



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

**IMPLEMENTACIÓN DEL ENCOFRADO
TREPANTE PARA OPTIMIZAR PLAZOS Y
COSTOS EN PROYECTOS DE OBRAS CIVILES
CON EL SISTEMA BMK, DESARROLLADO
POR LA EMPRESA ULMA ENCOFRADOS
PERU S.A. (LIMA, 2025)**

**Trabajo de suficiencia profesional para optar al título
profesional de:**

Ingeniero Civil

Autores:

Julio Cesar Lopez Vargas

Sonia Cristina Salazar Seas

Asesor:

Dra. Sheyla Yuliana Cornejo Rodríguez

<https://orcid.org/0000-0001-8198-2250>




Lima - Perú

2025

Informe de Similitud

Julio Cesar Lopez Vargas Sonia Cristina Salazar Se...

IMPLEMENTACIÓN DEL ENCOFRADO TREPANTE PARA OPTIMIZAR PLAZOS Y COSTOS EN PROYECTOS DE OBRAS CI...

-  Quick Submit
-  Quick Submit
-  Asesores

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid::1:3442042171

Fecha de entrega
11 dic 2025, 2:49 p.m. GMT-5

Fecha de descarga
11 dic 2025, 2:53 p.m. GMT-5

Nombre del archivo
INFORME_TECNICO_FINAL.docx

Tamaño del archivo
5.2 MB

73 páginas

14.289 palabras

82.035 caracteres



Página 2 de 77 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega trn:oid::1:3442042171




4% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía

Fuentes principales

- 4%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 2%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Tabla de contenido

| | |
|---|--------------------------------------|
| Índice de tablas | 6 |
| Índice de Figuras..... | 7 |
| Índice de ecuaciones | ¡Error! Marcador no definido. |
| RESUMEN EJECUTIVO..... | 8 |
| CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN..... | 9 |
| CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO..... | 19 |
| CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA | 35 |
| CAPÍTULO IV. RESULTADOS | ¡Error! Marcador no definido. |
| CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... | 64 |
| REFERENCIAS | 69 |
| ANEXOS | 72 |

Índice de tablas

| | | |
|----------------|--|----|
| Tabla 1 | Diagnóstico de causas que generan sobrecostos y retrasos según análisis de Pareto | 42 |
| Tabla 2 | Definición de sectores del pilar estructural, orden y altura de ejecución | 47 |
| Tabla 3 | Cálculo de materiales requeridos – Sistema BMK en un pilar estructural vertical | 48 |
| Tabla 4 | Cronograma secuencial por sectores y ciclos – Sistema BMK | 49 |
| Tabla 5 | Factores que generan retrasos | 58 |
| Tabla 6 | Componentes del sistema trepante BMK y sus condiciones técnicas | 59 |
| Tabla 7 | Comparación de costos directos por sistema de encofrado (por ciclo de 5.00 m) | 60 |
| Tabla 8 | Comparación entre sistema tradicional y sistema BMK en criterios de eficiencia..... | 62 |

Índice de Figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1 Ubicación de la empresa de acuerdo con la ubicación satelital | 11 |
| Figura 2 Estructura Organizacional..... | 13 |
| Figura 3 Servicios de ULMA Encofrados y Andamios Perú..... | 17 |
| Figura 4 Reconocimiento “Empresa de la Semana” a ULMA Encofrados y Andamios Perú.... | 18 |
| Figura 5 Sistema de encofrado trepante con plataformas integradas para núcleo vertical | 20 |
| Figura 6 Encofrado autotrepante hidráulico (self-climbing)..... | 21 |
| Figura 7 Encofrado trepante guiado por riel (semi-automático)..... | 22 |
| Figura 8 Diagrama de Ishikawa..... | 40 |
| Figura 9 Diagrama de Pareto..... | 43 |
| Figura 10 Modelo representativo del sistema trepante BMK aplicado a una estructura vertical. | 46 |
| Figura 11 Preparación del encofrado trepante BMK para el pilar | 48 |
| Figura 12 Plano técnico representativo del sistema trepante BMK aplicado a un pilar estructural..... | 50 |
| Figura 13 | 52 |
| Figura 14 Armado del sistema de encofrado trepante BMK..... | 53 |
| Figura 15 Vaciado del concreto fresco en el pilar estructural con sistema trepante BMK..... | 54 |
| Figura 16 Coordinación de tareas en altura entre operarios del sistema BMK | 55 |
| Figura 17 Comparación de costos directos por sistema de encofrado (por ciclo de 5.0 m) | 61 |
| Figura 18 Comparación entre sistema tradicional y sistema BMK en criterios de eficiencia | 63 |

RESUMEN EJECUTIVO

La experiencia profesional se desarrolló en el contexto de los proyectos de obras civiles ejecutados por ULMA ENCOFRADOS PERÚ S.A., donde se identificó un problema recurrente: los retrasos y sobrecostos asociados al uso de sistemas de encofrado tradicionales en la ejecución de muros estructurales. Ante esta situación, se evaluó la implementación del sistema de encofrado trepante BMK como alternativa técnica para optimizar los plazos y reducir los costos directos de la partida. El análisis empleó herramientas de diagnóstico de procesos constructivos, comparación de rendimientos, indicadores de costo, así como modelos de análisis comparativo antes–después. Los resultados demostraron una reducción del 36 % en la duración por nivel y un ahorro del 35 % en costos directos, además de una disminución significativa en interrupciones operativas. Las conclusiones evidencian que el sistema BMK constituye una solución eficiente y segura para mejorar la continuidad constructiva y elevar la rentabilidad del proyecto. Durante el desarrollo de la experiencia se aplicaron competencias profesionales en gestión por procesos, planeamiento y control de obra, análisis de costos, interpretación técnica de sistemas constructivos y toma de decisiones basada en datos, fortaleciendo la capacidad de mejora continua en la gestión de encofrados.

Palabras clave Ingeniería de la construcción, hormigón, Industria de la construcción

NOTA

El contenido de la investigación no se encuentra disponible en **acceso abierto** por determinación de los propios autores, en concordancia con el Texto Integrado del Reglamento RENATI (artículo 12), la Directiva N°048-2020-CONCYTEC-P que regula el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto (ALICIA) administrado por el pliego Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica - CONCYTEC y la Ley N° 29733, Ley de Protección de Datos Personales.

REFERENCIAS

- Abou Alhaija, M., & Batali, L. (2022). Seismic behavior of micropiles and micropiled structures used for increasing resilience: A literature review. *Applied Sciences*, 12(5), 2743. <https://doi.org/10.3390/app12052743>
- Cherian, A. (2024). Load test on barrette in multi-layered soil. *Soil Mechanics and Foundation Engineering*, 61(2), 114–119. <https://doi.org/10.1007/s11204-024-09951-1>
- Cuajao, V. C. S., Dela Cruz, O. G., & Tabaroei, A. (2024). Comparison of static and dynamic load testing: A review. *International Journal of GEOMATE*, 27(121), 119–127. <https://geomatejournal.com/geomate/article/view/4726>
- Hsu, C.-F., Kuan, C.-F., & Chen, S.-L. (2024). Evaluating the effects of deep excavation on nearby structures through numerical simulation. *Applied Sciences*, 14(21), 10002. <https://doi.org/10.3390/app142110002>
- Kim, M., Kim, Y., & Ko, J. (2024). Full-scale lateral load test of large-diameter drilled shaft for building construction on marine deposits. *Buildings*, 14(9), 2596. <https://doi.org/10.3390/buildings14092596>
- Li, W., Tao, Q., Li, C., Wang, X., Gong, W., & Dai, G. (2024). In-situ experimental study of closed-diaphragm wall foundations for cross-sea suspension bridges. *Journal of Marine Science and Engineering*, 12(12), 2304. <https://doi.org/10.3390/jmse12122304>
- Meral, Ç., Temel, B. A., & Başaga, H. B. (2024). Choosing the right construction method: A comparative study of cost and timeline for top-down and bottom-up approaches. *Buildings*, 14(8), 2381. <https://doi.org/10.3390/buildings14082381>
- Peng, T., Ren, D., Kang, C., Liu, H., Xue, P., & Huang, H. (2024). Deformation characteristics of soft soil induced by deep excavation and its impact on adjacent tunnels: A case study in Shanghai. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 28, 1715–1728. <https://doi.org/10.1007/s12205-024-0487-8>

- Wu, J., Tian, Y., Yin, L., Li, Y., & Wu, L. (2024). A review of static and dynamic p–y curve models for pile–soil interaction. *Buildings*, 14(6), 1507.
<https://doi.org/10.3390/buildings14061507>
- Verumandy, K., Arulrajah, A., & Rajeev, P. (2024). Static load testing of instrumented screw piles in soft soil deposits. *International Journal of Geosynthetics and Ground Engineering*, 10(1), Article 10. <https://doi.org/10.1007/s40891-023-00519-x>
- Elsadig, E. H. O., Abdalla, T. A., Alahmari, T. S., Turabi, D. A. E., & Yassin, A. H. A. (2025). Analysis and design of anchored sheet-pile walls: Theoretical comparisons, experimental validation, and practical procedures. *Buildings*, 15(19), 3527. <https://doi.org/10.3390/buildings15193527>
- Lu, Y., Qiu, H., & Zhu, B. (2025). Deformation analysis of wall–pile–anchor retaining structures during shield tunneling considering tunnel–pit spatial interaction. *Applied Sciences*, 15(17), 9310. <https://doi.org/10.3390/app15179310>
- Chiu, H.-W., Hsu, C.-F., Tsai, F.-H., & Chen, S.-L. (2024). Influence of different construction methods on lateral displacement of diaphragm walls in large-scale unsupported deep excavation. *Buildings*, 14(1), 23.
<https://doi.org/10.3390/buildings14010023>
- Li, G., Li, Q., Wang, J., Dong, J., & Sun, Q. (2022). The deformation characteristics of a 40-m-deep excavation supported by a suspended diaphragm wall in rock and soil composite ground. *KSCE Journal of Civil Engineering*, 26, 1040–1050.
<https://doi.org/10.1007/s12205-021-1810-2>
- Yu, P., Shen, Y., & Ren, Y. (2022). Long-term performance of a deep excavation in silty clay in Xi'an—A case study. *Buildings*, 12(11), 1952.
<https://doi.org/10.3390/buildings12111952>
- Al-Baghdadi, N. H. (2022). Field tests of grouted ground anchors in the sandy soil of Baghdad. *Open Engineering*, 12(1), 466–476. <https://doi.org/10.1515/eng-2022-0359>
- Colegio de Ingenieros del Perú, & SENCICO. (2020). Norma Técnica E.060 Concreto Armado (RNE). <https://www.cip.org.pe/publicaciones/2021/enero/portal/e.060-concreto-armado-sencico.pdf>
- Congreso de la República del Perú. (2011). Ley N.º 29783, Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo.
<https://diariooficial.elperuano.pe/Normas/obtenerDocumento?idNorma=38>

Ministerio de la Producción. (s. f.). Norma Técnica E.020 Cargas (RNE).

https://transparencia.produce.gob.pe/images/stories/Repositorio/transparencia/proyectos-de-inversion/niveles-de-servicio/2021/PNDP/NS/Norma_E_020_CARGAS.pdf

Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo. (2012). Decreto Supremo N.º 005-2012-TR, Reglamento de la Ley N.º 29783.

https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/6ECFA92B04286AC505257E2800580EA2/%24FILE/2_DECRETO_SUPREMO_005_25_04_2012.pdf

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2009). Norma G.050 Seguridad durante la construcción (D.S. 010-2009-VIVIENDA). [https://oiss.org/wp-content/uploads/2018/11/6Norma_G-](https://oiss.org/wp-content/uploads/2018/11/6Norma_G-050_SEGURIDAD_DURANTE_LA_CONSTRUCCION.pdf)

[050_SEGURIDAD_DURANTE_LA_CONSTRUCCION.pdf](https://oiss.org/wp-content/uploads/2018/11/6Norma_G-050_SEGURIDAD_DURANTE_LA_CONSTRUCCION.pdf)

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2018). Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente (RM N.º 355-2018-VIVIENDA, y modificatorias).

<https://perfilesuelos.sencico.gob.pe/RM-355-2018-VIVIENDA.pdf>

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2018). Norma Técnica E.050 Suelos y Cimentaciones (RM N.º 406-2018-VIVIENDA). [https://cdn-](https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/2018_E050_RM-406-2018-VIVIENDA.pdf)

[web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/2018_E050_RM-406-2018-VIVIENDA.pdf](https://cdn-web.construccion.org/normas/rne2012/rne2006/files/titulo3/02_E/2018_E050_RM-406-2018-VIVIENDA.pdf)