



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
CIVIL**

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

AUTOR:

Pedro Emilio Sánchez Rengifo (ORCID: 0000-0003-3608-8473)

ASESOR:

Dr. Omart Demetrio Tello Malpartida (ORCID: 0000-0002-5043-6510)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2019

Dedicatoria

A mi madre por su incondicional apoyo en todo momento, por sus consejos y por la motivación constante. A mi pequeño y amado benjamín por su contagiosa alegría, a todos mis hermanos

Agradecimiento

Primeramente, agradecer a Dios por sobre todas las cosas, seguidamente dar las gracias a mi amada madre por su incondicional y por creer siempre en mí y a todos aquellos que en gran parte contribuyeron en mi desarrollo.

Página del jurado

Declaratoria de autenticidad

Yo, Sánchez Rengifo Pedro Emilio, identificado con DNI N° 43881363, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación anexada a la presente tesis es original y de fuentes veraces.

Asimismo, declaro bajo juramento que todos los datos e información que se expone en la presente tesis son originales.

Por lo expuesto, asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad Cesar vallejo.

Los Olivos, 11 de diciembre del 2019.



Pedro Emilio Sánchez Rengifo
D.N.I: 43881363

Índice

Dedicatoria	ii
Agradecimiento.....	iii
Página del jurado	iv
Declaratoria de autenticidad	v
Índice.....	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN	0
II. MÉTODO.....	25
2.1. Tipo y diseño de la investigación	26
2.2. Operacionalización de las variables.....	28
2.3. Población, muestra y muestreo.....	30
2.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	31
2.5. Procedimiento	33
2.6. Método de análisis de datos.....	36
2.7. Aspectos éticos	36
III. RESULTADOS.....	37
IV. DISCUSIÓN	71
V. CONCLUSIONES	74
VI. RECOMENDACIONES	77
REFERENCIAS	80
ANEXOS.....	87

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo: Determinar la resistencia a la tracción, ductilidad, resistencia a la flexión de los empalmes mecánicos en relación a los empalmes por traslapes. Se ha realizado con el objetivo de determinar el desempeño estructural de los empalmes mecánicos. la metodología en esta investigación es de tipo aplicada con un enfoque cuantitativo y de diseño cuasiexperimental. Por lo tanto, se ha analizado el desempeño estructural con dos tipos de muestras para cada dimensión, 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 $210 \frac{kg}{cm^2}$. Finalmente se realizaron los ensayos para determinar las propiedades mecánicas del material. Obteniendo los siguientes resultados de esfuerzos en la tabla 12, M1: Esfuerzo máximo a tracción $73.900 \frac{kg}{cm^2}$, mientras que en la muestra M2: Esfuerzo máximo a la tracción $69.887 \frac{kg}{cm^2}$. con porcentaje de 5.43% de diferencia entre ambos sistemas de empalmes. La ductilidad (tabla 17) para la muestra M1=20.67%, M2=12.95%, con una diferencia de 38.80%. El esfuerzo máximo a la flexión (tabla 18) para la muestra M1= $61.46 \frac{kg}{cm^2}$ a tracción y $57.10 \frac{kg}{cm^2}$, a compresión, la resistencia del acero a tracción $24.79 \frac{kg}{cm^2}$, M2= $92.80 \frac{kg}{cm^2}$, a tracción y $97.11 \frac{kg}{cm^2}$, a compresión, la resistencia del acero a tracción alcanzo $42.16 \frac{kg}{cm^2}$. El empalme por traslape supero en resistencia a la flexión en 41.20% al empalme mecánico, pero posee menos capacidad de carga residual, llegando a la conclusión que el desempeño estructural mejora con el uso de los empalmes mecánicos de tornillo tipo 2 – Barsplice de media pulgada de diámetro.

Palabras claves: conector mecánico de tornillo tipo 2, empalme por traslape, resistencia a la tracción

Abstract

The present investigation had as objective: to determine the tensile strength, ductility, the flexural strength of mechanical joints in relation to overlapping joints. It has been carried out with the objective of determining the structural performance of mechanical joints. The methodology in this research is applied with a quantitative approach and a quasi-experimental design. Therefore, the structural performance has been analyzed with two moles of samples for each dimension, M1 = Corrugated bar splice with mechanical screw connector type 2 - Barsplice of half an inch in diameter, M2 = Corrugated bar splice moored with $210 \frac{kg}{cm^2}$ coated concrete (overlap) wire. Finally, the tests were analyzed to determine the mechanical properties of the material. Obtaining the following stress results in Table 12, M1: Maximum tensile stress $73,900 \frac{kg}{cm^2}$, while in sample M2: Maximum tensile effort $69,887 \frac{kg}{cm^2}$. with percentage of 5.43% difference between both splice systems. Ductility (table 17) for the sample M1 = 20.67%, M2 = 12.95%, with a difference of 38.80%. The maximum flexural stress (table 18) for the sample M1 = $61.46 \frac{kg}{cm^2}$ tensile and $57.10 \frac{kg}{cm^2}$, one compression, the tensile steel strength $24.79 \frac{kg}{cm^2}$, M2 = $92.80 \frac{kg}{cm^2}$, one tensile and $97.11 \frac{kg}{cm^2}$, one compression, the tensile steel strength reached $42.16 \frac{kg}{cm^2}$. The overlapping joint exceeded in resistance to bending in 41.20% to the mechanical splice, but it has less residual load capacity, concluding that the structural performance improves with the use of mechanical splices type 2 - Barsplice of half an inch in diameter.

Keywords: mechanical screw connector type 2, overlap splice, tensile strength

I. INTRODUCCIÓN

Los constantes movimientos sísmicos a nivel mundial conllevo a que aparezcan nuevas tecnologías en la industria de la construcción. Puesto que los países del continente americano costeados por el Océano Pacífico y se cierra en las costas asiáticas son zonas sísmicas caracterizadas como las más activas del planeta, ya que en estas áreas tienen lugar el 80% de los terremotos ocurridos en el mundo. Siendo el terremoto con mayor número de víctimas en América Latina el ocurrido el 31 de mayo de 1970 en el departamento andino de Ancash en Perú, con magnitud en la escala de Richter fue de 7,9 grados el cual hizo que desapareciera el pueblo de Yungay con 75.000 muertos. Le sigue a esta tragedia mundial, el sismo ocurrido en Valdivia al sur de Chile el 22 de mayo de 1960 con una magnitud entre 9 y 9,5 grados en la escala de Richter con 6.000 muertos. (Diario El Mundo, 2010)

Cabe destacar que catástrofe de las magnitudes telúricas señaladas se requiere que las nuevas edificaciones sean inspeccionadas, puesto que hechos como los ocurridos en México, donde el terremoto de 1985 de 8,1 grados en la escala de Richter, derrumbó miles de edificios; sin embargo, al momento de realizar las nuevas construcciones los constructores y arquitectos no tomaron en cuenta el mal estado del terreno de algunas zonas, así como las autoridades competentes no supervisaron e inspeccionaron los procesos de construcción. Según el ingeniero Cristian Málaga de la Universidad Imperial de Londres, fue la causa que la población construyeran sus propias casas o las reformarían sin tomar en cuenta el reglamento que da razón de las características para la cual fue construida. Por tanto, la falta de supervisión y diferencias en los métodos de construcción fue la causa de que algunos edificios se derrumbaron a escasos metros de otros que no sufrieron daños aparentes durante el terremoto ocurrido 32 años después. (BBC Mundo, 2017)

En lo que respecta a los principales daños en elementos de concretos, se tiene que éstos fueron por fisuras diagonales en vigas, columnas y muros debidas a fallas por cortante, pérdida de material en columnas debido a la combinación de compresión y flexión. También, hubo muchas fallas en losas planas por penetración de la columna en el sistema de piso, por lo que no se le dio importancia al sistema estructural empleado y se debe hacer una supervisión más estricta durante la construcción para evitar problemas de choques entre edificios adyacentes o alteraciones en la estructura. (Hernández, 2017)

El Perú no es la excepción de sufrir estos daños estructurales debido a su ubicación geográfica, lo cual se sitúa en una zona altamente sísmica, representando una constante

amenaza de destrucción a gran escala, siendo Lima Metropolitana y Callao las zonas que agrupan casi el 50% de los habitantes en alta exposición. La población limeña ha sido afectada por muchos terremotos cuyas edificaciones dada su antigüedad y escaso mantenimiento se hacen más vulnerables a la ocurrencia de sismos. Por otro lado, se tiene limitada disponibilidad de instrumentos de detección, medición y monitoreo de sismos en instituciones técnico científicas; lo cual no facilita el conocimiento científico de la vulnerabilidad. (Saavedra, 2015)

Para la elaboración de los antecedentes, se ha citado a diversos autores que son aportes a nivel nacional e internacional respaldan a la problemática planteada. Así se tiene a:

(Tarazona, 2019), presentó una tesis para determinar que el uso de empalmes mecánicos representa una mejora en los costos comparado con el uso del empalme por traslape, se tomó como caso de estudio a los empalmes mecánicos tipo conector rosca paralela recta que forman parte de las estructuras verticales denominadas pilas pilote de las cinco estaciones que conforman la Etapa 1A del proyecto “Línea 2 y ramal Av. Faucett – Av. Gambetta de la red básica del Metro de Lima y Callao”, la metodología empleada fue explicativa, obteniendo resultados que permiten concluir que la conveniencia del empleo de dichos conectores, en cuanto a los costos, es proporcional a los diámetros de las barras a empalmar, sin embargo para optar por el uso de conectores de rosca paralela en barras de diámetros menores existen beneficios que justifican ampliamente su implementación. Es importante mencionar que sea cualquiera el diámetro a empalmar con este tipo de conector, deben cumplir con ciertas consideraciones para que su uso sea adecuado y no represente riesgos.

Mohammad K. Sharbatdar* , Omid Mohammadi Jafaria and Mohammad S. Karimi (2018), en el artículo titulado *Experimental evaluation of splicing of longitudinal bars with forging welding in flexural reinforced concrete beams*. tuvieron como objetivo principal de investigación el comportamiento de vigas de hormigón armado por las barras con empalme de forja, y para obtener su capacidad, ductilidad y disipación de energía para desarrollar requisitos de diseño y detalles para este tipo de miembros. Cuatro vigas de hormigón especímenes con las mismas dimensiones y detalles de refuerzo, pero en diferentes estilos de empalmes. Empalme superpuesto al 100%, empalme forjado al 50% y al 100%) se diseñaron, construyeron y probad bajo carga monotónica. Los resultados de las pruebas se resumen con la evaluación de su importancia desde la perspectiva de capacidad y ductilidad.

(Kim, Park, Han, & Choi, 2017) realizaron una evaluación experimental del desempeño del momento de flexión sobre estructuras de placa de acero y hormigón con empalme mecánico. Los resultados de las pruebas de desempeño indicaron la resistencia real de los empalmes mecánicos y la idoneidad de los supuestos de diseño aplicados a los miembros de diseño de las muestras de empalme mecánico. El empalme mejorado exhibió un poco menos de resistencia al momento flector que el existente.

El aporte de los citados autores especifica que los detalles y métodos de diseño presentados por los autores significan un gran aporte para la extensión de la aplicación de estructuras compuestas de placas de acero modulares a plantas de energía nuclear y otros edificios. Aunque las pruebas de rendimiento aplicadas no consideraron variaciones de las relaciones de tensión entre las paredes compuestas de concreto reforzado y placas de acero o el margen del empalme a los miembros débiles de la pared. Por lo tanto, para la aplicación de estructuras compuestas de placas de acero, sugerimos estos temas como temas para estudios adicionales.

(Alvis & Guerra, 2017), presentó un trabajo para analizar el comportamiento mecánico a tracción en laboratorio, los factores económicos y la funcionalidad de los empalmes mecánicos roscados utilizados en la construcción de proyectos de edificaciones. Las conclusiones indican que desde el punto de vista del desempeño mecánico de los empalmes unidos con conectores roscados, los resultados son satisfactorios, ya que con un universo de 30 probetas en total de un mismo lote de acero suministrado en uno de los proyectos estudios de caso se evidencia un coeficiente de variación cercano al 3% que comparado con el alto rango entre el límite mínimo y máximo de resistencia a la fluencia que ordena la norma (25% aproximadamente) es bueno, es decir los ensayos demuestran que es confiable la utilización de este sistema en la construcción de obras.

El autor con esta investigación contribuye a generar una divulgación del uso de empalmes mecánicos roscados en las construcciones realizadas en Colombia, ya que el crecimiento de la actividad edificadora va en un notable crecimiento desde el año 2006 según cifras de Camacol²⁷, la confianza por la utilización de nuevos procedimientos de construcción no se hace notable, ya que la aplicación de los empalmes mecánicos se viene realizando en Colombia desde hace apenas 8 años en pocos proyectos cuando en otros países ya se aplica desde hace más de 30 años con gran confianza en grandes proyectos.

(Avedaño & Cuevas, 2016) presentó un trabajo cuyo objetivo fue realizar un análisis sobre la implementación de empalmes mecánicos en el acero de refuerzo en elementos de concreto armado. Considerando relevante el desarrollo científico a través de la incorporación de nuevos sistemas y métodos constructivos que permitan fundamentar los criterios necesarios para sustentar las exigencias que la ingeniería demanda. Es por ello que el presente documento contempla una investigación sobre los empalmes mecánicos utilizados en el acero de refuerzo, mismo que fue elaborado durante el segundo semestre del año 2016. El aporte de los citados autores señala que la implementación de métodos que garantizan una mayor seguridad en las edificaciones que anteriormente no existían, el cual conlleva a que su comportamiento ante movimientos sísmicos sea menos acentuado. Es por esto que los datos contenidos fueron generados a partir de estudios realizados en otros países estructuralmente desarrollados; sin embargo, se requirió la simulación de estos conectores mediante su fabricación en un taller de torno para presentar su colocación y mecanismo de funcionamiento y de esta manera ofrecer teorías más confiables.

En cuanto a la teoría relacionada con el tema se define **empalme mecánico** como el método alternativo para conectar barras en estructuras de hormigón armado, y se utiliza principalmente para reducir la congestión de barras en uniones o articulaciones (Dahal, Tazarv, & Wehbe, 2019). También, es la terminología común para el ensamblaje completo, incluido el acoplador o el manguito ajustado para proporcionar un empalme de dos barras de refuerzo (The Masterbuilder, 2017).

Cabe destacar que los empalmes mecánicos son piezas metálicas conectoras de varilla con la otra. Actualmente son muy usados y son más seguros que los empalmes soldados su existencia en el mercado. En el mercado existen diversos dispositivos patentados para estos empalmes mecánicos, como manguitos que se presionan mecánicamente a las varillas, dispositivos con rosca en la varilla, manguitos que se presionan con tornillos, entre otros. (Harmsen, 2011)



Figura 1: Columna con conector mecánico

Los empalmes mecánicos hoy en día están revolucionando la industria de la construcción, dichos accesorios están reemplazando a los empalmes por traslapes. Los sistemas de empalmes mecánicos ofrecen grandes beneficios tanto en su instalación como en su costo. Resulta que, realizando una breve comparación en los precios de ambos casos, los sistemas de empalmes mecánicos son más económicos. Esta información fue recibida de la corporación aceros Arequipa del Perú, aunque no son ampliamente utilizados en nuestro país, esto debido a que las inmobiliarias recién están adaptando las nuevas tecnologías a sus procesos.

Los empalmes mecánicos deben cumplir con las siguientes solicitudes:

- Que tengan, al menos, la misma capacidad de carga resistente que la menor de las barras que se empalman.
- No deben presentar desplazamientos relativos mayor que 0,1 mm bajo las tensiones de servicios.

En el mercado actual existen diferentes tipos y clases de empalmes mecánicos y para cada uso en determinados proyectos.

- Manguitos o empales roscados



Figura 2: Conector manguito roscado

Estos empalmes son de uso común es delgados y fácil de instalar, por su tamaño y bajo volumen son las que más contribuyen a la disminución del congestionamiento del acero,

- Manguitos o acoples de empotramiento



Figura 3: Conector maguitos o acoples de empotramiento

Los acoples de empotramiento son especiales para los anclajes, construcciones por fases y para las escaleras. Requieren preparación previa de la barra

- Conectores mecánicos de soldadura interna



Figura 4: Conectores mecánicos de soldadura interna

Estos acoples o conectores son los más fuertes de todos y son diseñados para las tareas más exigentes como las mega construcciones y edificaciones que requieran resistencia a explosivos o que contienen gases, como las plantas nucleares. No requieren preparación previa de la barra

- Conectores o manguitos de cuña rápida

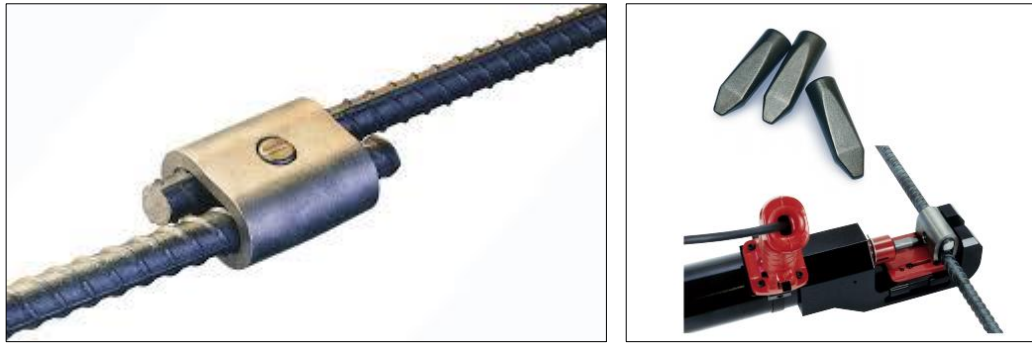


Figura 5: Conectores de cuña rápida

La particularidad de este conector es que no necesita una longitud exacta de despies de la varilla es de fácil instalación y no necesita preparación de la barra más allá del corte y un equipo hidráulico de fijación, se usan en las estructuras existentes y para reforzamiento

- Acoples de manga rápida



Figura 6: Acoples de manga rápida

Acoples o conectores de uso exclusivo a compresión esenciales para cimentaciones profundas.

- Conectores o acoples para finalizadores

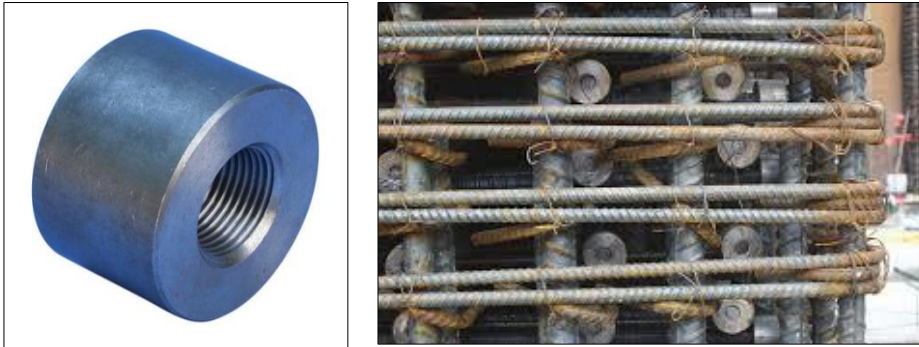


Figura 7: Conectores o acoples para finalizadores

Son de tipos soldables para ganchos en las estructuras y son las que más contribuyen a la descongestión del acero que convergen. Requieren preparación previa de la barra de acero.

- Conectores mecánicos trabados y a presión

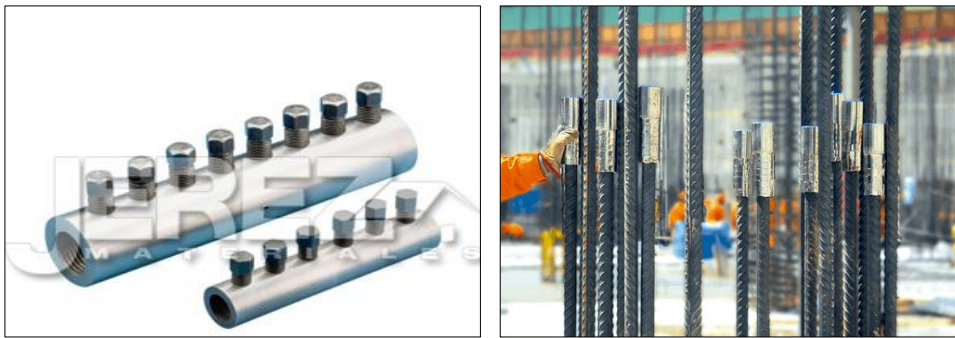


Figura 8: Conectores mecánicos trabados y a presión

Son los más completos ya que están diseñados a fuerzas resistentes a tracción, compresión y dinámicas como es el caso de los sismos, su instalación es sencilla, esenciales para puentes, edificios, vías, reforzamiento entre otros.

Los empalmes mecánicos también son de las clases:

- Clase A: Aplicación estándar
- Clase B: aplicación en barras dobladas
- Clase S-C: soldables para estructuras metálicas
- Clase R: reductores de diámetro

De acuerdo con la norma técnica peruana el cual indica que no se puede usar empalmes por traslapes cuando el esfuerzo esta en elementos a tracción. En el caso que se usaran, se debe

obligatoriamente adicionar varillas recubiertas con epoxi. Se puede concluir que las conexiones mecánicas se usan para barras gruesas mayores a una 1". Esto quiere decir que son fáciles de instalar, facilitando de este modo el vaciado de concreto

En los empalmes por traslapes, el American Institute Concrete indica que se requiere colocar estribos adicionales a cada 10 cm., a lo largo de la longitud de traslape. En la separación de las varillas también se exige colocar fierros con más separación, esto para mantener la distancia libre dada por las especificaciones entre varillas, en los recubrimientos es similar. por otra parte, cuando se utiliza empalmes mecánicos esta indicación desaparece, es decir, no se requiere colocar más estribos y la secuencia de trabajos es mucho más rápida y fácil al momento de vaciar el concreto.

Los empalmes mecánicos se pueden realizar mediante dos opciones:

- ✓ Las coplas y manguitos: Se utilizan para barras sometidas a tracción y a compresión.
- ✓ b) Conectores de tope: este conector es recomendado solo para barras de refuerzo a compresión

Las conexiones mecánicas deben desarrollar 125% de la tensión de fluencia especificada para el acero de las barras empalmadas cuando la armadura se encuentre en zonas comprimidas o traccionadas.

En la figura 1.2 se muestran los dos tipos de empalmes (empalmes por traslape vs empalme con conector mecánico)

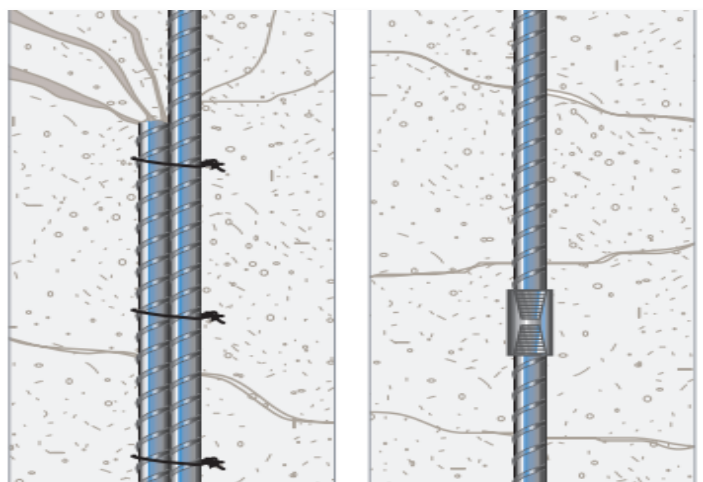


Figura 9:Empalme por traslape vs empalme mecánico

Los empalmes por traslapes, soldados o mecánicas, deben emplearse, con las limitaciones de las secciones 12.17.2 a la 12.17.4, del reglamento nacional de edificaciones, norma E-060. Cual sea el sistema de empalme que se emplee, este debe satisfacer los requisitos para todas las combinaciones de carga de la columna

Cuando el esfuerzo en las barras debido a las cargas amplificadas es de compresión, los empalmes por traslape deben cumplir con 12.16.1, 12.16.2 y, cuando sea aplicable, 12.17.2.4 ó 12.17.2.5.

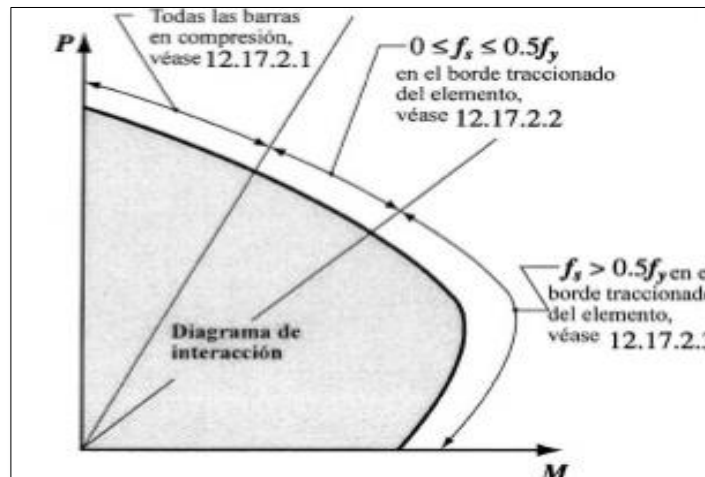


Figura 10: Requisitos especiales para los empalmes

De acuerdo a la normativa ACI- 314S, en su capítulo 18, clasifica dos tipos de empalmes mecánicos

- 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 debe satisfacer por lo menos $125\%f_y$

De acuerdo con las indicaciones del ACI, el empalme mecánico tipo 1 son conectores pequeños y no es recomendable su uso en zonas sísmicas o rotulas plásticas, este tipo empalme no se puede realizar en toda la sección de la estructura, en cambio, el conector mecánico tipo 2 debe desarrollar $1.25f_y$, además, la norma permite el empalme en cualquier zona y al 100% en una sección.

En el caso de los sistemas de empalmes por traslape, la transferencia de esfuerzos de una barra a otra, se realiza por medio del concreto. En cualquier parte de la longitud de empalme (l_e), la fuerza se transmite de una varilla al concreto por adherencia y también por este

mecanismo, simultáneamente, se transmite del concreto hacia la otra barra. Por otra parte, dentro del concreto se generan elevadas tensiones, además de ello las fuerzas generadas tienden a fallar por la separación. Por lo tanto, la eficiencia de los sistemas de empalmes por traslape, radica básicamente en que la adherencia de la barra y el concreto se pueda desarrollar eficazmente, sin que el concreto se desintegre o se generen deformaciones.



Figura 11: Empalme por traslape

Por otra parte, se define al **desempeño estructural** como una forma de plantear los criterios de aceptación, para el análisis y diseño de estructuras, haciendo énfasis en el comportamiento esperado, el control de daños estructurales y no estructurales y los niveles de seguridad establecidos.

En esta investigación se analizarán las conexiones por uniones mecánicas y las conexiones por traslape en las estructuras de concreto armado sometidos a esfuerzos de tracción y flexo-tracción.

El esfuerzo obtenido de la fuerza más alta aplicada es la **resistencia a la tracción**, que es el esfuerzo máximo sobre la curva carga – desplazamiento. En muchos materiales dúctiles, la deformación no se mantiene uniforme. En cierto momento una región se deforma más que otras y ocurre una reducción local de importancia en la sección recta también se le conoce como límite elástico. Dado que el área de la sección transversal en este punto se hace más pequeña, se requiere una fuerza menor para continuar su deformación, y se reduce el esfuerzo al calculado a partir del área original. La resistencia a la tracción es el esfuerzo al cual inicia este encuellamiento en materiales dúctiles (Castro,2018, p.26)

Para esta investigación, analizar las principales propiedades mecánicas del acero sometiendo a las probetas al ensayo a atracción, tanto para la probeta empalmada con conector mecánico y para la probeta empalmada por traslape.

Los requisitos de tracción están definidos por la norma técnica peruana NTP y en la norma E-060 de concreto armado.

La norma indica que el acero de refuerzo debe cumplir todos los estándares de calidad, estos procesos permiten definir la calidad del acero, y dan a conocer si la barra de refuerzo se encuentra dentro de los parámetros establecidos por dicha norma. Mediante el ensayo a tracción se puede definir y establecer si cumple con dichos requisitos, que permiten conocer la calidad según la resistencia obtenida.

En la tabla 1: se proporcionan los requisitos de tracción se acuerdo a las normas técnicas vigentes en nuestro país

Tabla 1:Riquitos de tracción

Propiedades mecánicas	PSI	Kg/cm ²	Mpa
Resistencia a la tracción (Mínimo)	80	56	550
Resistencia a la fluencia (Mínimo)	60	42	420
Resistencia a la fluencia (Máximo)	70	55	540

Según la norma E-060 de concreto armado, un empalme mecánico debe desarrollar en tracción o compresión, según sea requerido, al menos 1.25fy de la barra y la relación entre el esfuerzo máximo y el valor del fy debe der tal cual la expresión.

La Relación de $R_U(F_r)/R_F(f_y) \geq 1.25$

En cuanto a las barras empalmadas por traslape, la fuerza en el momento de la fisura está dada por ecuación 1.1

$$P = (1 - \rho n) A_g F'_r \quad \text{Ec. 1.1}$$

Donde:

$A_g =$ Seccion bruta de la muestra

$\rho =$ Cuantia del acero

$n =$ Relacion entre el modulo de elasticidad y el hotmigon

$F_r =$ Resistencia a la traccion del hormigon

la tensión del acero en una fisura se calcula mediante la ecuación 1.2

$$F_s = \left(\frac{1}{\rho} - 1 + n \right) F'_r \quad \text{Ec. 1.2}$$

Para el cálculo de la cuantía del acero se expresa mediante la ecuación 1.3

$$\rho = \frac{A_s}{A_g} \quad \text{Ec. 1.3}$$

Dónde:

$A_s =$ Area del acero

$A_g =$ Seccion bruta de la muestra

La relación entre el módulo de elasticidad del acero con el módulo de elasticidad del hormigón está dada por la ecuación 1.4 y 1.5

$$n = \frac{E_s}{E_c} \quad \text{Ec. 1.4}$$

$$E_c = 15000\sqrt{F_c} \quad \text{Ec. 1.5}$$

La norma técnica peruana y la ASTM A370A, dan los procedimientos para realizar el ensayo a tracción de barras cilíndricas, este ensayo proporciona una curva esfuerzo- deformación

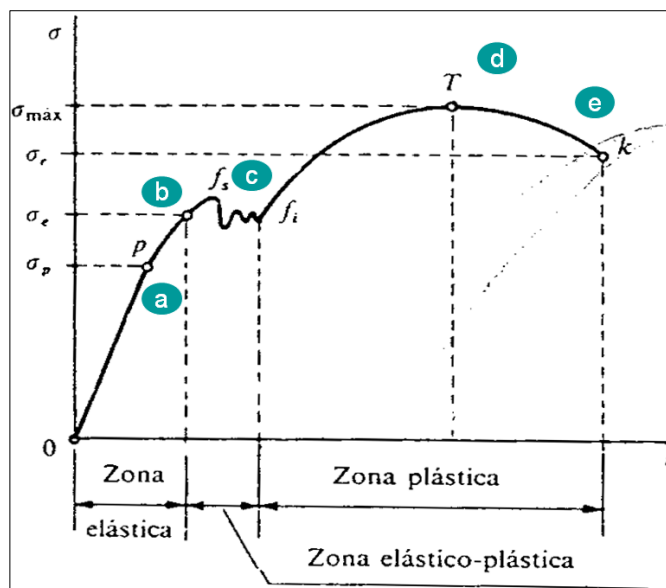


Figura 12: Esfuerzo - Deformación

Mediante esta curva analizaremos tanto en la zona elástica como en la zona plástica las principales propiedades del material

La gráfica esfuerzo - deformación muestran las principales propiedades mecánicas de un material tanto en la zona elástica como en la zona plástica. Mediante el análisis de esta gráfica y al someter a una muestra a esfuerzo de tracción se analizará si los materiales son dúctiles que se caracterizan por su capacidad de fluir a temperatura ambiente y presentan una reducción de diámetro en la probeta antes de la fractura y el segundo grupo son los materiales frágiles que no presentan una reducción de área antes de la rotura como es el caso del hierro colado o el vidrio. 14 En este punto vale la pena aclarar que la gráfica esfuerzo deformación puede tomar dos valores de esfuerzo uno ingenieril y otro real (Castellanos, 2018, p.11)

el ensayo a tracción inicia aplicando cargas graduales a la probeta, en el recorrido hasta el punto conserva la proporcionalidad entre la tensión aplicada y el alargamiento unitario, es lo que se conoce como la ley de HOOKE el cual relaciona linealmente tensiones con las deformaciones a través de la elasticidad (E), en el caso del acero el valor de la elasticidad es. $E = 2100000 \frac{Kg}{cm^2}$

Desde el punto de coordenadas (0,0) al punto (A) de la gráfica se denomina límite de proporcionalidad, es decir el material se comporta como un resorte al cesar la carga, el material recupera su longitud inicial.

Al llegar la carga al punto (B), el material se sigue comportando de manera elástica, es decir recupera su longitud inicial, a este punto de la gráfica se le conoce como el límite elástico o resistencia a la fluencia. Traspasada la carga del punto (B), el material pasa a comportarse, es decir, ya no recupera su longitud inicial quedando a una deformación constante correspondiente al 0.2%.

Tabla 2: Límites elásticos mínimos y de resistencia a la tracción

Límite elástico mínimo y Resistencia a tracción (N/mm ²)				
Tipo	Espesor nominal de la pieza, t (mm)			
	t ≤ 40		40 < t ≤ 80	
	Límite elástico, <i>f_y</i>	Resistencia a tracción, <i>f_u</i>	Límite elástico, <i>f_y</i>	Resistencia a tracción, <i>f_u</i>
S 275 M/ML	275	370 < <i>f_u</i> < 530	255	360 < <i>f_u</i> < 520
S 355 M/ML	355	470 < <i>f_u</i> < 630	335	450 < <i>f_u</i> < 610
S 420 M/ML	420	520 < <i>f_u</i> < 680	390	500 < <i>f_u</i> < 660
S 460 M/ML	460	540 < <i>f_u</i> < 720	430	530 < <i>f_u</i> < 710

Pasado el punto (C) entramos a la zona de las altas deformaciones hasta alcanzar el punto (D) donde la fuerza aplicada alcanza su máximo valor donde dividido entre el área inicial de la probeta se puede calcular la resistencia a la tracción o esfuerzo máximo del material. A partir del punto (D) se produce el fenómeno llamado estricción del material, es decir el área de la probeta se reduce hasta alcanzar el punto (E) donde se produce la rotura del material.

Para analizar el comportamiento de la curva esfuerzo vs deformación en el entorno no lineal utilizamos la ecuación de Roberg Osgoog y se denomina de la siguiente manera:

$$\epsilon = \frac{\sigma}{E} + K \left(\frac{\sigma^n}{E^n} \right) \quad \text{Ec. 1. 6}$$

Dónde:

E = Módulo de elasticidad

σ = Tension

ε = Deformacion unitaria

K = Constante de endurecimiento del material

n = Indice de no lineal

Entonces, el ensayo de tracción permite conocer las principales propiedades mecánicas de los materiales tales como, el módulo de elasticidad, coeficiente de poisson, límite de fluencia, limite elástico, resistencia a la tracción, alargamiento, ductilidad.

Si la tensión es uniforme en toda su sección el módulo de elasticidad se puede expresar en términos de la tensión y la deformación unitaria

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \quad \text{Ec. 1.7}$$

O también se puede expresar mediante la siguiente formula

$$\sigma = E \cdot \epsilon \quad \text{Ec. 1.8}$$

Dónde:

$\epsilon =$ *Deformacion unitaria*

$E =$ *Modulo elastico*

$\sigma =$ *Tension*

El coeficiente poisson de expresa mediante la siguiente formula

$$G = \frac{E}{2(1 + \mu)} \quad \text{Ec. 1.9}$$

Dónde:

$E =$ *Modulo de elasticidad (Young)*

$\mu =$ *Coeficinete de poisson*

$G =$ *Modulo de rigidez*

El cálculo de esfuerzos en el límite de fluencia se calcula mediante la ecuación de esfuerzos, esto es tanto para el límite de fluencia como para la tensión máxima aplicada en la probeta

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad \text{Ec. 1.10}$$

Dónde:

$\sigma =$ *Esfuerzo*

$F =$ *Fuerza aplicada*

$A =$ *Area inicial de la probeta*

De acuerdo con (Berrios,2016, p.43), **La ductilidad** es la capacidad que tiene un material de presentar deformaciones dentro del rango plástico sin romperse. Por lo tanto, la medida de ductilidad está en función de qué tanto el material puede mantener el incremento de deformación antes del fallo, teniendo así una estrecha relación con la absorción y disipación de energía. La ductilidad, al plantearse como la capacidad de incursionar en deformaciones plásticas de manera sostenida sin el fallo inmediato, se puede asociar por lo tanto no solo al comportamiento del material, sino también al de la sección de un elemento y/o la estructura completa.

En la figura 12, se presenta el esquema de una barra cilíndrica aplicado a una fuerza de tracción

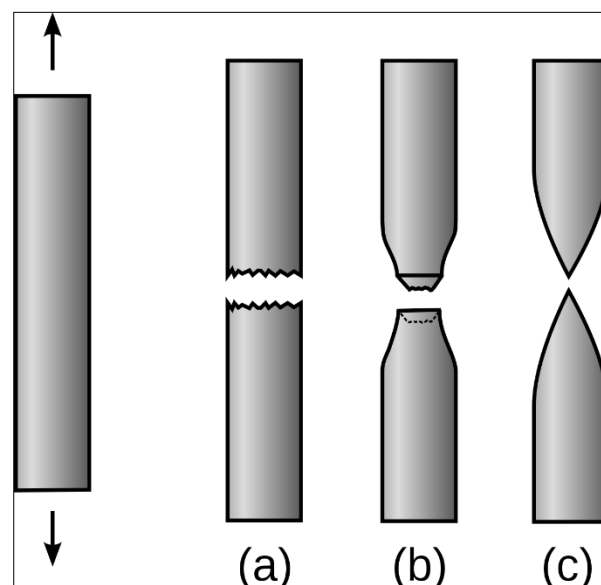


Figura 13: Ductilidad

En la probeta (a) se puede observar una falla frágil mientras que en las probetas (b) se observa una falla dúctil. Si observamos las tres probetas nos damos cuenta que la probeta (c), tiene una fractura totalmente dúctil.

Mediante la curva esfuerzo- deformación, se puede calcular la ductilidad del material aplicando estos dos casos.

Alargamiento a la rotura:

$$\epsilon = \frac{L_f - L_o}{L_o} = \frac{\Delta L}{L_o}$$

Ec. 1. 11

Dónde:

Lf= Longitud Final

Lo=Longitud Inicial

 ΔL =Alargamiento total**Estricción:**

$$\epsilon = \frac{A_o - A_f}{A_o}$$

Ec. 1. 12**Dónde:**

Ao= Área inicial

Af= Área Final

De acuerdo a la norma técnica peruana y la E-060, en una barra corrugada de 1" de diámetro la NTP 341.031 / ASTM A615 grado 60, el valor mínimo permitido de alargamiento es el 8 % (de su medida inicial). En cuanto, Para la NTP 339.186 / ASTM A706 grado 60, el alargamiento mínimo que exige es de 12% (de su medida inicial).

En la siguiente tabla se muestran los porcentajes mínimos de elongación en 200mm

Tabla 3: Porcentajes mínimos de elongación

Nº de la barra	% Alargamiento
6mm	9.00%
8mm	9.00%
3/8	9.00%
12mm	9.00%
1/2	9.00%
5/8	9.00%
3/4	9.00%
1	8.00%
1 3/8	7.00%

La flexión es un esfuerzo compuesto o combinado, de tracción y compresión. Si las fuerzas actúan sobre una pieza de material de tal manera tiendan a inducir esfuerzos compresivos sobre una parte de una sección transversal de la probeta y los esfuerzos tensivos sobre la parte restante, se dice que la probeta está en flexión (Colchado y Villa, 2010, p.38)

La resistencia a la flexión pura o simple al aplicar una fuerza perpendicular a su eje longitudinal. Cualquier esfuerzo que provoca flexión se denomina momento flector. En estas

condiciones además de producirse el momento de flexión requerido, se superpone a un esfuerzo cortante, cuya influencia en el cálculo de la resistencia del material varía con la distancia entre apoyos, debido a que mientras los momentos flectores aumentan o disminuyen con esta, los esfuerzos cortantes se mantienen constantes, por lo que será tanto menor su influencia cuanto mayor sea la luz entre apoyos. Es por esta razón que la distancia entre los soportes de la probeta se ha normalizado convenientemente en función de la altura o diámetro de la misma, pudiendo aceptar entonces que la acción del esfuerzo de corte resulta prácticamente despreciable.

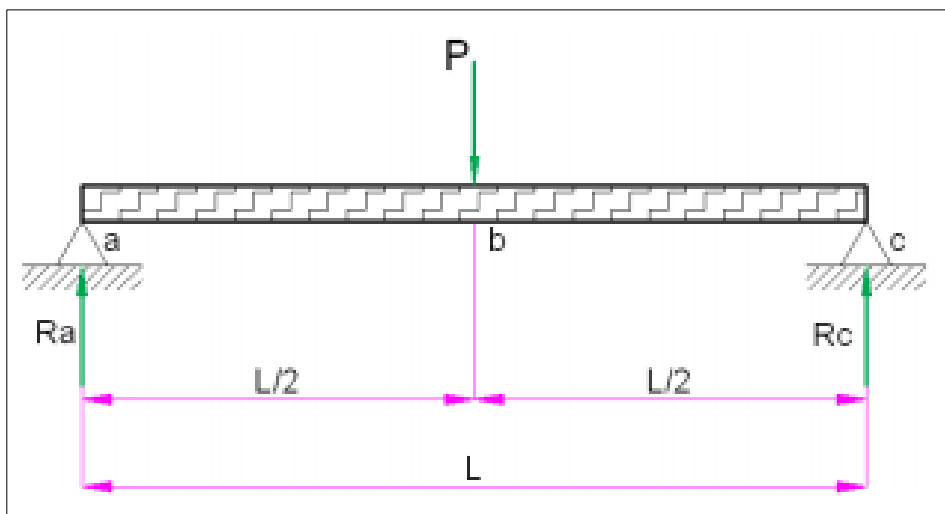


Figura 14: Esquema para el ensayo a flexión

El esfuerzo normal causado por la flexión se expresa mediante la ecuación 1.13

$$\sigma = \frac{M_u * y}{IX} \quad \text{Ec. 1.13}$$

Dónde:

M_u = Momento flector ultimo

y = Maxima distancia al eje neutro

IX = Momento de inercia

$$M_u = \frac{P * L}{4} \quad \text{Ec. 1.14}$$

Dónde:

P = Carga aplicada

L = Longitud total

$$y = \frac{h}{2} \quad \text{Ec. 1. 15}$$

Dónde:

$h =$ *Altura total de la seccion*

$$IX = \frac{bh^3}{12} \quad \text{Ec. 1. 16}$$

Limites en el área del acero

$$A_{sMin} = \frac{0.7\sqrt{f'c}}{Fy} bd \quad \text{Ec. 1. 17}$$

$$A_{sMax} = \frac{0.9f''c}{Fy} \frac{6000\beta_1}{Fy + 6000} bd \quad \text{Ec. 1. 18}$$

Dónde:

$F''c =$ *Esfuerzo nominal en la hipotesis de whitney*

$Fy =$ *Esfuerzo de fluencia del acero*

$F'c =$ *Esfuerzo a la compresion del concreto*

$b =$ *base de la seccion transversal*

$d =$ *Peralta*

$\beta_1 =$ *Coeficiente entre $F'c \leq 280 \frac{Kg}{cm^2} = 0.85,$*

$F'c > 280 \frac{Kg}{cm^2} =$ hasta 0.65, cada $70 \frac{kg}{cm^2}$ el valor B_1 disminuye 0.05

Momento resistente:

$$Mr = Fr \times f'c \times b \times d^2 \times q(1 - 0.5q) \quad \text{Ec. 1. 19}$$

$F''c =$ *Esfuerzo nominal en la hipotesis de whitney*

$Fr =$ *Factor de resistencia a la flexion = 0.90*

$b =$ *Base de la seccion*

$d =$ *Peralte*

$$q = \frac{Fy}{F''c} \rho \quad \text{Ec. 1. 20}$$

$$\rho = \frac{A_s}{bd} \quad \text{Ec. 1. 21}$$

L cantidad mínima de acero se calcula mediante la ecuación 1.22

$$p_{min} = 0.70 \frac{\sqrt{F'c}}{F_y} \quad \text{Ec. 1. 22}$$

La deformación unitaria está representada con la ecuación 1.23

$$\epsilon = \frac{6D\Delta L}{L^2} \quad \text{Ec. 1. 23}$$

Dónde:

D = Diametro de la barra

ΔL = Deflexion de la barra

L = Longitud de la barra

el comportamiento de una barra deformable sometida a un esfuerzo flexionante se comporta tanto a flexión como a compresión. La parte inferior de la barra se alarga y en la parte superior se comprime. Por lo tanto, existe una superficie plana entre ambas manifestaciones en la que la fibra longitudinal no experimenta ningún cambio. Además, toda la sección transversal permanece plana y perpendiculares al eje longitudinal durante la aplicación de la carga.

El esfuerzo máximo medido desde el eje neutro hasta el punto máximo de la sección, los resultados pueden ser en flexión o compresión. Dependiendo de cómo sea la dirección de la carga aplicada, puede ser negativo o positivo

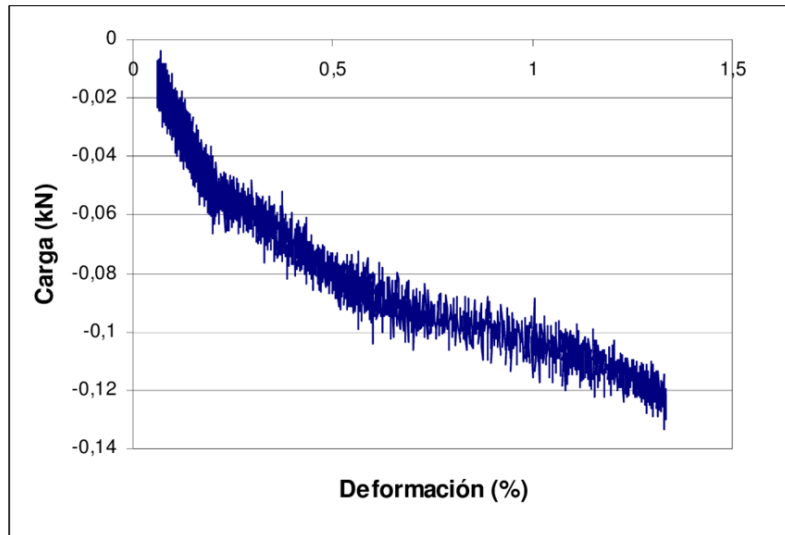


Figura 15: Esfuerzo - Deformación - flexión

El diagrama de esfuerzos que se obtiene en el ensayo de flexión es similar al diagrama que se obtiene en los ensayos de tracción y compresión con la diferencia que se grafica flexión – deformación, es decir la flecha.

El método para determinar la resistencia a la flexión del concreto está dado por la norma técnica peruana (NTP) 339.078:2012 y las normas internacionales ASTM E-190 – ASTM – E290.

A partir de la situación presentada se presenta la formulación del problema general. ¿De qué manera el empalme mecánico mejora el desempeño estructural de una columna de tres niveles en C.C. Shopping La Molina 2018?, de donde se derivan los siguientes problemas específicos:

¿De qué manera el empleo del empalme mecánico mejora la resistencia a la tracción de una columna de tres niveles en C.C. Shopping La Molina 2018?

¿De qué manera el empleo del empalme mecánico mejora la ductilidad de una columna de tres niveles en C.C. Shopping La Molina 2018?

¿De qué manera el empleo del empalme mecánico mejora la resistencia a la flexión de una columna de tres niveles en C.C. Shopping la Molina 2018?

El presente estudio se justifica desde lo teórico, puesto que propone un desempeño estructural de una columna de tres niveles con el empleo de empalmes mecánicos en C.C. Shopping La Molina 2018. Los empalmes mecánicos, es un sistema que recién se está incorporando al mercado de la construcción. realizando un breve análisis de precios unitarios se demostró que al usar empalmes mecánicos en barras corrugadas tiene un menor costo en relación a los empalmes por traslapes. además, su instalación es sencilla y rápido. Sin embargo, la presente tesis se enfocará desde el punto estructural y sismo resistente, puesto que el desempeño estructural de una columna de tres niveles con el empleo del empalme mecánico, aún no se ha evaluado cómo se comporta estructuralmente ante un posible movimiento telúrico y si realmente afecta la durabilidad de la estructura.

Así mismo, se justificación desde el punto de vista práctico, Los resultados obtenidos de la presente tesis se pondrán en consideración de todos los futuros Ingenieros Civiles y Ministerio de vivienda, ellos serán los responsables junto al ingeniero civil de tomar las decisiones pertinentes, evaluar y analizar el desempeño estructural de las edificaciones con el empleo del empalme mecánico, De tal forma que, las edificaciones cumplan con el propósito de diseño y sobre todo tengan un óptimo comportamiento sismo resistente. En tal sentido el aporte de la tesis será; si los Sistema de empalme mecánicos afecta o no el desempeño estructural de una columna de tres niveles en C.C Shopping la molina 2018, como lo limita la norma E.060.

Desde el punto de vista económico, los empalmes mecánicos refuerzan la seguridad de las viviendas y representan un menor consto en cuanto a la mano de obra y tiempo. La presente tesis titulada Desempeño estructural de una columna de tres niveles con el empleo del empalme mecánico en C.C. Shopping La Molina 2018; a través de la evaluación por desempeño minimizar a nivel económico la perdida de bienes y exceso de costos de reparación a futuros a movimientos telúricos.

Por último, se justifica socialmente este trabajo debido a que existe la indispensable necesidad de construir viviendas seguras, puesto que involucrara el cumplimiento de las normativas, necesarias a todas las naciones que carecen de capacidad para construir el número necesario de inmuebles. Ante esta situación la función del profesional egresado en ingeniería civil es predecir la seguridad de los habitantes ante cualquier evento natural que se produzca y lo más importante para ello es realizar estudios previos del área geográfica para realizar un diseño que garantice el desarrollo económico y social de la población

En lo que respecta a la hipótesis general se tienen El empalme mecánico mejora el desempeño estructural de una columna de tres niveles en el C.C. Shopping La Molina 2018, como hipótesis específicas:

- La resistencia a la tracción de una columna de tres niveles con el empleo del empalme mecánico es alta en C.C Shopping La Molina 2018
- La ductilidad de una columna de tres niveles con el empleo del empalme mecánico es alta en C.C Shopping La Molina 2018
- La resistencia a la flexión de una columna de tres niveles con el empleo del empalme mecánico es media en C.C Shopping La Molina 2018

Para dar respuesta a las interrogantes planteadas se propone como objetivo general: Determinar el desempeño estructural de una columna de tres niveles con el empleo del empalme mecánico en C.C. Shopping La Molina 2018, y como objetivos específicos:

- Determinar la resistencia a la tracción de una columna de tres niveles con el empleo del empalme mecánico en C.C. Shopping La Molina 2018.
- Determinar la ductilidad de una columna de tres niveles con el empleo del empalme mecánico en el C.C. Shopping La Molina 2018
- Determinar la resistencia a la flexión de una columna de tres niveles con el empleo del empalme mecánico en C.C. Shopping la Molina 2018.

II. MÉTODO

2.1.Tipo y diseño de la investigación

Se describen a continuación el tipo y el diseño de la investigación

Tipo de investigación

La tesis tendrá un tipo de investigación aplicada, debido a que se interesa en resolver problemas de naturaleza práctica y responder a la hipótesis planteada. En consecuencia, depende de descubrimientos y aportes teóricos.

Según Fernández y Batista mencionan:

[...] la investigación aplicada está enfocada al estudio de un fenómeno o problema general, puesto que busca llegar a resultados inmediatos mediante la experimentación. Se preocupa más en resolver el problema que en la formulación de teorías, es decir su fin último es el descubrimiento de causas (2014, p.4).

Al respecto (Vargas, 2009, p.162) sostiene, “este tipo de investigación tiene como objetivo resolver o mejorar una determinada situación para comprobar un método o propuesta mediante la aplicación innovadora y creativa de una participación.

Enfoque de la investigación

La tesis tendrá una investigación por naturaleza de enfoque cuantitativa continua, debido que es secuencial y paso por paso intenta descubrir lo que busca. Asimismo, muestra números fijos de datos numéricos o valores.

Según, (Valderrama 2007, p.109), “señala, la investigación cuantitativa es secuencial y demostrativa, puesto que tiene como propósito cuantificar el problema a través de valores numéricos. En consecuencia, plantea hipótesis que pueden ser veraces o no aceptadas”.

Nivel de investigación

La tesis se ubicó en el nivel explicativo. Puesto que está dirigida a responder a la influencia de los incidentes físicos y su interés se concentra en explicar la causa – efecto (el por qué sucede un fenómeno físico).

Al respecto, Valderrama menciona:

[...] Es explicativa porque que tiene relación causal; cuya finalidad no solo radica en describir el problema, sino encontrar la causa entre la variable independiente y dependiente. No obstante, busca responder el por qué ocurre uno, dos o más fenómenos en base al problema planteado (2007, p.33).

Diseño de la investigación

Sampieri sostiene al respecto:

[...] El primer requisito es la manipulación intencional de una o más variables independientes. La variable independiente es la que se considera como supuesta causa en una relación entre variables, es la condición antecedente, y al efecto provocado por dicha causa se le denomina variable dependiente (consecuente) (2014, p.130).

Para (Sampieri, 2014, p.130), “El experimento es la situación de control en la cual se manipulan, de manera intencional, una o más variables independientes (causas) para analizar las consecuencias de tal manipulación sobre una o más variables dependientes (efectos)”.

Valderrama sostiene lo siguiente:

[...] La investigación cuasi experimental se utiliza cuando no es factible emplear el diseño experimental verdadero. Sin embargo, también se manipula de la variable independiente para evaluar de qué forma o por qué razón sucede algo en particular con respecto al fenómeno a evaluar. El objetivo de la manipulación de variables es ver los cambios en la variable dependiente de forma estricta por el investigador (2007, p.57)

Por otra parte, (Sampieri, 2014, p.151), “Los diseños cuasi experimentales también manipulan deliberadamente, al menos, una variable independiente para observar su efecto sobre una o más variables dependientes”.

De acuerdo con los autores, la investigación se encuentra en el diseño Cuasiexperimental

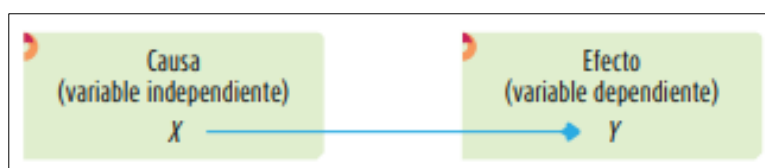


Figura 16: Simbología del diseño cuasiexperimental

2.2.Operacionalización de las variables

Título: Desempeño estructural de una columna de tres niveles con el empleo del empalme mecánico en C.C. Shopping La Molina 2018.

Tabla 4: Operacionalización de la variable independiente

Tipo	Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	
Variable Independiente	Empalmes mecánicos	Son piezas metálicas de conexión de varillas que facilitan la construcción de elementos de concreto armado y reducen el congestionamiento de armaduras. En caso de solape, el esfuerzo transmitido depende en gran parte de la buena adherencia con el concreto, por el contrario, un dispositivo de conexión mecánica siempre funciona correctamente y no se ve afectado por problemas de fisuración, asegura el mantenimiento de la continua distribución de carga en la barra, sin depender de la condición o de la existencia del concreto (Avendaño y Cueva, 2016, p.8).	En el presente trabajo de investigación de realizaran dos ensayos a tracción, el primer ensayo se realizará con conexión mecánica o a tope, el conector a utilizar será de tornillo tipo 2 de 1". El segundo ensayo a tracción se realizará mediante una probeta con concreto reforzado con varillas de acero de 5/8, Mediante este ensayo se buscará medir la resistencia del empalme a traslape.	Conector tipo tornillo 1"	Diámetro	Especificaciones técnicas – conector de tornillo tipo 2 de ½" pulgada de diámetro	
					Resistencia		
				Empalme tradicional	Diámetro		Ensayo a tracción en acero con norma de referencia NTP: 350.405:2015
					Límite de fluencia (Fy)		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5: Operacionalización de la variable dependiente

Título: Desempeño estructural de una columna de tres niveles con el empleo del empalme mecánico en C.C. Shopping La Molina 2018.

Tipo	Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
Variable Dependiente	Desempeño estructural	el desempeño se define como la selección de criterios de diseño, proporcionalidad, detallado de una estructura y componentes no estructurales para asegurar y controlar la calidad de la construcción para cada nivel de sismo”. (Pastor, p. 87).	Esta variable comprende de tres dimensiones: Resistencia a la tracción, ductilidad y resistencia a la flexión. Se fabricarán probetas para cada dimensión y mediante los ensayos normalizados de tracción y flexión se obtendrán los resultados para ser analizados y responder a los objetivos planteados.	Resistencia a la tracción	Esfuerzo máximo a la tracción	Ficha técnica de recolección de datos ensayo a tracción
				Ductilidad	Alargamiento	
					Resistencia a la flexión	Esfuerzo máximo a la flexión

Fuente: Elaboración propia

2.3.Población, muestra y muestreo

Población

El universo poblacional está conformado por los diferentes tipos de conectores mecánicos, ya sea conectores a presión, con manguitos roscados, o con tornillos. En tanto al empalme por traslape al ser único, serán toda muestras realizadas por este sistema de empalme.

Según (Valderrama, 2007, p.143), señala, “la población es totalidad de aquellos sujetos, países, ciudades, cosas etc., que están involucrados de un modo u otro por el objetivo de nuestro estudio”.

Para (Sampiere, 2014, p.174) una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones.

Muestra

La muestra está conformada por el conector de tornillo tipo 2 - Barsplice de una pulgada (1”) y de media pulgada (1/2”) de diámetro. De acuerdo a sus características de este conector, en relación a los diferentes tipos de conectores, su diseño es resistente a fuerzas de tracción, compresión y fuerzas dinámicas como es el caso de los sismos. Es esencial para puentes, edificaciones, vías, reforzamientos entre otro. Su instalación es sencilla y solo requiere una llave de impacto, no requiere preparación previa de la barra de acero

En consecuencia, (Valderrama, 2007, p.164) afirma, “la muestra es una porción o subgrupo de la población, puesto que es una muestra representativa del objeto a estudiar”.

Para (Sampiere, 2014, p.175), “La muestra es en esencia, un subgrupo de la población. Digamos que es un subconjunto de elementos que pertenecen a ese conjunto definido en sus características al que llamamos población”

Muestreo

Al respecto, Valderrama resalta,

[...] La técnica del muestreo no probabilístico intencional o por conveniencia, es aquella donde las personas u objetos son seleccionadas de acuerdo al criterio y accesibilidad para el investigador. Asimismo, los elementos seleccionados no dependen de la probabilidad sino de causas relacionadas con las características del investigador (2007, p.170).

En consecuencia (Sampieri, 2014, p.189), “Las muestras no probabilísticas, también llamadas muestras dirigidas, suponen un procedimiento de selección orientado por las características de la investigación, más que por un criterio estadístico de generalización. Se utilizan en diversas investigaciones cuantitativas y cualitativas”.

Por lo tanto, La técnica o método del muestreo que se aplicara, es no probabilística por conveniencia. Porque se seleccionó directa e intencionadamente las muestras de acuerdo al juicio representativo y a la accesibilidad de información del tesista, para la unidad de análisis del proyecto de investigación.

2.4.Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnicas de recolección de datos

Kothari sostiene al respecto:

[...] la observación se convierte en una herramienta científica y en un método de recolección de datos cuando sirve a un propósito de investigación que ha sido formulado, se planifica y registra de forma sistemática y está sujeta a controles y verificaciones de validez y confiabilidad (2004, p.96)

No obstante, Valderrama (2007, p.195), señala “es en principio de cualquier recurso de que pueda valerse el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer resultados”.

Por lo mencionado, la presente investigación se encuentra dentro la observancia estructurada y contralada, puesto que todos los equipos a utilizar para realizar los ensayos, cuentan con certificados de calibración, calidad y normativas vigentes

Instrumentos de recolección de datos

El instrumento es el medio que utiliza el investigador para registrar y recabar la información obtenida, entre los instrumentos están considerados las guías de observación, cronómetros, sismógrafos, etcétera (Hernández et al, 2018, p. 94).

Teniendo en cuenta lo mencionado líneas arriba los instrumentos de recolección de datos para la presente investigación serán las fichas técnicas de medición y recolección de datos y se elaborarán una ficha técnica para cada indicador y estarán ubicados en el anexo de la siguiente manera.

- Esfuerzo máximo a la tracción Anexo 02
- Ductilidad Anexo 03
- Esfuerzo máximo a la flexión Anexo 04

Validez

Según, Valderrama (2007, p.193), indica “se refiere al grado de calificación o resultado obtenido mediante la aplicación del instrumento”.

La herramienta que se utilizara en el presente proyecto de investigación es válida porque genera resultados veraces y confiables. Cada ficha de recolección de datos será validada por los expertos en el tema. Los ensayos que se realizarán para responder a los objetivos planteados se realizarán en laboratorios certificados y con equipos calibrados

cada ficha técnica será presentada a cada uno de los especialistas en el tema y estará sujeto a una calificación. (Ver anexo 05)

Tabla 6: Valoración de las dimensiones

INDICADOR	VALORACION				
	1	2	3	4	5
Esfuerzo máximo a la tracción					
Ductilidad					
Esfuerzo máximo a la flexión					

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

Confiabilidad

Según (Valderrama, 2007, p.193), señala, “es el nivel, en el cual un instrumento genera resultados veraces y coherentes al mismo sujeto u objeto de investigación, es decir los resultados obtenidos si se vuelven aplicar sobre la misma muestra, resultan similares”.

Los resultados del presente proyecto de investigación, serán confiables y veraces, ya que, los equipos, herramientas y procedimientos se encuentran normalizados tanto nacional como internacional, Cada ensayo que se realizaran en los laboratorios cuentan con la normativa y reglamentación vigente. Además, el equipo que se utilizara en los ensayos a tracción y flexión se solicitara los certificados de calibración y calidad.

En los anexos del 06 al 09 se encuentra el certificado de calibración del equipo utilizado en el ensayo a tracción (Maquina de ensayo uniaxial de marca zwick Roell de procedencia alemana), en el anexo 10 se encuentra la certificación del laboratorio N° 1 de ensayos de materiales de la facultad de ingeniería – UNI, certificado bajo las normas internacionales ISO 9001:2015.

2.5.Procedimiento

El procedimiento de la investigación se desarrollará por las siguientes etapas

Etapas 1: Búsqueda de información

se realizará la búsqueda de información (cotizaciones) en las diferentes empresas proveedores de los empalmes o conexiones mecánicas para varillas corrugadas de uso exclusivo en la construcción, en nuestro caso, se empleará el conector de tornillo de 1in y 1/2in de diámetro de tipo 2 – Barsplice

Etapas 2: Materiales

- **Conector mecánico:** Definido la empresa proveedora del conector mecánico se procederá a la adquisición de los ejemplares a utilizar en esta investigación teniendo en cuenta el costo y las garantías de calidad que brinda cada empresa.
- **Acero estructural:** Se realizará la compra del acero estructural ASTM A615- Grado 60, tanto para la probeta con conector mecánico y para la probeta con empalme por traslape
- **Alambre:** El alambre negro recocido de un diámetro nominal N° 16 es la que se emplea en la industria de la construcción para amarrar barras de acero corrugado bajo la norma ASTM A853
- **Madera:** Las probetas con empalmes por traslape el encofrado será de 15cm x15cm por una longitud de 50cm con madera y triplay.
- **Clavo:** Los clavos de acero se utilizarán para asegurar el encofrado de las probetas con empalmes por traslapes

- **Concreto:** En cuanto al cemento, el proveedor será la empresa Sodimac Perú, esta empresa vende un producto llamado “**Listo concreto**”, el cual es una mezcla completa de arena, piedra y cemento. La resistencia del concreto a utilizar será de $f' C = 210 \frac{Kg}{cm^2}$
- **Probeta Cilíndrica:** La probeta se utilizará para realizar y verificación de la resistencia del concreto adquirido en sodimac. Esta Probeta será ensayada en el laboratorio de la UNI para verificar la resistencia a la compresión.

Etapas 3: Herramientas manuales

Las herramientas manuales tales como, martillo, arco de sierra, hoja de sierra, marcadores, wincha, serán adquiridos en la ferretería más cerca o en las tiendas de sodimac Perú

Etapas 4: Fabricación de probetas

- **Probeta con conector mecánico:** Se fabricará la probeta con conector mecánico de tornillo de tipo 2 – Barsplice de acuerdo a las indicaciones y procedimientos de la norma E.060 y el ASTM.
- **Probetas con empalme por traslape:** Para el ensayo a tracción y flexión se fabricarán las probetas de 15cm x1 15cm y por una longitud de 50cm. En cuanto al prendimiento para los ensayos se está cumpliendo con las dimensiones y longitudes establecidas en el ASTM A370 y la norma técnica peruana 350.405:2005. De acuerdo a la norma, los 50 cm de longitud está cumpliendo con la longitud de empalme en una barra corrugada descrita en la norma en su capítulo 12

Etapas 5: Preparación de mezcla y vaciado de concreto

se prepara la mezcla de concreto introduciendo el agua de acuerdo a la indicación del proveedor, realizada la mezcla se sacará una muestra en la probeta cilíndrica para verificar que la resistencia descrita en la hoja técnica del producto cumpla con lo establecido

realizados estos procedimientos, se procederá a vaciar la mezcla en las probetas tanto para el ensayo a flexión como para el de tracción

Etapa 6: Desencofrado

A los tres días de realizado el vaciado de concreto se procederá a desencofrar para realizar el tratamiento de control de calidad

Etapa 7: Curado

La muestra para verificación de la resistencia del concreto será introducida en un recipiente con agua y será ensayada a los 28 días

Las probetas para el ensayo a flexión se cubrirán con plástico tanto en la superficie inferior como en la superior, de igual manera el curado del concreto se realizó con agua.

Etapa 8: Ensayos en el laboratorio N°1 de ensayo de materiales – UNI

Ensayo a tracción

- **Conector mecánico:** Se realizará el ensayo a tracción con las barras empalmadas con conector mecánico de tornillo tipo 2 – Barsplice
- **Empalme por traslape:** Cumplido la fecha indica por la norma E-060, que a los 28 el concreto llega a su máxima resistencia se procederá a realizar en el ensayo a tracción.

Ensayo a flexión

En el caso del ensayo a flexión, las dos probetas estarán recubiertas con concreto, es decir, tanto para la probeta con empalme mecánico como para la probeta con empalme por traslape

Ensayo a la compresión

Se realizarán el ensayo a compresión de las probetas cilíndricas, obtenidas al momento de la preparación y vaciado del concreto, esto para determinar si el material “ConcreList” cumple con las indicaciones en la hoja técnica del producto

Etapa 9: Resultados

Con los resultados entregados por el laboratorio de la universidad nacional de ingeniería (UNI) se procederá a realizar el análisis de los datos utilizando la estadística descriptiva y posteriormente se presentarán cuadros de los resultados obtenidos.

2.6.Método de análisis de datos

Se aplicará a través de la estadística descriptiva. La interpretación de los resultados se representará mediante tablas comparativas y gráficos, de acuerdo a los indicadores de la variable independiente y a las dimensiones.

Según (Borja, 2016, p. 35) se tienen dos maneras de realizar el análisis de datos, estos son mediante estadística descriptiva y estadística inferencial.

2.7.Aspectos éticos

Se tendrá en cuenta la validez y confiabilidad de los resultados, así como la revisión del proyecto de investigación será mediante el programa turnitin, para evaluar que no exista ningún tipo de plagio y que la tesis sea de autoría propia.

III. RESULTADOS

DESARROLLO DEL PROCEDIMIENTO

- **Búsqueda de información:**

en la búsqueda de la información se logró contactar con dos empresas proveedoras de distintos tipos de conectores mecánicos entre otros. La empresa CDV ingeniería antisísmica y la empresa Powers peruana. Se ha realizado la indagación de ambas empresas tanto en el tiempo que vienen operando como en la calidad de sus productos. La empresa CDV ingeniería con 15 años de operación en el mercado peruano y más de 50000 mil proyectos a nivel mundial es la que más confianza da al adquirir sus productos.

Se realizó la cotización del conector de tornillo tipo 2 – Barsplice

ITEM	CODIGO	DESCRIPCION	CANT.	P.U. US\$	TOTAL US\$
1	08ZB	CONECTOR DE TORNILLO 1" TIPO 2	5.00	78.90	394.50
				SUB - TOTAL	US\$ 394.50
				IGV	US\$ 71.01
				TOTAL	US\$ 465.51

SON: CUATROCIENTOS SESENTA Y CINCO CON 51/100 Dólares Americanos

Notas:

1. Los precios unitarios no incluyen IGV
2. Plazo de entrega: ENTREGA INMEDIATA
3. Lugar de entrega: PUESTO EN LIMA METROPOLITANA
4. Los precios corresponden a las unidades/cantidades cotizadas. Cualquier cambio será objeto de una nueva cotización.
5. Los stocks solo se garantizan con OC colocada.
6. Validez de la oferta: 07 DÍAS
7. Condiciones de pago: CONTADO (DEPOSITO EN CUENTA)
8. Tipo de Pedido : (X) Comercial () A pedido

Figura 17: Cotización conector de tornillo tipo 2 - Barsplice

REBAR SIZE	PRODUCT CODE	COUPLER WEIGHT (lb)	LENGTH (in)	A' (in)	B' (in)	C' (in)	X' (in)	NUMBER SCREWS PER BAR	AVERAGE SREW TORQUE (ft-lb)	MIN. BRKCT RATING (ft-lb)	END VIEW (after Assembly)	
ZAP SCREWLOK TYPE 2/ EPOXY SERIES												
3	3ZBA	3ZBA	1.0	5	13/16	5/8	7/16	1 1/8	2	50	250	sizes #3 - #11
4	4ZBA	4ZBA	2.2	7	1 1/16	11/16	1/2	1 3/8	3			
5	5ZBA	5ZBA	3.4	9	1 1/8	3/4	5/8	1 5/8	4			
6	6ZBA	6ZBA	4.7	11	1 3/16	19/16	11/8	1 3/4	5			
7	7ZBA	7ZBA	7.6	13	1 3/4	1 1/8	1 3/8	2 1/8	5			
8	8ZBA	8ZBA	10.9	15 1/2	1 5/8	1 1/2	7/8	2 1/4	6			
9	9ZBA	9ZBA	17.6	18 3/4	1 5/8	1 1/4	1 1/8	2 5/8	6			
10	10ZBA	10ZBA	21.4	19 1/8	1 7/8	1 7/8	1 1/8	2 3/4	7			
11	11ZBA	11ZBA	25.4	21 1/2	1 13/16	1 3/2	1 3/4	2 5/8	8			
14	14ZBA	14ZBA	31.7	15 3/8	2 5/16	1 3/4	1 1/2	3 3/4	9			
18	18ZBA	18ZBA	74.0	29 1/2	2 1/2	2 1/4	1 13/16	4 3/8	21			
ZAP 'SL' SERIES												
4	4SZBA		1.5	5	1 1/8	1 1/8	1 1/2	1 3/8	2	50	250	sizes #14, #18
5	5SZBA		2.6	7	1 3/8	3/4	5/8	1 5/8	3			
6	6SZBA		3.8	9	1 3/16	15/16	11/16	1 3/4	4			
7	7SZBA		6.2	10 3/4	1 3/4	1 1/8	1 3/8	2 1/8	4			
8	8SZBA		9.3	12	1 5/8	1 1/8	7/8	2 1/4	5			
9	9SZBA		14.3	13 7/8	1 5/8	1 1/4	1 1/8	2 3/4	4			
10	10SZBA		18.2	16 1/2	1 13/16	1 3/8	1 1/8	2 3/4	5			
11	11SZBA		22.3	19 1/8	1 13/16	1 1/2	1 1/8	2 5/8	6			
14	14SZBA		26.0	17	2 5/16	1 3/4	1 1/2	3 3/4	7			
18	18SZBA		68.4	23 1/2	2 1/2	2 1/4	1 13/16	4 3/8	16			
ZAP SCREWLOK TRANSITION												
6/4	6/4ZBA		3.0	8	1 1/8	3/4	5/8	1 1/8	3	50	250	Transition sizes #4 - #11
6/4	6/4ZBA		4.3	10	1 3/16	15/16	11/16	1 3/4	4			
6/5	6/5ZBA											
7/5	7/5ZBA		6.8	12	1 1/4	1 1/8	1 3/8	2 1/8	4			
7/6	7/6ZBA											
8/5	8/5ZBA		9.9	14 1/8	1 5/8	1 1/8	7/8	2 1/4	5			
8/6	8/6ZBA											
8/7	8/7ZBA											
8/6	8/6ZBA		16.2	15 9/16	1 5/8	1 1/4	1 1/8	2 5/8	5			
9/7	9/7ZBA											
9/8	9/8ZBA											
10/7	10/7ZBA		20.1	17 15/16	1 11/16	1 7/8	1 1/8	2 3/4	6			
10/8	10/8ZBA											

Figura 18: Ficha técnica del producto

Se realizó la compra de los conectores de tornillo tipo 2 – Barsplice y por parte de CDV ingeniería antisísmica otorgo los certificados de calidad (ver anexo 3)

Materiales:

Con la información proporcionada por CDV ingeniería antisísmica se procedió a realizar la compra de los materiales necesarios para llevar a cabo la presente investigación

- Conector mecánico: para ensayo a tracción



Figura 19: Conector mecánico de tornillo tipo 2 – Barsplice 1”



Figura 20: Conector mecánico de tornillo tipo 2 - Barsplice - 1/2”

- **Acero estructural:** se ha adquirido el acero estructural indicado en la norma ASTM A615 dado que, lo que se busca es la mayor resistencia del acero al momento de aplicarlo la carga



Figura 21: Acero ASTM A615

En la siguiente figura se muestra la diferencia entre el acero ASTM A615 y A706. Claramente la diferencia en los dos tipos de aceros, el acero ASTM A706 tiene mayor ductilidad, pero tiene menos resistencia

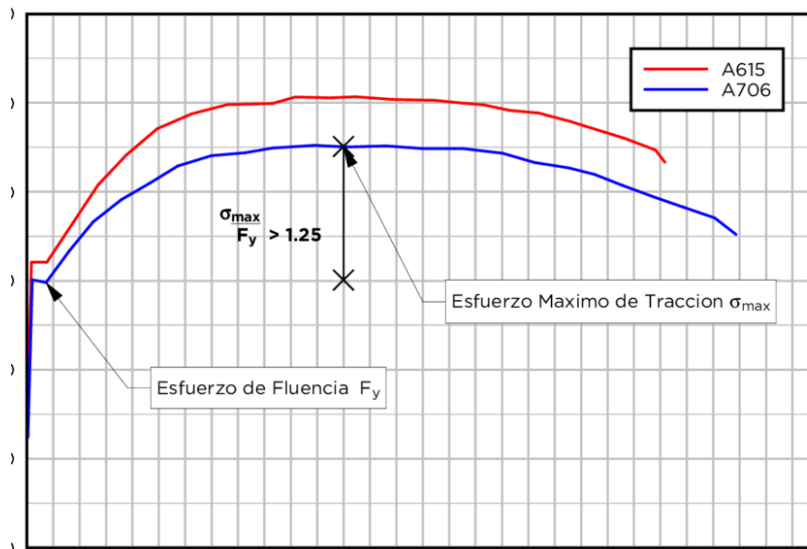


Figura 22: Acero ASTM A706, A615

De acuerdo a la norma E-060, los empalmes por traslape, empalmes mecánicos o soldados deben resistir $1.25f_y$ de la barra. El acero ASTM A615 cumple con las recomendaciones de la norma.

- **Alambre:** El alambre negro recocido N° 16, se compró por kg en las tiendas sodimac del Perú, vienen en presentación de un rollo a 100kg



Figura 23: Alambre negro N° 16

- **Madera:** La madera para el encofrado de los moldes para los empalmes por traslape tanto para el ensayo a tracción flexión se han comprado en una madera ubicada en la av. Panamericana norte.
- **Clavo:** Los clavos son de composición química SAE J403e N° 1008 y vienen en presentación de una caja por 15.00kg conteniendo en bolsas de 1.00kg, se compró 1.00kg para asegurar el encofrado



Figura 24: Clavo SAE J403e N° 1008

- **Concreto:** El concreto se compró en Sodimac Perú, se compraron 3 bolsas de este producto, listo concreto es fabricado por CONCREMAX S.A, y distribuido por Sodimac.



Figura 25: Concreto "Concrelito"

Tabla 7: Especificaciones del producto

Especificaciones técnicas	
Resistencia a la compresión	210kg/cm ²
Tamaño nominal de la piedra	3/4
Agua (Litros por bolsa)	4.00 a 4.50
Slump o asentamiento	3.00 a 4.00"

- **Probeta Cilíndrica:** De acuerdo al ASTM C-39, ASTM C-42 y la NTP 339.214, da el procedimiento y características de los moldes para las muestras y que posteriormente son para verificar la resistencia del concreto a los 7,14 y 28 días de su vaciado

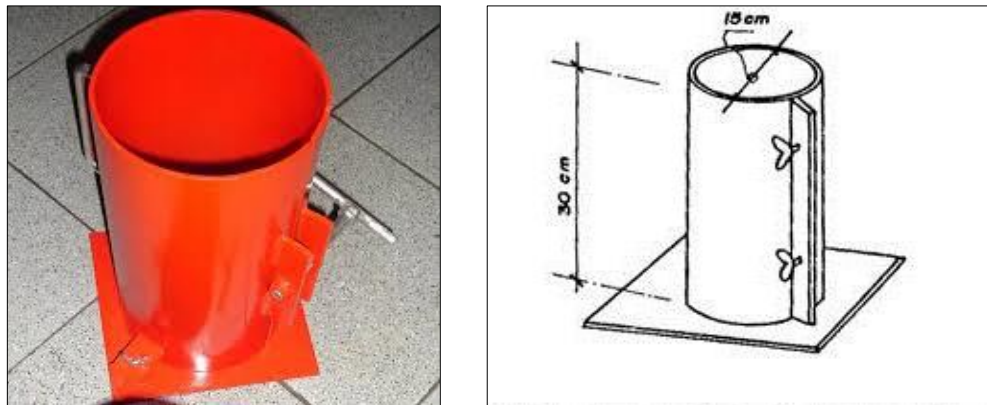


Figura 26: Moldes cilíndricos normalizados

Herramientas manuales:

Las herramientas manuales tales como la wincha, hoja de sierra, arco de sierra, marcadores, martillo se compró en las tiendas de Sodimac - Perú



Figura 27: Herramientas manuales

Fabricación de probetas:

- **Tracción con conector mecánico:** se fabricó la probeta para el ensayo a tracción con conector mecánico y con empalme por traslape. La probeta con conector mecánico consiste en unir las barras mediante tornillos y se debe aplicar el torque hasta romper las cabezas de los pernos. Se fabricaron una probeta para cada diámetro (1in y 1/2in)



Figura 28: Probeta con conector mecánico de 1"



Figura 29: Probeta con conector mecánico 1/2"

- **Tracción con empalme por traslape:**

Para el empalme por traslape se fabricó una probeta de 15cm x 15cm y 50cm de longitud el acero de refuerzo es de 1/2in.



Figura 30: Probeta con empalme por traslape

En cuanto al prendimiento para los ensayos se está cumpliendo con las dimensiones y longitudes establecidas en el ASTM A370 y la norma técnica peruana 350.405:2005. La longitud de empalme debe ser de $0.071f_y$ por el diámetro de la barra para $f_y=420\text{Mpa}$

$$L_{de} = 0.071 \times 420 \times 12.815 = 382.14\text{cm} \cong 38\text{cm}$$

Recubrimiento= 4cm

- **A flexión:** Del mismo modo se fabricaron dos probetas de 15 cm x 15cm x 50cm de longitud, una probeta para el empalme con traslape y una probeta con el conector mecánico.



Figura 31: Probetas para la dimensión- esfuerzo máximo a la flexión

- **Modelo y sección transversal de la probeta**

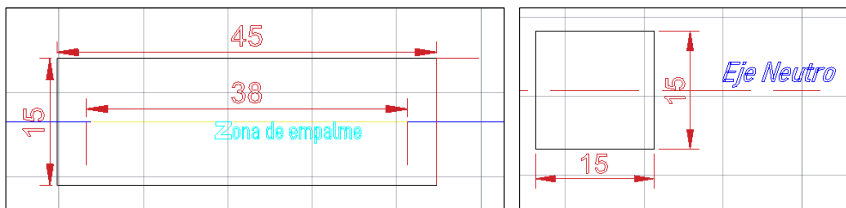


Figura 32: Modelo y sección transversal

Preparación de mezcla y vaciado de concreto:

Se preparó la mezcla de concreto agregando agua y realizando los controles de calidad especificados en la hoja técnica del producto. Se ha verificado el asentamiento (Slump) y el agua



Figura 33: Agua y preparación de mezcla



Figura 34: Ensayo de asentamiento (Slump)

Se sacó 04 muestras de concreto en la probeta cilíndrica para verificar que la resistencia a la compresión especificada en la hoja técnica del producto se encuentre dentro de los márgenes indicados.



Figura 35: Muestras para verificación de la resistencia

realizados estos procedimientos, se procedió a vaciar la mezcla en las probetas tanto para el ensayo a flexión como para el de tracción



Figura 36: Vaciado de concreto

Desencofrado de las probetas

A los tres días de realizado el vaciado de concreto se procedió a desencofrar las probetas para realizar el tratamiento de control de calidad



Figura 37. Desencofrado de las muestras

Curado del concreto

La muestra para verificación de la resistencia del concreto se introdujo en un recipiente con agua y será ensayada a los 28 días

Las probetas para el ensayo a flexión empalmadas por traslape se cubrió con plástico tanto en la superficie inferior como en la superior, de igual manera el curado del concreto se realizó con agua y protegiendo con mantas.



Figura 38: Curado de las muestras

Ensayos en el laboratorio N°1 de ensayos de materiales - UNI

Ensayos a tracción

Los ensayos a tracción se realizaron bajo las solicitaciones de la norma técnica peruana NTP:350.405:2015 y las normas internacionales ASTM A370A

- **Conector mecánico:** Ensayo empalmado con conector mecánico de tornillo tipo 2 – Barsplice – 1”



Figura 39: Ensayo a tracción conector 1”

- **Conector mecánico:** Ensayo empalmado con conector mecánico de tornillo tipo 2 – Barsplice – 1/2”



Figura 40: Ensayo a tracción conector 1/2”

- **Empalme por traslape:** Cumplido la fecha indica por la norma E-060, que a los 28 el concreto llega a su máxima resistencia se procederá a realizar el ensayo a tracción y a flexión. En el caso del ensayo a flexión las dos probetas estarán recubiertas con concreto, es decir, tanto para la probeta con empalme mecánico como para la probeta con empalme por traslape



Figura 41: Ensayo a tracción - Traslape

Ensayo a flexión

El ensayo a flexión se ha desarrollado tomando en cuenta las indicaciones y procedimientos de la norma técnica peruana NTP:339.078:2012 y las normas internacionales ASTM E-190, ASTM E-290.

- **Conector mecánico:** Ensayo empalmado con conector mecánico de tornillo tipo 2 – Barsplice – 1/2”.



Figura 42: Ensayo a flexión - Conector mecánico 1/2"



Figura 43: Conector mecánico - después del ensayo

- **Empalme por traslape:**



Figura 44: Ensayo a flexión - Traslape



Figura 45: Traslape después del ensayo

Ensayo a la compresión

De acuerdo a la hoja técnica del producto “Concrelist” se realizó la verificación de la resistencia a la compresión del producto, bajo la norma de referencia NTP: 339.034:2015, se evaluaron tres muestras a los 28 días.

Tabla 8: Verificación de la resistencia a la compresión - ConcreList

Muestra	Edad	Ø (cm)	Área (cm)	Carga (Kg)	Resistencia (Kg/cm2)	Promedio (Kg/cm2)
M-1	28	10.26	82.60	20349	246	254
M-2	28	10.19	81.47	20827	256	
M-3	28	10.15	80.83	21060	251	

La máxima resistencia a la compresión alcanzada fue de $254 \frac{Kg}{cm^2}$, la resistencia de diseño fue de $210 \frac{Kg}{cm^2}$, ver informe en el anexo 6

ESFUERZO MÁXIMO A LA TRACCIÓN

El ensayo de tracción acoplado con el conector mecánico de tornillo tipo 2 y de una pulgada de diámetro (1”), proporciono una curva de fuerza Vs deformación. El objetivo de realizar el ensayo a tracción con conector mecánico fue verificar la resistencia del acople o empalme.

Ensayo a tracción empalmada con conector mecánico de 1”

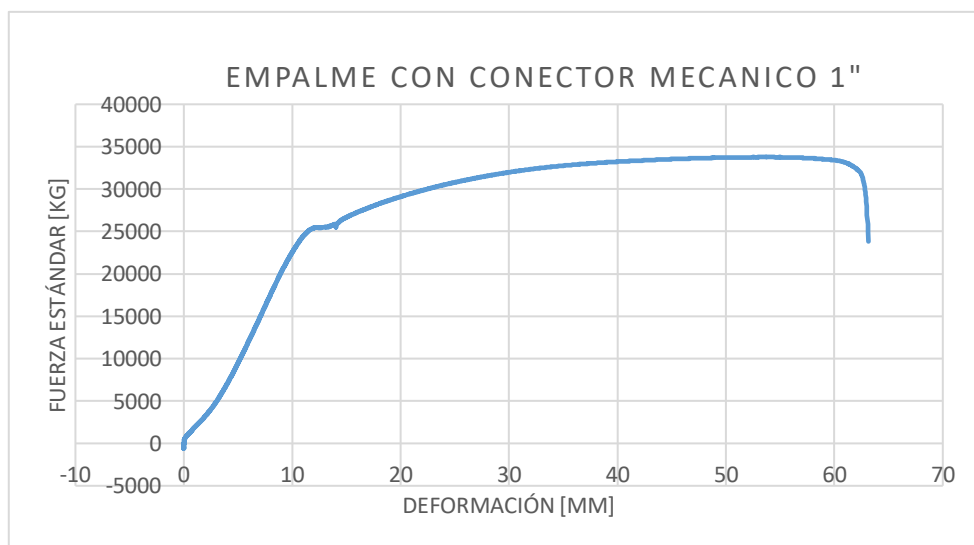


Figura 46: Curva fuerza - deformación conector 1”

Tabla 9: Resultado Conector 1"

Muestra	Diámetro mm	ÁREA mm ²	Mod. Elasticidad N/cm ²	CARGA MÁXIMA kg	FLUENCIA kg
1"	25.48	509.904364	722392.121	33759.64588	25787.94457

Con los datos obtenidos en el laboratorio podemos iniciar con los cálculos de esfuerzos en el punto de fluencia y los esfuerzos en la carga máxima aplicada

- **Esfuerzo en el punto de fluencia**

Área de 1" = 509.904mm²

$$\sigma_f = \frac{25500 \text{ kg}}{509.904 \text{ mm}^2}$$

$$\sigma_f = 50.01 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}$$

- **Esfuerzo máximo a tracción**

$$\sigma_f = \frac{33760 \text{ kg}}{509.904 \text{ mm}^2}$$

$$\sigma_f = 66.208 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}$$

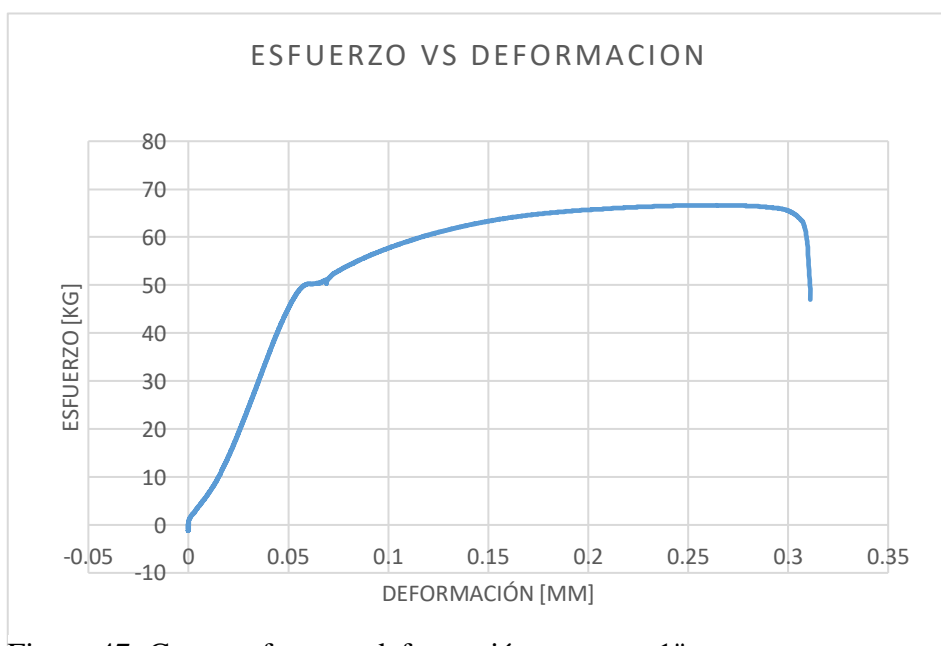


Figura 47: Curva esfuerzo - deformación conector 1"

De acuerdo a la norma E-060 de concreto armado, un empalme mecánico debe desarrollar en tracción o compresión, según sea requerido, al menos 1.25fy de la barra.

En nuestro caso, se ha utilizado el acero ASTM A615 grado 60 / NTP 341.031 – grado 60, a continuación se muestran los datos del acero

$$\text{Límite de fluencia (Fy)} = 4200 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\text{Resistencia a la tracción (Fr)} = 6320 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

Verificando los requisitos para el empalme mecánico la resistencia es ($F_s = 1.6f_y$), se demuestra mediante el ensayo que el acero desarrolló 160%fy de la barra

Empalme con conector mecánico vs empalme por traslape

Con el fin de presentar el comportamiento del empalme con conector mecánico y del empalme por traslape en una sola gráfica, se realizó el ensayo con conector mecánico de media pulgada (1/2") y empalme por traslape de media pulgada de (1/2")

- **Empalme mecánico**

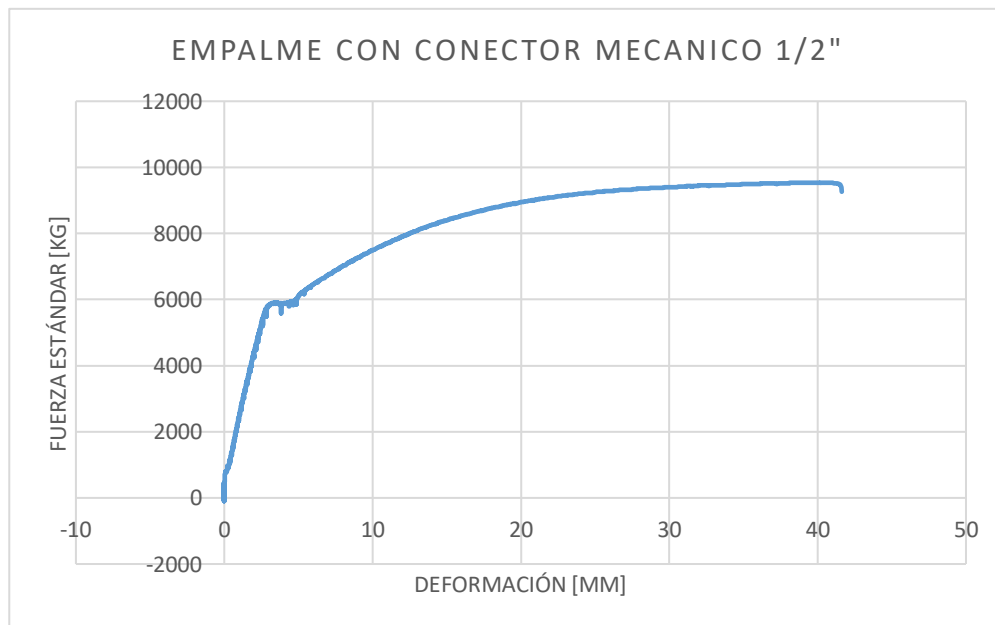


Figura 48: Curva fuerza - deformación conector 1/2"

Tabla 10: Resultado conector 1/2"

Muestra	Diámetro mm	ÁREA mm ²	CARGA MÁXIMA kg	FLUENCIA kg
1/2"	11.815	128.981	9531.8204	5872.190

- **Esfuerzo en el punto de fluencia**

Área de 1" = 509.904mm²

$$\sigma_f = \frac{5872.190 \text{ kg}}{11.815 \text{ mm}^2}$$

$$\sigma_f = 45.527 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}$$

- **Esfuerzo máximo a tracción**

$$\sigma_f = \frac{9531.820 \text{ kg}}{11.815 \text{ mm}^2}$$

$$\sigma_f = 73.900 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}$$

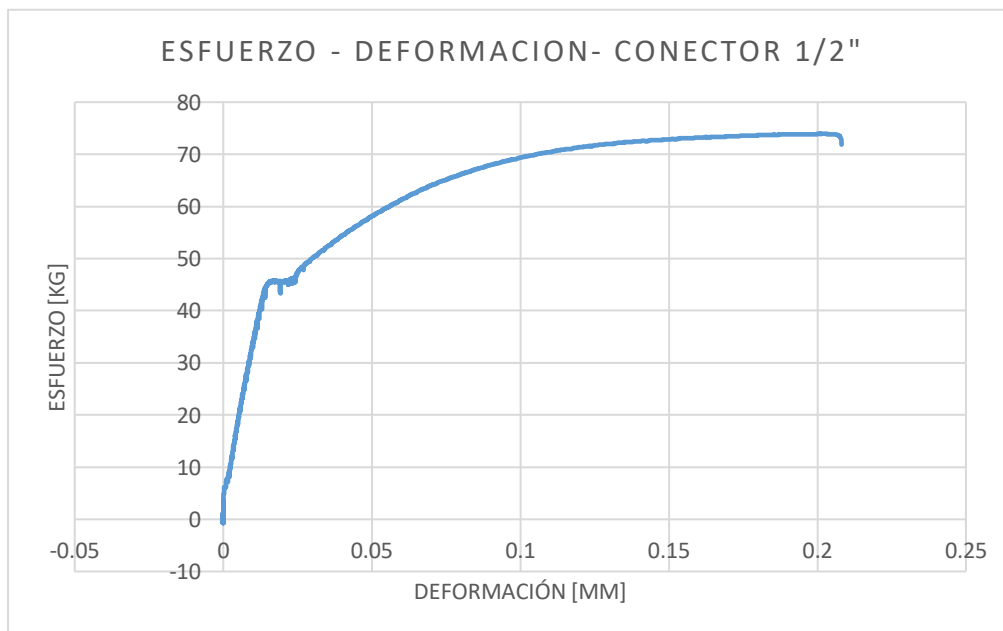


Figura 49: Curva esfuerzo - deformación

Verificando los requisitos para el empalme mecánico la resistencia es ($F_s=1.760f_y$), La relación $F_u/f_y=1.623$. en ambos casos el conector mecánico supera las exigencias de la norma E-060

- **Empalme por traslape**

El ensayo a tracción con la barra de acero empalmada por traslape se realizó con acero de 1/2in de diámetro, esto debido a las condiciones en la máquina de ensayo de materiales de la universidad nacional de ingeniería. La longitud de empalme para un acero de 1in de diámetro es 1.00m la longitud de la máquina de ensayo es de 70cm, por esta razón se ha tenido que usar un diámetro menor de la barra de acero.

Para realizar una comparación real entre el empalme por traslape y el empalme mecánico se ha realizado ensayos para cada caso y se presenta en el siguiente grafico de fuerza - deformación.

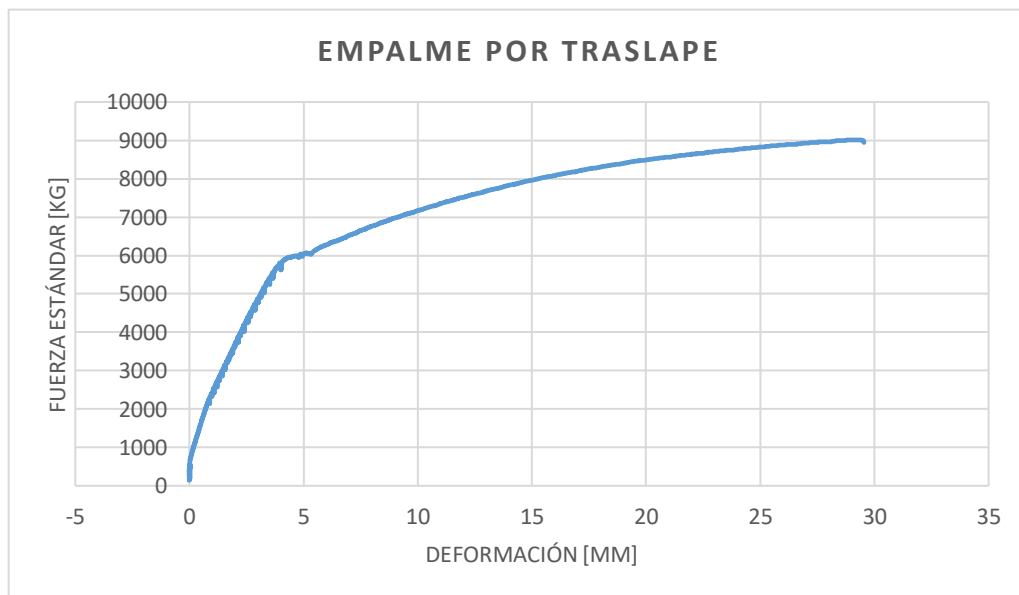


Figura 50: Curva fuerza – deformación - Traslape

Tabla 11: Resultados empalme por traslape

MUESTRA	Diam mm	ÁREA mm ²	CARGA MÁXIMA kg	FLUENCIA kg
1/2"	12.815	128.981405	9012.85416	4345.76692

- Esfuerzo en el punto de fluencia

$$\sigma_f = \frac{4345.7669 \text{ kg}}{128.981 \text{ mm}^2}$$

$$\sigma_f = 33.693 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}$$

- Esfuerzo máximo a tracción del acero

$$\sigma_f = \frac{9012.854 \text{ kg}}{128.981 \text{ mm}^2}$$

$$\sigma_f = 69.887 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}$$

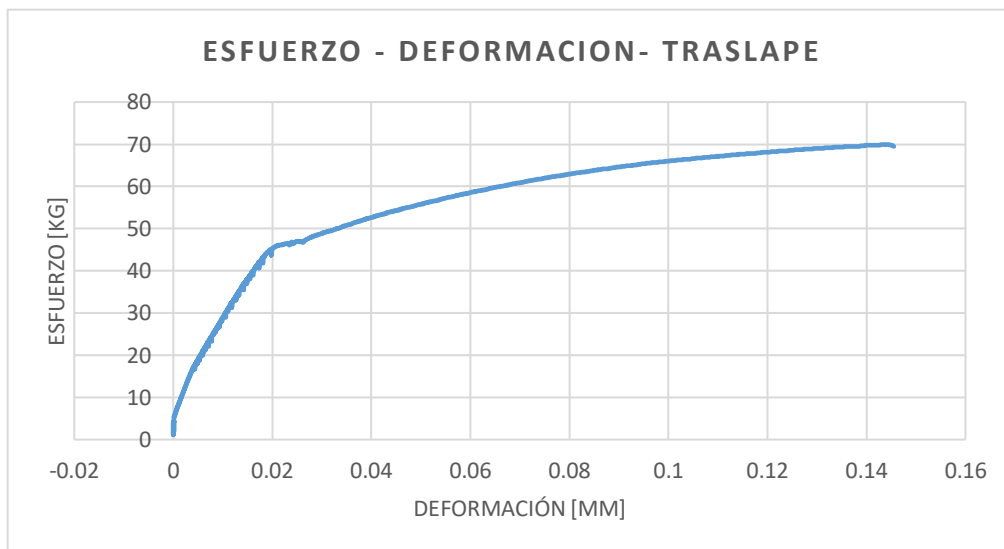


Figura 51: Curva esfuerzo - deformación - traslape

Con el objetivo de realizar una comparación entre la resistencia a la fluencia del acero (f_y) y la tensión de la barra inmediatamente después de la fisura. A partir de los datos obtenidos en el laboratorio realizaremos los cálculos para verificar el porcentaje alcanzado en el límite de fluencias y en la tensión máxima

- Tensión en el punto de fluencia 1.1

Área bruta de la muestra

$$A_g = (15 \text{ cm} \times 15 \text{ cm} = 225 - 1.29 = 223.71 \text{ cm}^2)$$

Cuantía del acero ecuación 1.3

$$\rho = \frac{1.29\text{cm}^2}{223.71\text{cm}^2} = 0.0058$$

Relación entre módulo de elasticidad del acero y el módulo de elasticidad del concreto, ecuación 1.4

Módulo de elasticidad del concreto (Es)

$$E_s = 21 \times 10^6 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}$$

Módulo de elasticidad del concreto

$$E_c = 15000 \sqrt{210 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2}}$$

$$n = \frac{E_s}{E_c} \cong 10$$

Con los datos obtenidos y con los valores de carga de la tabla 10, calculamos la resistencia a la tracción del hormigón con la aplicación de la ecuación 1.1

$$P = (1 - \rho n) A_g F'_r$$

$$4345.767 \frac{\text{Kg}}{\text{cm}^2} = (1 - 0.0058 \times 10) \times 223.71 \times F'_r$$

$$F'_r = 20.62 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \text{ Resistencia a traccion del hormigon a la primera grieta}$$

Verificamos la tensión del acero en la primera grieta y en la rotura mediante la aplicación de la ecuación 1.2

$$F_s = \left(\frac{1}{\rho} - 1 + n \right) F'_r$$

$$F_s = \left(\frac{1}{0.0058} - 1 + 10 \right) 20.62 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$F_s = 3537.124 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \text{ Tension del acero en una grieta}$$

Verificando los requisitos para el empalme por traslape la resistencia es ($F_s = 0.8422f_y$). es decir, el empalme por traslape alcanzo 84.22% de la fluencia de la barra en la primera fisura.

en el momento de la rotura del concreto, es esfuerzo que desarrollo es:

$$8500.620 \frac{Kg}{cm^2} = (210.735)F'_r$$

$$F'_r = 40.34 \frac{kg}{cm^2} \text{ Resistencia a traccion del hormigon en la rotura}$$

$$F_s = \left(\frac{1}{0.0058} - 1 + 10 \right) 40.34 \frac{kg}{cm^2}$$

$$F_s = 7318.23 \frac{kg}{cm^2} \text{ Tension del acero en la rotura}$$

Verificando los requisitos para el empalme por traslape la resistencia es ($F_s=1.74f_y$). es decir, el empalme por traslape alcanzo 174% de la fluencia de la barra en el momento de la rotura del concreto.

A modo de realizar una comparación visual entre el empalme por traslape y el empalme con conector mecánico de tornillo tipo 2 – Barsplice. Se presenta un gráfico mostrando ambos sistemas.

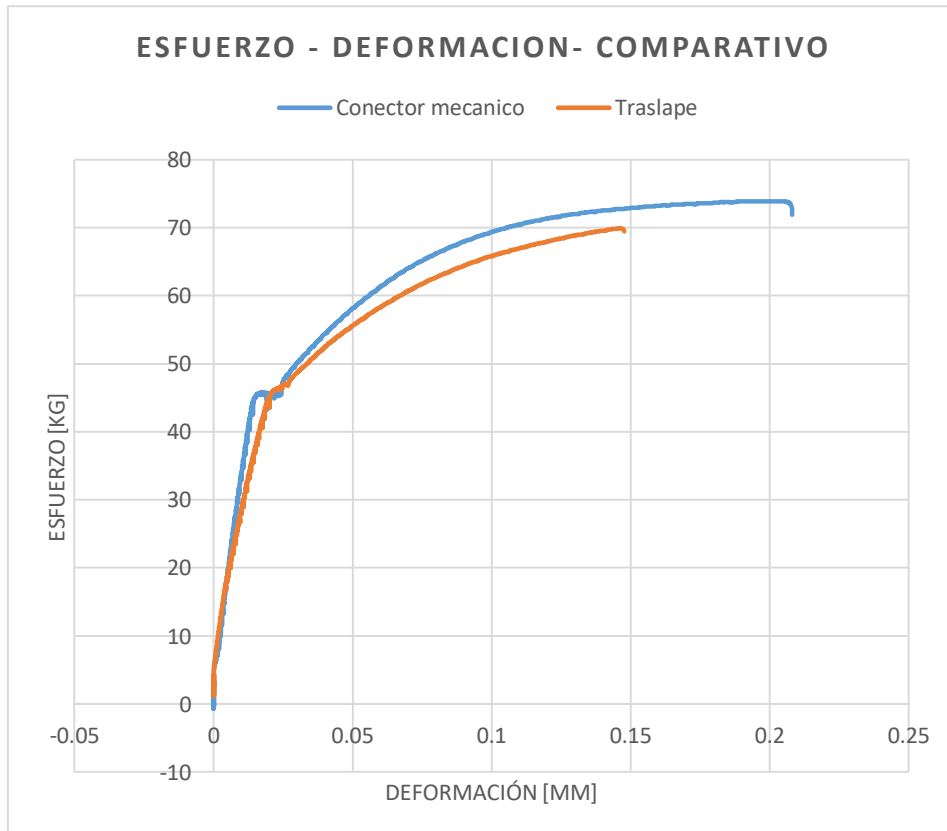


Figura 52: Esfuerzo - Deformación - Comparativo

Tabla 12: Resultado esfuerzo a tracción conector - traslape

Muestra	Carga Fluencia (kg)	Carga Máxima (kg)	Esfuerzo Fluencia (kg/cm ²)	Esfuerzo Máximo (kg/cm ²)
Empalme por traslape	4335.770	9012.850	33.493	69.887
Empalme con conector	5872.190	9531.820	45.520	73.900

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla (12), se verifica que los empalmes para barras corrugadas con conector mecánico de tornillo tipo 2 – Barsplice, presentan mayor resistencia a la tracción superando al empalme por traslape con 26.421% en el punto de fluencia y con 5.43% en el esfuerzo máximo a la tracción. La diferencia de las resistencias y de manera visual se puede apreciar en la figura (52), donde la curva del empalme mecánico se encuentra por encima de la curva del empalme por traslape.

Por otra parte, Mediante el ensayo a tracción del empalme por traslape se ha determinado la resistencia del hormigón tanto en la carga de la primera fisura como en la carga de rotura. Conociendo el esfuerzo a tracción del hormigón en ambos estados del concreto se pudo determinar el porcentaje (%) de la fluencia que alcanzo el acero durante el ensayo. Los datos del cálculo se presentan en la tabla (13)

Tabla 13: Resistencia a tracción del Hormigón - Acero "Traslape"

Tracción del hormigón a la primera fisura (kg/cm ²)	Tracción del hormigón (Fluencia) (kg/cm ²)	Tracción del hormigón a la rotura (kg/cm ²)	Resistencia del acero 1° (kg/cm ²)	Resistencia del acero 1° (kg/cm ²)	Resistencia del acero 2° (kg/cm ²)
11.12	20.62	40.340	2017.684	3537.124	7318.230

Entonces, realizamos la comparación con el f_y del acero, para este caso $f_y=4200 \frac{kg}{cm^2}$, se tiene que $F_s.=0.8422f_y \frac{Kg}{cm^2}$, es decir el acero alcanzo 84.22% de su fluencia al momento que se dio la primera grieta, pero como la carga máxima que alcanzo la probeta fue de 8500.620kg, entonces, la tensión máxima que soporto la muestra llego al 174% de la fluencia del acero.

De acuerdo con la norma E-060, tanto los empalmes mecánicos como los empalmes por traslapes desarrollaron más del $1.25f_y$ de la barra, en tanto el empalme mecánico muestra mayor resistencia a la fluencia y mayor resistencia a la tracción.

En consecuencia, en el empalme por traslape la falla se dio por adherencia del concreto, mientras que en el empalme mecánico la falla se dio en la barra corrugada.



Figura 53: Fallas presentadas en el ensayo a tracción

DUCTILIDAD

La ductilidad es la capacidad de algunos materiales para deformarse de manera permanente antes de alcanzar la rotura, Los valores de ductilidad de pueden calcular mediante la gráfica esfuerzo – deformación. También se puede obtener los valores de ductilidad sin necesidad de la gráfica esfuerzo – deformación con las expresiones matemáticas del porcentaje (%) de alargamiento (Ec.1.11) o por la reducción de área, (Ec 1.12). Los parámetros de ductilidad están descritos en la tabla 3.

- **Conector mecánico de tornillo tipo 2 – Barsplice (1’)**

Inicialmente la probeta tenía una longitud inicial de 700.00mm y 509.90mm² de sección. Al someter la probeta a carga axial determinada, la probeta mostro una longitud final de 763.14mm y una sección de 397.370mm². con la aplicación de la ecuación 1.11, calculamos el porcentaje de alargamiento a la rotura

Longitud inicial de la barra (Lo)= 700.00mm

Longitud final de la barra (Lf) =763.14mm

$$\epsilon = \frac{L_f - L_o}{L_o} * 100$$

$$\epsilon = \frac{763.14mm - 700.00mm}{700.00mm} * 100$$

$$\epsilon = 9.02\%$$

Con la aplicación de la ecuación 1.12, calculamos el porcentaje de reducción de área

Área inicial de la barra (Ao) = 509.90mm²

Área Final de la barra (Af) =410.370mm²

$$\epsilon = \frac{A_o - A_f}{A_o} * 100$$

$$\epsilon = \frac{509.90mm^2 - 410.370mm^2}{509.90mm^2} * 100$$

$$\epsilon = 19.52\%$$

Tabla 14: Resumen de los resultados (ductilidad conector 1")

Alargamiento de rotura=	9.02%
Estricción=	19.52%

- **Conector Mecánico de tornillo tipo 2 -Barsplice (1/2")**

Siguiendo el mismo procedimiento de cálculo de la muestra con conector de 1", realizamos los cálculos de los porcentajes de ductilidad para el conector de 1/2". Los resultados se mostrarán en la tabla 14.

Inicialmente la probeta tenía una longitud de 700.00mm y una sección de 129.00mm²

Después de aplicar la carga la probeta mostro una longitud de 756.00mm y una sección de 102.33mm².

$$\epsilon = \frac{756.00mm - 700.00mm}{700.00mm} * 100$$

$$\epsilon = 8.00\%$$

$$\epsilon = \frac{129.00mm^2 - 102.33mm^2}{129.00mm^2} * 100$$

$$\epsilon = 20.67\%$$

Tabla 15: Cálculos de cálculo conector 1/2"

Alargamiento de rotura=	8.00%
Estricción=	20.67%

- **Cálculo de ductilidad de la muestra empalmada por traslape (1/2")**

Para el cálculo de ductilidad de la muestra con empalme por traslape la longitud inicial de la probeta fue de 700.00mm y una sección de 129.00mm². Después de someter a una

carga determinada la probeta mostro una longitud final de 729.54mm y una sección de 112.29mm². Los resultados se muestran en la tabla 15.

$$\epsilon = \frac{729.54mm - 700.00mm}{700.00mm} * 100$$

$$\epsilon = 4,22\%$$

$$\epsilon = \frac{129.00mm^2 - 112.29mm^2}{129.00mm^2} * 100$$

$$\epsilon = 12.95\%$$

Tabla 16: Cálculos de ductilidad empalme por traslape

Alargamiento de rotura=	4.22%
Estricción=	12.95%

A modo de resumen, se muestra la tabla 17 con los resultados de los cálculos para cada muestra.

Tabla 17:Resultado general de ductilidad

Muestra	Métodos	
	% Alargamiento	Reducción de área
Empalme por traslape	4.22%	12.95%
Empalme mecánico	8.00%	20.67%

El empalme con conector mecánico de tornillo presenta mayor capacidad de deformación en relación al empalme por traslape con un porcentaje de diferencia de 38.80%. En consecuencia, la NTP 341.031 y la norma internacional ASTM A615 grado 60, establecen que el valor mínimo permitido de alargamiento es el 8 % para una barra corrugada de una pulgada (1”) y 9% para una barra de media pulgada (1/2”) Por otra parte, la NTP 339.186 / ASTM A706 grado 60, el alargamiento mínimo que exige es de 12% (de su medida inicial).

En tanto, las mismas normas precisan que si un material tiene menos del 5% de alargamiento presenta una falla frágil, por lo tanto, cualquier material que tenga mayor de 5% de alargamiento es dúctil

De acuerdo a las consideraciones de las normas ambos sistemas de empalmes cumplen con las disposiciones adoptadas. En la tabla 15 la ductilidad del empalme con conector mecánico es de 20.67%, mientras que en la tabla 16, la ductilidad del empalme por traslape es de 12.95%. por lo tanto, los empalmes mecánicos muestran mayor capacidad de deformación superando al empalme por traslape en un impresionante porcentaje de 38.80%.

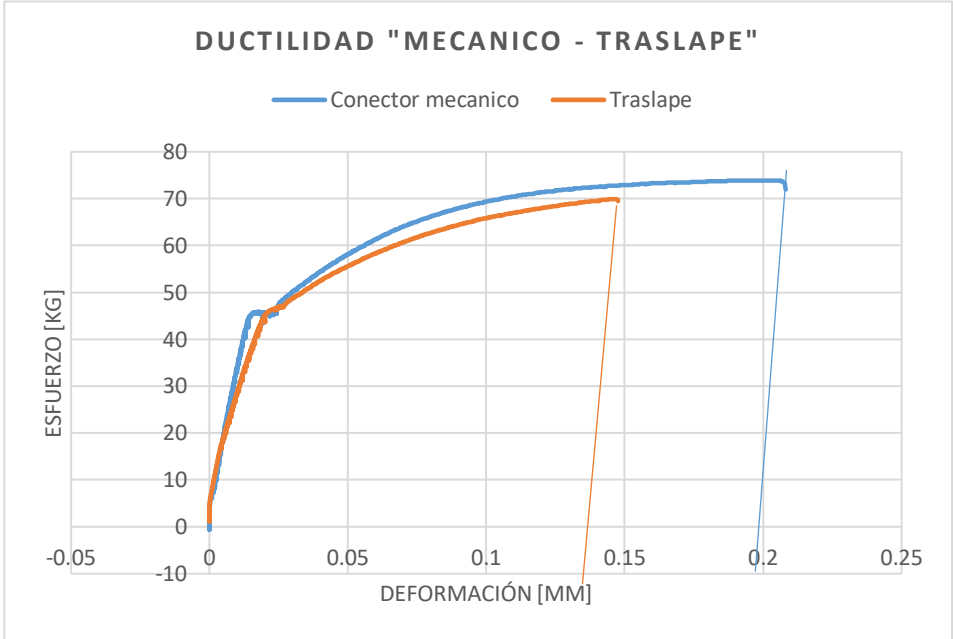


Figura 54: Ductilidad - Mecánico Vs Traslape

La curva esfuerzo – deformación obtenidas en el ensayo a tracción en ambos sistemas y de manera visual se observa que el empalme con conector mecánico de tornillo tipo 2 – Barsplice presenta mayor capacidad de deformación, mientras que el empalme por traslape llega a su punto máximo y presenta falla por adherencia del concreto. este evento se representa en la figura 54

El empalme por traslape llega al punto máximo cuando el concreto falla por adherencia

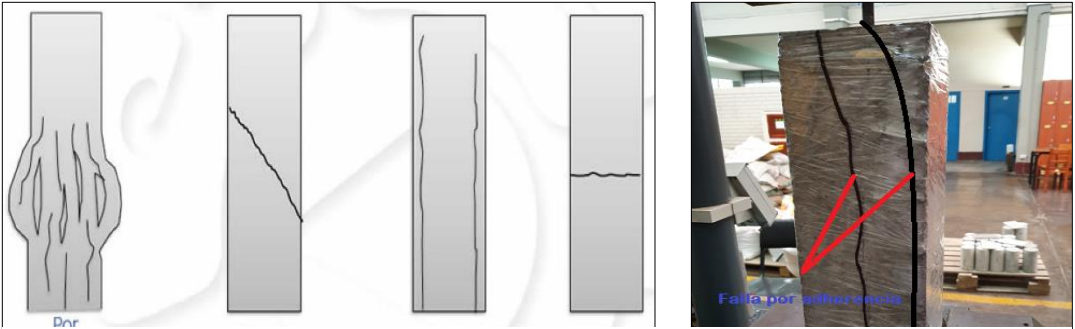


Figura 55: Tipo de falla durante el ensayo a tracción

ESFUERZO MÁXIMO A LA FLEXIÓN

El ensayo a flexión se llevó a cabo en el laboratorio N°1 de ensayo de materiales de la universidad nacional de ingeniería (UNI). Se realizaron ensayos a flexión con probetas reforzadas con acero estructural grado 60 de media pulgada (1/2") y con dispositivo de empalme mecánico.

Los resultados de los ensayos se muestran en la tabla 18.

Tabla 18: Resultado ensayo a la flexión - Laboratorio

Muestra	Distancia entre apoyos (mm)	Dimensiones (mm)			Carga de rotura (Kg)	Módulo de Rotura (kg/cm ²)
Mecánico	400	450	150	150	3240.00	57.5
Traslape	400	450	150	150	5510.00	98.00

Con los datos obtenidos realizamos los cálculos de los momentos máximos para cada muestra.

Empalme de la barra corrugada con conector mecánico de tornillo tipo 2 - Barsplice

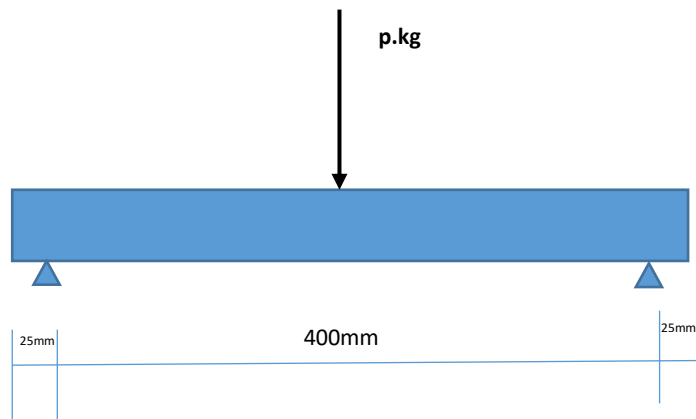


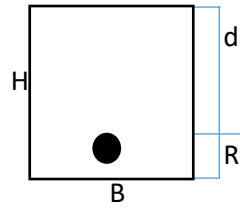
Figura 56: Modelo de las muestras - Flexión

$$M_{max} = \frac{PL}{4}$$

$$M_{max}Mecanico = \frac{3240kg \times 40cm}{4} = 32400kg.cm$$

$$M_{max}Traslape = \frac{5510kg \times 40cm}{4} = 55100kg.cm$$

Sección reforzada



$$B=15\text{cm}$$

$$H=15\text{cm}$$

$$D=11\text{cm}$$

$$R=4\text{cm}$$

Datos:

Figura 57: Sección

$$M_{max}Mecanico = 32400\text{kg.cm}$$

$$F'c = 210 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$Fy = 4200 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$Fr = 2\sqrt{f'c} \text{ Modulo de rotura}$$

$$n = \frac{2 \times 10^6}{15000\sqrt{220}} = 9.20 \cong 10, n > 6$$

Para realizar los cálculos de esfuerzos asumimos que la sección se encuentra sin agrietar.

$$(n - 1)A_s = (10 - 1)1.27 = 11.43\text{cm}^2$$

Ubicación del eje neutro

$$y = \frac{bh \times \frac{h}{2} + (n - 1)A_s \times d}{bh + (n - 1)A_s}$$

$$y = \frac{15 \times 15 \times \frac{15}{2} + 11.43 \times 11}{15 \times 15 + 11.43} = 7.67$$

Momento de inercia de la sección

$$IX = \frac{bh^3}{12} + bh \times \left(y - \frac{h}{2}\right)^2 + (n - 1)A_s(d - y)^2$$

$$IX = \frac{15 \times 15^3}{12} + 15 \times 15 \times \left(7.67 - \frac{15}{2}\right)^2 + 11.43(11 - 7.67)^2$$

$$IX = 4351.999\text{cm}^4$$

Entonces el esfuerzo máximo de tracción y compresión será:

$$F_{CT} = \frac{Mc.y}{IX}$$

$$F_{CT} = \frac{32400 \text{ kg.cm} \times 7.33 \text{ cm}}{4351.999 \text{ cm}^4}$$

$$F_{CT} = 61.46 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}, \text{ Esfuerzo a traccion}$$

$$F_{CT} \leq 2\sqrt{f'c}$$

$$61.46 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} > 28.98 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$F_{CT} = \frac{32400 \text{ kg.cm} \times 7.67 \text{ cm}}{4351.999 \text{ cm}^4}$$

$$F_{CC} = 57.10 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}, \text{ Esfuerzo a compresion}$$

El esfuerzo que soportar el acero será:

$$F_{ta} = \frac{32400 \text{ kg.cm} \times 3.33 \text{ cm}}{4351.999 \text{ cm}^4}$$

$$F_{ta} = 24.79 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \text{ esfuerzo a traccion del acero}$$

Como $f_s = nF_{ta}$

$$F_s = (10 \times 24.79) = 247.91 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Empalme de la barra corrugada amarrada con alambre (Traslape)

De acuerdo a los resultados de cargas en la tabla 14 y siguiendo los mismos procedimientos de cálculos de la barra empalmada con conector mecánico, calculamos los esfuerzos para la barra empalmada por traslape.

$$M_{max} \text{Traslape} = 55100 \text{ kg.cm}$$

$$F_{CT} = \frac{55100 \text{ kg.cm} \times 7.33 \text{ cm}}{4351.999 \text{ cm}^4}$$

$$F_{CT} = 92.80 \frac{kg}{cm^2}, \text{ Esfuerzo a traccion}$$

$$F_{CT} = \frac{55100 \text{ kg.cm} \times 7.67 \text{ cm}}{4351.999 \text{ cm}^4}$$

$$F_{CT} = 97.11 \frac{kg}{cm^2}, \text{ Esfuerzo a compresion}$$

Entonces, el esfuerzo que soportar el acero a tracción será:

$$F_{ta} = \frac{51000 \text{ kg.cm} \times 3.33 \text{ cm}}{4351.999 \text{ cm}^4}$$

$$F_{ta} = 42.16 \frac{kg}{cm^2} \text{ esfuerzo a traccion del acero}$$

Como $f_s = nF_{ta}$

$$F_s = (10 \times 42.16) = 421.606 \frac{kg}{cm^2}$$

Los resultados de ambos sistemas de empalmes se presentan en la tabla 19

Tabla 19: Resultados ensayo a flexión

Muestra	Esfuerzos (kg/cm ²)		Esfuerzo del acero (kg/cm ²)
	Tracción	Compresión	
Empalme por traslape	92.80	97.11	42.16
Empalme Mecánico	61.46	57.10	24.79

En la tabla 18 se observa notable diferencia en las resistencias tanto en el concreto como en el acero. El empalme por traslape superó la resistencia a la tracción y compresión en el concreto en 33.77% y 41.20% respectivamente, en relación al empalme con conector mecánico de tornillo tipo 2 – Barsplice. En consecuencia, la resistencia del acero en tracción supero en 41.20%. al empalme con conector mecánico. Por lo tanto, el empalme por traslape muestra mayor resistencia a la flexión.

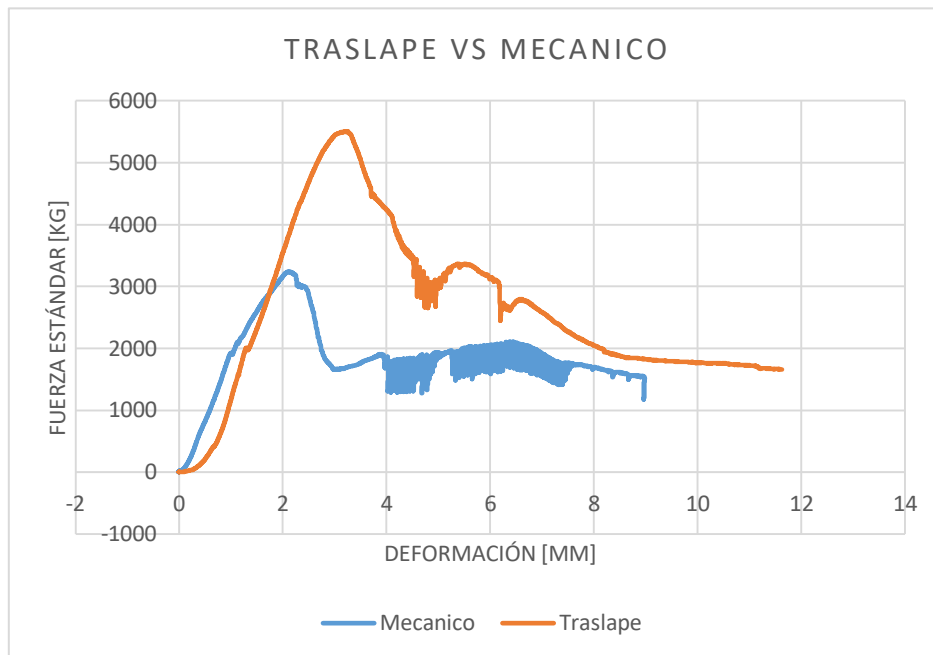


Figura 58: Capacidad de resistencia Conector - Traslape

En la figura (58) y de manera visual se observa que el empalme mecánico presenta menor resistencia a la flexión. Pero poseen mayor capacidad de carga residual en relación al empalme por traslape. Esto quiere decir que los empalmes por conexiones mecánicas presentan un incremento en la energía total que observe el material antes de llegar a la rotura.

Por lo tanto, el esfuerzo residual describe la capacidad del conector mecánico de tornillo de seguir siendo cargado después de ocurrida la fisura antes del colapso. Una vez la matriz del concreto se ha fisurado, el concreto con empalme por traslape simplemente colapsa y la estructura también, es decir, no existe continuidad en la estructura. En el empalme con conector de tornillo la falla y posterior colapso de la estructura se da mucho después de la aparición de la fisura principal. En tanto, las estructuras con conector mecánico de tornillo le permiten seguir absorbiendo cargas externas como los sismos garantizando la seguridad de las viviendas.

En cuanto al módulo de rotura y de acuerdo a la norma técnica peruana NTP 339.079 deben estar comprendidos entre el 10% y 20% de la resistencia del concreto. En el empalme por traslape el módulo de rotura alcanzo 47.00% de la resistencia a la compresión del concreto, mientras que el empalme con conector de tornillo alcanzo un porcentaje de 27.38% de la resistencia a la compresión del concreto.

De acuerdo a la hipótesis general planteada: “El empalme mecánico mejora el desempeño estructural de una columna de tres niveles con el empleo del empalme mecánico en C.C. Shopping La Molina 2018”. Se ha determinado que la resistencia a la tracción, ductilidad, resistencia a la flexión mejoran el desempeño estructural de una columna en rangos de 5.43% para la resistencia a la tracción, 38% en ductilidad y con mayor capacidad de resistencia de carga residual en momento flexionante.

En consecuencia, a la primera hipótesis específica planteada” La resistencia a la tracción de una columna de tres niveles con el empleo del empalme mecánico en C.C. Shopping La Molina 2018, de acuerdo a la figura 52 y tabla 12, el esfuerzo a tracción muestra una diferencia de 5.43% mayor que el empalme por traslape, esto quiere decir, que la resistencia a tracción de una columna con el empleo del empalme mecánico es alta.

Por otra parte, en la segunda hipótesis específica: “la ductilidad de una columna de una columna de tres niveles con el empleo del empalme mecánico es alta en C.C. Shopping La Molina 2018”, mediante la figura 54 y tabla 17, se afirma, que la ductilidad de una columna con el empleo del empalme mecánico es alta con una diferencia de 38% en relación al empalme por traslape.

En la tercera hipótesis planteada: “La resistencia a la flexión de una columna de tres niveles con el empleo del empalme mecánico es mediano en C.C. Shopping La Molina 2018”, según la figura 58 y tabla 19, se la resistencia a la flexión de una columna con el empleo del empalme mecánico es mediana con dando como resultado que el empalme por traslape posee mayor capacidad de resistir momento flector, si bien es cierto que el empalme con conector mecánico posee menor capacidad de resistencia a la flexión pero posee mayor capacidad de resistencia residual, es decir, es más efectiva su comportamiento ante cualquier movimiento sísmico.

IV. DISCUSIÓN

(Alvis & Guerra, 2017), es una tesis que analiza el comportamiento mecánico a tracción en laboratorio, los factores económicos y la funcionalidad de los empalmes mecánicos roscados utilizados en la construcción de proyectos de edificaciones. Los resultados de esta investigación fueron satisfactorios evidenciando un coeficiente de variación cercano al 3% que comparado con el alto rango entre el límite mínimo y máximo de resistencia a la fluencia que ordena la norma (23% aproximadamente) es bueno, es decir los ensayos demuestran que es confiable la utilización de este sistema en la construcción de obras. Por otra parte, en la investigación realizada y en los resultados obtenidos en los ensayos a tracción se puede apreciar que los empalmes mecánicos superaron el $1.25f_y$ exigido por la norma técnica E-060 de concreto armado, desarrollando una resistencia de $1.76f_y$ de la barra (tabla 10), con una diferencia en la resistencia máxima a la tracción de 5.43% en relación al empalme por traslape. Por lo tanto, los empalmes mecánicos son una buena alternativa para reemplazar a los empalmes por traslapes. En cuanto al marco teórico y a la norma E-060, todo empalme sometido a cargas de tracción ya sea por traslape, mecánico, soldado deben desarrollar por lo menos 125% de la fluencia del acero.

(Avedaño & Cuevas, 2016) presentaron un trabajo cuyo objetivo fue realizar un análisis sobre la implementación de empalmes mecánicos en el acero de refuerzo en elementos de concreto armado. Los citados autores señalaron que la implementación de los empalmes mecánicos garantiza una mayor seguridad en las edificaciones por su comportamiento ante cualquier movimiento sísmico. Es decir, el empalme mecánico mantiene la continuidad de la barra. De acuerdo con los citados autores, los resultados de la investigación muestran una notable diferencia en el porcentaje de ductilidad de 38.80% en comparación con los empalmes por traslapes (figura 52). Por lo tanto, los empalmes mecánicos mantienen la continuidad de las barras mejorando notablemente el comportamiento estructural de las edificaciones. De acuerdo al marco teórico, la ductilidad del acero debe estar comprendida entre el 7% y 9% como valores mínimos de ductilidad.

(Kim, Park, Han, & Choi, 2017) es una investigación experimental del desempeño del momento de flexión sobre estructuras de placa de acero y hormigón con empalme mecánico. Los resultados de las pruebas de desempeño indicaron la resistencia real de los empalmes mecánicos exhibiendo un poco menos de resistencia al momento flector que el existente.

Además, los citados autores precisaron en la capacidad de absorción de energía que presentaban los empalmes mecánicos. En consecuencia, los resultados de esta investigación mostraron que el empalme mecánico de tornillo tipo 2 – Barsplice presenta menos resistencia al momento flector (32400 kg.cm) en relación al empalme por traslape (55100 kg.cm). es decir, el empalme mecánico presento un porcentaje de 41.20% menor que el empalme por traslape. En concordancia con los citados autores, si bien es cierto, que los empalmes mecánicos presentaron menos resistencia al momento flector, estos desarrollaron mayor capacidad de resistencia residual (figura 58). En consecuencia, la norma internacional ASTM E-190 y la norma técnica peruana establecen los porcentajes mínimos que debe alcanzar el módulo de rotura en la relación al esfuerzo a compresión del concreto lo cual indica que debe estar entre el 10% y 20%, en esta investigación los valores de módulo de rotura oscilan entre los 26% y 50% de la resistencia a la compresión

V. CONCLUSIONES

Con respecto al objetivo general “Determinar el desempeño estructural de una columna de tres niveles con el empleo del empalme mecánico en C.C. Shopping La Molina 2018”. Se determinó el desempeño estructural de los empalmes mecánicos en relación a los empalmes por traslapes. Presentado notables mejoras en los porcentajes de resistencia a la tracción con una diferencia de 5.43% mayor que el empalme por traslape (Figura 52). En consecuencia, la ductilidad del empalme mecánico es mayor en 38.80% en relación al empalme por traslape. Por otra parte, la resistencia al momento flector de los empalmes mecánicos es menor en 41.20% (figura 58). Según la tabla 18 y 19 el empalme mecánico posee menor capacidad de resistencia a la flexión, pero posee mayor capacidad de absorción de energía total antes de llegar a la rotura, es decir, el empalme por traslape falla en el momento que la estructura de concreto sufre la fisuración, en cambio el empalme mecánico sigue recibiendo la carga aun después de la grieta o fisura total de la estructura. las exigencias de la norma E-060 de concreto armado. donde indica que un empalme por traslape, mecánico o soldado debe desarrollar por lo menos 1.25fy de la barra. Los empalmes mecánicos alcanzaron 1.6fy, 1.76fy. Por otra parte, los empalmes por traslapes llegaron al 84.22% de la fluencia a la primera fisura en el concreto. Frente a los resultados y cálculos obtenidos, los empalmes mecánicos mejoran en el desempeño estructural de las edificaciones.

En consecuencia, al primer objetivo específico “Determinar la resistencia a la tracción de una columna de tres niveles con el empleo del empalme mecánico en C.C. Shopping La Molina 2018”. Se determinó la resistencia a la tracción del empalme mecánico de tornillo tipo 2 de media pulgada de diámetro y la resistencia a la tracción del empalme por traslape según figura 52 y tabla 12 presentan una diferencia en la resistencia máxima a la tracción de 5.43%. Por otra parte, el esfuerzo a tracción a la primera fisura del concreto fue de $20.62 \frac{kg}{cm^2}$, desarrollando $3537.124 \frac{kg}{cm^2}$ (84.22%) de la fluencia de la barra, al momento que se da la rotura del concreto, el esfuerzo a tracción desarrollado fue de $40.340 \frac{kg}{cm^2}$ desarrollando $7318.320 \frac{kg}{cm^2}$ (174%) de la fluencia de la barra del concreto armado en el empalme por traslape alcanzo $20.62 \frac{kg}{cm^2}$, llegando a 84.22% de la fluencia de la barra (Tabla 13). Frente al objetivo planteado, los empalmes mecánicos presentan mayor capacidad de resistencia a la tracción. Esto debido a que la transferencia de carga de una barra a otra barra es directamente aun si la barra se encuentra sin concreto. por lo tanto, los empalmes mecánicos son una buena alternativa ante las sollicitaciones de diseño.

Con respecto al segundo objetivo específico “Determinar la ductilidad de una columna de tres niveles con el empleo del empalme mecánico en el C.C. Shopping La Molina 2018”. Se determinó la ductilidad en los empalmes mecánicos de tornillo tipo 2 – Barsplice de 20.67% (Tabla 15) y la ductilidad del empalme por traslape de 12.95% (Tabla 16). La diferencia en los porcentajes de ductilidad en ambos sistemas de empalmes es de 38.80%, esta notable diferencia esta descrita en la figura 54. Esto quiere decir, que los empalmes mecánicos son la mejor alternativa ante solicitudes de diseños exigentes. Por lo tanto, la ductilidad de una barra empalmada con el empalme mecánico es alto.

Con respecto al tercer objetivo específico “Determinar la resistencia a la flexión de una columna de tres niveles con el empleo del empalme mecánico en C.C. Shopping la Molina 2018”. Se determinó la resistencia a la flexión del empalme mecánico de tornillo tipo 2 – Barsplice de $24.79 \frac{kg}{cm^2}$ y la resistencia a la flexión del empalme por traslape $42.16 \frac{kg}{cm^2}$ (tabla 17). Con una diferencia en la resistencia de 41.20%. En consecuencia, el módulo de rotura de ambos sistemas de empalmes alcanzo a 27.30% y 47% de la resistencia a la compresión del concreto. Por otra parte, en la figura 58, el empalme mecánico presenta mayor capacidad de resistencia residual, esto quiere decir que los empalmes mecánicos tienen mayor capacidad resistente de absorción de la energía total antes de llegar a la rotura. En cambio, los empales por traslape fallan en el momento que el concreto llega a la fisura y presenta falla por adherencia. Ante esta problemática los empalmes mecánicos tienen una mejora en la funcionalidad de las estructuras ya que la mayor capacidad de absorción de energía evita que las estructura llegue al colapso, en cambio los empalmes por traslapes llegan al punto máximo de tensión y colapsa.

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda el uso de los conectores mecánicos para los empalmes en las barras corrugadas de acero. Estos tipos de empalmes son pequeños accesorios metálicos que en una pequeña longitud unen a dos varillas y le dan continuidad, confianza y fiabilidad ya que la resistencia del conector es más fuerte en sí que la varilla misma. Además de contribuir notablemente en la descongestión del acero. Se recomiendan los conectores de tornillo tipo 2 – Barsplit por sus características y facilidad de instalación, la barra no necesita preparación previa y solo se requiere una llave de impacto, son esenciales para edificaciones donde las vigas tienen grandes luces el cual exige grandes cuantías de acero, puentes y mega construcciones. No se recomienda el uso de los empalmes mecánicos en edificaciones pequeñas a menos que se realiza un correcto análisis de costo – beneficio. Por lo tanto, el uso de los empalmes mecánicos mejora el desempeño estructural de las edificaciones

Se recomiendan el uso de los empalmes mecánicos de tornillo tipo 2 por su alta capacidad de resistencia a la tracción superando los límites de fluencia proporcionados por las normas técnicas peruanas y la E-060. Ni la fluencia ni la rotura se da en el conector mecánico, esto sucede en la misma barra corrugada, garantizando de esta manera la seguridad de las viviendas, la transferencia de esfuerzos con el empalme mecánico se da directamente de una barra a la otra, aun sin existir concreto, el acero mantiene la continuidad de la barra

Se recomiendan el uso de los empalmes mecánicos de tornillo tipo 2 por su trabajabilidad y funcionalidad, al ser el propio conector más resistente que la propia varilla, garantizan la continuidad de las barras, proporcionando mayor capacidad de deformación. Es decir, los empalmes con conector mecánico de tornillo tipo 2 – Barsplit son más dúctiles en relación a los empalmes por traslapes.

Se recomiendan el uso de los empalmes mecánicos para elementos sometidos a cargas por tracción – compresión en vigas y columnas donde las luces son grandes y se requieran mayores cuantías de acero, los empalmes con conector mecánico de tornillo tipo 2 - Barsplit presentan mayor capacidad de resistencia residual, es decir, mientras que los empalme por traslapan llegan al colapso total a la falla por adherencia del concreto, el empalme mecánico sigue recibiendo carga aun después de la grieta aumentando de esta

manera la capacidad de absorción de energía antes de llegar a la rotura. Por lo tanto, se recomienda realizar una investigación con más profundidad.

REFERENCIAS

- ACI COMMITTEE, AMERICAN CONCRETE INSTITUTE y INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Building code requirements for structural concrete (ACI 318-08) and commentary. EE. UU: 2008. Pp. 367-368.

- ALMEIDA, Francisco. Análisis experimental de muros delgados de hormigón armado para viviendas de baja altura. Tesis (Título Magister en Ciencias de la Ingeniería). Santiago: Universidad Pontificia Católica de Chile, 2015.
 Disponible en: <https://repositorio.uc.cl/bitstream/handle/11534/15718/667685.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- ATC-40, Seismic evaluation and retrofit of concrete buildings. Applied Technology Council. Redwood City: 1996. Pp. 68-69.

- CUEVA, Ronald. Diseño por desempeño de edificaciones en hormigón armado con muros de corte mediante los códigos FEMA. Tesis (Título profesional de Ingeniería Civil). Ecuador: Universidad Politécnica del Ejército, 2013.
 Disponible en: <http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/6175>

- CHASI, Lucas. Análisis comparativo de un sistema aporricado y un sistema de muros de ductilidad limitada y su incidencia en el costo beneficio. Tesis (Título profesional de Ingeniería Civil). Ambato: Universidad Politécnica de Ambato, 2016.
 Disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/23560>

- CHILLAGANA, Jairo. Sistemas constructivos de muros de ductilidad limitada aplicados en viviendas de Quito bajo el reglamento del ACI 318S-08 y la Norma Ecuatoriana de la construcción. Tesis (Título profesional de Ingeniería Civil). Quito: Universidad Central de Ecuador, 2013.
 Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/2206>

- GALVEZ, Adolfo. Viviendas de concreto con mallas electrosoldadas [en línea]. 2010.
 Disponible en:

[http://www.aciperu.org/eventos/IX Conv Nov/15 Adolfo Galvez Viviendas economicas de concreto con mallas electrosoldadas.pdf](http://www.aciperu.org/eventos/IX_Conv_Nov/15_Adolfo_Galvez_Viviendas_economicas_de_concreto_con_mallas_electrosoldadas.pdf)

- Hernández, Roberto; FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, María. Metodología de la investigación. 5°. Ed. México: McGraw-Hill, 2010. 4 pp.
ISBN:9786071502919
- IBRAHIM, Ahmed y ADEBAR, Perry. Effective flexural stiffness for linear seismic analysis of concrete walls. Canadian Journal of Civil Engineering. Vol.31, 2004. Pp. 597-607.
- NEUENHOFER, A. Lateral stiffness of shear walls with openings. Journal of Structural Engineering. Vol. 132, 2006. Pp. 1846-1851.
- ORAKCAL, Kutay y WALLACE, John. Nonlinear modeling and analysis of slender reinforced concrete walls. ACI Structural Journal. Vol. 101, 2004. Pp. 688-698
- PAREDES, Miguel. Evaluación del desempeño sismorresistente de un edificio destinado a vivienda aplicando el análisis estático no lineal pushover. Tesis (Título profesional de Ingeniería Civil). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2016.
Disponible en:
https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/620673/paredes_ma.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- PASTOR, Adolfo. Desempeño sísmico de un edificio aporticado peruano de seis pisos. 2007. Tesis Doctoral. Tesis (Título profesional de Ingeniería Civil). Lima: Universidad Pontificia Católica del Perú.
Disponible en:
http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/974/BORDA_MENZA_LUIS_EDIFICIO_APORTICADO_SEIS_PISOS.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- PAULAY, Thomas y PRIESTLEY, Nigel. Stability of ductile structural walls. Structural Journal. Vol. 90, 1993. Pp. 385-392.

- PEÑA, Catalina. Edificios peruanos con muros de concreto de ductilidad limitada. Tesis (Título profesional de Ingeniería Civil). Lima: Universidad Pontificia Católica del Perú, 2006.
 Disponible en: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/169>

- PEREZ, José. Diseño sismo resistente por desempeño y sus efectos en el comportamiento estructural. Tesis (Título profesional de Ingeniería Civil). Ambato: Universidad Politécnica de Ambato, 2013.
 Disponible en: <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/6524>

- QUINTANA, Jimy. Estudio del comportamiento sismorresistente de muros de ductilidad limitada de ocho centímetros de espesor. Tesis (Título profesional de Ingeniería Civil). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2013.
 Disponible en: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/3844>

- QUIROZ, Cesar. Comparación del comportamiento estructural de una vivienda multifamiliar proyectada mediante los sistemas de muros de ductilidad limitada y albañilería confinada en la ciudad de Cajamarca. Tesis (Título profesional de Ingeniería Civil). Lima: Universidad Privada del Norte, 2016.
 Disponible en: <http://hdl.handle.net/11537/10254>

- QUIROZ, Orlando. Evaluación de los sistemas de muros de ductilidad limitada y albañilería confinada con plateas de cimentación. Tesis (Título profesional de Ingeniería Civil). Juliaca: Universidad Néstor Cáceres Velásquez, 2016.
 Disponible en: <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/713>

- REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES. Concreto armado E.060. 2014. Pp.167.

- RIVA, Paolo y FRANCHI, Alberto. Behavior of reinforced concrete walls with welded wire mesh subjected to cyclic loading. Structural Journal, Vol. 98. 2001. Pp. 324-334.

- ROCA, Dandy. Resistencia Probable A Flexocompresión De Muros Estructurales De Concreto Armado. Tesis (Título profesional de Ingeniería Civil). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, 2015.
Disponible en: <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/2553>

- RODRIGUEZ, Mario; BOTERO, Juan y VILLA, Jaime. Cyclic stress-strain behavior of reinforcing steel including effect of buckling. Journal of Structural Engineering. Vol. 125, 1999. Pp. 605-612.

- RODRÍGUEZ, Miguel. Comportamiento a fuerza cortante de muros de concreto de ductilidad limitada con 8 cm de espesor. Tesis (Título profesional de Ingeniería Civil). Lima: Universidad Pontificia Católica del Perú, 2011.
Disponible en:
http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/783/RODRIGUEZ_NU%C3%91EZ_MIGUEL_COMPORAMIENTO_FUERZA_CORTANTE.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- SÁNCHEZ, Marco. Diseño sísmico basado en desempeño para una edificación esencial de concreto reforzado. Tesis (Maestro en Ciencias en Ingeniería y Administración en la Construcción. Monterrey: Instituto Tecnológico Y De Estudios Superiores De Monterrey, 2010.
Disponible en:
https://repositorio.itesm.mx/bitstream/handle/11285/570630/DocsTec_11586.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- 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

- ZHANG, Yunfeng y WANG, Zhihao. Seismic behavior of reinforced concrete shear walls subjected to high axial loading. *Structural Journal*, Vol. 97. 2000. Pp. 739-750.
- AMERICAN Standards for Testing Materials (USA). C192/C192M-02 Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory. Pennsylvania, 2002. 8pp.
- AMERICAN Standards for Testing Materials (USA). C78/C78M-16: Standard Test Method for Flexural Strength of Concrete (Using Simple Beam with Third-Point Loading). Pennsylvania, 2016. 5pp.
- CERVERA, Miguel y BLANCO, Elena. *Mecánica de estructuras Libro 1 Resistencia de materiales*. Catalunya: Edicions de la Universitat Politècnica de Catalunya, 2003. 318 pp.
- METODOLOGÍA de la investigación científica por Arturo Hernández [et al.]. Alicante: ³Ciencias Editorial Área de Innovación y Desarrollo, 2018. 167 pp. ISBN: 978-84-948257-0-5
- MORALES, Roberto. *Diseño en concreto armado*. 3ª ed. Lima: Fondo editorial ICG, 2006. 331 pp.
- ZHANG, Lianzhen, SUN, Yongming y XIONG, Wei. Experimental study on the flexural deflections of concrete beam reinforced with Basalt FRP bars. *Materials and Structures* [en línea]. Octubre 2015, vol 48. [Fecha de consulta: 2 de junio de 2019. pp. 3279-3293]. Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1617/s11527-014-0398-0>
ISSN: 1359-5997.
- HARMSEN, T., "Diseño de Estructuras de Concreto", 2005. 4ta Edición, Adenda 2009
- ACI 318-2014 (2014), American Concrete Institute. Bagheri, K. and Fasihi, H. (2013), "Optimization of RC building", Iran Annual Concrete Conference. (in Persian)

- MOHAMMAD K. SHARBATDAR, OMID MOHAMMADI JAFARIA AND MOHAMMAD S. KARIMI (2018). Experimental evaluation of splicing of longitudinal bars with forging welding in flexural reinforced concrete beams. Vol. 6, No. 5 (2018) 509-525
- COOGLER k (2005). Investigation of the behavior of offset mechanical splices, (Tesis profesional para obtener el grado de maestro en ciencias), University of Pittsburgh.
- INSTITUTO Nacional de Calidad, NTP 334.009, of 2013: CEMENTOS. Cementos Portland. Requisitos. Lima: INACAL, 2013. 29 pp.
- INSTITUTO Nacional de Calidad, NTP 339.034, of 2015: CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. Lima: INACAL, 2015. 24 pp.
- INSTITUTO Nacional de Calidad, NTP 339.088, of 2014: CONCRETO. Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland. Requisitos. Lima: INACAL, 2014. 19 pp

ANEXOS

Anexo 01: Matriz de consistencia

Título: Desempeño estructural de una columna de tres niveles con el empleo del empalme mecánico en C.C. Shopping La Molina 2018.

Problema General	Objetivo Objetivo General	Hipótesis Hipótesis general	Variables Independiente	Dimensiones	Indicadores	Metodología
¿De qué manera el empalme mecánico mejora el desempeño estructural de una columna de tres niveles en C.C Shopping La Molina 2018?	Determinar el desempeño estructural de una columna de tres niveles con el empleo del empalme mecánico en C.C. Shopping La Molina 2018	El empalme mecánico mejora el desempeño estructural de una columna de tres niveles en el C.C Shopping La Molina 2018	Empalmes mecánicos	Conector de tornillo tipo 2" empalme tradicional (Traslape)	Diámetro Resistencia a la tracción 1.25fy -Esfuerzo de compresión -Fluencia	la metodología de la investigación es:
¿De qué manera el empleo del empalme mecánico mejora la resistencia a la tracción de una columna de tres niveles en C.C Shopping La Molina 2018?	Determinar la resistencia a la tracción de una columna de tres niveles con el empleo del empalme mecánico en C.C. Shopping La Molina 2018	La resistencia a la tracción de una columna de tres niveles con el empleo del empalme mecánico es alta en C.C Shopping La Molina 2018	Dependiente	Resistencia a la tracción	Esfuerzo máximo a la tracción	tipo: Aplicada
¿De qué manera el empleo del empalme mecánico mejora la ductilidad de una columna de tres niveles en C.C Shopping La Molina 2018?	Determinar la ductilidad de una columna de tres niveles con el empleo del empalme mecánico en el C.C. Shopping La Molina 2018	La ductilidad de una columna de tres niveles con el empleo del empalme mecánico es alta en C.C Shopping La Molina 2018	Desempeño estructural de una columna de tres niveles	Ductilidad	Alargamiento Estricción	enfoque: Cuantitativa nivel: Explicativo
¿De qué manera el empleo del empalme mecánico mejora la resistencia a la flexión de una columna de tres niveles en C.C. Shopping la Molina 2018?	Determinar la resistencia a la flexión de una columna de tres niveles con el empleo del empalme mecánico en C.C. Shopping la Molina 2018	La resistencia a la flexión de una columna de tres niveles con el empleo del empalme mecánico es mediana en C.C Shopping La Molina 2018		Resistencia a la flexión	Esfuerzo Máximo a flexión	Diseño: Experimental

Fuente: elaboración propia

Anexo 02: Resistencia a la tracción

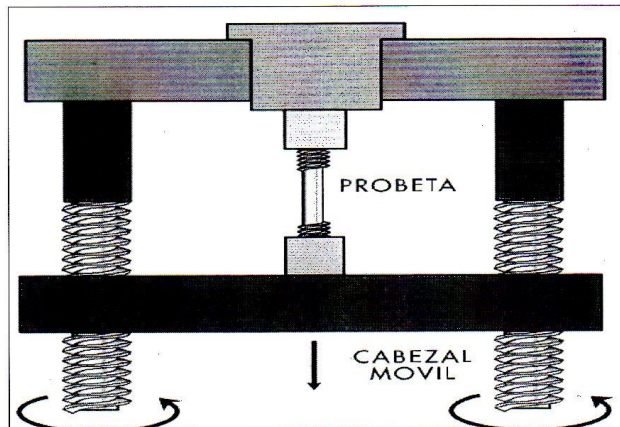
ANEXO 02: Resistencia a la tracción

FICHA TECNICA DE MEDICION DE DATOS

Título de tesis: Desempeño estructural de una columna de tres niveles con el empleo del empalme mecánico en C.C. Shopping La Molina 2018

Indicador: Esfuerzo Máximo a la tracción

Ensayo: Ensayo a la tracción del acero mediante las disposiciones de la norma técnica peruana NTP 350.405:2015 y con máquina de ensayo uniaxial SWICK/ROOLL



Datos:

$F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

$F'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

Muestra	Diámetro mm	Área mm ²	Mod. Elast N/cm ²	Fluencia Kg	Carga Máxima Kg	Esfuerzo Máximo Kg/mm ²	Esfuerzo fluencia (kg/cm ²)
Empalme Mecánico							
Empalme Traslape							

Sanchez Rengifo Emilio

Tesista

CARMEN BEATRIZ
RODRIGUEZ SOLIS
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 50202

Ing. Colegiado

C.I.P: 50202

Anexo 03: % de alargamiento

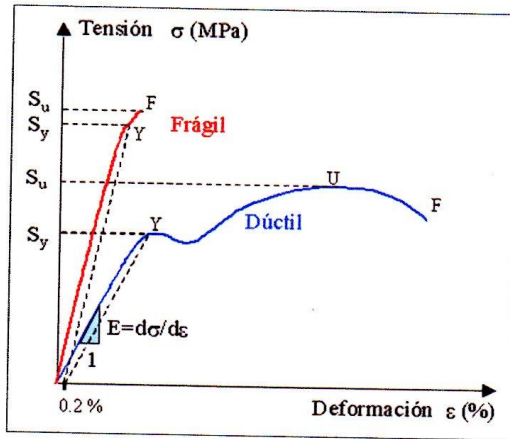
ANEXO 03: % de alargamiento FICHA TECNICA DE MEDICION DE DATOS

Título de tesis: Desempeño estructural de una columna de tres noveles con el empleo del empalme mecánico en C.C. Shopping La Molina 2018

Indicador: Ductilidad

Del ensayo a tracción obtendremos el siguiente grafico esfuerzo-deformación, donde se medirá la ductilidad por el método de reducción de área y por el

% de alargamiento



Datos:

$F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

$F'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

Muestra	Diámetro mm	(Lo) mm	(Lf) mm	Ao mm	Af mm	% Alag
Estriccion						
Alargamiento						

Sánchez Rengifo Emilio
Tesisista

SANTOS RICARDO PADILLA PICHEZ
INGENIERO CIVIL
C.I.P. 51630

Ing. Colegiado
C.I.P:

Anexo 04: Resistencia a la flexión

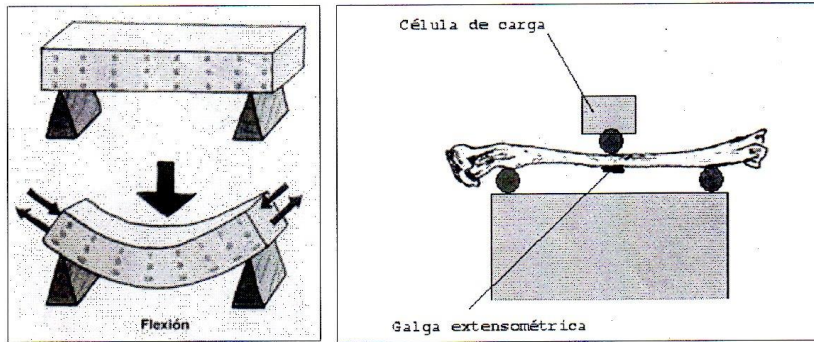
ANEXO 04: Resistencia a la flexión

FICHA TECNICA DE MEDICION DE DATOS

Título de tesis: Desempeño estructural de una columna de tres noveles con el empleo del empalme mecánico en C.C. Shopping La Molina 2018

Indicador: Esfuerzo Máximo a la flexión

Ensayo: Ensayo a la tracción del acero mediante las disposiciones de la norma técnica peruana NTP 350.405:2015 y con máquina de ensayo uniaxial SWICK/ROOLL

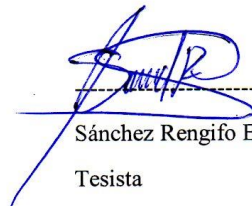


Datos:

$F_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

$F'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

Muestra	Diámetro refuerzo mm	Dimensiones			Carga máxima Kg	Esfuerzo Máximo Kg/mm ²
		A	B	L		
Empalme Mecánico						
Empalme Traslape						


 Sánchez Rengifo Emilio
 Tesista

Ing. Colegiado

C.I.P:


 Margarita Boza Olaechea
 INGENIERA CIVIL
 C.I.P. 80500

Anexo 05: Validez por juicio de expertos

ANEXO 05: Validez por juicio de expertos

VALIDACION DE INSTRUMENTOS POR JUICIO DE EXPERTOS

Solicito: validación de fichas técnicas de medición.

Yo, Sánchez Rengifo Pedro Emilio con DNI N° 43881363, con domicilio en Av. 28 de julio 763 – cercado de lima, con código de estudiante 6700277898 de la escuela profesional de ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo. Me presento ante Ud. Con mucho respeto y admiración y expongo lo siguiente:

Debido a la problemática que existen a la hora de dar continuidad al momento de empalmar barras corrugadas de acero, es necesario estudiar e implementar nuevos sistemas de empalmes que sean capaces de mejorar el comportamiento estructural de las edificaciones, Por lo expuesto presento a Ud. una investigación que busca implementar el uso de los empalmes mecánicos en las obras

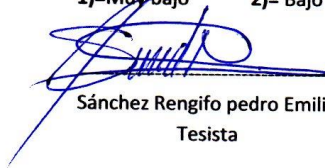
Título: Desempeño estructural de una columna de tres niveles con el empleo del empalme mecánico en C.C. Shopping La Molina 2018
Objetivo: Evaluar el desempeño estructural de una columna de tres niveles con el empleo del empalme mecánico en C.C. Shopping La Molina 2018

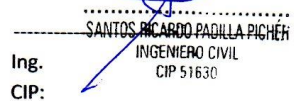
Validez

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


INDICADOR	VALORACION				
	1	2	3	4	5
Esfuerzo máximo a la tracción				X	
Ductilidad				X	
Esfuerzo máximo a la flexión				X	

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


 Sánchez Rengifo Pedro Emilio
 Tesista


 SANTOS RICARDO PADILLA PICHÓN
 INGENIERO CIVIL
 CIP 51630

Anexo 06: Ensayo a la compresión – 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

Hoja 1 de 1

INFORME

Del: Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales

A: EMILIO SANCHEZ RENGIFO

Obra: SHOPPING LA MOLINA

Asunto: Verificación de diseño de mezcla y Ensayo de Resistencia a la Compresión.

Expediente N°: 19-4268

Recibo N°: 68245

Fecha de emisión: 25/11/2019

1. DE LA MUESTRA : El solicitante proporcionó al laboratorio 2 bolsas de TOPEX CONCRETO, agregando la cantidad de agua

Dosificación proporcionada por el solicitante:	
TOPEX CONCRETO	40 Kg
AGUA - RED UNI	4 Lt

2. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.034:2015
Procedimiento interno AT-PR-12

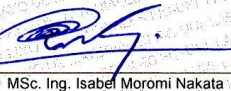
3. RESULTADOS : Fecha de vaciado: 28/10/19 Fecha de ensayo: 25/11/19

Muestra	Edad de Ensayo (días)	Diámetro Promedio (cm)	Área (cm ²)	Carga de Rotura (kg)	Resistencia a la Compresión (kg/cm ²)	Resistencia Promedio (kg/cm ²)
MUESTRA 1	28	10.26	82.60	20349	246	254
MUESTRA 2	28	10.19	81.47	20827	256	
MUESTRA 3	28	10.15	80.83	21062	261	

COEFICIENTE DE VARIACIÓN: 2.8%
RANGO: 5.6%
ASENTAMIENTO OBTENIDO EN LA MEZCLA: 3.5"


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


Hecho por : Ing. M. A. Tejada S.
Técnico : Sr. L.O.R.




MSc. Ing. Isabel Moromi Nakata
Jefe (e) del laboratorio

NOTAS:
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.








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 07: Certificado de calibración máquina de ensayo Uniaxial



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad
Metrología

Certificado de Calibración

LFP - 399 - 2018

Laboratorio de Fuerza y Presión

Página 1 de 4

Expediente	99772
Solicitante	UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
Dirección	Av. Tupac Amaru 210 - Rimac
Instrumento de Medición	MAQUINA DE ENSAYO UNIAXIAL
Intervalo de Indicaciones	0 kgf a 101 972 kgf (0 kN a 1 000 kN) (*)
Resolución	1 kgf
Marca	ZWICK ROELL
Modelo	SP 1000
Número de Serie	57940
Procedencia	ALEMANIA
Clase de Exactitud	NO INDICA
Fecha de Calibración	2018-09-14

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI)

La Dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metrológicas a solicitud de los interesados, promueve el desarrollo de la metrología en el país y contribuye a la difusión del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú. (SLUMP).

La Dirección de Metrología es miembro del Sistema Interamericano de Metrología (SIM) y participa activamente en las Intercomparaciones que éste realiza en la región.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. Los extractos o modificaciones requieren la autorización de la Dirección de Metrología del INACAL. Certificados sin firma y sello carecen de validez.

Fecha	Area de Mecánica	Laboratorio de Fuerza y Presión
	 ALDO QUIROGA ROJAS	 LEONARDO DE LA CRUZ GARCIA
2018-09-19	Dirección de Metrología	Dirección de Metrología

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima - Perú
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501
Email: metrologia@inacal.gob.pe
Web: www.inacal.gob.pe

Puede verificar el número de certificado en la página:
<https://aplicaciones.inacal.gob.pe/dm/verificar/>

Anexo 08: Certificado de calibración máquina de ensayo Uniaxial



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Fuerza y Presión

Certificado de Calibración LFP – 399 – 2018

Página 2 de 4

Método de Calibración

Método de comparación tomando como referencia la Norma ISO 7500-1 "Metallic materials-Verification of static uniaxial testing machines"

Lugar de Calibración

Laboratorio N°1 - Laboratorio de Ensayo de Materiales - LEM
Av. Tupac Amaru 210 Rimac

Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	21,5°C	22,0°C

Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
Patrón de Referencia de Laboratorio Acreditado DAKKS D-K-12029-01-00	Transductor de Fuerza LFP 02 036 Clase 0,5	63657 / D-K-12029-01-00 DE : 2017-08-07

Observaciones

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde INACAL-DM.
Utilizar el newton como unidad de medida de fuerza dentro del Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (SLUMP)
(*) La máquina de ensayo fue calibrada en el intervalo de indicaciones de 15 000 kgf a 50 000 kgf .

Anexo 09: Certificado de calibración máquina de ensayo Uniaxial



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Fuerza y Presión

Certificado de Calibración LFP – 399 – 2018

Página 3 de 4

Resultados de Medición

Dirección de Carga : Tracción

Indicación de Fuerza de la Máquina de Ensayo			Indicación en el transductor de fuerza patrón					Promedio	Error
			1ª Serie Ascenso	2ª Serie Ascenso	3ª Serie		4ª Serie - Accesorios Ascenso		
(%)	(kgf)	(kN)	(kgf)	(kgf)	(kgf)	(kgf)	(kgf)	(kgf)	
15	15 000	147,100	14 591	14 557	14 590	-----	-----	14 579	421
20	20 000	196,133	19 566	19 553	19 556	-----	-----	19 558	442
25	25 000	245,166	24 551	24 534	24 551	-----	-----	24 545	455
30	30 000	294,200	29 552	29 456	29 486	-----	-----	29 498	502
33	32 500	318,716	32 011	31 983	31 987	-----	-----	31 994	506
35	35 000	343,233	34 471	34 510	34 488	-----	-----	34 490	510
38	37 500	367,749	36 998	37 002	36 991	-----	-----	36 997	503
40	40 000	392,266	39 525	39 493	39 493	-----	-----	39 504	496
45	45 000	441,299	44 309	44 479	44 441	-----	-----	44 410	590
50	50 000	490,333	49 295	49 363	49 338	-----	-----	49 332	668

Errores Encontrados del Sistema de Medición de Fuerza

Valor Nominal			Errores Relativos encontrados en %					Incertidumbre del error de exactitud U (%) k=2
			Exactitud	Repetibilidad	Reversibilidad	Resolución Relativa	Error con Accesorios	
(%)	(kgf)	(kN)	a	b	v	a	U (%) k=2	
15	15 000	147,100	2,89	0,23	-----	0,01	-----	0,16
20	20 000	196,133	2,26	0,07	-----	0,01	-----	0,07
25	25 000	245,166	1,85	0,07	-----	0,00	-----	0,07
30	30 000	294,200	1,70	0,33	-----	0,00	-----	0,19
33	32 500	318,716	1,58	0,09	-----	0,00	-----	0,07
35	35 000	343,233	1,48	0,11	-----	0,00	-----	0,07
38	37 500	367,749	1,36	0,03	-----	0,00	-----	0,07
40	40 000	392,266	1,26	0,08	-----	0,00	-----	0,07
45	45 000	441,299	1,33	0,38	-----	0,00	-----	0,23
50	50 000	490,333	1,35	0,14	-----	0,00	-----	0,09
Error relativo de cero f_0			0,00					

Clase de la escala de la máquina	Valor máximo permitido % Según la Norma ISO 7500 - 1				
	Exactitud a	Repetibilidad b	Reversibilidad v	Resolución Relativa a	Cero f_0
0,5	± 0,5	0,5	± 0,75	0,25	± 0,05
1	± 1,0	1,0	± 1,5	0,5	± 0,1
2	± 2,0	2,0	± 3,0	1,0	± 0,2
3	± 3,0	3,0	± 4,5	1,5	± 0,3

kgf = kilogramo fuerza

Instituto Nacional de Calidad - INACAL
Dirección de Metrología
Calle Las Camelias N° 817, San Isidro, Lima - Perú
Telf.: (01) 640-8820 Anexo 1501
email: metrologia@inacal.gob.pe
WEB: www.inacal.gob.pe

Anexo 10: Certificado de calibración máquina de ensayo Uniaxial



INACAL
Instituto Nacional
de Calidad

Metrología

Laboratorio de Fuerza y Presión

Certificado de Calibración LFP – 399 – 2018

Página 4 de 4

Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar combinada por el factor de cobertura $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la Incertidumbre en la Medición", segunda edición, julio del 2001 (Traducción al castellano efectuada por Indecopi, con autorización de ISO, de la GUM, "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", corrected and reprinted in 1995, equivalente a la publicación del BIPM JCGM:100 2008, GUM 1995 with minor corrections "Evaluation of Measurement Data - Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement").

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Recalibración

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

DIRECCION DE METROLOGIA

El Servicio Nacional de Metrología (actualmente la Dirección de Metrología del INACAL), fue creado mediante Ley N° 23560 el 6 enero de 1983 y fue encomendado al INDECOPi mediante Decreto Supremo DS-024-93 ITINCI.

El 11 de julio 2014 fue aprobada la Ley N° 30224 la cual crea el Sistema Nacional de Calidad, y tiene como objetivo promover y garantizar el cumplimiento de la Política Nacional de Calidad para el desarrollo y la competitividad de las actividades económicas y la protección del consumidor.

El Instituto Nacional de Calidad (INACAL) es un organismo público técnico especializado adscrito al Ministerio de Producción, es el cuerpo rector y autoridad técnica máxima en la normativa del Sistema Nacional de la Calidad y el responsable de la operación del sistema bajo las disposiciones de la ley, y tiene en el ámbito de sus competencias: Metrología, Normalización y Acreditación.

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con diversos Laboratorios Metrológicos debidamente acondicionados, instrumentos de medición de alta exactitud y personal calificado. Cuenta con un Sistema de Gestión de la Calidad basado en las Normas Guía ISO 34 e ISO/IEC 17025 con lo cual se constituye en una entidad capaz de brindar un servicio integral, confiable y eficaz de aseguramiento metrológico para la industria, la ciencia y el comercio.

La Dirección de Metrología del INACAL cuenta con la cooperación técnica de organismos metrológicos internacionales de alto prestigio tales como: el Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB) de Alemania; el Centro Nacional de Metrología (CENAM) de México; el National Institute of Standards and Technology (NIST) de USA; el Centro Español de Metrología (CEM) de España; el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de Argentina; el Instituto Nacional de Metrología (INMETRO) de Brasil; entre otros.

SISTEMA INTERAMERICANO DE METROLOGIA- SIM

El Sistema Interamericano de Metrología (SIM) es una organización regional auspiciado por la Organización de Estados Americanos (OEA), cuya finalidad es promover y fomentar el desarrollo de la metrología en los países americanos. La Dirección de Metrología del INACAL es miembro del SIM a través de la subregión ANDIMET (Bolivia, Colombia, Ecuador, Perú y Venezuela) y participa activamente en las Intercomparaciones realizadas por el SIM.

Anexo 11: Certificación Laboratorio N°1 de ensayo de materiales



Certificate PE13/175222
The management system of

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE
INGENIERÍA -
Laboratorio N° 1
de Ensayos de materiales
de la Facultad de Ingeniería Civil - Ing. Manuel
Gonzáles de la Cotera**
Av. Túpac Amaru S/N, Rimac
Lima - Perú



has been assessed and certified as meeting the requirements of

ISO 9001:2015

For the following activities

**"Ensayos de Materiales de Construcción en Agregados, Concreto,
Albañilería, Madera, Acero y Cemento , desde la Solicitud de Servicio
hasta la emisión de los Informes de Ensayo de muestras
proporcionadas por los clientes externos"**

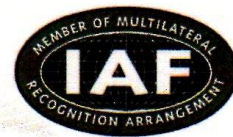
**"Building material's Tests in Aggregates, Concrete prisms, Masonry
units, Wood, Steel rebars and Cement from the service request to the
emission of reports of samples provided by external customers"**

This certificate is valid from June 06, 2019 until June 05, 2022

Following a certification audit on April 29, 2019
and remains valid subject to satisfactory surveillance audits.

Re certification audit due before March 05, 2022

Issue 4. Certified since July 25, 2013



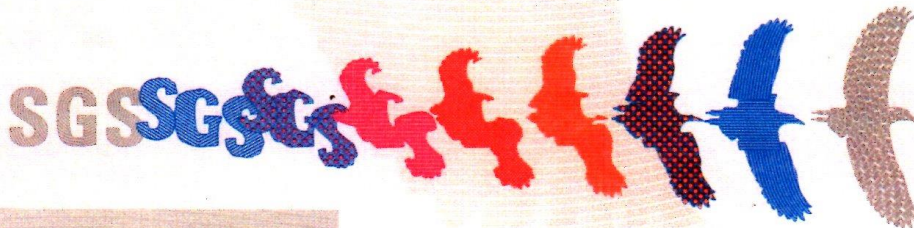
Authorised by



SGS United Kingdom Ltd
Rossmore Business Park Ellesmere Port Cheshire CH65 3EN UK
t +44 (0)151 350-6666 f +44 (0)151 350-6600 www.sgs.com

HC SGS 9001 2015 0818

Page 1 of 1



This document is issued by the Company subject to its General Conditions of Certification Services accessible at www.sgs.com/terms_and_conditions.htm. Attention is drawn to the limitations of liability, indemnification and jurisdictional issues established therein. The authenticity of this document may be verified at <http://www.sgs.com/en/Our-Company/Certified-Clients/Directories/Certified-Clients-Directories.aspx>. Any unauthorized alteration, forgery or falsification of the content or appearance of this document is unlawful and offenders may be prosecuted to the fullest extent of the law.

Anexo 12: Cotización conector de tornillo tipo 2- Barsplice



CUOTA DE VENTA SAC

Dirección Fiscal: Av. Javier Prado Este N° 3349 San Borja-Lima
RUC: 20515456130

COTIZACIÓN N° 00020021354

SEÑORES : EMILIO SANCHEZ RENGIFO
 ATENCION : EMILIO SANCHEZ RENGIFO
 PROYECTO : SHOPPING LA MOLINA
 FECHA : 30/07/2019

ASESOR : KARINA LARA
 COMERCIAL
 TELEFONO : 981479242
 EMAIL : klara@cdvperu.com

ITEM	CODIGO	DESCRIPCION	CANT.	P.U. US\$	TOTAL US\$
1	08ZB	CONECTOR DE TORNILLO 1" TIPO 2	5.00	78.90	394.50
SUB - TOTAL					US\$ 394.50
IGV					US\$ 71.01
TOTAL					US\$ 465.51

SON: CUATROCIENTOS SESENTA Y CINCO CON 51/100 Dólares Americanos

Notas:

- Los precios unitarios no incluyen IGV
- Plazo de entrega:
ENTREGA INMEDIATA
- Lugar de entrega:
PUERTO EN LIMA METROPOLITANA
- Los precios corresponden a las unidades/cantidades cotizadas. Cualquier cambio será objeto de una nueva cotización.
- Los stocks solo se garantizan con OC colocada.
- Validez de la oferta:
07 DÍAS
- Condiciones de pago :
CONTADO (DEPÓSITO EN CUENTA)
- Tipo de Pedido : (X) Comercial () A pedido

Transferencia en la cuenta corriente
 Dólares:
 BCP US\$ 194-1742673-1-66
 BBVA US\$ 0011-156-0100035781-72

Nota: Para el caso de envío por agencia, tener en cuenta que las devoluciones o notas de crédito se harán efectivas siempre que CDV confirme el retorno de todo material enviado por el cliente y considere las mismas cantidades y mismo estado del material enviado originalmente. Asimismo, la notificación del cliente para la devolución tendrá un plazo máximo de 2 días hábiles y la devolución física de 5 días hábiles. El cliente será responsable en caso faltase material o alguno de estos elementos regrese dañado.

Av. Javier Prado Este 3349 / (511) 346 1002 / RPM * 318249 / www.cdvperu.com
 San Borja / 99 422*9110 / RPC 987 586 424

Anexo 13: Certificado de calidad – conector de tornillo tipo 2 – Barsplice – 1”



CERTIFICADO

La empresa CDV INGENIERIA ANTISISMICA identificada con N° RUC 20515456130, certifica que el(los) producto(s):

CONECTOR DE TORNILLO 1" TIPO 2 - BARSPLICE.

Son nuevos, de primera calidad y están debidamente certificados por nuestro proveedor y nuestro fabricante **BARSPLICE**.

A favor de

Empresa: **SANCHEZ RENGIFO, EMILIO**

Proyecto: **SHOPPING LA MOLINA**

Sin otro en particular, nos suscribimos.

Lima, 23 de Setiembre del 2019


Ing. Fernando Castillo H.
Jefe de Area de Ingenieria
CDV INGENIERIA ANTISISMICA
RUC: 20515456130

Av. Javier Prado Este. 3349
San Borja

(511) 346 1002 /
422*9110

RPM *318249 /
RPC *987 586 424

www.cdvperu.com

Anexo 14: Certificado de calidad – conector de tornillo tipo 2 – Barsplice – ½”



CERTIFICADO

La empresa CDV INGENIERIA ANTISISMICA identificada con N° RUC 20515456130, certifica que el(los) producto(s):

CONECTOR DE TORNILLO 1/2” TIPO 2 BARSPLICE - BARSPLICE.

Son nuevos, de primera calidad y están debidamente certificados por nuestro proveedor y nuestro fabricante **BARSPLICE**.

A favor de

Empresa: **SANCHEZ RENGIFO, EMILIO**

Proyecto: **SHOPPING LA MOLINA**

Sin otro en particular, nos suscribimos.

Lima, 02 de Octubre del 2019


Ing. Fernando Castillo H.
Jefe de Area de Ingenieria
CDV INGENIERIA ANTISISMICA
RUC: 20515456130

Anexo 15: Certificado de calidad – conector de tornillo tipo 2 – Barsplice – 1/2”



CERTIFICADO

La empresa CDV INGENIERIA ANTISISMICA identificada con N° RUC 20515456130, certifica que el(los) producto(s):

CONECTOR DE TORNILLO 1/2" TIPO 2 BARSPLICE - BARSPLICE.

Son nuevos, de primera calidad y están debidamente certificados por nuestro proveedor y nuestro fabricante **BARSPLICE**.

A favor de

Empresa: **SANCHEZ RENGIFO, EMILIO**

Proyecto: **SHOPPING LA MOLINA**

Sin otro en particular, nos suscribimos.

Lima, 22 de Octubre del 2019



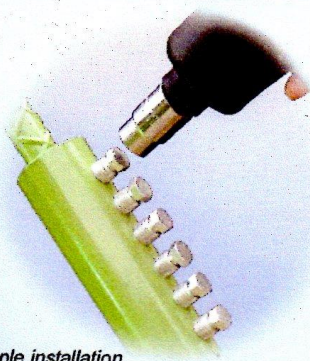
Ing. Fernando Castillo H.
Jefe de Área de Ingeniería
CDV INGENIERIA ANTISISMICA
RUC: 20515456130

ZAP SCREWLOK

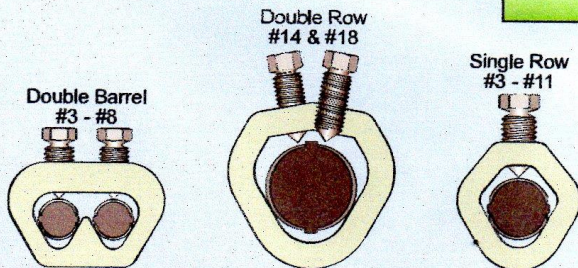
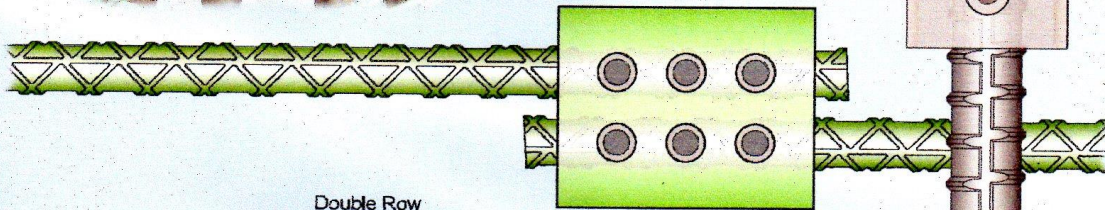
MECHANICAL SPLICES

SHEAR SCREW & WEDGE COUPLING SLEEVES

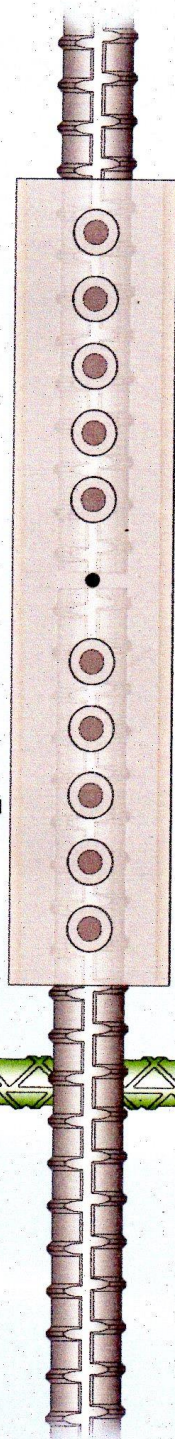
- APPLICATIONS**
- ✓ Retrofit or repair existing structures
 - ✓ Eliminate expensive rebar-welds
 - ✓ Extend deck steel to widen bridges
 - ✓ Highway patch and repair projects
 - ✓ Connect bars across closure pours
 - ✓ Reinforced concrete piles and columns
 - ✓ High rise buildings
 - ✓ Safety related structures



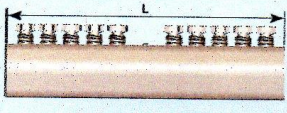
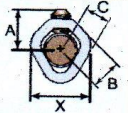
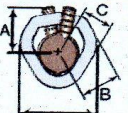
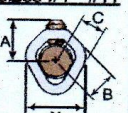
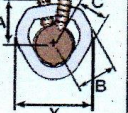
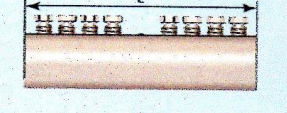
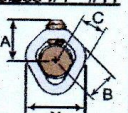
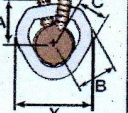
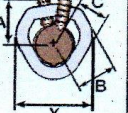
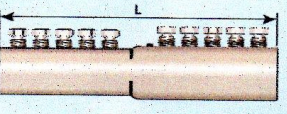
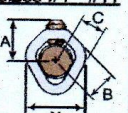
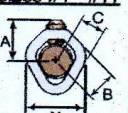
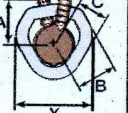
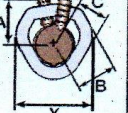
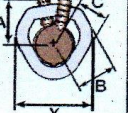
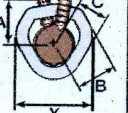
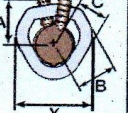
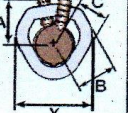
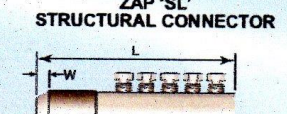
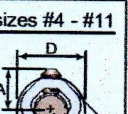
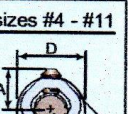
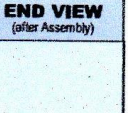
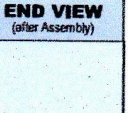
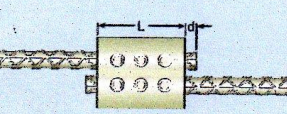
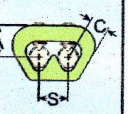
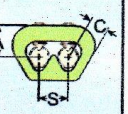
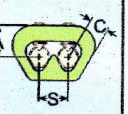
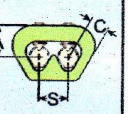
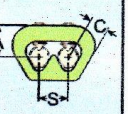
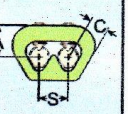
Simple installation...
 Depending upon the size, assemble manually with socket wrench or for quickest installation, use a standard air impact wrench. By following the instructions supplied with your order, tighten the screws until the heads twist off at a prescribed value. The force from the screws causes the rebar deformations to interlock within the coupler. The screws embed themselves into the rebar surface. This dual mechanical action results in a full positive connection for transferring tension or compression force from bar-to-bar.



Force from the screws causes rebar deformations to interlock within the coupler wedge. At the same time, the screws embed themselves into the rebar surface and then the heads TWIST OFF.



Anexo 17: Especificaciones técnicas del conector de tornillo tipo 2 – Barsplice

ZAP SCREWLOK™ DATA SHEET I – DIMENSIONS and Data [inch-pound units]													
ZAP SCREWLOK TYPE 2/ EPOXY SERIES 	REBAR SIZE	PRODUCT CODE	COUPLER WEIGHT (lb)	LENGTH (in)	'A' (in)	'B' (in)	'C' (in)	'X' (in)	NUMBER SCREWS PER BAR	AVERAGE SCREW TORQUE (ft-lbs)	MIN. IMPACT WRENCH RATING (ft-lbs)	END VIEW (after Assembly)	
	3	3ZBA 3ZEA	1.0	5	13/16	5/8	7/16	1 1/8	2	50	250	sizes #3 - #11 	
	4	4ZBA 4ZEA	2.2	7	1 1/16	11/16	1/2	1 3/8	3				
	5	5ZBA 5ZEA	3.4	9	1 1/8	3/4	5/8	1 5/8	4				
	6	6ZBA 6ZEA	4.7	11	1 3/16	15/16	11/16	1 3/4	5	100	500	sizes #14, #18 	
	7	7ZBA 7ZEA	7.6	13	1 1/4	1 1/16	13/16	2 1/16	5				
	8	8ZBA 8ZEA	10.9	15 3/4	1 5/16	1 1/8	7/8	2 1/4	6				
	9	9ZBA 9ZEA	17.6	16 3/4	1 5/8	1 1/4	1 1/16	2 5/8	6	200	660	Transition sizes #4 - #11 	
	10	10ZBA 10ZEA	21.4	19 1/8	1 11/16	1 7/16	1 1/8	2 3/4	7				
	11	11ZBA 11ZEA	25.4	21 1/2	1 13/16	1 1/2	1 1/4	2 15/16	8				
14	14ZBA 14ZEA	31.7	15 3/8	2 5/16	1 3/4	1 1/2	3 3/4	9	350	1000	Transition sizes #14 - #18 		
18	18ZBA 18ZEA	74.0	29 1/2	2 1/2	2 1/4	1 13/16	4 3/8	21					
ZAP 'SL' SERIES 	4	4SZBA	1.5	5	1 1/16	11/16	1/2	1 3/8					2
	5	5SZBA	2.6	7	1 1/8	3/4	5/8	1 5/8	3				
	6	6SZBA	3.8	9	1 3/16	15/16	11/16	1 3/4	4				
	7	7SZBA	6.2	10 3/4	1 1/4	1 1/16	13/16	2 1/16	4	100	500	Transition sizes #4 - #11 	
	8	8SZBA	9.3	13	1 5/16	1 1/8	7/8	2 1/4	5				
	9	9SZBA	14.3	13 7/8	1 5/8	1 1/4	1 1/16	2 5/8	4				
	10	10SZBA	18.2	16 1/2	1 11/16	1 7/16	1 1/8	2 3/4	5	200	660	Transition sizes #14 - #18 	
	11	11SZBA	22.3	19 1/8	1 13/16	1 1/2	1 1/4	2 15/16	6				
	14	14SZBA	26.0	13	2 5/16	1 3/4	1 1/2	3 3/4	7				
	18	18SZBA	58.4	23 1/2	2 1/2	2 1/4	1 13/16	4 3/8	16	350	1000	Transition sizes #14 - #18 	
ZAP SCREWLOK TRANSITION 	5/4	5/4ZBA	3.0	8	1 1/8	3/4	5/8	1 5/8	3	50	250	Transition sizes #4 - #11 	
	6/4	6/4ZBA	4.3	10	1 3/16	15/16	11/16	1 3/4	4				
	6/5	6/5ZBA											
	7/5	7/5ZBA	6.8	12	1 1/4	1 1/16	13/16	2 1/16	4	100	500	Transition sizes #4 - #11 	
	7/6	7/6ZBA											
	8/5	8/5ZBA	9.9	14 1/8	1 5/16	1 1/8	7/8	2 1/4	5				
	8/6	8/6ZBA								200	660	Transition sizes #14 - #18 	
	8/7	8/7ZBA											
	9/6	9/6ZBA	16.2	15 9/16	1 5/8	1 1/4	1 1/16	2 5/8	5				
	9/7	9/7ZBA								350	1000	Transition sizes #14 - #18 	
	9/8	9/8ZBA											
	10/7	10/7ZBA	20.1	17 15/16	1 11/16	1 7/16	1 1/8	2 3/4	6				
	10/8	10/8ZBA								350	1000	Transition sizes #14 - #18 	
	10/9	10/9ZBA											
11/7	11/7ZBA	20.1	17 15/16	1 13/16	1 1/2	1 1/4	2 13/16	6					
11/8	11/8ZBA								350	1000	Transition sizes #14 - #18 		
11/9	11/9ZBA												
11/10	11/10ZBA	22.8	20 5/16	1 13/16	1 1/2	1 1/4	2 13/16	7					
14/10	14/10ZBA	26.0	13	2 5/16	1 3/4	1 1/2	3 3/4	7	350	1000	Transition sizes #14 - #18 		
14/11	14/11ZBA												
18/11	18/11ZBA	53.2	18 9/16	2 1/2	2 1/4	1 13/16	4 3/8	12					
18/14	18/14ZBA								350	1000	Transition sizes #14 - #18 		
ZAP 'SL' STRUCTURAL CONNECTOR 	REBAR SIZE	PRODUCT CODE	CONNECTOR WEIGHT (lb)	LENGTH (in)	'A' (in)	'B' (in)	'D' (in)	'W' (in)	NUMBER SCREWS PER BAR	AVERAGE SCREW TORQUE (ft-lbs)	MIN. IMPACT WRENCH RATING (ft-lbs)	END VIEW (after Assembly)	
	4	4SZSC	0.9	3 1/8	1 1/16	11/16	1 7/16	3/16	2	50	250	sizes #4 - #11 	
	5	5SZSC	1.5	4 1/8	1 1/8	3/4	1 11/16	1/4	3				
	6	6SZSC	2.3	5 3/8	1 3/16	15/16	1 7/8	1/4	4				
	7	7SZSC	3.6	6 3/8	1 1/4	1 1/16	2 1/8	5/16	4	100	500	sizes #4 - #11 	
	8	8SZSC	5.5	7 7/8	1 5/16	1 1/16	2 5/16	3/8	5				
	9	9SZSC	7.6	8	1 5/8	1 1/4	2 11/16	7/16	4				
	10	10SZSC	9.6	9 1/2	1 11/16	1 7/16	2 7/8	1/2	5	200	660	sizes #14 & #18 have two rows of screws 	
	11	11SZSC	12.1	11 1/8	1 13/16	1 1/2	3	9/16	6				
	14	14SZSC	18.0	8 7/8	2 5/16	1 3/4	3 13/16	11/16	7				
18	18SZSC	37.5	15 3/8	2 1/2	2 1/4	4 1/2	7/8	16	350	1000	sizes #14 & #18 have two rows of screws 		
DOUBLE BARREL ZAP SCREWLOK 	REBAR SIZE	PRODUCT CODE	COUPLER WEIGHT (lb)	LENGTH (in)	'A' (in)	'C' (in)	'S' (in)	'd' (in)	NUMBER SCREWS PER BAR	AVERAGE SCREW TORQUE (ft-lbs)	MIN. IMPACT WRENCH RATING (ft-lbs)	END VIEW (after Assembly)	
	3	3DBZA	1.3	2 1/8	1 1/8	3/8	15/16	3/8	2	50	250		
	4	4DBZA	1.3	2 1/8	1 1/16	1/2	15/16	1/2	2				
	4/3	4/3DBZA											
	5	5DBZA	2.3	3	1 1/8	5/8	15/16	5/8	3	100	500		
	5/4	5/4DBZA											
	6	6DBZA	3.2	3 7/8	1 3/16	3/4	15/16	3/4	4				
	6/4	6/4DBZA								100	500		
6/5	6/5DBZA												
7	7DBZA	7.1	5 3/8	1 5/16	7/8	1 3/8	7/8	4					
7/5	7/5DBZA								100	500			
7/6	7/6DBZA												
8	8DBZA	10.7	6 1/2	1 3/4	1	1 1/8	1	5	350	1000			
8/7	8/7DBZA								350	1000			

Anexo 18: Ensayo a tracción - conector mecánico de tornillo tipo 2- Barsplice – 1”

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

INFORME

Del

A

Obra

Ubicación

Asunto

Expediente N°

Recibo N°

Fecha de emisión

: Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales

: PEDRO EMILIO SANCHEZ RENGIFO

: SHOPPING LA MOLINA

: AV. RAUL FERREYRO 3844

: Ensayo de Tracción en Aceros

: 19-3842

: 67796

: 25/09/2019

1.0. DE LA MUESTRA

2.0. DEL EQUIPO

3.0. MÉTODO DEL ENSAYO

4.0. RESULTADOS

: Consistente en barras corrugadas de acero de 1" de diámetro, unido con un conector con 12 tornillos.

: Máquina de ensayo uniaxial, ZWICK/ROELL
Certificado de calibración LFP-399-2018

: Norma de referencia NTP 350.405:2015.
Procedimiento interno AT-PR-10.

Fecha de Ensayo : 24/09/2019

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	CARGA LÍMITE DE FLUENCIA (Kg)	CARGA LÍMITE DE FLUENCIA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	CARGA MÁXIMA (KN)	OBSERVACIÓN
M1 BARRA CORRUGADA DE 1" CON CONECTOR DE 12 TORNILLOS	25500	250.1	33760	331.1	ROTURA DE LA BARRA CORRUGADA AL RAS 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 Técnico : Lic. J. Basurto P. A.A.G.

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.

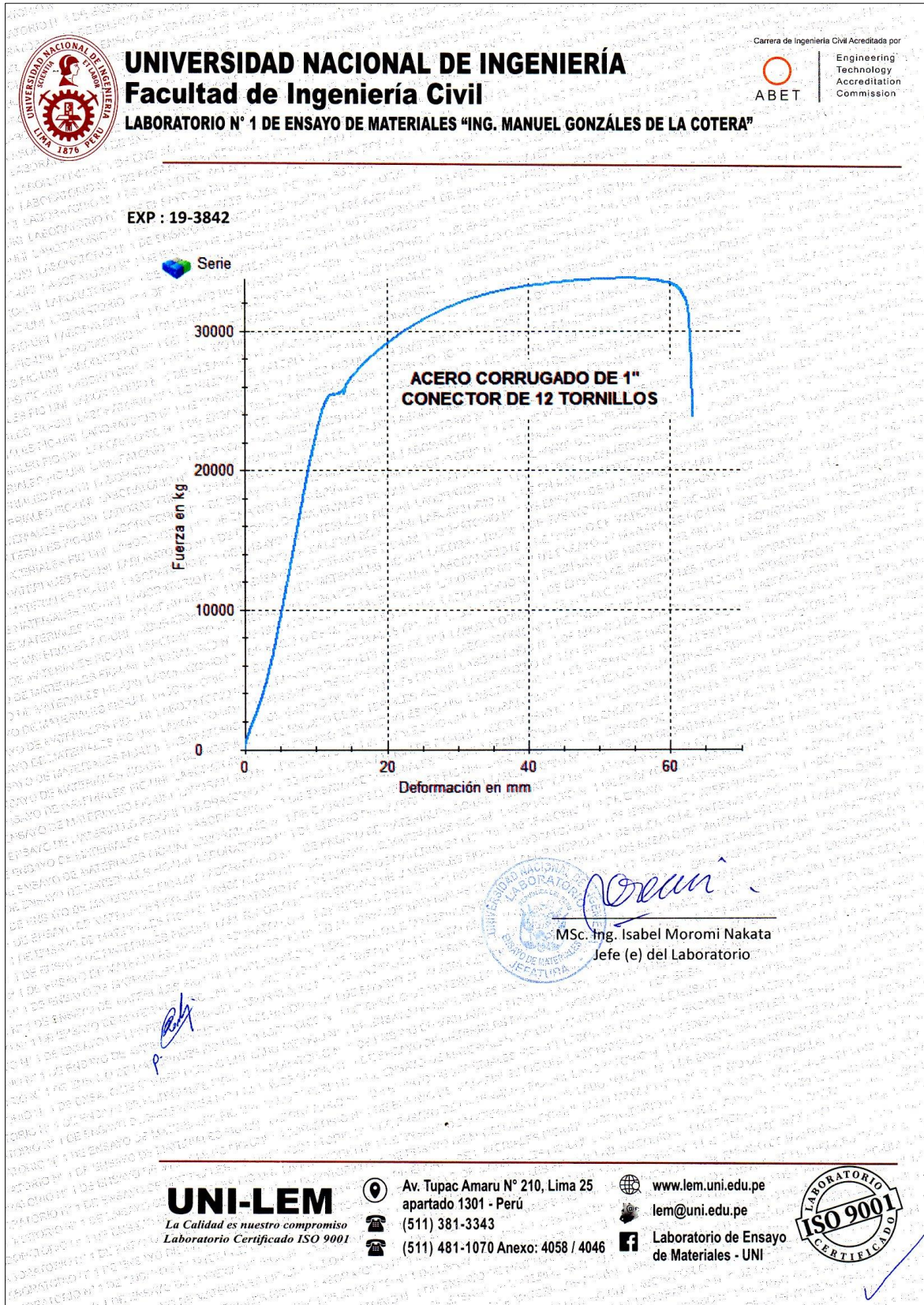
MSc. Ing. Isabel Moromi Nakata
Jefe (e) del laboratorio

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

Anexo 19: Grafica esfuerzo – deformación – ensayo a tracción- 1”



Anexo 20: Ensayo a tracción conector mecánico de tornillo tipo 2 – ½”



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 : PEDRO EMILIO SANCHEZ RENGIFO
Obra : SHOPPING LA MOLINA
Ubicación : AV. RAUL FERREYRO 1344
Asunto : Ensayo de Tracción en Aceros
Expediente N° : 19-4269
Recibo N° : 68246
Fecha de emisión : 23/10/2019

1.0. DE LA MUESTRA : Consistente en barras corrugadas de acero de 1/2" de diámetro de la marca ACEROS AREQUIPA, unido con un conector de 06 tornillos.

2.0. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial, ZWICK/ROELL
Certificado de calibración LFP-399-2018

3.0. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 350.405:2015.
Procedimiento interno AT-PR-10.

4.0. RESULTADOS : Fecha de Ensayo : 23/10/2019

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	CARGA LÍMITE DE FLUENCIA (Kg)	CARGA LÍMITE DE FLUENCIA (KN)	CARGA MÁXIMA (Kg)	CARGA MÁXIMA (KN)	OBSERVACIÓN
BARRA CORRUGADA DE 1/2" CON CONECTOR DE 06 TORNILLOS	5890	57.8	9532	93.5	ROTURA DE LA BARRA CORRUGADA AL RAS 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 : A.A.G.

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.



MSc. Ing. Isabel Moromi Nakata
Jefe (e) del laboratorio



UNI-LEM

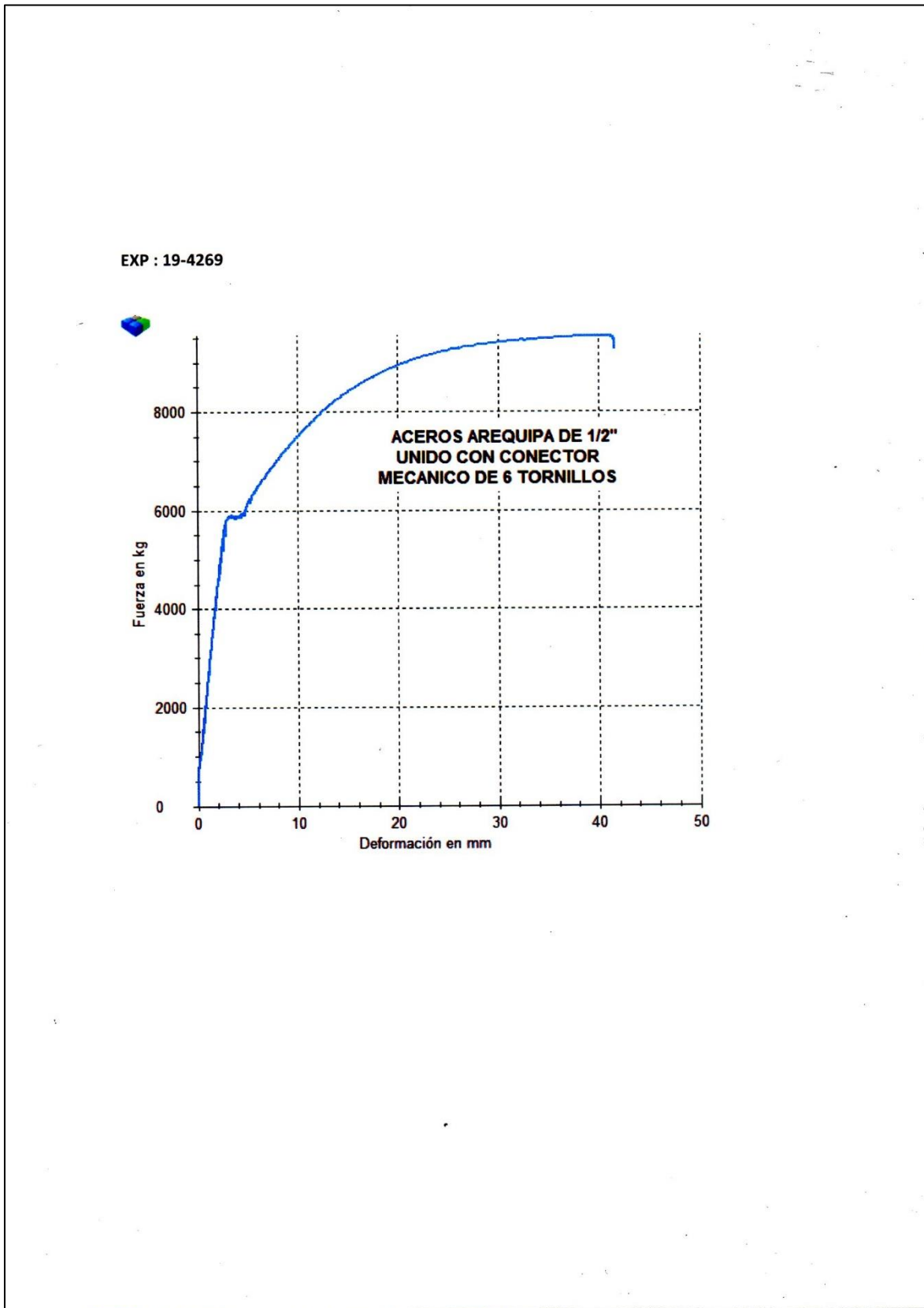
La Calidad es nuestro compromiso
Laboratorio Certificado ISO 9001

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



Anexo 21: Grafica ensayo a tracción conector mecánico de tornillo tipo



Anexo 22: Ensayo a tracción empalme por traslape de 1/2"



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
Facultad de Ingeniería Civil
LABORATORIO N° 1 DE ENSAYO DE MATERIALES "ING. MANUEL GONZÁLES DE LA COTERA"

Carerra de Ingeniería Civil Acreditada por
 Engineering
 Technology
 Accreditation
 Commission

INFORME

Fecha de Ensayo : 25/10/2019

Del

: Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales

A

: PEDRO EMILIO SANCHEZ RENGIFO

Obra

: SHOPPING LA MOLINA

Ubicación

: AV. RAUL FERREYRO 1344

Asunto

: Ensayo de Tracción.

Expediente N°

: 19-4257

Recibo N°

: 68234

Fecha de emisión

: 25/10/2019

1.0. DE LA MUESTRA

: Consistente en 01 viga de concreto con refuerzo de una varilla de acero corrugado de 1/2" pulgada de diametro y fecha de obtención del 24/09/2019.

2.0. DEL EQUIPO

: Máquina de ensayo universal ZWICK/ROELL
Certificado de Calibración LFP-339-2018

3.0. MÉTODO DEL ENSAYO

: Norma de referencia NTP 350.405:2015.
Procedimiento interno AT-PR-10.

4.0. RESULTADOS

IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	CARGA LIMITE DE FLUENCIA (Kg)	CARGA LIMITE DE FLUENCIA (KN)	CARGA MAXIMA (Kg)	CARGA MAXIMA (KN)	OBSERVACIÓN
VIGA M3 VARILLAS TRASLAPADAS CON AMARRE DE ALAMBRE	6000	58.8	9013	88.4	ROTURA DEL CONCRETO LONGITUDINALMENTE



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: A.A.G.

L.J.B.



MSc. Ing. Isabel Moromi Nakata
 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

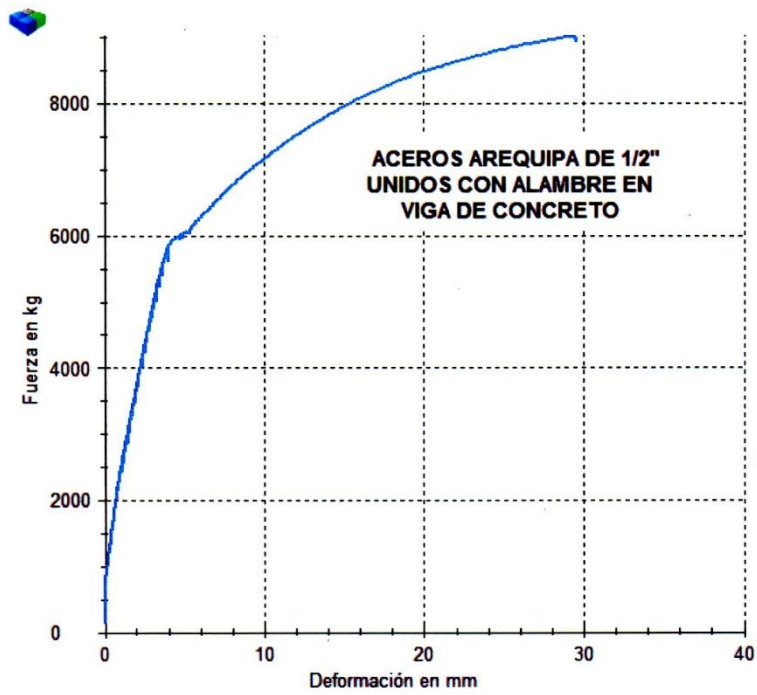
Av. Tupac Amaru N° 210, Lima 25
 apartado 1301 - Perú
 (511) 381-3343
 (511) 481-1070 Anexo: 4058 / 4046

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




Anexo 23: Grafica ensayo a tracción empalme por traslape

EXP : 19-4257



Anexo 24: Ensayo a flexión conector mecánico - Traslape



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 : PEDRO EMILIO SANCHEZ RENGIFO
Obra : SHOPPING LA MOLINA
Ubicación : AV. RAUL FERREYRO 1344
Asunto : Ensayo de Resistencia a la Flexión con carga en el tramo central
Expediente N° : 19-4257
Recibo N° : 68234
Fecha de emisión : 25/10/2019


1. DE LA MUESTRA : Consistente en 02 vigas de concreto con refuerzo de varillas de acero corrugado de 1/2" pulgada de diametro y fecha de obtención del 24/09/2019.

2. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo universal TOKYOKOKI SEZOSHO
 Certificado de Calibración CMC-0669-2019

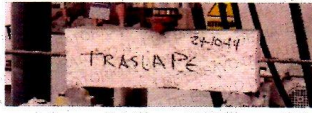
3. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.079:2017.

4. RESULTADOS :

MUESTRAS	FECHA DE ENSAYO	DISTANCIA ENTRE APOYOS (mm)	DIMENSIONES (mm)			Ubicación de la fractura	CARGA DE ROTURA (Kg)	RESISTENCIA A LA FLEXIÓN (Kg/cm²)
			LARGO	ANCHO	ALTURA			
VIGA M1 VARILLAS CON CONECTOR MECANICO	25/10/2019	400	450	150	150	Falla total de la viga de concreto	3240	57.5
VIGA M2 TRASLAPADAS CON AMARRE DE ALAMBRE	25/10/2019	400	450	150	150	Tercio central	5510	98.0




VIGA M1




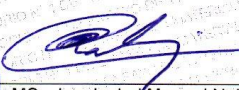
VIGA M2

5. 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 : Sr. A.A.G.

L.L.B. 




 MSc. Ing. Isabel Moromi Nakata
 Jefe (e) del laboratorio


NOTAS:
 1) Está prohibido reproducir o modificar el informe de ensayo, total o parcialmente, sin la autorización del laboratorio.
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



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 25: Grafica ensayo a flexión conector mecánico - Traslape

