$ " y 1" de diámetro en la ciudad de Abancay-2021.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- a) Verificar la influencia del uso de empalmes mecánicos a presión tipo 2 en la resistencia a la tracción en barras de acero de refuerzo de  $\frac{3}{4}$ " y 1" de diámetro en la ciudad de Abancay-2021.
- b) Verificar la influencia del uso de empalmes mecánicos a presión con rosca tipo 2 en la resistencia a la tracción en barras de acero de refuerzo de  $\frac{3}{4}$ " y 1" de diámetro en la ciudad de Abancay-2021.

## **1.5. Delimitación de la investigación**

### **1.5.1. Espacial**

El estudio comprende la verificación de la resistencia a la tracción de las barras de acero de refuerzo que utilizan empalmes mecánicos a presión para dar continuidad estructural en obras de concreto armado en la ciudad de Abancay.

### **1.5.2. Temporal**

La presente Investigación se realizó en el periodo comprendido del año 2023.

### **1.5.3. Social**

La investigación será para el beneficio de toda la población de Abancay, ya que al conocer más sobre este sistema se tomarán mayores consideraciones

al momento de realizar una construcción o evaluar algún tipo de proyecto de gran envergadura en la ciudad.

#### **1.5.4. Conceptual**

La presente tesis está delimitada por la Gestión de la Infraestructura para el Desarrollo Sostenible, exactamente la línea de estructuras, rama de la Ingeniería Civil que se encarga de evaluar las propiedades mecánicas del acero, tal como el esfuerzo a la tensión. Esta propiedad mecánica es la que se buscan mejorar con el empleo de conectores mecánicos. Para este fin, se realizarán ensayos a tracción en las diferentes barras de acero de refuerzo previamente empalmados con los conectores a presión.

#### **1.6 Viabilidad de la investigación**

La finalidad de la ingeniería es brindar construcciones de alta calidad, y con la presente investigación se pretende brindar una mayor información acerca del uso de nuevos sistemas de construcción, en este caso los conectores mecánicos con la intención de mejorar la resistencia de obras de concreto armado en la ciudad de Abancay.

Para lograr esto, es importante realizar un estudio de verificación de la resistencia a la tracción del uso de empalmes mecánicos para dar continuidad a las barras de acero de refuerzo de  $\frac{3}{4}$ " y 1" de diámetro. Para el trabajo actual, se utilizaron dos tipos de conectores a presión, los cuales son, el de presión tipo 2 y el de presión con rosca tipos 2.

Para poder cumplir con el objetivo de la presente tesis, la investigación fue autofinanciada, donde los gastos más elevados son la adquisición de los

conectores mecánicos a utilizados, así como el costo del laboratorio donde se realizaron los ensayos.

### **1.7 Limitaciones**

Las limitaciones que se presentaron durante el desarrollo de la presente tesis fueron tres; en primer lugar, no existe investigaciones similares en la región con respecto al uso de conectores mecánicos, sin embargo, si contamos con antecedentes nacionales e internacionales respecto a nuestro tema de interés.

Por otro lado, no traen al mercado local los conectores mecánicos debido que las instituciones responsables no promocionan la información en cuanto a su uso, esto es una limitación que, para adquirirlos son solicitados desde lima, a una empresa llamada CDV Ingeniería Antisísmica, los cuales distribuyen el producto BarSplice.

En la región no se cuenta con laboratorios que se dediquen a realizar los ensayos requeridos para nuestra investigación, motivo por el cual se debe viajar hasta la ciudad de Lima, y solicitar un permiso a la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) para usar sus laboratorios para realizar los ensayos a tracción en las varillas de acero empalmadas con los conectores a presión previamente adquiridos.

El Covid-19 que afecto no solo al país, sino a todo el mundo debido a que fue una pandemia global, fue una limitante para poder viajar a realizar los diferentes trabajos de campo pertinentes a la tesis. Cabe señalar que debido a la pandemia la UNI restringió todo tipo de ingreso a presenciar ensayos en sus laboratorios.



Inicialmente, se tenía previsto realizar los ensayos para varillas de 5/8" y 3/4" con conectores mecánicos a presión y conectores mecánicos a presión con rosca. Con este fin, se contactó a la empresa apenas fue aprobado el plan de tesis mediante resolución pidiendo una cotización, para saber el precio de dichos conectores. En ese momento la empresa me señaló que no contaban con conectores mecánicos a presión con rosca para varillas de 5/8", por lo que me vi en la obligación de esperar. Meses después, la empresa se comunicó conmigo para decirme que ya contaban con conectores mecánicos a presión para varillas de 5/8", mas no el conector a presión con rosca. Nuevamente me vi en la obligación de esperar durante un tiempo más, hasta que este año al comunicarme con la empresa, me informaron que seguían sin el stock de ese conector para el diámetro de acero solicitado. Es por ello, que se cambió el diámetro de acero de 5/8" a 1", puesto que al realizar dicho cambio y solicitar la modificación en la denominación del título de tesis no se alteraba el contenido de este.

## **CAPITULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes de la investigación**

#### ***2.1.1. Antecedentes internacionales***

Alvis, D. y Guerra, J. (2017). En su tesis tiene como objetivo general, analizar el comportamiento mecánico a tracción en laboratorio, los factores la influencia económica y su utilidad de los empalmes mecánicos roscados en la ejecución de proyectos. El enfoque metodológico empleado abarco tanto aspectos teóricos como prácticos, considerando tres variables: resistencia mecánica, análisis de costos y evaluación de funcionalidad. La muestra se determina por ensayos de laboratorio a 60 probetas de acero, 30 de las cuales tuvieron conector mecánico y 30 sin empalme, además de un estudio comparativo del factor económico de usar estos conectores mecánicos en el Edificio T7 T8 y Hotel Grand Hyatt ambos de la Ciudad Empresarial Luis Carlos

Sarmiento Angulo. El resultado general del trabajo de investigación sugiere el uso de empalmes mecánicos en la construcción de edificaciones ya que bajo un análisis técnico en laboratorio estos cumplen los parámetros establecidos por la norma NTC-2289 y el comportamiento de todos los conectores mecánicos tipo rosca es acorde con los requisitos que se deben tener en cuenta en las estructuras de concreto reforzadas con acero. Se concluye, desde el punto de vista económico se recomienda el uso de los empalmes en los diámetros mayores #8 y #10, y de manera indirecta en diámetros menores ya que, representan ahorros de tiempo y mano de obra. Desde el punto de vista del comportamiento mecánico las probetas con este tipo de empalmes muestran buenos resultados ya que tienen en porcentaje un 23% de mayor resistencia a la fluencia que los empalmes por traslape.

Avendaño, G. y Cuevas R. (2016). El objetivo formulado en su trabajo de investigación fue, realizar un análisis sobre la implementación de empalmes mecánicos en el acero de refuerzo en elementos de concreto armado. La metodología de estudio en el trabajo de investigación fue netamente comparativa entre los empalmes mecánicos, empalmes por traslape y empalmes soldados. La población, toma la sección estructural de 2 edificios ya diseñados de diferente magnitud para comprobar si a menor diámetro de varillas se incrementa el costo. Para la comparación entre empalme por traslape y empalme mecánico como muestra se extrajo una sección de estructura, específicamente la viga asísmica de un edificio existente de 196 m de perímetro ubicado en Sébaco que consta de 1 planta y es utilizado para auditorio. Finalmente, se concluyó que se deben usar empalmes mecánicos de refuerzo en barras de acero mayor de 1" de diámetro ya que en las vigas estudiadas el coste total disminuyó en un 55% a

pesar de las limitaciones existentes en cuanto a exportación del material además de ofrecer mayor resistencia en el empalme.

Vega, D. y Navarro, J. (2020). La finalidad de su investigación fue reunir información acerca del empleo de conectores mecánicos como una opción frente al método convencional de traslape de barras de aceros en estructuras de concreto armado. Para lograr esto, se realizaron pruebas de laboratorio, específicamente ensayos de tracción para materiales de acero, que sirvieron para verificar la información existente sobre el rendimiento mecánico de estos conectores. Este ensayo se realizó a probetas de 20 mm, 22 mm y 25 mm de diámetro empalmadas con conectores mecánicos roscados. Se concluye, que lo empalmes mecánicos roscados utilizados cumplen el requisito de desarrollar por lo menos 1.25 del esfuerzo de tracción. Por otro lado, el análisis económico desarrollado indica que los diámetros convenientes a empalmar con este sistema son los mayores a 25 mm. Además, que, permiten una reducción considerable de acero en obra.

Gonzales, M. y Cuevas, P. (2018). Su trabajo de investigación tiene el objetivo de examinar la viabilidad económica ofrecida por los empalmes por traslape en contraste con los empalmes mecánicos, además de evaluar la funcionalidad y determinar cuál proporciona mayor resistencia. Se aplicó el método analítico, ya que la investigación se disgrega en múltiples partes. También se hace uso del método comparativo, debido a que se utiliza la comparación entre los dos tipos de empalmes, tanto el mecánico como el traslape. Se utilizó muestras representativas de empalmes mecánicos, para barras de acero corrugado para 1" y  $\frac{3}{4}$ " de diámetros, que son los más comerciales en República Dominicana. Los resultados obtenidos en el ensayo

de acero a tracción en las barras de 1" y  $\frac{3}{4}$ " si fueron las deseadas ya que la resistencia es mayor a 1.25 fy, por lo que satisfacen los requerimientos del ACI, además reducen el tiempo de ejecución de empalmes en obra y facilitan los cálculos en cuanto a metrados de acero. En conclusión, los costos son similares entre ambos métodos de empalme siempre y cuando los diámetros sean mayores. Por otro lado, los empalmes mecánicos tienen una resistencia de 125% al 150% mayor a los empalmes por traslape, debido a ello se afirma que su implementación resulta más fidedigna y segura para su uso en obra.

Vargas, R. (2015), en su tesis, el propósito principal consiste en examinar la capacidad de resistencia a la tensión y los costos asociados con empalmes mecánicos contruidos mediante conectores prensados y atornillados, con el fin de evaluar su rendimiento y ventajas. El trabajo tiene como metodología de estudio ser de carácter experimental, que permitan demostrar que los conectores usados permiten una conexión mecánica de tensión-compresión y fueron: Bargrip XL, Taper Threaded Grip-Twist, Zap Screwlock. Además, se utilizaron como muestra dos diámetros de acero, el primer de 25.40 mm y segundo de 19.05 mm, de las cuales, se extrajo 12 probetas con empalme mecánico para ensayo a tracción (4 muestras para cada tipo de conector) bajo la norma ASTM A 706. Tras realizar los ensayos se obtuvo como resultados que los conectores mecánicos utilizados cumplen con su función de unir dos barras separadas haciéndolas funcionar como una barra continua sin perjudicar su resistencia, además que se logró desarrollar más de 1.25 veces el esfuerzo de fluencia promedio. En conclusión, los tres tipos de empalmes mecánicos que se utilizaron para realizar las muestras de empalmes Tipo 2, lograron cumplir con lo establecido en la norma ACI 318, además que su uso reduce la congestión del

acero y facilitan su armado, reduciendo el tiempo de diseño de la parte estructural, así como el desperdicio de acero de refuerzo en obra.

Al Hashib, A. (2017). El objetivo de la tesis es investigar analíticamente el efecto de los empalmes mecánicos en barras de acero para determinar el comportamiento sísmico de los edificios de concreto armado con resistencia a momentos. Su metodología de estudio fue de tipo analítica llevada a cabo en pórticos RC empalmados para determinar los efectos de los acopladores en el comportamiento sísmico de los pórticos. La población se determinó por la selección de edificios de diferentes niveles: tres, seis y nueve respectivamente; además se realizaron más de 100 análisis pushover como muestra para dicha investigación. Con la investigación se llegó a la conclusión que los empalmes mecánicos afectan significativamente la relación fuerza-desplazamiento de los tres edificios seleccionados, debido a que a mayor longitud del acoplador aumenta la rigidez. La cual, es utilizada para minimizar las deformaciones producidas por sismos, es por ello, que se recomienda incluir los conectores mecánicos en edificaciones que requieran refuerzo antisísmico.

Gana Martínez, G. (2018), el objetivo de esta memoria para optar el título de ingeniero civil fue realizar una certificación de los conectores NMB Splice Sleeve, que han sido desarrollados junto a un mortero cementicio para conectar las barras de acero y poder realizar el traspaso de esfuerzo sin la necesidad de un traslapo. Además, como segundo objetivo el poder lograr una guía de instalación directa, tanto para conectores que sirven en elementos de hormigón prefabricado como para hormigón en sitio. Para cumplir con los objetivos, se realizaron dos tipos de ensayo; el Tipo I, ensayo a tracción a 21 probetas de acero de 16mm, 18mm, 22mm, 25mm, 28mm, 32mm y 36mm de diámetro (3 por

Gana Martínez, G. (2018), el objetivo de esta memoria para optar el título de ingeniero civil fue realizar una certificación de los conectores NMB Splice Sleeve, que han sido desarrollados junto a un mortero cementicio para conectar las barras de acero y poder realizar el traspaso de esfuerzo sin la necesidad de un traslape. Además, como segundo objetivo el poder lograr una guía de instalación directa, tanto para conectores que sirven en elementos de hormigón prefabricado como para hormigón en sitio. Para cumplir con los objetivos, se realizaron dos tipos de ensayo; el Tipo I, ensayo a tracción a 21 probetas de acero de 16mm, 18mm, 22mm,25mm,28mm,32mm y 36mm de diámetro (3 por cada diámetro). El Tipo II fue, ensayo cíclico elástico y plástico a 30 probetas de acero de 16mm, 18mm, 22mm,25mm,28mm,32mm y 36mm de diámetro (5 por cada diámetro). Este trabajo permite concluir que los conectores mecánicos NMB y todos los que cumplan con los estándares impuestos, son aptos para el uso en Chile. Por otro lado, cumplen con la denominación Tipo 2, es decir, se pueden usar en lugares de alta sismicidad. Además, son una ventajosa opción del punto de vista de la reducción del tiempo en la obra, de algunos materiales, como son los moldajes y el tiempo de espera para el fraguado. Incluido ello, son una muy buena elección para elementos esbeltos, donde el uso de gran cantidad de armadura no permita un adecuado vaciado del hormigón y posterior vibrado.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

Tarazona Malpartida, K. (2019). Su tesis tiene como propósito central de investigación, evaluar las diferencias de costos entre el uso de empalmes mecánicos y la posible utilización de empalmes por traslape en las pilas pilote de las estaciones pertenecientes a la Etapa 1A de la Línea 2 y ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la red básica del Metro de Lima y Callao. La metodología

adoptada fue de carácter explicativo, implicando un análisis detallado de las características de los empalmes mecánicos, que incluyó ensayos de laboratorio, revisión de planos estructurales, especificaciones técnicas y presupuestos de los Estudios Definitivos. El alcance de la tesis abarca proyectos que incorporan empalmes mecánicos del tipo conectores mecánicos de rosca paralela recta en la armadura de sus elementos estructurales, y la muestra se centra en las pilas y pilotes de las cinco estaciones que componen la Etapa 1A del proyecto "Línea 2 y ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la red básica del Metro de Lima y Callao". Los resultados derivan del análisis de los precios unitarios del proyecto de ingeniería definitivo de las cinco estaciones analizadas, revelando que las barras de  $\frac{3}{4}$ " de diámetro a empalmar generaron un costo significativamente mayor que el empalme por traslape, llegando a casi triplicar este último. En cuanto a las barras de 1" de diámetro, la variación de precios es mínima, y para las barras de  $1\frac{3}{8}$ " de diámetro a empalmar, se observó una variación de casi la mitad del precio del empalme por traslape, siendo el conector de rosca paralela recta más económico. En resumen, la viabilidad del uso de empalmes mecánicos del tipo conectores de rosca paralela recta en el presupuesto de un proyecto está directamente relacionada con los diámetros de las barras a empalmar.

Migone Arosena, J. (2018). El objetivo de la tesis es evaluar los esfuerzos de tensión en probetas de barras de acero de 1" de diámetro con el uso de empalmes mecánicos. La tesis es una investigación de tipo cuasi experimental, el tipo de investigación es aplicada, de nivel explicativa – experimental, el nivel es experimental, y de enfoque cuantitativo. La muestra está conformada por 9 especímenes siendo 3 para cada tipo de conector mecánico empleando un solo diámetro de 1". Se utilizó el método estadístico como instrumento, mediante



recopilación de datos los cuales, se organizaron en cuadros para luego analizarlos e interpretarlos individualmente según gráficos obtenidos de dichos datos estadísticos. En conclusión, el uso de empalmes mecánicos influye en los esfuerzos de tensión en muestras de probetas de acero experimentando esfuerzos de tensión máximo mayores al  $1.5 f_y$  tal como lo indica la norma ACI-318.

Sánchez Rengifo, P. (2019). El objetivo de su tesis es determinar la resistencia a la tracción, ductilidad, resistencia a la flexión de los empalmes mecánicos en relación con los empales por traslapes. La metodología de estudio es de tipo aplicada con un enfoque cuantitativo y de diseño cuasiexperimental. Las muestras son dos, M1=Empalme de la barra corrugada con conector mecánico de tornillo tipo 2 – Barsplice de media pulgada de diámetro, M2=Empalme de la barra corrugada amarrada con alambre (traslape) recubierta con hormigón de  $210 \text{ kg/cm}^2$ . Se obtuvo como resultados, en M1= Esfuerzo máximo a tracción  $73.90 \text{ kg/cm}^2$ , su ductilidad es igual a 20.67% y un esfuerzo máximo a la flexión de  $24.79 \text{ kg/cm}^2$ . Por otro lado, para M2= Esfuerzo máximo a la tracción  $69.887 \text{ kg/cm}^2$  su ductilidad fue de 12.95% y un esfuerzo máximo a la flexión de  $42.16 \text{ kg/cm}^2$ . En conclusión, Los empalmes mecánicos presentando notables mejoras en los porcentajes de resistencia a la tracción con una diferencia de 5.43% mayor que el empalme por traslape; en consecuencia, la ductilidad del empalme mecánico es mayor en 38.80%. Sin embargo, el empalme mecánico tiene menor resistencia a la flexión, pero posee mayor capacidad de absorción de energía total antes de llegar al punto de rotura.

Huamán, Y. y Ccasa, P. (2020). Su tesis tiene como objetivo comparar los esfuerzos a tracción de los empalmes mecánicos y los empalmes por traslape

en barras de refuerzo de acero corrugado de 3/8", 1/2" y 5/8" de diámetro y determinar sus resistencias máximas a esfuerzos de fluencia. El diseño de la investigación es experimental de nivel correlacional y tipo inductivo, para lo cual se utilizó muestras formadas por 21 vigas de concreto con los empalmes de acero en su interior, 7 vigas para cada diámetro de acero, de las 3 vigas con empalmes mecánicos, 3 con empalmes por traslape y 1 con acero continuo que sirvió como base de comparación. Los resultados obtenidos tras someter las muestras a esfuerzos de tracción arrojaron los siguientes datos, el acero de 3/8" de diámetro obtuvo un esfuerzo máximo a la fluencia de 1.77  $f_y$ , el acero de 1/2" de diámetro de 1.74  $f_y$  y por último el acero de 5/8" de diámetro un esfuerzo último de 1.70  $f_y$ . Los empalmes por traslape obtuvieron los siguientes resultados, el acero de 3/8" de diámetro obtuvo un esfuerzo máximo a la fluencia de 1.71  $f_y$ , el acero de 1/2" de diámetro de 1.70  $f_y$  y por último el acero de 5/8" de diámetro un esfuerzo último de 1.68  $f_y$ . A partir de los resultados obtenidos en la investigación, se deduce que los empalmes mecánicos exhiben una resistencia superior a los esfuerzos de tracción en comparación con los empalmes por traslape, cumpliendo con el requisito de ser mayores a 1.25  $f_y$  para el tipo 2, tal como lo especifica la Norma ACI 318.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Ensayo a la tracción.**

La norma ASTM A1034/A1034M-10a, establece que el ensayo a tensión determina el rendimiento del conjunto compuesto por el empalme y dos barras de acero de refuerzo. Para ello, el espécimen es sometido a una carga de tensión

hasta provocar su falla. Esta prueba se rige específicamente por la norma ASTM A370.

En nuestro país, los requerimientos para este ensayo están precisados en la Norma Técnica Peruana (NTP) E.060-Concreto Armado. La norma hace mención que el acero de refuerzo debe cumplir ciertos estándares, los cuales permiten determinar la calidad del material de refuerzo y de esta manera determinar si se encuentran dentro de los parámetros establecidos por dicha norma. Los resultados obtenidos en el ensayo a tracción es el que nos permite corroborar si el acero cumple con los requisitos mencionados.

Gallego y Claros (2017) mencionan que, para realizar el ensayo a tracción se requiere de una maquina universal, la cual posee un dispositivo similar a una prensa hidráulica, la cual es capaz someter diferentes materiales a pruebas de estiramiento y aplastamiento y así determinar sus características mecánicas (p.27).

Castro (2018) menciona que “el ensayo consiste en someter a una muestra al estiramiento debido a una fuerza de tracción axial que sea proporcional a sus dimensiones. Para ello, hace uso de una máquina de ensayo universal, la cual, permite determinar una o más características mecánicas durante su deformación” (p.24).

**Figura 1**

Ensayo de tracción de una barra de acero de refuerzo empalmado con conector mecánico



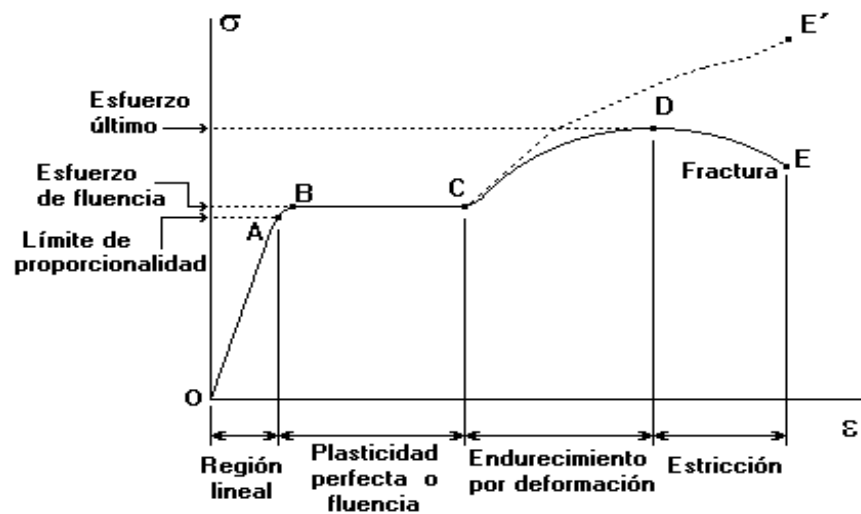
Nota: En la imagen se observa una barra de acero de refuerzo, la cual fue previamente empalmada con un tipo de conector mecánico siendo sometido a un ensayo de tracción. Fuente: Vargas (2015), "Análisis de la resistencia a tensión y costos de empalmes mecánicos usados en barras de acero de refuerzo (con conectores prensados y atornillados tipo 2)".

Para realizar este ensayo se coloca la muestra de acero llamado también, probeta de acero, la cual es sujeta por ambos extremos en forma vertical, un extremo es fijo y el otro móvil. Una vez sujeta la muestra a ensayar se empieza a medir la carga que se aplica a medida que la cabeza móvil se va desplazando hasta obtener su rotura.

Una vez realizado este ensayo obtenemos una curva esfuerzo-deformación, mediante la cual se analizará las propiedades del material.

Figura 2

Gráfico esfuerzo-deformación del acero



Nota: El gráfico nos muestra 5 zonas, de 0-A: zona de periodo elástico, de A-B: zona de alargamiento pseudoelástico, de B-C: zona de fluencia, de C-D: zona de alargamiento homogéneo y de D-E: zona de estricción. Fuente: Recuperado de: <http://encabeceraformacion.blogspot.com/2015/09/analisis-de-materiales-diagramas.html>

**2.2.1.1. Resistencia a la tracción.** La tracción es el esfuerzo interno que desarrolla un material debido a dos fuerzas externas que lo estiran. También se expresa como el valor de la fuerza distribuida sobre la unidad de área que se producen en la parte interna del material. El valor que se obtiene es medida en unidades de presión, como pascales la cual, es una unidad de medida del Sistema Internacional (SI).

Castro (2018) y Sánchez (2019), mencionan que el esfuerzo máximo que se representa en la curva esfuerzo-deformación del acero es el esfuerzo último, la cual es obtenida de la fuerza más alta aplicada. Este esfuerzo representa la resistencia a la tracción del acero. Señala, además, que esta resistencia es el esfuerzo mediante el cual un material tiende a reducir su sección transversal debido a los esfuerzos que se aplican sobre ella.

### **2.2.1.2. Procedimiento del ensayo a tracción**

**a) Con extensómetro.** Según el manual de ensayo a tracción de la UNI, se comienza a tomar las medidas iniciales de la barra de acero que será ensayada, tanto su longitud como su diámetro con ayuda del Vernier. Luego, se coloca la barra de acero en el centro de las mordazas, una vez realizado esto, en el tambor graficador se debe colocar una hoja cuadriculada y se sujeta un lápiz o lapicero, el cual se encargará de graficar la curva esfuerzo-deformación.

Una vez iniciado el ensayo, se puede observar que en la máquina hay un medidor de carga compuesto de dos agujas, una roja y una negra. La aguja roja muestra el valor máximo de carga que el material puede soportar y la aguja negra indica la carga instantánea de la muestra. Una vez producido la rotura de la muestra, se procede a anotar los valores obtenidos por el medidor, así como las medidas finales de longitud y diámetro en la zona de rotura de dicha muestra.

Por último, se deben realizar todos los pasos anteriores utilizando las demás barras de acero que sean necesarias para los fines del ensayo.

**b) Con máquina universal.** Según el manual de ensayo a tracción de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC). Primero se determina la longitud inicial de la muestra de acero, así como el diámetro promedio de tres lecturas consecutivas haciendo uso del Vernier. Luego se procede a colocar la muestra en la máquina universal, al centro de las mordazas, para luego ser ajustado con la fuerza necesaria para asegurar su fijación. Luego, se hace uso del computador para ir aplicando las cargas a la cual estará expuesta la probeta de acero, la cual inicia con un valor de deformación igual a cero.

Posteriormente, se registra la longitud y diámetro de la muestra de acero en el computador. Luego se inicia el ensayo y se detiene automáticamente

cuando se produce la rotura de la muestra en dos partes. Finalmente, se toman las medidas de la barra de acero en la zona de rotura y se ensayan las demás muestras de ser necesario.

De estas dos alternativas mencionadas, la que se hará uso es la maquina universal, debido a que es un sistema moderno y cuanta con mejores resultados, ya que nos entrega un reporte más detallado.

### **2.2.2. Empalmes con conectores mecánicos**

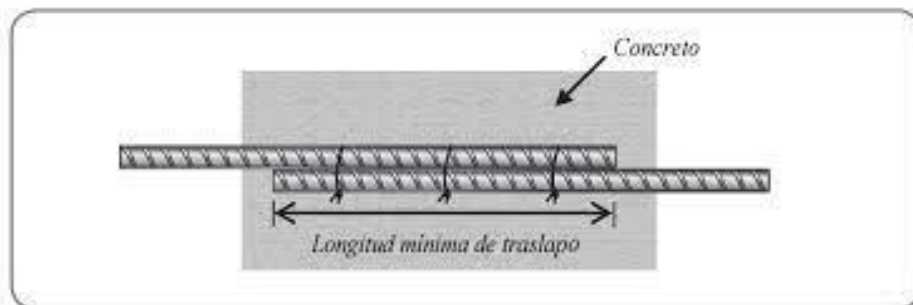
Para poder lograr la unión de barras de acero de refuerzo y así, alcanzar la altura deseada en una obra es necesario que unamos los tramos de barras de acero debido a que tienen una longitud de nueve metros, la cual, es limitada. Estas uniones entre tramos son los llamados empalmes.

Gonzales & Cuevas (2018), mencionan que los empalmes pueden clasificarse en directos e indirectos. Los empalmes indirectos o empalmes por traslape son aquellos que realizan la transferencia de esfuerzos entre barras de acero de refuerzo a través del concreto que las rodea. Por otro lado, los empalmes directos son aquellos que realizan la transferencia de esfuerzos de manera directa entre las barras de acero de refuerzo, es decir, sin concreto circundante; este es el caso, de los empalmes soldados y empalmes mecánicos. (P.25-27).

En este sentido, cabe precisar que en los empalmes por traslape es necesario el concreto circundante para poder realizar la transmisión de esfuerzos. Es decir, la fuerza de una barra de acero se transfiere primero al concreto que lo rodea y luego, se transfiere a la otra barra de acero, y de esta manera se garantiza la conexión.

**Figura 3**

Empalme por traslape



Nota: En la imagen se observa un claro ejemplo de un empalme por traslape, donde se hace referencia a una longitud mínima de traslape. Además, se observa el concreto circundante que es necesario para que se transmita el esfuerzo de barra a barra.

Desde hace muchos años la construcción de edificios de concreto armado de gran tamaño se ha convertido en una inclinación global. Con este fin, para dar continuidad a los aceros de refuerzo se utilizó el empalme por traslape, el cual en la actualidad tiene sus limitaciones y complejidades tanto en diseño como sus cálculos estructurales. Debido a esto, los empalmes mecánicos surgen como una alternativa más ventajosa.

Migone (2018) y Avendaño & Cuevas (2016), señalan que los empalmes mecánicos son elementos empleados para unir barras de acero en estructuras de concreto armado y su implementación contribuye a disminuir el congestionamiento de armaduras. Los empalmes con conectores mecánicos son un sistema de empalme que garantiza una tracción total, lo que implica, que bajos cargas a tracción, la falla ocurre en el acero y no en el acople utilizado.

Esto quiere decir, que los empalmes por conectores mecánicos deben garantizar esfuerzos a tracción debido a que la falla se debe producir en las probetas de acero ensayadas lejos del propio conector mecánico; lo que



comprobaría su rendimiento y ductilidad como un todo, es decir, como si no existiera una separación entre aceros y fuera un sistema continuo.

El ACI 318-19, en su sección 25.5.7.1, “Un empalme mecánico o soldado, debe desarrollar en tracción o compresión, según se requiera, al menos  $1.25 f_y$  de la barra” (2019, p.512).

En la NTE E.060, en su capítulo 12, sección 12.14.3.2., “Un empalme mecánico debe desarrollar en tracción o compresión, según sea requerido, al menos  $1.25 f_y$  de la barra” (2009, p.105)

De acuerdo con la normativa ACI-318-19, en su capítulo 18, sección 18.2.7.1., los empalmes mecánicos deben clasificarse por medio de (a) o (b):

- a) Empalme mecánico tipo 1 que cumplan con las limitaciones 25.5.7
- b) Empalme mecánico tipo 2, que cumplan con las limitaciones 25.5.7

y son capaces de desarrollar la resistencia a la tracción específica de las barras empalmadas.

Para la presente investigación se utilizará empalmes mecánicos tipo 2, debido a que son capaces de resistir esfuerzos de tensión, por lo que son considerados como empalmes sísmicos, además, se pueden usar en cualquier ubicación de una sección. Estos presentan una mayor ventaja frente a los de tipo 1, los cuales se utilizan cuando no se esperan esfuerzos de tensión elevado, por ello, no es recomendable su uso en zonas sísmicas, además que no deben usarse dentro de una distancia igual al doble de la altura de vigas o columnas.

**2.2.2.1. Conectores mecánicos.** Los conectores mecánicos son dispositivos que permiten la conexión de barras de acero de refuerzo para darles

continuidad tanto en altura horizontal como vertical y de esta manera, cumplir con los requerimientos de una obra de concreto armado.

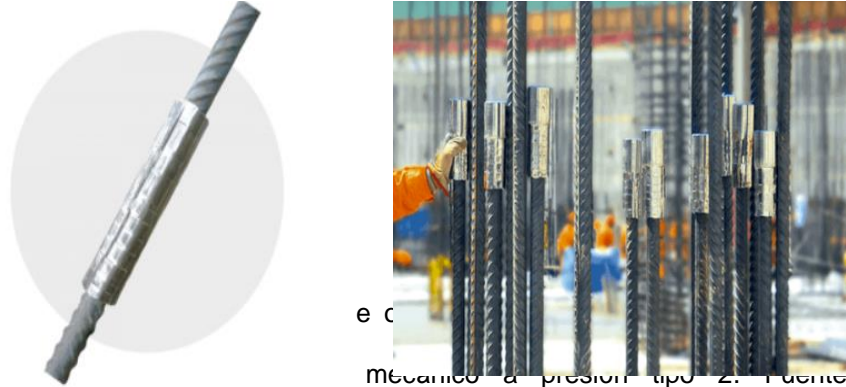
Castillo (2016), el uso de conectores mecánicos tienen muchas ventajas. Evita en gran medida la congestión de acero, en particular en la unión de vigas y columnas (nudos) permitiendo tener un mejor armado, además con su uso las cuantías de acero no se duplican, sin que se generen zonas frágiles. Se pueden colocar en cualquier zona de elementos estructurales, además que el armado es más rápido, lo que hace posible agilizar procesos y economizar en mano de obra.

Para el presente trabajo se utilizará dos tipos de conectores mecánicos para evaluar la resistencia a la tracción que ofrecen:

**a) Conector a presión tipo 2.** CDV Ingeniería Antisísmicas (2020), describe este producto como un conector tipo manguito que se desliza sobre la barra de acero los cuales son, colocados a presión que no requieren de preparación previa de la varilla de refuerzo. Su uso es principalmente para ampliaciones y empalmes. Para que estos conectores sean colocados se utiliza una prensa y así, producir la conexión entre la barra de refuerzo y el mango del acople.

**Figura 4**

Conector a presión tipo 2



Recuperado de: <https://www.cdvperu.com/conectores-mecanicos/>

**b) Conector a presión con rosca tipo 2.** CDV Ingeniería Antisísmicas (2020), es un conector colocado a presión con rosca forjado en frío que no requiere de preparación previa de la varilla de refuerzo. Su uso es principalmente para empalmes y extensiones futuras. Estos conectores son de rosca industrializada que garantizan 4 vueltas de acero sin necesidad de torquímetro, además de que no requiere reducción de la sección de acero, lo cual no es recomendable porque si se reduce la sección de la barra, esta tiende a producir la falla en la conexión. Así mismo, Bar-us (2012), lo describe como un sistema compuesto por dos componentes, uno macho y otro hembra, que emplea un dispositivo de unión mecánica para conectar las barras de acero. Este dispositivo de unión se coloca en la barra antes de su instalación mediante una prensa hidráulica.

**Figura 5**

Conector a presión con rosca tipo 2



Nota: En la imagen podemos observar barras de acero de refuerzo empalmadas con conector mecánico con rosca tipo 2. Fuente: Recuperado de: <https://www.cdvperu.com/conectores-mecanicos/>

### 2.3. Marco conceptual

- **Empalme**

Los empalmes son la unión de dos varillas de acero que necesitan dar continuidad estructural al concreto armado para lograr alturas deseadas en una obra de ingeniería civil. Esto se debe a la limitación de la longitud de las barras de acero, así como a cambios en los diámetros entre varillas de mayor diámetro a varillas de menor diámetro.

- **Conectores mecánicos**

Según el Grupo Ferralia, es un sistema que sustituye al empalme tradicional o empalme por traslape garantizando la rotura de las barras de acero lejos de la conexión logrando el desarrollo de la ductilidad completa de las barras de acero de refuerzo, cumpliendo las especificaciones de cualquier normativa.

- **Ensayo a tracción**

Castro (2018), lo define como “el estiramiento de una probeta debido a una fuerza axial conforme a sus dimensiones, haciendo uso de una máquina para el ensayo a tracción con la finalidad de determinar sus características mecánicas”. (p.42)

- **Acero grado 60**

El acero estructural es un material homogéneo e isótropo de calidad uniforme que permite soportar grandes esfuerzos. Estos contienen elementos químicos que intervienen en una aleación del acero, los cuales son: hierro, carbono, manganeso, silicio, columbio, níquel, azufre, fosforo, etc. (AHMSA, 2013).

El acero es uno de los materiales más importantes en la industria de la construcción de obras de concreto armado para brindarles refuerzo estructural. Estos quedan inmersos en la masa del concreto para absorber y resistir esfuerzos producidos por cambios volumétricos debido a la temperatura y las cargas que resisten. Cabe señalar que para la presente investigación se utilizarán barras de acero de refuerzo grado 60 según la norma ASTM A615 de  $\frac{3}{4}$ " y 1" de diámetro, los cuales nos servirán para demostrar los beneficios del uso de conectores mecánicos a presión.

**Figura 6**

Identificación de una barra de acero



Nota: En la imagen se puede observar cómo se identifica una barra de acero corrugado. Esta debe tener el nombre del fabricante, el diámetro identificado, además de estar indicado el grado que le corresponde y el país de fabricación. Fuente: Recuperado de <https://www.acerosarequipa.com/>

- **Esfuerzo de cedencia**

La ASTM E8-61T, define el esfuerzo de cedencia como el aumento notable de la deformación del material ensayado sin que haya aumentado de esfuerzo. Es decir, el material pasa de la zona de deformación elástica y queda deformado permanentemente.

- **Esfuerzo de tracción**

Balvantín (2016), lo define como la “relación de carga máxima que soporta un material durante el ensayo a tracción en su sección transversal, sufriendo una reducción de esta, a lo que se llama cuello de botella, momento en el cual la resistencia del material empieza a decrecer hasta llegar a la ruptura”. (p.40)

- **Esfuerzo de fluencia**

Castro (2018) afirma “El esfuerzo de fluencia es el que divide los comportamientos elástico y plástico de un material. Es el esfuerzo por el cual la deformación plástica se hace importante” (p.26).

- **Ductilidad**

Para Berrios (2016), “La ductilidad es la capacidad que tiene un material de exponer deformaciones dentro del rango plástico sin romperse. La ductilidad, al plantearse como la función de incursionar en deformaciones plásticas de forma sostenida sin el fallo inmediato, se puede asociar por consiguiente no solo al comportamiento del material, sino además al de la parte de un componente y/o la composición completa”. (p.43).

- **Resiliencia**

Según Callister (2009), en su libro Introducción a la Ciencia e ingeniería de los Materiales, lo define como “la capacidad de absorber la energía elástica de un material cuando se está deformando y desistir de esta energía cuando se deja de aplicar. También se define como la energía de deformación por unidad de volumen”. (p.131).

- **Tenacidad**

Castiller (2009) afirma la tenacidad se define como la capacidad de un material para absorber energía antes de llegar a la fractura. Para que un material sea tenaz debe tener alta resistencia y ductilidad, ya que estos últimos son más tenaces que los materiales frágiles (p.132).

- **Zona elástica**

La ASTM E8-61T, la define como la zona donde existe una correlación lineal entre tensiones axiales ( $\sigma$ ) y deformaciones unitarias ( $\epsilon$ ). El campo elástico es donde se cumple la correlación lineal  $\sigma = E \cdot \epsilon$  y es la base para el cálculo de la elasticidad.

- **Elasticidad**

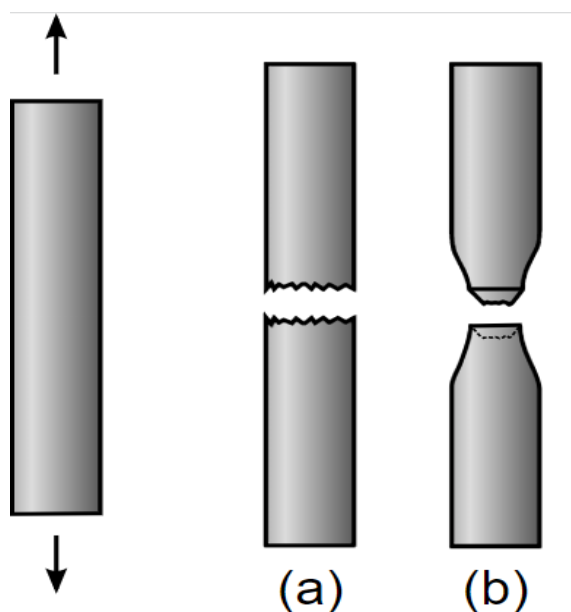
Callister (2012), se define como la propiedad que tiene un material de regresar a su estado inicial una vez se termine de aplicar fuerzas actuantes que generan deformaciones.

- **Fractura frágil**

García y Monasterio (2018), menciona que, “cuando se somete una probeta de acero a la tracción y no se observan deformaciones que se aprecian a simple vista, es decir no existe estricción, no muestra deformación plástica y la rotura ocurre repentinamente. Se le conoce como fractura frágil”. (p.7).

**Figura 7**

Tipos de fractura en probetas de acero



Nota: En la imagen se puede observar los 2 tipos de fractura para probetas de acero. En el ítem (a) se aprecia un tipo de fractura frágil, es decir que no muestra deformación plástica; y en el ítem (b) se puede observar un tipo de fractura dúctil, es decir presenta deformación plástica permanente. Fuente: Recuperado de <https://es.wikipedia.org/wiki/Ductilidad>



- **Fractura dúctil**

Villela (2004), ocurre cuando un material es sometido a deformación plástica excesiva. Este tipo de fractura se pueden caracterizar por formaciones de cuello de botella en el área fracturada, deformación plástica permanente, elongación del material y reducción del área transversal.

### **CAPITULO III: METODOLOGÍA**

#### **3.1. Hipótesis**

##### ***3.1.1. Hipótesis general***

El uso de conectores mecánicos a presión influye en la resistencia a tracción de las barras de acero de refuerzo de  $\frac{3}{4}$ " y 1" de diámetro en la ciudad de Abancay.

##### ***3.1.2. Hipótesis específicas***

a) El uso de empalmes con conector mecánicos a presión tipo 2 influye en la resistencia a la tracción de barras de acero de refuerzo de  $\frac{3}{4}$ " y 1" de diámetro en la ciudad de Abancay.

b) El uso de empalmes con conector mecánicos a presión con rosca tipo 2 influye en la resistencia a la tracción de barras de acero de refuerzo de  $\frac{3}{4}$ " y 1" de diámetro en la ciudad de Abancay.

## **3.2. Metodología**

### **3.2.1. Método**

El trabajo de investigación utilizó el método deductivo, según Bernal (2010) es un método de razonamiento que consiste en obtener explicaciones particulares a partir de conclusiones generales. Es decir, se realizó un análisis de las leyes, normas, principios, teoremas, etc., que son de aplicación universal y de validez comprobada y sirven para dar solución a hechos en particular. En la investigación de igual manera, se partió de lo general a lo particular en los métodos que se utilizó para comprobar que los empalmes con conectores mecánicos a presión influyen en la resistencia a la tracción de las barras de refuerzo.

### **3.2.2. Orientación**

Según su orientación, es una investigación es aplicada, así como indica Zorrilla y Arena (1993), la investigación aplicada guarda relación con la investigación básica, ya que depende de los progresos y hallazgos de esta para ser aplicados. Es por lo que, en esta investigación se utilizó los conocimientos básicos acerca de los diferentes conceptos ya existentes para ser aplicados y demostrar que los empalmes con conectores mecánicos a presión influyen en la resistencia a la tracción de los aceros de refuerzo.

### **3.2.3. Enfoque**

La investigación “Análisis de Empalmes con Conector Mecánico a Presión en Barras de Acero de Refuerzo de Diámetros  $\frac{3}{4}$ ” y 1” Sometidos a Tracción en Abancay, 2021.”, es de enfoque cuantitativo. Como definen los autores, Hernández, Fernández y Baptista (2014), “el enfoque cuantitativo es un conjunto de procesos de orden riguroso que parte de una idea que al ser delimitada

generan objetivos y preguntas de investigación para luego establecer una hipótesis y variables que seguirán un plan de diseño para ser probadas haciendo usos de mediciones y métodos estadísticos y así, llegar a una serie de conclusiones”. Esta es la línea que la tesis seleccionó, ya que se siguió un orden riguroso desde la concepción de la idea o tema de investigación, la cual generó las interrogantes y posteriormente se definió nuestro objetivo de estudio, que es verificar la resistencia a la tracción del uso de empalmes con conectores mecánicos a presión. Teniendo el objetivo claro, se estableció la hipótesis de estudio, el cual para ser probado hizo el uso de mediciones, y métodos estadísticos que nos permitieron llegar a los resultados deseados y dar las conclusiones pertinentes.

#### **3.2.4. Recolección de datos**

La presente investigación es prolectiva según la fuente de recolección de datos Según Villasís y Miranda (2016), un estudio prolectivo es aquél donde se empezó a recabar información a partir del momento en que se inició el estudio. Además, Álvarez (2020), menciona que es el estudio en el cual la información se obtendrá a criterio del investigador dependiendo de los objetivos planteados. Entonces, en la presente investigación se obtuvo información en simultaneo al objetivo planteado, el cual es verificar la resistencia a la tracción que ofrecen los empalmes con conector mecánicos. Cabe señalar que la información se seguirá buscando en simultaneo hasta la obtención de los resultados.

#### **3.3. Tipo de investigación**

4. Es de tipo correlacional porque su interés se concentra en explicar la relación que existe entre las variables. Una investigación correlacional según (Bernal, 2010, p.122), “tiene como finalidad demostrar la relación que existe entre las

variables o los resultados de las variables, para ello, examinan la relación que existe entre ellas, sin recurrir en ningún momento a explicar la relación causa-consecuencia". Además, (Arias,2006, p.25), indica que "su finalidad es determinar el grado de relación o asociación (no causal) existente entre dos o más variables [...] para ello se realizan estudios y de esta manera saber cómo podría comportarse una variable conociendo el comportamiento de la otra variable". En esta dirección, la investigación pretende realizar un estudio de los conectores mecánicos como un sistema de empalme para dar continuidad a las barras de acero de refuerzo y como su uso, tiene una relación con la resistencia a la tracción y de esta manera verificar si existe una mejora en cuanto a esta propiedad mecánica.

#### **4.2. Nivel de investigación**

El nivel es explicativo, como menciona Valderrama, "una investigación es explicativa porque tiene una relación causal, cuyo propósito es describir el problema de investigación, así como encontrar la causa entre las variables, Además, se busca responder las interrogantes considerando el problema planteado" (2007, p.33). Es el estudio de esta tesis se pretende verificar si el uso de los conectores mecánicos como sistema de empalmes brindan mayor resistencia a las barras de acero de refuerzo en obras de concreto armado que apliquen este sistema, mejorando así esta propiedad mecánica. Por ende, estamos hablando de una relación causa-efecto; a causa de la implementación de estas conexiones habrá un aumento significativo en cuanto a la resistencia del material a la tracción (efecto).

### 4.3. Diseño de investigación

Según el diseño de investigación la presente tesis es experimental, tal como lo define Arias (2006), “consiste en someter a un objeto o a un grupo a determinadas condiciones, estímulos o tratamiento (variable independiente), para observar los efectos o reacciones que se producen (variable dependiente)” (p.34). Por ende, se realizó un estudio de resistencia a la tracción de barras de acero de refuerzo (variable dependiente) con conectores mecánicos a presión (variable independiente), donde se observó si el uso de los conectores mecánicos influye en la resistencia a la tracción de las barras de acero de refuerzo.

También, podemos decir que la presente investigación según su dirección de investigación es prospectiva; como indica Álvarez, (2020), “Es prospectivo cuando el fenómeno a estudiarse tenga causa en el presente y efecto en el futuro. Estos estudios descriptivos también pueden referirse a eventos que tendrán incidencia en el futuro” (p.4). En tal sentido, la investigación pretende estudiar los empalmes con conectores mecánicos a presión cuyo efecto en las barras de acero de refuerzo sometido a tracción se verán a futuro, en beneficio de la sociedad y la comunidad de la ingeniería civil que pretendan implementar este sistema de empalme en las obras para dar continuidad estructural.

Por otro lado, se dice que es transeccional o transversal; según Hernández, Fernández y Baptista, (2014) “son las que recolectan datos en un solo momento, es decir en un tiempo en específico con el propósito de describir las variables y analizar la relación que tiene en un momento dado, es como tomar una fotografía de algo que sucede” (p.154). En este caso, se hará un ensayo único para evaluar la resistencia de barras de acero de refuerzo previamente

empalmados con conectores mecánicos a presión para evaluar si mejoran esta propiedad mecánica tal y como menciona la norma ACI-318, llegando a un mínimo de 1.25 veces el límite de fluencia del acero convencional.

#### **4.4. Operacionalización de variables**

Tabla 1

Operacionalización de las variables dependiente e independiente

Variable Independiente	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Medición	Instrumentos
Empalmes con conectores mecánicos a presión	Son piezas metálicas que brindan conexión a barras de acero de refuerzo y de esta manera facilitan la construcción de elementos de concreto armado, debido a que la carga se transfiere dentro de la conexión sin causar tensiones adicionales en el concreto.	Para entender mejor la variable independiente e se utilizará dos tipos de conectores mecánicos a presión, y de esta manera evaluar su comportamiento como sistema de empalme estructural.	Tipos de conectores mecánicos a presión	Conector mecánico a presión tipo 2	Und.	Fichas de recolección de datos e información.
				Conector mecánico a presión con rosca tipo 2	Und.	
Variable Dependiente	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Medición	Instrumentos
Resistencia a la tracción de barras de acero de refuerzo	Es el esfuerzo obtenido de la fuerza más alta aplicada es la resistencia a la tracción, que es el esfuerzo máximo sobre la curva de carga – desplazamiento obtenido por el ensayo a tracción.	Para entender mejor la variable dependiente se realizará ensayos de tracción a las barras de acero de refuerzo previamente empalmados con conector mecánico y así obtener los resultados que serán analizados posteriormente	Resistencia a la tracción	Carga Máxima	Kg	Se realizará ensayo a tracción en acero bajo la norma NTP 350.405.2019 y fichas técnicas de recolección de datos de ensayo a tracción.
				Esfuerzo Máximo de Tracción	Kg/cm <sup>2</sup>	

Fuente: Elaboración Propia



## **4.5. Población y Muestra**

### **4.5.1. Población**

La población para el presente trabajo está conformada por todas barras de acero de refuerzo de 1" y  $\frac{3}{4}$ " que utilicen conectores mecánicos a presión como alternativa de empalme en construcciones de concreto armado para dar continuidad al acero de refuerzo estructural.

### **4.5.2. Muestra**

La muestra para la investigación está conformada por el conector a presión tipo 2 y el conector a presión con rosca tipo 2-Barsplice de  $\frac{3}{4}$ " y 1" de diámetro. De acuerdo con sus características son los más ideales para resistir fuerzas de tracción, cabe resaltar que su instalación es sencilla y no necesita de una previa preparación del acero de refuerzo. Se realizó 4 ensayos por cada tipo de conector y diámetro de varilla determinando un promedio en cuanto a los resultados y ver si cumplen con los objetivos planteados al inicio de esta investigación.

Se utilizó 8 barras de acero de  $\frac{3}{4}$ " de diámetro, 4 con conector mecánico a presión tipo 2 y 4 con conector mecánico a presión con rosca tipo 2; y 8 barras de acero de refuerzo de 1" de diámetro, 4 con conector mecánico a presión tipo 2 y 4 con conector mecánico a presión con rosca tipo 2.

## **4.6. Técnicas e instrumentos**

### **4.6.1. Técnicas**

La técnica que se utilizó es la observación, según (Arias, 2012, p.69), "es una técnica que consiste en visualizar mediante la vista, de forma sistemática, cualquier suceso, fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza o la

sociedad, en función a los objetivos de investigación”. En consecuencia, esta técnica nos permitió reunir los datos obtenidos tras realizar el ensayo a tracción de las barras de acero de refuerzo empalmadas con conector mecánico a presión.

#### **4.6.2. Instrumentos**

En la presente tesis para poder responder a los objetivos planteados al inicio se realizó el ensayo a tracción, para ello se hizo uso de fichas de recolección de datos y observación donde se mencionó cada indicador.

#### **4.7. Consideraciones éticas**

5. La presente investigación se realizó respetando y cumpliendo las valores y normas que de acuerdo con la ética son correctas con el fin de realizar este trabajo y alcanzar los objetivos planteados. Para ello, la investigación fue elaborada con completa integridad, reconociendo y citando a los autores pertinentes, y hacer uso de las referencias bibliográficas según indican las normas APA, para evitar el robo de información y caer en plagio. Cabe mencionar que los datos que serán obtenidos en los ensayos no serán manipulados de manera que beneficien al tesista, y todo se procesó de manera transparente y, siempre con la veracidad de este trabajo de investigación.

#### **5.2. Procedimiento estadístico**

En el marco de la investigación, se formuló la hipótesis nula ( $H_0$ ) y las alternas ( $H_a$ ), las cuales varían según a lo que se pretenda probar. Para demostrar dichas hipótesis se utilizó la distribución t-Student.

$$H_0: \mu_x = \mu_y$$

$$H_a: \mu_x \neq \mu_y$$

Se determinó utilizar una prueba bilateral de 2 colas, debido a la incertidumbre sobre el uso de empalmes con conector mecánicos a presión tipo 2 y conectores mecánicos a presión con rosca tipo 2 en barras de acero de refuerzo de  $\frac{3}{4}$ " y 1" influye positiva o negativamente en la resistencia a la tracción. El nivel de significación asumido es 5%, se divide por la mitad para obtener un nivel de significación del 2.5%. Lo que implica que ambas colas de distribución tendrán un valor de  $\alpha=0.025$ .

**Figura 8**

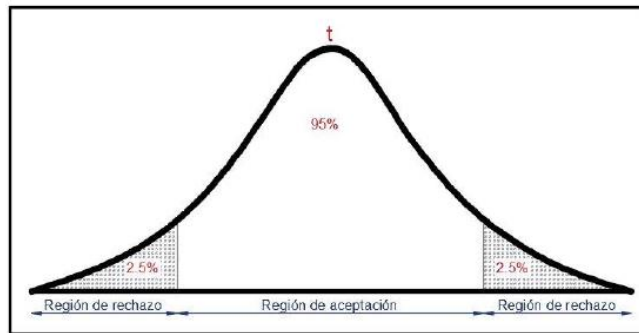
*Distribución "t" Student*

		$\alpha/2$												
		0,0005	0,001	0,005	0,01	0,025	0,05	0,1	0,2	0,25	0,3	0,4	0,45	0,475
v grados de libertad	1	636,610	319,309	63,657	31,921	12,708	6,314	3,079	1,376	1,000	0,727	0,325	0,159	0,079
	2	31,599	22,327	9,925	6,965	4,303	2,920	1,895	1,061	0,816	0,617	0,289	0,142	0,071
	3	12,924	10,215	5,841	4,541	3,182	2,353	1,699	0,979	0,785	0,594	0,277	0,137	0,068
	4	8,610	7,173	4,604	3,747	2,778	2,132	1,533	0,941	0,741	0,569	0,271	0,134	0,067
	5	6,869	5,993	4,032	3,365	2,571	2,015	1,478	0,920	0,727	0,559	0,267	0,132	0,066
	6	5,959	5,208	3,707	3,143	2,447	1,943	1,440	0,906	0,718	0,553	0,265	0,131	0,065
	7	5,408	4,785	3,499	2,998	2,365	1,895	1,415	0,896	0,711	0,549	0,263	0,130	0,065
	8	5,041	4,501	3,355	2,896	2,308	1,860	1,397	0,889	0,706	0,546	0,262	0,130	0,065
	9	4,781	4,297	3,250	2,821	2,262	1,833	1,383	0,883	0,703	0,543	0,261	0,129	0,064
	10	4,587	4,144	3,189	2,764	2,228	1,812	1,372	0,879	0,700	0,542	0,260	0,129	0,064
	11	4,437	4,025	3,106	2,718	2,201	1,796	1,363	0,876	0,697	0,540	0,260	0,129	0,064
	12	4,318	3,930	3,055	2,681	2,179	1,782	1,356	0,873	0,695	0,539	0,259	0,128	0,064
	13	4,221	3,852	3,012	2,650	2,160	1,771	1,350	0,870	0,694	0,538	0,259	0,128	0,064
	14	4,140	3,787	2,977	2,624	2,145	1,761	1,345	0,868	0,692	0,537	0,258	0,128	0,064
	15	4,073	3,733	2,947	2,602	2,131	1,753	1,341	0,866	0,691	0,536	0,258	0,128	0,064
	16	4,015	3,686	2,921	2,583	2,120	1,746	1,337	0,865	0,690	0,535	0,258	0,128	0,064
	17	3,965	3,646	2,898	2,567	2,110	1,740	1,333	0,863	0,689	0,534	0,257	0,128	0,064
	18	3,922	3,610	2,878	2,552	2,101	1,734	1,330	0,862	0,688	0,534	0,257	0,127	0,064
	19	3,883	3,579	2,861	2,539	2,093	1,729	1,328	0,861	0,688	0,533	0,257	0,127	0,064
	20	3,850	3,552	2,845	2,528	2,086	1,725	1,325	0,860	0,687	0,533	0,257	0,127	0,063
	21	3,819	3,527	2,831	2,518	2,080	1,721	1,323	0,859	0,686	0,532	0,257	0,127	0,063
	22	3,792	3,505	2,819	2,508	2,074	1,717	1,321	0,858	0,686	0,532	0,256	0,127	0,063
	23	3,768	3,485	2,807	2,500	2,069	1,714	1,319	0,858	0,685	0,532	0,256	0,127	0,063
	24	3,745	3,467	2,797	2,492	2,064	1,711	1,318	0,857	0,685	0,531	0,256	0,127	0,063
	25	3,725	3,450	2,787	2,485	2,060	1,708	1,316	0,856	0,684	0,531	0,256	0,127	0,063
	26	3,707	3,435	2,779	2,479	2,055	1,706	1,315	0,856	0,684	0,531	0,256	0,127	0,063
	27	3,690	3,421	2,771	2,473	2,052	1,703	1,314	0,855	0,684	0,531	0,256	0,127	0,063
	28	3,674	3,408	2,763	2,467	2,048	1,701	1,313	0,855	0,683	0,530	0,256	0,127	0,063
	29	3,659	3,396	2,756	2,462	2,045	1,699	1,311	0,854	0,683	0,530	0,256	0,127	0,063
	30	3,646	3,385	2,750	2,457	2,042	1,697	1,310	0,854	0,683	0,530	0,256	0,127	0,063
	31	3,633	3,375	2,744	2,453	2,040	1,696	1,309	0,853	0,682	0,530	0,256	0,127	0,063
	32	3,622	3,365	2,738	2,449	2,037	1,694	1,309	0,853	0,682	0,530	0,255	0,127	0,063
	33	3,611	3,356	2,733	2,445	2,035	1,692	1,308	0,853	0,682	0,530	0,255	0,127	0,063
	34	3,601	3,348	2,728	2,441	2,032	1,691	1,307	0,852	0,682	0,529	0,255	0,127	0,063
	35	3,591	3,340	2,724	2,438	2,030	1,690	1,306	0,852	0,682	0,529	0,255	0,127	0,063
$\alpha$	0,001	0,002	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	0,95	

Nota: Valores para calcular la región crítica.

**Figura 9**

*Diagrama para Determinar la Región Crítica*



Nota: En la imagen se observa las regiones de rechazo y aceptación para una distribución "t"

Para determinar si se rechaza o acepta la hipótesis, se expondrán los hallazgos de la hipótesis alterna y la hipótesis nula según la posición en la región crítica basada en la evidencia del valor "t".

## **CAPITULO IV:**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **4.1. Resultados**

El estudio de Análisis de Empalmes con Conector Mecánico a Presión en Barras de Acero de Refuerzo de Diámetros  $\frac{3}{4}$ " y 1" Sometidos a Tracción en Abancay, 2021 se realizó en el Laboratorio de Ensayo de Materiales (LEM) de la UNI. Se solicitó el ensayo a tracción de aceros con conector mecánico para poder obtener los resultados necesarios para dar respuesta a los objetivos de la investigación.

Para realizar el ensayo, se utilizó acero ASTM A615 grado 60 / NTP 341.031 – grado 60 de diámetro de  $\frac{3}{4}$ " y 1" en la marca SIDERPERU; así también, se utilizó conectores mecánicos tanto a presión tipo 2 como a presión con rosca tipo 2 para diámetros de  $\frac{3}{4}$ " y 1" de la marca BarSplice los cuales son distribuidos en Perú por la empresa CDV Ingeniería Antisísmica.

#### 4.1.1. Característica de las muestras de acero de refuerzo empalmadas con conector mecánico

**Tabla 2**

*Datos obtenidos de las muestras*

Tipo de conector mecánico empleado en el empalme	Número de muestra	Peso (gr)	Longitud de la muestra (cm)	Longitud del conector (cm)	Diámetro de la barra de refuerzo empalmada (pulgadas)
Conector mecánico a presión tipo 2	M1	6145.00	130.50	20.00	1"
	M2	6135.00	130.20	20.00	
	M3	6170.00	130.80	20.00	
	M4	6150.00	130.60	20.00	
Conector mecánico a presión con rosca tipo 2	M5	6820.00	137.60	25.20	1"
	M6	6840.00	137.80	25.10	
	M7	6835.00	137.70	25.00	
	M8	6840.00	137.40	25.00	
Conector mecánico a presión tipo 2	M9	3395.00	130.20	16.00	¾"
	M10	3405.00	130.80	16.00	
	M11	3395.00	130.50	16.00	
	M12	3400.00	130.40	16.00	
Conector mecánico a presión con rosca tipo 2	M13	3685.00	135.60	19.30	¾"
	M14	3680.00	135.70	19.00	
	M15	3700.00	136.70	19.20	
	M16	3685.00	136.00	19.30	

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 3***Resultados obtenidos en LEM de la UNI*

Tipo de conector mecánico empleado en el empalme	Número de muestra	Carga límite de fluencia (kg)	Carga máxima (kg)
Conector mecánico a presión tipo 2	M1	20900	33800
	M2	21600	35100
	M3	20850	34100
	M4	21100	33800
Conector mecánico a presión con rosca tipo 2	M5	21000	33600
	M6	21100	34100
	M7	21200	34500
	M8	21200	34500
Conector mecánico a presión tipo 2	M9	13300	21400
	M10	13400	21600
	M11	13300	21400
	M12	13200	21900
Conector mecánico a presión con rosca tipo 2	M13	12900	21700
	M14	13000	21400
	M15	12800	21300
	M16	13300	21600

Fuente: Elaboración propia a partir de datos obtenidos en el LEM

**4.1.2. Cálculo del esfuerzo máximo a tracción (kg/cm<sup>2</sup>)**

El cálculo de esfuerzo máximo a tracción para barras de acero de refuerzo empalmadas con conector mecánico a Presión Tipo 2 y a Presión con Rosca Tipo 2 se calcula mediante la ecuación de esfuerzos.

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (1)$$

Donde:

$$\sigma = \text{Esfuerzo}$$

$$F = \text{Fuerza Aplicada}$$

$$A = \text{Area inicial de la barra de acero a ser ensayar}$$

➤ **Para conector mecánico a presión tipo 2 de 1"**

▪ **Esfuerzo máximo a tracción**

*El area de una barra de acero de 1" es igual a 5.07 cm<sup>2</sup>*

$$\text{Para M1: } \sigma_f = \frac{33800}{5.07} = 6666.67 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Para M2: } \sigma_f = \frac{35100}{5.07} = 6923.08 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Para M3: } \sigma_f = \frac{34100}{5.07} = 6725.84 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Para M4: } \sigma_f = \frac{33800}{5.07} = 6666.67 \text{ kg/cm}^2$$

**Tabla 4**

*Esfuerzos de tracción en aceros de 1" con conector mecánico a presión tipo 2*

Tipo de conector mecánico empleado en el empalme	Número de muestra	Diámetro de la barra de refuerzo de empalmes		Área de la barra de acero (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima (kg)	Esfuerzo máximo a tracción (kg/cm <sup>2</sup> )
		pulg.	cm.			
Conector mecánico a presión tipo 2	M1				33800	6666.67
	M2	1"	2.54	5.07	35100	6923.08
	M3				34100	6725.84
	M4				33800	6666.67

Fuente: Elaboración Propia

➤ **Para conector mecánico a presión con rosca tipo 2 de 1"**

▪ **Esfuerzo máximo a tracción**



El area de una barra de acero de 1" es igual a 5.07 cm<sup>2</sup>

$$\text{Para M5: } \sigma_f = \frac{33600}{5.07} = 6627.22 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Para M6: } \sigma_f = \frac{34100}{5.07} = 6725.84 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Para M7: } \sigma_f = \frac{34500}{5.07} = 6804.73 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Para M8: } \sigma_f = \frac{34500}{5.07} = 6804.73 \text{ kg/cm}^2$$

**Tabla 5**

*Esfuerzos de tracción en aceros de 1" con conector mecánico a presión con rosca tipo 2*

Tipo de conector mecánico empleado en el empalme	Número de muestra	Diámetro de la barra de refuerzo empalmes		Área de la barra de acero (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima (kg)	Esfuerzo máximo a tracción (kg/cm <sup>2</sup> )
		Pulg.	mm.			
Conector mecánico a presión con rosca tipo 2	M5				33600	6627.22
	M6	1"	25.40	5.07	34100	6725.84
	M7				34500	6804.73
	M8				34500	6804.73

Fuente: Elaboración Propia

➤ **Para conector mecánico a presión tipo 2 de 3/4"**

▪ **Esfuerzo máximo a tracción**

El area de una barra de acero de 3/4" es igual a 2.85 cm<sup>2</sup>

$$\text{Para M9: } \sigma_f = \frac{21400}{2.85} = 7508.77 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Para M10: } \sigma_f = \frac{21600}{2.85} = 7578.95 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Para M11: } \sigma_f = \frac{21400}{2.85} = 7508.77 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Para M12: } \sigma_f = \frac{21900}{2.85} = 7684.21 \text{ kg/cm}^2$$

**Tabla 6**

*Esfuerzos de tracción en aceros de 3/4" con conector mecánico a presión tipo 2*

Tipo de conector mecánico empleado en el empalme	Número de muestra	Diámetro de la barra de refuerzo empalmes		Área de la barra de acero (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima (kg)	Esfuerzo máximo a tracción (kg/cm <sup>2</sup> )
		Pulg.	mm.			
	M9				21400	7508.77
Conector mecánico a presión tipo 2	M10	3/4"	19.05	2.85	21600	7578.95
	M11				21400	7508.77
	M12				21900	7684.21

Fuente: Elaboración Propia

➤ **Para conector mecánico a presión con rosca tipo 2 de 3/4"**

▪ **Esfuerzo máximo a tracción**

*El area de una barra de acero de 3/4" es igual a 2.85 cm<sup>2</sup>*

$$\text{Para M13: } \sigma_f = \frac{21700}{2.85} = 7614.04 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Para M14: } \sigma_f = \frac{21400}{2.85} = 7508.77 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Para M15: } \sigma_f = \frac{21300}{2.85} = 7473.68 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Para M16: } \sigma_f = \frac{21600}{2.85} = 7578.95 \text{ kg/cm}^2$$

**Tabla 7**

*Esfuerzos de tracción en aceros de 3/4" con conector mecánico a presión con rosca tipo 2*

Tipo de conector mecánico empleado en el empalme	Número de muestra	Diámetro de la barra de refuerzo empalmes		Área de la barra de acero (cm <sup>2</sup> )	Carga máxima (kg)	Esfuerzo máximo a tracción (kg/cm <sup>2</sup> )
		Pul.	mm.			
Conector mecánico a presión con rosca tipo 2	M13				21700	7614.04
	M14				21400	7508.77
	M15	3/4"	19.05	2.85	21300	7473.68
	M16				21600	7578.95

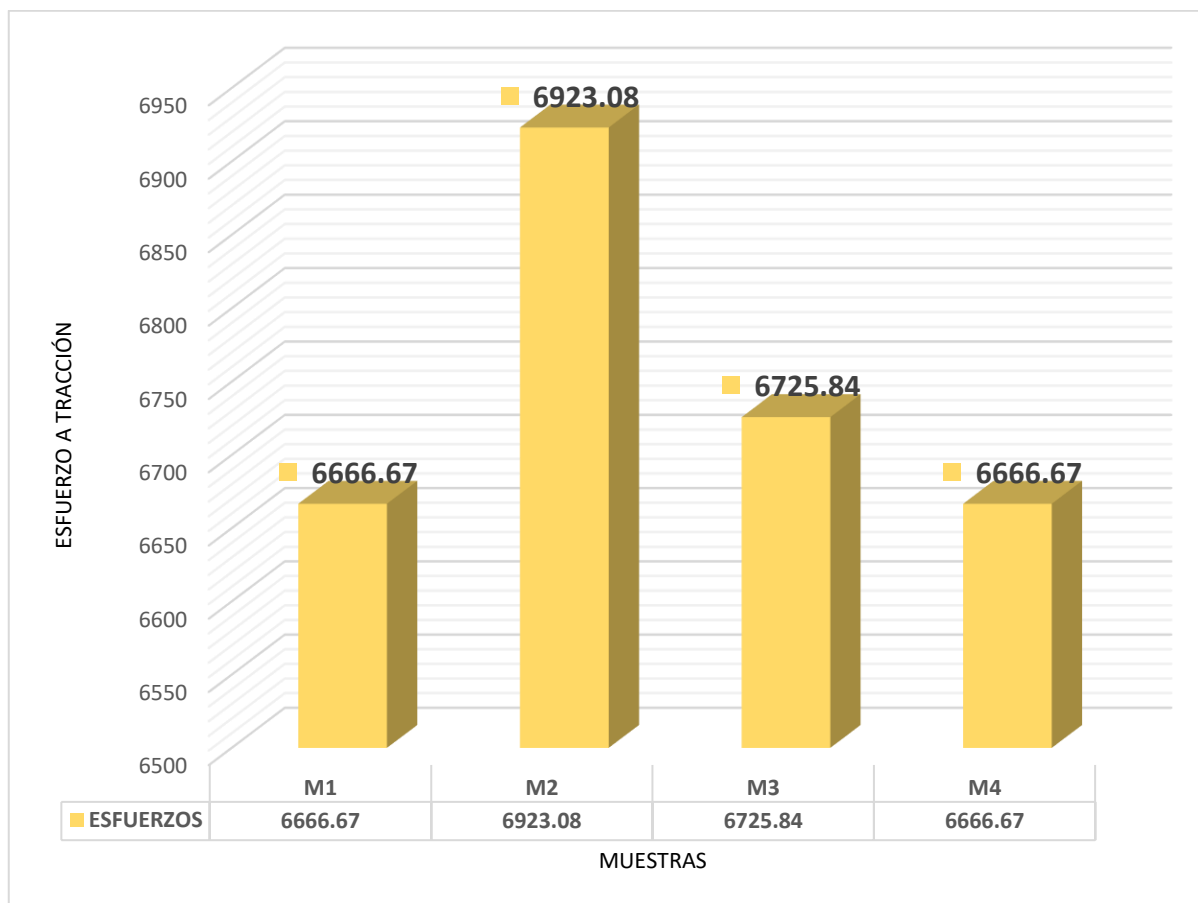
Fuente: Elaboración Propia

### 4.1.3. Análisis de datos obtenidos

#### ➤ Para conector mecánico a presión tipo 2 de 1"

**Figura 10**

*Esfuerzo máximo a tracción del acero con conector mecánico a presión tipo 2 de 1"*



Fuente: Elaboración Propia

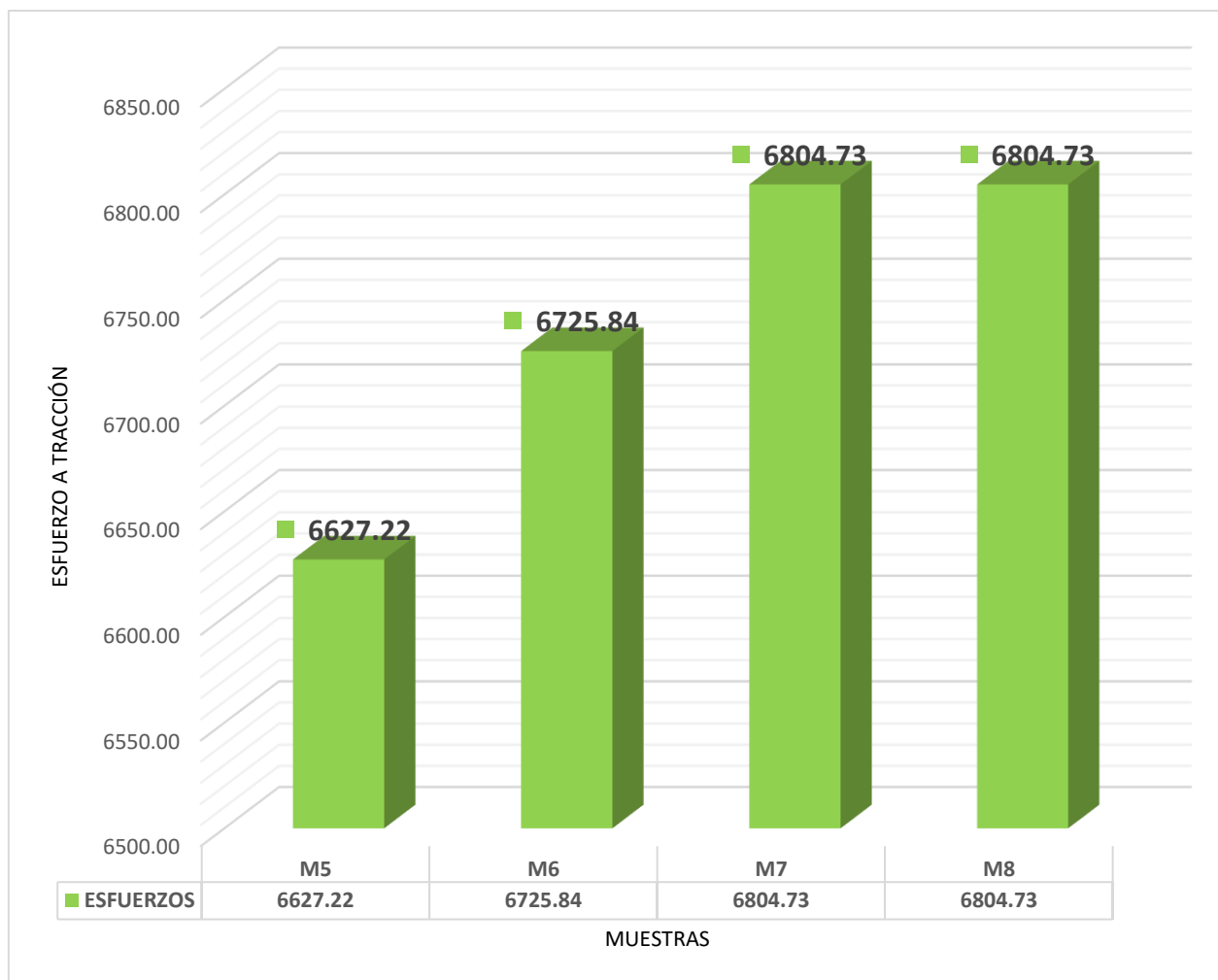
### Interpretación

A partir de los datos obtenidos en el LEM de la UNI, se puede observar en la Figura 10, para de 1" con conector mecánico a presión tipo 2, se pudo llegar a un Esfuerzo Máximo a Tracción para la Muestra 1 de 6666.67 kg/cm<sup>2</sup>, para la Muestra 2 de 6923.08 kg/cm<sup>2</sup>, para la Muestra 3 de 6725.84 kg/cm<sup>2</sup> y para la Muestra 4 de 6666.67 kg/cm<sup>2</sup>.

➤ **Para conector mecánico a presión con rosca tipo 2 de 1"**

**Figura 11**

*Esfuerzo máximo a tracción del acero con conector mecánico a presión con rosca tipo 2 de 1"*



Fuente: Elaboración Propia

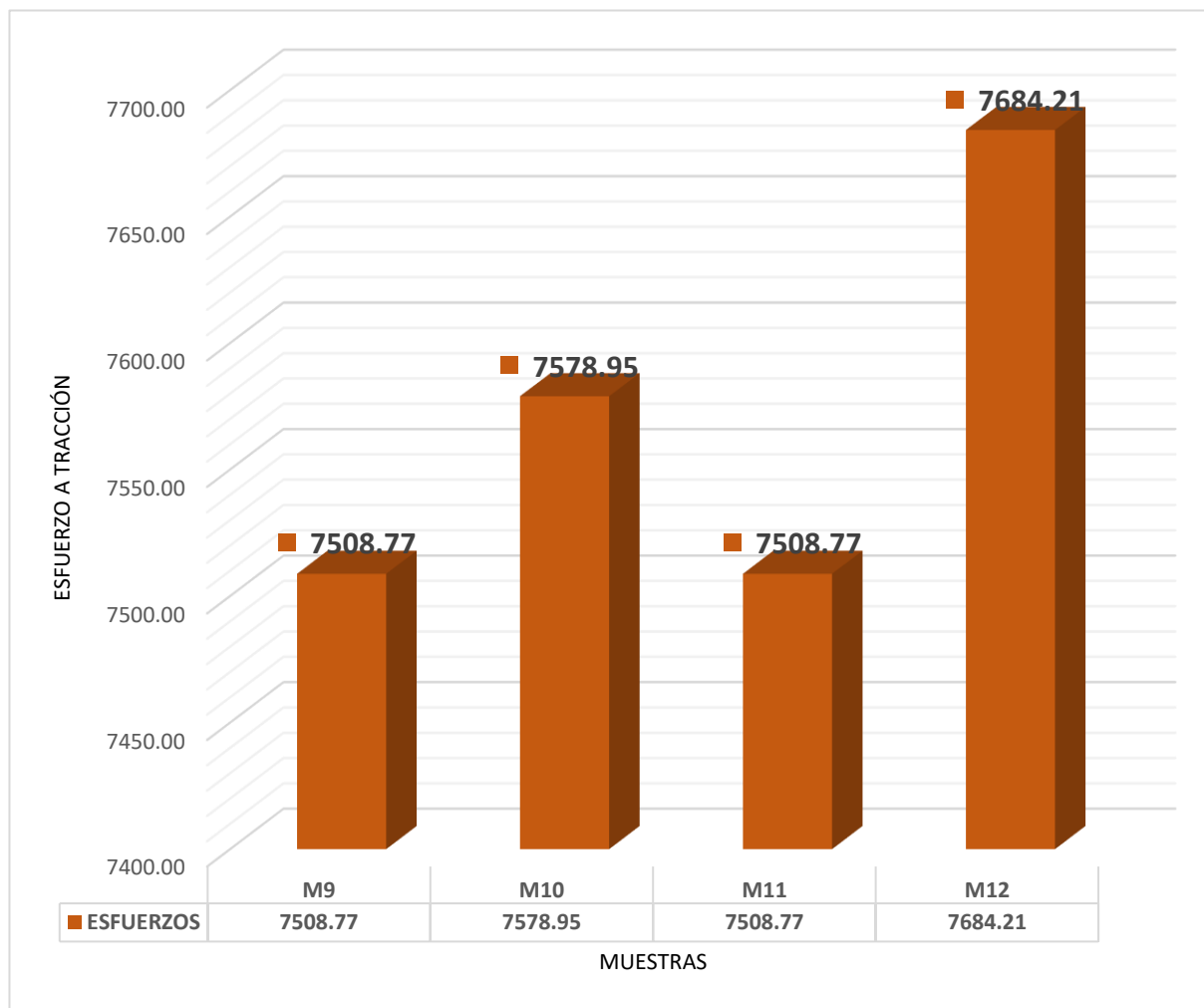
### Interpretación

A partir de los datos obtenidos en el LEM de la UNI, se puede observar en la Figura 11, para aceros de 1" con conector mecánico a presión con rosca tipo 2, se pudo llegar a un Esfuerzo Máximo a Tracción para la Muestra 5 de 6627.22 kg/cm<sup>2</sup>, para la Muestra 6 de 6725.84 kg/cm<sup>2</sup>, para la Muestra 7 de 6804.73 kg/cm<sup>2</sup> y para la Muestra 8 de 6804.73 kg/cm<sup>2</sup>.

➤ **Para conector mecánico a presión tipo 2 de  $\frac{3}{4}$ "**

**Figura 12**

*Esfuerzo máximo a tracción del acero con conector mecánico a presión tipo 2 de  $\frac{3}{4}$ "*



Fuente: Elaboración Propia

### Interpretación

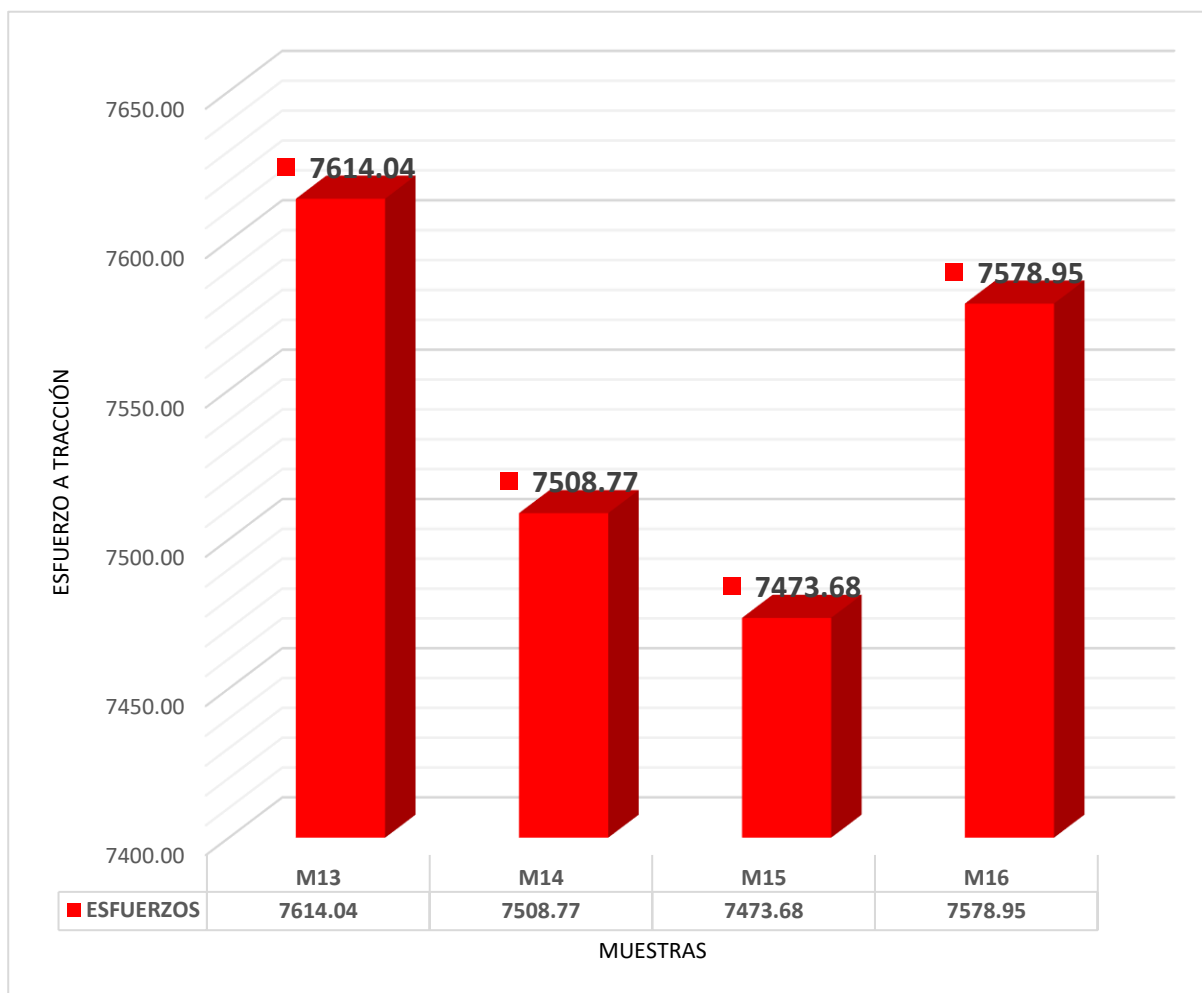
A partir de los datos obtenidos en el LEM de la UNI, se puede observar en la Figura 12, para aceros de  $\frac{3}{4}$ " con conector mecánico a presión tipo 2, se pudo llegar a un Esfuerzo Máximo a Tracción para la Muestra 9 de 7508.77 kg/cm<sup>2</sup>, para la Muestra 10 de 7578.95 kg/cm<sup>2</sup>, para la Muestra 11 de 7508.77 kg/cm<sup>2</sup> y para la Muestra 12 de 7684.21 kg/cm<sup>2</sup>.

➤ **Para conector mecánico a presión con rosca tipo 2 de  $\frac{3}{4}$ "**

**Figura 13**

*Esfuerzo máximo a tracción del acero con conector mecánico a presión con rosca tipo*

*2 de  $\frac{3}{4}$ "*



Fuente: Elaboración Propia

### Interpretación

A partir de los datos obtenidos en el LEM de la UNI, se puede observar en la Figura 13, para aceros de  $\frac{3}{4}$ " con conector mecánico a presión con rosca tipo 2, se pudo llegar a un Esfuerzo Máximo a Tracción para la Muestra 13 de 7614.04 kg/cm<sup>2</sup>, para la Muestra 14 de 7508.77 kg/cm<sup>2</sup>, para la Muestra 15 de 7473.68 kg/cm<sup>2</sup> y para la Muestra 16 de 7578.95 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 4.1.4. Esfuerzo máximo a tracción promedio de las muestras por tipo de conector

➤ **Para conector mecánico a presión tipo 2 de 1"**

**Tabla 8**

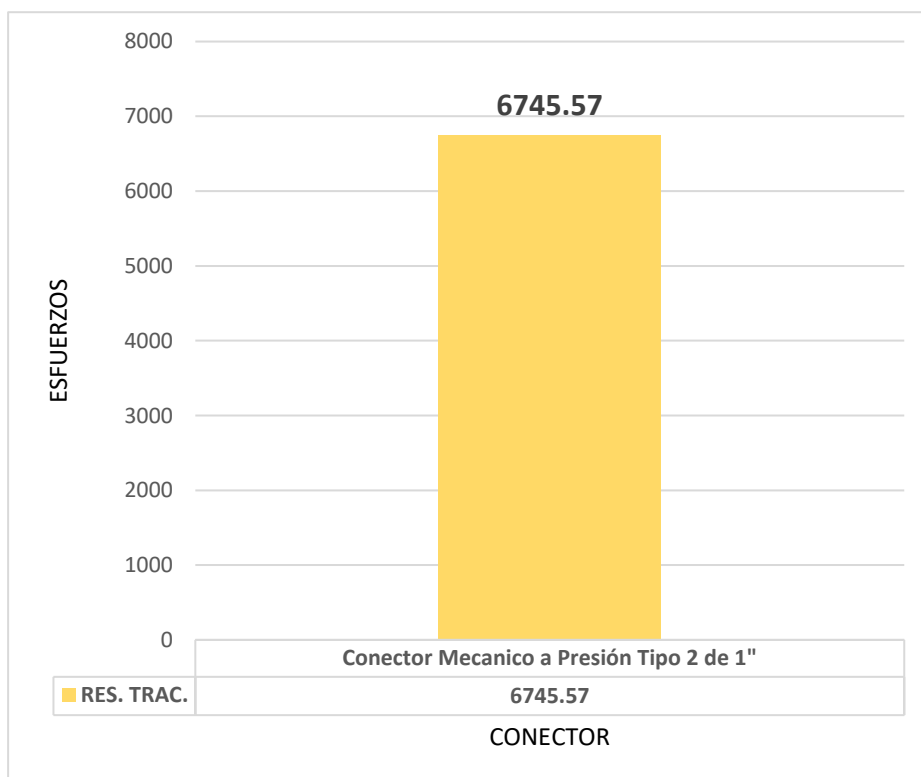
*Esfuerzo promedio a tracción del uso de empalmes mecánicos tipo 2 de 1"*

Número de muestra	Esfuerzo máximo a tracción (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo máximo a tracción promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
M1	6666.67	
M2	6923.08	
M3	6725.84	6745.57
M4	6666.67	

Fuente: Elaboración Propia

**Figura 14**

*Esfuerzo promedio máximo a tracción de empalmes con conectores mecánicos a presión tipo 2 de 1"*



Fuente: Elaboración Propia



## Interpretación

A partir de los datos obtenidos en el LEM de la UNI, se puede observar en la Figura 14, que para las barras de acero de refuerzo de 1" con conector mecánico a presión tipo 2 en promedio alcanzan una resistencia a la tracción igual a 6745.57 kg/cm<sup>2</sup>.

➤ **Para conector mecánico a presión con rosca tipo 2 de 1"**

**Tabla 9**

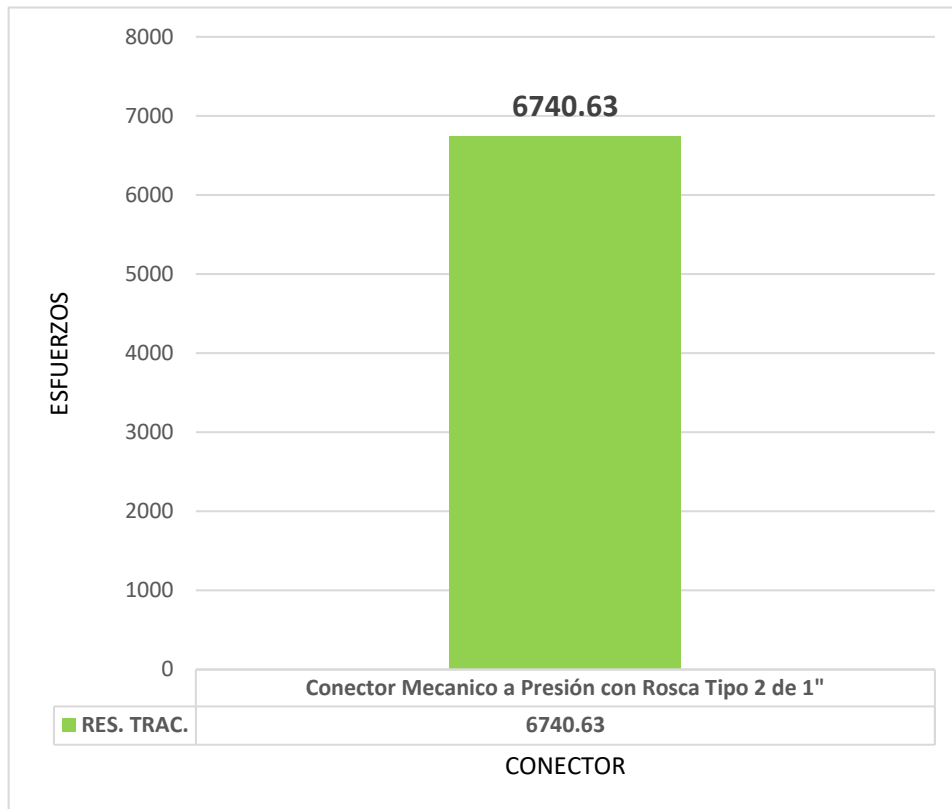
*Esfuerzo promedio a tracción del uso de empalmes mecánicos con rosca tipo 2 de 1"*

Número de muestra	Esfuerzo máximo a tracción (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo máximo a tracción promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
M5	6627.22	
M6	6725.84	
M7	6804.73	6740.63
M8	6804.73	

Fuente: Elaboración Propia

**Figura 15**

*Esfuerzo promedio máximo a tracción de empalmes con conectores mecánicos a presión con rosca tipo 2 de 1"*



Fuente: Elaboración Propia

### Interpretación

A partir de los datos obtenidos en el LEM de la UNI, se puede observar en la Figura 15, que para las barras de acero de refuerzo de 1" con conector mecánico a presión con rosca tipo 2 en promedio alcanzan una resistencia a la tracción igual a 6740.63 kg/cm<sup>2</sup>.

➤ **Para conector mecánico a presión tipo 2 de 3/4"**

**Tabla 10**

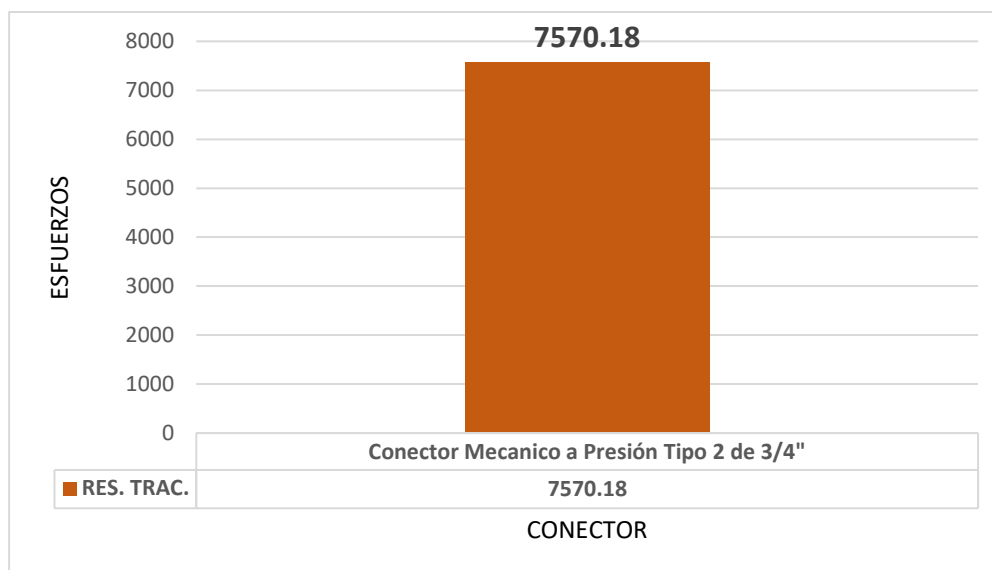
*Esfuerzo promedio máximo a tracción de empalmes con conectores mecánicos a presión tipo 2 de 3/4"*

Número de muestra	Esfuerzo máximo a tracción (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo máximo a tracción promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
M9	7508.77	
M10	7578.95	
M11	7508.77	7570.18
M12	7684.21	

Fuente: Elaboración Propia

**Figura 16**

*Esfuerzo promedio máximo a tracción de empalmes con conectores mecánicos a presión tipo 2 de 3/4"*



Fuente: Elaboración Propia

### Interpretación

A partir de los datos obtenidos en el LEM de la UNI, se puede observar en la Figura 16, que para las barras de acero de refuerzo de 3/4" con conector mecánico a presión tipo 2 en promedio alcanzan una resistencia a la tracción igual a 7570.18 kg/cm<sup>2</sup>.

➤ **Para conector mecánico a presión con rosca tipo 2 de  $\frac{3}{4}$ "**

**Tabla 11**

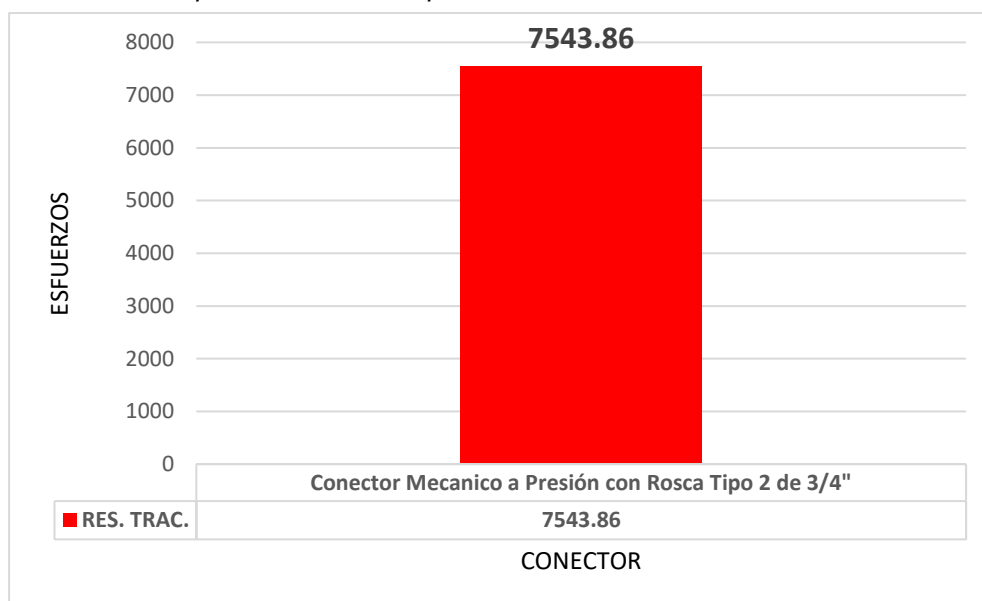
*Esfuerzo promedio a tracción del uso de empalmes mecánicos a presión con rosca tipo 2 de  $\frac{3}{4}$ "*

Número de muestra	Esfuerzo máximo a tracción (kg/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo máximo a tracción promedio (kg/cm <sup>2</sup> )
M13	7614.04	
M14	7508.77	
M15	7473.68	7543.86
M16	7578.95	

Fuente: Elaboración Propia

**Figura 17**

*Esfuerzo promedio máximo a tracción de empalmes con conectores mecánicos a presión con rosca tipo 2 de  $\frac{3}{4}$ "*



Fuente: Elaboración Propia

### Interpretación

A partir de los datos obtenidos en el LEM de la UNI, se puede observar en la Figura 17, que para las barras de acero de refuerzo de  $\frac{3}{4}$ " con conector mecánico a presión con rosca tipo 2 en promedio alcanzan una resistencia a la tracción igual a 7543.86 kg/cm<sup>2</sup>.

#### **4.1.5. Relación entre la resistencia a la tracción obtenidos con el límite de fluencia del acero**

De acuerdo con la norma ACI 318-19 y la Norma de Edificaciones E.060 Concreto Armado, un empalme mecánico debe desarrollar en tracción o compresión, según sea requerido, al menos  $1.25 f_y$  de la barra.

$$\text{Limite de Fluencia del Acero } (F_y) = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

Con la finalidad de hallar la relación entre los esfuerzos hallados con los datos Obtenidos en el LEM de la UNI, se aplicó la siguiente fórmula:

$$F_s = \frac{\sigma f}{F_y} \quad ( 2 )$$

Donde:

$$F_s = \text{Resistencia a la Tracción}$$

$$\sigma f = \text{Esfuerzo Calculado}$$

$$F_y = \text{Limite de fluencia del acero}$$

Aplicando la fórmula para cada uno de los datos calculados, se obtiene los siguientes resultados:

**Tabla 12**

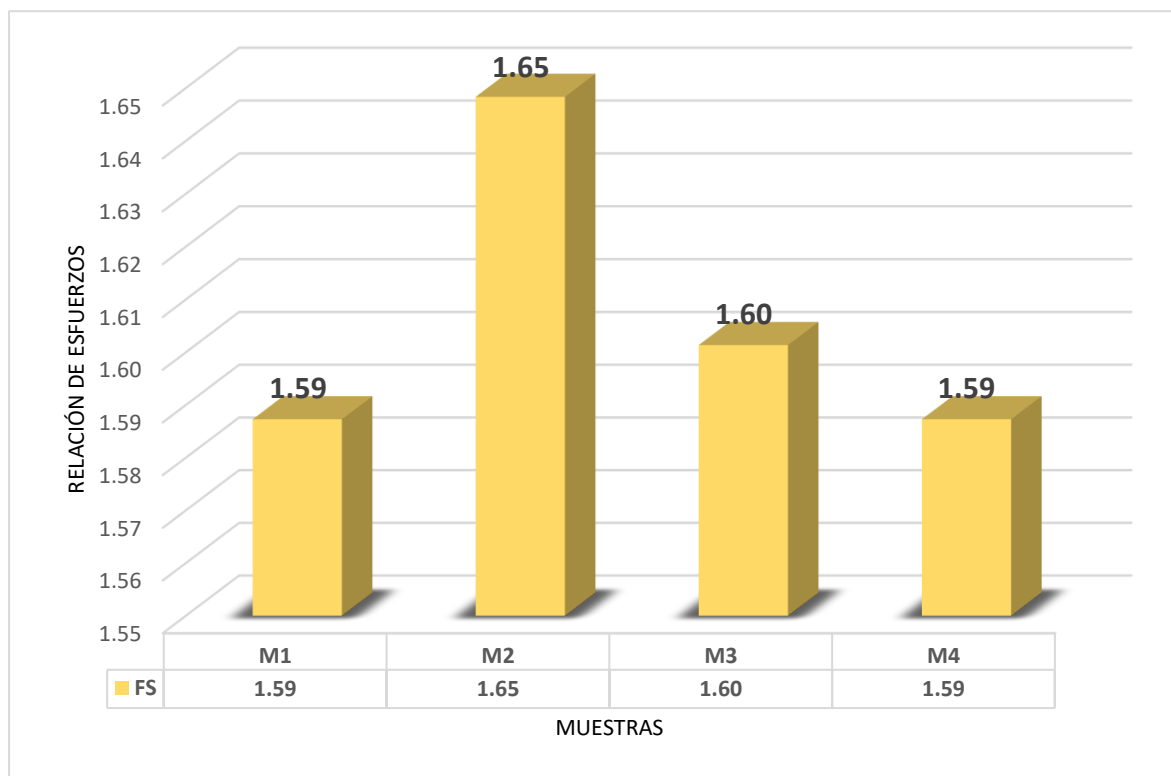
*Esfuerzo máximo a tracción que desarrolla un empalme con conector mecánico a presión en relación con el límite de fluencia del acero.*

<b>Tipo de conector mecánico empleado en el empalme</b>	<b>Diámetro de la barra de refuerzo empalmes</b>	<b>Número de Muestra</b>	<b>Esfuerzo máximo a tracción (kg/cm<sup>2</sup>)</b>
Conector mecánico a presión tipo 2	1"	M1	1.59
		M2	1.65
		M3	1.60
		M4	1.59
Conector mecánico a presión con rosca tipo 2	1"	M5	1.58
		M6	1.60
		M7	1.62
		M8	1.62
Conector mecánico a presión tipo 2	3/4"	M9	1.79
		M10	1.80
		M11	1.79
Conector mecánico a presión con rosca tipo 2	3/4"	M12	1.83
		M13	1.81
		M14	1.79
		M15	1.78
		M16	1.80

Fuente: Elaboración Propia

**Figura 18**

*Esfuerzo a tracción que desarrolla los empalmes con conector mecánico a presión tipo 2 en aceros de 1" en relación con el  $f_y$  del acero*



Fuente: Elaboración Propia

### Interpretación

En la Figura 18, se observa que resistencia a la tracción de las barras de acero de refuerzo de 1" empalmadas con conectores mecánicos a presión tipo 2 tienen una resistencia superior a la fluencia del acero que es  $4200 \text{ kg/cm}^2$ . Según lo que indica la NTE E.060 Concreto Armado, un empalme mecánico debe desarrollar en tracción o compresión, según sea requerido, al menos  $1.25 f_y$  de la barra. Para las barras de acero de 1" empalmadas con conector mecánico a presión tipo 2, se puede observar que en cuanto a resistencia a la tracción desarrollan en relación con el límite de fluencia una resistencia superior a lo estipulado en la Norma Técnica Peruana. Para la muestra M1 es de  $1.59 f_y$ , para la muestra M2 es de  $1.65 f_y$ , para la muestra M3 es de  $1.60 f_y$  y para la muestra M4 es de  $1.59 f_y$ .

**Figura 19**

*Esfuerzo a tracción que desarrolla los empalmes con conector mecánico a presión con rosca tipo 2 en aceros de 1" en relación con el  $f_y$  del acero*



Fuente: Elaboración Propia

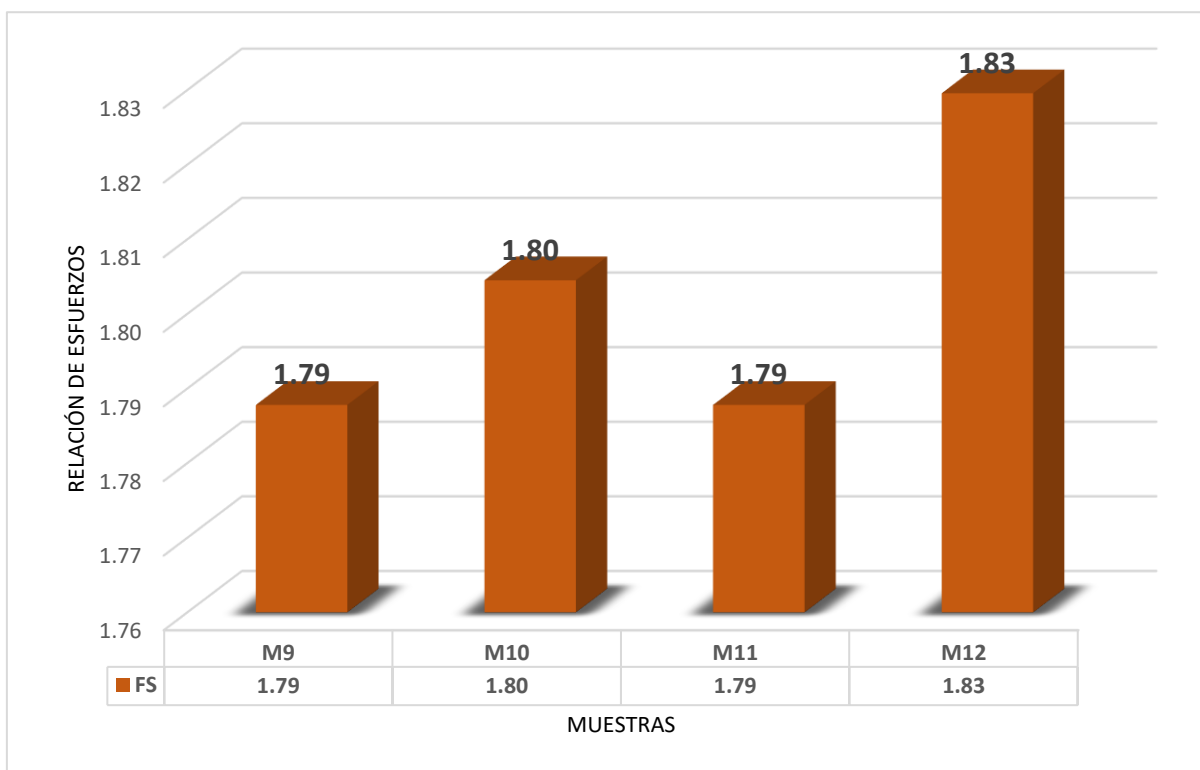
### Interpretación

En la figura 19, se observa que la resistencia a la tracción de las barras de acero de refuerzo de 1" empalmadas con conectores mecánicos a presión con rosca tipo 2 tienen una resistencia superior a la fluencia del acero que es  $4200 \text{ kg/cm}^2$ . Según lo que indica la NTE E.060 Concreto Armado, un empalme mecánico debe desarrollar en tracción o compresión, según sea requerido, al menos  $1.25 f_y$  de la barra. Para las barras de acero de 1" empalmadas con conector mecánico con rosca a presión tipo 2, se puede observar que en cuanto a resistencia a la tracción desarrollan en relación con el límite de fluencia una resistencia superior a lo estipulado en la Norma Técnica Peruana. Para la muestra M5 es de  $1.58 f_y$ , para la muestra M6 es de  $1.60 f_y$ , para la muestra M7 es de  $1.62 f_y$  y para la muestra M8 es de  $1.62 f_y$ .



**Figura 20**

*Esfuerzo a tracción que desarrolla los empalmes con conector mecánico a presión tipo 2 en aceros de  $\frac{3}{4}$  "en relación con el  $f_y$  del acero*



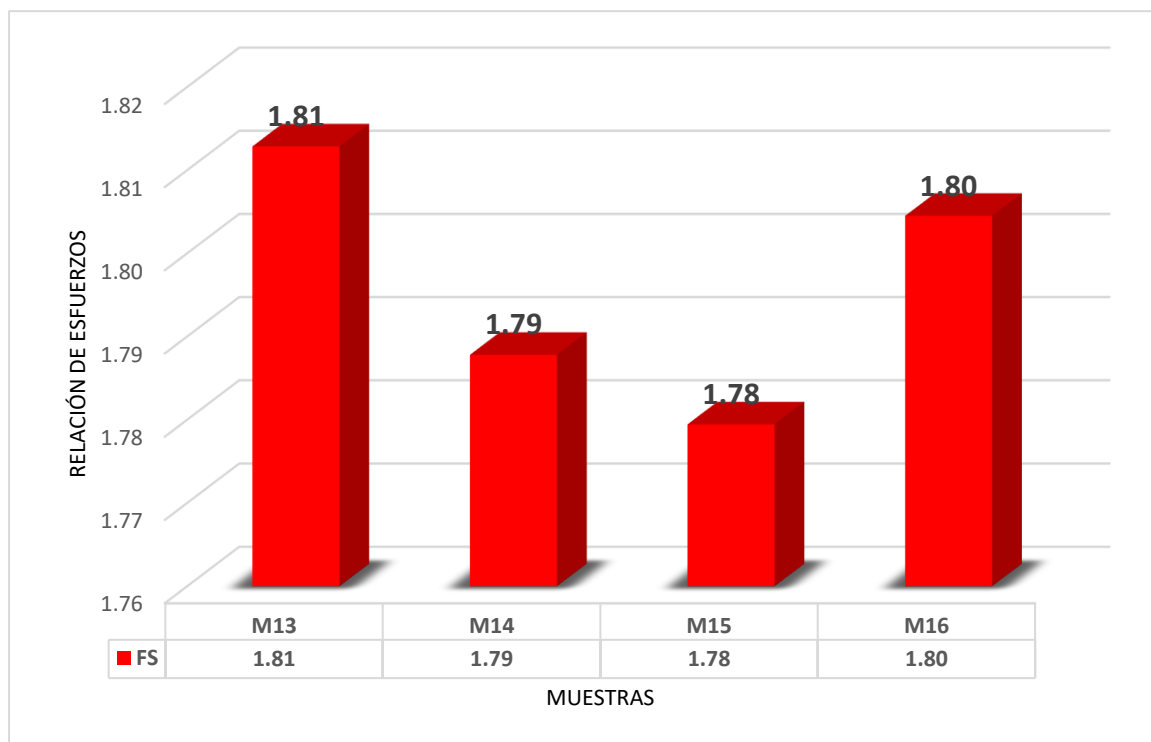
Fuente: Elaboración Propia

### Interpretación

En la figura 20, se observa que la resistencia a la tracción de las barras de acero de refuerzo de  $\frac{3}{4}$ " empalmadas con conectores mecánicos a presión tipo 2 tienen una resistencia superior a la fluencia del acero que es  $4200 \text{ kg/cm}^2$ . Según lo que indica la NTE E.060 Concreto Armado, un empalme mecánico debe desarrollar en tracción o compresión, según sea requerido, al menos  $1.25 f_y$  de la barra. Para las barras de acero de  $\frac{3}{4}$ " empalmadas con conector mecánico a presión tipo 2, se puede observar que en cuanto a resistencia a la tracción desarrollan en relación con el límite de fluencia una resistencia superior a lo estipulado en la Norma Técnica Peruana. Para la muestra M9 es de  $1.79 f_y$ , para la muestra M10 es de  $1.80 f_y$ , para la muestra M11 es de  $1.79 f_y$  y para la muestra M12 es de  $1.83 f_y$ .

**Figura 21**

*Esfuerzo a tracción que desarrolla los empalmes con conector mecánico a presión con rosca tipo 2 en aceros de 1" en relación con el  $f_y$  del acero*



Fuente: Elaboración Propia

### Interpretación

En la figura 21, se observa que la resistencia a la tracción de las barras de acero de refuerzo de  $\frac{3}{4}$ " empalmadas con conectores mecánicos a presión con rosca tipo 2 tienen una resistencia superior a la fluencia del acero que es  $4200 \text{ kg/cm}^2$ . Según lo que indica la NTE E.060 Concreto Armado, un empalme mecánico debe desarrollar en tracción o compresión, según sea requerido, al menos  $1.25 f_y$  de la barra. Para las barras de acero de  $\frac{3}{4}$ " empalmadas con conector mecánico con rosca a presión tipo 2, se puede observar que en cuanto a resistencia a la tracción desarrollan en relación con el límite de fluencia una resistencia superior a lo estipulado en la Norma Técnica Peruana. Para la muestra M13 es de  $1.81f_y$ , para la muestra M14 es de  $1.79 f_y$ , para la muestra M15 es de  $1.78 f_y$  y para la muestra M16 es de  $1.80 f_y$ .

#### 4.1.6. Esfuerzos promedios obtenidos por tipo de conector mecánico

##### ➤ Para conector mecánico a presión tipo 2

**Tabla 13**

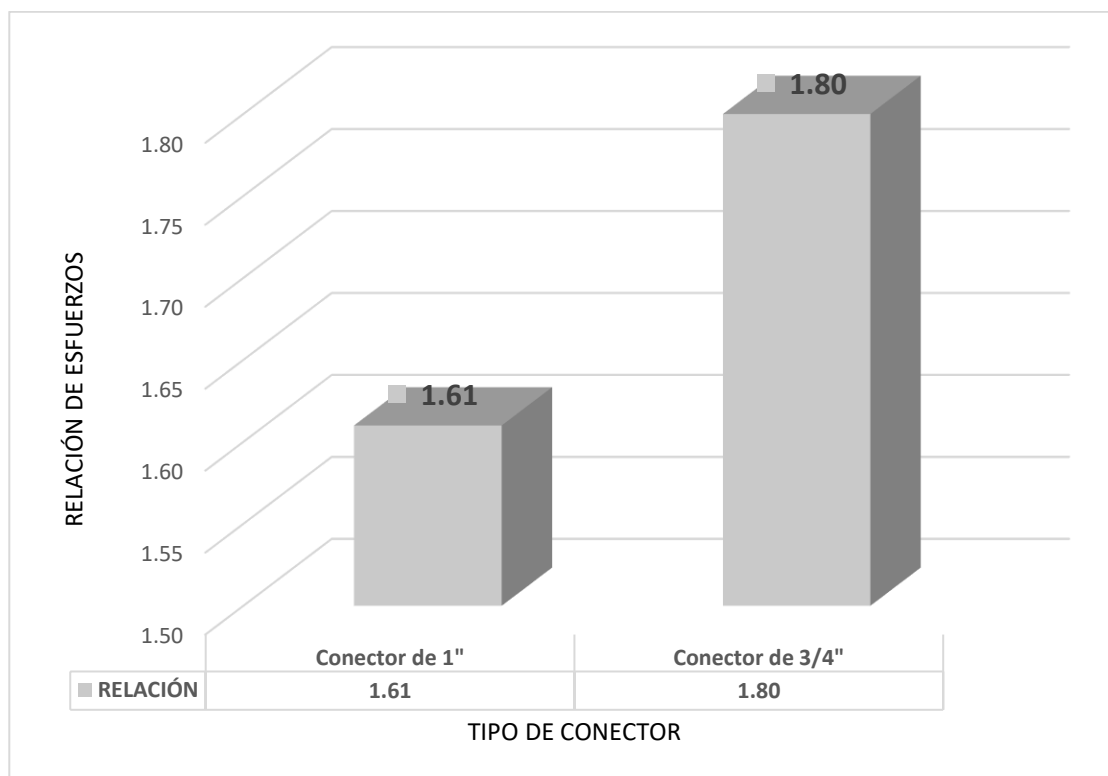
*Esfuerzos promedio para aceros de 1" y 3/4" con conector mecánico a presión tipo 2*

Tipo de conector mecánico empleado en el empalme	Diámetro de la barra de refuerzo empalmes	Esfuerzo máximo a tracción ( $f_y$ )
Conector mecánico a presión tipo 2	1"	1.61
Conector mecánico a presión tipo 2	3/4"	1.80

Fuente: Elaboración Propia

**Figura 22**

*Resistencia a la tracción del uso de conectores mecánicos a presión tipo 2" en barras de acero de 3/4" y 1"*



Fuente: Elaboración Propia

## Interpretación

En la Figura 22, se observa que la resistencia a la tracción de las barras de acero de refuerzo de  $\frac{3}{4}$ " y 1" empalmadas con conectores mecánicos a presión tipo 2 tienen una resistencia superior a la fluencia del acero que es 4200 kg/cm<sup>2</sup>. Según lo que indica la NTE E.060 Concreto Armado, un empalme mecánico debe desarrollar en tracción o compresión, según sea requerido, al menos 1.25  $f_y$  de la barra. Para el conector mecánico a presión tipo 2 de 1" la resistencia a la tracción es 1.61 $f_y$  (1.61 veces el límite de fluencia del acero), y la resistencia a la tracción del conector mecánico a presión tipo 2 de  $\frac{3}{4}$ " es 1.80 $f_y$  (1.80 veces el límite de fluencia del acero).

### ➤ Para conector mecánico a presión con rosca tipo 2

**Tabla 14**

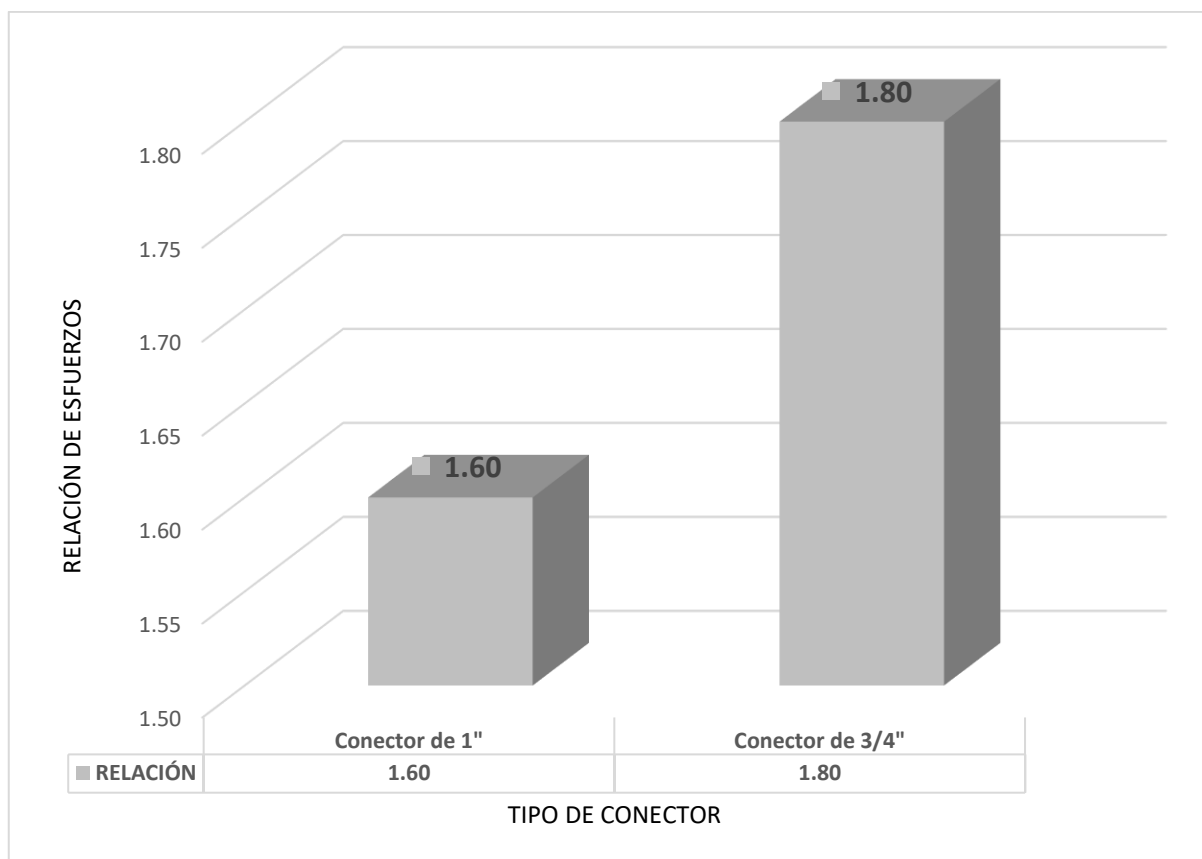
*esfuerzos promedio para aceros de 1" y  $\frac{3}{4}$ " con conector mecánico a presión con rosca tipo 2*

<b>Tipo de conector mecánico empleado en el empalme</b>	<b>Diámetro de la barra de refuerzo empalmes</b>	<b>Esfuerzo máximo a tracción (<math>f_y</math>)</b>
Conector mecánico a presión con rosca tipo 2	1"	1.60
Conector mecánico a presión con rosca tipo 2	$\frac{3}{4}$ "	1.80

Fuente: Elaboración Propia

**Figura 23**

*Resistencia a la tracción del uso de conectores mecánicos a presión con rosca tipo 2" en barras de acero de  $\frac{3}{4}$ " y 1"*



Fuente: Elaboración Propia

### Interpretación

En la figura 23, se observa que la resistencia a la tracción de las barras de acero de refuerzo de  $\frac{3}{4}$ " y 1" empalmadas con conectores mecánicos a presión con rosca tipo 2 tienen una resistencia superior a la fluencia del acero que es  $4200 \text{ kg/cm}^2$ . Según lo que indica la NTE E.060 Concreto Armado, un empalme mecánico debe desarrollar en tracción o compresión, según sea requerido, al menos  $1.25 f_y$  de la barra. Para el conector mecánico a presión con rosca tipo 2 de 1" la resistencia a la tracción es  $1.60f_y$  (1.60 veces el límite de fluencia del acero), y la resistencia a la tracción del conector mecánico a presión con rosca tipo 2 de  $\frac{3}{4}$ " es  $1.80f_y$  (1.80 veces el límite de fluencia del acero).

## 4.2. Discusión de resultados

De acuerdo con los resultados obtenidos en el LEM de la UNI tras realizar el ensayo a tracción de barras de acero de diámetros de  $\frac{3}{4}$ " y 1" empalmadas con conectores mecánicos a Presión Tipo 2 y a Presión con Rosca Tipo 2, para verificar si se cumplía lo que manda la NTE E.060.

En base a esto, se verificó que los empalmes con conectores mecánicos si cumplen lo estipulado por la Norma Técnica de Edificaciones. Los empalmes mecánicos a presión tipo 2 para aceros de 1" de diámetro tiene una resistencia a la tracción mayor al  $f_y$  del acero, el cual alcanza en promedio un esfuerzo de  $6745.57 \text{ kg/cm}^2$  (figura 14), lo que equivale a 1.61 veces más el  $f_y$  del Acero ( $1.61f_y$ ), ver Tabla N°13. Para empalmes mecánicos a presión tipo 2 para aceros de  $\frac{3}{4}$ " de diámetro tiene una resistencia a la tracción mayor al  $f_y$  del acero, el cual alcanza en promedio un esfuerzo de  $7570.18 \text{ kg/cm}^2$  (figura 16), lo que equivale a 1.80 veces más el  $f_y$  del Acero ( $1.80f_y$ ), ver Tabla N°13.

El presente estudio utilizó empalmes mecánicos a presión con rosca tipo 2 para aceros de 1" de diámetro tiene una resistencia a la tracción mayor al  $f_y$  del acero, el cual alcanza en promedio un esfuerzo de  $6740.63 \text{ kg/cm}^2$  (Figura 15), lo que equivale a 1.60 veces más el  $f_y$  del Acero ( $1.60f_y$ ), ver Tabla N°14. Por otro lado, para diámetro de  $\frac{3}{4}$ " tiene una resistencia a la tracción mayor al  $f_y$  del acero, el cual alcanza en promedio un esfuerzo de  $7543.86 \text{ kg/cm}^2$  (Figura 17), lo que equivale a 1.80 veces más el  $f_y$  del Acero ( $1.80f_y$ ), ver Tabla N°14.

Los resultados alcanzados, se afirma que los empalmes mecánicos conservan la continuidad en las barras de acero de refuerzo, acrecentando el comportamiento estructural de la edificación.

La empresa SIDERPERU, en su ficha técnica para las barras de construcción en cumplimiento con la NTP 341.031. G60, ASTM A615/A615M G60 y la NTE E-060 Concreto Armado, que la resistencia a la tracción es de 6200 kg/cm<sup>2</sup>, como parte de sus propiedades mecánicas. El dato previamente mencionado será utilizado como muestra patrón para determinar la variación porcentual en cuanto a la resistencia a la tracción al momento de optar como alternativa de empalme los conectores mecánicos a presión con referencia al acero de refuerzo sin empalmar. Para las muestras de aceros de 1" con empalme con conector mecánico a presión tipo 2, se obtuvo una resistencia a tracción promedio de 6745.57 kg/cm<sup>2</sup>, existiendo una variación porcentual con la muestra patrón 8.80% mayor a la asegurada en la ficha técnica del producto. Para las muestras con aceros de 1" con empalme con conector mecánico a presión con rosca tipo 2, se obtuvo una resistencia a tracción promedio de 6740.63 kg/cm<sup>2</sup>, existiendo una variación porcentual con la muestra patrón de 8.72% mayor a la asegurada en la ficha técnica del producto. Para las muestras con aceros de ¾" con empalme con conector mecánico a presión tipo 2, se obtuvo una resistencia a tracción promedio de 7570.18 kg/cm<sup>2</sup>, existiendo una variación porcentual con la muestra patrón de 22.10% mayor a la asegurada en la ficha técnica del producto. Finalmente, para las muestras con aceros de ¾" con empalme con conector mecánico a presión con rosca tipo 2, se obtuvo una resistencia a tracción promedio de 7543.86 kg/cm<sup>2</sup>, existiendo una variación porcentual con la muestra patrón de 21.68% mayor a la asegurada en la ficha técnica del producto.

Por otro lado, en función a su  $f_y$  la empresa SIDERPERU, en su ficha técnica para las barras de construcción en cumplimiento con la NTP 341.031. G60, ASTM A615/A615M G60 y la NTE E-060, indica que el  $f_y$  de sus aceros es

de  $4200 \text{ kg/cm}^2$ , como parte de sus propiedades mecánicas. El dato previamente mencionado será utilizado como muestra patrón para determinar la variación porcentual en cuanto al límite de fluencia al momento de optar como alternativa de empalme los conectores mecánicos a presión con referencia al acero de refuerzo sin empalmar. Para las muestras de aceros de 1" con empalme con conector mecánico a presión tipo 2, se obtuvo un  $f_y$  promedio de  $4164.21 \text{ kg/cm}^2$ , existiendo una variación porcentual con la muestra patrón de 0.85% menos a la asegurada en la ficha técnica del producto. Para las muestras con aceros de 1" con empalme con conector mecánico a presión con rosca tipo 2, se obtuvo un  $f_y$  promedio de  $4166.67 \text{ kg/cm}^2$ , existiendo una variación porcentual con la muestra patrón de 0.79% menor a la asegurada en la ficha técnica del producto. Para las muestras con aceros de  $\frac{3}{4}$ " con empalme con conector mecánico a presión tipo 2, se obtuvo un  $f_y$  promedio de  $4666.67 \text{ kg/cm}^2$ , existiendo una variación porcentual con la muestra patrón de 11.11% mayor a la asegurada en la ficha técnica del producto. Finalmente, para las muestras con aceros de  $\frac{3}{4}$ " con empalme con conector mecánico a presión con rosca tipo 2, se obtuvo un  $f_y$  promedio de  $4561.40 \text{ kg/cm}^2$ , existiendo una variación porcentual con la muestra patrón de 8.60% mayor a la asegurada en la ficha técnica del producto.

En función al  $f_y$  de las barras ensayadas (Anexo N°3: Resultados complementarios), se pudo obtener una variación porcentual para las muestras de aceros de 1" con empalme con conector mecánico a presión tipo 2 de 61.99% mayor a su  $f_y$ , teniendo una relación de 1.61  $f_y$ . Para las muestras de aceros de 1" con empalme con conector mecánico a presión con rosca tipo 2 de 61.78% mayor a su  $f_y$ , teniendo una relación de 1.62  $f_y$ . Para las muestras de aceros de  $\frac{3}{4}$ " con empalme con conector mecánico a presión tipo 2 de 62.22% mayor a su



$f_y$ , teniendo una relación de 1.62  $f_y$ ; y para las muestras de aceros de  $\frac{3}{4}$ " con empalme con conector mecánico a presión con rosca tipo 2 de 65.38% mayor a su  $f_y$ , teniendo una relación de 1.65  $f_y$ .

### 4.3. Prueba de hipótesis

#### 4.3.1. Hipótesis específica 1

##### 4.3.1.1. Influencia de empalmes con conector mecánico a presión tipo 2

###### ➤ Planteamiento de la hipótesis

El uso de empalmes con conector mecánicos a presión tipo 2 influye en la resistencia a la tracción de barras de acero de refuerzo de  $\frac{3}{4}$ " y 1" de diámetro en la ciudad de Abancay.

$H_0: [\mu_x = \mu_y]$  El uso de empalmes con conector mecánicos a presión tipo 2 no influye en la resistencia a la tracción de barras de acero de refuerzo de  $\frac{3}{4}$ " y 1" de diámetro en la ciudad de Abancay.

$H_a: [\mu_x \neq \mu_y]$  El uso de empalmes con conector mecánicos a presión tipo 2 si influye en la resistencia a la tracción de barras de acero de refuerzo de  $\frac{3}{4}$ " y 1" de diámetro en la ciudad de Abancay.

Nivel de Significancia (alfa)  $\alpha = 0.05$

Hipótesis nula ( $H_0$ )  $\mu_x = \mu_y$

Hipótesis alternativa ( $H_a$ )  $\mu_x \neq \mu_y$

Tabla 15

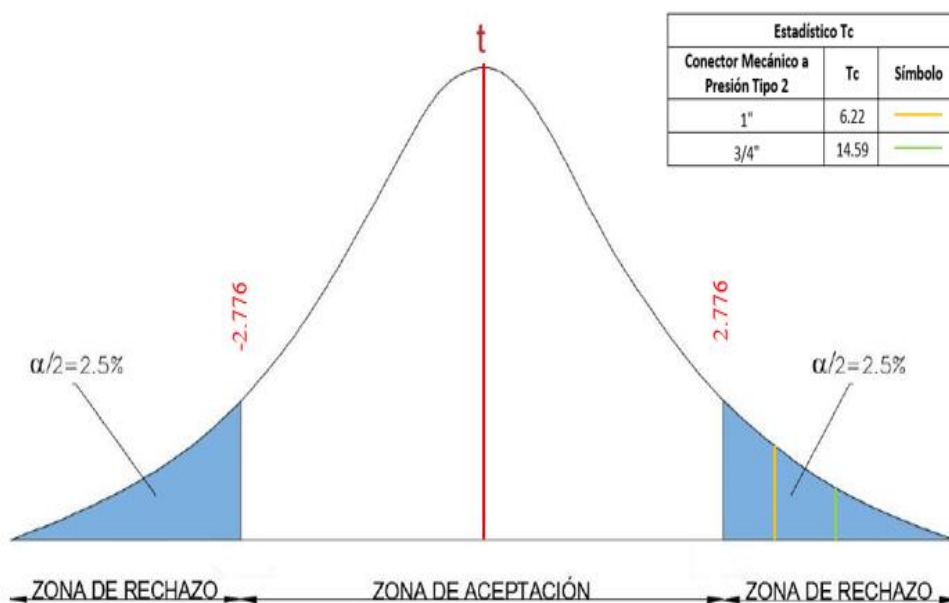
Resultado de la prueba de hipótesis específica del uso de conectores mecánicos a presión tipo 2

Descripción	Empalmes con conector mecánico a presión tipo 2"	
	Conector de 1"	Conector de ¾"
Planteamiento de hipótesis	$H_0: [\mu_x = \mu_y]$ El uso de empalmes con conector mecánicos a presión tipo 2 <b>no influye</b> en la resistencia a la tracción de barras de acero de refuerzo de ¾" y 1" de diámetro en la ciudad de Abancay.	
	$H_a: [\mu_x \neq \mu_y]$ El uso de empalmes con conector mecánicos a presión tipo 2 <b>si influye</b> en la resistencia a la tracción de barras de acero de refuerzo de ¾" y 1" de diámetro en la ciudad de Abancay.	
Nivel de significancia	$\alpha = 2.5\% = 0.025$ (dos colas)	
"t" tabulado	2.447	
Región Crítica	$< -\infty; -2.776]$ y $[2.776; +\infty >$	
"t" calculado	6.22	14.59
Condición	Si $t_c \in R.C. \Rightarrow$ Se rechaza $H_0$	
Decisión	Como $\in R.C. \Rightarrow$ Se rechaza $H_0$ y se acepta la $H_a =$ El uso de empalmes con conector mecánicos a presión tipo 2 si influye en la resistencia a la tracción de barras de acero de refuerzo de ¾" y 1" de diámetro en la ciudad de Abancay.	

Nota: Datos recabados del método T-Student. Fuente: Elaboración Propia

**Figura 24**

Diagrama de los estadísticos de la muestra con conectores mecánicos a presión tipo 2



Nota: Campana de Gauss, Uso de empalmes mecánicos a presión tipo 2. Fuente; Elaboración Propia

Finalmente, con respecto a la hipótesis específica 1, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, cuyo planteamiento es el siguiente: El uso de empalmes con conector mecánicos a presión tipo 2 influye en la resistencia a la tracción de barras de acero de refuerzo de  $\frac{3}{4}$ " y 1" de diámetro en la ciudad de Abancay. Por ende, se tiene certeza estadística que el uso de empalmes mecánicos a presión tipo 2 influyen de manera positiva en la resistencia a la tracción de barras de acero de refuerzo de  $\frac{3}{4}$ " y 1".

#### 4.3.2. Hipótesis específica 2

##### 4.3.2.1. Influencia de empalmes con conector mecánico a presión con rosca tipo 2

###### ➤ Planteamiento de la hipótesis

El uso de empalmes con conector mecánicos a presión con rosca tipo 2 influye en la resistencia a la tracción de barras de acero de refuerzo de  $\frac{3}{4}$ " y 1" de diámetro en la ciudad de Abancay.

$H_0: [\mu_x = \mu_y]$  El uso de empalmes con conector mecánicos a presión con rosca tipo 2 no influye en la resistencia a la tracción de barras de acero de refuerzo de  $\frac{3}{4}$ " y 1" de diámetro en la ciudad de Abancay.

$H_a: [\mu_x \neq \mu_y]$  El uso de empalmes con conector mecánicos a presión con rosca tipo 2 si influye en la resistencia a la tracción de barras de acero de refuerzo de  $\frac{3}{4}$ " y 1" de diámetro en la ciudad de Abancay.

Nivel de Significancia (alfa)  $\alpha = 0.05$

Hipótesis nula ( $H_0$ )  $\mu_x = \mu_y$

Hipótesis alternativa ( $H_a$ )  $\mu_x \neq \mu_y$

**Tabla 16**

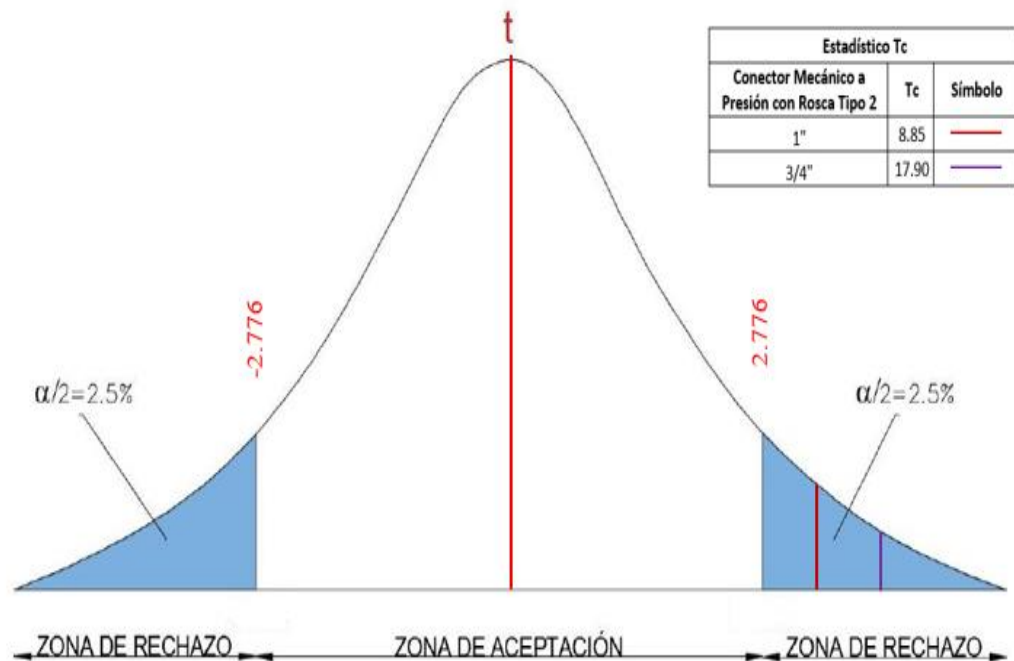
*Resultado de la prueba de hipótesis específica del uso de conectores mecánicos a presión con rosca tipo 2*

Descripción	Empalmes con conector mecánico a presión tipo 2"	
	Conector de 1"	Conector de ¾"
Planteamiento de hipótesis	Ho: $[\mu_x = \mu_y]$ El uso de empalmes con conector mecánicos a presión con rosca tipo 2 <b>no influye</b> en la resistencia a la tracción de barras de acero de refuerzo de ¾" y 1" de diámetro en la ciudad de Abancay.	
	Ha: $[\mu_x \neq \mu_y]$ El uso de empalmes con conector mecánicos a presión con rosca tipo 2 <b>si influye</b> en la resistencia a la tracción de barras de acero de refuerzo de ¾" y 1" de diámetro en la ciudad de Abancay.	
Nivel de significancia	$\alpha = 2.5\% = 0.025$ (dos colas)	
"t" tabulado	2.447	
Región Crítica	$< -\infty; -2.776]$ y $[2.776; +\infty >$	
"t" calculado	8.85	17.90
Condición	Si $t_c \in R.C. \Rightarrow$ Se rechaza $H_0$	
Decisión	Como $\in R.C. \Rightarrow$ Se rechaza $H_0$ y se acepta la $H_a =$ El uso de empalmes con conector mecánicos a presión con rosca tipo 2 si influye en la resistencia a la tracción de barras de acero de refuerzo de ¾" y 1" de diámetro en la ciudad de Abancay.	

Nota: Resumen de los datos obtenidos por el método T-Student. Fuente: Elaboración propia.

**Figura 25**

Diagrama de los estadísticos de la muestra con conectores mecánicos a presión con rosca tipo 2



Nota: Campana de Gauss, uso de empalmes mecánicos a presión tipo 2. Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, con respecto a la hipótesis específica 2, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna, cuyo planteamiento es el siguiente: El uso de empalmes con conector mecánicos a presión con rosca tipo 2 influye en la resistencia a la tracción de barras de acero de refuerzo de  $\frac{3}{4}$ " y 1" de diámetro en la ciudad de Abancay. Por ende, se tiene certeza estadística que el uso de empalmes mecánicos a presión con rosca tipo 2 influyen de manera positiva en la resistencia a la tracción de barras de acero de refuerzo de  $\frac{3}{4}$ " y 1".

## CONCLUSIONES

De acuerdo con los ensayos realizados sobre la influencia del uso de empalmes mecánicos a presión tipo 2 y a presión con rosca tipo 2 en barras de acero de refuerzo de  $\frac{3}{4}$ " y 1" de diámetro, se concluye lo siguiente:

1. El uso de empalmes con conector mecánicos a presión influye en la resistencia a la tracción en barras de acero de refuerzo de  $\frac{3}{4}$ " y 1" de diámetro en la ciudad de Abancay, 2021. Las muestras de acero con empalmes con conectores mecánicos a presión experimentan una resistencia mayor a  $1.25f_y$ , es decir 1.25 veces el  $f_y$  del acero, que es el mínimo que pide la NTE E 0.60. Para los conectores a presión tipo 2 se llegó a obtener una resistencia a la tracción de 1.61  $f_y$  para diámetros de 1" y 1.80  $f_y$  para diámetros de  $\frac{3}{4}$ " como se observa en la Tabla 13. Para los conectores a presión con rosca tipo 2 se llegó a obtener una resistencia a la tracción de 1.60  $f_y$  para diámetros de 1" y 1.80  $f_y$  para diámetros de  $\frac{3}{4}$ " como se observa en la Tabla 14.

2. El uso de empalmes con conector mecánicos a presión tipo 2 influye en la resistencia a la tracción en barras de acero de refuerzo de  $\frac{3}{4}$ " y 1" de diámetro en la ciudad de Abancay, 2021. Las muestras ensayadas con empalme con conector mecánico a presión tipo 2 de 1" alcanzaron esfuerzos de resistencias a la tracción de 6666.67 kg/cm<sup>2</sup> para M1, 6923.08 kg/cm<sup>2</sup> para M2, 6725.84 kg/cm<sup>2</sup> para M3 y 6666.67 kg/cm<sup>2</sup> para M4 como se observa en la Figura 10. Estos valores expresados en relación con el  $f_y$  del acero son, 1.59  $f_y$  para M1, 1.65  $f_y$  para M2, 1.60  $f_y$  para M3 y 1.59  $f_y$  para M4 como se observa en la Figura 18. En promedio, las muestras ensayadas a tracción alcanzaron a un límite de fluencia de 1.61  $f_y$  (Tabla 8). Las muestras ensayadas con empalme con conector mecánico a presión tipo 2 de  $\frac{3}{4}$ " alcanzaron esfuerzos de resistencias a la tracción de 7508.77 kg/cm<sup>2</sup> para M9, 7578.95 kg/cm<sup>2</sup> para M10, 7508.77 kg/cm<sup>2</sup> para M11 y 7684.21 kg/cm<sup>2</sup> para M12 como se observa en la Figura 12. Estos valores expresados en relación con el  $f_y$  del acero son, 1.79  $f_y$  para M9, 1.80  $f_y$  para M10, 1.79  $f_y$  para M11 y 1.83  $f_y$  para M12 como se observa en la Figura 20. En promedio, las muestras ensayadas a tracción alcanzaron a un límite de fluencia de 1.80  $f_y$  (Tabla 10).

3. El uso de empalmes con conector mecánicos a presión con rosca tipo 2 influye en la resistencia a la tracción en barras de acero de refuerzo de  $\frac{3}{4}$ " y 1" de diámetro en la ciudad de Abancay, 2021. Las muestras ensayadas con empalme con conector mecánico a presión con rosca tipo 2 de 1" alcanzaron esfuerzos de resistencias a la tracción de 6627.22 kg/cm<sup>2</sup> para M5, 6725.84 kg/cm<sup>2</sup> para M6, 6804.73 kg/cm<sup>2</sup> para M7 y 6804.73 kg/cm<sup>2</sup> para M8 como se observa en la Figura 11. Estos valores expresados en



relación con el  $f_y$  del acero son, 1.58  $f_y$  para M5, 1.60  $f_y$  para M6, 1.62  $f_y$  para M7 y 1.62  $f_y$  para M8 como se observa en la figura 19. En promedio, las muestras ensayadas a tracción alcanzaron a un límite de fluencia de 1.60  $f_y$  (Tabla 9). Las muestras ensayadas con empalme con conector mecánico a presión con rosca tipo 2 de 3/4" alcanzaron esfuerzos de resistencias a la tracción de 7614.04  $\text{kg/cm}^2$  para M13, 7508.77  $\text{kg/cm}^2$  para M14, 7473.68  $\text{kg/cm}^2$  para M15 y 7578.95  $\text{kg/cm}^2$  para M16 como se observa en la Figura 13. Estos valores expresados en relación con el  $f_y$  del acero son, 1.81  $f_y$  para M13, 1.79  $f_y$  para M14, 1.78  $f_y$  para M15 y 1.80  $f_y$  para M16 como se observa en la Figura 21. En promedio, las muestras ensayadas a tracción alcanzaron a un límite de fluencia de 1.80  $f_y$  (Tabla 11).

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda el uso de empalmes con conector mecánicos a presión porque influye favorablemente en la resistencia a la tracción en barras de acero de refuerzo de  $\frac{3}{4}$ " y 1" de diámetro en la ciudad de Abancay. Estos conectores cumplen con lo que demanda la NTE E 0.60 Concreto Armado superando resistencias de 1.25 fy, es decir 1.25 veces el límite de fluencia del acero.

2. Se recomienda el uso de empalmes con conector mecánicos a presión tipo 2 porque influye favorablemente en la resistencia a la tracción en barras de acero de refuerzo de  $\frac{3}{4}$ " y 1" de diámetro en la ciudad de Abancay, ya que, superan lo demandado por la NTE E 0.60, llegando a una resistencia a la tracción de 1.61 fy en diámetros de 1" y 1.80 fy en diámetros de  $\frac{3}{4}$ " en promedio.

3. Se recomienda el uso de empalmes con conector mecánicos a presión con rosca tipo 2 porque influye favorablemente en la resistencia a la tracción en barras de acero de refuerzo de  $\frac{3}{4}$ " y 1" de diámetro en la ciudad de Abancay, ya que, superan lo demandado por la NTE E 0.60, llegando a

una resistencia a la tracción de 1.60 fy en diámetros de 1" y 1.80 fy en diámetros de  $\frac{3}{4}$ " en promedio.

4. Para los conectores mecánicos a presión tipo 2 se debe considerar un mayor cuidado al momento del ensamblado debido a que no cuenta con topes que delimiten un correcto ensamblado. Este procedimiento se realiza mediante el marcado del conector a la mitad de su longitud, que es precisamente hasta donde ingresa el acero para ser empalmado. Por otro lado, este tipo de conectores son los más utilizados debido a que son los más económicos y una de las mejores alternativas como empalme para dar continuidad al acero estructural.

5. Los conectores mecánicos a presión con rosca tipo 2 son la alternativa más segura debido al tipo de ensamblaje que poseen. Esto se debe principalmente a que estos conectores son de rosca industrializada que garantizan 4 vueltas de acero sin necesidad de torquímetro, además de que no requiere reducción de la sección de acero.

6. Según los resultados obtenidos, se recomienda el uso de conectores mecánicos tanto de a presión tipo 2, como de a presión con rosca tipo 2 en diámetros de acero menores ya que alcanzas resistencias a la tracción mayores.

7. Se recomienda que el ensamblado de los conectores se realice con un personal calificado, que asegure el correcto funcionamiento del conector. De esta manera, se evitará fallos o errores al momento de realizar cualquier tipo de prueba o que estas influyan en los resultados de ensayos a tracción futuros.

8. Se recomienda el uso de empalmes mecánicos a presión debido a que estos no reducen la sección de la barra de acero, evitan el congestionamiento y agilizan los procesos constructivos. Sobre todo, se recomienda el uso de conectores mecánicos a presión como empalme debido a que la rotura se da en la barra de acero fuera de la conexión, garantizando así la seguridad de las edificaciones ya que, la transmisión de esfuerzos se da directamente de una barra a la otra, aun, sin la necesidad del concreto circundante.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alvarez, A. (2020). Clasificación de las Investigaciones. Universidad de Lima.  
Recuperado de: <https://repositorio.ulima.edu.pe/>
- Alvis, D. y Guerra, J. (2017). *“Análisis técnico, económico y constructivo del uso de empalmes mecánicos roscados en edificaciones”*. Trabajo de grado para optar el título de Ingeniero Civil. Universidad Distrital Francisco José De Caldas, Bogotá – Colombia.
- Al Hashib, A. (2017). *“Effects of Mechanical Bar Splices on Seismic Performance of Reinforced Concrete Buildings”*. Tesis para optar el grado de Magister en Ingeniería Civil de la Universidad Estatal de Dakota del Sur.
- Arias, Fidea G. El Proyecto de la Investigación, Introducción a la metodología científica. 6° Ed. Venezuela: Episteme, C.A.,2012, pp.25-79  
ISBN:9800785299
- Avendaño, G. y Cuevas R. (2016). *“Implementación de empalmes mecánicos en el acero de refuerzo para elementos de concreto armado”* para optar el título de Ingeniero civil de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua-Nicaragua.
- Bernal, Cesar A. Metodología de la Investigación. 3° Ed. Colombia: Pearson Educación, 2010. 160-162 pp. ISBN:9789586991285
- Callister, Willian D. Introducción a la Ciencia e Ingeniería de los Materiales 1.Ed. Reverte. 2012, pp. 125-136 ISBN:9788429172539
- Castro, C. (2018). *“Caracterización de las probetas soldadas por fricción mediante pruebas de tracción y torsión para materiales: acero AISI 1018, acero AISI 1045, aluminio y bronce SAE 40 de 10mm de diámetro”*.

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniera Mecánica de la Universidad Politécnica Salesiana, Quito-Ecuador.

CDV Ingeniería Antisísmica. (2020, 1 agosto). Conectores Mecánicos a presión.

Recuperado de: <http://www.cdvperu.com/conectores-mecanicos/>

*Conectores (Empalmes mecánicos)*. (2021, 20 enero). Ferralia. Recuperado de:

<https://ferralia.com/conectores-empalmes-mecanicos/>

Giraldo Bolívar, O. (2003). Estructuras de hormigón 1. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

HARMSEN, T., "Diseño de Estructuras de Concreto", 2005. 4ta Edición, Adenda 20098

Hernández, Roberto; FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. Metodología de la investigación. 5°. Ed. México: McGraw-Hill, 2010. 4 pp. ISBN:9786071502919

Huaman, Y. y Ccasa, P. (2020). *“Estudio comparativo de los empalmes de barras de refuerzo para concreto armado de grado 60 de  $f_y=4200$  kg/cm<sup>2</sup> de diámetro 3/8”, 1/2” y 5/8”, entre el empalme por traslape y el empalme con conector mecánico a esfuerzos de tracción en la ciudad del Cusco, 2019”*. Tesis para optar al título profesional de Ingeniero Civil de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco.

Martínez, C. Estadística y muestreo. 13° Ed. Bogotá: ECOE Ediciones, 2012, pp.324-328 ISBN:9789586487023

Melissa, M. y Cuevas, P. (2018). *“Estudio comparativo entre empalmes por traslape y empalmes mecánicos utilizados en elementos de hormigón armado”*. Tesis para optar el grado de Ingeniero Civil de la Universidad Nacional Pedro Henríquez Ureña, Santo Domingo-República Dominicana.

- Migone Arosena, J. (2018). *“Evaluación de los empalmes mecánicos y sus esfuerzos de tensión en muestras de probetas de acero, Lima – 2018”*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil de la Universidad Cesar Vallejo, Lima-Perú.
- Raluy, A. (1990). *Ética*. (1ª reimp.). México: Publicaciones Cultural, p. 13.
- Rosas, A. (2018). *“Evaluación de las uniones soldadas en las estructuras metálicas y de las propiedades mecánicas del acero estructural y acero para hormigón usadas en la construcción de edificios ASPERSUD - Arequipa”*. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Metalurgista de la Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa-Perú.
- Russell, B. (1972). *Fundamentos de filosofía*. México: Edit. El Arca de Papel, pp. 418-482. 8
- Salazar, C y Del Castillo, S. *Fundamentos Básicos de la Estadística*. 2018, pp. 14.  
ISBN:9789942306166
- Sánchez Rengifo, P. (2019). *“Desempeño estructural de una columna de tres niveles con el empleo del empalme mecánico en C.C. Shopping La Molina 2018”*. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil de la Universidad Cesar Vallejo, Lima-Perú.
- Tamayo, Mario. *El proceso de la Investigación Científica*. 4º Ed. México: Limusa Noriega Editores, 2003, pp.176  
ISBN:9681858727
- Tarazona Malpartida, K. (2019). *“Análisis comparativo de costos entre empalmes mecánicos y empalmes por traslape en las pilas-pilote de la etapa 1a del proyecto “línea 2 y ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la red básica del*

metro de lima y callao”. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Civil de la Universidad Nacional Federico Villareal, Lima-Perú.

Torres, Introducción a la Ética. México: Grupo Editorial Patria, S.A. DE C.V. 2014, pp.7-8. ISBN:9786074388664

*Valderrama Mendoza, S. (2006). Pasos para elaborar proyectos y tesis de investigación científica. Lima, Perú: San Marcos de Aníbal Jesús Paredes Galván*

Valderrama, Santiago. Pasos para elaborar proyectos y tesis de investigación científica. 1°. Ed. Lima: Universidad Nacional de San Marcos, 2007. 1-195 pp.  
ISBN:9789972380419

Vargas, R. (2015). *“Análisis de la resistencia a tensión y costos de empalmes mecánicos usados en barras de acero de refuerzo (con conectores prensados y atornillados tipo 2)”*. Proyecto de graduación para obtener el grado de licenciatura en Ingeniería Civil de la Universidad de Costa Rica, San Pedro de Montes de Oca-Costa Rica.

Villasís-Keever, M. N., & Miranda-Novales, M. G. (2016). El protocolo de investigación II: los diseños de estudio para investigación clínica. Revista Alergia México, 63(1), 80. Recuperado de: <https://doi.org/10.29262/ram.v63i1.163>

Villela, I. (2004) en su tesis *“Evaluación a la microestructura y a las propiedades mecánicas del acero inoxidable 316LS y del Titanio Ti-6Al-4V como Biomateriales”* para optar el título profesional de Ingeniero Mecánico de la Universidad de las Américas Puebla- Cholula, Puebla-México.



ZORRILLA, ARENA. (1993). "Introducción a la metodología de la investigación".

México, Aguilar León y Cal, Editores, 11va Edición.

## **ANEXOS**

### Anexo 01: Matriz de Consistencia

Problema de problema	Hipótesis	Objetivos	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología	Población y Muestra	Técnicas e Instrumentos	Estadística
<b>Problema General</b>	<b>Objetivo General</b>	<b>Hipótesis General</b>							
¿Cómo influye el uso de empalmes con conector mecánicos a presión tipo 2 en la resistencia a la tracción en barras de acero de refuerzo de ¾" y 1" de diámetro en la ciudad de Abancay, 2021?	Analizar la resistencia a la tracción que ofrecen los empalmes con conector mecánicos a presión en las barras de acero de refuerzo de ¾" y 1" de diámetro en la ciudad de Abancay-2021.	El uso de conectores mecánicos a presión influye en la resistencia a tracción de las barras de acero de refuerzo de ¾" y 1" de diámetro en la ciudad de Abancay.	Empalmes con conector mecánico a presión	Tipos de conectores mecánicos a presión	Conector mecánico a presión tipo 2  Conector mecánico a presión con rosca tipo 2	<b>Método:</b> Deductivo  <b>Orientación:</b> Aplicada  <b>Enfoque:</b> Cuantitativo	<b>Población</b>  Todas barras de acero de refuerzo de 1" y ¾" que utilicen conectores mecánicos a presión como alternativa de empalme en construcciones de concreto armado para dar continuidad al acero de refuerzo estructural.	Técnica de la observación directa para la recolección de datos	
<b>Problema Específicos</b>	<b>Objetivo Específicos</b>	<b>Hipótesis Específicas</b>							
¿Cómo influye el uso de empalmes con conector mecánicos a presión tipo 2 en la resistencia a la tracción en barras de acero de refuerzo de ¾" y 1" de diámetro en la ciudad de Abancay, 2021?	Verificar la resistencia a la tracción que ofrecen los empalmes con conector mecánicos a presión tipo 2 en las barras de acero de refuerzo de ¾" y 1" de diámetro en la ciudad de Abancay-2021.	El uso de empalmes con conector mecánicos a presión tipo 2 influye en la resistencia a la tracción de barras de acero de refuerzo de ¾" y 1" de diámetro en la ciudad de Abancay.	Resistencia a la tracción de barras de acero de refuerzo	Resistencia a la tracción	Carga ultima	<b>Recolección de Datos:</b> Prolectivo  <b>Tipo:</b> Correlacional  <b>Nivel:</b> Explicativo  <b>Diseño:</b> Experimental	<b>Muestra</b>  8 barras de acero de ¾" de diámetro, 4 con conector mecánico a presión tipo 2 y 4 con conector mecánico a presión con rosca tipo 2; y 8 barras de acero de refuerzo de 1" de diámetro, 4 con conector mecánico a presión tipo 2 y 4 con conector mecánico a presión con rosca tipo 2	Se hará uso de fichas de recolección de datos para los ensayos de laboratorio	Para la prueba de hipótesis de esta investigación se utilizó la distribución T-Student
¿Cómo influye el uso de empalmes con conector mecánicos a presión con rosca tipo 2 en la resistencia a la tracción en barras de acero de refuerzo de ¾" y 1" de diámetro en la ciudad de Abancay, 2021?	Verificar la resistencia a la tracción que ofrecen los empalmes con conector mecánicos a presión con rosca tipo 2 en las barras de acero de refuerzo de ¾" y 1" de diámetro en la ciudad de Abancay-2021.	El uso de empalmes con conector mecánicos a presión con rosca tipo 2 influye en la resistencia a la tracción de barras de acero de refuerzo de ¾" y 1" de diámetro en la ciudad de Abancay.			Esfuerzo máximo a la Tracción				

Fuente: Elaboración Propia

## Anexo 02: Instrumentos



## Instrumento de Recolección de Datos: Ficha de Observación

**Título de tesis:** "Análisis de Empalmes con Conector Mecánico a Presión en Barras de Acero de Refuerzo de Diámetros 3/4" y 1" Sometidos a Tracción en Abancay, 2021"

**Autor:** Luis Fernando Ballon Lazo

**Dimensión:** Tipos de conectores mecánicos a presión

Datos de las Muestras de las Barras de Acero Empalmadas con Conectores Mecánicos a Presión

Tipo de Conector mecánico empleado en el empalme	Número de Muestra	Peso (gr)	Longitud de la muestra (cm)	Longitud del conector (cm)	Diámetro de la barra de refuerzo empalmada (pulgadas)
Conector Mecánico a Presión Tipo 2	M1	6145	130.50	20.00	1"
	M2	6135	130.20	20.00	
	M3	6170	130.80	20.00	
	M4	6150	130.60	20.00	
Conector Mecánico a Presión con rosca Tipo 2	M5	6820	137.60	25.20	1"
	M6	6840	137.80	25.10	
	M7	6835	137.70	25.00	
	M8	6840	137.40	25.00	
Conector Mecánico a Presión Tipo 2	M9	3395	130.20	16.00	3/4"
	M10	3405	130.80	16.00	
	M11	3395	130.50	16.00	
	M12	3400	130.40	16.00	
Conector Mecánico a Presión con rosca Tipo 2	M13	3685	135.60	19.30	3/4"
	M14	3680	135.40	19.00	
	M15	3700	136.40	19.20	
	M16	3685	136.00	19.30	



### Ficha de Medición de Datos

**Título de tesis:** "Análisis de Empalmes con Conector Mecánico a Presión en Barras de Acero de Refuerzo de Diámetros 3/4" y 1" Sometidos a Tracción en Abancay, 2021"

**Autor:** Luis Fernando Ballon Lazo

**Dimensión:** Resistencia a la Tracción

**Ensayo:** Ensayo a la tracción de acero de refuerzo previamente empalmado con conector mecánico bajo la norma técnica peruana NTP 341.002

**Resultado de los Ensayos a Tracción en las Muestras de Acero de Refuerzo Empalmadas con Conector Mecánico**

Tipo de Conector mecánico empleado en el empalme	Numero de Muestra	Diámetro de la barra de refuerzo empalmes	Carga Limite de Fluencia (kg)	Esfuerzo de fluencia (kg/cm <sup>2</sup> )	Carga máxima (kg)	Máximo esfuerzo de tracción (kg/cm <sup>2</sup> )
Conector Mecánico a Presión Tipo 2	M1	1"	20900	4122.29	33800	6666.67
	M2		21600	4260.36	35100	6923.08
	M3		20850	4112.43	34100	6725.84
	M4		21100	4161.74	33800	6666.67
Conector Mecánico a Presión con rosca Tipo 2	M5	1"	21000	4142.01	33600	6627.22
	M6		21700	4161.74	34100	6725.84
	M7		21200	4181.46	34500	6804.73
	M8		21200	4181.46	34500	6804.73
Conector Mecánico a Presión Tipo 2	M9	3/4"	13300	4666.67	21400	7508.77
	M10		13400	4701.75	21600	7578.95
	M11		13300	4666.67	21400	7508.77
	M12		13200	4631.58	21900	7684.21
Conector Mecánico a Presión con rosca Tipo 2	M13	3/4"	12900	4526.32	21700	7614.04
	M14		13000	4561.40	21400	7508.77
	M15		12800	4491.23	21300	7473.68
	M16		13300	4666.67	21600	7578.95

### Anexo 03: Resultados complementarios

- **Esfuerzos en el punto de fluencia que desarrollan los empalmes mecánicos**

El cálculo de esfuerzos en el límite de fluencia para barras de acero de refuerzo empalmadas con conector mecánico a Presión Tipo 2 y a Presión con Rosca Tipo 2 se calcula mediante la ecuación de esfuerzos.

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

Donde:

$\sigma =$  Esfuerzo

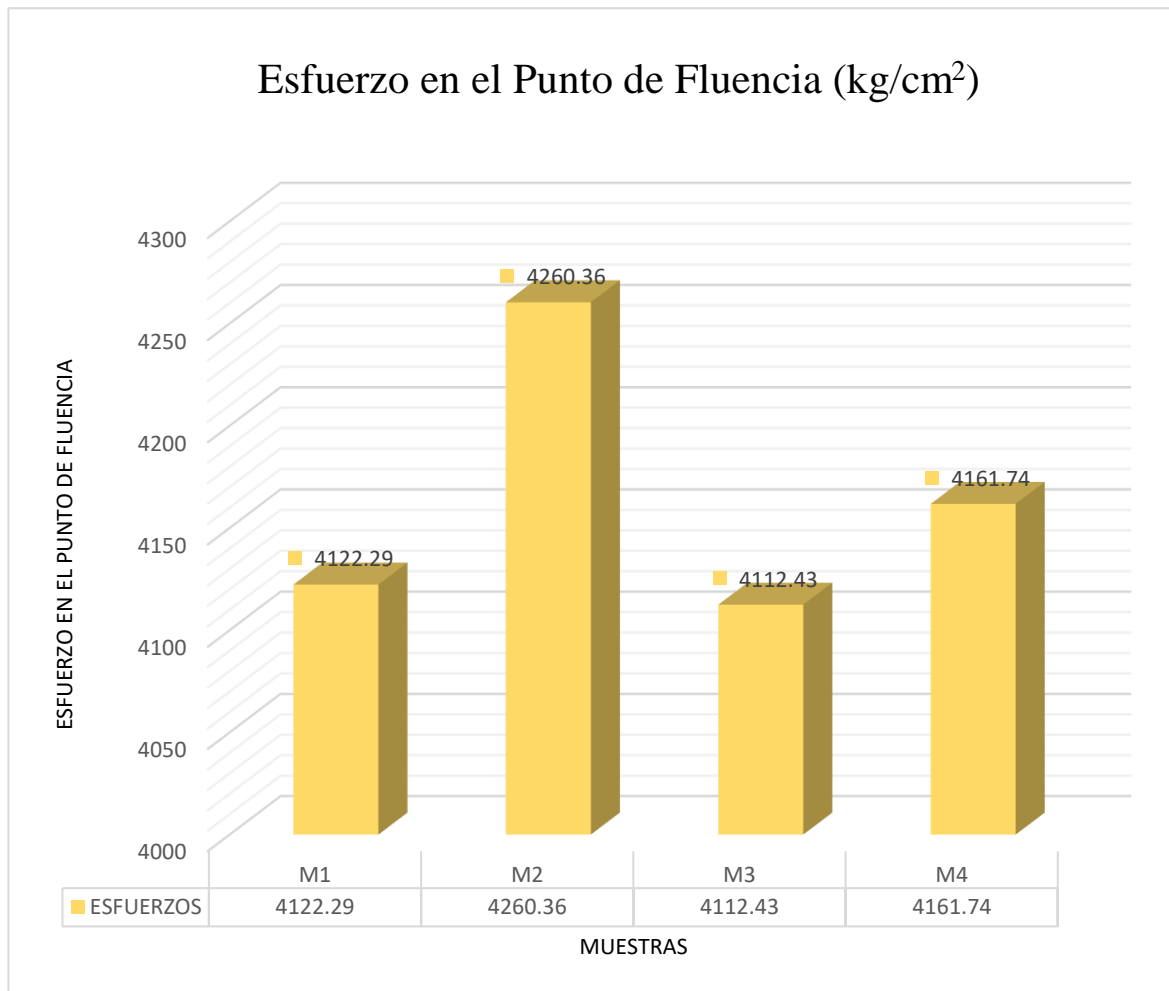
$F =$  Fuerza Aplicada

$A =$  Area inicial de la barra de acero a ser ensayar

Tipo de conector mecánico empleado en el empalme	Numero de muestra	Diámetro de la barra de refuerzo empalmes		Área de la barra de acero (cm <sup>2</sup> )	Carga límite de fluencia (kg)	Esfuerzo en el punto de fluencia (kg/cm <sup>2</sup> )
		Pul.	mm.			
Conector mecánico a presión tipo 2	M1	1"	25.40	5.07	20900	4122.29
	M2				21600	4260.36
	M3				20850	4112.43
	M4				21100	4161.74
Conector mecánico a presión con rosca tipo 2	M5	1"	25.40	5.07	21000	4142.01
	M6				21100	4161.74
	M7				21200	4181.46
	M8				21200	4181.46
Conector mecánico a presión tipo 2	M9	3/4"	19.05	2.85	13300	4666.67
	M10				13400	4701.75
	M11				13300	4666.67
	M12				13200	4631.58
Conector mecánico a presión con rosca tipo 2	M13	3/4"	19.05	2.85	12900	4526.32
	M14				13000	4561.40
	M15				12800	4491.23
	M16				13300	4666.67

Fuente: Elaboración Propia

➤ **Para conector mecánico a presión tipo 2 de 1”**

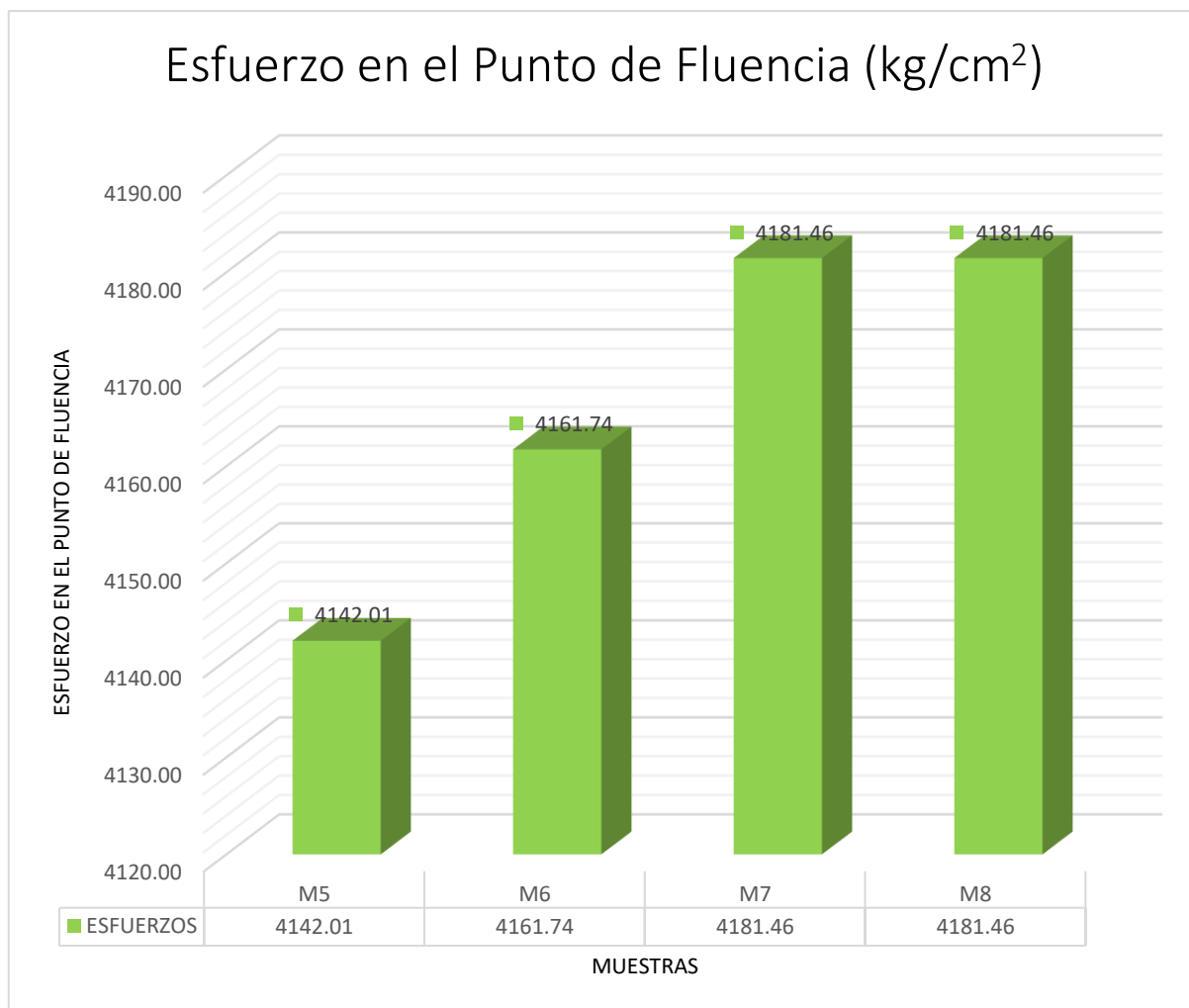


Fuente: Elaboración Propia

### Interpretación

A partir de los datos obtenidos en el LEM de la UNI, se puede observar en la figura que para las barras de acero de refuerzo de 1” con conector mecánico a presión tipo 2, se pudo llegar a un Esfuerzo en el Punto de Fluencia para la Muestra 1 de 4122.29 kg/cm<sup>2</sup>, para la Muestra 2 de 4260.36 kg/cm<sup>2</sup>, para la Muestra 3 de 4112.43 kg/cm<sup>2</sup> y para la Muestra 4 de 4161.74 kg/cm<sup>2</sup>.

➤ **Para conector mecánico a presión con rosca tipo 2 de 1”**

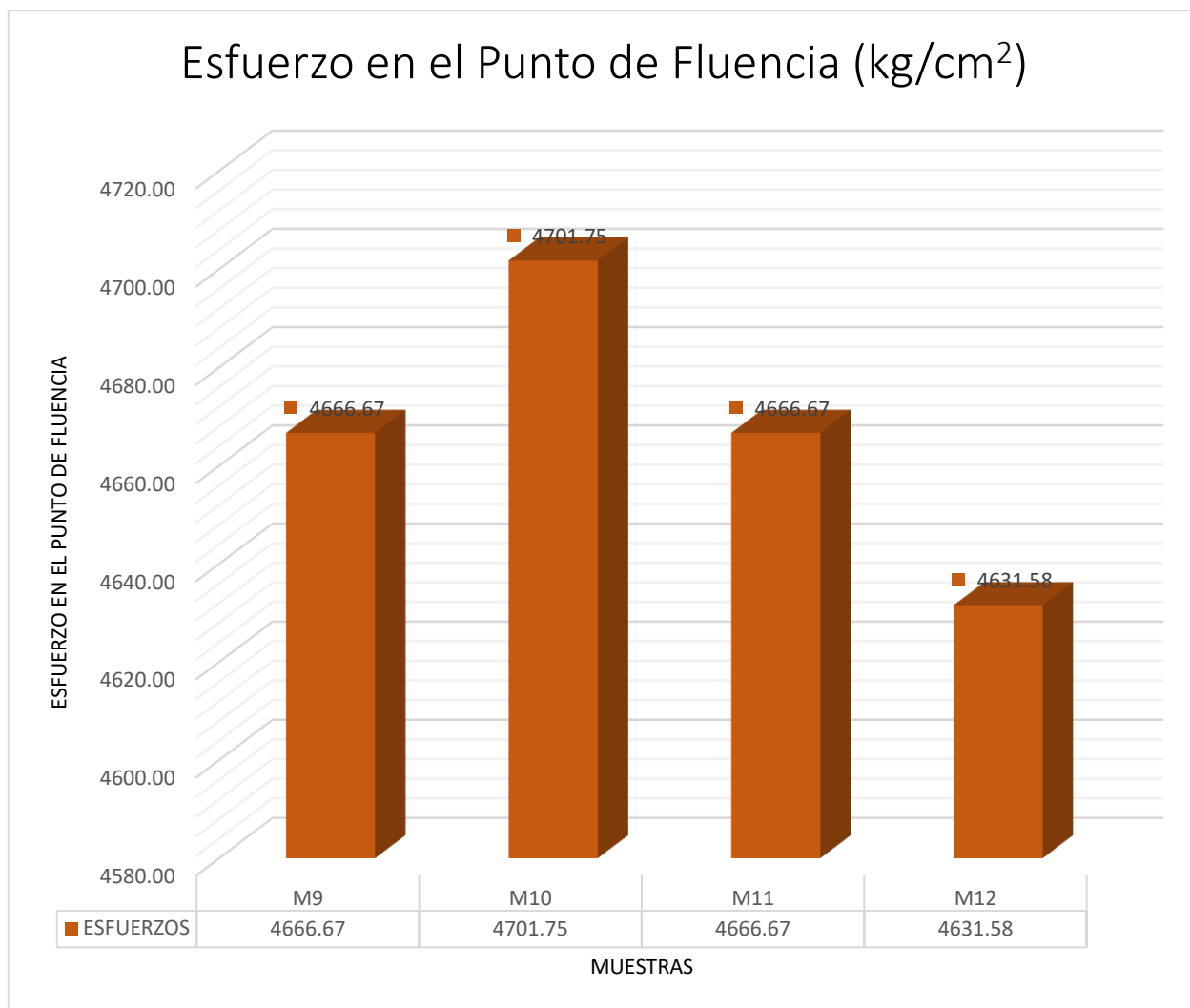


Fuente: Elaboración Propia

### Interpretación

A partir de los datos obtenidos en el LEM de la UNI, se puede observar en la figura, que para las barras de acero de refuerzo de 1” con conector mecánico a presión con rosca tipo 2, se pudo llegar a un Esfuerzo en el Punto de Fluencia para la Muestra 5 de 4142.01 kg/cm<sup>2</sup>, para la Muestra 6 de 4161.74 kg/cm<sup>2</sup>, para la Muestra 7 de 4181.46 kg/cm<sup>2</sup> y para la Muestra 8 de 4181.46 kg/cm<sup>2</sup>.

➤ **Para conector mecánico a presión tipo 2 de ¾"**



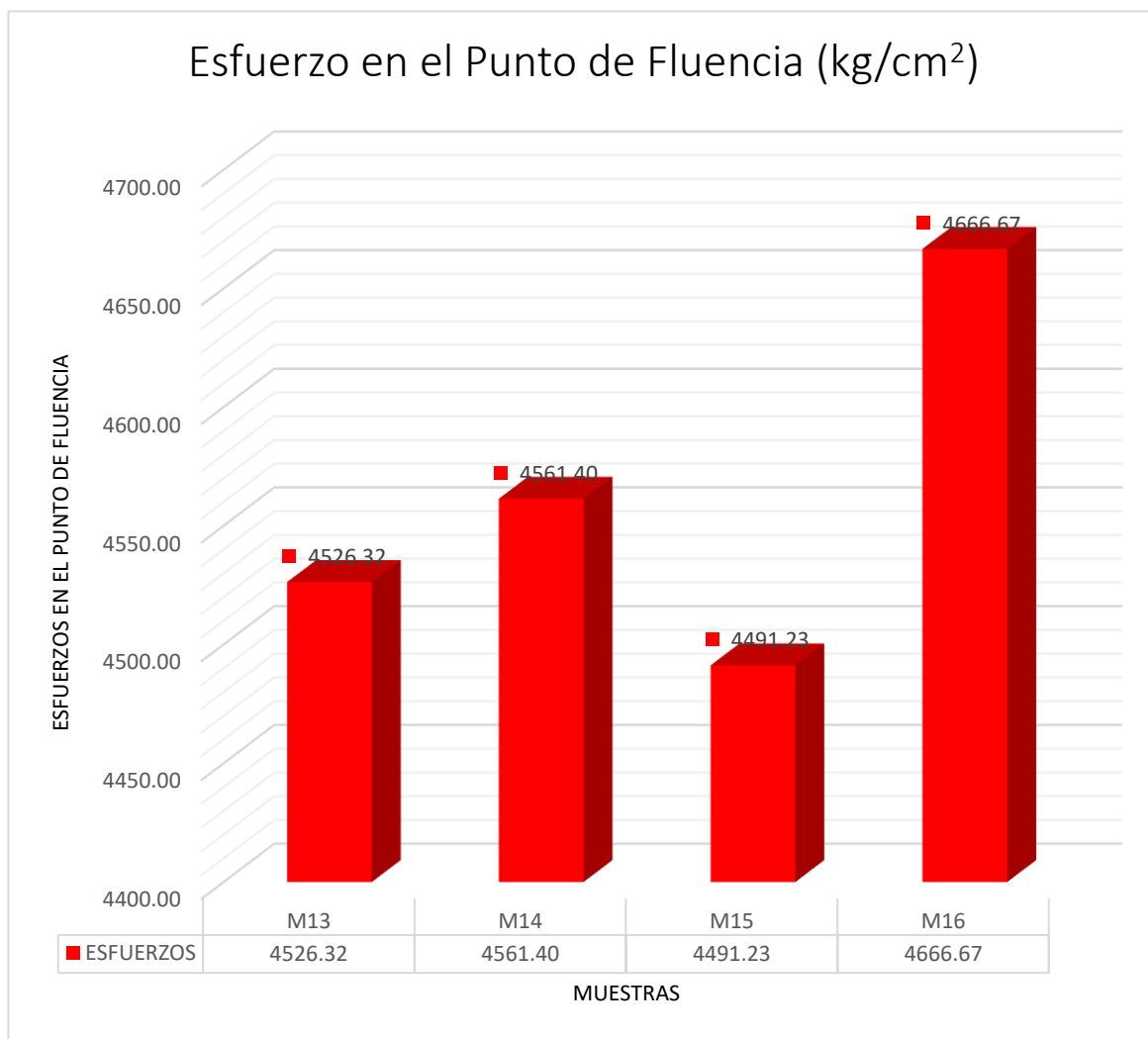
Fuente: Elaboración Propia

### Interpretación

A partir de los datos obtenidos en el LEM de la UNI, se puede observar en la figura, que para las barras de acero de refuerzo de ¾" con conector mecánico a presión tipo 2, se pudo llegar a un Esfuerzo en el Punto de Fluencia para la Muestra 9 de 4666.67 kg/cm<sup>2</sup>, para la Muestra 10 de 4701.75 kg/cm<sup>2</sup>, para la Muestra 11 de 4666.67 kg/cm<sup>2</sup> y para la Muestra 12 de 4631.58 kg/cm<sup>2</sup>.



➤ **Para conector mecánico a presión con rosca tipo 2 de 3/4"**



Fuente: Elaboración Propia

### Interpretación

A partir de los datos obtenidos en el LEM de la UNI, se puede observar en la figura 15, que para las barras de acero de refuerzo de 3/4" con conector mecánico a presión con rosca tipo 2, se pudo llegar a un Esfuerzo en el Punto de Fluencia para la Muestra 13 de 4526.32 kg/cm<sup>2</sup>, para la Muestra 14 de 4561.40 kg/cm<sup>2</sup>, para la Muestra 15 de 4491.23 kg/cm<sup>2</sup> y para la Muestra 16 de 4666.67 kg/cm<sup>2</sup>.

**Anexo 04: Especificaciones técnicas aceros SIDERPERU**

# **BARRAS DE CONSTRUCCIÓN**



**NTP 341.031 G60**  
**ASTM A615/A615M G60**



## DESCRIPCIÓN

Las barras de refuerzo, también conocidas como barras corrugadas, son usadas como refuerzo en elementos de concreto armado, por su alta adherencia con el concreto debido a que cuenta con corrugas o resaltes tipo High-Bond.

## DOCUMENTOS DE REFERENCIA

NTP 341.031. Grado 60. Norma Técnica Peruana - Barras de acero al carbono, corrugadas, para refuerzo de concreto armado.

ASTM A615/A615M Grado 60. Standard Specification for Deformed and Plain Carbon-Steel Bars for Concrete Reinforcement.

Norma Técnica de Edificaciones – E060. Concreto armado.

## COMPOSICIÓN QUÍMICA

El contenido de Fosforo (P) máximo 0.062 % (análisis de producto)

## ESPECIFICACIONES DIMENSIONALES Y PESO

Designación de la barra corrugada	Peso métrico nominal kg/m	Dimensiones nominales			Dimensiones resaltes (mm)		
		Diámetro mm	Área sección nominal	Perímetro nominal mm	Espaciamento promedio máximo	Altura promedio mínimo	Separación (GAP) 12% del perímetro nominal máxima
6 mm	0.220	6.0	28	18.8	4.2	0.24	2.35
8 mm	0.395	8.0	50	25.1	5.6	0.32	3.14
3/8"	0.560	9.5	71	29.9	6.7	0.38	3.60
12 mm	0.888	12.0	113	37.7	8.4	0.48	4.71
1/2"	0.994	12.7	129	39.9	8.8	0.51	4.90
5/8"	1.552	15.9	199	49.9	11.1	0.71	6.1
3/4"	2.235	19.1	284	59.8	13.3	0.97	7.3
1"	3.973	25.4	510	79.8	17.8	1.27	9.7
1 3/8"	7.907	35.8	1006	112.5	25.1	1.80	13.7

Nota1: La variación permisible en el peso métrico no excederá el 6% por debajo del peso nominal.

## PROPIEDADES MECÁNICAS

Diámetro nominal (d)	Requisitos de Tracción				Doblado a 180° Diámetro de mandril de doblado
	Límite de fluencia MPa (kgf/mm <sup>2</sup> )	Resistencia de tracción MPa (kgf/mm <sup>2</sup> ) mínimo	Relación RT/LF mínimo	% de alargamiento Lo=200 mm mínimo	
6 mm	420 (42,8) A 540(55,1)	620 (63,2)	1.25	11	3 d
8 mm				14	
3/8"					
12 mm					
1/2"					
5/8"				12	5 d
3/4"					
1"					
1 3/8"					7 d

Nota 2: d = Diámetro nominal de la barra, Lo = Longitud calibrada de la probeta de ensayo.

## LONGITUD

Fabricadas en longitudes de nueve (9) metros consideradas como longitudes estándar o normal. Se pueden fabricar en otras longitudes previo acuerdo con el cliente.

## VARIACIÓN PERMISIBLE EN LA LONGITUD

La tolerancia en la longitud es de:    + 100 mm  
  -    0 mm

## PRESENTACIÓN

Se suministran en rollos o barras rectas en longitudes estándar.

## IDENTIFICACIÓN

Las barras, son identificadas mediante marcas laminadas en alto relieve, que indican al fabricante, designación de tamaño, tipo de acero y designación de la fluencia mínima.





## Anexo 05: Informe de laboratorio



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**  
Facultad de Ingeniería Civil

Carretera de Ingeniería Civil Acreditada por  
**ABET** Engineering Technology Accreditation Commission

**LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"**

---

**INFORME**

Del

: Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales

A

: LUIS FERNANDO BALLÓN LAZO

Obra

: TESIS : ANÁLISIS DE EMPALMES CON CONECTOR MECÁNICO A PRESIÓN EN BARRAS DE ACERO DE REFUERZO DE DIÁMETROS 3/4" Y 1" SOMETIDOS A TRACCIÓN EN ABANCAY, 2021.

Ubicación

: ABANCAY - APURIMAC

Asunto

: Ensayo de Tracción en Aceros

Expediente N°

: 23-0569-1

Recibo N°

: 80193

Fecha de emisión

: 21/03/2023

---

1.0. DE LA MUESTRA

: Consistente en 04 probetas de barras de acero corrugado de la marca SIDERPERÚ, con conector a presión.

2.0. DEL EQUIPO

: Máquina de ensayo universal TOKYOKOKI SEIZOSHO  
Certificado de Calibración CMC-054-2022

3.0. MÉTODO DEL ENSAYO

: Norma de referencia NTP 350.405:2019.  
Procedimiento interno AT-PR-10.

4.0. RESULTADOS

: Fecha de Ensayo : 20/03/2023

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	CARGA LÍMITE DE FLUENCIA (Kg)	CARGA LÍMITE DE FLUENCIA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	CARGA MÁXIMA (KN)	OBSERVACIÓN
M1-ACOPLE 1" a 1"	20900	205,0	33800	331,5	FRACTURA DE LA BARRA CORRUGADA A 172 mm DEL CONECTOR
M2-ACOPLE 1" a 1"	21600	211,8	35100	344,2	FRACTURA DE LA BARRA CORRUGADA A 174 mm DEL CONECTOR
M3-ACOPLE 1" a 1"	20850	204,5	34100	334,4	FRACTURA DE LA BARRA CORRUGADA A 76 mm DEL CONECTOR
M4-ACOPLE 1" a 1"	21100	206,9	33800	331,5	FRACTURA DE LA BARRA CORRUGADA A 287 mm DEL CONECTOR



5.0. OBSERVACIONES:

1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.  
Técnico : L. O. R.

L.s.





Ing. Oscar Miranda Hospital  
Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:

- 1) Se prohíbe la reproducción o modificación de este informe sin previa autorización del laboratorio.
- 2) Este informe solo brinda resultados sobre las muestras que han sido ensayadas.



**UNI-LEM**  
La Calidad es nuestro compromiso  
Laboratorio Certificado ISO 9001

Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
apartado 1301 - Perú  
(511) 381 - 3343  
(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

www.lem.uni.edu.pe  
lem@uni.edu.pe  
Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI







# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

## Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



### INFORME

**Del A Obra** : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
 : LUIS FERNANDO BALLÓN LAZO  
 : TESIS : ANÁLISIS DE EMPALMES CON CONECTOR MECÁNICO A PRESIÓN EN BARRAS DE ACERO DE REFUERZO DE DIÁMETROS 3/4" Y 1" SOMETIDOS A TRACCIÓN EN ABANCAY, 2021.

**Ubicación** : ABANCAY - APURIMAC  
**Asunto** : Ensayo de Tracción en Aceros  
**Expediente N°** : 23-0569-2  
**Recibo N°** : 80193  
**Fecha de emisión** : 21/03/2023

**1.0. DE LA MUESTRA** : Consistente en 04 probetas de barras de acero corrugado de la marca SIDERPERÚ, con conector a presión con rosca.

**2.0. DEL EQUIPO** : Máquina de ensayo universal TOKYOKOKI SEIZOSHO  
 Certificado de Calibración CMC-054-2022

**3.0. MÉTODO DEL ENSAYO** : Norma de referencia NTP 350.405:2019.  
 Procedimiento interno AT-PR-10.

**4.0. RESULTADOS** : Fecha de Ensayo : 20/03/2023

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	CARGA LÍMITE DE FLUENCIA (Kg)	CARGA LÍMITE DE FLUENCIA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	CARGA MÁXIMA (KN)	OBSERVACIÓN
M5-ACOPLE 1" a 1"	21000	205,9	33600	329,5	FRACTURA DE LA BARRA CORRUGADA A 148 mm DEL CONECTOR
M6-ACOPLE 1" a 1"	21100	206,9	34100	334,4	FRACTURA DE LA BARRA CORRUGADA A 206 mm DEL CONECTOR
M7-ACOPLE 1" a 1"	21200	207,9	34500	338,3	FRACTURA DE LA BARRA CORRUGADA A 205 mm DEL CONECTOR
M8-ACOPLE 1" a 1"	21200	207,9	34500	338,3	FRACTURA DE LA BARRA CORRUGADA A 101 mm DEL CONECTOR



**5.0. OBSERVACIONES:** 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.  
 Técnico : L. O. R.

L.J.B.

NOTAS:

- 1) Se prohíbe la reproducción o modificación de este informe sin previa autorización del laboratorio.
- 2) Este informe solo brinda resultados sobre las muestras que han sido ensayadas.



Ing. Oscar Miranda Hospital  
 Jefe (e) del laboratorio



**UNI-LEM**  
 La Calidad es nuestro compromiso  
 Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
 apartado 1301 - Perú



(511) 381 - 3343



(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe



lem@uni.edu.pe



Laboratorio de Ensayo  
 de Materiales - UNI







# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

## Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carrera de Ingeniería Civil Acreditada por



Engineering  
Technology  
Accreditation  
Commission

### INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
 A : LUIS FERNANDO BALLÓN LAZO  
 Obra : TESIS : ANÁLISIS DE EMPALMES CON CONECTOR MECÁNICO A PRESIÓN EN BARRAS DE ACERO DE REFUERZO DE DIÁMETROS 3/4" Y 1" SOMETIDOS A TRACCIÓN EN ABANCAY, 2021.

Ubicación : ABANCAY - APURIMAC  
 Asunto : Ensayo de Tracción en Aceros  
 Expediente N° : 23-0569-3  
 Recibo N° : 80193  
 Fecha de emisión : 21/03/2023

- 1.0. DE LA MUESTRA : Consistente en 04 probetas de barras de acero corrugado de la marca SIDERPERÚ, con conector a presión.
- 2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo universal TOKYOKOKI SEIZOSHO  
 Certificado de Calibración CMC-054-2022
- 3.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 350.405:2019.  
 Procedimiento interno AT-PR-10.
- 4.0. RESULTADOS : Fecha de Ensayo : 20/03/2023

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	CARGA LÍMITE DE FLUENCIA (Kg)	CARGA LÍMITE DE FLUENCIA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	CARGA MÁXIMA (KN)	OBSERVACIÓN
M9-ACOPLE 3/4" a 3/4"	13300	130,4	21400	209,9	FRACTURA DE LA BARRA CORRUGADA A 100 mm DEL CONECTOR
M10-ACOPLE 3/4" a 3/4"	13400	131,4	21800	211,8	FRACTURA DE LA BARRA CORRUGADA A 78 mm DEL CONECTOR
M11-ACOPLE 3/4" a 3/4"	13300	130,4	21400	209,9	FRACTURA DE LA BARRA CORRUGADA A 128 mm DEL CONECTOR
M12-ACOPLE 3/4" a 3/4"	13200	129,4	21900	214,8	FRACTURA DE LA BARRA CORRUGADA A 63 mm DEL CONECTOR



- 5.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.  
 Técnico : L. O. R.

L.J.B.



Ing. Oscar Miranda Hospinal  
 Jefe (e) del laboratorio

#### NOTAS:

- 1) Se prohíbe la reproducción o modificación de este informe sin previa autorización del laboratorio.  
 2) Este informe solo brinda resultados sobre las muestras que han sido ensayadas.



**UNI-LEM**  
 La Calidad es nuestro compromiso  
 Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
 apartado 1301 - Perú



(511) 381 - 3343



(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



[www.lem.uni.edu.pe](http://www.lem.uni.edu.pe)



[lem@uni.edu.pe](mailto:lem@uni.edu.pe)



Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI







# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

## Facultad de Ingeniería Civil

LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"



### INFORME

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
 A : LUIS FERNANDO BALLÓN LAZO  
 Obra : TESIS : ANÁLISIS DE EMPALMES CON CONECTOR MECÁNICO A PRESIÓN EN BARRAS DE ACERO DE REFUERZO DE DIÁMETROS 3/4" Y 1" SOMETIDOS A TRACCIÓN EN ABANGAY, 2021.  
 Ubicación : ABANGAY - APURIMAC  
 Asunto : Ensayo de Tracción en Aceros  
 Expediente N° : 23-0569-4  
 Recibo N° : 80193  
 Fecha de emisión : 21/03/2023

- 1.0. DE LA MUESTRA : Consistente en 04 probetas de barras de acero corrugado de la marca SIDERPERÚ, con conector a presión con rosca.
- 2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo universal TOKYOKOKI SEIZOSHO  
 Certificado de Calibración CMC-054-2022
- 3.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 350.405:2019.  
 Procedimiento interno AT-PR-10.
- 4.0. RESULTADOS : Fecha de Ensayo : 20/03/2023

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	CARGA LÍMITE DE FLUENCIA (Kg)	CARGA LÍMITE DE FLUENCIA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	CARGA MÁXIMA (KN)	OBSERVACIÓN
M13-ACOPLE 3/4" a 3/4"	12900	126,5	21700	212,8	FRACTURA DE LA BARRA CORRUGADA A 120 mm DEL CONECTOR
M14-ACOPLE 3/4" a 3/4"	13000	127,5	21400	209,9	DESPLAZAMIENTO DE LA BARRA CORRUGADA DEL ACOPLE
M15-ACOPLE 3/4" a 3/4"	12800	125,5	21300	208,9	DESPLAZAMIENTO DE LA BARRA CORRUGADA DEL ACOPLE
M16-ACOPLE 3/4" a 3/4"	13300	130,4	21600	211,8	FRACTURA DE LA BARRA CORRUGADA A 146 mm DEL CONECTOR



- 5.0. OBSERVACIONES: 1) La información referente al muestreo, procedencia, cantidad, fecha de obtención e identificación han sido proporcionadas por el solicitante.

Hecho por : Lic. J. Basurto P.  
 Técnico : L. O. R.

L.J.B.



Ing. Oscar Miranda Hospital  
 Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:

- 1) Se prohíbe la reproducción o modificación de este informe sin previa autorización del laboratorio.  
 2) Este informe solo brinda resultados sobre las muestras que han sido ensayadas.



**UNI-LEM**  
 La Calidad es nuestro compromiso  
 Laboratorio Certificado ISO 9001



Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25  
 apartado 1301 - Perú



(511) 381 - 3343



(511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046



www.lem.uni.edu.pe



lem@uni.edu.pe



Laboratorio de Ensayo de Materiales - UNI





## Anexo 06: Panel fotográfico



Cortado de las Barras de acero con Tronzadora



En la imagen se observa una varilla de 1" ya cortada con 65 cm de longitud.



En la fotografía se puede observar los 16 aceros de 65 cm de 1" y los 16 aceros de 3/4"



14 mar 2023 4:08:49 p. m.  
3371 Avenida Javier Prado Este  
San Borja  
Provincia de Lima

En la fotografía se observa los conectores mecánicos a presión tipo 2 y a presión con rosca tipo 2.





En la imagen se observa el ensamblaje de una varilla de acero de 1" con conector mecánico a presión con rosca tipo 2



En la imagen se observa a detalle un conector mecánico a presión con rosca de  $\frac{3}{4}$ "



En la fotografía se puede observar la barra de acero de refuerzo de  $\frac{3}{4}$ " ensamblada con conector mecánico a presión con rosca.



En la fotografía se observa un conector mecánico a presión tipo 2 de 1".





En la imagen se observa a detalle un conector mecánico a presión de  $\frac{3}{4}$ "



En la imagen se observa a detalle un conector mecánico a presión con rosca de  $\frac{3}{4}$ "



En la fotografía se puede observar la barra de acero de refuerzo de 1" en pleno proceso de prensado.

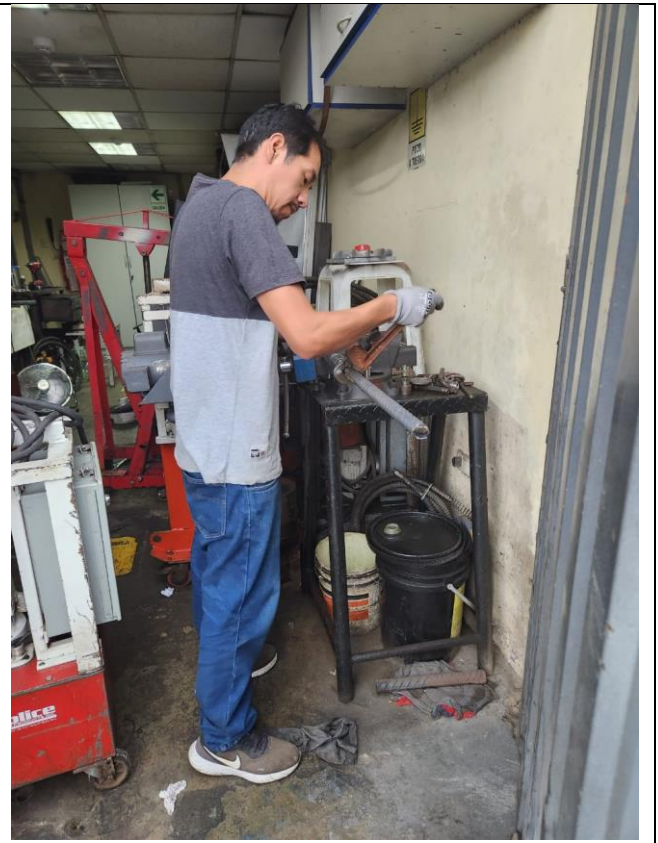


En la fotografía se observa los empalmes con conector mecánico a presión tipo 2 de 1" ya ensamblados.





En la fotografía se puede observar la barra de acero de refuerzo de 1" ensamblada con conector mecánico a presión con rosca.



En la fotografía se observa el roscado de las barras de 1" con conector a presión con rosca para completar su empalme.



En la fotografía se puede observar todas las barras de acero, tanto de 1" como de 3/4" ya empalmadas.



En la fotografía se puede apreciar la prensa hidráulica utilizada para em prensado de los conectores.





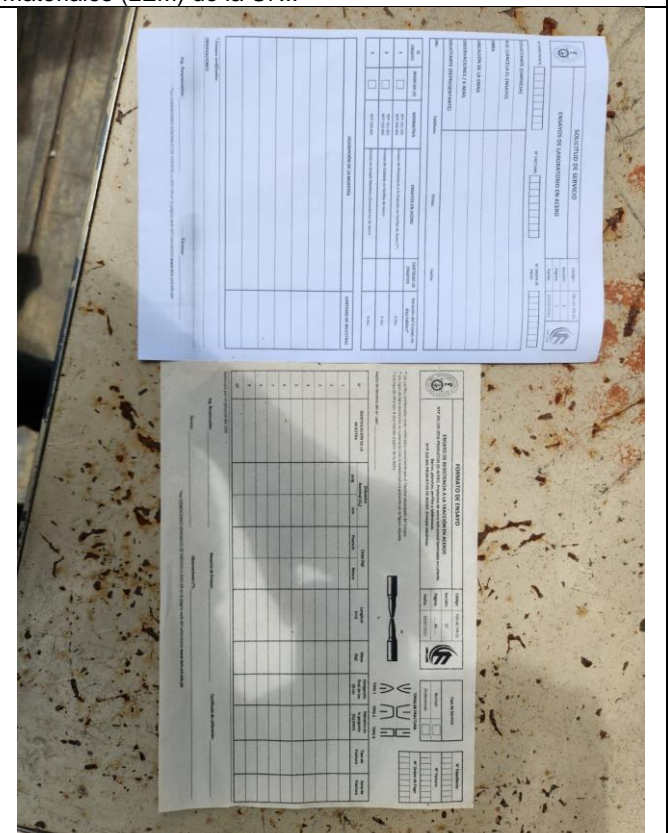
En la fotografía se puede observar el pesado de las muestras ensambladas.



En la fotografía se observa el Laboratorio de Ensayo de Materiales (LEM) de la UNI.

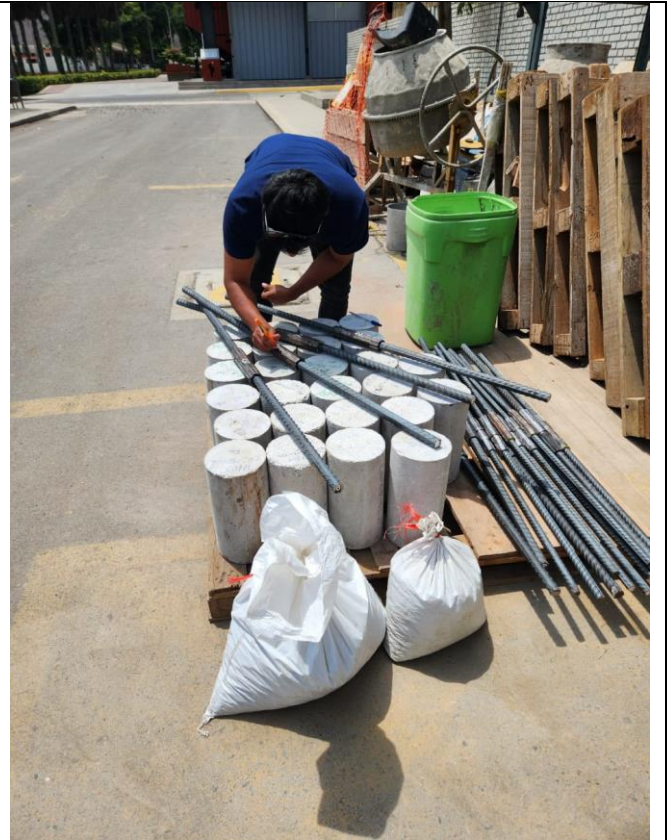
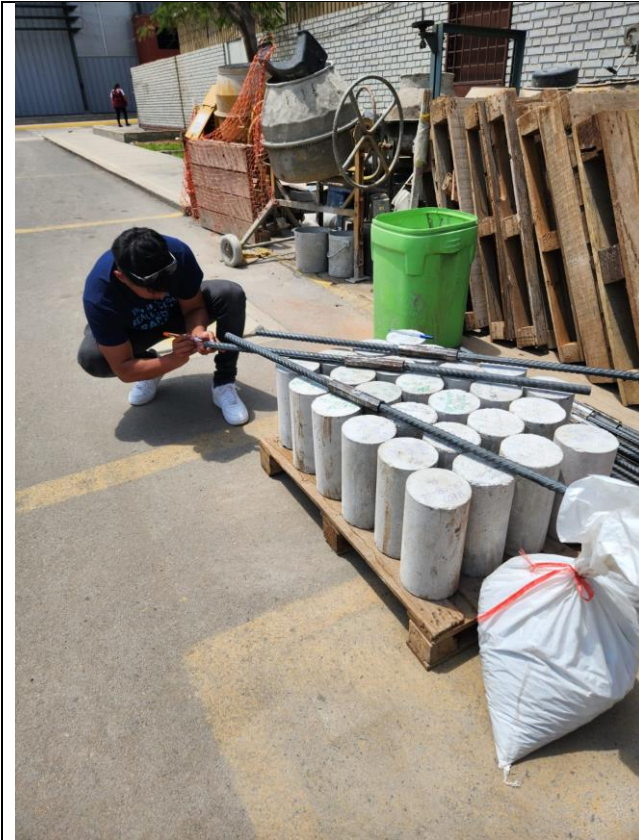


En la fotografía se puede observar todas las muestras siendo decepcionadas en el LEM de la UNI.



En la fotografía se observa las fichas llenadas antes de dejar las muestras en el laboratorio.





En las fotografías se puede observar la identificación de las muestras por tipo de conector y diámetro de la varilla.

## Anexo 07: Certificado de calibración de equipo



### CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CMC-054-2022

Peticionario : Universidad Nacional de Ingeniería

Atención : LEM - FIC - Universidad Nacional de Ingeniería

Lugar de calibración : Laboratorio N° 1 de Ensayo de Materiales " Ing. Manuel Gonzales de la Cotera " FIC - UNI. Ubicado en la Av. Túpac Amaru N° 210 Rimac - Lima.

Tipo de equipo : Máquina Universal N° 2

Capacidad del equipo : 20,000 kgf ; 50,000 kgf; 10,000 kgf ; 5,000 kgf ; 100,000 kgf.

División de escala : 20 kgf; 100 kgf; 10 kgf ; 10 kgf ; 100 kgf.

Marca : TOKYOKOKI SEIZOSHO

N° de serie del equipo : 177 T 128

Código Interno UNI : MUNV-2

Panel digital : Analógico.

Número serie panel digital : N.I. Procedencia : JAPAN

Método de calibración : ASTM E-4 "Standard Practices for Force Verification of Testing machines"

Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 19.0°C / 67%

Temp.(°C) y H.R.(%) final : 19.4°C / 66%

Patrón de referencia : Patrón utilizado Morehouse, N° de serie C-8517, clase A, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-18 Metodo B, certificado de calibración reporte N° C-8517L1820 con Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology).

Número de páginas : 4

Fecha de calibración : 2022-06-30

Este certificado de verificación sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.  
Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.  
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2022-07-08	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JOSE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA INGENIERO CIVIL Reg. del CIP N° 84326 





### Resultados de medición

Dirección de carga : Compresión

Escala : 20000 kg

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kgf)	1° ascenso	2° ascenso	3° ascenso			
0	0	0	0	0	0	0.0	0.1
10	2000	2086.4	1999.2	2004.2	2023.3	-1.2	0.2
20	4000	3977.1	3982.7	4004.0	3987.9	0.3	0.1
30	6000	5981.3	5947.9	5981.3	5970.2	0.5	0.1
40	8000	7979.8	7958.4	7987.2	7975.1	0.3	0.1
50	10000	9997.5	9922.4	10035.6	9985.2	0.1	0.1
60	12000	12008.7	11899.2	11980.6	11962.8	0.3	0.1
70	14000	14013.2	13983.5	13923.2	13973.3	0.2	0.1
80	16000	15936.9	15966.5	15919.2	15940.9	0.4	0.1

Dirección de carga : Compresión

Escala : 50000 kg

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kgf)	1° ascenso	2° ascenso	3° ascenso			
0	0	0	0	0	0	0.0	0.1
10	5000	5103	5231	5114	5149	-2.9	0.2
20	10000	10101	10216	10160	10159	-1.6	0.1
30	15000	15239	15197	15186	15207	-1.4	0.1
40	20000	20189	20254	20259	20234	-1.2	0.1
50	25000	25307	25298	25292	25299	-1.2	0.1
60	30000	30314	30313	30251	30292	-1.0	0.1
70	35000	35441	35389	35371	35401	-1.1	0.1
80	40000	40414	40356	40382	40384	-1.0	0.1







### Resultados de medición

Dirección de carga : Compresión

Escala : 10000 kg

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kgf)	1° ascenso	2° ascenso	3° ascenso			
0	0	0	0	0	0	0.0	0.1
10	1000	1024.2	999.2	998.2	1007.2	-0.7	0.3
20	2000	1997.7	1963.4	1982.9	1981.3	0.9	0.1
30	3000	2950.8	2993.5	2963.8	2969.3	1.0	0.1
40	4000	3992.9	3992.9	3951.1	3979.0	0.5	0.1
50	5000	4961.6	4968.1	4996.9	4975.5	0.5	0.1
60	6000	6019.3	5965.5	5994.3	5993.1	0.1	0.1
70	7000	6975.9	6993.5	6986.1	6985.2	0.2	0.1
80	8000	7930.6	7913.9	7979.8	7941.4	0.7	0.1

Dirección de carga : Compresión

Escala : 5000 kg

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kgf)	1° ascenso	2° ascenso	3° ascenso			
0	0	0	0	0	0	0.0	0.1
10	500	523	490	511	508	-1.6	0.2
20	1000	998	970	970	980	2.1	0.1
30	1500	1483	1465	1467	1472	1.9	0.1
40	2000	2014	2009	2019	2014	-0.7	0.1
50	2500	2493	2453	2491	2479	0.8	0.1
60	3000	2977	2963	3041	2994	0.2	0.1
70	3500	3473	3493	3475	3480	0.6	0.1
80	4000	3972	3988	3947	3969	0.8	0.1





### Resultados de medición

Dirección de carga : Compresión

Escala : 100000 kg

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kgf)	1º ascenso	2º ascenso	3º ascenso			
0	0	0	0	0	0	0.0	0.1
10	10000	10431	10480	10460	10457	-4.4	0.2
20	20000	20342	20273	20319	20311	-1.5	0.1
30	30000	30234	30143	30189	30189	-0.6	0.1
40	40000	39923	40036	40008	39989	0.0	0.1
50	50000	50012	49873	49916	49934	0.1	0.1
60	60000	59850	59868	59814	59844	0.3	0.1
70	70000	69641	69662	69690	69664	0.5	0.1
80	80000	79343	79509	79467	79440	0.7	0.1

### Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la Incertidumbre Expandida de medición, que resulta de multiplicar la Incertidumbre estándar por el factor de cobertura  $k=2$  y ha sido determinada de acuerdo a la "Guía para la expresión de la Incertidumbre en la medición".

### Notas


El usuario está obligado a tener el equipo verificado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al uso, mantenimiento y conservación que este expuesto.

El equipo se encuentra calibrado





**Anexo 06: Certificado de calidad de los materiales**



## CERTIFICATE OF COMPLIANCE

FOR BPI® TYPE 2 MECHANICAL SPLICES & ASTM A970 HEADED DEVICES (GRADE 60)

DATE	CUSTOMER	PURCHASE ORDER	ITEM	PROJECT NAME
3/20/2023	CUOTA DE VENTA SAC	N/A		SEE BELOW

QTY	PRODUCT	IDENTIFICATION	HEAT LOT No.	ASTM Spec or Rebar Mill
150	#6 BARGRIP	08XL DK	1M68253	ASTM A519-06
200	#8 BARGRIP	08XL DZ	A212977	ASTM A519-17
80	#6 GRIP TWIST FEMALE	TT06M YH1	A184728	ASTM A29
80	#6 GRIP TWIST MALE	TT06M 4G2	A184728	ASTM A29
100	#8 GRIP TWIST FEMALE	TT08F 4P1	A182384	ASTM A29
100	#8 GRIP TWIST MALE	TT08M 4O2	A180805	ASTM A29
710				

This certifies the following: Project: ANÁLISIS DE EMPALMES DE CONECTOR MECANICO A PRESION EN BARRAS DE ACERO DE REFUERZO DE DIAMETROS 3/4" Y 1" SOMETIDOS A TRACCION EN ABANCAY, 2021.  
Contractor: LUJIS FERNANDO BALLON LAZO

- Barsplice Products, Inc. (BPI) designs, manufactures, and supplies available mechanical splices and headed devices for reinforcing bars under an approved quality system in accordance with ISO 9001:2015.
- This Certificate of Compliance was issued upon the date shown above to the customer noted with reference to the customer purchase order and project name if provided. This certifies that the coupler systems and headed devices shipped from BPI comply with general descriptions, representations and dimensions made in published BPI literature and data sheet(s) in effect at the time of issue.
- Supplied products shown above are broken down by heat lot number for each quantity of product(s) listed. The BPI identification codes uniquely identify the products provided and are marked upon the finished parts where applicable. These codes match the raw material Certified Material Test Reports (CMTR) and the heat lot number. When required by material specifications, chemical analyses, tests, examinations, and heat treatments have been performed by the supplier(s) and the results have been verified by BPI to be included on the CMTR. Any required test not performed (if applicable) is noted on the CMTR, and any operation not performed per specification (if applicable) is reported.
- Raw materials used in the products listed were obtained from, and processed through, BPI qualified sources/suppliers in accordance with ISO 9001:2015. All ferrous raw materials (iron and steel) used, and their coatings if applicable, have been domestically sourced, processed and manufactured in the United States of America in full compliance with the following: Federal Highway Administration (FHWA) 23 USC § 313 – Buy America; 23 CFR § 635.410, American Recovery and Reinvestment Act of 2009 Section 1605 – Buy American, 41 USC § 8302 – Buy America; American Iron and Steel (AIS) requirements in the EPA State Revolving Fund Programs, and; the Build America, Buy America (BABA) Act.
- Product and/or material specifications are verified to be met, and products are mechanically tested when appropriate, prior to shipment to ensure the mechanical splices and headed devices provided meet applicable compression and tensile strength requirements. Type 2 mechanical splices provided conform to Section 25.5.7 of ACI 318-19 and develop 100% x specified tensile ( $f_u$ ) strength of the reinforcing bar, as stated in ACI 318-19 Section 18.2.7, when installed on Grade 60 (metric Grade 420) reinforcing bar manufactured to the latest requirements of ASTM A615/A615M or A706/A706M. Headed devices provided meet the full tensile strength requirements of ASTM A970 (confirmed with in-air testing) and conform to Class A/HA.
- The above referenced iron and steel product(s) additionally meet all requirements of the following:
  - Alaska Department of Transportation Specification Section 503-3.05.4
  - Massachusetts Department of Transportation Specification Section M8.01.9
  - New York Department of Transportation Specification Sections 106-11 and 709-10

When coated splices and headed devices are installed on galvanized or epoxy coated bars, some touch-up and/or repair of the coating may be required after installation.

**NOTICE**

The products described herein must be installed in accordance with the latest edition of the appropriate BPI SPLICING MANUAL and/or INSTALLATION INSTRUCTIONS (and any special supplements) supplied with the product or to the project. These documents must be read and fully understood by the operator before use. In accordance with project specifications, tensile tests may be required before and during production splicing to verify correct usage, rebar grade, and operator proficiency. Other terms and conditions are applicable as may have been previously supplied on quotations and order acknowledgments, either directly or to the dealer, distributor or representative.

SIGNED: Lucille Johnson      DATE: \_\_\_\_\_      SHOP ORDER # \_\_\_\_\_

**LUCILLE JOHNSON, CUSTOMER SERVICE REP.**  
**BARSPlice PRODUCTS, INC.**

## Anexo 08: Comprobantes de pago

### ➤ Boleta de venta conectores mecánicos



#### CUOTA DE VENTA S.A.C.

Domicilio fiscal: AV. RICARDO RIVERA NAVARRETE NRO. 395 INT. 1001

SAN ISIDRO- LIMA- LIMA

(+51) (1) 346 1002

<https://www.cdvperu.com/>

cdv@cdvperu.com

Dirección de Emisión: AV. RICARDO RIVERA NAVARRETE NRO. 395 INT. 1001

987586424 /914681053

R.U.C. N° 20515456130

**BOLETA DE VENTA  
ELECTRÓNICA**

**B001-105**

<b>Cliente</b>	: BALLON LAZO FERNANDO	<b>Fecha Emisión</b>	: 07/02/2023
<b>D.N.I. No</b>	: 70672427	<b>Guía Remisión</b>	:
<b>Domicilio Fiscal</b>	: AV. PACHACUTEC 527 ABANCAY ABANCAY APURIMAC	<b>Centro de Costo</b>	: 1001896
<b>Condiciones Pago</b>	: Contado	<b>N° de Pedido</b>	: COM-42003628
<b>Orden de Compra</b>	: SINOC	<b>Asesor Comercial</b>	: OFICINA

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	VALOR VENTA
BPICN8G0600000	CONECTOR DE PRESION 3/4" TIPO 2	4.00	UND	29.50	100.00
BPICN8G0800000	CONECTOR DE PRESION 1" TIPO 2	4.00	UND	42.22	143.12
BPICNGT0600000	CONECTOR DE PRESION CON ROSCA 3/4"(H+M) TIPO 2	4.00	JGO	41.34	140.12
BPICNGT0800000	CONECTOR DE PRESION CON ROSCA 1" (H+M) TIPO 2	4.00	JGO	57.32	194.32

SON: SEISCIENTOS OCHENTA Y UNO CON 52/100 DOLARES AMERICANOS

Para mayor información bancaria, comunicarse al teléfono 3461002 o al correo tesoreria@cdvperu.com

<b>OP. GRAVADAS</b>	USD	577.56
<b>OP. INAFECTAS</b>	USD	0.00
<b>OP. EXONERADAS</b>	USD	0.00
<b>OP. GRATUITAS</b>	USD	0.00
<b>I.G.V. 18%</b>	USD	103.96
<b>ICBPER</b>	USD	0.00
<b>IMPORTE TOTAL</b>	USD	681.52



Representación impresa de BOLETA DE VENTA ELECTRÓNICA, consulte en [www.sunat.gob.pe](http://www.sunat.gob.pe)  
Obtenga copia de su documento en [www.acepta.pe](http://www.acepta.pe)

➤ **Boleta de servicio de ensamblado de conectores mecánicos**



**CUOTA DE VENTA S.A.C.**

Domicilio fiscal: AV. RICARDO RIVERA NAVARRETE NRO. 395 INT. 1001  
SAN ISIDRO- LIMA- LIMA

(+51) (1) 346 1002

<https://www.cdvperu.com/>

cdv@cdvperu.com

Dirección de Emisión: AV. RICARDO RIVERA NAVARRETE NRO. 395 INT. 1001

987586424 /914681053

**R.U.C. N° 20515456130**

**BOLETA DE VENTA  
ELECTRÓNICA**

**B001-108**

<b>Cliente</b>	: BALLON LAZO FERNANDO	<b>Fecha Emisión</b>	: 14/03/2023
<b>D.N.I. No</b>	: 70672427	<b>Guía Remisión</b>	:
<b>Domicilio Fiscal</b>	: LIMA LIMA LIMA	<b>Centro de Costo</b>	: 1001896
<b>Condiciones Pago</b>	: Contado	<b>N° de Pedido</b>	: COM-42003781
<b>Orden de Compra</b>	: SINOC	<b>Asesor Comercial</b>	: OFICINA

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	VALOR VENTA
10000027	SERVICIO DE PRENSADO DE CONECTORES BARSPLICE GT 3/4: 04 UND; GT 1": 04 UND; BG 3/4: 04 UND; BG 1": 04UND	1.00	UND	118.00	100.00
SON: CIENTO DIECIOCHO CON 00/100 DOLARES AMERICANOS				<b>OP. GRAVADAS</b>	USD 100.00
				<b>OP. INAFECTAS</b>	USD 0.00
				<b>OP. EXONERADAS</b>	USD 0.00
				<b>OP. GRATUITAS</b>	USD 0.00
				<b>I.G.V. 18%</b>	USD 18.00
				<b>ICBPER</b>	USD 0.00
				<b>IMPORTE TOTAL</b>	USD 118.00

Para mayor información bancaria, comunicarse al teléfono 3461002 o al correo tesoreria@cdvperu.com



Representación impresa de BOLETA DE VENTA ELECTRÓNICA, consulte en [www.sunat.gob.pe](http://www.sunat.gob.pe)  
Oblenga copia de su documento en [www.acepla.pe](http://www.acepla.pe)





## ➤ Guía de remisión de conectores mecánicos



## CUOTA DE VENTA S.A.C.

Domicilio Fiscal: Av. Ricardo Rivera Navarrete N° 395 Int. 1001 - San Isidro - Lima - Lima  
 Anexos: Av. Javier Prado Este N° 3349 (Alt. de la Telefónica) - San Borja - Lima - Lima  
 Av. Del Aire N° 1698 - Urb. Villa Jardín - San Luis - Lima - Lima  
 Cal. Francisco Bolognesi Mza. Q Lote 5 Urb. La Libertad Cerro Colorado - Arequipa - Arequipa  
 Telf.: (01) 3461002 E-mail: ventas@cdvperu.com

R.U.C. 20515456130

GUIA DE REMISION REMITENTE

0001 - N° 022561  
0001-22561

Fecha de inicio del traslado: 14/03/2023

Destinatario: BALLON LAZO FERNANDO

RUC: 70672427 N° O.C.SINOG: Factura: 8004-105

Punto de Partida: AV. LOS CASTILLOS NRO. 300 LIMA - LIMA - ATE

Punto de Llegada: AV. RACHACUTEPEC 527

DESCRIPCIÓN	LOTE	CANT.	UNIDAD DE MEDIDA
BPICNBG0800000 CONECTOR DE PRESION 3/4" TIPO 2	8K	4.00	UND
BPICNBG0800000 CONECTOR DE PRESION 1" TIPO 2	08XL-DZ	4.00	UND
BPICNGT0800000 CONECTOR DE PRESION CON ROSCA 3/4"(H+M) TIPO 2	S/N	4.00	KIT
BPICNGT0800000 CONECTOR DE PRESION CON ROSCA 1" (H+M) TIPO 2	S/N	4.00	KIT

Motivo del traslado:

Datos del Transportista

Venta  
 Compra  
 Consignación  
 Venta con entrega a terceros  
 Recibo de bienes  
 Venta sujeta a confirmación por el comprador  
 Traslado entre establecimientos de la misma empresa  
 Devolución  
 Otros (especificar)

CUOTA DE VENTA S.A.C.  
 Nombre: .....  
 Ruc: 20515456130  
 Marca y Placa: .....  
 N° Lic. de conducir: .....

Luis F. Ballón Lazo  
 DNI: 70672427  
 RECIBI CONFORME

DESTINATARIO

➤ Orden de pago de ensayo a tracción

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA		36-FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL		
ORDEN PAGO		N° Recibo: 371284		
Tipo Documento:	2-BOLETA	Medio de Pago:	2-Depósito	Fecha: 16/03/2023
DNI/RUC:	70672427	Nombre/Razon social:	BALLON LAZO LUIS FERNANDO	
Dirección:				
SubDependencia:	360301-FIC Laboratorio de Ensayo de Materiales			
Proyecto/Actividad:	06004-Ss. Laboratorio de Ensayo de Materiales			
N°	Codigo	Servicio	Precio	Importe
1	13392302	ANALISIS LABORATORIO - FACULTAD	5380.80	5380.80
Total		5380.80		
CONCEPTO				
16 ENSAYOS DE TRACCION EN CONECTORES EXP. 23-0569				

➤ Boleta de Pago de Ensayo a Tracción

BCP

SERVICIO DE RECAUDACION MNA

OF./191108-1080-T22776 OP-0333184 16/03/2023  
Hora: 13:21:06

Tipo de empresa: UNIVERSIDADES  
Empresa afiliada: EFE  
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

Cuenta a Abonar:  
PAGO ESTUDIANTES

Nro de cuenta: 191-7482607-0-86

Código Id de Usuario: 70672427

Usuario: BALLON LAZO LUIS FERNANDO

Fecha	Cuota	Cargo Fijo	Mora	Total
30/09/2023	5380.80	0.00	0.00	5380.80

Importe : S/\*\*\*\*\*5,380.80  
Comisión : S/\*\*\*\*\*0.00  
Importe Total : S/\*\*\*\*\*5,380.80

-----



## Anexo 09: Instrumento de recolección de datos



### Ficha de Observación

**Título de tesis:** “Análisis de Empalmes con Conector Mecánico a Presión en Barras de Acero de Refuerzo de Diámetros  $\frac{3}{4}$ ” y 1” Sometidos a Tracción en Abancay,2021”

**Autor:** Luis Fernando Ballon Lazo

**Dimensión:** Tipos de conectores mecánicos a presión

Datos de las Muestras de las Barras de Acero Empalmadas con Conectores Mecánicos a Presión

Tipo de Conector mecánico empleado en el empalme	Número de Muestra	Peso (gr)	Longitud de la muestra (cm)	Longitud del conector (cm)	Diámetro de la barra de refuerzo empalmada (pulgadas)
Conector Mecánico a Presión Tipo 2					
Conector Mecánico a Presión con rosca Tipo 2					
Conector Mecánico a Presión Tipo 2					
Conector Mecánico a Presión con rosca Tipo 2					

Ing. Abbon Alex Vasquez R, Ph. D  
CIP: 76978

Mg. Ing. Marco Antonio Gálvez Quintana  
CIP: 182975

Mg. Ing. César Augusto del Carpio Contreras  
CIP: 56084



### Ficha de Medición de Datos

**Título de tesis:** “Análisis de Empalmes con Conector Mecánico a Presión en Barras de Acero de Refuerzo de Diámetros ¾” y 1” Sometidos a Tracción en Abancay,2021”

**Autor:** Luis Fernando Ballon Lazo

**Dimensión:** Resistencia a la Tracción

**Ensayo:** Ensayo a la tracción de acero de refuerzo previamente empalmado con conector mecánico bajo la norma técnica peruana NTP 341.002

Resultado de los Ensayos a Tracción en las Muestras de Acero de Refuerzo Empalmadas con Conector Mecánico

Tipo de Conector mecánico empleado en el empalme	Numero de Muestra	Diámetro de la barra de refuerzo empalmes	Carga Limite de Fluencia (kg)	Esfuerzo de fluencia (kg/cm2)	Carga máxima (kg)	Máximo esfuerzo de tracción (kg/cm2)
Conector Mecánico a Presión Tipo 2						
Conector Mecánico a Presión con rosca Tipo 2						
Conector Mecánico a Presión Tipo 2						
Conector Mecánico a Presión con rosca Tipo 2						

Ing. Abbon Alex Vasquez R, Ph. D  
CIP: 76978

Mg. Ing. Marco Antonio Gálvez Quintana  
CIP: 182975

Mg. Ing. César Augusto del Carpio Contreras  
CIP: 56084

## Anexo 10: Validación por juicio de expertos

### Validación de Instrumentos por Juicio de Expertos

Solicito: Validación de fichas técnicas de medición de datos.

Yo, Luis Fernando Ballón Lazo identificado con D.N.I. 70672427, con domicilio en la Av. Pachacútec N° 527-529 de la ciudad de Abancay, con código de estudiante 201520301C de la escuela profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Tecnológica de los Andes. Me presento ante usted con mucho respeto y admiración y expongo lo siguiente:

Debido a la importancia del estudio de nuevos métodos en cuanto a sistemas de empalme que hagan de las obras de concreto armado más resistentes, además de facilitar su proceso constructivo y previo calculo estructural es de mucha importancia analizar el uso de empalmes con conectores mecánicos para dar continuidad estructural a las barras de acero de refuerzo. Por lo expuesto, presento ante usted una investigación que busca implementar el uso de empalmes mecánicos con conectores mecánicos que buscan mejorar las propiedades mecánicas del acero.

Título de tesis: "Análisis de Empalmes con Conector Mecánico a Presión en Barras de Acero de Refuerzo de Diámetros  $\frac{3}{4}$ " y 1" Sometidos a Tracción en Abancay, 2021"

Objetivo: Verificar la resistencia a la tracción que ofrecen los empalmes con conector mecánicos a presión en las barras de acero de refuerzo de  $\frac{5}{8}$ " y  $\frac{3}{4}$ " de diámetro en la ciudad de Abancay-2021.

### Validez


Para cada dimensión se ha desarrollado una ficha técnica de recolección de datos y serán presentados a tres profesionales con amplio conocimiento en el tema propuesto. Cada instrumento que se utilizara en esta investigación es sometido a un juicio de expertos, profesionales con conocimiento solido en el tema, ingenieros civiles que con su experiencia revisaran cada instrumento y emitirán su calificación en la siguiente tabla de valoración donde cada experto emitirá su puntaje de acuerdo con su criterio y experiencia.

DIMENSIONES	VALORACION				
	1	2	3	4	5
Tipos de conectores mecánicos a presión					X
Resistencia a la Tracción					X

1) Muy bajo 2) Bajo 3) Medio 4) Alto 5) Muy Alto



Ballón Lazo Luis Fernando  
DNI 70672427



Ing. Abbon Alex Vásquez Ramírez, Ph. D  
CIP: 76978

## Validación de Instrumentos por Juicio de Expertos

Solicito: Validación de fichas técnicas de medición de datos.

Yo, Luis Fernando Ballón Lazo identificado con D.N.I. 70672427, con domicilio en la Av. Pachacútec N° 527-529 de la ciudad de Abancay, con código de estudiante 201520301C de la escuela profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Tecnológica de los Andes. Me presento ante usted con mucho respeto y admiración y expongo lo siguiente:

Debido a la importancia del estudio de nuevos métodos en cuanto a sistemas de empalme que hagan de las obras de concreto armado más resistentes, además de facilitar su proceso constructivo y previo calculo estructural es de mucha importancia analizar el uso de empalmes con conectores mecánicos para dar continuidad estructural a las barras de acero de refuerzo. Por lo expuesto, presento ante usted una investigación que busca implementar el uso de empalmes mecánicos con conectores mecánicos que buscan mejorar las propiedades mecánicas del acero.

Título de tesis: "Análisis de Empalmes con Conector Mecánico a Presión en Barras de Acero de Refuerzo de Diámetros  $\frac{3}{4}$ " y 1" Sometidos a Tracción en Abancay,2021"

Objetivo: Verificar la resistencia a la tracción que ofrecen los empalmes con conector mecánicos a presión en las barras de acero de refuerzo de  $\frac{5}{8}$ " y  $\frac{3}{4}$ " de diámetro en la ciudad de Abancay-2021.

### Validez

Para cada dimensión se ha desarrollado una ficha técnica de recolección de datos y serán presentados a tres profesionales con amplio conocimiento en el tema propuesto. Cada instrumento que se utilizara en esta investigación es sometido a un juicio de expertos, profesionales con conocimiento solido en el tema, ingenieros civiles que con su experiencia revisaran cada instrumento y emitirán su calificación en la siguiente tabla de valoración donde cada experto emitirá su puntaje de acuerdo con su criterio y experiencia.

DIMENSIONES	VALORACION				
	1	2	3	4	5
Tipos de conectores mecánicos a presión					X
Resistencia a la Tracción					X

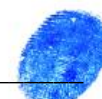
1) Muy bajo    2) Bajo    3) Medio    4) Alto    5) Muy Alto



Ballón Lazo Luis Fernando  
DNI 70672427



Mg. Ing. Marco Antonio Gálvez Quintana  
CIP: 182975



## Validación de Instrumentos por Juicio de Expertos

Solicito: Validación de fichas técnicas de medición de datos.

Yo, Luis Fernando Ballón Lazo identificado con D.N.I. 70672427, con domicilio en la Av. Pachacútec N° 527-529 de la ciudad de Abancay, con código de estudiante 201520301C de la escuela profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Tecnológica de los Andes. Me presento ante usted con mucho respeto y admiración y expongo lo siguiente:

Debido a la importancia del estudio de nuevos métodos en cuanto a sistemas de empalme que hagan de las obras de concreto armado más resistentes, además de facilitar su proceso constructivo y previo calculo estructural es de mucha importancia analizar el uso de empalmes con conectores mecánicos para dar continuidad estructural a las barras de acero de refuerzo. Por lo expuesto, presento ante usted una investigación que busca implementar el uso de empalmes mecánicos con conectores mecánicos que buscan mejorar las propiedades mecánicas del acero.

Título de tesis: "Análisis de Empalmes con Conector Mecánico a Presión en Barras de Acero de Refuerzo de Diámetros  $\frac{3}{4}$ " y 1" Sometidos a Tracción en Abancay, 2021"

Objetivo: Verificar la resistencia a la tracción que ofrecen los empalmes con conector mecánicos a presión en las barras de acero de refuerzo de  $\frac{5}{8}$ " y  $\frac{3}{4}$ " de diámetro en la ciudad de Abancay-2021.

### Validez

Para cada dimensión se ha desarrollado una ficha técnica de recolección de datos y serán presentados a tres profesionales con amplio conocimiento en el tema propuesto. Cada instrumento que se utilizara en esta investigación es sometido a un juicio de expertos, profesionales con conocimiento solido en el tema, ingenieros civiles que con su experiencia revisaran cada instrumento y emitirán su calificación en la siguiente tabla de valoración donde cada experto emitirá su puntaje de acuerdo con su criterio y experiencia.

DIMENSIONES	VALORACION				
	1	2	3	4	5
Tipos de conectores mecánicos a presión					X
Resistencia a la Tracción					X

1) Muy bajo    2) Bajo    3) Medio    4) Alto    5) Muy Alto

Ballón Lazo Luis Fernando  
DNI 70672427

Mg. Ing. César Augusto del Carpio Contreras  
CIP: 56084

## Anexo 11: Informes de actividades al asesor



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
"Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo"



### INFORME N°001-2023-LFBL-EPIC-FI-UTEA

**A** : **PHD ABBON ALEX VASQUEZ RAMÍREZ**  
Asesor de Tesis

**DE** : **BACH. LUIS FERNANDO BALLON LAZO**  
Tesisista

**ASUNTO** : **INFORME DE ACTIVIDADES DE EJECUCIÓN DE TESIS.**  
"ANÁLISIS DE EMPALMES CON CONECTOR MECÁNICO A PRESIÓN EN BARRAS DE ACERO DE REFUERZO DE DIÁMETROS ¾" Y 1" SOMETIDOS A TRACCIÓN EN ABANCAY, 2021"

**FECHA** : Abancay, 8 de febrero del 2023.

Por intermedio del presente es sumamente grato dirigirme a usted con la finalidad de informarle sobre las actividades que se vienen realizando en cuanto a la ejecución de la presente tesis. Con fecha 7 de febrero del 2023 se realizó la compra de 04 UND de conectores mecánicos a presión de ¾" tipo 2, 04 UND de conectores mecánicos a presión de 1" tipo 2, 04 UND de conectores mecánicos a presión con rosca de ¾" (H+M) tipo 2 y, 04 UND de conectores mecánicos a presión con rosca de 1" (H+M) tipo 2, para ello, se contacto a la empresa CDV INGENIERIA ANTISISMICA, los cuales ya me habían enviado una cotización semanas antes. El total de la compra asciende al monto de USD 681.52 (Seiscientos ochenta y uno con 52/100 dólares americanos).

Sin otro particular aprovecho la oportunidad para expresarle las muestras de mi especial consideración y estima personal.

Atentamente;

Recibido  
HR





UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 "Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo"



**INFORME N°002-2023-LFBL-EPIC-FI-UTEA**

**A** : **PhD ABBON ALEX VASQUEZ RAMÍREZ**  
 Asesor de Tesis

**DE** : **BACH. LUIS FERNANDO BALLON LAZO**  
 Tesista

**ASUNTO** : **INFORME DE ACTIVIDADES DE EJECUCIÓN DE TESIS.**  
 "ANÁLISIS DE EMPALMES CON CONECTOR MECÁNICO A PRESIÓN EN BARRAS DE ACERO DE REFUERZO DE DIÁMETROS ¾" Y 1" SOMETIDOS A TRACCIÓN EN ABANCAY, 2021"

**FECHA** : Abancay, 13 de marzo del 2023.

Por intermedio del presente es sumamente grato dirigirme a usted con la finalidad de informarle sobre las actividades que se vienen realizando en cuanto a la ejecución de la presente tesis. Con fecha 13 de marzo del 2023 en horas de la mañana se realizó la compra de 02 varillas de acero corrugado grado 60 de 1" y 02 varillas de acero corrugado grado 60 de ¾", ambos en la marca SIDERPERU. El total de la compra asciende a S/. 578.00 (quinientos setenta y ocho con 00/100 nuevos soles).

Se informa también que el día de hoy, en horas de la noche se hará el viaje hacia la ciudad de Lima, donde se realizarán los ensayos necesarios para seguir con la ejecución de la tesis. Para ello, se realizó una cotización con el laboratorio de ensayo de materiales de la Universidad Nacional de Ingeniería. Por un total de 16 muestras ensayadas a tracción, 04 und de acero empalmadas con conector a presión tipo 2 de ¾", 04 und de acero empalmadas con conector a presión tipo 2 de 1", 04 und de acero empalmadas con conector a presión con rosca tipo 2 de ¾" y 04 und de acero empalmadas con conector a presión con rosca tipo 2 de 1". El costo asciende al monto de S/. 5,380.80 (cinco mil trescientos ochenta con 80/100 nuevos soles).

Sin otro particular aprovecho la oportunidad para expresarle las muestras de mi especial consideración y estima personal.

Atentamente;

Recibido



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES  
 FACULTAD DE INGENIERÍA  
 CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
 "Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo"



INFORME N°003-2023-LFBL-EPIC-FI-UTEA

**A** : **PhD ABBON ALEX VASQUEZ RAMÍREZ**  
 Asesor de Tesis

**DE** : **BACH. LUIS FERNANDO BALLON LAZO**  
 Tesista

**ASUNTO** : **INFORME DE ACTIVIDADES DE EJECUCIÓN DE TESIS.**  
 "ANÁLISIS DE EMPALMES CON CONECTOR MECÁNICO A PRESIÓN EN BARRAS DE ACERO DE REFUERZO DE DIÁMETROS ¾" Y 1" SOMETIDOS A TRACCIÓN EN ABANCAY, 2021"

**FECHA** : Abancay, 16 de marzo del 2023.

Por intermedio del presente es sumamente grato dirigirme a usted con la finalidad de informarle sobre las actividades que se vienen realizando en cuanto a la ejecución de la presente tesis. Con fecha 14 de febrero se llegó a la ciudad de Lima donde se tenía programado los siguiente:

- Al llegar a Lima, lo primero que se realizó fue dirigimos al almacén de la empresa CDV INGENIERÍA ANTISÍSMICA, donde se iba a recoger los conectores mecánicos previamente adquiridos.
- Una vez recogidos los empalmes mecánicos se procedió a realizar el prensado de ellos para tener listo los especímenes a ensayarse. Previo a ello, se realizó el pago de USD 118.00 (ciento dieciocho con 00/100 dólares americanos) como pago de servicio de prensado de aceros con conectores mecánicos a presión. Este pago se hizo a la empresa CDV INGENIERÍA ANTISÍSMICA.
- Se señala que los aceros fueron previamente cortados con una longitud de 65 cm.

Con fecha 16 de marzo del 2023 en horas de la mañana nos dirigimos al LEM de la UNI, donde se dejó las 16 muestras de aceros empalmados con conectores mecánicos para ser sometidos al ensayo de tracción. Para ello, se llenó previamente unas fichas donde se brindaba la información necesaria. Luego en la caja de la universidad nos dieron la orden de pago. Luego se realizó el pago de los S/. 5,380.80 (cinco mil trescientos ochenta con 80/100 nuevos soles), hecho esto, el encargado del laboratorio, me indicó que los resultados me los enviaría por correo, en un periodo no mayor de 5 días hábiles.

Sin otro particular aprovecho la oportunidad para expresarle las muestras de mi especial consideración y estima personal.

Atentamente;





UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL  
"Año de la Unidad, la Paz y el Desarrollo"



INFORME N°004-2023-LFBL-EPIC-FI-UTEA

**A** : **PhD ABBON ALEX VASQUEZ RAMÍREZ**  
Asesor de Tesis

**DE** : **BACH. LUIS FERNANDO BALLON LAZO**  
Tesisista

**ASUNTO** : **INFORME DE ACTIVIDADES DE EJECUCIÓN DE TESIS.**  
"ANÁLISIS DE EMPALMES CON CONECTOR MECÁNICO A PRESIÓN EN BARRAS DE ACERO DE REFUERZO DE DIÁMETROS ¾" Y 1" SOMETIDOS A TRACCIÓN EN ABANCAY, 2021"

**FECHA** : Abancay, 22 de marzo del 2023.

Por intermedio del presente es sumamente grato dirigirme a usted con la finalidad de informarle sobre las actividades que se vienen realizando en cuanto a la ejecución de la presente tesis. El día 21 de marzo se me envió al correo los resultados del ensayo a tracción con máquina de ensayo universal TOKYOKOKI SEIZOSHO. Este informe tiene los resultados de las 16 muestras ensayadas. Estos datos serán necesarios para empezar a redactar el capítulo IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN de la tesis que estoy elaborando.

Sin otro particular aprovecho la oportunidad para expresarle las muestras de mi especial consideración y estima personal.

Atentamente;

Recibido

**Anexo 12: Declaratorio de autenticidad**DECLARACIÓN PERSONAL DE AUTENTICIDAD Y  
DE NO PLAGIO

Yo, Luis Fernando Ballon Lazo Identificado con DNI N°70672427

De la Escuela Profesional de ingeniería civil, autor de la Tesis titulada: “Análisis de Empalmes con Conector Mecánico a Presión en Barras de Acero de Refuerzo de Diámetros  $\frac{3}{4}$ ” y 1” Sometidos a Tracción en Abancay,2021”

## DECLARO QUE

El tema de tesis es auténtico, siendo resultado de mi trabajo personal, no es una copia, no hay ideas, formulaciones, citas integrales e ilustraciones diversas, obtenidas de otras tesis, obra, artículo, memoria, etc., sin mencionar de forma clara y exacta su origen o autor, tanto en el cuerpo del texto, figuras, cuadros, tablas u otros que posean derechos de autor.

Abancay, 05 de octubre del 2023

---

Luis Fernando Ballon Lazo  
DNI N°70672427

**Anexo 13: Documentos administrativos**