

Tipo de artículo: de investigación

<https://doi.org/10.47460/athenea.v6i20.95>

## Evaluación comparativa de cementos Portland tipo I: implicaciones técnicas para la industria de la construcción

Ccori Siello Vega Neyra  
<https://orcid.org/0000-0002-7168-4636>  
cvegan182@unab.edu.pe  
Universidad Nacional de Barranca  
San Lima, Perú

Sleyther Arturo De La Cruz Vega\*  
<https://orcid.org/0000-0003-0254-301X>  
sdelacruz@ucv.edu.pe  
Universidad César Vallejo  
Lima, Perú

Cristian Milton Mendoza Flores  
<https://orcid.org/0000-0002-2298-6224>  
cmendozaf@unjfsc.edu.pe  
Universidad Nacional José Faustino Sánchez  
Carrión  
Lima, Perú

Juana Maribel Lavado Enriquez  
<https://orcid.org/0000-0001-9852-4651>  
jlavadoe@ucv.edu.pe  
Universidad César Vallejo  
Lima, Perú

Doris Lina Huamán Baldeon  
<https://orcid.org/0009-0008-2970-5748>  
dhuaman@ucv.edu.pe  
Universidad Cesar Vallejo  
Lima, Perú

\*Autor de correspondencia: [sdelacruz@ucv.edu.pe](mailto:sdelacruz@ucv.edu.pe)

Recibido (19/03/2025), Aceptado(13/05/2025)

**Resumen.** - El cemento es parte esencial de casi cualquier construcción. Su resistencia y versatilidad lo han convertido en un material protagonista en obras de todo tipo, desde estructuras simples hasta proyectos de gran envergadura. Este estudio busca comparar distintas marcas de cemento Portland tipo I, con la intención de ofrecer una mirada clara sobre cómo se comporta cada una y ayudar a tomar mejores decisiones al momento de elegir el material más adecuado. Para ello, se revisaron normas técnicas y se evaluaron propiedades clave como la resistencia del cemento, el tiempo que demora en fraguar, su nivel de finura, la expansión en agua y el contenido de aire. Todas las marcas analizadas cumplen con lo que exige la norma y algunas marcas ofrecen ventajas. Por eso, más que buscar un mejor cemento, se trata de identificar cuál se adapta mejor a cada necesidad específica en obra.

**Palabras clave:** cemento, construcción, resistencia, comparación.

## Comparative evaluation of Portland cements type I: technical implications for the construction industry

**Abstract.** Cement is an essential part of almost any construction. Its strength and versatility have made it a key material in all types of projects, from simple structures to large-scale projects. This study seeks to compare different brands of Type I Portland cement, with the intention of offering a clear view of how each one performs and helping to make better decisions when choosing the most appropriate material. To this end, technical standards were reviewed and key properties such as cement strength, setting time, fineness, water expansion, and air content were evaluated. All the brands analyzed meet the standard's requirements, and some brands offer advantages. Therefore, rather than seeking the best cement, the goal is to identify which best suits each specific need on site.

**Keywords:** cement, construction, resistance, comparison.

## I. INTRODUCCIÓN

El concreto es el material más utilizado en la construcción debido a su resistencia y adaptabilidad [1], siendo el cemento su componente fundamental, actuando como aglutinante y proporcionando las propiedades mecánicas necesarias para diversas aplicaciones. Debido a su alta versatilidad, el cemento es crucial en proyectos de infraestructura que exigen durabilidad y calidad, desde edificaciones residenciales hasta obras viales y de servicios a gran escala, consolidándose como esencial en el contexto de la expansión global de la construcción [2].

A nivel mundial, el consumo de cemento ha aumentado rápidamente, con China liderando la expansión de la industria cementera. En poco tiempo, el país ha establecido un número significativo de nuevas plantas de producción, superando ampliamente a las del resto del mundo. Este crecimiento está impulsado por la expansión del sector de la construcción, consolidando su posición como uno de los sectores más dinámicos de la economía global [3].

En América Latina, la diversidad de países en desarrollo genera una necesidad creciente de infraestructura a diferentes escalas, lo que conlleva a un alto consumo de cemento y concreto [4]. Este aumento en la demanda de materiales de construcción responde al crecimiento urbano y a proyectos de desarrollo como carreteras, hospitales y viviendas, fundamentales para mejorar la calidad de vida y el desarrollo económico en la región. En este contexto, la industria del cemento en el Perú representa uno de los sectores más significativos de la economía nacional, impulsada principalmente por el dinamismo de la actividad privada, que ha sido clave en la expansión del sector. Este crecimiento se refleja en la construcción de viviendas multifamiliares, centros comerciales, supermercados y hoteles, así como en el aumento de la inversión pública en la construcción y rehabilitación de carreteras, autopistas, hospitales, escuelas y otros proyectos de desarrollo e infraestructura [5].

El problema de elegir el cemento más adecuado para cada proyecto radica en la variabilidad de la calidad y desempeño del cemento Portland Tipo I en el Perú, material clave para el desarrollo de infraestructura. Las diferencias entre fabricantes pueden afectar la resistencia y durabilidad de las estructuras, especialmente en un país con condiciones geográficas diversas. La falta de estudios comparativos limita la capacidad de seleccionar materiales adecuados, comprometiendo la seguridad de las construcciones [6]. Realizar un análisis detallado de este tipo de cemento es fundamental para asegurar obras de calidad y tomar decisiones más acertadas dentro del sector.

Este estudio tiene como propósito identificar las posibles variaciones en propiedades y características del cemento Portland Tipo I, según la marca, con el fin de ofrecer información confiable que respalde decisiones bien fundamentadas en proyectos constructivos.

## II. DESARROLLO

El cemento Portland Tipo I es, sin duda, uno de los más usados en el mundo de la construcción. Su popularidad se debe, principalmente, a su resistencia y a su capacidad para adaptarse a distintos tipos de obra. Según la norma ASTM C150 y otras equivalentes

a nivel internacional, este tipo de cemento está pensado para construcciones en condiciones normales, donde no se necesita resistencia a agentes químicos agresivos ni otras propiedades especiales [7]. Por esa razón, está presente en gran parte de la infraestructura que vemos día a día.

En el caso del Perú, el mercado ofrece una variedad de marcas que comercializan cemento Portland Tipo I, lo que representa una ventaja para constructores e ingenieros, pero también un reto: no todas las marcas ofrecen el mismo nivel de calidad o desempeño [8]. Las diferencias pueden estar en aspectos como la resistencia mecánica, la finura del material o incluso el tiempo de fraguado. Por eso, resulta clave hacer una comparación detallada que permita identificar cuál es la opción más adecuada para cada tipo de proyecto, considerando tanto los resultados técnicos como la relación costo-beneficio.

Ahora bien, elegir un cemento no se trata solo de revisar fichas técnicas. Hay otros factores que también cuentan. El tipo de suelo donde se va a construir, el clima de la zona, e incluso qué tan fácil es conseguir una determinada marca en una región, pueden hacer una gran diferencia en el desempeño del concreto [9]. También influye la experiencia que han tenido otros usuarios con cada producto. Por todo ello, tomar en cuenta tanto los datos técnicos como el contexto real de uso permite tomar decisiones más acertadas y mejorar el resultado final de cualquier obra.

Por tal motivo, es necesario analizar factores como la trabajabilidad, la durabilidad y el costo del cemento Portland Tipo I producido en el Perú. Elementos como la calidad de las materias primas, el proceso de producción o incluso el lugar de fabricación pueden influir directamente en sus propiedades [10]. Este análisis permite identificar qué marcas se ajustan mejor a ciertos tipos de obra, ya sea por eficiencia, calidad o economía.

La presente investigación es de tipo básico, ya que busca generar conocimiento teórico sólido [11] sobre las propiedades del cemento Portland Tipo I de distintas marcas peruanas. El objetivo es analizar, comparar y organizar la información técnica disponible, para que pueda ser utilizada por profesionales del rubro o por quienes estén desarrollando estudios relacionados con este tipo de material [12].

El cemento Portland Tipo I es ampliamente reconocido como el cemento de uso general más empleado a nivel mundial, gracias a su capacidad para desarrollar resistencias mecánicas adecuadas en un amplio rango de aplicaciones estructurales y no estructurales. Según la norma ASTM C150, debe cumplir diversos requisitos físicos y químicos establecidos en dicha especificación. Su estructura química está dominada por la presencia de fases minerales como el silicato tricálcico ( $C_3S$ ), silicato dicálcico ( $C_2S$ ), aluminato tricálcico ( $C_3A$ ) y ferrita tetracálcica ( $C_4AF$ ), las cuales, al hidratarse, generan productos como el gel  $C-S-H$  (silicato de calcio hidratado), responsable de buena parte de la resistencia y durabilidad del material [12]. La producción de este cemento involucra la calcinación de una mezcla de caliza y arcillas a temperaturas superiores a  $1400\text{ }^{\circ}\text{C}$ , seguida de una molienda controlada del clínker con yeso, dando como resultado un material con propiedades físicas estables (alta densidad, buena trabajabilidad y desarrollo progresivo de resistencia). Por su equilibrio entre rendimiento mecánico, disponibilidad global y respaldo normativo, el cemento Portland Tipo I continúa siendo un material fundamental en la ingeniería civil moderna [13][14].

### III. METODOLOGÍA

La población estuvo compuesta por cinco marcas representativas: *Sol*, *Andino*, *Inka*, *Pacasmayo* y *Quisqueya*. Estas marcas fueron elegidas porque cuentan con un alto reconocimiento en el mercado y son ampliamente utilizadas en diversos proyectos de construcción. Su inclusión permite una comparación más amplia y realista de su desempeño, aportando una visión útil para el sector.

El análisis se desarrolló a partir de una revisión detallada de las especificaciones técnicas de cada marca, complementada con el estudio de la Norma Técnica Peruana (NTP) 334.009 que regula el cemento Portland Tipo I. Este enfoque permite comprender mejor los lineamientos que rigen su fabricación y uso, así como evaluar cómo se comporta cada marca en condiciones reales de obra [15].

Al considerar estos aspectos, es posible identificar de qué manera las diferencias entre marcas pueden impactar en la calidad y el rendimiento del cemento. Además, este análisis también toma en cuenta las regulaciones nacionales del Instituto Nacional de Calidad (INACAL) y del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS) que supervisan su producción y comercialización, lo cual es clave para garantizar la seguridad, durabilidad y eficiencia en las construcciones.

La distribución del cemento en el país se organiza de la siguiente manera: UNACEM y Caliza Cemento Inca abastecen la zona de la costa y la sierra central, mientras que Cementos Pacasmayo cubre el norte del país (Tabla 1).

**Tabla 1.** Marcas y empresas productoras de Cemento Portland Tipo I en el Perú.

<b>Marcas de cemento</b>	<b>Compañía</b>
Sol	Unión Andina de Cementos S.A.A. (UNACEM)
Andino	Unión Andina de Cementos S.A.A. (UNACEM)
Inka	Caliza Cemento Inca S.A.
Pacasmayo	Cementos Norte Pacasmayo S.A. (CNP)
Quisqueya	CEMEX

Cada una de estas empresas cuenta con sus propios procesos de producción y también con estándares de calidad, adaptados a las necesidades del mercado, lo que les permite ofrecer productos con características particulares, las cuales se evaluaron con el objetivo de analizar su idoneidad técnica en diversos contextos constructivos. Las variables estudiadas incluyeron: contenido de aire, finura (superficie específica Blaine), tiempos de fraguado inicial y final, expansión en agua (ensayo de autoclave) y resistencia a la compresión. La medición de estas propiedades se realizó mediante la revisión de fichas técnicas oficiales de cada fabricante, contrastadas con los requisitos establecidos por la NTP 334.009.

### IV. RESULTADOS

A nivel nacional, la producción del cemento Portland Tipo I está regulada por normas como la NTP 334.002:2018, NTP 334.006:2019, NTP 334.004, NTP 334.051 y NTP 334.048,

que garantizan una calidad uniforme del material. Sin embargo, pueden existir diferencias en los métodos de producción y en las materias primas utilizadas en cada planta de fabricación.

El Decreto Supremo N.º 001-2022-PRODUCE, que aprueba el Reglamento Técnico sobre Cemento Hidráulico utilizado en Edificaciones y Construcciones en General, regula el cemento Portland Tipo I en el Perú [16]. Este decreto establece los requisitos que deben cumplirse para asegurar la calidad de este material, teniendo como objetivo principal proteger la seguridad de las personas y prevenir prácticas engañosas que puedan perjudicar a los consumidores (Fig. 1).

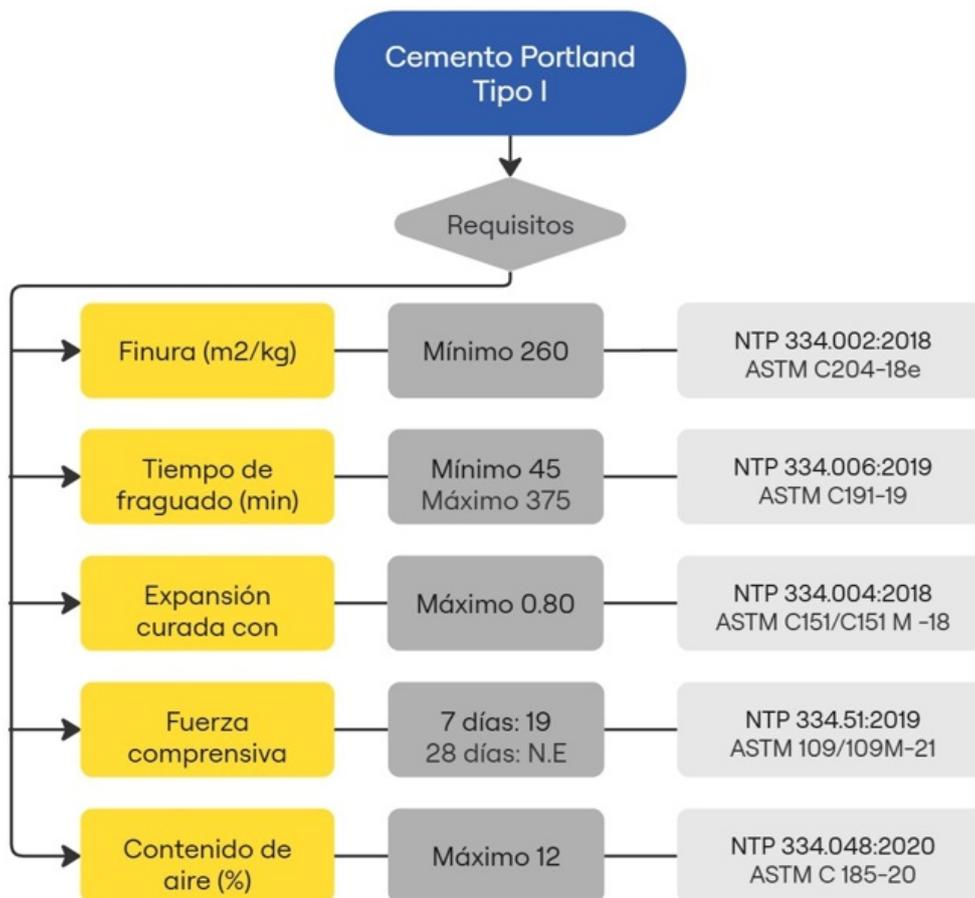


Fig. 1. Reglamento Técnico sobre el cemento Portland [16].

La normativa NTP 334.009 también detalla las características técnicas que debe cumplir el cemento Portland Tipo I, así como los procedimientos de evaluación de la conformidad y las disposiciones que deben seguir los fabricantes y distribuidores. Asimismo, resalta la obligación de cumplir con estas regulaciones para asegurar que el cemento se ajuste tanto a las normas nacionales como internacionales (Tabla 2).

El Instituto Nacional de Calidad (INACAL) es la entidad del Estado peruano encargada de establecer normas técnicas que ayuden a asegurar la calidad de los productos que se usan en distintos sectores, incluida la construcción [17]. Una de estas normas, la NTP 334.009:2020, define los criterios que debe cumplir el cemento Portland Tipo I para ser considerado seguro y eficiente en obra. Esta norma contempla aspectos esenciales como la finura del material, la cantidad de aire que contiene, su resistencia a la compresión y el tiempo que tarda en fraguar, entre otros.

**Tabla 2.** Requerimientos del cemento.

Propiedades	Método de ensayo	Tipo I
Contenido de aire (%)	NTP 334.048	Mínimo: —
		Máximo: 12
Finura (m <sup>2</sup> /kg)	NTP 334.002	Mínimo: 260
		Máximo: —
Tiempo de fraguado (min)	NTP 334.006	Mínimo: 45
		Máximo: 375
Expansión curada en agua (%)	NTP 334.004	0,8
Resistencia a compresión (MPa)	NTP 334.051	3 días: 12
		7 días: 19
		28 días: —

Gracias a estos lineamientos, el INACAL no solo garantiza que el cemento cumpla con los estándares mínimos de calidad, sino que también ofrece una base técnica sólida para que ingenieros, constructores y fabricantes trabajen con mayor seguridad y confianza. Tener una norma clara facilita las labores de control de calidad, certificación de productos y seguimiento de procesos en campo, lo cual es clave en una industria tan exigente como la de la construcción.

Además, esta normativa impulsa mejoras en el propio sector cementero. Al establecer parámetros exigentes, motiva a las empresas a innovar y a ofrecer productos cada vez más eficientes, sostenibles y adaptados a las necesidades del mercado. Esto beneficia tanto a los fabricantes, que pueden competir con mejores estándares, como a los usuarios finales, que acceden a materiales confiables y de buen desempeño en sus proyectos.

La Tabla 3 presenta la existencia de variaciones notables entre las diferentes marcas disponibles en el mercado nacional; estas variaciones reflejan no solo el cumplimiento normativo mínimo, sino también las particularidades de los procesos de fabricación, el origen de las materias primas y el control de calidad de cada planta. En particular, se observan discrepancias en propiedades clave que influyen directamente en el desempeño del material en obra, el nivel de aire incorporado y el desarrollo de resistencia a largo plazo.

**Tabla 3.** Características físicas y mecánicas de las marcas de cemento Portland Tipo I [18].

Características físicas y mecánicas	Marcas de cemento Portland Tipo I				
	Sol	Andino	Inka	Pacasmayo	Quisqueya
Contenido de aire (%)	11,07	8,79	9,13	9,16	10,78
Finura (%)	96,36	96,49	97,21	72,84	91,90
Tiempo de fraguado (min)	195,00	215,00	195,00	190,00	210,00
Expansión curada en agua (%)	0,011	0,076	0,058	0,098	0,0116
Resistencia a la compresión (MPa) de 28 días	34,54	24,12	26,90	27,85	23,14

En cuanto a la finura del cemento, que afecta su reactividad y tiempo de fraguado, Inka muestra la mayor finura (97,21 %), lo que lo hace más reactivo, mientras que Pacasmayo, con una finura menor (72,84 %), podría presentar un fraguado más lento y una menor resistencia inicial [18]. Además, el tiempo de fraguado también varía significativamente entre marcas; Andino, con un fraguado más prolongado, es beneficioso en climas cálidos o en proyectos que requieren mayor tiempo de manejo.

Respecto a la expansión curada en agua, que mide la estabilidad dimensional, Pacasmayo presenta la mayor expansión (0,098 %), mientras que Sol y Quisqueya tienen los valores más bajos (0,011 % y 0,0116 %, respectivamente), lo que reduce el riesgo de deformaciones y los hace preferibles para estructuras que requieren alta estabilidad.

A los 28 días después de haberse moldeado y curado las probetas elaboradas con cada tipo de cemento, el cemento Sol presenta la mayor resistencia a la compresión con un valor de 34,54 MPa, clasificándolo como adecuado para estructuras que necesitan alta resistencia. Por otro lado, el cemento Quisqueya obtuvo una resistencia menor de 23,14 MPa, lo que podría ser más útil para construcciones con menores exigencias estructurales [19]. La resistencia a la compresión en cada caso se midió siguiendo normas técnicas, utilizando probetas de mortero previamente curadas en condiciones controladas de humedad y temperatura. Estas probetas fueron sometidas a carga en una prensa hidráulica hasta su ruptura, registrando la carga máxima soportada. Luego, se calculó la resistencia dividiendo esta carga entre el área de la sección transversal de la probeta, obteniendo así el valor en megapascales (MPa) [20].

Se observó que el cemento Portland Tipo I presenta diferencias según la marca, lo que les otorga características especiales para distintas aplicaciones y condiciones climáticas. Aunque cumplen con los estándares mínimos de calidad según la NTP 334.009, las variaciones que presentan permiten elegir la opción que mejor se adapte a las necesidades de cada proyecto, ayudando a garantizar que las edificaciones sean más duraderas y eficientes, ya que los ingenieros pueden seleccionar la marca de cemento más adecuada que ofrezca el mejor desempeño en cada tipo de construcción [19].

La Tabla 4 muestra una comparativa donde se expone el rendimiento técnico de cinco marcas de cemento Tipo I, centrándose principalmente en su resistencia a los 28 días y en una propiedad destacada que influye directamente en su desempeño en obra. Aunque todas las marcas cumplen con los requisitos mínimos establecidos por la normativa, existen diferencias importantes que pueden influir en su elección según las necesidades del proyecto.

Por ejemplo, la marca Sol sobresale al alcanzar la mayor resistencia a los 28 días (34,54 MPa), lo que la convierte en una opción confiable para estructuras sometidas a cargas elevadas o ubicadas en entornos exigentes. En contraste, Pacasmayo destaca por su tiempo de fraguado inicial más corto (119,75 minutos), siendo ideal para obras que requieren un avance rápido o se ejecutan en climas fríos. Quisqueya, si bien mantiene valores dentro del rango aceptable, muestra una resistencia final más baja, por lo que su uso sería más adecuado en construcciones de menor exigencia estructural.

Además, otras propiedades técnicas también influyen en el rendimiento general del concreto. En el caso de Inka, su alta finura (97,21 %) favorece una mejor hidratación y, por ende, una mayor durabilidad, lo que es especialmente útil en zonas húmedas o con ambientes agresivos. Por su parte, Andino, al presentar un menor contenido de aire

**Tabla 4.** Comparación de la resistencia a la compresión a 28 días entre marcas de cemento Portland Tipo I [18].

Marca	28 días (MPa)	Análisis 28 días	Valor más resaltante	Dato específico / Análisis técnico detallado
Quisqueya	23,14	Resistencia final baja, pero en el rango apto	Resistencia a 3 días	20,27 MPa. Supera el mínimo requerido (12 MPa); su bajo crecimiento posterior limita su uso estructural.
Pacasmayo	27,85	Resistencia aceptable para uso estructural general	Fraguado inicial más rápido	119,75 min. Reduce tiempos; ideal en climas fríos o plazos cortos.
Sol	34,54	Mayor resistencia final; ideal para estructuras exigentes o expuestas	Mayor resistencia a 28 días	34,54 MPa. Alta capacidad estructural y durabilidad.
Andino	24,12	Resistencia final moderada; apto para estructuras simples	Menor contenido de aire	8,79%. Mejor compactidad y acabado superficial.
Inka	26,90	Resistencia final adecuada; apto para estructuras no críticas o ambientes agresivos	Mayor finura del cemento	97,21%. Mayor hidratación y durabilidad; recomendable en ambientes húmedos/agresivos.

(8,79 %), ofrece una mezcla más compacta y con mejor acabado superficial, lo cual es ventajoso en elementos prefabricados o visibles.

## CONCLUSIONES

Las cinco marcas de cemento Tipo I analizadas cumplen con los requisitos mínimos establecidos por la NTP 334.009; sin embargo, al observar sus resultados más a fondo, es evidente que no todas se comportan igual. La resistencia a la compresión a 28 días fue uno de los indicadores más relevantes en esta comparación. En este aspecto, la marca Sol mostró el mejor desempeño (34,54 MPa), lo que la convierte en una excelente alternativa para estructuras sometidas a grandes cargas o ubicadas en entornos exigentes. En cambio, Quisqueya, aunque dentro del rango permitido, alcanzó una resistencia menor (23,14 MPa), por lo que su uso se sugiere para obras con menor demanda estructural.

Cada marca presenta una característica que la hace más adecuada para ciertos contextos. Pacasmayo, por ejemplo, tuvo el fraguado inicial más rápido (119,75 minutos), una ventaja clara en obras con cronogramas ajustados o en zonas frías. Inka, con su elevada finura (97,21 %), favorece una mejor hidratación del cemento, lo cual se traduce en una resistencia más estable y mayor durabilidad, especialmente útil en ambientes húmedos o agresivos. Por su parte, Andino, al tener el menor contenido de aire (8,79 %), ofrece

un concreto más compacto y con mejor acabado, ideal para elementos prefabricados o decorativos.

En definitiva, si bien todas las marcas cumplen técnicamente, cada una responde de manera distinta según las condiciones del proyecto. Por eso, elegir el cemento más adecuado no debe basarse solo en que “cumple la norma”, sino en identificar qué propiedad es más relevante según el tipo de obra, su entorno y el ritmo de construcción. Esta elección bien fundamentada se traduce en estructuras más duraderas, procesos más eficientes y una mayor seguridad en el desempeño del concreto.

## REFERENCIAS

- [1] B. Mobasher, “Concrete construction industry-cement based materials and civil infrastructure,” in *Proc. CBM-CI Int. Workshop*, 2007, pp. 73–90.
- [2] M. Orozco, Y. Ávila, S. Restrepo, and A. Parody, “Factores influyentes en la calidad del concreto: una encuesta a actores relevantes en la industria del concreto,” *Revista Ingeniería de Construcción*, vol. 33, no. 2, pp. 161–172, 2018.
- [3] P. Mora, E. Gil, L. Sánchez, and B. Llamas, “Evolución de factores de emisión como herramienta para la mejora ambiental. estudio de caso del sector cementero español,” *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, vol. 37, no. 1, p. 53991, 2021.
- [4] M. Zajac, J. Skocek, M. Ben, and J. Deja, “CO<sub>2</sub> mineralization methods in cement and concrete industry,” *Energies*, vol. 15, no. 10, p. 3597, 2022.
- [5] R. Arrarte, “¿es competitiva la industria cementera peruana?” *Revista de la Facultad de Ciencias Contables UNMSM*, vol. 20, no. 37, pp. 106–122, 2012.
- [6] J. C. Yam, R. Solis, and E. Moreno, “Influencia de los agregados pétreos en las características del concreto,” *Ingeniería*, vol. 7, no. 2, pp. 39–46, 2003.
- [7] M. Sanjuán and S. Chinchón, “Tipos de cemento. normalización y regulación,” in *Introducción a la Fabricación y Normalización del Cemento Portland*, 1st ed. San Vicente del Raspeig: Publicaciones de la Universidad de Alicante, 2014, pp. 116–181.
- [8] H. Panta, “Revisión sistemática de la literatura sobre la mejora de las propiedades físico-mecánicas del concreto con la adición de ceniza de cascarilla de arroz,” *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, vol. 5, no. 3, pp. 2055–2062, 2024.
- [9] C. Morales, K. Delgado, and M. Chevez, “Materiales alternativos para obras civiles: artículo de revisión bibliográfica,” *COGNIS: Revista Científica de Saberes y Transdisciplinariedad*, vol. 1, no. 2, pp. 9–15, 2022.
- [10] A. Jhatial, W. Goh, S. Sohu, S. Mangi, and A. Mastoi, “Preliminary investigation of thermal behavior of lightweight foamed concrete incorporating palm oil fuel ash and eggshell powder,” *Periodica Polytechnica Civil Engineering*, vol. 65, no. 1, pp. 168–180, 2021.
- [11] C. Ramos, “La investigación básica como línea propuesta de investigación en psicología,” *Revista de Investigación Psicológica*, vol. 30, pp. 151–161, 2023.

- [12] M. Ceroni, "Investigación básica, aplicada o simplemente investigación?" *Revista de la Sociedad Química del Perú*, vol. 76, no. 1, pp. 5–6, 2010.
- [13] A. Cvetkovic, J. Maguiña, A. Soto, and J. L. Correa, "Estudios transversales," *Rev. Fac. Med. Hum.*, vol. 21, no. 1, pp. 164–170, 2021.
- [14] C. Vivar, A. McQueen, D. Whyte, and N. Canga, "Cómo empezar en la investigación cualitativa: elaborando una propuesta de investigación," *Index de Enfermería*, vol. 22, no. 4, pp. 222–227, 2013.
- [15] S. Hernández and D. Duana, "Técnicas e instrumentos de recolección de datos," *Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA*, vol. 9, no. 17, pp. 51–53, 2020.
- [16] Ministerio de la Producción, *Decreto Supremo que aprueba el Reglamento Técnico sobre Cemento Hidráulico destinado a la Edificación y Construcción en General (DS N° 001-2022-PRODUCE)*, El Peruano, Std., 2024.
- [17] Instituto Nacional de Calidad (INACAL), *NTP 334.009:2020 Cementos. Cementos Portland. Requisitos*, Std., 2020.
- [18] V. Guevara and M. Tantarico, "Evaluación comparativa de las características físico-mecánicas de las diferentes marcas de cemento portland tipo i, comercializadas en el norte y centro del Perú (2018)," 2019.
- [19] R. Gámez and J. Gutiérrez, "Estudio comparativo del concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  de cinco cementos portland tipo i comerciales en la ciudad de Trujillo," 2020.
- [20] H. F. W. Taylor, *Cement Chemistry*, 2nd ed. Thomas Telford Publishing, 1997.

## AUTORES



Ccori Siello Vega Neyra, es ingeniera civil de la Universidad Nacional de Barranca, con grado de maestra en gestión pública, investigadora RENACYT N° P0235427, actualmente viene estudiando los residuos de construcción y su aplicación en unidades de albañilería..



Sleyther Arturo De La Cruz Vega, es ingeniero civil, maestro en ecología y gestión ambiental, doctor en ingeniería civil, reconocido como investigador RENACYT N° P0101352, es docente universitario, asesor de tesis y ponente internacional



Cristian Milton Mendoza Flores, es ingeniero civil, físico, maestro en ecología y gestión ambiental, es docente universitario, asesor de tesis, Jefe del Laboratorio de Hidráulica.



Juana Maribel Lavado Enriquez, es ingeniera civil, maestra en ingeniería civil con mención en geotecnia, doctora en gestión pública y gobernabilidad, maestra en investigación y docencia universitaria (en proceso de inscripción en Sunedu), maestra en gestión educativa, es docente universitario, asesora de tesis.



Doris Lina Huamán Baldeon, es ingeniera civil, maestra en ingeniería civil con mención en dirección de empresas de la construcción, es docente universitario, asesora de tesis y tiene amplia experiencia en el sector construcción.