



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Evaluación del comportamiento estructural de losas postensadas en el  
Proyecto Multifamiliar de Vivienda Montemar en Surco, 2019

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Br. Rodolfo Tandaypán Román (ORCID: 0000-0003-0712-5175)

**ASESOR:**

Dr. Luis Alberto Vargas Chacaltana (ORCID: 0000-0002-4136-7189)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LIMA – PERÚ**

**2019**

### **Dedicatoria**

Se lo dedico a mis padres Leónidas y Petronila, que desde el cielo me iluminan para seguir adelante con mis logros y metas trazadas, y a mis hijos, Rodolfo, Anthony y Evelyn.

### **Agradecimiento**

A mi familia, a mis amigos por su apoyo incondicional, a mis docentes por sus enseñanzas y al programa Sube de la Universidad César Vallejo por esta oportunidad que nos da para poder desarrollarnos como profesional.

## **Página del Jurado**

## Declaratoria de Autenticidad

### DECLARACION DE AUTENTICIDAD

Yo, Rodolfo Tandaypán Román, identificado con DNI N° 10483903, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaña es veraz y autentica.

Así mismo declaro bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda 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 César Vallejo.



**Rodolfo Tandaypán**

**Román DNI N°**

**10483903**

# ÍNDICE

	Pág.
<b>Carátula</b>	i
<b>Dedicatoria</b>	ii
<b>Agradecimiento</b>	iii
<b>Página del Jurado</b>	iv
<b>Declaratoria de autenticidad</b>	v
<b>Índice</b>	vi
<b>Índice de tablas</b>	vii
<b>Índice de figuras</b>	viii
<b>Resumen</b>	x
<b>Abstract</b>	xi
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>II. MÉTODO</b>	18
2.1. Tipo y Diseño de investigación	18
2.2. Operacionalización de variables	18
2.3 Población y muestra	20
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	20
2.5 Método de análisis de datos	20
2.6 Aspectos éticos	21
<b>III. RESULTADOS</b>	22
<b>IV. DISCUSIÓN</b>	27
<b>V. CONCLUSIONES</b>	30
<b>VI. RECOMENDACIONES</b>	31
<b>REFERENCIAS</b>	32
<b>ANEXOS</b>	37

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla No. 1: Carga unitaria para cordones formados por 2 o 3 alambres	17
Tabla No. 2: Carga unitaria para cordones formados por 7 alambres	17
Tabla No. 3: Operacionalización de las variables	29
Tabla No. 4: Descripción del espécimen	49
Tabla No. 5: Sensores de adquisición de datos	50

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura No. 1: Agrupamiento de tendones en losa postensada. Samayca	14
Figura No. 2: Disposición del sistema de medición	60
Figura No. 3: Vista en planta y elevación del mecano de carga	60
Figura No. 4: Resumen de cálculo	62

## ÍNDICE DE IMÁGENES

	Pág.
Imagen No. 1: Sistema postensado	23
Imagen No. 2: Sistema no postensado	24
Imagen No. 3: Encofrado por anclajes	24
Imagen No. 4: Anclaje	25
Imagen No. 5: Silla de plástico	25
Imagen No. 6: Empleo de sillas para definir la curvatura de los tendones	26
Imagen No. 7: Tendón adherente	26
Imagen No. 8: Tendón no adherente	27
Imagen No. 9: Elaboración de la losa postensada	41
Imagen No. 10: Vaciado de la losa postensada	42
Imagen No. 11: Sacando el slam	42
Imagen No. 12: Cuñas para la tensada	43
Imagen No. 13: Tensado de la losa postensada	43
Imagen No. 14: Inyectado de los ductos de la losa	44
Imagen No. 15: Ensayo a la compresión de probetas	45
Imagen No. 16: Llegando a la rotura de la probeta	45
Imagen No. 17: Colocación de cojines	46
Imagen No. 18: Ensayo de flexión	47
Imagen No. 19: Pistón de tracción	48
Imagen No. 20: Ensayo de módulo elástico	50
Imagen No. 21: Ensayo de modo de elasticidad	51
Imagen No. 22: Diseño del concreto de la losa	55
Imagen No.23: Informe del ensayo de resistencia a la compresión	56
Imagen No. 24: Informe del ensayo de módulo elástico del concreto	57

## RESUMEN

Con el problema de investigación, ¿qué relación existe en la aplicación de la evaluación del comportamiento estructural en las propiedad de losas postensadas en el proyecto Multifamiliar de Vivienda Montemar?, se da inicio a la presente investigación a fin de determinar su aplicación y proyección como una opción el uso de losas postensadas por sus propiedades y ventajas como mejorar el control de las grietas, deflexiones y cimbras, así como resalta su comportamiento excelente ante los fenómenos naturales como el caso de los sismos.

Asimismo, como lo señala Torres (2015), el sistema del postensado resulta ser más rentable para proyectos verticales que en los proyectos horizontales debido al ahorro dado por su altura más no por  $m^2$  en pisos y sótanos. Se pudo determinar su eficiencia en la medición de la calidad en el control de los procesos constructivos con losas postensadas, (Gonzales y Matos, 2015).

En cuanto a la metodología de la investigación, su diseño fue analítico y experimental, con enfoque cuantitativo, de tipo aplicada; a fin de demostrar la hipótesis general como las específicas, se realizó los ensayos de laboratorio como el de flexión de la losa postensada, de elasticidad, de tensado, así como de resistencia; cuyos resultados permitieron demostrar que, la aplicación de la evaluación del comportamiento estructural mejora las propiedades de la losa postensada en un proyecto Multifamiliar de Vivienda Montemar.

**Palabras claves:** Comportamiento estructural, losas postensadas, grietas, deflexiones, cimbras.

## ABSTRACT

With the research problem, what is the relationship between the application of the evaluation of the structural behavior in the properties of the post-tensioned slabs in the Multifamily Project of Montemar Housing ?, the present investigation is started in order to determine its application and projection as An option is the use of post-tensioned slabs for their properties and advantages such as improving the control of cracks, deflections and forms, as well as highlighting their excellent behavior in the face of natural phenomena such as earthquakes. Also, as pointed out by Torres (2015), the post-tensioning system turns out to be more profitable for vertical projects than in horizontal projects due to the savings given by its height, not by m<sup>2</sup> in floors and basements. It was possible to determine its efficiency in the measurement of quality in the control of construction processes with post-tensioned slabs (Gonzales and Matos, 2015). Regarding the methodology of the research, its design was analytical and experimental, with a quantitative approach, of applied type; In order to demonstrate the general hypothesis as the specific hypothesis, the laboratory tests were carried out, such as the post-tensioned bending of the slab, elasticity, tension, as well as resistance; whose results allowed to demonstrate that, the application of the evaluation of the structural behavior improves the properties of the post-tensioned slab in a Multifamily project of Montemar Housing.

**Keywords:** Structural behavior, post-tensioned slabs, cracks, deflections, formwork.

## I. INTRODUCCIÓN

Con el transcurso del tiempo “tanto en las construcciones legales así también en las construcciones informales, que podrían ocasionar problemas y podrían ser grietas, deflexiones y corroer a los elementos del acero, (en losa maciza), ejecutando unos malos diseños que puedan proporcionar hacer unas malas construcciones”, (De León, 2010).

En el mundo, tenemos que las fisuras en el hormigón de concreto disminuyen su vida útil, teniendo uniones complejas y deficientes entre las losas, siendo estructuras fuertes, así también el gasto significativo tanto en el concreto como los materiales que se usarían en la construcción.

Tensar elementos estructurales sobre las aplicaciones de cargas externas, puedan ser medidas al unir los resultados con las fuerzas externas, y puedan anularse los esfuerzos del tensionamiento que podrían disminuir sosteniéndolas bajo tensión admisible y pueda tener resistencia en los materiales, (Freyssinet, 1928)

Ante esta situación, hoy en día se está implementando el uso de la losa postensada en las construcciones, tanto en el mundo como en nuestro país, para lograr que se pueda disminuir de la fisuración del hormigón que y nos permita aumentar su vida útil, siendo uno de los problemas más preocupantes en los procesos constructivos, así como mayor firmeza, durabilidad y resistencia al fuego.

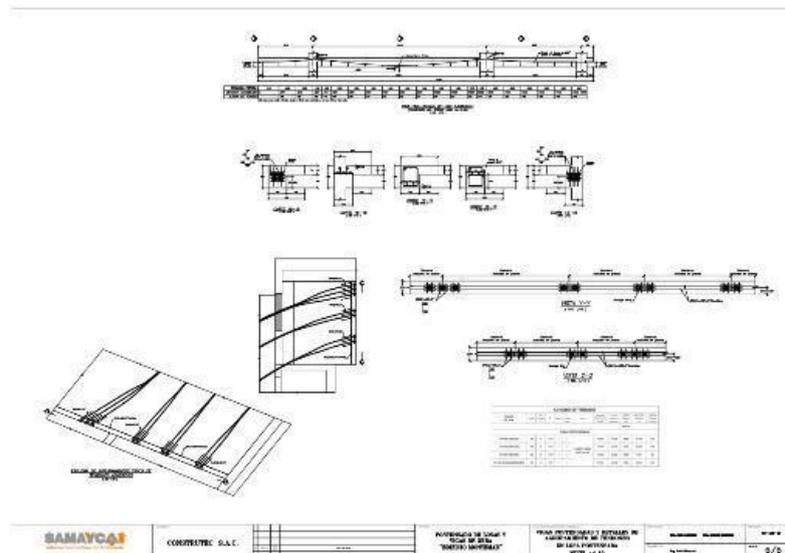


Figura No. 1. Agrupamiento de tendones en losa postensada. Samayca.

En esta presente investigación, para poder evaluar el comportamiento estructural de las losas postensadas, se hizo comparan el comportamiento del concreto bajo tensión tradicional, con el propuesto al colocar al mismo tiempo que el acero de refuerzo

tradicional y tensar cuando el concreto llega al 70% u 80% de su resistencia, en el Proyecto Multifamiliar de Vivienda Montemar, en Surco. Por lo que esta investigación es de vital importancia, en beneficios como la mayor eficiencia del hormigón y la flexibilidad en su diseño, así como la disminución de su fisuración para alargar su vida útil. **Trabajos previos Nacionales.** *Manturano, (2017)* en su tesis “Uso de la losa postensada y su comportamiento estructural en el sótano del Hotel La Paz, Miraflores, Lima – Perú – 2017, para optar el título profesional de ingeniero civil, presentado en la universidad Cesar Vallejo, Perú. **Objetivo:** Evaluar el comportamiento estructural de losas postensadas ubicadas en el hotel La paz, Miraflores, Lima 2017. **Metodología:** Tipo de diseño aplicada, nivel explicativo con diseño no experimental. **Conclusión:** Que el postensado influye directamente el comportamiento estructural de las losas del hotel la paz, ya que se encontró que tienden disminuir las deflexiones elásticas y las deflexiones diferidas hasta un 80%. **Significativo:** mediante esta investigación de Manturano, y la información, conseguido determina que el uso en el postensado tiene entre sus ventajas esta la reducción significativa hasta un 80% en cuando a las deflexiones diferidas.

*Brito, (2017)*, en su tesis “Control y seguimiento de los procesos constructivos aplicados a losa flotante y losa postensada para un edificio empresarial de oficinas, ubicado en la ciudad de lima”, para optar por el título e ingeniero civil, presentado en la Pontificia Universidad Católica del Perú. **Objetivo:** hacer el control y seguimiento de la losa flotante y los postensada en los procesos constructivos y medir su análisis económico y producción. **Metodología.:** Es una metodología descriptiva y aplicada, porque aplica informes técnicos sobre resultados de los avances y dificultades en la ejecución de la obra. **Conclusión:** Para los sistemas de losas flotantes y losas postensadas se pudieron desarrollar mecanismos de control que aperturaron desde el principio un correcto control y seguimiento de sus procesos en el día a día, por lo que esta optimización podrá ser aplicada en futuros proyectos de construcción, logrando mayores y mejores beneficios, no solo económico sino técnico. **Significativo:** Esta investigación con la conclusión conseguida determino que los estudios en el desarrollo en la construcción, logro crecer la producción y reducir los periodos constructivos. *Sotomayor, (2016)* en su tesis “Diseño estructural de un edificio de aulas laboratorio de concreto armado y evaluación económica del uso de vigas postensadas”, para optar el título de ingeniero civil, presentado en la Pontificia Universidad Católica del Perú. **Objetivo:** Realizar un metrado y presupuesto de la edificación y comparar los costos de la alternativa preesforzada y de concreto armado

normal. **Metodología:** La investigación fue del tipo no experimental y del nivel cuantitativo transversal, con ensayos de laboratorios. **Conclusión:** Que el diseño estructural así como la evaluación económica, pudo obtener como resultado que para dimensionar los elementos del concreto armado y presforzado han mostrado ser eficaces por la suficiente capacidad para resistir las solicitudes de gravedad y sísmicas además aumentar la rentabilidad el proyecto. **Significativo:** En esta investigación de Sotomayor de diseño estructural así como evaluación económica pudo obtener como resultado y medir, lo componentes del hormigón y pre-esfuerzo, demostraron ser eficientes y tener mucha suficiencia en las resistencias sísmicas. Pudiéndose además aumentar la rentabilidad del proyecto.

Torres, (2015) en la tesis “*Aplicación del sistema postensado en losas de concreto armado en el proyecto edificio corporativo GYM*”, para optar el título de ingeniero civil, presentado en la Universidad Nacional de Ingeniería, Perú. **Objetivo:** Determinar los beneficios de la aplicación del sistema postensado en losas de concreto en el proyecto edificio corporativo GYM. **Metodología:** Investigación cuantitativa, cuasi experimental, se recolecto datos y desarrollo ensayos de laboratorio. **Conclusión.** El sistema del postensado es más rentable en proyectos Verticales que en proyectos horizontales ya que el ahorro es por altura y no por m<sup>2</sup> tanto para sótanos y pisos. A la vez es muy beneficioso para proyectos con gran cantidad de sótanos, ya que el ahorro depende de la altura de excavación principalmente y disminuyendo el uso de vigas peraltadas. *Gonzales y Matos, (2015)*, en la tesis “*Propuesta de mejora en los registros de calidad para el control del proceso constructivo con losas postensadas adheridas en edificaciones*”, para optar el título de ingeniero civil, presentado en la Universidad de San Martín de Porres, Perú. **Objetivo:** Optimizar los registros de calidad para el control de los procesos constructivos con losas postensadas adheridas en edificaciones; Caso: Edificio para Oficinas JP. **Metodología:** Investigación cualitativa-cuantitativa de tipo descriptiva, transversal. **Conclusión:** Se pudo determinar la medición de la calidad en el control de los procesos constructivos con losas postensadas, resulta eficiente, encontrándose que el mal trazado de los cables genera figuración en las losas Teniéndose los puntos de mejora; estructura de la inyección. **Significativo:** Los investigadores de esta investigación, en base a sus resultados y determinaron que un procedimiento negativo de trabajo en las colocaciones de los cables, generan frisura en el hormigón de la losa. **Internacionales:** *Torres y Morales (2016)*, “Sistemas Constructivos hormigón pretensado y postensado”, tesis para obtener el título profesional de ingeniero

civil en la universidad Técnica de Ambato, Ecuador. **Objetivo:** comparación entre los sistemas constructivos con hormigón pretensado y con postensado. **Metodología:** Fue una metodología experimental usando técnica de la construcción, recepcionando información que permita verificar, la determinación de exigencias en los reglamentos en las resistencias y servicios. **Conclusión:** Haber determinado las ventajas y desventajas relativas del postensado que permite utilizar las nuevas técnicas del mercado basadas en los avances tecnológicos, intentando resolver cada problema del modo más óptimo posible, minimizando los costos de producción y construcción, y logrando reducir el factor tiempo en el plazo de ejecución de la obra. **Significativo.** Que en esta investigación nos hace saber que gran utilidad es los avances tecnológicos que se usan en la actualidad en la construcción y así poder lograr solucionar algunos problemas que se presentan en la ejecución de los trabajos.

Montaño, (2016), en su tesis *“Diseño y aplicación de sistemas de postensado de losas con tendones no adheridos e estructuras de uso habitacional y comercial”*, para optar el título de ingeniero civil, presentado en la Universidad Andrés Bello, Chile. **Objetivo:** Determinar la mejora en el diseño y aplicación de sistemas de postensado de losas con tendones no adheridos en estructuras de uso habitacional y comercial. **Metodología:** tipo de investigación experimental, con la técnica de recolección de datos, así como otras investigaciones para sustentar el marco teórico, así como la realización de ensayos para determinar la aplicación del postensado de losas con tendones no adheridos en estructuras. **Conclusión:** Haciendo una comparación de costos entre una losa postensada de concreto armado en dos direcciones y la losa originalmente diseñada originalmente para la construcción del edificio “Venus” con concreto armado se prevé una reducción en el costo de la losa de un 14% (Montaño, 2006). Se reduce la altura de entrepiso en un 50%. Es decir 20 centímetros en cada losa, lo que lleva a una reducción en la altura del edificio de 2.40m. **Significativo:** En esta investigación mediante sus resultados pudo llegar a determinar el beneficio en el diseño y aplicación de sistemas de postensado de losas con tendones no adheridos en estructuras de uso habitacional y comercial. Argudo y Castillo, (2015) en su tesis *“Evaluación estructural de nudos conformados por muros y losas TT de sección constantes y variable, para luces de 12, 14, 16 y 18 metros”* para optar por el título de ingeniería civil, presentado por la Universidad de Cuenca, Ecuador. **Objetivo:** Evaluar los nudos conformados por muro verticalmente continuo, y losas doble T de sección constante y variable, con luces del orden de 12, 14, 16 y 18 metros, a través del

modelamiento estructural con el software SAP 2000 V17. **Metodología:** Tuvo un enfoque cuantitativo, transversal, con alcance causal explicativo, con diseño no experimental, realizando los ensayos de laboratorio de estructuras. **Conclusión:** Las losas TT de secciones variables proporcionan una mayor rigidez a la estructura, es por eso que los pórticos conformados por este tipo de losas responden una mejor manera ante las cargas laterales, disminuyendo en aproximadamente un 35% los momentos que se presentan en la base del muro y por ende los esfuerzos que actúan sobre los mismos con respecto a las losas TT de secciones constantes. **Significativo:** Los investigadores evalúan estructuralmente las conexiones en las estructuras, lo cual cuyo resultados pudo determinar que este sistema son eficaces en la ejecución constructiva. *Quilumba, (2015)*, en su tesis “*Análisis y diseño de losa de hormigón armado con elementos postensados*”, para optar el título de ingeniero civil, presentado en la universidad Técnica de Ambato, Ecuador.

**Objetivo:** Medir y recomendar el diseño de losa de hormigón armado con elementos postensados mediante el análisis respectivo. **Metodología:** Tuvo un tipo de investigación cualitativo, empleando la observación directa y análisis para el diseño de losa de hormigón armado con elementos postensados, siendo su método no experimental. **Conclusión:** El desempeño de la losa postensada resultaron ser más eficientes ante luces mayores de 7 metros se demostró que su peralte es pequeño en comparación de otros sistemas tradicional de concreto armado. **Significativo:** En esta investigación se pudo obtener que la recuperación ejercida en este proceso del hormigón y técnicas con componentes postensados son eficientes. *Gatica, (2015)*, en su tesis “*Estudio comparativo entre losa tradicional de hormigón armado y losa postensada con adherencia*”, para optar el título de ingeniero civil, presentado a la Universidad Austral de Chile. **Objetivo:** Medir económicamente entre el uso de losa tradicional de hormigón armado y la losa postensada con adherencia. **Metodología:** Tuvo un enfoque cuantitativo y cualitativo, debido a que se realizó ensayos de laboratorio, pero de la misma manera observaciones en campo que ayudaron a comparar la losa tradicional de hormigón armado y la losa postensada con adherencia. **Conclusión:** La reducción de plazos de ejecución de la obra gruesa gracias a la utilización de hormigón con resistencias altas a poco tiempo de secado, lo que permite descimbrados mucho más tempranos. Reducción de espesor, cantidad de armadura pasiva y, en general, de peso propio respecto del concreto armado, lo cual permite el aumento de la longitud de las luces. Estructuras ligeras que permiten disminuir la altura del edificio, reducir las cargas de fundación y aumentar las luces. **Significativo:** Mediante esta

investigación con los estudios realizados, instrumentos utilizados se puede apreciar la disminución de los procesos en construcción, utilizando concreto con diseños elevadas para tener una resistencia en pocos días. **Teorías: Comportamiento estructural.** “Está referido al análisis dinámico y estático de estructuras, referido al estudio de las vibraciones que sufrirían las estructuras en su entorno e las posiciones de igual en su estabilización”. (Salazar, 2014, p.23).

**Estructura.** “Es un grupo firme de componentes solido en las construcciones con la intención de sostener cargas y trasladarlos al fin hacia el suelo. Es un grupo con la capacidad de sostener cargas externas. Resistir en el interior y transmitir a su base, es el suelo donde reciben en su totalidad las secuelas ejecutados por las fuerzas”. (Giordani, 2013, p.45). **Análisis dinámico.** “Son estudios de los elementos o conjunto de moléculas en su oscilación. Los cuales lo dividiremos en 2 capítulos, La cinemática, que estudia la geometría del movimiento relacionado al alejamiento y la cinética, que estudia el vínculo de fuerzas ejercidas en un elemento, la masa y el movimiento de un cuerpo, lo cual permite causar pronosticar las energías y decidir cuáles son las energías que usaríamos para realizar vibraciones atribuidas ”. (García Reyes, 1998, p.3). **Análisis de las fuerzas.-** “Son instrumentos utilizados a contribuir y permitir variaciones. Pueden ser utilizados en ocasiones que se requieran las variaciones importantes. Los estudios en las fuerzas es conveniente a un conjunto al ver cambios sugeridos entre el uno y otro comportamiento, sea positivo o negativo. Las operaciones asistidos al encontrarse minimizan el choque de las fuerzas disminuyendo y aumentando los impactos en las fuerzas impulsoras”. (Martínez, 2012, p.25). **Desplazamientos.-** “Si las cargas o desplazamientos se aplican de forma lenta, las fuerzas de inercia y de amortiguamiento son despreciables frente a las elásticas y el análisis estático está justificado. Si las fuerzas o desplazamientos no son lentos el análisis dinámico es necesario, y se plantea como una extensión dela análisis estático mediante la aplicación de equilibrios de fuerzas”, (Quiroz, 2013, p. 28). **Deformaciones.-** “Es la variación de la dimensión o diseño de un elemento, necesario en los esfuerzos interno. Realizado por uno o más fuerzas estudiadas en el mismo induciendo al alejamiento de las partículas en la que la conforman. Las variaciones podrían producir en varias mediciones, en donde se verían deformaciones lineal, superficial y volumen. Para calcular la deformación en la durezas utilizaremos las magnitudes de las deformaciones en las unidades longitudinales en las partes deformadas”. (López, 2016, p. 4). **Análisis estático.** Los procedimientos estructurales se determina como el estudio de los

componentes de una estructura para determinar su comportamiento de los esfuerzos internos, lo cual constituye analizar un cuerpo, la resistencia ejercen en ella el volumen y vibración a partir de unos estudios estáticos de los siguientes conceptos: **Análisis estático de un cuerpo:** Está determinado por la primera ley de Newton “Todo cuerpo permanece en estado de reposo o movimiento uniforme rectilíneo a menos que sea obligado a cambiar ese estado debido a la aplicación de cualquier tipo de fuerza, se le conoce también como la ley de la inercia” (García, 1998, p. 4). **Movimiento de un cuerpo:** Está determinado por la segunda ley de Newton “La fuerza que actúa sobre un cuerpo y causa su movimiento en función a la tasa del cambio del momento del cuerpo” (García, 1998, p. 4). Esto quiere decir, si un cuerpo, se aplica una fuerza en magnitud y dirección, entonces este acelera, lo cual define su movimiento, es igual en las direcciones donde se aplican la energía, lo cual depende al contrario al volumen del cuerpo. Dónde:  $Fuerza = Masa \times Aceleración$ . **Acción y reacción del cuerpo:** Determinado por la tercera ley de Newton “A toda acción se opone un reacción de igual magnitud o dicho de otro modo, las acciones mutuas entre dos cuerpos son siempre iguales y opuestas” (García, 1998, p. 5).

**Tensión.** “Está representado en iguales de fuerzas y contrarias en su inicio, negándose a las diferencias al implatar una estabilización de un elemento en un grupo. Teniendo la tarea unir las, las porciones formando un denso duro componiéndolo y constituido en varias partes, la energía que sostiene la unión lo define, asimismo como energía interna”. (Villarino, 2015, p. 102). **Deformación.** “Es la variación de la dimensión o diseño de un elemento, necesario en los esfuerzos interno. Realizado por uno o más fuerzas estudiadas en el mismo induciendo al alejamiento de las partículas en la que la conforman. Las variaciones podrían producir en varias mediciones, en donde se verían deformaciones lineal, superficial y volumen. Para calcular la deformación en la durezas utilizaremos las magnitudes de las deformaciones en las unidades longitudinales en las partes deformadas”. (López, 2016, p.4). **Distribución de cargas.** “Accede definir diseños resumidos en resultados de carga vivas, de los instrumentos de los métodos de los pisos en una super-estructura. En el caso de las losas consiste en la definición un ancho efectivo, donde se consideran distribuyéndose la capacidad de rueda”. (N-PRI-CAR-6-01-007/04, pág. 2). **Losas postensadas.** “El postensado son procedimiento de pre esfuerzo que radica en tensar. Cables y anclarlos en ambos partes de los componentes cuando el hormigón haya logrado la fuerza requerida, dejando en la losa ducto indicadas fijándolos lo cual nos facilita cambiar el centro de luz interiormente, en l extensión de él logrando impulsos necesarios.

Los ductos se inyectara cemento agua y aditivo, después del tensado, esta inyectada en los ductos, servirán para proteger a los cables tensados, de las corrosiones. (Sheikh, 1982, p.296). Los cables se podrían colocar dentro de los ductos antes o después de echar el hormigón, antes de tensar. Es importante que dentro de los ductos no ingresen lechada del vaciado del concreto porque esto podría ocasionar fricciones al momento de tensar, es por eso que los ductos tendrían que estar fijos y no moverse de dirección”. (Sheikh, 1982, p. 296).



*Imagen No. 1. Sistema de Postensado.*

*Imagen No. 2. Sistema de Postensado*



El postensado se podría usarse en losas elaborados en planta o en el sitio. Las prácticas que más se utilizan, es en vigas de puentes de tamaño considerable y vigas hiperestáticas. **Anclajes:** “Los cables están anclados en la losa de hormigón por unos anclajes acerados

especiales lo cual produce casi el 96%, de su capacidad de rotura del cable, soportando la rotura, permitiendo escurrir las cuñas. Estos anclajes es fabricado de acero especial y cubiertos para evitar la corrosión. Las cuñas son colocados en ambos lados del cable y el anclaje, después del tensado se procede a retirar el gato hidráulico, se comprueba que la cuña fue introducida en el anclaje y cuando el cable es tensado al 75%.”. (Sheikh, 1982, p. 283).



*Imagen No. 3, Encofrado por anclajes.*



*Imagen No. 4. Anclaje*

**Sillas:** “Son parte del sistema de postensado en losa y sirven para separar el cable con los encofrados, cuando nos dan las caterinas en las distancias, y podrían ser máximo hasta un metro”. (Sheikh, 1982, p. 188).



*Imagen No. 5. Silla de plástico.*



*Imagen No. 6. Empleo del gato hidráulico para el tensionamiento de los cables.*

**Forjados postensados en cables adheridos.** Son técnicas, que consiste en proteger al torón para que no le entre concreto al momento de ser vaciado, conformado por un ducto polietileno plástico o metálico y después del tensionamiento se procede a inyectar agua y cemento, adhiriéndose al concreto y así protegerlo de la corrosión.(Vásquez, 2017, p. 12). Los tipos adheridos minimizan los elementos estructurales porque los ductos corrugados tienen mayor dimensión, en la utilización para el proceso del postensado no adherido, por lo que estos procesos no podrían utilizarse en las edificaciones, limitándose su proceso por la gran dimensión de tamaño, este postensado adherido son utilizados en los procesos constructivos de puentes. (Vásquez, 2017, p. 17).



*Imagen N° 7. Tendón adherente.*

Las losas postensadas con cables no adheridas son conformados por acero pasivo y acero activos. Las activas, conformados por cables de acero son de elevado margen elástico, lo cual son cables con grasa puesta en el ducto polietileno de elevado consistencia. (Vásquez, 2017, p.34).



*Imagen No. 8. Tendón no adherente.*

**Características de los materiales. Acero pasivas:** “Es la que se utilizan y son colocadas en las losa de concreto armado y están conformados por acero corrugado de diámetros,  $\frac{1}{4}$ ”,  $\frac{1}{2}$ ”,  $\frac{3}{4}$ ” (Norma EHE como UNE – 36094). **Acero activo:** “Son cables lo cual su función de acuerdo a las Normas UNE- 36094 estos cables trabajan solo de a tracciones, y son cables agrupados por alambres que están enrollados en forma helicoidal lo cual pueden ser de 2, 3, o 7 alambres, mayormente son usados de 7 alambres por cable”, (Norma UNE-EN ISO 15630-3). Sus características mecánicas obtenidas mediante ensayo según norma UNE-EN ISO 15630-3 deben cumplir las

siguientes prescripciones: Carga unitaria máxima  $f_{\max}$  será la siguiente el número de cables que forman el cordón:

Tabla 1.

*Carga unitaria para cordones formados por 2 o 3 alambres*

<b>Designación</b>	<b>Serie de diámetros nominales, en mm</b>	<b>Carga unitaria máxima <math>f_{\max}</math> en N/mm<sup>2</sup> no menor que:</b>
Y 1770 S2	5,6 – 6,0	1770
Y 1860 S3	6,5 – 6,8 – 7,5	1860
Y 1960 S3	5,2	1960
Y 2060 S3	5,2	2060

Fuente: UNE-EN ISO 15630-3

Tabla 2.

*Carga unitaria para cordones formados por 7 alambres.*

<b>Designación</b>	<b>Serie de diámetros nominales, en mm</b>	<b>Carga unitaria máxima <math>f_{\max}</math> en N/mm<sup>2</sup></b>
Y1770 S7	16	1770
Y 1860 S7	9,3 – 13,0 – 15,2 – 16,0	1860

Fuente: UNE-EN ISO 15630-3.

- “Límite elástico  $f_y$  comprendido entre 0,88-0,95 de la carga unitaria máxima.
- El alargamiento bajo carga máxima, medido sobre una longitud no inferior a 50 cm, no será inferior a 3,5%.
- La estricción a la rotura será visible a simple vista.
- El módulo de elasticidad tendrá el valor garantizado por el fabricante, con una tolerancia de  $\pm 7\%$ .
- La relajación a las 1000 horas a temperatura de  $20 \pm 1^\circ\text{C}$ , y para una tensión inicial de igual al 70% de la carga unitaria máxima real, determinada no será superior al 2,5%.

- El valor medio de las tensiones residuales a tracción del alambre central deberá ser inferior a 50 N/mm<sup>2</sup> al objeto de garantizar un comportamiento adecuado frente a la corrosión bajo tensión.
- El valor del coeficiente de desviación D en el ensayo de tracción desviada, según UNEEN ISO 15630-3, no será superior a 28, para los cordones con diámetro nominal igual o superior a 13mm.” (Noma UNEEN ISO 15630-3).

**Materiales del concreto armado y preesforzado**, “Las practicas del material conformados por el hormigón armado y hormigón presforzado lo dependen de muchas variables, comprometiendo la presencia de varios tipos con distintos niveles de dificultad. El modo del uso de cargas y el trabajo de los materiales que lo constituyen, en los procesos de los componentes del hormigón armado y hormigón presforzado, es imprescindible definirlo las practicas del hormigón, y el acero de refuerzo y el torón de los presfuerzos”. (Norman, 2014, p. 66). **Características y modelos de esfuerzo-deformación del concreto**, “El procedimiento del hormigón ocupa mayor consideración dentro de los esfuerzos de compresión; dentro de la eficiencia de tracción su amplitud es valorado menor del 10% de su volumen en su presión. Bajo cargas de presión creciente, el hormigón sencillo muestra una conducta lineal donde alcanza casi el 50% de la fuerza mayor donde se presentan unas disminuciones paulatinas de rigidez. Cuando logra la resistencia mayor el hormigón experimenta alteraciones adicionales. Lo cual esta puntada soporta pérdidas avanzadas de resistencia, logrando obtener un defecto de aplastamiento.” (Kwak, 2002, p. 615).

“El hormigón armado y el hormigón presforzado es material combinados, a diferencia del hormigón simple, estos están reforzados con acero, logrando hacer los esfuerzos reforzamientos de estribos y refuerzos de acero longitudinalmente aumentando la ductilidad antes las fallas”. (Ying-Wu Z., Yu-Feu W., 012, p. 580).

“Los tipos más utilizados y aprobados donde detalla el procedimiento del hormigón impuesto a cargas monotónicas, sugerido por Kent y Park en 1971”. (Kwak, 2002, p. 623).

“El tipo muestra la curva y evidencia directo a la práctica del hormigón, conseguido por ensayos de compresión y examina la consistencia de la dimensión de estribos de confinamiento”. (Sheikh, 1982, p. 296).

“El resultado del confinamiento en el procedimiento en el hormigón no dependerán solo de la consistencia de estribos, incluso dependerían de la geometría y propiedades mecánicas”, (Ying-Wu Z., Yu-Fei W., 2012, p. 567). Por otro lado,” la desigualdad del tipo en las cargas monotónicas referente l de Kent y Park”, “se encuentran tipos examinan la degeneración en la rigidez yn fuerza de los materiales exigido a periodos de cargos descargos”, (Ying-Wu Z., Yu- Fei W., 2012, p. 525).

**Características y modelos de esfuerzo-deformación del cable de preesfuerzo,** “Los reforzamientos de presfuerzo que se utiliza en los componentes del hormigón presforzado, el pretensado y postensado muestran unas prácticas a diferencia de los aceros de reforzamiento convencionales. Siendo por los materiales por su uso de esfuerzos mayores, de baja relajación.

Los procedimientos del acero se comportan mejor en el presfuerzo, por su parte elástico y los cambios en el sector de la fluencia y en el sector del fortalecimiento”

(Mattock, 1979, p 24).

#### **Ventajas del uso de la losa postensada**

- Reducción significativa en la cuantía del acero.
- Mejoras en los controles de grietas y flexiones
- importante incorporación de estructuras por los tendones.
- Mayor ductibilidad en los diseños.
- Menores seccione de losas y vigas.
- Tienen excelente comportamiento ante un sismo.
- Reducción de espesores en las losas, disminuyendo el peso de un Edificio hasta 20% a 30%.

#### **Desventajas del uso de la losa postensada**

- Los cálculos son complicados y se solicita mayores detalles.
- Se solicitara especialistas de sistema (postensado).
- El material serán importados.
- Material serán de mejores calidades.
- El material tendrán que tener certificado de calidad.

**Tracción.-** “Es el esfuerzo interno a que está sometido un cuerpo por la aplicación de dos fuerzas que actúan en sentido opuesto y tienden a estirarlo. El concreto posee muy baja resistencia a la tracción y por lo tanto esta propiedad no se tiene en cuenta en el diseño de estructuras normales”, (Gallegos, 2005: San Bartolomé, 2014).

**Resistencia.-** es la que obliga a que no se superen las tensiones admisibles del material y a que no se produzca rotura en ninguna sección”, (Salazar, 2017, p. 65).

**Presfuerzo.-** “El preesfuerzo es la innovación intencionado en esfuerzos duraderos en las estructuras y grupos de fragmentos con la determinación de aumentar su procedimiento y resistencia en limitaciones de servicios y resistencias de servicios y resistencias” (American concrete Institute, 2013).

“El preesfuerzo aplicaran una pre-compresión a los componentes que reducirán o eliminaran los esfuerzos de tensión no deseables que, estarían presentes. Los agrietamientos con las cargas de servicio pueden minimizarse o eliminarse en su plenitud. Las deflexiones pueden limitarse a valores aceptables; de hecho, se puede diseñar elementos que tengan una deflexión nula bajo los efectos combinados de cargas de servicio y de fuerzas de presfuerzo, permitiendo a los proyectistas utilizando maneras efectivas y económicas, los aceros con alta resistencia en forma de torones, alambres o barras de modo simultaneo con la utilización de hormigón de alta resistencia mayores a las normales. Así el preesfuerzo genera un mejoramiento global del comportamiento del concreto estructural que serán utilizadas para cargas y luces corrientes y amplía el campo de aplicabilidad mucho más allá de los límites antiguos, llevando no solo a luces muchos mayores de las que se hubieran creído posibles, sino también permitiendo la utilización de formas estructurales con nuevas tecnologías”, (Nilson 1999, p. 584).

**Formulación del problema. Problema General.** ¿Cómo influye la aplicación de la evaluación del comportamiento estructural en las propiedad de losas postensadas en el proyecto Multifamiliar de Vivienda Montemar, Surco, 2019? **Problema específico1** ¿Cómo influye la aplicación de la evaluación del comportamiento estructural sobre la tracción a la compresión que tiene la losa postensada en el Proyecto Multifamiliar de Vivienda Montemar en Surco, 2019? **Problema específico2** ¿Cómo influye la aplicación

de la evaluación del comportamiento estructural sobre la resistencia a la compresión que tiene la losa postensada en el Proyecto Multifamiliar de Vivienda Montemar en Surco, 2019? **Problema específico3.** ¿Cómo influye la aplicación de la evaluación del comportamiento estructural sobre el presfuerzo que tiene la losa postensada en el Proyecto Multifamiliar de Vivienda Montemar en Surco, 2019?

**Justificación teórica:** Describe a la angustia que tiene al investigar y ahondar uno o más sentido hipotético para ajustar los problemas y esclarecer. (Valderrama 2015, p.140). En tal razón facilitaremos la divulgación de las hipótesis e investigación de otros autores con respecto a las losas postensadas, en el comportamiento estructural. **Justificación práctica.** Se presenta la tendencia de averiguar y aumentar los entendimientos para ayudar a buscar soluciones a las dudas específicas, y que puedan perjudicar a la estructura de las empresas estatales y particulares. (Valderrama, 2015 p.141). **Justificación metodológica.** Realiza referencias a las metodologías y procedimientos, determinado que servirán de aportación en los estudios y dilemas semejantes al investigar. (Valderrama 2015, p. 140). Las investigaciones difundirán e indicaran estudios y determinación del comportamiento en las losas postensadas y serán aprovechadas por profesionales en la ingeniería civil. **Justificación social.** Se describe al malestar que manifiesta al investigar acerca de los alcances y favorecer a la población indicada. (Valderrama 2015, p. 140). La búsqueda que se pretende investigar son los beneficios en la población que sean favorecidos tanto en lo económico, como en las tareas de trabajo activo.

**Hipótesis General.** La aplicación de la evaluación del comportamiento estructural mejora las propiedades de la losa postensada en el Proyecto Multifamiliar de Vivienda Montemar, Surco, 2019. **Hipótesis Específica1:** La aplicación de la evaluación del comportamiento estructural influye sobre la tracción a la compresión que tiene la losa postensada en el Proyecto Multifamiliar de vivienda Montemar en Surco, 2019. **Hipótesis Específica2:** La aplicación de la evaluación del comportamiento estructural influye sobre la resistencia a la compresión que tiene la losa postensada en el Proyecto Multifamiliar de vivienda Montemar en Surco, 2019. **Hipótesis Específica3:** La aplicación de la evaluación del comportamiento estructural influye sobre el presfuerzo que tiene la losa postensada en el Proyecto Multifamiliar de Vivienda Montemar en Surco, 2019.

**Objetivo General:** Evaluar el comportamiento estructural para mejorar las propiedades de la losa postensada en el Proyecto Multifamiliar de Vivienda Montemar, Surco, 2019.

**Objetivo Específico1:** Evaluar el comportamiento estructural en cuanto a su influencia sobre la tracción a la compresión que tiene la losa postensada en el Proyecto Multifamiliar de Vivienda Montemar en Surco, 2019.

**Objetivo Específico2:** Evaluar el comportamiento estructural en cuanto a su influencia sobre la resistencia a la compresión que tiene la losa postensada en el Proyecto Multifamiliar de Vivienda Montemar en Surco, 2019.

**Objetivo Específico3:** Evaluar el comportamiento estructural en cuanto a su influencia sobre el presfuerzo que tiene la losa postensada en el Proyecto Multifamiliar de Vivienda Montemar en Surco, 2019.

## II. MÉTODO

### 2.1. Tipo y diseño de investigación

Al respecto (Mendoza, 2012, pag. 12), “las investigaciones son calificadas como trabajo o experimental teniendo relaciones con las investigaciones básicas y dependen de los hallazgos y progreso de lo último, beneficiándose de él mismo. Los efectos o resultados efectivos del entendimiento. Las investigaciones aplicadas es la búsqueda de entender, edificar y rectificar”.

En consecuencia, se puede inferir que la actual investigaciones de tipo aplicada porque el investigador busca resolver un problema, encontrar respuestas a preguntas específicas. En otras palabras, el énfasis de la investigación aplicada es la resolución práctica de incierta posición definida.

Creswell (2009), “El experimento son denominados aprendizaje y participación, porque los investigadores forman etapas y concertan explicaciones e perjudicar a los participantes, en comparaciones de aquellos que lo hagan, la posibilidad de ensayar con individuos, objetivamente.

La experimentación utiliza métodos incentivos, prestigio o participaciones. (Designada como variables independientes) y examinar sus consecuencias en las variables dependientes en una posición de observación”.

En consecuencia, la presente investigación será analítica y experimental, debido a que se manipulara la variable independiente las postensadas, a fin de evaluar su comportamiento del Proyecto Multifamiliar Montemar en Surco.

### 2.2. Operacionalización de las variables

“La operacionalización son procesos de transportar 1 variable en niveles indeterminados una superficie precisa, sus funciones son especificar al mayor alcance, otorgándoles a 1 variable definiciones estudios. Para ello las variables principales deben ser susceptibles de mediciones, la retención de conseguir variables principales se deben descomponer en las dimensiones asimismo es necesario interpretar estas dimensiones a indicadores”.

(Calderón y Alzamora, 2010, p.32 ).

Tabla 3

Operacionalización de las variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	DEFINICIÓN DIMENSIONAL	INDICADORES	INSTRUMENTOS	METODOLOGÍA
Comportamiento estructural	“El comportamiento estructural está referido al análisis dinámico de estructuras referido al análisis de las pequeñas oscilaciones o vibraciones que puede sufrir una estructura alrededor de su posición de equilibrios. ( <a href="https://es.wikipedia.org/wiki/An%C3%Alisi_dyn%C3%A1mico">https://es.wikipedia.org/wiki/An%C3%Alisi_dyn%C3%A1mico</a> ).	El comportamiento, se evaluara con el análisis dinámico, teniendo como indicadores el análisis de las fuerzas, los desplazamientos, las deformaciones; que serán medidos con ensayos de laboratorio, hojas técnicas y recolección de datos.	Análisis dinámico	“El análisis dinámico de estructuras se refiere al análisis de las pequeñas oscilaciones o vibraciones que puede sufrir una estructura alrededor de su posición de equilibrio. Como resultado de una perturbación exterior un edificio o estructura resistente que bajo la acción de unas cargas estaba en reposo, experimenta oscilaciones que en primera aproximación”. (Reyes, 2015, p.34)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis de las fuerzas</li> <li>- Desplazamientos</li> <li>- Deformaciones</li> </ul>	Ensayos de laboratorio: mecánico, tensión o tracción. Ficha de recopilación de datos.	Método: científico Enfoque: cualitativo Tipo: aplicada Nivel: explicativo
			Análisis estático	“Para representar estáticamente la estructura completa se representan todas las fuerzas actuantes en el ‘diagrama de cuerpo libre’. Analiza tanto las fuerzas externas, acciones o reaccione, como la fuerza interna”. (Basset, 2012, p. 7)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tensión</li> <li>- Deformación</li> <li>- Distribución de cargas</li> </ul>	Ensayos de laboratorio: mecánico, tensión o tracción. Ficha de recopilación de datos.	
Losas postensadas	“Es el método de fortalecer el hormigón imponiéndolo a una presión e incrementar su resistencia a las tracciones. Colocando tácticamente cables de elevado resistencia, a la colocación de los cables serán puestos antemano de aplicarlos cargas, este método posibilita a obtener componentes esbeltos, lo cual permite solucionar las debilidades del hormigón en la fuerzas de tracciones producida por la carga neutralizándolos”. (Salinas 2015, p.15).	Las losas postensadas, serán evaluadas por su tracción, su resistencia y la productividad, con sus indicadores respectivos como la resistencia a la tracción, resistencia a la flexión, el ahorro de tiempo y optimización de los recursos humanos y materiales. Lo cual será medido con hoja técnica y ensayos de laboratorio respectivos.	Tracción	“En el cálculo de estructuras e ingeniería e denomina tracción al esfuerzo interno a que está sometido un cuerpo por la aplicación de dos fuerzas que actúan en sentido opuesto, y tienden a estirarlo. El concreto posee muy baja resistencia la tracción y por lo tanto esta propiedad no se tiene en cuenta en el diseño de estructuras normales.”. (Gallegos, 2014, p.69)	Resistencia a la tracción	Ensayos de laboratorio: tensión o tracción y resistencia a la compresión. Ficha de recopilación de datos.	Diseño: analítico experimental Instrumentos: - Ficha de recopilación de datos. - Ensayo de materiales. - Hojas técnicas
			Resistencia	“La resistencia a la flexión es un factor determinante de la calidad del concreto para pavimento, por el paso de vehículos y por la diferencia de temperatura un lado a otro de la losa. Para el diseño de pavimentos de concreto la resistencia a la flexión se expresa como módulo de rotura (MR) en Mpa”. (Masías, 2018, p. 34)	Resistencia a la flexión	Ensayos de laboratorio: tensión o tracción y resistencia a la compresión. Ficha de recopilación de datos.	
			Presfuerzo	“El presfuerzo significa la creación intencional de esfuerzos permanentes en una estructura, con el propósito de mejorar su comportamiento y resistencia bajo condiciones de servicio y de resistencia” (American Concrete Institute, 2013).	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Deflexiones</li> <li>- Grietas</li> <li>- Cimbras</li> </ul>	Ensayos de laboratorio. Ficha de recopilación de datos.	

Fuente: Elaboración propia

### 2.3. Población y muestra

“La población es un grupo de componentes y son materia de estudios, de lo señalado en panorama estadísticos”, (Borja S., 2012 pág. 30). La población estará dada por los proyectos multifamiliares en Surco.

La muestra se refiere a un grupo determinado y definido que se independiza de una población específica, con un espécimen. (Arias 2012, p. 82). La reciente búsqueda se realizara se un espécimen de materiales usados en losa postensada en 1 vivienda multifamiliar de Montemar, con lo cual se determinara su evaluación estructural.

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

La técnica para el recojo de información en la presente investigación es la ficha técnica de las losas postensadas. Los instrumentos que se utilizaran son ficha técnica de material, ficha de recolección de datos así como los ensayos de laboratorio correspondientes.

**En cuanto a la validez.** Se describe como la responsabilidad de considerar un nivel de certeza de lo que realiza, se debe evaluarlo elaborado. Este método se medirá manifestando al analizar y estructurar una práctica que valía el nivel de claridad. (Valariano et al. 2015, p. 227). La autenticidad del presente proyecto de investigación es medida con las conclusiones de los ensayos de laboratorio aplicados a la losa postensada en el Proyecto Multifamiliar de Vivienda Montemar.

**Referente a la confiabilidad.** Describe que la herramienta sea medido las veces que se emplearía o distintos espectadores mida por iguales, llegando a una misma conclusión. (Valarino et al, 2015). En el presente proyecto de investigación la confiabilidad se basa en la experiencia de consultores y especialistas en el área, los cuales colaboraran y participaran en la elaboración de la investigación.

### 2.5. Método de análisis

En la investigación se emplearemos softwares como Microsoft Office, AutoCAD, usando referencia de las investigaciones a través del estudio de los materiales usados en

la losa postensada del proyecto multifamiliar de Vivienda Montemar que sirvieron de muestra.

## **2.6 Aspectos éticos**

El investigador tiene la responsabilidad en esta investigación y siendo considerado y responsable a honrar autenticidad del argumento y las conclusiones exponiendo al término de la investigación, señalando las citas de los autores en el marco teórico teniendo como soporte en estas investigaciones.

### **Respeto**

Son méritos significativo en el entorno, de existencia de la persona profesional y normativo, en consecuencia a propósitos de exploración en aviso auténtico y preciso.

### **Honestidad**

El investigador tiene que ser honrado en la confección del diseño, con los estudios y datos visitando el sitio de trabajo, que será el origen y ser sometido en las pruebas de los proyectos.

### III. RESULTADOS

#### Diseño del concreto de la losa

#### CONTROL DE MEZCLAS DE CONCRETO

Fecha	7/05/2019	Código Mezcla	UD-018-019
Diseño	1260N57A	Hora Vaciado	11:00
Relación a/c	0.456	Técnico	J. Vilca
Relación AF : AG	55 - 45	Volumen de Prueba (m3)	0.09
Tipo de Concreto	f <sub>c</sub> = 350 kg/cm <sup>2</sup>		

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA MEZCLA DE PRUEBA

M.F. Arena	2.90	Vol. Agregados	0.82
M.F. Piedra # 67	6.61	Arena	55 %
		Piedra # 67	45 %
			100

MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP kg/m <sup>3</sup>	HUM. %	ABS. %	PESO SECO kg/m <sup>3</sup>	VOL.	PESO S.S.S. kg/m <sup>3</sup>	CORRECCIÓN POR HUMEDAD	TANDA DE PRUEBA DOSIFICACION UNIDAD
Cemento	Cementos Lima	3130			472	0.15080	472	472.0	42.48 kg
Agua	Potable	1000			215.00	0.21500	249	222.39	20.02 L
Arena	Cantera Gloria	2710	2.300	2.1	922.92	0.34056	923	944.15	84.97 kg
Piedra # 67	Cantera Gloria	2960	0.680	1.8	824.78	0.27884	825	830.38	74.73 kg
Aire					1.50%	0.0150			
TOTAL						1.0000	2469	2468.9	

#### ENSAYOS DE CONTROL

Datos para P.U.

Tara	3.39 kg	TEMP. (°C)	SLUMP	CONTENIDO DE	P.U. Teórico	P.U. Real	RENDIMIENTO
Volumen	0.01 m <sup>3</sup>	Amb. Concr.	(pulg)	AIRE (%)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>3</sup> )	
Tara + concreto	21 kg	25.4 26.3	6	0.9	2469	2490	0.991

Imagen No. 22. Diseño del concreto de la losa.

#### Método de ensayo normalizado: resistencia a la compresión del concreto

1. DE LA MUESTRA : Consistente en 3 probetas cilíndricas de concreto.
2. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial ELE INTERNATIONAL  
Certificado de Calibración CMC-104-2018
3. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.034:2015.  
Procedimiento interno AT-PR-12
4. RESULTADOS :

N°	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	ÁREA (cm <sup>2</sup> )	CARGA MÁXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm <sup>2</sup> )	TIPO DE FRACTURA
1	LOSA - POSTENSADA	07/05/2019	15/05/2019	172.3	51,092	297	Tipo 3
2	LOSA - POSTENSADA	07/05/2019	15/05/2019	174.5	51,398	295	Tipo 2
3	LOSA - POSTENSADA	07/05/2019	15/05/2019	174.8	51,820	298	Tipo 2

Imagen No. 23. Ensayo de resistencia a la compresión.

#### Interpretación:

Como se aprecia en el resultado de las 3 probetas cilíndricas de concreto que sirvieron se obtuvieron tipos de fallas 3, 2 y 1, lo cual como indica la Norma NTP 339.034:2015 la es falla ideal, debido a que describe que la probeta tiene todos sus puntos homogéneos de

material y de resistencia, así como modifica la teoría de elasticidad que indica que las deformaciones son proporcionales al esfuerzo.

Lo cual se puede apreciar que la resistencia a la compresión está en rango de 295 Kg/cm<sup>2</sup> y 298 Kg/cm<sup>2</sup>.

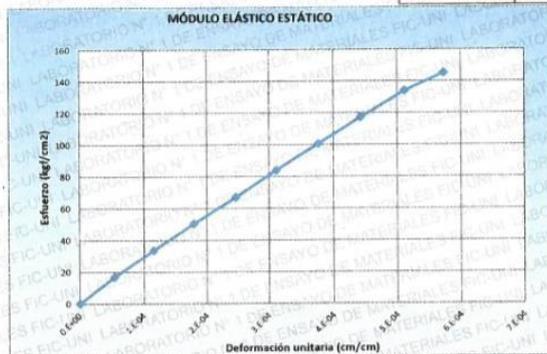
La capacidad de las secciones de diseño de losa postensada son mayores a las solicitaciones producidas por la combinación de cargas. Los elementos postensados cumplen el comportamiento en el estado de resistencia.

### Ensayo de módulo elástico del concreto

1. DE LA MUESTRA : Consistente en 03 probetas cilíndricas de concreto de 15 x 30 cm, con una resistencia promedio de 330 kg/cm<sup>2</sup>.
2. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo universal TINIUS OLSEN  
Certificado de Calibración CMC-081-2017
3. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia ASTM C-469
4. RESULTADOS : Fecha de ensayo : 07/06/2019

IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS	FECHA DE OBTENCIÓN	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	MASA (g)	CARGA MAXIMA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (Kg/cm <sup>2</sup> )
P1	07/05/2019	14.92	30.15	13399	55655	318
P2	07/05/2019	14.84	30.05	13400	57746	334
P3	07/05/2019	14.93	30.15	13398	58900	336
PROMEDIO						330

Esfuerzo (kgf/cm <sup>2</sup> )	Deformación Unitaria (cm/cm)
0.00	0.000000
16.72	0.000054
33.45	0.000116
50.17	0.000180
66.90	0.000247
83.62	0.000311
100.35	0.000377
117.07	0.000443
133.80	0.000512
144.95	0.000573



Módulo Elástico Estático [kgf/cm <sup>2</sup> ]	247451
---	--------

Módulo Elástico Estático Teórico [kg/cm <sup>2</sup> ] E=15000*(f <sub>c</sub> ) <sup>0.5</sup>	270444
--	--------

Imagen No. 24. Ensayo de módulo elástico del concreto.

### Interpretación:

Mediante este ensayo de módulo elástico del concreto se obtuvo que la relación entre el esfuerzo al que está sometido y su deformación unitaria, cumple con el requisito de rigidez de la losa postensada.

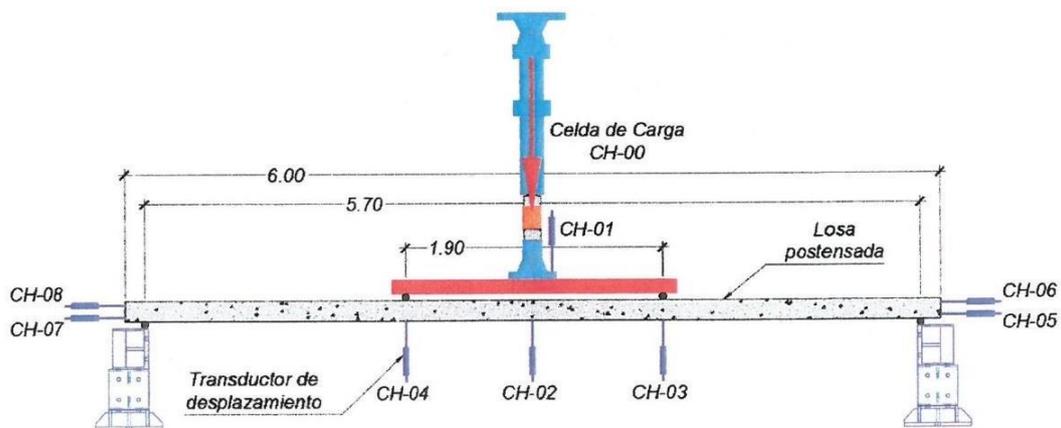
## Ensayo de flexión de losa postensada

Tabla 4

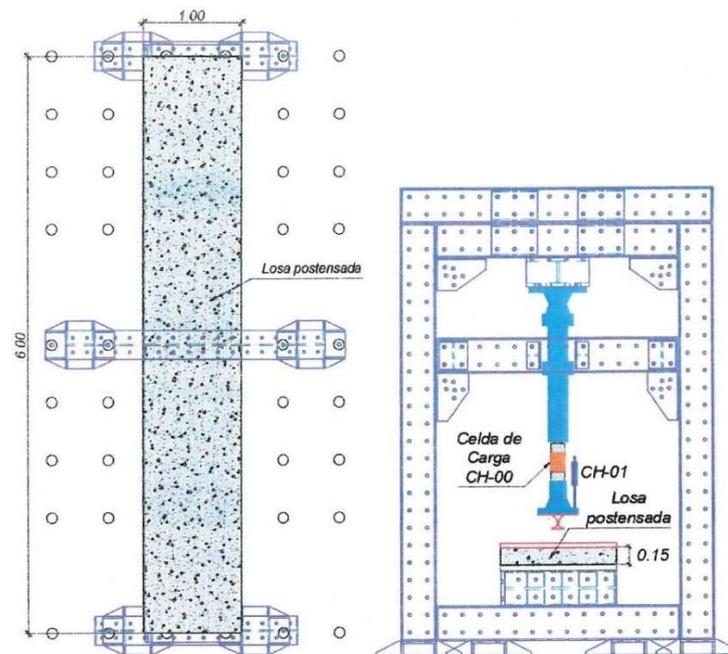
*Descripción del espécimen*

Espécimen	Luz (m)	Ancho (m)	Espesor losa (cm)	Cantidad
Ensayo de flexión LP-01	6.0	1.0	15	1

*Fuente: Elaboración propia.*



*Figura No. 2. Disposición del sistema de medición.*



*Figura No. 3. Vista en planta y elevación del mecano de carga y losa postensada.*

**Tabla 5*****Sensores de adquisición de datos***

<b>CANAL</b>	<b>TIPO</b>	<b>RANGO</b>
CH-00	Celda de carga	500 kN
CH-01	LVDT	200 mm
CH-02	LVDT	200 mm
CH-03	LVDT	100 mm
CH-04	LVDT	100 mm
CH-05	LVDT	50 mm
CH-06	LVDT	50 mm
CH-07	LVDT	50 mm
CH-08	LVDT	50 mm

*Fuente: Elaboración propia.*

**Resultados:**

Durante el ensayo se aplicó una carga monótona a los tercios de la luz libre de la losa postensada conforme la norma ASTM C78, registrándose el comportamiento del espécimen utilizando sensores de deformación, con la información registrada se puede determinar la curva de su comportamiento, determinándose el tipo de falla originado en el espécimen, la deflexión máxima y su capacidad de carga admisible. El registro de desplazamientos al centro de la luz alcanzó un valor cercano a 200 mm, correspondiente al rango máximo de medición de los transductores de desplazamiento usados durante el ensayo, la deformación máxima registrada fue de 193.74 mm., la carga máxima registrada fue de 7.83 tonf., el giro máximo promedio registrado fue de 0.81 rad., el agrietamiento de la zona en tensión inicia en el tercio central de la losa postensada, alcanzando un espesor de grietas de 0.55 mm en la zona central de la luz de la losa postensada.

OBRA: VIVIENDA MULTIFAMILIAR MONTEMAR  
 DESCRIPCIÓN: ELEMENTOS POSTENSADOS  
 UBICACIÓN: LIMA  
 FECHA: 10/07/2019

RESUMEN DE CALCULO																	
GRUPO	Tendón	N°Tor por elem. #	Ø	# Niveles	# Elem. por Nivel	Techo	Max. %Fpu (transferencia)			Fza. del Torón en el Gato (Ton)	PRESION MANOM. (PSI)	LONG. PROM. ELEMENTO (m)	ALARGAM TENDON (+7 % mm)	FUERZA NECESARIA (TON)	FUERZA FINAL/TORON (TON)	% Fpu final	FUERZA FINAL TOTAL (TON)
							en Gato	en anclaje	en tendón								
GATO G5																	
G1	001	2	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	77.0%	64.0%	64.0%	14.36	5166	4.85	29	24.00	11.031	59.1%	22.1
	002	2	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	77.0%	64.0%	64.0%	14.36	5166	4.85	29	24.00	11.031	59.1%	22.1
G2	003	2	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	77.0%	69.0%	69.0%	14.36	5166	10.20	65	24.00	12.061	64.7%	24.1
	004	2	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	77.0%	69.0%	69.0%	14.36	5166	7.77	49	24.00	12.061	64.7%	24.1
	005	1	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	77.0%	69.0%	69.0%	14.36	5166	7.77	49	12.00	12.061	64.7%	12.1
G3	006	1	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	77.0%	69.0%	69.0%	14.36	5166	7.77	49	12.00	12.061	64.7%	12.1
	007	2	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	77.0%	69.0%	69.0%	14.36	5166	7.77	49	24.00	12.061	64.7%	24.1
	008	1	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	77.0%	69.0%	69.0%	14.36	5166	7.77	49	12.00	12.061	64.7%	12.1
	009	1	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	77.0%	69.0%	69.0%	14.36	5166	7.77	49	12.00	12.061	64.7%	12.1
	010	2	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	77.0%	69.0%	69.0%	14.36	5166	7.77	49	24.00	12.061	64.7%	24.1
G4	011	1	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	77.0%	65.0%	65.0%	14.36	5166	5.23	31	12.00	11.030	59.1%	11.0
	012	1	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	77.0%	65.0%	65.0%	14.36	5166	5.23	31	12.00	11.030	59.1%	11.0
	013	2	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	77.0%	65.0%	65.0%	14.36	5166	6.60	42	24.00	11.723	62.8%	23.4
G5	014	2	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	77.0%	65.0%	65.0%	14.36	5166	6.60	42	24.00	11.723	62.8%	23.4
	015	2	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	77.0%	65.0%	65.0%	14.36	5166	6.60	42	24.00	11.723	62.8%	23.4
	016	2	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	77.0%	67.0%	67.0%	14.36	5166	6.60	42	24.00	11.681	62.6%	23.4
G6	017	2	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	77.0%	67.0%	67.0%	14.36	5166	6.60	42	24.00	11.681	62.6%	23.4
	018	2	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	77.0%	67.0%	67.0%	14.36	5166	6.60	42	24.00	11.681	62.6%	23.4
G7	019	2	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	77.0%	69.0%	69.0%	14.36	5166	8.30	53	24.00	11.996	64.3%	24.0
G8	020	3	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	77.0%	67.0%	67.0%	14.36	5166	6.45	37	36.00	11.405	61.1%	34.2
G9	021	3	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	77.0%	70.0%	70.0%	14.36	5166	21.00	137	36.00	12.208	65.4%	36.6
	022	1	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	77.0%	70.0%	72.0%	14.36	5166	21.05	137	12.00	12.437	66.7%	12.4
	023	1	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	77.0%	70.0%	72.0%	14.36	5166	21.05	137	12.00	12.437	66.7%	12.4
	024	2	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	77.0%	70.0%	72.0%	14.36	5166	21.05	137	24.00	12.437	66.7%	24.9
	025	1	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	77.0%	70.0%	72.0%	14.36	5166	21.05	137	12.00	12.437	66.7%	12.4
	026	1	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	77.0%	70.0%	72.0%	14.36	5166	21.05	137	12.00	12.437	66.7%	12.4
	027	2	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	77.0%	70.0%	72.0%	14.36	5166	21.05	137	24.00	12.437	66.7%	24.9
	028	1	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	77.0%	70.0%	72.0%	14.36	5166	21.05	137	12.00	12.437	66.7%	12.4
	029	1	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	77.0%	70.0%	72.0%	14.36	5166	21.05	137	12.00	12.437	66.7%	12.4
	030	2	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	77.0%	70.0%	72.0%	14.36	5166	21.05	137	24.00	12.437	66.7%	24.9
	031	1	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	77.0%	70.0%	72.0%	14.36	5166	21.05	137	12.00	12.437	66.7%	12.4
G11	032	1	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	77.0%	69.0%	71.0%	14.36	5166	19.10	123	12.00	12.437	66.7%	12.4
	033	2	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	77.0%	69.0%	71.0%	14.36	5166	19.10	123	24.00	12.437	66.7%	24.9
	034	1	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	77.0%	70.0%	72.0%	14.36	5166	21.05	137	12.00	12.437	66.7%	12.4
	035	1	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	77.0%	70.0%	72.0%	14.36	5166	21.05	137	12.00	12.437	66.7%	12.4
	036	2	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	77.0%	70.0%	72.0%	14.36	5166	21.05	137	24.00	12.437	66.7%	24.9
	037	1	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	77.0%	70.0%	72.0%	14.36	5166	21.05	137	12.00	12.437	66.7%	12.4
	038	1	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	77.0%	70.0%	72.0%	14.36	5166	21.05	137	12.00	12.437	66.7%	12.4
	039	2	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	77.0%	70.0%	72.0%	14.36	5166	21.05	137	24.00	12.437	66.7%	24.9
	040	1	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	77.0%	70.0%	72.0%	14.36	5166	21.05	137	12.00	12.437	66.7%	12.4
	041	1	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	77.0%	70.0%	72.0%	14.36	5166	21.05	137	12.00	12.437	66.7%	12.4
	042	2	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	77.0%	70.0%	72.0%	14.36	5166	21.05	137	24.00	12.437	66.7%	24.9
	043	1	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	77.0%	70.0%	72.0%	14.36	5166	21.05	137	12.00	12.437	66.7%	12.4
	044	1	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	77.0%	70.0%	72.0%	14.36	5166	21.05	137	12.00	12.437	66.7%	12.4
	045	2	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	77.0%	70.0%	72.0%	14.36	5166	21.05	137	24.00	12.437	66.7%	24.9
G13	046	1	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	77.0%	61.0%	61.0%	14.36	5166	4.09	23	12.00	10.650	57.1%	10.7
	047	1	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	77.0%	61.0%	61.0%	14.36	5166	4.09	23	12.00	10.650	57.1%	10.7
G14	048	1	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	75.0%	61.0%	61.0%	13.99	5032	13.75	87	12.00	12.034	64.5%	12.0
	049	1	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	75.0%	61.0%	61.0%	13.99	5032	13.75	87	12.00	12.034	64.5%	12.0
G15	200	3	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	75.0%	69.0%	69.0%	13.99	5032	11.15	69	36.00	12.000	64.3%	36.0
	201	4	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	75.0%	69.0%	69.0%	13.99	5032	11.15	69	48.00	12.000	64.3%	48.0
	202	3	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	75.0%	69.0%	69.0%	13.99	5032	11.15	69	36.00	12.000	64.3%	36.0
	203	3	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	75.0%	70.0%	70.0%	13.99	5032	11.17	70	36.00	12.182	65.3%	36.5
G16	204	4	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	75.0%	70.0%	70.0%	13.99	5032	11.16	70	48.00	12.182	65.3%	48.7
	205	3	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	75.0%	70.0%	70.0%	13.99	5032	11.15	70	36.00	12.182	65.3%	36.5
	206	3	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	77.0%	66.0%	73.0%	14.36	5166	27.59	176	36.00	12.035	64.5%	36.1
G17	207	4	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	77.0%	66.0%	73.0%	14.36	5166	27.59	176	48.00	12.035	64.5%	48.1
	208	3	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	77.0%	66.0%	73.0%	14.36	5166	28.03	177	36.00	11.851	63.5%	35.6
	209	3	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	77.0%	65.0%	71.0%	14.36	5166	27.90	178	36.00	12.018	64.4%	36.1
G18	210	4	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	77.0%	65.0%	71.0%	14.36	5166	27.90	178	48.00	12.018	64.4%	48.1
	211	3	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	77.0%	65.0%	71.0%	14.36	5166	27.90	178	36.00	12.018	64.4%	36.1
	212	3	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	77.0%	66.0%	72.0%	14.36	5166	26.45	169	36.00	11.898	63.8%	35.7
G19	213	4	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	77.0%	66.0%	72.0%	14.36	5166	26.45	169	48.00	11.898	63.8%	47.6
	214	3	0.5	5	1	Sotano 06 al 02	77.0%	66.0%	70.0%	14.36	5166	24.98	156	36.00	11.898	63.8%	35.7

PROPIEDADES MECANICAS DEL ACERO DE PRETENSAR

Diametro	Area	Densidad llena	Bonded	Unbonded
Area Nominal de Torón de Ø	1.400 cm <sup>2</sup>	1.14	1.26	
Area Nominal de Torón de Ø	0.987 cm <sup>2</sup>	0.8	0.89	
Esfuerzo de Rotura Nominal =		18.9 Ton/cm <sup>2</sup>		

## IV. DISCUSIÓN

### Discusión N° 1

#### **Objetivo general:**

Evaluar el comportamiento estructural para mejorar las propiedades de la losa postensada en el Proyecto Multifamiliar de Vivienda Montemar, surco, 2018.

En su investigación, Manturano (2017) sobre el uso de la losa postensada y su comportamiento estructural en el sótano del Hotel La Paz, en Lima; mediante su objetivo para evaluar el comportamiento estructural de losas postensadas, en base a sus resultados pudo concluir que, el postensado influye directamente el comportamiento estructural de las losas del hotel la paz, al encontrarse la disminución de las deflexiones elásticas y las deflexiones diferidas hasta un 80%, cuya conclusión coincide con el resultado de la presente investigación al utilizarse un modelo de elementos finitos donde las columnas y placas tienen condiciones de apoyo, considerándose las losas postensadas y placas como elementos tipo placa, lo que permitió una adecuada evaluación de su comportamiento estructural en sus consideraciones de diseño de proyectos multifamiliares, asimismo la coincidencia con la investigación de Quilumba (2015), quien analiza y diseña losa de hormigón armado con elementos postensados, demostrando que el empleo de la losa postensada redujo la carga sísmica como consecuencia de la mejora en su comportamiento estructural, el desempeño de la losa postensada es eficiente ante luces mayores de 7m.

### Discusión N° 2

#### **Objetivo 1:**

Evaluar el comportamiento estructural influye sobre la tracción a la compresión que tiene la losa postensada en el Proyecto Multifamiliar de Vivienda Montemar en Surco, 2018.

Teniendo como referencia la investigación de Manturano (2017), sobre uso de la losa postensada y su comportamiento estructural, realizó la evaluación de dicho comportamiento estructural

**Conclusión:** Que el postensado influye directamente el comportamiento estructural de las

losas del hotel la paz, ya que se encontró que tienden disminuir las deflexiones elásticas y las deflexiones diferidas hasta un 80%

. Más aún la similitud con Torres y Morales, se da que mediante la evaluación de los procesos constructivos respaldado con estándares y fichas técnicas se puede determinar la influencia en estos procesos del uso de la losa postensada por su durabilidad en su diseño.

Discusión N° 3

**Objetivo 2:**

Evaluar el comportamiento estructural influye sobre la resistencia a la compresión que tiene la losa postensada en el Proyecto Multifamiliar de Vivienda Montemar en surco, 2018.

Gatica, (2015), mediante su investigación tuvo como objetivo evaluar la reducción de los plazos de ejecución gracias a la utilización del hormigón con resistencias alta a poco tiempo de secado, llegando a la conclusión de determinar que la reducción de plazos de ejecución de la obra gruesa gracias a la utilización de hormigón con resistencias altas a poco tiempo de secado, permite descimbrados mucho más tempranos, asimismo la reducción de espesor, cantidad de armadura pasiva y, en general, el peso propio respecto del concreto armado, que permite el aumento de la longitud de las luces, con quien coincidimos respecto a la utilización de un hormigón con resistencia alta permite un rápido resultado en la losa, más aún encontramos similitud al determinar que la resistencia presentada en su diseño de la losa postensada tiene influencia en los procesos constructivos de los proyectos multifamiliares.

Discusión N° 4

**Objetivo 3:**

Evaluar el comportamiento estructural sobre el presfuerzo que tiene la losa postensada en el Proyecto Multifamiliar de Vivienda Montemar en surco, 2018.

Encontramos coincidencia con el objetivo de investigación de Sotomayor, (2016) que fue realizar un diseño estructural de un edificio de aulas laboratorio de concreto armado con el uso de vigas postensadas, en base a las pruebas de laboratorio realizadas concluyó que pudo obtener como resultado que para dimensionar los elementos del concreto armado y presforzado mostraron ser eficaces por la suficiente capacidad para resistir las solicitudes de gravedad y sísmicas; en tanto mediante la presente investigación se pudo obtener que el

presfuerzo resultante en las diferentes etapas de servicio cumple los valores admisibles recomendados por el ACI 318.

## V. CONCLUSIONES

Mediante las pruebas de laboratorio como instrumentos para medir las dimensiones de las variables de la presente investigación, se obtuvo los resultados que nos permitieron llegar a las siguientes conclusiones:

1. La evaluación del comportamiento estructural mejora las propiedades de la losa postensada en el Proyecto Multifamiliar de Vivienda Montemar.
2. Del cálculo y ensayo de laboratorio se ha verificado la capacidad de las secciones de diseño de losa postensada son mayores a las solicitaciones producidas por la combinación de cargas especificadas en el capítulo de resultados.
3. Los elementos postensados cumplen el comportamiento en el estado de resistencia.
4. En cuanto a los esfuerzos internos, se obtuvo que dichos esfuerzos resultantes en las distintas etapas de servicio cumplen los valores admisibles recomendados por el ACI 318 para secciones no agrietadas clase U (uncracked).
5. La deflexión máxima obtenida mediante la prueba de laboratorio para losa postensada es 11.10 mm, la cual cumple con ser menor a la deflexión máxima admisibles 12.81 mm.

## **VI. RECOMENDACIONES**

En base a los resultados obtenidos en la presente investigación, se recomienda lo siguiente:

1. Proponer un estudio del módulo de elasticidad del concreto en función de los materiales de la zona para las dosificaciones más comunes. Debido que el módulo de elasticidad del concreto es directamente proporcional al módulo de corte o módulo de poisson y su valor varía notablemente con la fórmula propuesta por el (ACI 318-08, 2008), obteniéndose un valor que no corresponde a la realidad.
2. Ampliar estudios adicionales con el fin de conocer una metodología acerca de las losas postensadas, en la obtención de sus momentos últimos, ya que en nuestro país muy poco se ha incursionado en el tema.
3. Generar la necesidad de investigar más sobre el factor de reducción de carga sísmica (R) para las estructuras de este tipo.

## REFERENCIAS

- Al Rawi, Y., Temsah, Y., Baalbaki, O., Jahami, A., & Darwich, M. (2020). Experimental investigation on the effect of impact loading on behavior of post-tensioned concrete slabs. *Journal of Building Engineering*. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2020.101207>
- Serna Pulgarin, C. A., & Stuart Contreras, L. F. (2017). Análisis económico de la mampostería postensada en seco versus actuales soluciones de vivienda de interés social en Colombia.
- Ordoñez Guevara, J. A. (2012). Proceso constructivo de viaducto elevado con vigas cajón postensadas en tramo curvo del proyecto tren eléctrico.
- Vargas Téllez, I L., Soza, R., Roberma, A., & Altamirano Jarquín, J. I. (2003). *Diseño del puente Nagarote con dos alternativa^vigas metálicas y vigas de concreto preforzado postensado* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Managua).
- Li, B., Lin, Y. Q., Zhang, H. L., & Ma, M. J. (2019). Fire Behavior of the Assembled Monolithic Hollow-Ribbed Slabs. *Advances in Civil Engineering*, 1–10. <https://doi.org/10.1155/2019/8921502>
- Ali Jahami, Jamal M Khatib, Yehya Timsah, & M. Sonebi. (2018). Numerical Study for the Effect of Carbon Fiber Reinforced Polymers (Cfrp) Sheets on Structural Behavior of Post Tensioned Slab Subjected to Impact Loading. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.23033.52323>
- Bazán Ludeña, Y. (2004). Fallas estructurales del puente Chacarume, Celendín; según la directiva n° 01· 2006-mtc/14, del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- Eduardo, A. M., & González Cuevas, Ó. M. (2012). Estudio experimental de conexiones columna-losa postensada aligerada. *Concreto y cemento*. Investigación y desarrollo, 3(2), 34-61.
- Rivera, N. Y. (2005). Levantamiento de acabados de piso y losas postensadas. */+ D Tecnológico*, 4(1), 7-16.
- Gonzales Coronel, D. E., & Matos Arana, F. (2015). Propuesta de mejora en los registros de calidad para el control del proceso constructivo con losas postensadas adheridas en edificaciones.

- Gilmore, A. t., Cuevas, Ó. M. G., & Méndez, E. A. (2009). Determinación de las características mecánicas de edificaciones sismoresistentes con losas postensadas.
- Manturano V. (2017). “Uso de la losa postensada y su comportamiento estructural en el sótano el hotel la Paz. Lima. Perú.
- Cornejo, A., Barbu, L. G., Escudero, C., Martínez, X., Oller, S., & Barbat, A. H. (2018). Methodology for the analysis of post-tensioned structures using a constitutive serial-parallel rule of mixtures. *Composite Structures*, 200, 480–497. <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2018.05.123>
- Lantsoght, E. O. L., van der Veen, C., Koekkoek, R., & Sliedrecht, H. (2019). Fatigue Testing of Transversely Prestressed Concrete Decks. *ACI Structural Journal*, 116(4), 143–153. <https://doi.org/10.14359/51715569>
- Fei Peng, & Weichen Xue. (2019). Calculating Method for Ultimate Tendon Stress in Internally Unbonded Prestressed Concrete Members. *ACI Structural Journal*, 116(5), 225–234. <https://doi.org/10.14359/51716842>
- Carvalho, A. L., Melo, G. S., & Gomes, R. B. (2016). Punching Shear in Post-Tensioned Flat Slabs with Shear Reinforcement: Codes and Tests. *ACI Structural Journal*, 113(2), 337–348. <https://doi.org/10.14359/51688197>
- Brito A. (2017). “Control y seguimiento de los procesos constructivos aplicados a la losa flotante y losa postensada en un edificio empresarial de oficinas, ubicada en la ciudad de Lima”. Perú.
- Sotomayor P. (2016). “Diseño estructural en un edificio de aulas laboratorio de concreto armado y evaluación económica del uso de vigas postensadas”. Lima Perú.
- Torres Y. (2015). “Aplicación del sistema postensado en losas de concreto armado en el proyecto: edificio corporativo GYM”. Lima. Perú.
- Gonzales D. y Matos F. (2015). Propuesta e mejora en los registros de calidad para el control del proceso constructivo con losas postensadas adheridas en edificaciones”. Lima. Perú.
- Barbachyn, S. M., Kurama, Y. C., McGinnis, M. J., & Sause, R. (2016). Coupled Shear Wall with Fully Post-Tensioned Beams and Unbonded Reinforcing Bars at Toes. *ACI Structural Journal*, 113(6), 1381–1392. <https://doi.org/10.14359/51689252>
- Gholamhoseini, A., Gilbert, R. I., & Bradford, M. (2018). Long-Term Behavior of Continuous Composite Concrete Slabs with Steel Decking. *ACI Structural Journal*, 115(2), 439–449. <https://doi.org/10.14359/51701133>

- Mazzolani, F. M., MacRae, G. A., & Clifton, G. C. (2018). *Behaviour of Steel Structures in Seismic Areas*. Zurich, Switzerland: Trans Tech Publications Ltd. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=1712969&lang=es&site=eds-live>
- Xu, G., & Li, A. (2020). Seismic performance and design approach of unbonded post-tensioned precast sandwich wall structures with friction devices. *Engineering Structures*, 204. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2019.110037>
- Yu Huang, & Kang, T. H.-K. (2018). Modeling of Sliding Behavior of Unbonded Tendons in Post-Tensioned Concrete Members. *ACI Structural Journal*, 115(4), 1153–1164. <https://doi.org/10.14359/51702066>
- Jongkwon Choi, Woods, C. R., Hrynyk, T. D., & Bayrak, O. (2017). Behavior of Curved Post-Tensioned Concrete Structures without Through-Thickness Reinforcement. *ACI Structural Journal*, 114(4), 983–994. <https://doi.org/10.14359/51689783>
- Vantyghem, G., De Corte, W., Shakour, E., & Amir, O. (2020). 3D printing of a post-tensioned concrete girder designed by topology optimization. *Automation in Construction*, 112. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103084>
- Kyungmin Kim, & Kang, T. H. K. (2019). Experiments on Continuous Unbonded Post-Tensioned Beams with 2400 MPa (350 ksi) Strands. *ACI Structural Journal*, 116(5), 125–136. <https://doi.org/10.14359/51716758>
- Micelli, F., & Cascardi, A. (2020). Structural assessment and seismic analysis of a 14th century masonry tower. *Engineering Failure Analysis*, 107. <https://doi.org/10.1016/j.engfailanal.2019.104198>
- Viviescas Jaimes, A., Herrera Rey, L., & Arenas Páez, S. (2017). Determinación de la capacidad resistente de puentes viga-losa en concreto postensado mediante pruebas de vibración ambiental: Caso de estudio Puente El Ramo ; Determination of resistant capacity of post-tensioned beam-slab concrete bridges using ambient vibration testing: A case study of El Ramo bridge. <https://doi.org/10.17981/ingecuc.13.1.2017.03>
- Kim, Y. J., Jae-Yoon Kang, Jong-Sup Park, Woo-Tai Jung, Yongcheng Ji, & Wei-Tze Chang. (2016). Multiscale Modeling of Concrete in Anchorage Region of Post-Tensioned NSM CFRP. *ACI Structural Journal*, 113(6), 1233–1242. <https://doi.org/10.14359/51689026>

- Bradford Mark, & Uy Brian. (2016). 59. A Push Test Study on the Behavior of Post-Tensioned Composite Steel-Concrete Slabs. In *Composite Construction in Steel and Concrete VII - Proceedings of the 2013 International Conference on Composite Construction in Steel and Concrete*, July 28-31, 2013, North Queensland, Australia. American Society of Civil Engineers (ASCE). Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsknv&AN=edsknv.kt010XWHK2&lang=es&site=eds-live>
- Argudo C. y Castillo F. (2015). “Evaluación estructural de nudos conformados por muros y losas TT de secciones constante y variable, para luces de 12, 14, 16, 18 metros”. Cuenca. Ecuador.
- Quilumba V. (2015). “Análisis y diseño de losa de hormigón armado con elementos postensados”. Ambato. Ecuador.
- Montaño L. (2016). “Diseño y aplicación de sistema de postensado de losas con tendones no adheridos en estructuras de uso habitacional y comercial”. Santiago. Chile.
- Torres A. y Morales F. (2016). “Sistemas constructivos hormigón pretensado y postensado”. Ambato. Ecuador.
- Gatica V. (2015). “Estudio comparativo entre losa tradicional de hormigón armado y losa postensada con adherencia”. Santiago. Chile.
- Barbachyn, S. M., Kurama, Y. C., McGinnis, M. J., & Sause, R. (2016). Testing and Behavior of a Coupled Shear Wall Structure with Partially Post-Tensioned Coupling Beams. *ACI Structural Journal*, 113(1), 111–124. <https://doi.org/10.14359/51687915>
- Nilson H. Arthur. (1990) “Diseño de estructuras de concreto Preesforzado”.
- Salinas. (2015) “Estructuras postensadas”, Perú.
- Sjöström, J., Lange, D., Jansson McNamee, R., & Boström, L. (2017). Anisotropic Curvature and Damage of Unbonded Post-tensioned Concrete Slabs During Fire Testing. *Fire Technology*, 53(3), 1333–1351. <https://doi.org/10.1007/s10694-016-0637-8>
- <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/11999>
- [http://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI\\_e4b63bf2403b157f4fa75125401a20b9](http://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI_e4b63bf2403b157f4fa75125401a20b9)
- [http://repositorio.unab.cl/xmlui/bitstream/handle/ria/1611/saltarini\\_aa.pdf?sequence=1&isAllo](http://repositorio.unab.cl/xmlui/bitstream/handle/ria/1611/saltarini_aa.pdf?sequence=1&isAllo)
- wed=y

Mihaylov, B. I., Jian Liu, Simionopoulos, K., Bentz, E. C., & Collins, M. P. (2019). Effect of Member Size and Tendon Layout on Shear Behavior of Post-Tensioned Beams. *ACI Structural Journal*, 116(4), 265–274. <https://doi.org/10.14359/51715633>

<http://civil.upb.edu/files/2010/11/SISTEMA-DE-POSTENSADO-DE-LOSAS.pdf> <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/11819>

<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2009/bmfcig261e/doc/bmfcig261e.pdf>

<https://es.scribd.com/doc/277269033/ANALISIS-Y-DISENO-DE-LOSAS-POSTENSADAS-IPN-TESIS-pdf>

<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/2858>

[http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/2519/1/tactato\\_%20bh.pdf](http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/2519/1/tactato_%20bh.pdf)

<http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/9616/Tesis.pdf?sequence=1>

<https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/4577/ANALISISDISENO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

## **ANEXOS**

## Anexo N° 01: Cuadro de Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	DEFINICIÓN DIMENSIONAL	INDICADORES	INSTRUMENTOS	METODOLOGÍA
Comportamiento estructural	“El comportamiento estructural está referido al análisis dinámico de estructuras referido al análisis de las pequeñas oscilaciones o vibraciones que puede sufrir una estructura alrededor de su posición de equilibrios. ( <a href="https://es.wikipedia.org/wiki/An%C3%Alisi_din%C3%A1mico">https://es.wikipedia.org/wiki/An%C3%Alisi_din%C3%A1mico</a> ).	El comportamiento, se evaluara con el análisis dinámico, teniendo como indicadores el análisis de las fuerzas, los desplazamientos, las deformaciones; que serán medidos con ensayos de laboratorio, hojas técnicas y recolección de datos.	Análisis dinámico	“El análisis dinámico de estructuras se refiere al análisis de las pequeñas oscilaciones o vibraciones que puede sufrir una estructura alrededor de su posición de equilibrio. Como resultado de una perturbación exterior un edificio o estructura resistente que bajo la acción de unas cargas estaba en reposo, experimenta oscilaciones que en primera aproximación”. (Reyes, 2015, p.34)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Análisis de las fuerzas</li> <li>- Desplazamientos</li> <li>- Deformaciones</li> </ul>	Ensayos de laboratorio: proctor, mecánico, tensión o tracción. Ficha de recopilación de datos.	Método: científico Enfoque: cualitativo Tipo: aplicada  Nivel: explicativo
			Análisis estático	“Para representar estáticamente la estructura completa se representan todas las fuerzas actuantes en el ‘diagrama de cuerpo libre’. Analiza tanto las fuerzas externas, acciones o reaccione, como la fuerza interna”. (Basset, 2012, p. 7)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tensión</li> <li>- Deformación</li> <li>- Distribución de cargas</li> </ul>	Ensayos de laboratorio: proctor, mecánico, tensión o tracción. Ficha de recopilación de datos.	
Losas postensadas	“Es el método de fortalecer el hormigón imponiéndolo a una presión e incrementar su resistencia a las tracciones. Colocando tácticamente cables de elevado resistencia, a la colocación de los cables serán puestos antemano de aplicarlos cargas, este método posibilita a obtener componentes esbeltos, lo cual permite solucionar las debilidades del hormigón en la fuerzas de tracciones producida por la carga neutralizándolos”. (Salinas 2015, p.15).	Las losas postensadas, serán evaluadas por su tracción, su resistencia y la productividad, con sus indicadores respectivos como la resistencia a la tracción, resistencia a la flexión, el ahorro de tiempo y optimización de los recursos humanos y materiales. Lo cual será medido con hoja técnica y ensayos de laboratorio respectivos.	Tracción	“En el cálculo de estructuras e ingeniería e denomina tracción al esfuerzo interno a que está sometido un cuerpo por la aplicación de dos fuerzas que actúan en sentido opuesto, y tienden a estirarlo. El concreto posee muy baja resistencia la tracción y por lo tanto esta propiedad no se tiene en cuenta en el diseño de estructuras normales.”. (Gallegos, 2014, p.69)	Resistencia a la tracción	Ensayos de laboratorio: tensión o tracción y resistencia a la compresión. Ficha de recopilación de datos.	Diseño: analítico experimental Instrumentos: - Ficha de recopilación de datos. - Ensayo de materiales. - Hojas técnicas
			Resistencia	“La resistencia a la flexión es un factor determinante de la calidad del concreto para pavimento, por el paso de vehículos y por la diferencia de temperatura un lado a otro de la losa. Para el diseño de pavimentos de concreto la resistencia a la flexión se expresa como módulo de rotura (MR) en Mpa”. (Masias, 2018, p. 34)	Resistencia a la flexión	Ensayos de laboratorio: tensión o tracción y resistencia a la compresión. Ficha de recopilación de datos.	
			Presfuerzo	“El presfuerzo significa la creación intencional de esfuerzos permanentes en una estructura, con el propósito de mejorar su comportamiento y resistencia bajo condiciones de servicio y de resistencia” (American Concrete Institute, 2013).	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Deflexiones</li> <li>- Grietas</li> <li>- Cimbras</li> </ul>	Ensayos de laboratorio. Ficha de recopilación de datos.	

*Fuente: Elaboración propia*

## Anexo N° 02: Matriz de consistencia

PROBLEMA GENERAL	OBEJTIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL
¿Cómo influye la aplicación de la evaluación del comportamiento estructural en las propiedades de losas postensadas en el Proyecto Multifamiliar de Vivienda Montemar, Surco, 2018?	Evaluar el comportamiento estructural para mejorar las propiedades la losa postensada en el Proyecto Multifamiliar de Vivienda Montemar en Surco, 2018.	La aplicación de la evaluación del comportamiento estructural mejora las propiedades de la losa postensada en el Proyecto Multifamiliar de Vivienda Montemar, surco, 2018.	<b>Comportamiento estructural</b>	“El comportamiento estructural está referido al análisis dinámico de estructuras referido al análisis de las pequeñas oscilaciones o vibraciones que puede sufrir una estructura al redor de su posición de equilibrio. ( <a href="https://es.wikipedia.org/wiki/An%C3%A1lisis_din%C3%A1mico">https://es.wikipedia.org/wiki/An%C3%A1lisis_din%C3%A1mico</a> )	El comportamiento estructural, se evaluara con el análisis dinámico, teniendo como indicadores el análisis de las fuerzas, los desplazamientos, las deformaciones, que serán medidos con ensayos de laboratorio, hojas técnicas y recolección de datos.
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	VARIABLE DEPENDIENTE		
<p>-¿Cómo influye la aplicación de la evaluación del comportamiento estructural sobre la tracción a la compresión que tiene la losa postensada en el Proyecto Multifamiliar de vivienda Montemar en Surco, 2018?</p> <p>- ¿Cómo influye la aplicación de la evaluación del comportamiento estructural sobre la resistencia a la compresión que tiene la losa postensada en el Proyecto Multifamiliar de Vivienda Montemar en Surco, 2018?</p> <p>- ¿Cómo influye la aplicación de la evaluación del comportamiento estructural sobre el presfuerzo que tiene la losa postensada en el proyecto Multifamiliar de Vivienda Montemar en Surco, 2018?</p>	<p>- Evaluar el comportamiento estructural en cuanto a su influencia sobre la tracción a la compresión que tiene la losa postensada en el Proyecto Multifamiliar de Vivienda Montemar en surco, 2018.</p> <p>- Evaluar el comportamiento estructural en cuanto a su influencia sobre la resistencia a la compresión que tiene la losa postensada en el Proyecto Multifamiliar de Vivienda Montemar en Surco, 2018.</p> <p>- Evaluar el comportamiento estructural en cuanto a su influencia sobre el presfuerzo que tiene la losa postensada en el Proyecto Multifamiliar de Vivienda Montemar en surco, 2018.</p>	<p>- La aplicación de la evaluación del comportamiento estructural influye sobre la tracción a la compresión que tiene la losa postensada en el proyecto Multifamiliar de vivienda Montemar en surco, 2018.</p> <p>- La aplicación de la evaluación del comportamiento estructural influye sobre la resistencia a la compresión que tiene la losa postensada en el Proyecto Multifamiliar de vivienda Montemar en Surco, 2018</p> <p>- La aplicación de la evaluación del comportamiento estructural influye sobre el presfuerzo que tiene la losa postensada en el Proyecto Multifamiliar de Vivienda Montemar en Surco, 2018.</p>	<b>Losas postensadas</b>	“Es el método de fortalecer el hormigón imponiéndolo a una presión e incrementar su resistencia a las tracciones. Colocando tácticamente cables de elevado resistencia, a la colocación de los cables serán puestos antemano de aplicarlos cargas, este método posibilita a obtener componentes esbeltos, lo cual permite solucionar las debilidades del hormigón en la fuerzas de tracciones producida por la carga neutralizándolos”. (Salinas 2015, p.15).	Las losas postensadas, serán evaluadas por su tracción, su resistencia y el presfuerzo, con sus indicadores respectivos como la resistencia a la tracción, resistencia a la flexión, deflexiones, grietas, cimbras. Lo cual será medido con hoja técnica y ensayos de laboratorio respectivos.

Fuente: Elaboración propia

DIMENSIONES VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN DE LAS DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS	METODOLOGÍA
Análisis dinámico	“El análisis dinámico de estructuras se refiere al análisis de las pequeñas oscilaciones o vibraciones que puede sufrir una estructura alrededor de su posición de equilibrio. Como resultado de una perturbación exterior un edificio o estructura resistente que bajo la acción de unas cargas estaba en reposo, experimenta oscilaciones que en primera aproximación pueden representarse como un movimiento armónico compuesto caracterizado por un sistema de ecuaciones lineal del tipo”. (Reyes, 2015, p.34)	Análisis de las fuerzas	Ensayos de laboratorio: Ficha de recopilación de datos.	Método: científico Enfoque: cuantitativo Tipo: aplicada Nivel: explicativo Diseño: analítico experimental
		Deformaciones	Ensayos de laboratorio: mecánicos. Ficha de recopilación de datos.	
		Deformaciones	Ensayos de laboratorio: tensión o tracción. Ficha de recopilación de datos.	
Análisis estático	“Para representar estáticamente la estructura completa o un fragmento de la misma se representan todas las fuerzas actúan en el ‘diagrama de cuerpo libre’ (de toda la estructura o del fragmento). Analiza tanto las fuerzas externas, acciones o reacciones, como la fuerza interna”. (Basset, 2012, p.7)	Tensión	Ensayos de laboratorio: tensión o tracción. Ficha de recopilación de datos.	
		Deformación	Ensayos de laboratorio: tensión o tracción. Ficha de recopilación de datos.	
		Distribución de cargas	Ensayos de laboratorio: maquinas eléctricas. Ficha de recopilación de datos.	
<b>DIMENSIONES VARIABLE DEPENDIENTE</b>	“El cálculo de estructuras e ingeniería se denomina tracción al esfuerzo interno a que está sometido un cuerpo por la aplicación de dos fuerzas que actúan en sentido opuesto, y tienden a estirarlo. El concreto posee muy baja resistencia a la tracción y por lo tanto esta propiedad no se tiene en cuenta en el diseño de estructuras normales.”. (Gallegos, 2005; San Bartolomé, 2014)	Resistencia a la tracción	Ensayos de laboratorio: tensión o tracción y resistencia a la compresión. Ficha de recopilación de datos.	
Tracción				
Resistencia	“La resistencia a la flexión es un factor determinante de la calidad del concreto para pavimentos, por el paso de vehículos y por la diferencia de temperatura un lado a otro de la losa. Para el diseño de pavimentos de concreto la resistencia a la flexión se expresa como módulo de Rotura (MR) en Mpa y es determinada mediante los métodos de ensayo NTP 339.078 (ASTM C78) cargada en los puntos tercios o NTP 339.079 (ASTM C293) cargada en el punto medio”. (Masias, 2018, p.34)	Resistencia a la flexión	Ensayos de laboratorio: tensión o tracción y resistencia a la compresión. Ficha de recopilación de datos.	
Presfuerzo	“El presfuerzo significa la creación intencional de esfuerzos permanentes en una estructura o conjunto de piezas, con el propósito de mejorar su comportamiento y resistencia bajo condiciones de servicio y de resistencia” (American Concrete Institute, 2013).	Deflexiones	Ensayos de laboratorio. Ficha de recopilación de datos.	
		Grietas	Ensayos de laboratorios. Ficha de recopilación de datos.	
		Cimbras	Ensayos de laboratorio: Ficha de recopilación de datos	

Fuente: Elaboración propia.

**Anexo No. 03. Ensayos realizados**



*Imagen No. 9: Elaboración de la losa postensada*



*Imagen No. 10: Vaciado de la losa Postensada.*



*Imagen No. 11: Sacando el slam y probetas de la losa.*



*Imagen No. 12: Cuñas para la tensada y colocación de cuñas al cable.*



*Imagen No. 13: Tensado de la losa postensada.*



*Imagen No. 14: Inyectado de los ductos de la losa.*

### **Resistencia a la compresión.**

Del hormigón son mediciones comunes que emplea el ingeniero para proyectar edificaciones y estructuras.

Estos métodos son medidos usando testigos de forma de cilindros de hormigón, lo cual son llevados para ensayar las compresiones, calculando desde las cargas de rotura y se calcula en Mega pascales (MPa). Los requisitos en estos ensayos podrían cambiar de 17 MPa en hormigón en residencias hasta 28 MPa y mayor de estructura comercial. Que van desde resistencias mayores hasta 17MPa a más.



*Imagen No. 15: Ensayo de Compresión de probetas.*



*Imagen No. 16: Llegando a la rotura de la probeta.*

### **¿De qué manera realizaremos pruebas de resistencias de hormigón?**

- Los moldes en la prueba deberán tener unas dimensiones de 6"X12" (15.cm x 30. cm) o 4"X8" (10cm x 20cm), en estos moldes deberán alcanzar su resistencia dependiendo del diseño o del concreto de los días en que se vacio para su respectiva compresión.
- Para alcanzar una mejor entono en las cargas los moldes serán cabeceados con morteros de azufre (ASTM c. 617).
- También se colocaran cojines de neopreno (ASTM. C, 1231) el azufre deben ser aplicado 2 horas antes del ensayo.
- Los cojines de neopreno son usados en la medición de la resistencia del hormigón entre 10 a 50 MPa. Y resistencias mayores hasta 84 MPa, permitiendo su uso cuando se hayan probado y calificado.
- Las peticiones de su dureza en el durómetro del neopreno varían desde 50 a 70, obedeciendo donde se ensaye los cojines cambiando si presentan deterioro.



*Imagen No. 17: Colocación de cojines de neopreno en las probetas.*

- No se puede aprobar que los cilindros sean sacados antes de las pruebas.
- Los diámetros de los cilindros en sitios de ángulos rectos por igual, la altura debe promediar y ser calculados el área en las secciones si 2 diámetros que mida es + de 2% no podría contar las pruebas del cilindro.
- Los moldes estarán centrados en las máquinas de los ensayos de compresión y verificar su rotura, las maquinas tendrán un rango de 0.15 a 0.30 MPa. En la última periodo de cargas, anotando los resultados.
- La resistencia del hormigón son calculados dividiéndolos las máximas crgas soportadas por los moldes y producirlos las fracturas entre las áreas promedio de las secciones, la capacidad del diámetro de los moldes debe estar en 1.75 y 1.00 sieno común sometiéndose a pruebas 2 moldes del mismo periodo y se reportara su resistencia, promedios de resultados de las pruebas más cercano a 0.1MPa.

## Ensayo de flexión ASTM C78

Este método de ensayo cubre la determinación del esfuerzo de flexión del concreto utilizando una viga simple con carga en los tercios medios.



*Imagen No. 18: Ensayo de deflexión de la losa postensada.*



*Imagen No. 19: Pistón de tracción para el ensayo de la losa postensada.*

### **Importancia y aplicación**

Este procedimiento de ensayo define la fuerza de la flexión de la muestra lista y curada como indica los procedimientos: ASTM C 42 (6.14-16), ASTM C 31 (3.2) o ASTM C 192 (3.1). Las conclusiones se computa y reporta del módulo de rotura ( $F_r$ ) los esfuerzos definen que podrían variarse cuando hay desigualdades en tamaños de muestras, las preparaciones, el estado de la humedad, el curado o cuando la viga fue vaciado o acortado su dimensión específico.

Las conclusiones en estos procedimientos de ensayos pueden ser usados para decidir la realización de definir el principio en la ejecución de la dosificación de mezclado y posición. Este ensayo se emplea para concreto en las edificaciones de losas y pavimentos.

### **Procedimiento**

Un espécimen de concreto, con forma prismática, sin irregularidades, que se ha mantenido húmedo hasta la falla y colocado de manera que la cara expuesta en el molde no esté en contacto con los dispositivos de carga, se centra con las cabezas de carga y los apoyos se verifica que las cabezas de carga estén aplicadas en los puntos tercios. Se lleva el espécimen de manera gradual hasta la falla, se registra la carga máxima y con ella y las dimensiones tomadas al espécimen fracturado se calcula el módulo de ruptura.

### **Ensayo de módulo elástico del concreto ASTM C469**

Este ensayo permite determinar el módulo de elasticidad (módulo de Young) y la razón de Poisson de cilindros moldeados en campo o en laboratorio, o de núcleos extraídos, cuando se aplica un esfuerzo de compresión longitudinal. El módulo de elasticidad es la pendiente de una recta trazada entre dos puntos específicos de la parte elástica de la curva esfuerzo-deformación unitaria del concreto.

### **Importancia aplicación**

El ensayo ofrece la capacidad del esfuerzo del hormigón y el entendimiento de la distorsión lateral y longitudinal de una muestra de hormigón resistente al tiempo y limitación del curado que se elijan. El módulo de elasticidad y la razón del poisson son trabajados, en la ordinaria de esfuerzos de trabajo (de 0 a 40% de la resistencia finalizada del hormigón) los beneficiosa emplearse para dimensionar el hormigón reforzado y no

reforzado determinando esfuerzos en las alteraciones del módulo de elasticidad conseguidos son menores que los módulos derivados, al empleo rápida de las cargas (cargas dinámica y sísmica) siendo mayor conseguidos por el modo lentamente de cargas o de durabilidad expandidas.



*Imagen No. 20: Ensayo del Modo de Elasticidad del concreto.*

### **Espécimen de ensayo**

Los especímenes de prueba son cilindros moldeados en laboratorio o en campo que cumplan con ASTM C192 (3.1) o ASTM C 31 (3.2), o también núcleos cilíndricos de concreto extraídos de estructuras según ASTM C 42 (6.14-6.16) siempre y cuando cumplan con el tamaño suficiente para realizar el ensayo y cuya relación longitud/diámetro sea mayor que 1.50. Se debe asegurar que el espécimen tenga las caras superior e inferior perpendiculares a la superficie longitudinal. Para ello se puede realizar coronamiento o pulido. Los especímenes estándar son cilindros de 150x300 mm o 100x200 mm.



*Imagen No. 21: Ensayo de modo de elasticidad verificando las deformaciones del concreto.*

## **Procedimiento**

Se realiza la medición de diámetro y longitud de un espécimen cilíndrico de concreto. Antes de realizar el ensayo, se deben fallar especímenes que permitan determinar la resistencia última. Se le coloca al espécimen de prueba el aparato de medición (compresómetro-extensómetro) y se ajustan los diales para tomar la deformación. Se coloca el espécimen en la máquina de ensayo y se carga inicialmente para comprobar su funcionamiento. Se carga una segunda vez y se toman las deformaciones (pueden tomarse continuamente para determinar la curva esfuerzo-deformación o únicamente tomar una lectura de carga a las 50 millonésimas de deformación y al llegar al 40% de la resistencia última para encontrar el módulo de elasticidad. Si se quiere determinar el módulo de Poisson, registrar las deformaciones transversales en los mismos puntos que se requiere para el módulo de

elasticidad. Con estos datos se calculan los módulos respectivos y si es requerido la curva esfuerzo-deformación.

### **Instalación de cables**

La colocación de cables se deben estar en su correspondiente ducto de slida inyección y anclajes, la colocación de cables son procedimiento que se hará cuidadosamente para tener un correcto comportamiento de los tensados y tener una elongación satisfactoria al aplicar fuerzas del tensado. El encofrado incluyendo los frisos del borde de la losa, deberán ser instaladas para poder hacer la instalación de los cables, estos componentes necesitaran estar bien posicionados correctamente en la losa.

Los cables no tendrán que tener ningún obstáculo en su instalación.

También es necesario que el acero convencional de la malla inferior de la losa se encuentre previamente instalado antes de iniciar con los trabajos de instalación del sistema de postensado.

Los procesos en los trabajos en la colocación de cables adheridos en losa serian:

- 1- Se realiza el trazado de las colocaciones de cables en el encofrado del fondo de la losa colocándolos en su posición a los planos.
  - Separación horizontal como máximo 30 cm. acertados cuando la transición, producto del desplazamiento sea suave y que el espaciamiento máximo del tendón (8 veces del espesor de la losa) no se exceda.
  - Asimismo deberán marcarse en el fondo de los encofrados los apoyos de soportes en las alturas que serán colocadas.
- 2- Señalar en los frisos de borde en la posición correspondiente, indicadas en los centros de gravedad del conjunto de torones e indicar las cantidades de anclajes puestos en cada tendón.
- 3- se harán huecos en los frisos para la colocación de pocket former y el anclaje asegurándolos y fijándolos con amarres, se usaran anclajes móviles por el cual se tensara y anclajes fijos que trabajan para poder anclar al cable, se usaran barras de soportes para los cable y su función será de dar la curvatura del tendón extendido los cables en la losa. Y por último se colocaran refuerzos en los anclajes para tener un mejor y seguro tensionamiento.

En los procesos de vaciados del hormigón en la losas se supervisaran antes y después del vaciado, con el propósito que los cables estén correctamente fijados en los trazos indicados verificando que los refuerzos colocados estén fijos en cada anclajes ya que lo darán rigidez resistencia al momento de tensar.

El tensado de los cables es de importancia porque será la conclusión lo cual dependerán de una buena elaboración en la instalación de los cables, claro que primero se verá la resistencia en que llego los testigos de las probetas lo cual será como mínimo el 80% de la resistencia. Para poder tener resultados favorable en el tensado en las elongaciones de los cables estimando previamente en las notas de cálculos del potensado.

Terminado el tensado de los cables se procederá a cubrir inyectándolo con mortero cemento, agua, y aditivo los ductos con los cables internamente

Colocados en su interior de los ductos corrugados porque se realizó con un sistema de cable postensado adheridos, la inyectada sirve para proteger a los cable de las corrosiones y así poder aumentar la vida del concreto en las losas de las edificaciones.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

Facultad de Ingeniería Civil  
Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas  
y Mitigación de Desastres  
Laboratorio de Estructuras



## ENSAYO DE FLEXIÓN DE LOSA POSTENSADA



Solicitante: Rodolfo Tandaypan Roman

JUNIO – 2019



Av. Túpac Amaru 1150, Rímac, Lima 25, Código Postal 15333 – Perú  
Teléfonos: (+51) 1 4820777 / Central Telefónica: (+51) 1 481 1070 Anexo 294  
Correo-e: [director@uni.edu.pe](mailto:director@uni.edu.pe) / URL: <http://www.cismid.uni.edu.pe>



## CONTENIDO

TABLA DE FIGURAS.....	3
TABLA DE TABLAS.....	4
1. ANTECEDENTES.....	5
2. OBJETIVO.....	5
3. ENSAYO DE FLEXIÓN ESTÁTICA.....	5
3.1. Espécimen.....	5
3.2. Setup del Ensayo.....	6
3.3. Equipo Utilizado.....	7
4. RESULTADOS DEL ENSAYO.....	9
4.1. Deflexiones antes del ensayo.....	9
4.2. Curva Fuerza – Deformación.....	10
4.3. Curva Fuerza – Ángulo de Giro.....	10
5. ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL ENSAYO.....	11
6. CONCLUSIONES.....	12
7. CONFIDENCIALIDAD.....	12
ANEXO.....	13





TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Losa postensada .....	5
Figura 2. Vista de la losa postensada .....	6
Figura 3. Vista de elementos para el izaje de la losa postensada.....	6
Figura 4. Disposición del sistema de medición (und: m).....	6
Figura 5. Vista en planta y elevación del mecano de carga y losa postensada.....	7
Figura 6. Celda de carga y transductor superior central (CH-00 y CH-01) .....	8
Figura 7. transductores inferiores (CH-02, CH-03 y CH-04).....	8
Figura 8. Transductores laterales cara Sur (CH-05 y CH-06).....	8
Figura 9. Transductores laterales cara Norte (CH-07 y CH-08) .....	8
Figura 10. Vista del programa para adquisición de datos.....	9
Figura 11. Bomba de control de la gata hidráulica .....	9
Figura 12. Curva Fuerza – Deformación .....	10
Figura 13. Curva Fuerza – Ángulo de Giro .....	10
Figura 14. Análisis de fuerza cortante y momento flector .....	11
Figura 15. Estado inicial del espécimen antes del ensayo .....	13
Figura 16. Vista de la deformación máxima del ensayo realizado .....	13
Figura 17. Estado final del espécimen después del espécimen.....	13
Figura 18. Vista del espécimen deformado en la zona de los apoyos .....	13
Figura 19. Vista de la flecha producida por la carga.....	13
Figura 20. Vista de la flecha producida por la carga.....	13
Figura 21. Vista del espesor de la grieta de 0.55mm que se formó en la parte media del espécimen.....	14
Figura 22. Vista de las grietas que se formaron durante la máxima deformación del espécimen.....	14
Figura 23. Vista de la cara inferior del espécimen.....	14
Figura 24. Vista después de descargado el espécimen de ensayo.....	14
Figura 25. Medición de la flecha después de realizado el ensayo .....	14





TABLA DE TABLAS

Tabla 1. Descripción del espécimen.....	5
Tabla 2. Sensores de adquisición de datos .....	8
Tabla 3. Flechas antes y después del ensayo .....	9





## ENSAYO MONOTÓNICO DE LOSA POSTENSADA

### 1. ANTECEDENTES

El 02 de mayo del 2019, Sr. Rodolfo Tandaypan Roman, estudiante de X Ciclo de Ingeniería Civil de la Universidad Cesar Vallejo, solicita mediante correo electrónico la realización de un ensayo de flexión de losa postensada, como parte de su proyecto de investigación para la obtención del título profesional. En respuesta a esta solicitud el Laboratorio de Estructuras de CISMID-FIC-UNI formuló la PROPUESTA N° 13-LE-CISMID/2019/JG-RR, la cual fue aceptada por el solicitante en fecha 15 de mayo del 2019.

### 2. OBJETIVO

El objetivo del presente ensayo consiste en determinar las propiedades mecánicas de Un (01) espécimen mediante un ensayo monotónico por medio de una gata estática que deformará el espécimen hasta deformaciones según la capacidad de los diales utilizados. (ver Figura 1)

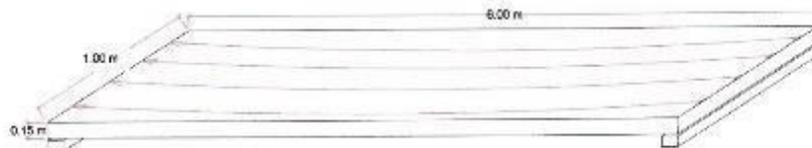


Figura 1. Losa postensada

### 3. ENSAYO DE FLEXIÓN ESTÁTICA

#### 3.1. Especimen

De acuerdo a lo solicitado, se propone la realización de Un (01) ensayo de flexión de losa postensada; la cantidad y características de la losa se detalla en la Tabla 1. (ver Figura 2 y Figura 3)

Tabla 1. Descripción del espécimen

ESPECIMEN	LUZ (m)	ANCHO (m)	ESPEJOR LOSA (cm)	CANTIDAD
ENSAYO DE FLEXIÓN LP-01	6.0	1.0	15	1





Figura 2 Vista de la losa postensada



Figura 3. Vista de elementos para el izaje de la losa postensada

### 3.2. Setup del Ensayo

Siguiendo las especificaciones ASTM-C78, se realiza Un (01) ensayo monotónico de flexión en losa postensada cargada en dos puntos del espécimen descrito en la Tabla 1. Durante el ensayo, se registrará el comportamiento del espécimen utilizando sensores de deformación ubicados según muestra la Figura 4. De los datos registrados durante el ensayo será posible determinar la curva de comportamiento del espécimen, pudiéndose determinar el tipo de falla originado en el espécimen, la deflexión máxima y su capacidad de carga admisible.

La condición de apoyo de la losa es simplemente apoyada sobre rodillos. La luz libre entre los apoyos simples de la losa postensada es de 5.70 m. y la aplicación de la carga se realiza mediante rodillos ubicados a los tercios de la luz libre tal como se ilustra en la Figura 4. La vista en planta y elevación del mecano de carga y la losa postensada se aprecia en la Figura 5.

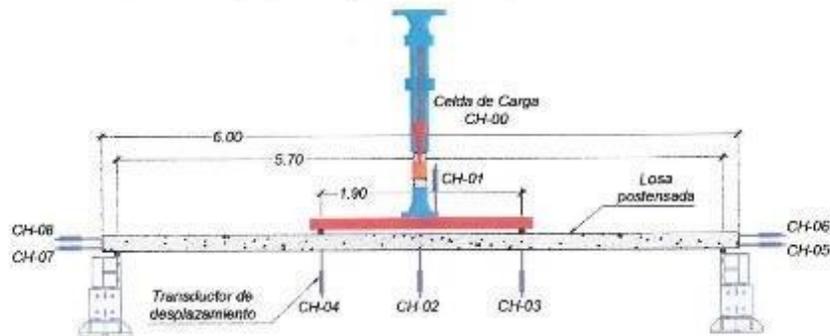


Figura 4. Disposición del sistema de medición (und: m)



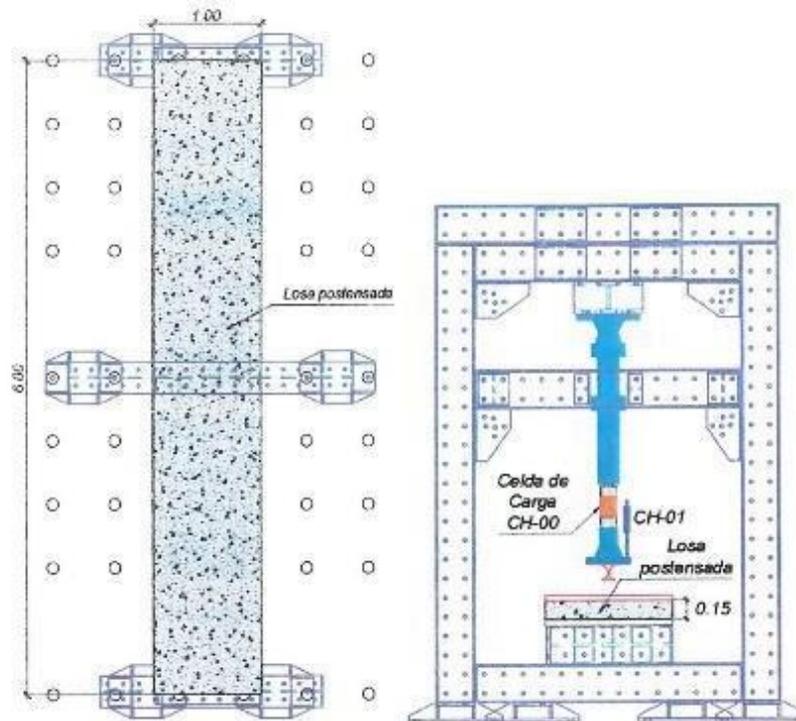


Figura 5. Vista en planta y elevación del mecano de carga y losa postensada

### 3.3. Equipo Utilizado

A continuación, se detalla los siguientes equipos que fueron necesarios para el desarrollo del ensayo:

- Gata hidráulica de 500 kN de capacidad.
- Transductores de desplazamiento LVDT de 200, 100 y 50 mm.
- Sistema de adquisición de datos: EDX-100A, es un equipo de registro de datos de alta velocidad, con capacidad de frecuencia de muestreo hasta 100 kHz.

Los canales asignados a cada sensor conectado al sistema de adquisición de datos, así como el rango de medición, se muestran en la Tabla 2.





Tabla 2. Sensores de adquisición de datos

CANAL	TIPO	RANGO
CH-00	Celda de Carga	500 kN
CH.01	LVDT	200 mm
CH-02	LVDT	200 mm
CH-03	LVDT	100 mm
CH-04	LVDT	100 mm
CH-05	LVDT	50 mm
CH-06	LVDT	50 mm
CH-07	LVDT	50 mm
CH-08	LVDT	50 mm

LVDT: Transductor de desplazamiento



Figura 6. Celda de carga y transductor superior central (CH-00 y CH-01)



Figura 7. transductores inferiores (CH-02, CH-03 y CH-04)



Figura 8. Transductores laterales cara Sur (CH-05 y CH-06)



Figura 9. Transductores laterales cara Norte (CH-07 y CH-08)





Figura 10. Vista del programa para adquisición de datos



Figura 11. Bomba de control de la gatea hidráulica

#### 4. RESULTADOS DEL ENSAYO

Durante el ensayo de flexión estática, se aplicó una carga monótonica a los tercios de la luz libre de la losa postensada tal como se describió en la sección 3.2, registrándose los desplazamientos verticales al centro de la luz, a los tercios de la luz y en las caras laterales de la losa con la finalidad de registrar el ángulo de giro en los apoyos de la losa postensada.

##### 4.1. Deflexiones antes del ensayo

Los apoyos simples de la losa postensada se ubican a 800 mm sobre el nivel de la losa de reacción del laboratorio. Posterior a la colocación de la losa sobre los rodillos de apoyo simple, se midió una distancia promedio del centro de la luz del fondo de la losa postensada hacia la losa de reacción de 803 mm.

Posterior al ensayo se midió la distancia promedio del centro de la luz del fondo de la losa postensada hacia la losa de reacción de 80.3 cm.

Tabla 3. Flechas antes y después del ensayo

TIEMPO	DISTANCIA PROMEDIO * (mm)	FLECHA (mm)
Antes del ensayo	803.0	-3.0
Al término del ensayo	729.5	73.5
A las 24 horas del ensayo	733.0	70.0

\* La distancia promedio es medida del fondo de la losa postensada al centro de la luz libre hacia la losa de reacción.





#### 4.2. Curva Fuerza – Deformación

De la Figura 12, la deformación máxima registrada durante el ensayo fue de 193.74 mm y la carga máxima registrada durante el ensayo fue de 7.83 tonf.

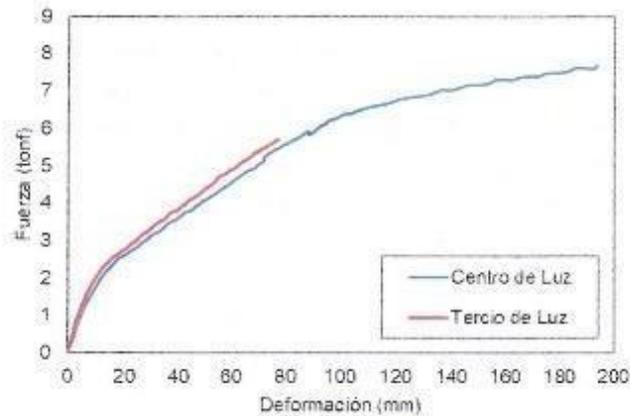


Figura 12. Curva Fuerza – Deformación

#### 4.3. Curva Fuerza – Ángulo de Giro

De la Figura 13, el giro máximo promedio registrado durante el ensayo fue de 0.81 rad.

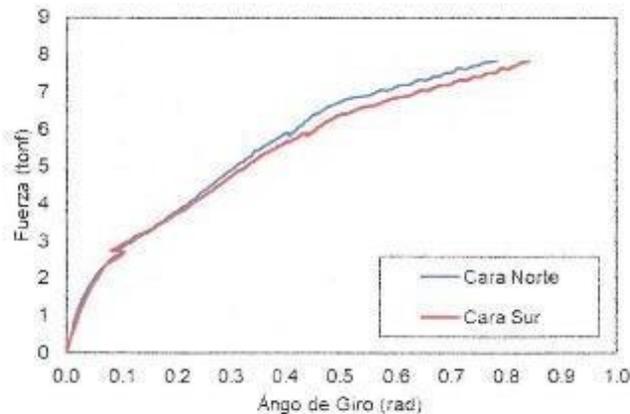


Figura 13. Curva Fuerza – Ángulo de Giro





## 5. ANÁLISIS DE RESULTADOS DEL ENSAYO

El análisis de la losa postensada bajo carga de flexión estática aplicado a los tercios de la luz se aprecia en la Figura 14.

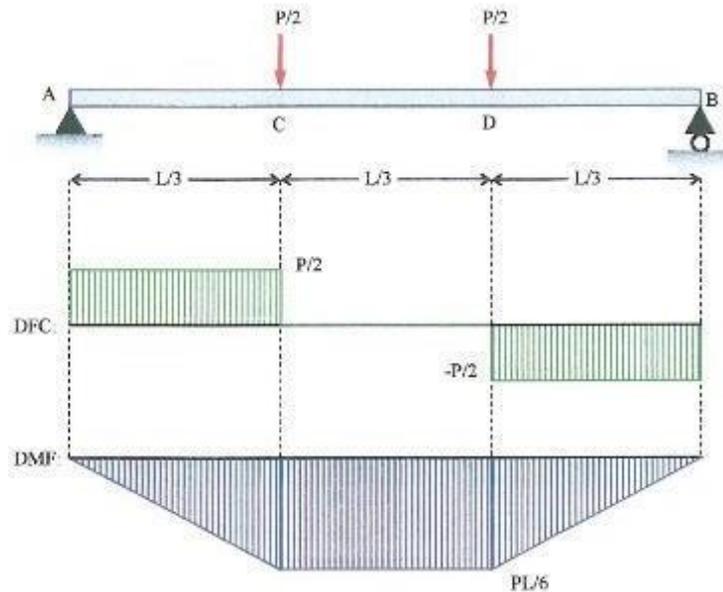


Figura 14. Análisis de fuerza cortante y momento flector

Tomando los resultados del ensayo:  $L = 5.7 \text{ m}$  y  $P = 7.83 \text{ tonf}$ .

La fuerza cortante debido al sistema de carga del ensayo está definido por la Ecuación (1).

$$V_{max} = \frac{P}{2} = 3.92 \text{ tonf} = 38.42 \text{ kN} \quad (1)$$

El momento flector debido al sistema de carga del ensayo está definido por la Ecuación (2).

$$M_{max} = \frac{PL}{6} = 7.44 \text{ tonf.m} = 72.99 \text{ kN.m} \quad (2)$$





Del ensayo de flexión estática de la losa postensada, el agrietamiento de la zona en tensión inicia en el tercio central de la losa postensada por lo que el Módulo de Ruptura ( $R$ ) queda definido por la Ecuación (3). Donde  $b$  es el ancho de la losa postensada ( $b = 1.00 \text{ m}$ ) y  $d$  el espesor promedio de la losa postensada ( $d = 0.15 \text{ m}$ ).

$$R = \frac{PL}{bd^2} = 1984.74 \frac{\text{tonf}}{\text{m}^2} = 19.46 \text{MPa} \quad (3)$$

## 6. CONCLUSIONES

- Debido a los rangos máximos de medición vertical, los transductores de desplazamiento ubicados a los tercios de la luz fueron interrumpidos debido a que el desplazamiento alcanzado sobrepasó el rango disponible.
- El registro de desplazamientos al centro de la luz alcanzó un valor cercano a 200 mm, correspondiente al rango máximo de medición de los transductores de desplazamiento usados durante el ensayo
- La deformación máxima registrada durante el ensayo fue de 193.74 mm.
- La carga máxima registrada durante el ensayo fue de 7.83 tonf.
- El giro máximo promedio registrado durante el ensayo fue de 0.81 rad.
- A las 24 horas del ensayo la losa postensada mostro una recuperación de la flecha de 3.5 mm, quedando una deformación permanente de 70.00 mm.
- El agrietamiento de la zona en tensión inicia en el tercio central de la losa postensada, alcanzando un espesor de grietas de 0.55 mm en la zona central de la luz de la losa postensada.

## 7. CONFIDENCIALIDAD

El presente informe es exclusivo y únicamente para uso académico del solicitante, quedando expresamente prohibida su uso parcial o total por terceros. Cualquier uso o reproducción parcial o total del informe deberá contar con la autorización expresa de CISMID.





ANEXO

PANEL FOTOGRÁFICO



Figura 15. Estado inicial del espécimen antes del ensayo



Figura 16. Vista de la deformación máxima del ensayo realizado



Figura 17. Estado final del espécimen después del ensayo



Figura 18. Vista del espécimen deformado en la zona de los apoyos



Figura 19. Vista de la flecha producida por la carga



Figura 20. Vista de la flecha producida por la carga





Figura 21. Vista del espesor de la grieta de 0.55mm que se formó en la parte media del espécimen



Figura 22. Vista de las grietas que se formaron durante la máxima deformación del espécimen.



Figura 23. Vista de la cara inferior del espécimen.



Figura 24. Vista después de descargado el espécimen de ensayo.



Figura 25. Medición de la flecha después de realizado el ensayo



**Resultados de medición**

Dirección de carga : Compresión

Escala : 30000 kgf

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kgf)	1º ascenso	2º ascenso	3º ascenso			
0	0	0	0	0	0	0,0	0,1
10	3000	3052	3046	3031	3057	-1,9	0,2
20	6000	5997	5977	6131	6035	-0,6	0,1
30	9000	8935	8911	9057	8968	0,4	0,1
40	12000	11908	11873	11990	11924	0,6	0,1
50	15000	14873	14841	15013	14909	0,6	0,1
60	18000	17888	17851	17849	17895	0,6	0,1
70	21000	20876	20834	20929	20880	0,6	0,1
80	24000	23864	23827	23900	23864	0,6	0,1
90	27000	26873	26822	26899	26865	0,5	0,1
100	30000	29813	29856	29999	29913	0,3	0,1

Dirección de carga : Compresión

Escala : 150000 kgf

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kgf)	1º ascenso	2º ascenso	3º ascenso			
0	0	0	0	0	0	0,0	0,1
7	10000	9964	9976	9970	9970	0,3	0,2
13	20000	19907	19909	19906	19907	0,5	0,1
20	30000	29832	29856	29888	29859	0,5	0,1
27	40000	39888	39879	39865	39867	0,3	0,1
33	50000	50032	50050	50064	50049	-0,1	0,1
40	60000	60000	60001	60001	60001	0,0	0,1
47	70000	69967	69976	69995	69986	0,0	0,1
53	80000	79972	79985	79978	79976	0,0	0,1
60	90000	89982	89997	89984	89986	0,0	0,1
67	100000	99917	99990	99981	99956	0,0	0,1

**Incertidumbre**

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

**Nota**

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





**INFORME**

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
 A : RODOLFO TANDAYPAN ROMAN  
 Obra : ENSAYO DE TESIS DE LOSA POSTENSADA  
 "EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE LOSA POSTENSADA EN EL  
 PROYECTO MULTIFAMILIAR DE VIVIENDA MONTEMAR SURCO 2019"  
 Ubicación : HUACHIPA  
 Asunto : Ensayo de Modulo Elastico del Concreto  
 Expediente N° : 19-2244  
 Recibo N° : 66108  
 Fecha de emisión : 07/06/2019

1. DE LA MUESTRA : Consistente en 03 probetas cilíndricas de concreto de 15 x 30 cm, con una resistencia promedio de 330 kg/cm<sup>2</sup>.
2. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo universal TINIUS OLSEN  
 Certificado de Calibración CMC-081-2017
3. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia ASTM C-469
4. RESULTADOS : Fecha de ensayo : 07/06/2019

IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS	FECHA DE OBTENCION	DIAMETRO (cm)	ALTURA (cm)	MASA (g)	CARGA MAXIMA (kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESION (kg/cm2)
P1	07/05/2019	14,92	30,15	13399	55556	318
P2	07/05/2019	14,84	30,25	13400	57748	334
P3	07/05/2019	14,93	30,15	13398	58900	336
					PROMEDIO	330

Carga (kg/cm <sup>2</sup> )	Deformación Unitaria (mm/mm)
3.30	0.00009
6.60	0.00018
9.90	0.00027
13.20	0.00036
16.50	0.00045
19.80	0.00054
23.10	0.00063
26.40	0.00072
29.70	0.00081
33.00	0.00090
36.30	0.00099
39.60	0.00108
42.90	0.00117
46.20	0.00126
49.50	0.00135
52.80	0.00144
56.10	0.00153
59.40	0.00162
62.70	0.00171
66.00	0.00180
69.30	0.00189
72.60	0.00198
75.90	0.00207
79.20	0.00216
82.50	0.00225
85.80	0.00234
89.10	0.00243
92.40	0.00252
95.70	0.00261
99.00	0.00270
102.30	0.00279
105.60	0.00288
108.90	0.00297
112.20	0.00306
115.50	0.00315
118.80	0.00324
122.10	0.00333
125.40	0.00342
128.70	0.00351
132.00	0.00360
135.30	0.00369
138.60	0.00378
141.90	0.00387
145.20	0.00396
148.50	0.00405
151.80	0.00414
155.10	0.00423
158.40	0.00432
161.70	0.00441
165.00	0.00450
168.30	0.00459
171.60	0.00468
174.90	0.00477
178.20	0.00486
181.50	0.00495
184.80	0.00504
188.10	0.00513
191.40	0.00522
194.70	0.00531
198.00	0.00540
201.30	0.00549
204.60	0.00558
207.90	0.00567
211.20	0.00576
214.50	0.00585
217.80	0.00594
221.10	0.00603
224.40	0.00612
227.70	0.00621
231.00	0.00630
234.30	0.00639
237.60	0.00648
240.90	0.00657
244.20	0.00666
247.50	0.00675
250.80	0.00684
254.10	0.00693
257.40	0.00702
260.70	0.00711
264.00	0.00720
267.30	0.00729
270.60	0.00738
273.90	0.00747
277.20	0.00756
280.50	0.00765
283.80	0.00774
287.10	0.00783
290.40	0.00792
293.70	0.00801
297.00	0.00810
300.30	0.00819
303.60	0.00828
306.90	0.00837
310.20	0.00846
313.50	0.00855
316.80	0.00864
320.10	0.00873
323.40	0.00882
326.70	0.00891
330.00	0.00900
333.30	0.00909
336.60	0.00918
339.90	0.00927
343.20	0.00936
346.50	0.00945
349.80	0.00954
353.10	0.00963
356.40	0.00972
359.70	0.00981
363.00	0.00990
366.30	0.00999
369.60	0.01008
372.90	0.01017
376.20	0.01026
379.50	0.01035
382.80	0.01044
386.10	0.01053
389.40	0.01062
392.70	0.01071
396.00	0.01080
399.30	0.01089
402.60	0.01098
405.90	0.01107
409.20	0.01116
412.50	0.01125
415.80	0.01134
419.10	0.01143
422.40	0.01152
425.70	0.01161
429.00	0.01170
432.30	0.01179
435.60	0.01188
438.90	0.01197
442.20	0.01206
445.50	0.01215
448.80	0.01224
452.10	0.01233
455.40	0.01242
458.70	0.01251
462.00	0.01260
465.30	0.01269
468.60	0.01278
471.90	0.01287
475.20	0.01296
478.50	0.01305
481.80	0.01314
485.10	0.01323
488.40	0.01332
491.70	0.01341
495.00	0.01350
498.30	0.01359
501.60	0.01368
504.90	0.01377
508.20	0.01386
511.50	0.01395
514.80	0.01404
518.10	0.01413
521.40	0.01422
524.70	0.01431
528.00	0.01440
531.30	0.01449
534.60	0.01458
537.90	0.01467
541.20	0.01476
544.50	0.01485
547.80	0.01494
551.10	0.01503
554.40	0.01512
557.70	0.01521
561.00	0.01530
564.30	0.01539
567.60	0.01548
570.90	0.01557
574.20	0.01566
577.50	0.01575
580.80	0.01584
584.10	0.01593
587.40	0.01602
590.70	0.01611
594.00	0.01620
597.30	0.01629
600.60	0.01638
603.90	0.01647
607.20	0.01656
610.50	0.01665
613.80	0.01674
617.10	0.01683
620.40	0.01692
623.70	0.01701
627.00	0.01710
630.30	0.01719
633.60	0.01728
636.90	0.01737
640.20	0.01746
643.50	0.01755
646.80	0.01764
650.10	0.01773
653.40	0.01782
656.70	0.01791
660.00	0.01800
663.30	0.01809
666.60	0.01818
669.90	0.01827
673.20	0.01836
676.50	0.01845
679.80	0.01854
683.10	0.01863
686.40	0.01872
689.70	0.01881
693.00	0.01890
696.30	0.01899
699.60	0.01908
702.90	0.01917
706.20	0.01926
709.50	0.01935
712.80	0.01944
716.10	0.01953
719.40	0.01962
722.70	0.01971
726.00	0.01980
729.30	0.01989
732.60	0.01998
735.90	0.02007
739.20	0.02016
742.50	0.02025
745.80	0.02034
749.10	0.02043
752.40	0.02052
755.70	0.02061
759.00	0.02070
762.30	0.02079
765.60	0.02088
768.90	0.02097
772.20	0.02106
775.50	0.02115
778.80	0.02124
782.10	0.02133
785.40	0.02142
788.70	0.02151
792.00	0.02160
795.30	0.02169
798.60	0.02178
801.90	0.02187
805.20	0.02196
808.50	0.02205
811.80	0.02214
815.10	0.02223
818.40	0.02232
821.70	0.02241
825.00	0.02250
828.30	0.02259
831.60	0.02268
834.90	0.02277
838.20	0.02286
841.50	0.02295
844.80	0.02304
848.10	0.02313
851.40	0.02322
854.70	0.02331
858.00	0.02340
861.30	0.02349
864.60	0.02358
867.90	0.02367
871.20	0.02376
874.50	0.02385
877.80	0.02394
881.10	0.02403
884.40	0.02412
887.70	0.02421
891.00	0.02430
894.30	0.02439
897.60	0.02448
900.90	0.02457
904.20	0.02466
907.50	0.02475
910.80	0.02484
914.10	0.02493
917.40	0.02502
920.70	0.02511
924.00	0.02520
927.30	0.02529
930.60	0.02538
933.90	0.02547
937.20	0.02556
940.50	0.02565
943.80	0.02574
947.10	0.02583
950.40	0.02592
953.70	0.02601
957.00	0.02610
960.30	0.02619
963.60	0.02628
966.90	0.02637
970.20	0.02646
973.50	0.02655
976.80	0.02664
980.10	0.02673
983.40	0.02682
986.70	0.02691
990.00	0.02700
993.30	0.02709
996.60	0.02718
999.90	0.02727



Módulo Elástico Teórico (kg/cm<sup>2</sup>) : 270444

Módulo Elástico Estático Teórico (kg/cm<sup>2</sup>) : 270444

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  
 Técnico: Sr. A.A.G.

L.R.

NOTAS

- 1) FENIA prohibe reproducir o mostrar el informe de ensayo, con o sin modificaciones, en las instalaciones del laboratorio.  
 2) Los resultados de los ensayos solo corresponden a las muestras proporcionadas por el solicitante.



MSc. Ing. Isabel Morán Nakala  
 Jefe (e) del laboratorio



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



## CONTROL DE MEZCLAS DE CONCRETO

Fecha	7/05/2019	Código Mezcla	UD-018-019
Diseño	1280N57A	Hora Vaciado	11:00
Relación a/c	0.456	Técnico	J. Vilca
Relación AF : AG	55 - 45	Volumen de Prueba (m3)	0.09
Tipo de Concreto	f <sub>c</sub> = 350 kg/cm <sup>2</sup>		

### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS MATERIALES Y DE LA MEZCLA DE PRUEBA

M.F. Arena	2.90	Vol. Agregados	0.82
M.F. Piedra # 67	6.61	Arena	55 %
		Piedra # 67	45 %
			100

MATERIALES	PROCEDENCIA	P. ESP kg/m <sup>3</sup>	HUM. %	ABS. %	PESO SECO kg/m <sup>3</sup>	VOL.	PESO S.S.S. kg/m <sup>3</sup>	CORRECCIÓN POR HUMEDAD	TANDA DE PRUEBA	
									DOSIFICACION	UNIDAD
Cemento	Cementos Lima	3130			472	0.15080	472	472.0	42.48	kg
Agua	Potable	1000			215.00	0.21500	249	222.39	20.02	L
Arena	Cantera Gloria	2710	2.300	2.1	922.92	0.34056	923	944.15	84.97	kg
Piedra # 67	Cantera Gloria	2960	0.680	1.8	824.78	0.27964	825	830.38	74.73	kg
Aire					1.50%	0.0150				
<b>TOTAL</b>						1.0000		2469	2469.9	

### ENSAYOS DE CONTROL

Datos para P.U.

Tara	3.39 kg	TEMP. (°C)	SLUMP	CONTENIDO DE	P.U. Teórico	P.U. Real	RENDIMIENTO
Volumen	0.01 m <sup>3</sup>	Amb. Concr.	(pulg)	AIRE (%)	(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>3</sup> )	
Tara + concreto	21 kg	25.4	5	0.9	2469	2490	0.991

Obra : Losa Pos Tensada

Tesis : "Evaluación del comportamiento estructural de losas pos tensadas en el proyecto multifamiliar de vivienda "Montemar 2019"

Nombre : Rodolfo Tandaypán Roman

  
 TÉCNICO RESPONSABLE  
 J. Vilca

  
 HÉCTOR VARELY YACTAYO BELLEZA  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg CIP N° 195805  
 ING. SUPERVISOR DE DISEÑO



**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



Accreditation Board for Engineering and Technology



**INFORME**

Del : Laboratorio N°1 Ensayo de Materiales  
 A : RODOLFO TANDAYPAN ROMAN  
 Obra : ENSAYO DE TESIS  
 Ubicación : HUACHIPA - CHOSICA - LIMA  
 Asunto : Ensayo de Resistencia a la Compresión  
 Expediente N° : 19-1911  
 Recibo N° : 65748  
 Fecha de emisión : 15/05/2019

1. DE LA MUESTRA : Consistente en 3 probetas cilíndricas de concreto.  
 2. DEL EQUIPO : Máquina de ensayo uniaxial ELE INTERNATIONAL  
 Certificado de Calibración CMC-104-2018.  
 3. MÉTODO DEL ENSAYO : Norma de referencia NTP 339.034:2015.  
 Procedimiento interno AT-PR-12.  
 4. RESULTADOS :

N°	IDENTIFICACIÓN DE MUESTRAS	FECHA DE OBTENCIÓN	FECHA DE ENSAYO	ÁREA (cm²)	CARGA MÁXIMA (Kg)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Kg/cm²)	TIPO DE FRACTURA
1	LOSA - POSTENSADA	07/05/2019	15/05/2019	172.3	51,092	297	Tipo 3
2	LOSA - POSTENSADA	07/05/2019	15/05/2019	174.5	51,398	295	Tipo 2
3	LOSA - POSTENSADA	07/05/2019	15/05/2019	174.8	51,820	295	Tipo 2

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. D. A. V.  
 K.H.A



*[Signature]*

Ms. Ing. Ana Torre Camillo  
 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.lcm.uni.edu.pe



lcm@uni.edu.pe



Laboratorio de Ensayo  
 de Materiales - UNI



## **Anexo No. 04. Calibración de instrumentos**

CertNcale PE13/175222

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL  
LABORATORIO N°1  
DE ENSAYO DE MATERIALES

"ING. MANUEL GOZVALES DE FACOTERA"

Av. T@ac Waiu 210 -



## ISO 9001:2015

^Ensayos de Mal6nale6deCot tnj gig 40 AgregadOs. G0ncrel;o,  
lb¥llilafia, AseroyCements, deedeIB 50B0ittldMO g F¥td0  
hasta la crnigiãn de los Infowies de Emayo de m•estras  
l»osercio«a4 s par toe cliches eztemos"

°Bulldittgm srlal's Seets hi Aggrepdes, Concn¥s prior, nry  
wn¥u, Wood, Seel and Cement from the servlet request to the

Tfiocer icate e validfrom JmeN, 2018 unC July 23. ZiIB  
. - : Fat ng e'ce/tlic audt onApril 12, 2018  
arid Pzméir6 void siibject o satbfact¥y ar're4Me audib.  
Re or@lbn audit dry before Apñl 13. 2019  
bsue 3. Cartifad sirce hurt, 2013



0005

Rosemore 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 0118

P@e1&1



## CRRTIFICADODECALIBRACFORN • LI 312 - 2018

Peoña de emisién : 2018-12-15

Expedlenle : 7S0d4

Página 1 de 3

1. oTN arrte UNTVER\*2TDAD MACIOFIAL DE INGEFIIERIA - FACULTAD DE II' GETJIER1A CIVIL

Los resultadoa del certII1cado son vâidcs solo para ef objeto caldrado y se refieren at momento y condiriones er Que se realizaron las medicionees y no deben uti£zarse como certificado de anformi6sd con norraas de producto.

2. Dirección Av. Tñpar Amaru N° 210, Rimac - Uma - Uma

3. Instrumento PPE DE REY

- ¥4arca/Fabricante : No indlca
- Modelo : No indica
- Numero do eeña • My indi0a
- Procedencia No indica
- Codigo de idenfifcecldn VERN-1 ( " )
- A¥cenoee de ind •acion 0 mm a 300 m
- Dlvti6n minima 0,05 mm
- Tlpo de Ind/sacl6n Anal6gicc
- Codigo dv fabfica No iWica
- Ublcidn No indica

Se recomienda at usarlo recalibrar el instruments a intervalos adecuados, los cuales deben ser eTegidos con base en les caracteTgtips dol tmhajo reelizado,el manten:'miento, cui seivadon y el ti<mpo de Neo del instruments.

4. Lugar de ca[ibrac n Laboratorio de Longitud y Angulo de METROIL S.A.C.

METROIL S.A.C. ne se responsadiliza de los perjuicios que pueda ocasionar eT lust inede\*adn de este irs1rumento o egt/ipn rlnspiés de su ca8bra idn. ni de una incorrecta interprelaoi6n de los resuhados de la caibraci6n aqui declaradcs.

5. Pecha de caibracién : 2018-12-10

6. Ifléado de caEbracl6n

La calibraci6n se eJectuó pot comparacion directcs, segun el PC-012 Edici6n £ "Prooedimiento de natibraci6n de Pie de Pcy" dv INDCCdPI-SNM.

-ate certifiacio de calbraci6n es eazable a patrones nacionales o internacionales. los cuales rea£zan las unirtF¥4es rle acuerdo con el Sistem a International de Unidades tsI).

7. Trazabilidad

Esle oerlf5cado de callbracJ6n no psdrâ ser reproducido psmialmente, excepto con autorizaci6n jxevia pur +s itc deHETROILSDC.

Código	Instrumento patrón	Certificado de calibración
IL-068	Hloque gatron de longitud	LLA-GB- JJ18 / INACAL-?N
	ologue patrón de , , Grado 0	UA-291-2016 / INACAL-DId
IL-J78	varia patrón Incertidumbre de 0,7 µm	LLA-090-201B / INACAL-Dkd
IL-020	Mi memo de exteriD/g Incertidumdre de 1 µm	L-034-20*7 / INA L-DM
IT-446	Termometro de contacto Incertidumbre de 0,07 °C	T-1972-2018 7 METROIL S.A.C.

El ceftificado de calibrac no es vâido 6in la firms del responsable Vice de METñOIL S A C.

8. Condiciones ae calf0raci6n

Temperatura ambiente Inicial : 19,6 °C Final : 20,1 °C  
Humedad relative Inicial : SB % H.R. Final : 58 % H.R.

YANINA RIOS CHAVEZ  
Jefe de l LaLoratz+ré de L ongitud y Angle



Valor patrón (mm)	Error (µm)
20,000	0

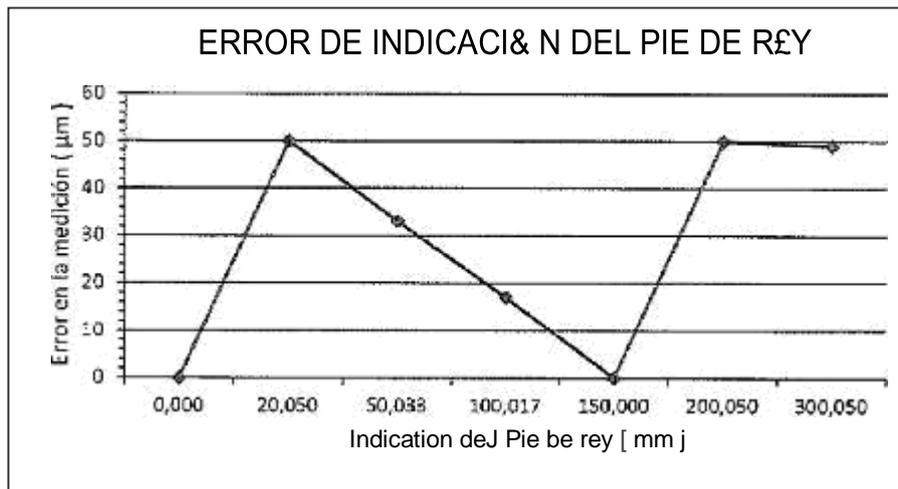
incerti0umbre de la medicJ6n  $( 50,484^2 + 0,004^2 * L^2 )^{1/2} \mu\text{m}$

L . Indicación del pie de rey en milirr •troe ( mm )

Hota J: Error de indlcsci6n del pie de rey para med.ki' n be interiores = Error de indlién de exteriores \* E

Nota 2: Enor de ind ci6in de Jpie de rey para med n de profundéad = Error de ldicacibn de extoriores + Error de mbio de Eln de exteriores q pF6t'ndidgg.

Nota 8: El Ins1rurrardo tieue un error máxirro qermisible de\* TO pm, segdn norma DIN 80Z.



JO. Observaciones

S'e colocó en eT inrdrt/menté Ann etiquetn autoadhefiva con la indicaci6n "UALIBRADO", can identificaci6n N° A-13803.

•La inuertfdumbre de lo n«=diaci6n ho siz4n lculcdn son un factor de oodertura k•2, para un nivel de con&ianza

"J Indicado en una ellqueta adherida al instruments

FIN ESL DOCUMENTO

# ELDA EIRL

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CMC-104-2018

Peticionario : mineral nacional de Ingeteria

Atención : LEM - FIC - Universidad Nacional de Ingeniería

Lugar de calibración : Laboratorio N° 1 de Ensayo de Materiales "Ing. Manuel Zalca de la Cotera"  
FIC - ANT. Iv. Topografía N° 21G Rímac - LTme.

Tipos de equipo : Holográfico Axial B / Hidráulico

Capacidad del equipo : 1.112 kN (250.000 lbf. ó 113 TN)

Intervalo de calibración : 5.1 kN

Marca : EU - INTERNACIONAL

Modelo : S-065a/08

N° de serie del equipo : 19913 Código UNI : PHEC-4

Lector digital : PDR TOUCH ELE-INTERWTOHAI-

N° de serie lector digital : 188T-1-00002

Procedencia : USA

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

Temperatura (°C) y H.R. (%) inicial : 20,6°C / 65%

Temperatura (°C) y H.R. (%) final : 20,6°C / 65%

Patrón de referencia : Tracer Technology, patrón certificado Mozhousa, N° de serie C-828d, clase A, certificado de acuerdo a la norma ASTM E74-3a, certificado de calibración

Mecc de calibración : Z01&0g-28

Este certificado de calibración solo puede ser modificado por el laboratorio.

Las modificaciones y extractos del certificado requieren autorización de CELDA EIRL.

El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2018-10-01	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 76

# ELDA EIRL

Resultados de medici•?r

Indicación de fuerza de la máquina de ensayo		Indicación de fuerza en la celda patrón			Promedio	Error	Incertidumbre K=2
(%)	(kN)	1° ascenso	2° ascenso	3° ascenso			
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	400,0	399,5	398,3	399,8	399,8	0,4	0,1
18	800,0	799,2	798,6	799,6	799,3	0,3	0,1
27	1200,0	1198,9	1198,1	1198,8	1199,0	0,3	0,1
36	1600,0	1599,1	1598,7	1599,2	1599,0	0,3	0,1
45	2000,0	1999,1	1998,9	1999,8	1999,3	0,1	0,1
54	2400,0	2399,1	2398,8	2398,7	2398,8	0,2	0,1
53	2800,0	2799,2	2798,7	2798,6	2798,6	0,2	0,1
72	3200,0	3198,4	3198,2	3198,5	3198,4	0,2	0,1
81	3600,0	3598,8	3598,8	3598,0	3598,5	0,1	0,1

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

## Notas

El usuario está obligado a tener el equipo calibrado en intervalos apropiados de tiempo de acuerdo al

El equipo se encuentra calibrado y cumple con los requisitos de la norma ASTM C-39.







9. Resultados

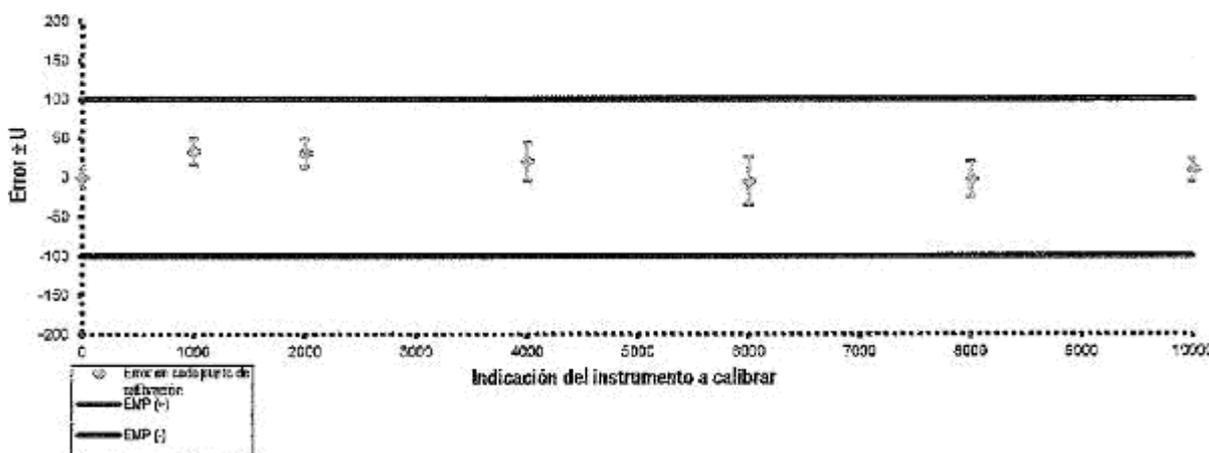
LTADO9 BE CALTBACTOfd

Indicación del instrumento a calibrar (psi)	Indicación del Patrón		Error de indicación		Error de histéresis (psi)	Incertidumbre (psi)
	Ascenso (psi)	Descenso (psi)	Ascenso (psi)	Descenso (psi)		
0			-2	-1	0	1
10d0	968	9g3	0	fi7	15	1N
2IQO	1970	1gg2	30	4B	48	4R
4000	3981	394-8	.19	52	33	24
SOQO	6006	SW	•6	4D	46	¿1
B80d	8g0'i	7973	•3	27	30	W
400G0	9B92	8g02	8	8	0	15

Tabla de resultados convertidos a unidades del Sistema Internacional ( bar )

Indicación del instrumento a calibrar (bar)	Indicación del Patrón		Error de indicación		Error de histéresis (bar)	Incertidumbre (bar)
	Ascenso (bar)	Descenso (bar)	Ascenso (bar)	Descenso (bar)		
0	0,1	0,1	-0,1	-0,1	0,0	1,0
69	66,7	65,7	2,3	3,3	1,0	1,2
138	135,8	134,6	2,2	3,4	1,2	1,2
276	274,5	272,2	1,5	3,8	2,3	1,7
474	414,1	410,9	-0,1	3,1	3,2	2,1
552	561,8	549,7	0,2	2,3	2,1	1,6
689	668,5	688,9	0,1	0,1	0,0	1,0

GRÁFICO DE INDICACIÓN VS ERROR ASCENSO ( psi )



10. Observaciones

- Los resultados presentados corresponden a la clase de exactitud 1 f 100 (psi, bar)
- Se otorga una etiqueta autoadhesiva con la indicación "GRABADO" en el instrumento a @ A\*1/25.
- La incertidumbre de medida en cada punto de calibración es la incertidumbre de medida de la muestra multiplicada por el factor de cobertura k=2 de modo que la probabilidad de cobertura corresponde aproximadamente a un nivel de confianza del 95%
- Para mayor información de la actividad de calibración, consulte el sistema Legal de Unidades de Medida del Perú.
- Para mayor información de la actividad de calibración, consulte el sistema Legal de Unidades de Medida del Perú.

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN  
CMC-081-2017**

Peticionario : Universidad Nacional de Ingeniería

Atención : LEM - FIC - Universidad Nacional de Ingeniería

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

Tipo de equipo : Máquina de Compresión Electro-hidráulica

Capacidad del equipo : 30000 kgf ; 150000 kgf

División de escala : 50 kgf; 200 kgf

Marca : TINIUS OLSEN TESTING MACHINE CO.

N° de serie del equipo : 52873-1

Código Interno UNI : PHEC-2

Tipo de indicador : Analógico

Procedencia : USA

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

Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 20,6 °C / 61%

Temp.(°C) y H.R.(%) final : 20,9 °C / 60%

Patrón de referencia : Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology), patrón utilizado Morehouse, N° de serie C-8294, clase A, calibrado de acuerdo a la norma ASTM E74-13a, certificado de calibración reporte N° C-829411216

Número de páginas : 2

Fecha de calibración : 2017-08-21

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.  
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2017-08-23	 Vladimir Tello Torre TÉCNICO DE LABORATORIO	  JOSE FRANCISCO BALLEZA TECNICO EN CALIBRACION Rep. del Colegio de Ingenieros P. del C.