Conciencia Digital

ISSN: **2600-5859**
Vol. 9 No. 3, pp. 216 – 235, julio - septiembre 2026
Revista multidisciplinar
Articulo original

www.concienciadigital.org

Determinar la transferencia de carga en la interacción suelo estructura de una losa de cimentación postensada

Determine the load transfer in the interaction soil structure of a post-tensioned foundation slab

[1] José Luis Malla Ayala https://orcid.org/0009-0000-5879-6513
Universidad Católica de Cuenca (UCACUE), Cuenca, Ecuador.
Maestría en Ingeniería Civil Mención en Estructuras Sismorresistentes
jose.malla.18@est.ucacue.edu.ec

[2] Juan Sebastián Maldonado Noboa https://orcid.org/0000-0001-5329-2201
Universidad Católica de Cuenca (UCACUE), Cuenca, Ecuador.
Maestría en Ingeniería Civil con mención en Estructuras Sismoresistentes
juan.maldonado.56@est.ucacue.edu.ec

Artículo de Investigación Científica y Tecnológica
Enviado: 11/07/2026
Revisado: 12/08/2026
Aceptado: 09/09/2026
Publicado: 18/09/2026
DOI: **https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v9i3.3804**

Cítese: Malla Ayala, J. L., & Maldonado Noboa, J. S. (2026). Determinar la transferencia de carga en la interacción suelo estructura de una losa de cimentación postensada . ConcienciaDigital, 9(3), 216-235. https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v9i3.3804

CONCIENCIA DIGITAL, *es* una revista multidisciplinar, **trimestral,** que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. https://concienciadigital.org
La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Conciencia Digital

ISSN: **2600-5859**
Vol. 9 No. 3, pp. 216 – 235, julio - septiembre 2026
Revista multidisciplinar
Articulo original

www.concienciadigital.org

Palabras claves:
Losa postensada; suelos; estructura, modelos no lineales, análisis dinámico, eventos sísmicos, edificios esenciales.

Resumen

Introducción. La investigación propuesta, analiza la transferencia de cargas de una losa postensada en comparación con una cimentación convencional sobre suelos de baja capacidad portante. Se desarrolló el diseño mediante programas computacionales para comparar las cargas absorbidas y las deformaciones de ambos sistemas en un terreno inestable. Los resultados muestran que las losas de cimentación postensadas presentan mayor capacidad para distribuir las cargas y controlar las deformaciones, reduciendo significativamente los asientos diferenciales. **Objetivo.** Determinar la capacidad de carga absorbida de una losa de cimentación post-tensada frente a una losa convencional. **Metodología.** Al no contar con normativas locales para el diseño de losas propuesto, nos apoyamos de recursos bibliográficos y en el método de diseño de losas de cimentación postensadas desarrollado por el *Post-Tensioning Institute*, conocido como Método PTI, se fundamenta en investigaciones experimentales realizadas desde la década de 1970. **Resultados.** Los resultados obtenidos demuestran que la losa de cimentación post-tensada, con una sección transversal más pequeña que la losa convencional, absorbe mayor momento flector con una reducción significativa de materiales como: hormigón y acero de refuerzo. **Conclusión.** Se determina la reducción de sección de la losa postensada en comparación a la losa convencional y de igual manera la reducción de acero de refuerzo. **Área de estudio general:** ingeniería civil. **Área de estudio específica:** Cimentaciones de estructuras. **Tipo de estudio:** Artículo original.

Keywords:
Post-tensioned slab; soils; structure, nonlinear models, dynamic analysis, seismic events, essential buildings.

Abstract

Introduction. The proposed research analyzes the load transfer of a post-tensioned slab compared to a conventional foundation on soils with low bearing capacity. The design was developed using computer programs to compare the absorbed loads and deformations of both systems in unstable terrain. The results show that post-tensioned foundation slabs have a greater capacity to distribute loads and control deformations, significantly reducing differential settlements. **Objective.** Determine the absorbed load capacity of a post-stressed foundation slab compared to a conventional slab. **Methodology.** As we do not have local regulations for the proposed slab design, we rely on bibliographic resources and the post-tensioning foundation slab design method

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Conciencia Digital
ISSN: **2600-5859**
Vol. 9 No. 3, pp. 216 – 235, julio - septiembre 2026
Revista multidisciplinar
Articulo original
www.concienciadigital.org

developed by the *Post-Tensioning Institute*, known as the PTI Method, is based on experimental research carried out since the 1970s. **Results.** The results obtained show that the post-stressed foundation slab, with a smaller cross-section than the conventional slab, absorbs greater bending moment with a significant reduction of materials such as concrete and reinforcing steel. **Conclusion.** The reduction of the section of the post-tensioned slab is determined compared to the conventional slab and in the same way the reduction of reinforcing steel. **General area of study:** civil engineering. **Specific study area:** Foundations of structures. **Type of study:** Original article.

1. Introducción

El diseño adecuado de las estructuras de ingeniería civil exige una comprensión precisa de las condiciones del subsuelo en los emplazamientos de las estructuras y, cuando las estructuras vayan a consistir en materiales de tierra o roca, de las condiciones del subsuelo en las posibles fuentes de materiales de construcción (Srinivas et al., 2016). El presfuerzo consiste en inducir de manera intencional de esfuerzos permanentes en una estructura o conjunto de elementos, con el fin de mejorar su diseño y capacidad de resistencia frente a condiciones de servicio y de resistencia (VSL Corporation Mexico, 2026).

El postensado es un método de pretensado del hormigón para aliviar las tensiones de tracción dentro del hormigón. Este método se utiliza para varios tipos de estructuras de hormigón armado y puede tener varias ventajas, como un tamaño de sección reducido, un agrietamiento reducido y tramos más largos en comparación con el refuerzo suave típico utilizado en el hormigón armado (Burgoon, 2007).

Diferenciándose de los pisos convencionales, estos deben ser especialmente robustos para resistir el peso y el uso continuo de maquinaria pesada, vehículos industriales y almacenamiento de carga. Cada tipo de piso industrial se adapta a las características del suelo, el peso de la estructura y las cargas específicas, asegurando su funcionalidad y longevidad (Jiménez, 2024).

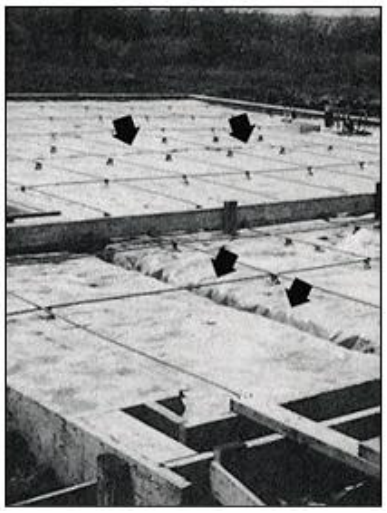
Las construcciones en suelos expansivos (arcillosos) se dan en todo el mundo y estas elevan su costo debido a las características del suelo, ya que para la cimentación se debe realizar ciertos métodos para mejorar su capacidad portante y en otros la implementación de cimentaciones superficiales como zapatas corridas y losas de cimentación que es un rubro considerable en el presupuesto de obra, como se muestra en la **Figura 1**.

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Conciencia Digital
ISSN: **2600-5859**
Vol. 9 No. 3, pp. 216 – 235, julio - septiembre 2026
Revista multidisciplinar
Articulo original
www.concienciadigital.org

Figura 1

Diseño básico para cimentaciones residenciales construidos sobres suelos expansivos o compresibles



2. Metodología

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, debido a que se evaluó y comparó la capacidad de carga absorbida de dos sistemas estructurales mediante variables numéricas obtenidas del análisis estructural. El tipo de investigación corresponde a una investigación aplicada, ya que busca aportar evidencia técnica sobre el comportamiento de las losas de cimentación postensadas como alternativa de diseño en un contexto donde no existen normativas locales específicas. Asimismo, es de alcance comparativo, porque se confronta el desempeño de una losa de cimentación postensada con el de una losa convencional bajo las mismas condiciones de carga y geometría.

El estudio presenta un diseño no experimental, transversal y comparativo:

- No experimental, porque las variables no fueron manipuladas mediante ensayos físicos, sino analizadas mediante procedimientos de diseño y modelación estructural.
- Transversal, porque la evaluación se realizó en un único momento para un caso de estudio específico.
- Comparativo, porque se analizaron dos alternativas de cimentación con el propósito de determinar diferencias en su capacidad de carga absorbida.

2.1. Base metodológica de diseño

Debido a la ausencia de normativa nacional para el diseño de losas de cimentación postensadas, el procedimiento metodológico se sustentó en una revisión bibliográfica especializada y en la aplicación del Método PTI (Aalami, 2014), desarrollado a partir de investigaciones experimentales realizadas desde la década de 1970.

El Método PTI proporciona criterios para el diseño de losas de cimentación postensadas considerando aspectos como: determinación de cargas de servicio; caracterización geotécnica del suelo; estimación de movimientos del terreno; cálculo del espesor de la

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2600-5859**
Vol. 9 No. 3, pp. 216 – 235, julio - septiembre 2026
Revista multidisciplinar
Articulo original

losa; cuantificación de la fuerza de postensado; distribución de tendones; verificación de esfuerzos, deformaciones y estados límite de servicio. Posteriormente, el diseño obtenido mediante el método PTI fue comparado con el diseño de una losa convencional de hormigón armado, elaborado bajo la normativa vigente para este tipo de elementos estructurales. Por lo cual las variables se presentan en la **Tabla 1**.

Tabla 1

Variables de estudio

Variable	Dimensiones	Indicadores
Tipo de losa de cimentación (independiente)	Losa convencional y losa postensada	Sistema estructural empleado
Capacidad de carga absorbida (dependiente)	Resistencia estructural	Carga máxima soportada, momentos flectores, esfuerzos, deformaciones, deflexiones y consumo de materiales (según el alcance del estudio)

2.2. Procedimiento metodológico

Para el cumplimiento del objetivo del presente trabajo, se establecieron los siguientes procedimientos.

a) Revisión bibliográfica sobre losas de cimentación postensadas y el Método PTI.
b) Definición de las características geométricas y geotécnicas del caso de estudio.
c) Diseño de la losa convencional conforme a la normativa aplicable.
d) Diseño de la losa postensada utilizando el Método PTI.
e) Modelación y análisis estructural de ambas alternativas bajo las mismas condiciones de carga.
f) Obtención de los resultados de capacidad de carga, esfuerzos y deformaciones.
g) Comparación de los resultados mediante indicadores estructurales para determinar el desempeño de cada sistema.

2.3. Técnicas e instrumentos

La técnica de investigación utilizada fue el análisis documental y análisis estructural comparativo. En cuanto al instrumento se revisó bibliografía técnica especializada, normas de diseño estructural, manuales del PTI y software de análisis estructural.

El *American Concrete Institute* (ACI, 2010) en su capítulo 9, incorpora este enfoque de diseño y señala que presenta beneficios tecnológicos particulares para la solución de cimentaciones construidas sobre suelos expansivos y compresibles. De acuerdo con el PTI, este método proporciona a las losas de cimentación postensadas ventajas tanto técnicas como económicas, habiendo demostrado un comportamiento satisfactorio durante más de 25 años de uso (De León, 2012).

Se tomaron datos de la **Tabla 2** del capítulo IV(Exploraciones de Campo) del Estudio geológico geotécnico y actualización del mapa de amenaza por terrenos inestables del sector de Challuabamba ubicado dentro de las parroquias Nulti y Machángara (Vintimilla,

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2600-5859**
Vol. 9 No. 3, pp. 216 – 235, julio - septiembre 2026
Revista multidisciplinar
Articulo original

2018) que es de uso público del GAD del Cantón Cuenca el mismo que fue realizado para obtener información geotécnica mediante ensayos de campo y laboratorio, del cual se tomaron datos geotécnicos para el diseño de la cimentación propuesta.

La investigación bibliográfica consistió en revisar exhaustivamente fuentes académicas, libros, artículos y documentos relacionados con la investigación. Se utilizará programas computacionales para diseñar losas PT que cumplan los requisitos del código PTI y ACI 318, cuyos resultados de interacción suelo estructura serán comparados para el análisis de la capacidad para resistir deformaciones y distribuir las cargas.

2.4. Análisis de datos

Los resultados se analizaron mediante análisis comparativo, utilizando tablas y gráficos para contrastar la capacidad de carga absorbida, los esfuerzos, las deformaciones y demás parámetros estructurales obtenidos en ambos diseños. La interpretación se realizó considerando los criterios establecidos por el Método PTI y la normativa aplicable al diseño de losas convencionales. El trabajo incluye simulaciones mediante software (SAFE16).

3. Resultados

Se realizo un diseño en programas computacionales y los resultados se compararán con una losa convencional para determinar las cargas absorbidas por cada una en un terreno inestable, de esta manera definir la interacción suelo estructura de cada una de las losas propuestas, pero enfocándonos en la losa post-tensada que es tema principal de este estudio.

Se realizo el diseño de una cimentación convencional y el diseño de una losa post-tensada, sometidas a las mismas condiciones geotécnicas y cargas, para de esta manera poder realizar la comparación de los resultados de transferencia de carga entre cada una de las losas propuestas.

3.1. Diseño de losa cimentación post-tensada y losa de cimentación convencional

Con los datos geotécnicos y cálculos estructurales, se procede a desarrollar las hojas de cálculo para el diseño y con la ayuda de programas computacionales se realiza la revisión de los resultados obtenidos.

3.2. Cimentación post-tensada

Los cimientos juegan un papel muy importante dentro de la edificación ya que éstos son los que distribuyen las cargas de la estructura hacia el suelo, de tal manera que el suelo y los materiales que lo constituyen tengan una capacidad suficiente para soportarlas sin sufrir deformaciones excesivas (Canales, 2005).

El diseño de cimentaciones en suelos expansivos, deben ser realizado de manera cuidadosa y diferente a los métodos convencionales. Estas cimentaciones se modelan suponiendo que trabajan sobre un medio considerado elástico, tal como fue planteado por Winkler (1867).

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2600-5859**
Vol. 9 No. 3, pp. 216 – 235, julio - septiembre 2026
Revista multidisciplinar
Articulo original

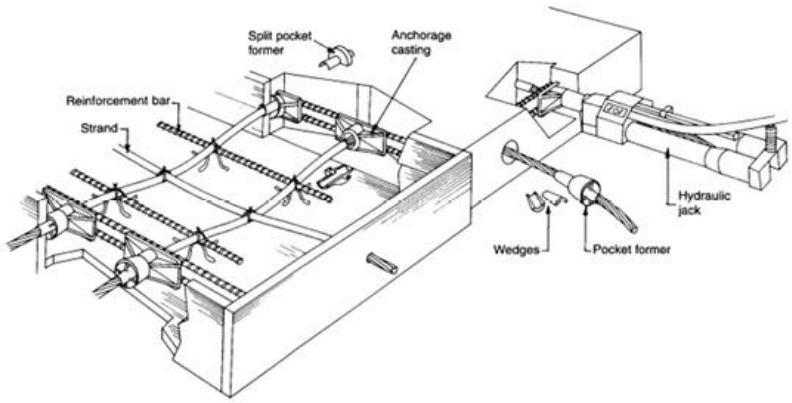
www.concienciadigital.org

Las losas postensadas para viviendas unifamiliares suelen ser requisitos con una resistencia de 28 días de 2500 psi. Las losas para edificios multifamiliares con un concreto de 3000 psi y los pisos industriales muy cargados pueden requerir una resistencia aún mayor (Ajay et al., 2022; Post-Tensioning Institute, 2016; Clifford, 1989).

El método de diseño se fundamenta en nervios totalmente continuos en dos direcciones, extendiéndose de borde a borde, para que dichos nervios sean considerados continuos, deben cumplir las siguientes condiciones: (a) que los nervios sean continuos, (b) traslaparse una longitud de desarrollo apropiada, (c) estar conectados a un nervio paralelo por un nervio perpendicular, el cual transmite por torsión el momento flexionante en el nervio (Post-Tensioning Institute, 2016), como se muestra en la **Figura 2**.

Figura 2

Post-tensado de un suelo



3.3. Existen dos sistemas de postensado, adherente y el no adherente

Sistema adherente: consiste en que, por diseño, los cables mantienen una adherencia continua a lo largo de toda la estructura. Esta adherencia se genera mediante lechada de cemento, la cual entra en contacto directo con la superficie del cable. La adherencia se transfiere al ducto que se encuentra embebido en el elemento estructural formando una unión adherente con el concreto que rodea (Postensa, 2016).

Sistema no adherente: consiste en que, por diseño, el tendón no desarrolla una adherencia a lo largo del concreto. Están conformados por cables de alta resistencia, protegidos con una cubierta de polietileno de alta densidad que actúa como un sistema anticorrosivo. Los extremos del tendón son retenidos por unos anclajes donde se concentra la fuerza de tensado a la que se someten los cables (Postensa, 2016).

El American Concrete Institute (ACI, 2011) en su Norma ACI CODE-318-11 en su artículo 21.5.2.5, inciso b, indica que el sistema a usarse es el sistema No Adherido, para evitar la fractura de los tendones ante una deformación inelástica de orden sísmico.

Se indica también, que el acero o cable de postensado no debe contribuir en más del 25% a la demanda de refuerzo total del elemento estructural sismorresistente (Postensa, 2016).

*Datos geotécnicos***:** de acuerdo con las recomendaciones dadas en el Estudio geológico

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Conciencia Digital
ISSN: **2600-5859**
Vol. 9 No. 3, pp. 216 – 235, julio - septiembre 2026
Revista multidisciplinar
Articulo original
www.concienciadigital.org

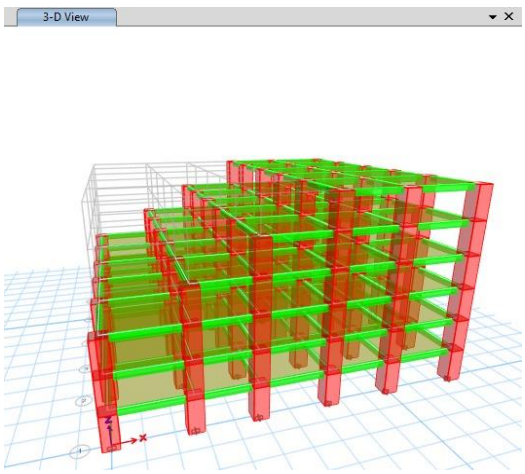
geotécnico y actualización del mapa de amenaza por terrenos inestables del sector de Challuabamba ubicado dentro de las parroquias Nulti y Machángara (Vintimilla, 2018), se tomó los datos de la prueba SPT8, como se muestra en la **Tabla 2**.

Tabla 2
Resultados de capacidades portantes

Exploración	Profundidad de Desplante (m)				
	1,5	2	2,5	3	3,5
C1	1,82	1,95	2,18	-	-
C2	3,92	4,67	5,94	-	-
C3	1,37	1,39	1,47	-	-
C4	1,29	1,31	1,4	-	-
SPT1	1,17	1,24	1,37	1,44	1,51
SPT2	0,52	0,57	0,63	1,03	1,86
SPT3	0,88	0,94	1,06	1,1	1,14
SPT4	1,34	1,46	1,75	1,8	1,84
SPT5	1,26	1,29	1,37	1,45	1,52
SPT6	2,24	2,62	3,1	-	-
SPT7	5,23	5,15	5,29	-	-
SPT8	0,39	0,43	1,47	1,05	2,13
SPT9	1,59	1,72	-	-	-
SPT1-	1,33	1,36	1,45	1,54	1,61

Se diseño un edificio de 6 pisos en hormigón armado destinada al uso residencial, de forma irregular. Con la ayuda del programa computacional ETABs 22 para posterior realizar la bajada de cargas que se trasmitirán a la losa de cimentación. En el programa SAFE 16 se diseñó las losas para su comparación, como se muestra en la **Figura 3**.

Figura 3
Edificación diseñada para el estudio de las losas propuestas



Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Conciencia Digital
ISSN: **2600-5859**
Vol. 9 No. 3, pp. 216 – 235, julio - septiembre 2026
Revista multidisciplinar
Articulo original
www.concienciadigital.org

Tabla 3

Cargas transmitidas por las columnas hacia la losa de cimentación, obtenidas del programa SAFE16

COLUMNA	FZ (ton)	COLUMNA	FZ (ton)	COLUMNA	FZ (ton)	COLUMNA	FZ (ton)	COLUMNA	FZ (ton)	COLUMNA	FZ (ton)
A1	79,6129	B1	142,0137	C1	183,9028	D1	228,5925	E1	251,4802	F1	167,355
A2	118,7043	B2	222,919	C2	289,8749	D2	361,626	E2	402,6726	F2	251,2835
A3	112,4802	B3	210,2073	C3	273,3745	D3	341,1257	E3	379,4279	F3	238,2975
A4	119,5036	B4	224,6325	C4	292,2338	D4	364,7496	E4	406,2378	F4	253,2792
A5	124,1626	B5	234,153	C5	304,597	D5	380,1198	E5	423,6626	F5	263,0172
A6	78,0482	B6	138,8122	C6	179,7327	D6	223,3892	E6	245,5812	F6	164,0546
Sumatoria	632,51		1172,74		1523,72		1899,60		2109,06		1337,29

Carga Total	8674,92	ton

Propiedades de los materiales

Resistencia especificada del hormigón a la compresión a los 28 días. f'c = 300 kg/cm2

Módulo de elasticidad del hormigón $Ec = 4700\sqrt{f'c}$ MPa

Acero de pre-esfuerzo Resistencia a la fluencia fy = 4200kg/cm2

Tendón Cable torón de 7 hilos de baja relación

Sistema No Adherido

Diseño de losa maciza convencional

Dimensiones de la losa

Longitud: 30,20m

Ancho: 29,30m

Espesor asumido: 0,80m

Carga transferida por las columnas

Qcolumnas= 8674,92 ton

Dimensiones de las columnas

Longitud: 1,20m

Ancho: 1,20m

Cargas utilizadas

Carga viva (LL): 0,20 ton/m2

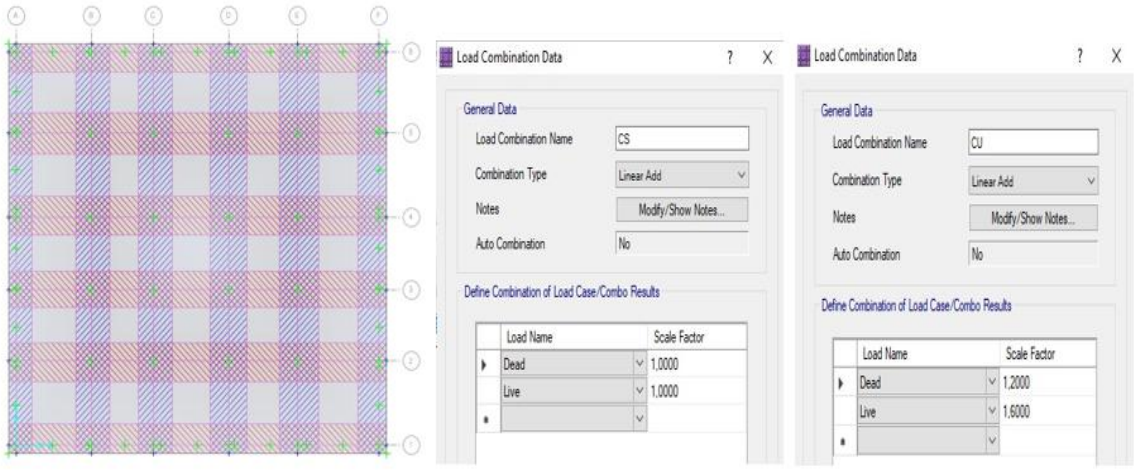
Carga muerta (DL): 0,60 ton/m2Con la ayuda del programa SAFE 16 se procedió al diseño de la losa de cimentación, considerando combinaciones de carga última (CU) y carga de servicio (CS), como se muestra en la **Figura 4**.

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2600-5859**
Vol. 9 No. 3, pp. 216 – 235, julio - septiembre 2026
Revista multidisciplinar
Articulo original

www.concienciadigital.org

Figura 4
Losa de cimentación convencional

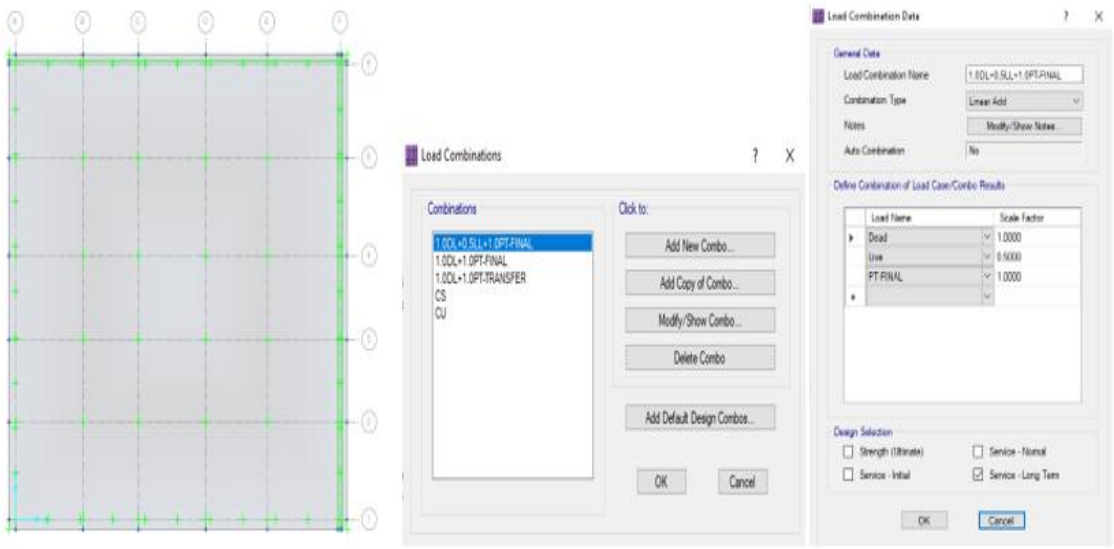


3.4. Diseño de losa post-tensada

El método de diseño está basado en nervios completamente continuos, de borde a borde en ambas direcciones. Cuando existan consideraciones arquitectónicas especiales, tales como, aberturas, esquinas, irregularidades en planta, se debe prevenir la continuidad de los nervios (De León, 2012).

Con la ayuda del programa SAFE 16 se procedió al diseño de la losa de cimentación, considerando combinaciones de carga última (CU), carga de servicio (CS), carga 1.0DL+1.0PT-TRANSFER, 1.0DL+1.0PT-FINAL, 1.0DL+0,5LL+1.0PT-FINAL, como se muestra en la **Figura 5**.

Figura 5
Losa de cimentación postensada



Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2600-5859**
Vol. 9 No. 3, pp. 216 – 235, julio - septiembre 2026
Revista multidisciplinar
Articulo original

www.concienciadigital.org

Realizado la definición de materiales en el programa SAFE16 y corrido el programa se analizará los resultados para la viga F5-F6 en las dos losas diseñadas, obteniendo los siguientes resultados, como se muestra en la **Figura 6** y **Figura 7**.

3.5. Para la losa de cimentación convencional

Figura 6
Viga F5.F6 a analizar

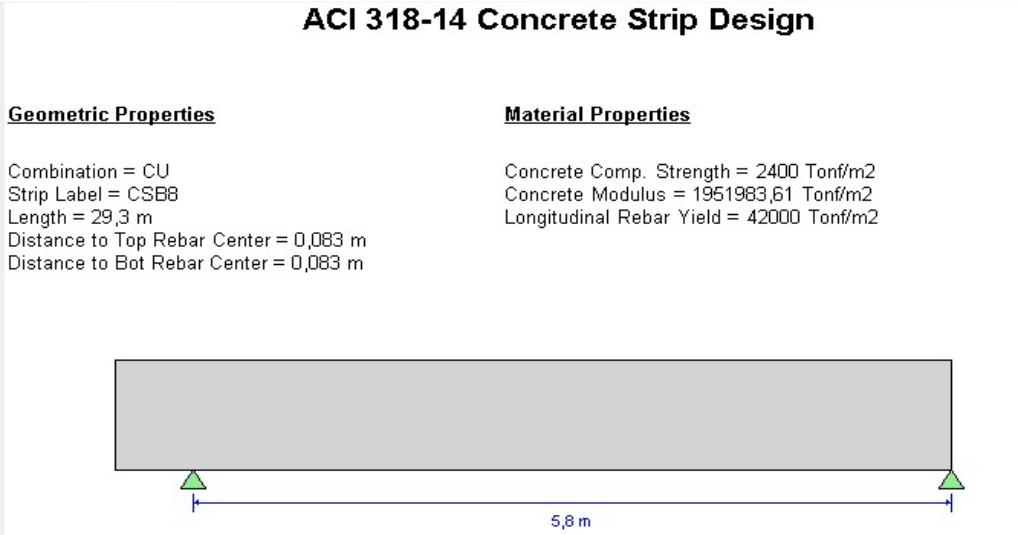
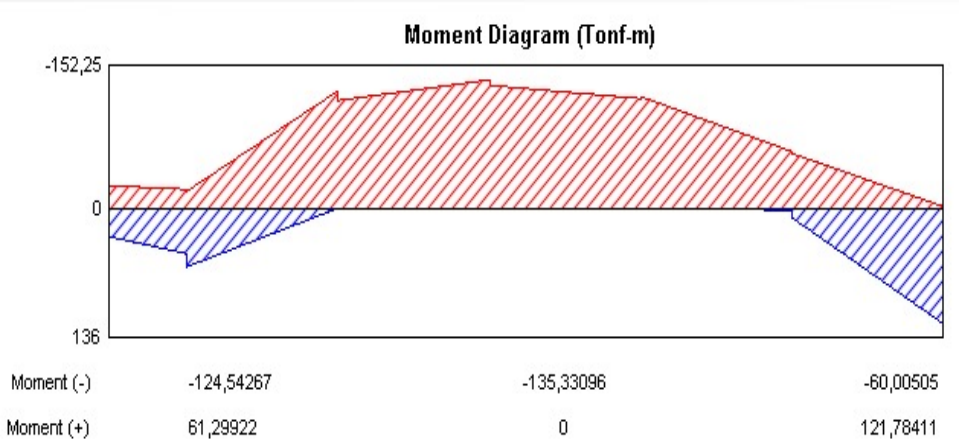


Figura 7
Diagrama de Momentos



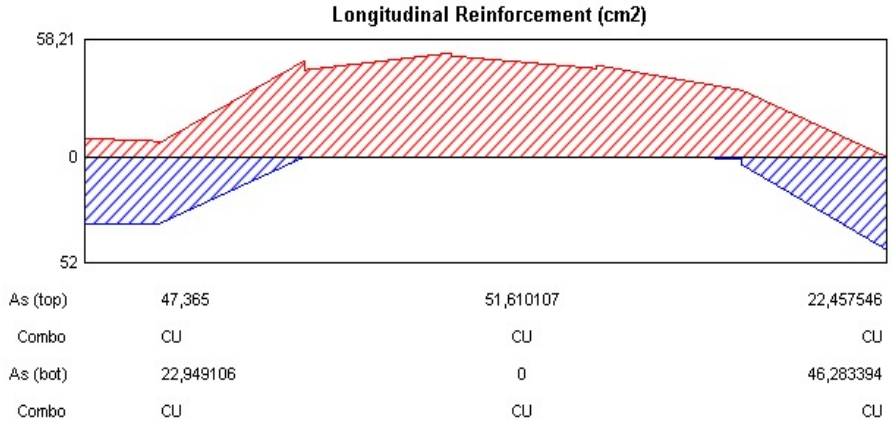
El máximo momento flector de la viga es de 135,33 ton/m, como se muestra en la **Figura 8.**

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2600-5859**
Vol. 9 No. 3, pp. 216 – 235, julio - septiembre 2026
Revista multidisciplinar
Articulo original

www.concienciadigital.org

Figura 8
Varilla de refuerzo requerida



El cálculo para del acero de refuerzo mínimo se calculó para varilla D=22mm y combinación de carga CU

Datos para la losa de cimentación postensada:

Dimensiones de la losa
Longitud: 30,20m
Ancho: 29,30m
Espesor asumido: 0,80m

Carga transferida por las columnas
Qcolumnas= 8674,92 ton

Dimensiones de las columnas
Longitud: 1,20m
Ancho: 1,20m

Cargas utilizadas
Carga viva (LL): 0,20 ton/m2
Carga muerta (DL): 0,60 ton/m2

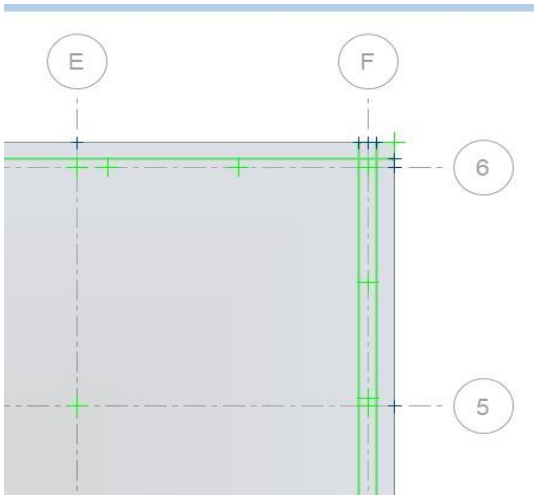
Los tendones fueron colocados en dos ejes de la losa, tal como indica la **Figura 9**.

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2600-5859**
Vol. 9 No. 3, pp. 216 – 235, julio - septiembre 2026
Revista multidisciplinar
Articulo original

www.concienciadigital.org

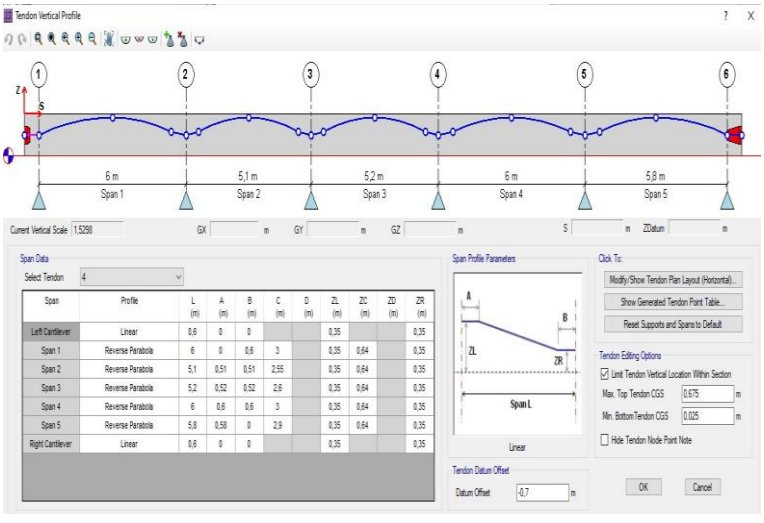
Figura 9
Tendones en la viga



Los datos para el cálculo de número de tendones, pandeo máximo, fuerza de pre-esfuerzo requerida, Fuerza efectiva por tendón, número de tendones.
Pandeo máximo, ZC= 6m
Carga Balanceada real = 3,97ton/m2
Fuerza efectiva por tendón = 12,42 ton/m2
Número de tendones = el número de tendones se calcula considerando el ancho de la franja(viga), en el caso de la viga F5-F6 resulto ser 2 tendones, se calcula esta viga debido a la configuración arquitectónica del edificio diseñado, pues en esta área existe la mayor carga concentrada que se trasmitirá a la losa de cimentación.

La trayectoria de los tendones se configuró como se muestra en la **Figura 10**.

Figura 10
Trayectoria del tendón considerado para el cálculo



Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2600-5859**
Vol. 9 No. 3, pp. 216 – 235, julio - septiembre 2026
Revista multidisciplinar
Articulo original

www.concienciadigital.org

El programa detalla la geometría y resultados de la viga analizada, como se muestran en la **Figura 11**, **Figura 12** y **Figura 13**.

Figura 3
Viga F5.F6 a analizar

ACI 318-14 Concrete Strip Design

Geometric Properties

Combination = CU
Strip Label = CSB8
Length = 29,3 m
Distance to Top Rebar Center = 0,083 m
Distance to Bot Rebar Center = 0,083 m
PT System = Unbonded
Min CGS Tendon Top = 0,025 m
Min CGS Tendon Bottom Ext. Bay = 0,04 m
Min CGS Tendon Bottom Int. Bay = 0,025 m

Material Properties

Concrete Comp. Strength = 3000 Tonf/m2
Concrete Modulus = 2182384,02 Tonf/m2
Longitudinal Rebar Yield = 42000 Tonf/m2
PT Strand Ult. Strength = 189667,21 Tonf/m2

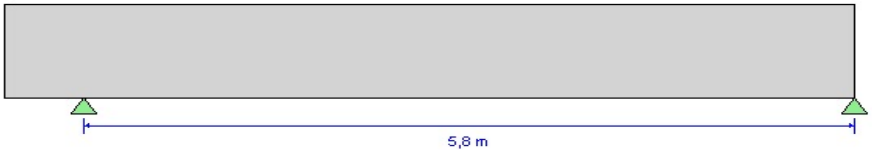
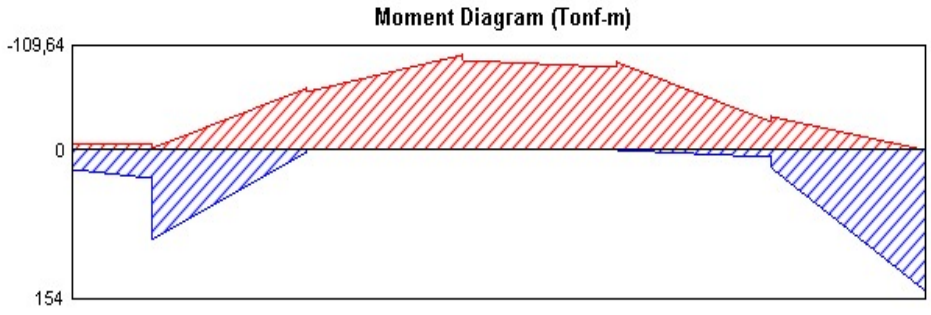


Figura 4
Diagrama de Momentos



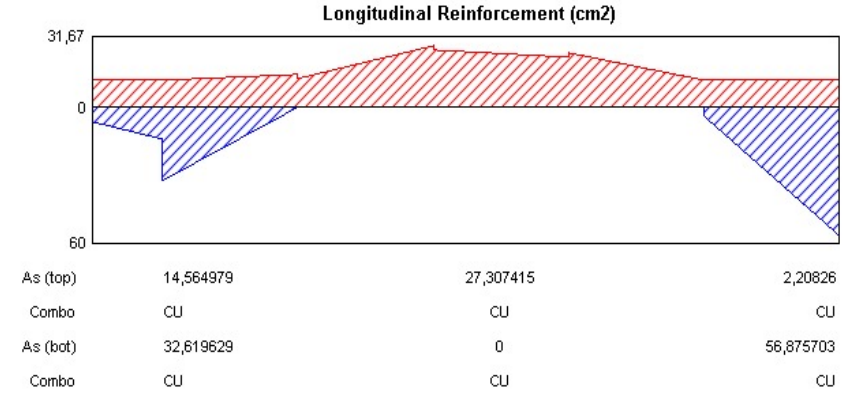
Moment (-)	-64,18573	-98,11612	-34,16161
Moment (+)	93,44074	0	146,04406
(-)NA (m)	0,025979	0,036984	0,013398
(+)NA (m)	0,010367	0	0,013217

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2600-5859**
Vol. 9 No. 3, pp. 216 – 235, julio - septiembre 2026
Revista multidisciplinar
Articulo original

www.concienciadigital.org

Figura 13
Varilla de refuerzo requerida



Los resultados presentados en la **Tabla 4**, evidencian que en las losas postensadas al aplicar el uso de tendones se reduce el momento flector y cuantía mínima de acero de refuerzo.

Tabla 4
Comparación de resultados de las 2 losas analizadas

Elemento	Momento Flector (ton-m)	Acero de Refuerzo (cm2)
Losa convencional	135,33	51,61
Losa post-tensada	98,12	27,30

4. Discusión

Los resultados obtenidos en la presente investigación evidencian que las losas de cimentación postensadas presentan un comportamiento estructural favorable frente a las losas convencionales, particularmente cuando se proyectan sobre terrenos con baja capacidad portante. Se determinó que el sistema postensado permite absorber mayores momentos flectores mediante una sección transversal menor, optimizando el comportamiento estructural y reduciendo las cantidades de hormigón y acero de refuerzo. Estos resultados guardan relación con los principios de diseño expuestos por Aalami (2014), quien señala que la aplicación del postensado permite mejorar la eficiencia estructural de los elementos de hormigón mediante la introducción de esfuerzos de compresión previos, que contribuyen a contrarrestar los efectos de las cargas de servicio. En concordancia con lo anterior, el método desarrollado por el *Post-Tensioning Institute (PTI)* constituye una herramienta importante para el diseño de losas postensadas apoyadas sobre el terreno, debido a que considera la interacción entre el sistema estructural y las características de deformabilidad del suelo. Este enfoque permite analizar el

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2600-5859**
Vol. 9 No. 3, pp. 216 – 235, julio - septiembre 2026
Revista multidisciplinar
Articulo original

comportamiento de la cimentación frente a las solicitaciones y los movimientos del terreno, aspectos fundamentales cuando se trabaja con suelos de baja capacidad portante. Asimismo, los criterios establecidos en el ACI 360-10 (ACI, 2010) y el ACI 318-11 (ACI, 2011) proporcionan fundamentos técnicos para el análisis y diseño de losas de hormigón, así como para la verificación de sus condiciones de resistencia y comportamiento estructural.

Por otra parte, la reducción de la sección transversal observada en la losa postensada representa una ventaja desde el punto de vista constructivo y económico, debido a que permite disminuir el volumen de hormigón y la cantidad de acero convencional requerido. Este comportamiento coincide con los planteamientos de De León (2012) quien aborda el análisis y diseño estructural de losas postensadas de cimentación, destacando la importancia de considerar la distribución de esfuerzos y las condiciones de servicio para obtener sistemas de cimentación eficientes. De igual manera, Ajay et al. (2022) analizan la factibilidad estructural de sistemas de losas postensadas, aportando antecedentes sobre las posibilidades de optimización que ofrece esta tecnología en estructuras de hormigón.

En cuanto al comportamiento del suelo, es importante considerar que la eficiencia de una cimentación no depende exclusivamente de su capacidad resistente, sino también de su interacción con el terreno y de las deformaciones que se producen bajo la aplicación de las cargas estructurales. En este sentido, el modelo de Winkler (1867) constituye una aproximación teórica para representar el comportamiento del suelo mediante resortes elásticos, permitiendo estudiar la relación entre las presiones de contacto y los desplazamientos de la cimentación. Esta consideración resulta relevante para interpretar la distribución de cargas y los asentamientos que se presentan en los modelos analizados.

Adicionalmente, Burgoon (2007) estudia el comportamiento de cimentaciones tipo losa nervada postensada sobre suelos altamente expansivos, evidenciando la importancia de incorporar sistemas de postensado en el análisis de cimentaciones sometidas a condiciones geotécnicas desfavorables. En relación con esta problemática, Srinivas et al. (2016) analizan alternativas de mejoramiento de suelos expansivos mediante capas de material cohesivo no expansivo, lo que permite reconocer que el desempeño de una cimentación también está condicionado por las características y el tratamiento del suelo de apoyo. Por consiguiente, la utilización de losas postensadas debe complementarse con un estudio geotécnico que permita determinar la capacidad portante, la deformabilidad y las condiciones particulares del terreno.

Para el contexto de aplicación de la investigación, Vintimilla (2018) mediante el estudio geológico-geotécnico de terrenos inestables del sector de Challuabamba, en el cantón Cuenca, aporta información relevante sobre la importancia de identificar las condiciones de inestabilidad del terreno antes de definir el sistema de cimentación. Este antecedente permite destacar que, en zonas con condiciones geotécnicas complejas, la selección de una cimentación debe considerar tanto la respuesta estructural como las características del suelo y los posibles movimientos diferenciales.

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2600-5859**
Vol. 9 No. 3, pp. 216 – 235, julio - septiembre 2026
Revista multidisciplinar
Articulo original

Finalmente, los resultados obtenidos permiten establecer que la losa de cimentación postensada constituye una alternativa estructural que favorece la optimización de materiales y la distribución de esfuerzos en comparación con una losa convencional. Sin embargo, su aplicación debe estar condicionada por el análisis geotécnico, el diseño adecuado del sistema de postensado, las pérdidas de tensión, las condiciones de anclaje y las verificaciones de resistencia y servicio. En consecuencia, la reducción de la sección transversal y del acero de refuerzo no debe interpretarse únicamente como una ventaja constructiva, sino como el resultado de una concepción estructural que requiere un diseño y control técnico apropiados.

5. Conclusiones

- Analizar el comportamiento de losas postensadas en suelos de baja calidad: no se pudo realizar este análisis debido a que en el país no se desarrollaron estudios sobre el límite de Thornthwaite que estudia los límites entre tipos de climas definidos por su sistema de clasificación climática.
- Realizar un modelo computacional que permita establecer la disminución de carga a través de cimentaciones postensadas a suelos de capacidad portante mínima: se realizó el diseño de una edificación de 6 pisos destinada al uso de viviendas, con una capacidad portante de 14 ton/m2 en la que se diseñaron cimentaciones diferentes (convencional y postensada) mediante el programa SAFE 16
- Al evaluar una alternativa más eficiente de cimentación ante cargas gravitacionales y sísmicas para la construcción de edificaciones en suelos de baja calidad en la ciudad de Cuenca, los resultados presentados en la **Tabla 4**, evidencian que en las losas postensadas al aplicar el uso de tendones se reduce el momento flector y cuantía mínima de acero de refuerzo.
- Realizar una comparación entre las losas de cimentación postensadas y las losas de cimentación convencional: la reducción de la sección y materiales a utilizar se reducen de manera significativa al aplicar el sistema postensado.
- Respecto a una losa de hormigón armado, este sistema genera, a priori, un elemento mucho más rígido y un menor volumen de materiales empleados.

6. Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

7. Derechos de autor (copyright)

Los autores son los titulares de los derechos de autor (patrimoniales y/o de explotación) de los contenidos de la revista (*copyright*).

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2600-5859**
Vol. 9 No. 3, pp. 216 – 235, julio - septiembre 2026
Revista multidisciplinar
Articulo original

8. Declaración de contribución de los autores

Los autores declaran haber participado de manera equitativa y sustancial en la realización de esta investigación, bajo las responsabilidades según la Taxonomía CRediT para describir las contribuciones individuales de cada autor al trabajo.

José Luis Malla Ayala realizó la conceptualización de la investigación, organización y ejecución del ensayo, recopilación y curación de los datos, revisión del análisis estadístico, interpretación de los resultados, elaboración del borrador original, preparación de tablas y figuras, revisión crítica del contenido y aprobación de la versión final del manuscrito.

Juan Sebastián Maldonado Noboa realizó la supervisión académica y metodológica de la investigación, brindó orientación durante el desarrollo del ensayo, revisó el análisis y la interpretación de los resultados, efectuó la revisión crítica del manuscrito, realizó la corrección científica y académica y aprobó la versión final para su publicación.

Divulgación de la delegación a la IA generativa

La responsabilidad del manuscrito final recae íntegramente en los autores.

Las herramientas GAI no figuran como autores y no asumen responsabilidad por los resultados finales.

Declaración presentada por: José Luis Malla Ayala.

9. Costos de financiamiento

La presente investigación fue financiada en su totalidad con fondos propios de los autores.

10. Referencias bibliográficas

Aalami, B. O. (2014). *Post-Tensioned Buildings: Design and Construction*. International Edition. https://es.scribd.com/document/792504123/Aalami-POST-TENSIONING-Concepts-Design-Construction

Ajay, N., Harsha, S., Chethan Kumar, S., & Vital Kashyap, J. (2022). Feasibility studies on performance of post-tensioning (bonded) flat slab for residential building. *SSRN*. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4137506

American Concrete Institute [ACI]. (2010). *ACI PRC-360-10 Guide to Design of Slabs-on-Ground. ACI.* https://www.concrete.org/store/productdetail.aspx?ItemID=36010&Format=PROTECTED_PDF&Language=English&Units=US_AND_METRIC

American Concrete Institute [ACI]. (2011). *ACI CODE-318-11: Building code requirements for structural concrete and commentary.* https://www.concrete.org/store/productdetail.aspx?ItemID=318U11&Language=English&Units=US_Units&utm_source

Burgoon, J. E. (2007). *Post-tensioned ribbed mat foundations on highly expansive soils* [Master's thesis, Kansas State University*]*. https://krex.k-state.edu/items/94010c82-a837-48d7-a20e-c90e5f3e784b

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Canales Galeana, A. F. (2005). *Programa didáctico de ayuda a la secuela del diseño de cimentaciones superficiales* [Tesis de grado, Universidad de las Américas Puebla]. https://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lic/canales_g_aa/

Clifford. L. (1989). *Structural Integrity of Buildings Constructed with Unbonded Tendons*. Post-Tensioning Institute. https://books.google.com.ec/books/about/Structural_Integrity_of_Buildings_Constr.html?id=HSi6ygAACAAJ&redir_esc=y

De León Chavarría, J. A. (2012). *Análisis y diseño estructural de losas post-tensadas de cimentación* [Tesis de maestría, Universidad de San Carlos de Guatemala]. . https://ceur-rebi.usac.edu.gt/bib/2140

Jiménez Sánchez, P. A. (2024). *Elaboración de una guía académica para el diseño estructural de losas postensadas apoyadas sobre el terreno para pisos industriales* [Tesis de maestría, Escuela Colombiana de Ingeniería]. https://repositorio.escuelaing.edu.co/entities/publication/f7ca148b-6f5e-4315-ab63-dea71bc32edc

Postensa. (2016). *Sistema adherente vs sistema no adherente. Postensa Nota Técnica 101-16*. https://es.scribd.com/document/381934075/Postensado

Post-Tensioning Institute. (2016). *Quality Management System Manual. PTI-CRT20 G2-0816*. https://www.post-tensioning.org/Portals/13/Files/161010-PTI-CRT20%20G2-0816%20Quality%20Management%20for%20web.pdf

Srinivas, K., Prasad, D. D. S. V, & Rao, E. V. K. L. (2016). A study on improvement of expansive soil by using CNS (Cohesive Non-Swelling) layer. *International Journal of Innovative Research in Technology*, 3(3), 54-60. https://ijirt.org/article?manuscript=143878

Vintimilla. C. (2018). *Estudio geológico geotécnico y actualización del mapa de amenaza por terrenos inestables del sector de Challuabamba ubicado dentro de las parroquias Nulti y Machángara*. Alcaldía de Cuenca. https://www.cuenca.gob.ec/content/8-conocimiento-y-resoluci%C3%B3n-sobre-el-%E2%80%9Cestudio-geol%C3%B3gico-geot%C3%A9cnico-y-actualizaci%C3%B3n-del-mapa

VSL Corporation Mexico. (2026). *Postensado para edificios*. vls.com. https://vsl.com/es/construccion/edificios/postensado

Winkler, E. (1867). *Die Lehre von der Elasticität und Festigkeit mit besonderer Rücksicht auf ihre Anwendung in der Technik*. Dominicius. https://books.google.com.ec/books/about/Die_Lehre_von_der_Elasticitaet_und_Festi.html?id=nM8sRgCjhIwC&redir_esc=y

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2600-5859**
Vol. 9 No. 3, pp. 216 – 235, julio - septiembre 2026
Revista multidisciplinar
Articulo original

www.concienciadigital.org

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Conciencia Digital.**

El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Conciencia Digital.**

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/