



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Influencia del caolín en las propiedades mecánicas del concreto

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:
Bachiller en Ingeniería Civil

AUTORES:

Santana Zevallos, Uriel (orcid.org/0000-0002-1019-174x)

Varillas Neyra, Darwin Stalyn (orcid.org/0000-0001-9768-5816)

ASESOR:

Dr. Choque Flores, Leopoldo (orcid.org/0000-000-0914-7159)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA – PERÚ

2024

DEDICATORIA

Dedico mi investigación a mi madre Griselda, mi esposa Ada, mi hermana sarely las cuales me apoyaron siempre en el transcurso de mis estudios universitarios, así como también la dedico a mis hijas Ayllin y Cazzia las cuales me impulsan a seguir adelante para así poder brindarles mejores oportunidades a futuro.

Atte: Varillas Neyra Darwin Stalyn

Dedico esta investigación a mi familia por estar siempre presente en cada uno de los acontecimientos suscitados en el transcurso de mi carrera universitaria.

Atte: Santana Zevallos Uriel

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradecemos a dios por permitirnos tener salud y vida para poder cumplir con nuestras metas y objetivos.

En segundo lugar, agradecemos a nuestros familiares que estuvieron a nuestro lado apoyándonos ya sea de manera moral o económica también agradecemos a la universidad César Vallejo por brindarnos oportunidades para poder cumplir nuestra meta de convertirse en ingenieros civiles de profesión, por otro lado, agradecemos a los profesores que participaron en nuestra formación siendo asertivos en los conocimientos o estrategias brindadas para el correcto desempeño de nuestra carrera en el mundo laboral o empresarial.

Y por último el agradecimiento también va para nosotros ya que a pesar de las adversidades que se nos hayan presentado hemos seguido adelante para así poder cumplir con nuestra meta.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CHOQUE FLORES LEOPOLDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, asesor de Trabajo de Investigación titulado: "Influencia del caolín en las propiedades mecánicas del concreto", cuyos autores son VARILLAS NEYRA DARWIN STALYN, SANTANA ZEVALLOS URIEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender el Trabajo de Investigación cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

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 vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 20 de Julio del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CHOQUE FLORES LEOPOLDO DNI: 42289035 ORCID: 0000-0003-0914-7159	Firmado electrónicamente por: LCHOQUEF el 20-07- 2024 14:54:36

Código documento Trilce: TRI - 0825319



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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, VARILLAS NEYRA DARWIN STALYN, SANTANA ZEVALLOS URIEL estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ATE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan el Trabajo de Investigación titulado: "Influencia del caolín en las propiedades mecánicas del concreto", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que el Trabajo de Investigación:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado, ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
DARWIN STALYN VARILLAS NEYRA DNI: 75321613 ORCID: 0000-0001-9768-5816	Firmado electrónicamente por: DVARILLASN el 20- 072024 15:19:48
URIEL SANTANA ZEVALLOS DNI: 72430587 ORCID: 0000-0002-1019-174x	Firmado electrónicamente por: USANTANAZ el 20- 072024 15:24:55

Código documento Trilce: TRI - 0825321

Índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Declaratoria de autenticidad del asesor.....	iv
Declaratoria de originalidad del autor(es).....	v
Índice de contenidos.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. METODOLOGÍA	4
III. RESULTADOS.....	8
IV. CONCLUSIONES.....	19
REFERENCIAS.....	20
ANEXOS.....	25

RESUMEN

Contexto: el concreto es uno de los materiales de construcción más empleados en el mundo debido a esto el principal reto de las industrias es realizar diferentes estudios científicos para encontrar nuevos componentes o materiales que pueden contribuir en las mejoras de las propiedades mecánicas del concreto para así poder construir edificaciones con mayor tiempo de vida útil, la preocupación de obtener resultados positivos en nuevos componentes para la elaboración del concreto no solo se genera en nuestro país sino que también es un asunto a nivel mundial, uno de los materiales que ha captado mayor interés en el ámbito científico son las arcillas (caolín) generando grandes expectativas por el aporte que le brinda al concreto.

Método: enfocándonos en la necesidad que existe se realizó una exhaustiva búsqueda de documentos científicos que estén enfocados en el caolín como material adicionado en la fabricación de concreto, el caolín como material de reemplazo de uno de los componentes del concreto o que dichos documentos estén relacionados el tema que se investiga la cual fue extraída de fuentes indexadas y confiables las cuales fueron buscadas por un rango de publicación de los últimos 5 años encontrando una cantidad reducida de evidencias científicas debido a esto se tuvo que considerar con unos años más de antigüedad para contar con la cantidad necesaria de documentación para que esta investigación literaria tenga un amplio respaldo científico, las palabras claves para la búsqueda fueron: caolín adicionado al concreto, arcillas adicionadas al hormigón.

Resultados: las propiedades físico- mecánicas del concreto convencional $f'c=210$ kg/cm² están perdiendo importancia ya que no cuenta con características que enfrenten las necesidades que se presentan actualmente como el tiempo de su vida útil, la poca resistencia a los ácidos, su baja flexibilidad, la resistencia de carga a diseño, por esta razón existen ya concretos elaborados con adición de arcillas (caolín) en su composición la cual le brinda un aumento de resistencia que a los 7 días ya cuenta con una resistencia mayor e igual a la del concreto común, así como también disminuye la permeabilidad brindando mayor tiempo de vida útil a la estructura.

Conclusiones: basándonos en la información adquirida la cual estuvo compuesta por 30 investigaciones podemos concluir que el uso de arcillas (caolín) el concreto es viable gracias a que incrementa positivamente las propiedades físico-mecánicas del concreto.

Palabras clave: Caolín, propiedades mecánicas, concreto.

Abstract

Context: Concrete is one of the most widely used construction materials in the world. Because of this, the main challenge for industries is to conduct various scientific studies to find new components or materials that can contribute to improving the mechanical properties of concrete, thus enabling the construction of buildings with a longer lifespan. The concern to obtain positive results in new components for concrete production is not only generated in our country, but it is also a global issue. One of the materials that has attracted the most interest in the scientific field is clay (kaolin), generating great expectations for the contribution it provides to concrete.

Method: Focusing on the existing need, an exhaustive search was carried out for scientific documents that are focused on kaolin as an added material in the manufacture of concrete, kaolin as a replacement material for one of the components of concrete or that these documents are related to the topic under investigation, which was extracted from indexed and reliable sources which were searched for a publication range of the last 5 years. Finding a small amount of scientific evidence due to this, it had to be considered a few years older to have the necessary amount of documentation for this literary research to have a broad scientific backing, the keywords for the search were: kaolin added to concrete, clays added to concrete.

Results: The physical-mechanical properties of conventional concrete $f'c=210$ kg/cm² are losing importance since it does not have characteristics that face the needs that are currently presented, such as the time of its useful life, its low resistance to acids, its low flexibility, the resistance of load to design, For this reason, there are already concretes made with the addition of clays (kaolin) in their composition, which provides an increase in resistance that after 7 days already has a greater resistance equal to that of common concrete, as well as decreases permeability, providing a longer useful life time to the structure.

Conclusions: Based on the information acquired, which was composed of 30 investigations, we can conclude that the use of clays (kaolin) concrete is viable thanks to the fact that it positively increases the physical-mechanical properties of concrete.

Keywords: Kaolin, physical - mechanical, concrete.

I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años en el Perú el concreto viene a ser el material más empleado en el mundo de la construcción este es empleado no solo para la construcción de edificios, sino que también se emplea en construcción de carreteras, presas y entre otras obras de arte o decorativas gracias a la ventaja de ser moldeable. Los componentes de este material son la arena gruesa, Piedra chancada, agua y cemento siendo estos los componentes primordiales para elaborar un concreto, con respecto a las cantidades a emplear serian de acuerdo a las características del concreto que se requiera por ello es que para cada tipo de concreto que se desee realizar se realiza una correcta dosificación para poder llegar a las características requeridas de esto depende la subida del costo de producción, por ende es que hoy en día los investigadores vienen realizando una exhaustiva investigación al concreto con el fin de aumentar los beneficios que brinda el concreto adicionando nuevas materias o componentes ya sean que se encuentren de forma natural o procesados con el fin de realizar mejoras significativas.

La finalidad por la cual los investigadores están abocados en buscar productos que puedan sustituir a los materiales base del concreto no solo es para mejorar las propiedades de este mismo, sino que también es para reducir el costo en la producción de concretos con características o necesidades específicas que se puedan requerir en cualquier parte del país o del mundo para así poder disminuir el costo del m³ del concreto brindando también un aporte en el ámbito social de tal forma que sea un material de menor costo para los usuarios.

El hormigón o concreto en los últimos años fue convirtiéndose en el material más utilizado del mundo dicha atribución solo ha podido ser superada por el agua, la cual es un componente importante para su fabricación. El concreto al ser uno de los productos más consumidos en el mundo ha provocado también una serie de preocupaciones surgiendo preguntas de cómo se podría mejorar sus propiedades físico- mecánicas ya que siempre el problema más concurrente viene a ser el grave deterioro generando menor periodo de vida por la exposición al agua, así como también surge la necesidad de mejorar la resistencia de un concreto común 210kg/cm² empleando o adicionando algún material que al integrarlo a la mezcla común del concreto genere significantes beneficios sin que este sea de alto costo

para su producción.

Por estas circunstancias es que uno de los materiales que está agarrando mayor fuerza y posicionándose como uno de los materiales más recomendados para su uso en la adición al concreto para generar mejoras significativas es la arcilla (caolín) como adición puzolanica en el concreto al adicionar este material no solo se está pensando en las mejoras del concreto, sino que también es una de las opciones que mejor se adecuan al medio ambiente ya que ayuda a reducir las emisiones de dióxido de carbono.

En el Perú existen yacimientos de caolín, que es un tipo de arcilla blanca utilizada principalmente en la fabricación de cerámica, papel, productos farmacéuticos, cosméticos y otros productos industriales. Sin embargo, la explotación de caolín en Perú es relativamente pequeña en comparación con otros minerales como el cobre, el oro, la plata y el zinc, que son los principales productos de la industria minera peruana.

Aunque la industria minera en Perú es muy desarrollada y diversificada, la producción de caolín no ha alcanzado los niveles de producción de otros minerales debido a factores como la demanda global.

Esto es generado a causa de la desinformación que existe por parte de los usuarios o consumidores de concreto, así como también por los profesionales que no les brindan opciones para la producción del concreto que su cliente lo requiera y optan por lo tradicional dejando de lado los nuevos aportes que se le está haciendo al concreto en las distintas investigaciones científicas las cuales arrojan muy buenos resultados como por ejemplo la empleabilidad del caolín en el concreto en esta investigación se demuestra que es viable su uso para incrementar sus propiedades de un concreto común como lo es el concreto 210Kg/cm² comprobando que al emplear el caolín pues se estaría generando con mayor certeza que este material que se produzca superara la resistencia del común que se obtiene normalmente.

En los departamentos, provincias y ciudades del Perú el concreto que comúnmente se emplea es el $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, este mismo está generando grandes preocupaciones ante los problemas que se le vienen presentando, existen materiales nuevos como las arcillas (caolín) que se le vienen a adicionando a este concreto y lo que genera la desconfianza de la empleabilidad de estos materiales en el concreto es la gran brecha de desinformación que existe

en la sociedad con respecto a nuevas alternativas para mejorar las propiedades físico- mecánicas del concreto.

Es por ello para este artículo de revisión literaria se plantea *un objetivo general* el cual es: *Determinar la influencia de la adición del caolín en el mejoramiento de las propiedades mecánicas del concreto.* El cual cuenta con 3 objetivos específicos los cuales están planteados de la siguiente manera. *objetivo específico 1: Determinar el impacto que genera en la adición de caolín en la resistencia del concreto. objetivo específico 2: Analizar el comportamiento de la permeabilidad al adicionar caolín en el concreto. objetivo específico 3: Determinar la influencia de la adición caolín en la trabajabilidad del concreto.*

II. METODOLOGÍA

Este documento de revisión literaria está basado principalmente en fuentes que fueron documentadas ya que está compuesta de diferentes artículos de investigación los cuales han pasado una revisión minuciosa por expertos los cuales están indexados a revistas prestigiosas, esto es con el fin de brindar confiabilidad y credibilidad a la investigación respaldada por investigaciones pasadas con el fin de resolver las interrogantes planteadas en este artículo de revisión literaria.

Las revistas en las que ha realizado la consulta de artículos parecidos o que se asemejan al título que se plantea en esta investigación fueron buscados en las revistas como Web of science, Science Direct, Scopus, scielo entre otras con la finalidad de encontrar registros de investigaciones con 5 años de antigüedad, al realizar esta exhaustiva búsqueda pudimos ver que la cantidad de investigaciones con este periodo de antigüedad eran escasas así que se tuvo que también considerar investigaciones con unos años más de antigüedad con la finalidad que se disponga con mayor cantidad posible de investigaciones las cuales reflejen las mejoras científicas relacionadas a este tema.

Para la adecuada búsqueda de artículos científicos se realizó empleando la palabra clave de esta investigación la cual fue redactada en el buscados de las revistas mencionadas traducida al inglés ya estas revistas son internacionales y su información se encuentra en inglés, la palabra clave en esta investigación en inglés es Kaolin (caolín).

Los artículos que se emplearon fueron encontrados con palabras claves las cuales fueron traducidas a las ingles *Kaolin in the concrete* (Caolín en el hormigón) y *Calcined clays* (Arcillas calcinadas) los resultados obtenidos fueron en las revistas Science Direct, Scielo.cl, Researchgate encontrando las cantidades mostradas en la tabla I:

Tabla I: Artículos encontrados con palabras claves en revistas.

PALABRAS CLAVE:	Science Direct	Scielo.cl	RESEARCHGATE
Kaolin in the concrete	1,491	8	53
Calcined clays	20,663	45	186

Tabla II: Búsqueda de artículos con filtros para “ *Kaolin in the concrete*”

BASE DE DATOS	RESULTADOS DE BUSQUEDA	FILTROS APLICADOS		N° DE RESULTADOS OBTENIDOS	N° DE ARTICULOS ELEGIDOS
		AÑO	CIENCIA		
SCIENCE DIRECT	2,491	2019 - 2023	“Ingeniería” “Ciencia de los materiales” “Ciencia medioambiental”	1,491	12
SCIELO.CL	19	2019 - 2023	“Ciencia de los materiales” “Tecnología de construcción” “Ciencias ambientales ecologicas”	8	2
RESEARCHGATE	60	2019 - 2023	“Ciencia de los materiales” “Tecnología de construccion”	53	6

Tabla III: Búsqueda de artículos con filtros para “*Calcined clays*”

BASE DE DATOS	RESULTADOS DE BÚSQUEDA	FILTROS APLICADOS		N° DE RESULTADOS OBTENIDOS	N° DE ARTÍCULOS ELEGIDOS
		AÑO	CIENCIA		
SCIENCE DIRECT	21,017	2019 - 2023	“Ingeniería” “Ciencia de los materiales” “Ciencia medioambiental”	20,663	6
SCIELO.CL	157	2019-2023	“ciencia de los materiales” “Tecnología de construcción” “Ciencias Ambientales Ecológicas”	45	1
RESEARCHGATE	233	2019-2023	Ciencia de los materiales” “Tecnología de construcción”	186	3

Los artículos obtenidos con la búsqueda realizada se seleccionaron a partir de un esquema informativo el cual está relacionado al tema que se investiga, para la selección de evidencia bibliográfica que tomaron criterios de selección en la información para así obtener lo más relevante, importante y conveniente dichos criterios se muestran en la tabla II y III, se tomó la decisión que los artículos empleados para esta investigación sean netamente relacionados al tema.

La cantidad total empleada en este artículo de investigación literaria fueron 30 investigaciones científicas obtenidas de tres revistas importantes como se muestra en la tabla IV, gracias a la información obtenida con la base de datos pudimos resolver los objetivos de esta investigación.

Tabla IV: Base de datos de artículos empleados en esta investigación literaria

BASE DE DATOS	AÑO DE PUBLICACION					TOTAL
	< 2019	2020	2021	2022	2023 - 2024	
SCIENCE DIRECT	5	2	1	3	7	18
SCIELO.CL	1	1	0	1	0	3
RESEARCHGATE	6	0	3	0	0	9
TOTAL	12	3	4	4	7	30

III. RESULTADOS

Yuping y Xiang (2023) en su artículo "*Study on the efflorescence behavior of concrete by adding metakaolin*", mencionan que Las perspectivas futuras indican que el hormigón seguirá siendo uno de los productos industriales más consumidos a nivel mundial. Esto se debe a varios factores, incluido el continuo crecimiento de la población mundial y la urbanización, que generan una demanda constante de nuevas construcciones y proyectos de infraestructura. Además, el desarrollo económico y la expansión de las ciudades en países en desarrollo también contribuyen a un aumento en el uso de hormigón. En este caso Para muestras de concreto con 20% de sustitución de metacaolín, el área de eflorescencia disminuyó de 60.16% a 30.27%, En las muestras con una tasa de sustitución de metacaolín del 15%, las concentraciones de hidróxido de calcio y carbonato de calcio disminuyeron, La incorporación de metacaolín también mejoró la estructura porosa del hormigón, elevando la proporción de meso poros en un 57,6%.

Toledo (2021) en su investigación "*Análisis comparativo de adobe modificado con caolín y adobe tradicional en el distrito de Pisuquia, Amazonas*" menciona que Uno de los materiales más empleados en las provincias o caseríos es el adobe el cual se ha buscado una forma de mejorar sus propiedades físico- mecánicas con el fin de brindar mejores beneficios a los pobladores y una de las opciones fue incluir en su composición el caolín el cual se convertiría en un material adecuado para brindarle mejoras al abobe, pero siempre y cuando se emplee las cantidades correctas. En la muestra patrón se obtuvo 16.8. Con respecto a la adición de caolín en 15 %, 20% y 25% se tuvo una resistencia a la compresión de 27.1 en 15%, 19.5 en 20% y 13.6 en 25% por otro lado se tuvo una absorción de 17.2 en el tradicional y con respecto a la adición del caolín se obtuvo 15.0 en 15%,14.0 en 20% y 11.0 en 25%.

Obregón y Osorio (2022) en su artículo "*Influence of Expanded Clay on Design of High Performance Lightweight Concrete Mix in Lircay Angaraes-Huancavelica District*" mencionan que En la actualidad se están estudiando una serie de nuevos materiales los cuales se agregan al concreto con la finalidad de encontrar mejoras significativas para el concreto tanto en el aspecto físico como mecánico y una de las opciones es la arcilla o caolín ya que esta permitiría modificar la resistencia del concreto común. En este artículo Se obtuvo como resultado que al incluir arcilla a la mezcla del concreto en un 5%, 10%,15%, 20% y 25% no influye significativamente en la resistencia del concreto del concreto liviano de alto rendimiento.

Torres y Puertas (2007) en su artículo *“Effect of kaolin treatment temperature on mortar chloride permeability”* mencionan que el caolín mejora las propiedades físico químicas de los morteros brindándoles durabilidad y menor absorción capilar, por lo tanto, una de las mejores opciones para brindarle durabilidad al concreto es disminuir la permeabilidad de este mismo es ahí donde obtiene importancia el caolín ya que este cumple la función de ocupar los vacíos que mantiene el concreto en su estructura. Al reemplazar al cemento en un 10% y en un 20% con relación a su peso y evaluar la permeabilidad de cloruros con la absorción capilar y permeabilidad de demostró que en las muestras adicionadas con un 20% de caolín presentan un mejor resultado en sus propiedades de deterioro.

Chavarría y Chabbarri (2021) *“Fired clay as a fine aggregate to improve the mechanical properties of structural concrete”* El reemplazo del agregado fino es algo usual que se realiza, existen diferentes materiales los cuales se emplean, pero según esta investigación la arcilla sería la más adecuada ya que brinda una mejora considerable en sus propiedades físico – mecánicas. Al reemplazar el agregado fino en un 15%, 20% y 25% brinda mejoras en la resistencia a flexión, pero en el porcentaje en la que mejor resultados se obtuvo fue en el reemplazo del 25% la cual fue de 1.5% por encima de la muestra patrón,

Torres (2023) en su investigación *“Caracterización mecánica y durabilidad de cementos sostenibles con adición de caliza, arcilla calcinada y metacaolín”* Esta investigación deja en evidencia que las arcillas brindan un buen aporte para el mortero o concreto brindando un bajo nivel de permeabilidad en estos mismos permitiendo hacerle frente al problema más común en el concreto que es la infiltración de agua causando grandes deterioros en su estructura. En esta investigación Al reemplazar el cemento por un 20%, 25% y 30% se logra reducir de una manera significativa la permeabilidad del concreto, así como también se pudo ver que en un 30% de sustitución hubo menor permeabilidad y se obtuvo mejor resistencia a flexión.

Castillo y Días (2011) en su artículo *“Estudio de la adición de arcillas en la durabilidad de hormigones”* señalan que, las arcillas al ser empleadas en los concretos confieren un mejoramiento en la durabilidad ya que nos brinda niveles de permeabilidad bajas en comparación a los concretos convencionales eso genera que el concreto que se elabore con la adición de arcillas (caolín) serán duraderos debido a la reducción de la permeabilidad. Al realizar la sustitución del cemento convencional en un 30% del peso del cemento se obtiene muy buena resistencia a la permeabilidad reduciendo hasta en un 20% de permeabilidad en base al cemento portland puro.

Moreno y Ospina (2019) en su artículo *“Resistencia de concreto con agregado de bloque de arcilla triturado como reemplazo del agregado grueso”* mencionan que Las arcillas vienen siendo empleadas en el concreto ya sea en el modo natural o reciclado ya que estas aportan diferentes mejoras para el concreto siendo mejor opción la fabricación de concreto con adición de arcillas en comparación con el concreto tradicional, en esta investigación Al realizar la sustitución del agregado grueso por bloques de arcilla triturado se evidencio mejoras significativas en la resistencia del concreto pero sin mejoras significativas en su resistencia a la permeabilidad.

Acosta (2018) en su investigación *“Influencia del caolín como reemplazo parcial del cemento en la resistencia a compresión axial del concreto de $f'c = 210\text{Kg/cm}^2$ ”* menciona que El caolín es una arcilla blanca la cual viene siendo considerada como un producto viable que se puede emplear y ser considerado como uno de los componentes de este mismo ya que en este estudio se demuestra que tiene mejores beneficios que el cemento puro. En base a los resultados obtenidos al reemplazar un 5%, 10% y 15% de caolín por cemento se pudo ver que la resistencia del concreto se alteró favorablemente con respecto a la muestra patrón.

Vasques (2021) en su investigación *“Evaluación de la fenomenología que determina la susceptibilidad de arcillas de bajo grado para ser activadas como material cementante suplementario”* menciona que La arcilla viene a ser uno de los materiales más abundantes en la naturaleza ya que cualquier roca aparte de su composición al final terminaría siendo arcilla , esto quiere decir que al convertirse en un material importante para la fabricación de concretos se podría decir que este sería fácil de extraer y emplear tanto de manera natural o procesado, en esta investigación todos los morteros en los que se emplea la arcilla como un material cementante contienen muy buenas ventajas tanto en los aspectos físicos y mecánicos mejorando su resistencia y permeabilidad de los morteros.

Torres y Mejía (2007) en su artículo *“Influencia de la composición mineralógica de los caolines sobre el desempeño de morteros adicionados con mk”* mencionan que Los caolines viene a ser rocas las culés estarían fundamentalmente conformadas por minerales del conjunto del caolín los cuales pueden ser acompañados por materiales u otros materiales pesados, en algunas ocasiones este material deberá ser procesado con la finalidad de obtener mayor blancura, así como también queresas, para esta investigación En los morteros colocados el 10% y 20% de caolín con respecto a la cantidad del cemento en los resultados obtenidos con respecto a las propiedades mecánicas y la durabilidad fueron mínimas en comparación al concreto patrón.

Peña (2023) en su investigación *“Evaluación de las propiedades de permeabilidad al aire y durabilidad de concretos adicionados con caliza y arcillas calcinadas”* menciona que, las arcillas (meta caolín) en el momento en que se adicionan a concretos y morteros brindan una mejora sustancial en el desempeño mecánico y de durabilidad, esto quiere decir que el caolín es una muy buena alternativa para incluir como un componente del concreto, en esta investigación Según los resultados de esta investigación se concluye que la adición de arcillas (caolín) en le concreto brindan mejoras en las propiedades mecánicas y de durabilidad al sustituir el cemento en un margen de un 40% a 60%.

Montenegro (2020) en su investigación *“Evaluación de residuos cerámicos y arcillas expandidas como agregados ligeros para curado interno del concreto”* menciona que Una de las mejores opciones para realizar mejoras en el concreto la más apropiada es la arcilla ya sean procesadas o en forma natural estas se pueden emplear en porcentajes exactos para alterar ya sea una o diferentes propiedades del concreto porque esta brinda beneficios de acuerdo a las cantidades que se le agregan al concreto en esta investigación Los resultados de resistencia a la compresión de los concretos con agregados ligeros, presentaron un comportamiento similar a la muestra patrón. Esto significa que el curado interno dejó mejor conectada la matriz, debido que los agregados al ser materiales con gran cantidad de poros, la resistencia a la compresión de estos es menor que los agregados de peso común.

Martines (2019) en su investigación *“Resistencia en concreto sistematizado con sustitución del 30% 40% y el 50% de arcilla/cemento de cusca – de la Provincia de Corongo – Ancash”* menciona que, para brindarle mejores benéficos al concreto con la adición del caolín en sus componentes se debe determinar el porcentaje adecuado de caolín y ver que material es el más recomendable para reemplazar y así no poder

generar resultados contrarios a los esperados. En esta investigación al sustituir el cemento en un 30%, 40% y un 50% los resultados no fueron favorables en el sayo de compresión arrojando valores por debajo de la resistencia del concreto patrón.

Arruda y Barata (2021) en su artículo *“Cimento de baixo impacto ambiental a partir dos resíduos caulínicos da Amazônia”* mencionan que Desde la antigüedad las arcillas siempre han estado presentes en el mundo de la construcción convirtiéndose en un componente muy importante para el concreto, con el pasar de los años se dejó de emplear por lo que el cemento agarró mayor protagonismo, pero en la actualidad se está empezando a integrar las arcillas al concreto dejando en evidencia que al integrarlas le brindaría mejoras significativas al concreto. En esta investigación se concluye que los cementos que están compuestos por arcillas vienen a ser de bajo impacto ambiental ya que este emite menores porcentajes de gases al medio ambiente la cantidad de gases que este emita será de acuerdo a la cantidad de arcilla o caolín que este contenga.

Berriel y Domínguez (2016) en su artículo *“Assessing the environmental and economic potential of Limestone Calcined Clay Cement in Cuba”* mencionan que las arcillas vienen a ser un buen complemento para el concreto por lo tanto la arcilla (caolín) sería un material prometedor a futuro ya que este cumple con las funciones principales del cemento en la preparación del concreto, así como también brinda mejoras tanto en el aspecto mecánico como en su durabilidad Para este estudio se evaluó las ventajas tanto en el ámbito económico así como también ambiental y los resultados fueron que prometedores debido a que al emplear las arcillas como remplazo del cemento es una muy buena alternativa ya que de esa forma obtendríamos menores emisiones de gases.

Georges y Rossen (2012) en su artículo *“Cement substitution by a combination of metakaolin and limestone”* de acuerdo a lo mencionado por ellos podemos decir que la mejor opción para reemplazar el cemento es el metacaolín ya que este contaría con propiedades similares a las que cumple el cemento, la finalidad de empezar a buscar alternativas para sustituir el cemento es básicamente por el aspecto ambiental ya que en los componentes del concreto el que más emisión de gases genera es el cemento Los resultados arrojaron que al sustituir el cemento en un 45% por caolín estaríamos mejorando las propiedades mecánicas a los 7 y 28 días de curado del concreto

Sabir y salvaje (2001) en su artículo "Metakaolin and calcined clays as pozzolans for concrete: a review" mencionan que El metacaolín se produce mediante la calcinación de arcilla a altas temperaturas, lo que resulta en un material con propiedades puzolánicas mejoradas. Al incorporarse en morteros y hormigones, el metacaolín puede mejorar diversas características, como la resistencia mecánica, la durabilidad y la trabajabilidad del material. Además, su uso puede reducir la cantidad de cemento Portland necesaria, lo que a su vez disminuye las emisiones de dióxido de carbono asociadas con la producción de cemento. Los resultados arrojaron que, el hormigón modificado con metacaolín puede exhibir una mayor resistencia a la corrosión, la abrasión y otros procesos de deterioro causados por agentes agresivos como sulfatos, cloruros u ácidos. Este hallazgo respalda la eficacia del metacaolín como aditivo puzolánico en la mejora de la durabilidad y la vida útil de las estructuras de hormigón en entornos adversos.

Tironi y Trezza (2012) en su artículo "*Incorporation of Calcined Clays in Mortars: Porous Structure and Compressive Strength*" mencionan que Al agregar arcilla al mortero o concreto pueden conducir a una mayor resistencia a la compresión en los morteros que contienen arcilla calcinada con un mayor porcentaje de caolinita y cierto grado de desorden en su cristalinidad previo a la calcinación. Sin embargo, es importante tener en cuenta que otros factores, como la calidad del cemento, la relación agua-cemento, y las condiciones de curado, también pueden influir en la resistencia final del mortero. En esta investigación Los estudios han demostrado que los morteros que contienen arcilla calcinada (caolín) con un mayor porcentaje de caolinita y un cierto grado de desorden en su cristalinidad antes de la calcinación tienden a desarrollar una mayor resistencia a la compresión.

Chang y pang (2023) en su artículo "Preparation of amphoteric polycarboxylate superplasticizer at low temperature and its application in cement-calcined kaolin blended system" mencionan que. El caolín es una arcilla no expansible. Es un mineral de arcilla que se caracteriza por su estructura laminar y su composición química, que generalmente consiste principalmente en la mineral caolinita. La caolinita es un mineral de silicato de aluminio hidratado, y su estructura cristalina no tiende a expandirse o contraerse significativamente en respuesta a cambios en la humedad o la temperatura, a diferencia de algunas otras arcillas como la bentonita, que son expansibles. Los estudios realizados en esta investigación demostraron que el plastificante elaborado con caolín aumentan su resistencia a flexión y compresión de

los morteros en un 10% así como también tiene una pequeña mejora en la resistencia a la permeabilidad.

Zhou y Yutian (2023) en su artículo *“Effects of kaolin-modified superabsorbent polymers on mortar properties”* mencionan que, el hormigón es uno de los materiales de construcción más utilizados en todo el mundo. En las últimas décadas, se han realizado mejoras significativas en sus propiedades mecánicas, principalmente a través de la reducción de la relación agua-cemento y la incorporación de reductores de agua de alto rendimiento. En esta investigación, los morteros que incorporaban SAP modificados con caolín exhibieron resistencias a la flexión y a la compresión comparables a las del grupo de control en edades tempranas. Sin embargo, la resistencia disminuyó más tarde debido a la formación de poros por la liberación de agua de los polímeros súper absorbentes (SAP).

Malayaly y Venkatesh (2024) en su artículo *“Hybridization of concrete by the inclusions of kaolin, alumina and silica fume: Performance evaluation”* mencionan que, el hormigón es, sin duda, una de las principales materias primas en la construcción, y su versatilidad lo hace adecuado para una variedad de aplicaciones. Las industrias del hormigón tienen como objetivos principales optimizar el uso de materiales, mejorar la resistencia a la compresión y a la flexión del hormigón, por otro lado, reducir el uso de materiales es importante tanto desde una perspectiva económica como ambiental, ya que el hormigón es un material ampliamente utilizado y su producción puede tener un impacto significativo en los recursos naturales y en la huella de carbono. Por lo tanto, encontrar formas de reducir la cantidad de material necesario para lograr las mismas características estructurales es beneficioso en diferentes aspectos. Los estudios que se realizaron en esta investigación demostraron que al incluir estos materiales en el diseño de mezcla generan grandes beneficios como aumento en resistencia a compresión y flexión, así como también el hormigón se convierte en menos permeable brindando durabilidad en las estructuras.

Thwin y Eaindrar (2023) en su artículo *“Investigation on the strength behaviors of ordinary and Kaolin-modified concretes severely attacked by sulfuric acid”* mencionan que el hormigón, a pesar de ser un material resistente y ampliamente utilizado en la construcción, puede ser vulnerable a ciertos agentes corrosivos, como el ácido sulfúrico. El ácido sulfúrico es especialmente problemático debido a su capacidad para reaccionar con los componentes del hormigón, lo que puede provocar deterioro y daño estructural. Cuando el ácido sulfúrico entra en contacto con el hormigón, puede

desencadenar reacciones químicas que debilitan la matriz del material y corroen sus componentes. Esto puede resultar en la pérdida de resistencia, grietas, desintegración y otros tipos de deterioro en las estructuras de hormigón. Para mitigar los efectos del ataque del ácido sulfúrico, se pueden emplear diversas estrategias, como la selección de materiales resistentes a la corrosión, el uso de recubrimientos protectores, el diseño adecuado de las estructuras para minimizar la exposición al ácido y la aplicación de técnicas de mantenimiento preventivo y reparación cuando sea necesario. En este caso, la adición de caolín en diferentes proporciones (entre el 5 % y el 20 % de la masa de cemento) se utilizó para modificar las características del hormigón. El método de Volumen Absoluto es una técnica de diseño de mezclas de concreto que se basa en determinar las proporciones de los materiales (cemento, agregados, agua, aditivos, etc.) en función de su volumen absoluto en lugar de su masa. De acuerdo a los resultados obtenidos en este artículo el hormigón modificado con caolín al 10 % puede resistir mejor el ataque severo del ácido sulfúrico en comparación con el hormigón ordinario es un hallazgo significativo. Esto sugiere que la adición de caolín puede tener un efecto protector contra los efectos corrosivos del ácido sulfúrico en las estructuras de hormigón.

Mermerdas y Guneyisi (2023) en su artículo “*Effect of different types of calcined crude kaolins and high purity metakaolin on corrosion resistance of reinforcement in concretes: Experimental evaluation and analytical modeling*” mencionan que. El metacaolín, también conocido como caolín calcinado, es un aditivo relativamente nuevo en la tecnología del hormigón que ha ganado interés en los últimos años debido a sus propiedades puzolánicas y su contribución al rendimiento del hormigón. Como puzolana, el metacaolín tiene la capacidad de reaccionar con el hidróxido de calcio presente en el cemento Portland durante el proceso de hidratación, formando compuestos adicionales que mejoran las propiedades del hormigón. Estos compuestos adicionales, como el gel de sílice-calcio-hidróxido, pueden aumentar la resistencia, mejorar la durabilidad y reducir la porosidad del hormigón. el metacaolín ofrece varias ventajas. Por ejemplo, el metacaolín tiende a tener partículas más finas y una mayor reactividad, lo que puede conducir a una mayor mejora en las propiedades del hormigón. Además, el metacaolín puede ser más compatible con una variedad de tipos de cemento y puede tener un efecto menos pronunciado en la trabajabilidad del hormigón. Partiendo desde el punto de análisis de los resultados de este artículo de investigación podemos decir que la adición del caolín en proporciones

brinda mejoras en el concreto ya que las muestras a las que le agrego el caolín tuvieron aumentos significativos de la resistencia en comparación del concreto patrón. Vijayaraghavan y Jeebakkumar (2022) en su artículo *“Influence of kaolin and dolomite as filler on bond strength of polyurethane coated reinforcement concrete”* mencionan que el caolín como la dolomita son minerales que comúnmente se encuentran en forma de partículas finas. Esta característica los hace adecuados para una variedad de aplicaciones en la industria, incluyendo su uso como extensores y rellenos en diversas formulaciones. La plasticidad del caolín, es decir, su capacidad para ser moldeado o modelado, lo hace especialmente útil como extensor y relleno en productos como pinturas, recubrimientos, plásticos, cerámicas y productos de papel. Además, su naturaleza inerte y su estabilidad química en un amplio rango de pH lo convierten en un material versátil. En esta investigación se llegó a concluir que el caolín es un muy buen componente para adherir el material anticorrosivo en el metal ya que las maquetas producidas con adición de caolín tuvieron mejores resultados en comparación de la muestra patrón.

Bediako y Valentini (2022) en su artículo *“Strength performance and life cycle assessment of high-volume low-grade kaolin clay pozzolan concrete: A Ghanaian scenario”* mencionan que. Es comprensible que los constructores sean cautelosos al adoptar nuevas tecnologías o materiales en la industria del hormigón, especialmente cuando hay una falta de datos sobre las propiedades específicas del hormigón que contiene puzolana de gran volumen, como la arcilla calcinada local. A pesar de las grandes reservas disponibles de este material, la falta de información detallada esto puede generar incertidumbre y reticencia en su adopción. Para abordar esta situación, es importante fomentar la investigación y el desarrollo en torno al uso de puzolanas de arcilla, incluida la arcilla calcinada local, en la industria del hormigón. Los estudios que investiguen las propiedades físicas, mecánicas y químicas del hormigón modificado con este tipo de puzolana pueden proporcionar datos sólidos y confiables que respalden su uso en aplicaciones de construcción. Según los resultados obtenidos en esta investigación se resalta la importancia de considerar no solo las propiedades mecánicas y físicas del hormigón, sino también su impacto ambiental. La incorporación de puzolanas en el diseño de mezclas de hormigón puede ofrecer una forma efectiva de reducir la huella de carbono de la industria de la construcción y promover prácticas más sostenibles.

Sheng y Wang (2020) en su artículo "*Effect of Kaolin Addition on Electrochemical Corrosion Resistance of Duplex 2205 Stainless Steel Embedded in Concrete Exposed in Marine Environment*" mencionan que. El uso de aditivos en el hormigón destinados a mejorar su resistencia a la corrosión es una estrategia que ha ganado interés entre ingenieros e investigadores. Estos aditivos pueden incluir inhibidores de corrosión que ayudan a prevenir la corrosión de las barras de refuerzo al reducir la velocidad de las reacciones electroquímicas que conducen a la corrosión. También pueden incluir aditivos impermeabilizantes que ayudan a reducir la penetración de agua y iones de cloruro en el hormigón, lo que a su vez disminuye el riesgo de corrosión. En esta investigación se concluyó que, al agregar caolín al hormigón, se pueden crear barreras físicas y químicas que ayudan a prevenir la penetración de iones corrosivos, como los iones de cloruro, en el hormigón y a lo largo de las barras de refuerzo. Esto puede aumentar significativamente la vida útil de las estructuras de hormigón en ambientes marinos y reducir la necesidad de costosas reparaciones y mantenimiento. El hecho de que el caolín pueda mejorar la durabilidad del hormigón y proporcionar protección contra la corrosión ofrece una perspectiva emocionante para el desarrollo de la industria de la construcción. Esto podría abrir la puerta a la utilización más amplia de hormigón reforzado en aplicaciones donde la corrosión es una preocupación importante, como puentes, muelles, estructuras marinas y edificios en áreas costeras.

Nnaemeka y Singh (2020) en su artículo "*Durability properties of geopolymer concrete made from fly ash in presence of Kaolin*" mencionan que la durabilidad a largo plazo de las estructuras es un desafío clave en la industria de la construcción. La construcción de edificios y otras infraestructuras con una vida útil esperada es fundamental para garantizar la seguridad, la funcionalidad y la rentabilidad a lo largo del tiempo. Sin embargo, es común encontrar casos en los que las estructuras no cumplen con sus expectativas de durabilidad y comienzan a deteriorarse prematuramente. En esta investigación se realizaron cuatro muestras o probetas a las cuales tres tenían presencia de caolín y una era el factor patrón estas fueron ensayadas con ácido sulfúrico de 2% así como también sulfato de sodio en 5% y según estos ensayos concluyeron que las muestras que contenían presencia de caolín tuvieron mejor resistencia a la durabilidad teniendo una resistencia significativa al ataque de ácidos.

Shafiq y Nuruddin (2015) en su artículo "Calcined kaolin as cement replacing material and its use in high strength concrete" mencionan que el caolín es una arcilla natural que se forma a partir de la descomposición de minerales de silicato de aluminio, como el feldespato, bajo ciertas condiciones geológicas y climáticas. La composición química y mineralógica del caolín puede variar significativamente dependiendo de varios factores, esta variabilidad puede afectar las propiedades y el rendimiento del caolín en diversas aplicaciones industriales, como la construcción. En esta investigación se concluyó que el caolín mejora las propiedades mecánicas del concreto, así como la resistencia a la compresión mejoro en un 5% con respecto al concreto patrón

Sarde y Patil (2022) en su artículo "*Effect of calcined kaolin clay on mechanical and durability properties of pet waste-based polymer mortar composites*" mencionan que el caolín calcinado, se utiliza ampliamente como un material puzolánico en la producción de hormigón geopolímero. Los geopolímero son materiales de construcción que se forman a partir de la reacción química entre materiales alcalinos y materiales silíceos o aluminosos, como cenizas volantes, escoria de alto horno y, en este caso, metacaolín. el metacaolín se caracteriza por su alta reactividad y su capacidad para formar productos de reacción que mejoran las propiedades del hormigón. Cuando se utiliza como componente en la fabricación de geopolímero, el metacaolín reacciona con los materiales alcalinos para formar una matriz sólida que proporciona fuerza y durabilidad al hormigón. Con respecto a los resultados analizados de esta investigación podemos decir que el caolín calcinado tiene un efecto positivo en el hormigón ya que gracias a sus propiedades brinda menor absorción de agua y una alta resistencia ante ácidos

IV. CONCLUSIONES

En función al objetivo general planteado se concluye que las propiedades mecánicas mejoran significativamente gracias a la adición del caolín en el concreto por ende esto nos demuestra que el impacto que genera la adición de caolín en el concreto es positivo.

Con respecto al objetivo específico 1: podemos concluir que la adición del caolín en el concreto genera un impacto significativo de manera positiva ya que gracias a este material la resistencia del concreto se incrementa este incremento dependerá del porcentaje de caolín que se le agregue al diseño de mezcla, esto nos quiere decir que es recomendable emplear concretos que contengan arcillas dentro de sus componentes ya que estos contienen mejores propiedades mecánicas que el concreto convencional.

En relación el objetivo específico 2: podemos decir que al analizar el comportamiento de la permeabilidad con los resultados e información obtenida se concluye al agregar caolín en el concreto convencional estaríamos reduciendo la absorción de agua que comúnmente el concreto tiene, esto queda demostrado en esta investigación ya que al comparar los especímenes de concreto que contenían caolín en comparación al concreto patrón la reducción de la permeabilidad fue muy significativa.

Con respecto al objetivo específico 3: podemos concluir que al adicionar caolín en el concreto impacto generado es la reducción de la trabajabilidad del concreto ya que un concreto común cuenta con un slump de 4" y en cambio un concreto modificado con caolín de 1% y 2% tienen un slump de 2 ½" y 1 ½" pulgadas respectivamente, esto quiere decir que la trabajabilidad del concreto disminuye.

REFERENCIAS

YUPING, Lao y XIANG, Gao (2023) *Study on the efflorescence behavior of concrete by adding metakaolin*. [Fecha de consulta 13 de Mayo del 2024]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2023.108396>

TOLEDO, Alberto (2021) *Análisis comparativo de adobe modificado con caolín y adobe tradicional en el distrito de Pisuquia, Amazonas*. [Fecha de consulta 13 de mayo del 2024]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12692/85768>

OBREGÓN, Miguel y OSORIO, Angel (2022) *Influence of Expanded Clay on Design of High Performance Lightweight Concrete Mix in Lircay Angaraes-Huancavelica District*". [Fecha de consulta 13 de mayo del 2024].
Disponible en: [DOI:10.54943/ricci.v2i1.214](https://doi.org/10.54943/ricci.v2i1.214)

TORRES, Jenifer y PUERTAS, Francisca (2007). *Effect of kaolin treatment temperature on mortar chloride permeability*. [Fecha de consulta 13 de mayo del 2024].
Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2007.108496>

CHAVARRÍA, Liliana y CHABARRI, Carlos (2021) *"Fired clay as a fine aggregate to improve the mechanical properties of structural concrete*. [Fecha de consulta 13 de mayo del 2024]. Disponible en: [DOI:10.32911/as.2021.v14.n2.759](https://doi.org/10.32911/as.2021.v14.n2.759)

TORRES, Ana (2023) *Caracterización mecánica y durabilidad de cementos sostenibles con adición de caliza, arcilla calcinada y metacaolín*. [Fecha de consulta 13 de mayo del 2024]. Disponible en: [DOI:10.336511/as.2023.v14.n2.759](https://doi.org/10.336511/as.2023.v14.n2.759)

CASTILLO, Rances y DÍAS, Adrian (2011) *Estudio de la adición de arcillas en la durabilidad de hormigones*. [Fecha de consulta 13 de mayo del 2024].
Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732011000100002>

MORENO, Luis y OSPINA, Miguel (2019) *Resistencia de concreto con agregado de bloque de arcilla triturado como reemplazo del agregado grueso*. [Fecha de consulta 13 de mayo del 2024].

Disponible en: [DOI:10.4067/S0718-33052019000400635](https://doi.org/10.4067/S0718-33052019000400635)

ACOSTA, Elena (2018) *Influencia del caolín como reemplazo parcial del cemento en la resistencia a compresión axial del concreto de $f'c = 210 \text{Kg/cm}^2$* . [Fecha de consulta 13 de mayo del 2024]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11537/13481>

VASQUES, Oscar (2021) *Evaluación de la fenomenología que determina la susceptibilidad de arcillas de bajo grado para ser activadas como material cementante suplementario*. [Fecha de consulta 13 de mayo del 2024].

Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/79754>

TORRES, Janneth y MEJÍA, Rubi (2007) *Influencia de la composición mineralógica de los caolines sobre el desempeño de morteros adicionados con mk* . [Fecha de consulta 13 de mayo del 2024].

Disponible en: <https://acortar.link/xitjst>

PEÑA, Luis (2023) *Evaluación de las propiedades de permeabilidad al aire y durabilidad de concretos adicionados con caliza y arcillas calcinadas*. [Fecha de consulta 13 de mayo del 2024].

Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/83692>

MONTENEGRO, Jorge (2020) *Evaluación de residuos cerámicos y arcillas expandidas como agregados ligeros para curado interno del concreto*. [Fecha de consulta 13 de mayo del 2024].

Disponible en: <https://repositorio.escuelaing.edu.co/handle/001/1025>

MARTINEZ, Leonel (2019) *Resistencia en concreto sistematizado con sustitución del 30% 40% y el 50% de arcilla/cemento de cusca – de la Provincia de Corongo – Ancash*. [Fecha de consulta 13 de mayo del 2024].

Disponible en: <https://acortar.link/p6hyla>

Arruda, Euler y BARATA, Marcio (2021) *Cimento de baixo impacto ambiental a partir dos resíduos caulínícos da Amazônia*. [Fecha de consulta 13 de mayo del 2024].

Disponible en: <https://doi.org/10.1590/1517-7076-RMAT-2021-46434>

Berriel, S y Domínguez, Rosa (2016) *Assessing the environmental and economic potential of Limestone Calcined Clay Cement in Cuba*. [Fecha de consulta 13 de mayo del 2024].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.02.125>

GEORGES, Antoni y ROSSEN, Jhon (2012) *Cement substitution by a combination of metakaolin and limestone*. [Fecha de consulta 13 de mayo del 2024].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2012.09.006>

SABIR, B y SALVAJE, Wild (2001) *Metakaolin and calcined clays as pozzolans for concrete: a review*. [Fecha de consulta 13 de mayo del 2024].

Disponible en: [https://doi.org/10.1016/S0958-9465\(00\)00092-5](https://doi.org/10.1016/S0958-9465(00)00092-5)

TIRONI, A y TREZZA, B (2012) *Incorporation of Calcined Clays in Mortars: Porous Structure and Compressive Strength*. [Fecha de consulta 13 de mayo del 2024].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.mspro.2012.06.049>

CHANG, Quinglu y PANG, Hu (2023) *Preparation of amphoteric polycarboxylate superplasticizer at low temperature and its application in cement-calcined kaolin blended system*. [Fecha de consulta 13 de mayo del 2024].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.140542>

ZHOU, Yifan y YUTIAN, Bi. (2023) *Effects of kaolin-modified superabsorbent polymers on mortar properties*. Fecha de consulta 13 de mayo del 2024].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2023.107755>

MALAYALY, Babu y VENKATESH, R. (2024) *Hybridization of concrete by the inclusions of kaolin, alumina and silica fume: Performance evaluation*.

[Fecha de consulta 13 de mayo del 2024].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e30674>

THWIN, Nang y EAINDRAR, Myat. (2023) en su artículo “*Investigation on the strength behaviors of ordinary and Kaolin-modified concretes severely attacked by sulfuric acid*”. [Fecha de consulta 13 de mayo del 2024].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.01.114>

MERMERDAS, Kasim y GUNEYISI, Erhan (2023) *Effect of different types of calcined crude kaolins and high purity metakaolin on corrosion resistance of reinforcement in concretes: Experimental evaluation and analytical modeling*. [Fecha de consulta 13 de mayo del 2024].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2023.131288>

VIJAYARAGHAVAN, J y JEEBAKKUMAR, R (2022) *Influence of kaolin and dolomite as filler on bond strength of polyurethane coated reinforcement concrete*.

[Fecha de consulta 13 de mayo del 2024].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.126675>

BEDIAKO, Mark y VALENTINI, Luca (2022) *Strength performance and life cycle assessment of high-volume low-grade kaolin clay pozzolan concrete: A Ghanaian scenario*. [Fecha de consulta 13 de mayo del 2024].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2022.e01679>

SHENG, Ping y WANG, Dongquan (2020) *Effect of Kaolin Addition on Electrochemical Corrosion Resistance of Duplex 2205 Stainless Steel Embedded in Concrete Exposed in Marine Environment*. [Fecha de consulta 13 de mayo del 2024]. Disponible en: <https://doi.org/10.20964/2020.12.81>

NNAEMEKA, Francis y SINGH, N.B (2020) *Durability properties of geopolymer concrete made from fly ash in presence of Kaolin*. [Fecha de consulta 13 de mayo del 2024]. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.04.696>

SHAFIQ, Nasir y NURUDDIN, Muhd (2015) *Calcined kaolin as cement replacing material and its use in high strength concrete*. [Fecha de consulta 13 de mayo del 2024].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.02.050>

SARDE, Bhagyashri y PATIL, Yugesh (2022) *Effect of calcined kaolin clay on mechanical and durability properties of pet waste-based polymer mortar composites*. [Fecha de consulta 13 de mayo del 2024].

Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2021.126027>

ANEXOS:

Tabla I: Artículos encontrados con palabras claves en revistas.

PALABRAS CLAVE:	Science Direct	Scielo.ci	RESEARCHGATE
Kaolin in the concrete	1,491	8	53
Calcined clays	20,663	45	186

Tabla II: Búsqueda de artículos con filtros para “ *Kaolin in the concrete*”

BASE DE DATOS	RESULTADOS DE BUSQUEDA	FILTROS APLICADOS		N° DE RESULTADOS OBTENIDOS	N° DE ARTICULOS ELEGIDOS
		AÑO	CIENCIA		
SCIENCE DIRECT	2,491	2019 - 2023	“Ingeniería” “Ciencia de los materiales” “Ciencia medioambiental”	1,491	12
SCIELO.CL	19	2019 - 2023	“Ciencia de los materiales” “Tecnología de construcción” “Ciencias ambientales ecologicas”	8	2
RESEARCHGATE	60	2019 - 2023	“Ciencia de los materiales” “Tecnología de construccion”	53	6

Tabla III: Búsqueda de artículos con filtros para “*Calcined clays*”

BASE DE DATOS	RESULTADOS DE BÚSQUEDA	FILTROS APLICADOS		N° DE RESULTADOS OBTENIDOS	N° DE ARTÍCULOS ELEGIDOS
		AÑO	CIENCIA		
SCIENCE DIRECT	21,017	2019 - 2023	“Ingeniería” “Ciencia de los materiales” “Ciencia medioambiental”	20,663	6
SCIELO.CL	157	2019-2023	“ciencia de los materiales” “Tecnología de construcción” “Ciencias Ambientales Ecológicas”	45	1
RESEARCHGATE	233	2019-2023	Ciencia de los materiales” “Tecnología de construcción”	186	3

Tabla IV: Base de datos de artículos empleados en esta investigación literaria

BASE DE DATOS	AÑO DE PUBLICACION					TOTAL
	< 2019	2020	2021	2022	2023 - 2024	
SCIENCE DIRECT	5	2	1	3	7	18
SCIELO.CL	1	1	0	1	0	3
RESEARCHGATE	6	0	3	0	0	9
TOTAL	12	3	4	4	7	30