



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Variación de la resistencia a la compresión del concreto $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$
utilizando el yeso y la arcilla

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Sotomayor Castillo, Abel Angel (orcid.org/0000-0002-6318-4121)

ASESOR:

Mgtr. Díaz García, Gonzalo Hugo (orcid.org/0000-0002-3441-8005)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CHIMBOTE – PERÚ

2019

Dedicatoria

Dedico a Dios este trabajo por haber bendecido mi camino a lo largo de estos años de vida universitaria, quien me brindó fuerzas y sabiduría para afrontar desafíos, obstáculos, que se me presentaron durante todos estos años. Para mis padres Eleuterio W. Sotomayor Gonzales y Julia E. Castillo Jara, quienes me han apoyado a lo largo de mi vida.

A mis hermanos Elio W. Sotomayor Castillo, Carlos A. Sotomayor Castillo, por aquellas palabras de motivación que me brindaron todo este tiempo. A toda mi familia por ofrecerme su incondicional apoyo, con esto logré salir adelante en los diferentes obstáculos que se presentaron en mi camino universitario.

Abel Sotomayor C.

Agradecimiento

Agradezco principalmente a Dios que formó una persona de bien, luchadora capaz de vencer los obstáculos que se han presentado en mí camino. Por darme la fortaleza, sabiduría y salud durante estos años de vida universitaria, y brindarle salud y bienestar a mi familia todos estos años.

De igual modo a mis padres, gracias a ellos soy una persona con principios y valores, por ayudarme todos estos años y ayudarme a ser profesional y cumplir con mis metas propuestas.

Abel Sotomayor C.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL


Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, DÍAZ GARCIA GONZALO HUGO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHIMBOTE, asesor de Tesis titulada: "Variación de la resistencia a la compresión del concreto $f'c=280$ kg/cm² utilizando el yeso y la arcilla", cuyo autor es Sotomayor Castillo, Abel Ángel, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 17.00%, 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 la Tesis 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.

CHIMBOTE, 15 de marzo del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
DIAZ GARCIA GONZALO HUGO DNI: 40539624 ORCID: 0000-0002-3441-8005	

Código documento Trilce: TRI -




Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, ABEL ANGEL SOTOMAYOR CASTILLO estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHIMBOTE, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: " Variación de la resistencia a la compresión del concreto $f'c=280$ kg/cm² utilizando el yeso y la arcilla.", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada 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 asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
Abel Angel SOTOMAYOR CASTILLO DNI: 72197157 ORCID: 0000-0002-6318-4121	

Código documento Trilce: TRI – 047341X

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Declaratoria de Autenticidad del Asesor.....	iv
Declaratoria de Originalidad del Autor.....	v
Índice de contenidos	vi
Índice de gráficos	vii
Resumen	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	4
III. METODOLOGÍA.....	12
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	12
3.2. Variables, Operacionalización	12
3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis	14
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	15
3.5. Procedimientos	16
3.6. Métodos de análisis de datos	16
3.7. Aspectos éticos.....	17
IV. RESULTADOS	18
V. DISCUSIÓN	47
VI. CONCLUSIONES	51
VII. RECOMENDACIONES.....	52
VIII. REFERENCIAS	53
ANEXOS.....	61

Índice de tablas

Tabla 01. Números de probetas a estudiar	15
Tabla 02. Rotura de probetas a los 7 días (concreto patrón).....	18
Tabla 03. Rotura de probetas a los 7 días con la sustitución del 3% del aditivo acelerante (yeso).....	19
Tabla 04. Rotura de probetas a los 7 días con la sustitución del 3% del aditivo retardante (arcilla)	20
Tabla 05. Rotura de probetas a los 7 días con la sustitución del 5% del aditivo acelerante (yeso).....	21
Tabla 06. Rotura de probetas a los 7 días con la sustitución del 5% del aditivo retardante (arcilla)	22
Tabla 07. Rotura de probetas a los 7 días con la sustitución del 10% del aditivo acelerante (yeso).....	23
Tabla 08. Rotura de probetas a los 7 días con la sustitución del 10% del aditivo retardante (arcilla)	24
Tabla 09. Rotura de probetas a los 14 días la probeta patrón.....	26
Tabla 10. Rotura de probetas a los 14 días con sustitución del 3% de la arcilla.....	27
Tabla 11. Rotura de probetas a los 14 días con sustitución del 3% del yeso.....	28
Tabla 12. Rotura de probetas a los 14 días con sustitución del 5% de la arcilla.....	29
Tabla 13. Rotura de probetas a los 14 días con sustitución del 5% del yeso.....	30
Tabla 14. Rotura de probetas a los 14 días con sustitución del 10% del aditivo retardante la arcilla.....	31
Tabla 15. Rotura de probetas a los 14 días con sustitución del 10% del aditivo acelerante el yeso	32
Tabla 16. Rotura de probetas a los 28 días probeta patrón.....	34

Tabla 17. Rotura de probetas a los 28 días con sustitución del 3% del aditivo retardante la arcilla.....	35
Tabla 18. Rotura de probetas a los 28 días con sustitución del 5% del aditivo acelerante el yeso	36
Tabla 19. Rotura de probetas a los 28 días con sustitución del 5% de la arcilla.....	37
Tabla 20. Rotura de probetas a los 28 días con sustitución del 5% del yeso.....	38
Tabla 21. Rotura de probetas a los 28 días con sustitución del 10% de la arcilla.....	39
Tabla 22. Rotura de probetas a los 28 días con sustitución del 10% del yeso.....	40
Tabla 23. Porcentaje de la Resistencia a la Compresión según sustitución	45
Tabla 24. Diferencias significativas con respecto a las resistencias obtenidas con respecto al concreto patrón.....	46

Índice de gráficos

Gráfico 1. Comparación de f_c del concreto a los 7 días	25
Gráfico 2. Comparación de f_c del concreto a los 14 días	33
Gráfico 3. Comparación de f_c del concreto a los 28 días	41
Gráfico 4. Curva de Variación de la resistencia a la compresión con el 3% de yeso y arcilla a los 7,14 y 28 días.....	42
Gráfico 5. Curva de Variación de la resistencia a la compresión con el 5% de yeso y arcilla a los 7,14 y 28 días.....	43
Gráfico 6. Curva de Variación de la resistencia a la compresión con el 10% de yeso y arcilla a los 7,14 y 28 días.....	44

Resumen

El presente proyecto de investigación se realizó con la finalidad de comparar la resistencia a la compresión del concreto elaborado con cemento tipo I, estableciendo su conducta al adicionarle un aditivo acelerante yeso y retardante arcilla, para obtener un concreto de 280Kg/cm².

Para este fin, inicialmente se recogieron los materiales a utilizar, tal es el caso de los aditivos naturales, agregados, y cementos, consecutivamente se efectuó el diseño del concreto, a su vez, siguiendo las normas ACI se practicaron ensayos a los agregados, para los agregados finos y agregados gruesos, se procedió a fabricar el concreto, después se practicó el ensayo de resistencia a la compresión a las distintas mezclas fabricadas. Los resultados revelaron el comportamiento de los aditivos naturales en la fabricación de la mezcla y en las resistencias a las edades de 7,14 y 28 días. Donde el retardante, referente a la resistencia a la compresión del concreto, lo alcanzado son resistencias muy bajas a edades tempranas.

Para la mezcla con cemento Tipo I, sin/con aditivos reveló un incremento en la resistencia a la compresión, lo quiere decir que la razón agua – cemento es la recomendable para este diseño.

Palabras clave: Resistencia a la compresión, concreto $f'_c=280$ kg/cm², yeso y arcilla

Abstract

The present research project was carried out in order to compare the compressive strength of concrete made with type I cement, establishing its behavior when adding a plaster accelerating additive and clay retardant, to obtain a concrete of 280Kg / cm².

For this purpose, initially the materials to be used were collected, such is the case of natural additives, aggregates, and cements, later the mixture design was carried out, in turn, following the ACI standards, tests were carried out on the aggregates, to the fine aggregates and coarse aggregates, the concrete was manufactured, then the compression resistance test was carried out on the different manufactured concretes. The results revealed the behavior of the natural additives in the manufacture of the mixture and in the resistance at the ages of 7.14 and 28 days. Where the retardant, referring to the compressive strength of concrete, what is achieved is very low resistance at early ages.

For mixing concrete with Type I cement, without / with additives revealed an increase in compressive strength, which means that the water-cement ratio is recommended for this design.

Keywords: Compressive strength, concrete $f'_c = 280 \text{ kg / cm}^2$, gypsum and clay

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente el ser humano se niega a perder las comodidades en su manera de vivir, de transformar su entorno y de relacionarse; sin embargo, el mundo está siempre en una evolución constante, por tal motivo, se generan cambios, siendo estos positivos o negativos, siendo necesario preservar en la medida de lo posible nuestro entorno, y utilizar los recursos que tenemos a disposición de manera prudente y ecológica, siendo en parte la materia de estudio de esta investigación.

Desde las primeras civilizaciones, los materiales con ciertas capacidades de adhesión (materiales cementosos) han sido la base del desarrollo y evolución de la arquitectura. Por ello, a lo largo de la historia se ha intentado buscar otros materiales cementicios, para conseguir mejores propiedades mecánicas y resistencia. Como resultado de este desarrollo, el cemento Portland y el hormigón armado se convirtieron en los elementos más usados en la industria de la construcción. (Cabrera et al. 2016)

En el Perú, el consumo interno de cemento se incrementó 1.28% en agosto de este año en relación con lo observado en el mismo período del 2021, avance favorecido por la ejecución de obras privadas, lo cual se reflejó en el aumento de los despachos de este importante insumo para la construcción, comunicó el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

De acuerdo a las condiciones del entorno es necesario modificar las propiedades del concreto, es por ello que la facultad de ingeniería de la UNAM de México (2018), menciona que los aditivos, son de suma importancia y su aplicación se amplía según pasa el tiempo por los beneficios que ofrecen, tanto en lo económico como a las características físico-mecánicas del concreto; por la exigencia de variar las propiedades de la mezcla de tal manera que se adecúen a las circunstancias del proyecto y a las exigencias del ingeniero.

Según Delgado (2016), los aditivos naturales pueden ser añadidos al concreto para acelerar y/o retardar el período de fraguado, por lo que existen múltiples elementos en el mercado que solventan la mayor parte de los requerimientos para los grandes interesados del concreto, tales como lo son el yeso y la arcilla. El óptimo funcionamiento al emplear los aditivos naturales está sujeta a la manera de utilizarse y de la correcta selección del insumo.

En tanto, García et al. (2021), menciona que la arcilla se utiliza como elemento primordial en la industria cerámica de la construcción, pero el 90% es dedicado a la elaboración de material y áridos para la construcción, y el 10% se destina a otras industrias, tales como la producción de caucho, pinturas, papel, arenas de fundición, productos agrícolas, absorbentes, farmacéuticos y químicos. Se observa en estas cifras que el uso de la arcilla en la construcción es alto y con cada vez mayor diversidad de uso según las necesidades del proyecto.

Por su parte, Negrin et al. (2019), indica que el yeso es materia de estudio para su incorporación como aditivo con el fin de modificar ciertas propiedades del compuesto, teniendo entre ellas el comportamiento térmico o acústico, la resistencia al fuego, la densidad, la resistencia mecánica o el tiempo de fraguado. Además, este material es de gran trabajabilidad, estético y liviano teniendo un costo de fabricación y obtención bajo en comparación a otros materiales.

Por lo anteriormente expuesto, se manifiesta el presente problema general de investigación: ¿Cuánto varía la resistencia a la compresión del concreto $f'c$ 180 kg/cm² utilizando el yeso y la arcilla?, a su vez, se realizan los siguientes problemas específicos: a) ¿Cómo varía la resistencia a la compresión del concreto patrón, con los concretos elaborados con el 3%, 5% y 10% del yeso y la arcilla a los 7, 14 y 28 días?, b) ¿Qué porcentaje de sustitución del 3%, 5% y 10% del yeso y la arcilla es la más óptima?, c) ¿Qué porcentaje de sustitución del 3%,5% y 10% de yeso y arcilla es la menos recomendada?

La investigación se justifica teóricamente por el uso de aditivos para el concreto comienza a incrementarse, por lo que es necesario realizar un estudio a profundidad para determinar qué aditivos son los más recomendables para su aplicación. A su vez, se justifica metodológicamente dado que se emplea una guía técnica adaptada de los protocolos de laboratorio, respaldados por las Normas ASTM C-39 y NTP 339.034. Así mismo, se justifica de forma práctica, por la necesidad de determinar qué aditivos son recomendables para mejorar las características del concreto y ser aplicados en obras que ameriten su uso.

Consecuentemente mi objetivo general con respecto al tema de estudio es “determinar la variación de la resistencia a la compresión del concreto utilizando el yeso y la arcilla”. Para ello, los objetivos específicos de la presente investigación son: a) Comparar la resistencia a la compresión del concreto patrón, con los concretos elaborados con el 3%, 5% y 10% del yeso y la arcilla a los 7, 14, y 28 días, b) Determinar qué porcentaje de sustitución del 3%,5% y 10% de yeso y arcilla es la más óptima. c) Determinar qué porcentaje de sustitución del 3%,5% y 10% de yeso y arcilla es la menos recomendada.

En la investigación se formula la Hipótesis siguiente: Si se sustituye el yeso y la arcilla al 3%, 5% y 10%, entonces con la sustitución del yeso la resistencia a la compresión no varía y con la sustitución de la arcilla la resistencia disminuye, en este sentido, la hipótesis nula es: Si se sustituye el yeso y la arcilla al 3%, 5% y 10%, entonces con la sustitución de la arcilla la resistencia a la compresión no varía y con la sustitución del yeso la resistencia disminuye. Como hipótesis específicas tenemos: a) La resistencia a la compresión del concreto patrón es superior a la resistencia del concreto con aditivos de yeso y arcilla. b) El porcentaje de adición más óptimo es del 3% del yeso y el 5% de arcilla. c) El porcentaje de sustitución menos recomendada es del 10% de yeso y arcilla.

II. MARCO TEÓRICO

Se incluyeron proyectos de investigación que alimentaron el tema estudiado, tanto a nivel nacional como internacional.

A nivel nacional, López (2017, p.30), en su investigación, menciona que, el concreto está conformado por material cementoso, agua y aire atrapado o incorporado. Este componente constituye del 25% al 40% del volumen total de hormigón, dado que los agregados constituyen alrededor del 60% al 75% del volumen total del concreto, la elección del agregado es muy importante, estando formados por partículas con suficiente fuerza mecánica y resistencia a la exposición al ambiente, sin presentar elementos que lleguen a provocar perjuicios en el concreto. Por lo que el uso de aditivos tiene que ir en función a proporciones, con la finalidad que el concreto alcance las propiedades deseadas para su aplicación.

En relación al uso de aditivos, Huamán et al. (2022), en el artículo, “Comparación de propiedades físicas y mecánicas del hormigón tradicional y el hormigón con fibras metálicas recicladas”, teniendo como objetivo determinar las propiedades físicas y mecánicas del concreto, adicionando fibras metálicas, realizando un estudio comparativo con el concreto sin modificar. Presentando un enfoque cuantitativo – cuasi experimental. Concluyen que el concreto con adiciones del 0,6%; 1,5% y 6% son inferiores en resistencia a la compresión y tracción en contraste con el concreto tradicional.

En este sentido, Farfán y Leonardo (2018, p.05), mencionan que la incorporación de aditivos es de gran importancia porque permite modificar las propiedades del concreto según las necesidades del proyecto, además, la utilización de un aditivo plastificante permite mayor trabajabilidad del concreto y permite la adición de un aditivo natural como el caucho reciclado hasta un 10% de la masa de la mezcla, sin perjudicar la resistencia de la misma.

En relación a la arcilla, Picasso y Sun (2008, p.03), en su investigación menciona que, en perspectiva de la composición química, la arcilla proviene de una roca sedimentaria, formada por una mezcla entre diversos minerales, principalmente silicatos hidratados de hierro, magnesio o aluminio, así como de diferentes materiales impuros con formas de partículas cristalizadas extremadamente diminutas y en diversas cantidades.

En tal sentido, Cueva y Villavicencio (2019) en la tesis, “Adición de arcilla calcinada del distrito de Santa en concreto estructural para mejora de sus propiedades físicas”, teniendo como objetivo agregar arcilla calcinada en la elaboración del concreto ($f'c=210$ Kg/cm² y $f'c=175$ Kg/cm²) con el fin de aumentar su resistencia. Presentando un enfoque cuantitativo – Experimental. Determinan que existe un 99.70% de posibilidad que el aditivo aumente la resistencia a la compresión del concreto hasta un 39%.

Gonzales (2017) en su investigación, “Resistencia del mortero con cemento sustituido por el 13% por una combinación de arcilla y concha cuchara”, donde su objetivo fue determinar la resistencia del mortero al suplantar al cemento en un 13% por la combinación de concha cuchara y arcilla pulverizada. Presentando un enfoque cuantitativo - experimental. Concluye que, en los primeros 3 días hay un aumento de resistencia de 48.47kg/cm², en los 7 días 62.57 kg/cm² y a los 28 días 99.23 kg/cm², observando un incremento considerable.

A su vez, Silva (2020), en la tesis, “Evaluación del uso de la arcilla de Acopampa –Carhuaz en dosificaciones referidas de morteros”. Presentando un enfoque cuantitativo. Se concluyó que los resultados más óptimos hallados fueron con la sustitución de arcilla en los porcentajes más bajos, siendo el 10% y 13%, influyendo de manera positiva en los valores de resistencia cuando se someten a evaluación.

Teniendo en cuenta la aplicación del yeso, Mendoza (2015), en la tesis, “Análisis comparativo económico de soluciones para protección del concreto contra ataques de sulfatos en cimentaciones superficiales”. Asumiendo un enfoque cuantitativo. Donde se concluyó que el concreto fabricado sin la adición de yeso es el que presenta menores porcentajes de expansión y su precio por metro cúbico resulta ser el del precio más bajo en comparación a los que tenían la adición del aditivo.

En este contexto, Diaz (2018, p.40) en su investigación, menciona que el uso del yeso en la construcción conlleva ciertas desventajas, tal es el caso con los efectos corrosivos sobre el acero y hierro en contacto con la humedad. Todo componente de estos materiales que esté en contacto con el yeso tiene que estar protegido con algún recubrimiento. El yeso también afecta la resistencia del mortero y el concreto porque los iones $SO_4^{=}$ reaccionan con el aluminato tricálcico del cemento (AC_3) cuando entran en contacto con la humedad para formar sales de Candlot, mejor conocidas como "cemento bacillus" o etringita. Este suceso va acompañado de un aumento significativo de volumen o expansión, lo que da como resultado un agrietamiento extenso.

Por su parte, Pajuelo (2018), en la tesis, “Resistencia del concreto con cemento sustituido por la combinación de cal (en 0%, 10% y 12%) y arcilla (en 0%,7% y 9%)”. Teniendo como objetivo determinar la dosificación adecuada de arcilla y cal en porcentaje de reemplazo de cemento, se conserve o mejore la resistencia de la mezcla de diseño. Presentando un enfoque cuantitativo-experimental. Obtuvo como resultado que la combinación del 91% de cemento y 9% de arcilla tuvo como $f'c= 213.58 \text{ kg/cm}^2$ y la combinación del 81% de cemento, 10% de cal y un 9% de arcilla llegó al $f'c= 218.64 \text{ kg/cm}^2$, las cuales superaron a la resistencia del concreto de diseño de $f'c= 212 \text{ kg/cm}^2$.

A nivel internacional, León y Rodríguez (2022), en la investigación “Factors that influence the compression strength of concrete. State of the art”. Con un enfoque cualitativo. Llegaron a la conclusión que el principal factor que afecta

la resistencia a la compresión del concreto son las proporciones y particularidades de los materiales, siendo de vital importancia hacer una correcta dosificación para garantizar el cumplimiento de las propiedades deseadas.

Con relación al uso de aditivos, Castellón y De La Ossa (2013), en la tesis: “estudio comparativo de la resistencia a la compresión de los concretos elaborados con cementos tipo I y tipo III, modificados con aditivos acelerantes y retardantes”. Presentando un enfoque cuantitativo. Llegaron a la conclusión de que el cemento tipo III presenta resistencias altas en los primeros días en comparación al cemento tipo I, observándose además que la resistencia con el uso del cemento tipo I fue decreciente, caso contrario con el cemento tipo III que fue creciente usando aditivos acelerantes y retardantes.

En este sentido, Cañola y Echavarría (2017), en su investigación, “Concrete blocks with bitumen emulsion for foundation walls”, donde su objetivo fue analizar muestras con 10%, 20%, 30% y 40% de adición de emulsión asfáltica respecto al peso del cemento. Presentando un enfoque cuantitativo-experimental. Concluyeron que el porcentaje de emulsión asfáltica más adecuado es de 30%, observándose una reducción de penetración del agua del 95%.

Dentro de los estudios que tienen al yeso como variable se tiene a Urrego (2023, p.26), quien menciona que, el yeso en estado natural es sometido a cocción a temperatura entre los 180 °C y los 300 °C, perdiendo hidratación, sufriendo una transformación química, denominándose Sulfato de Calcio Semihidratado ($\text{CaSO}_4 \times 1/2\text{H}_2\text{O}$), material que es utilizado principalmente en el rubro de la construcción debido a sus propiedades bioclimática, mecánicas y estéticas, además de ser producto de investigación como aditivo. Tobón y Montoya (2006, p.15), determinan que el yeso peruano tiene mayor calidad que el de otros países, tales como México, España y Colombia, presentando un tamaño de partículas muy variables y un contenido de azufre de alrededor del

17%, teniendo mejor composición química que el yeso de los demás países analizados.

A su vez Martínez et al. (2014), en su artículo, “Coal acid mine drainage treatment using cement kiln dust”, teniendo como objetivo aplicar el polvo de horno de cemento para el tratamiento de drenaje ácido. Llegando a la conclusión de que el yeso obtenido bajo este procedimiento tiene una pureza del 50%, siendo recomendable para su uso en la producción de cemento. Así mismo, Martínez (2018, p.54), afirma que, el yeso puede ser empleado para la fabricación de paneles para divisiones y revestimientos, sin embargo, para dotarlos de resistencia es necesario adicionarle otros materiales como el cemento, incrementando su resistencia significativamente, además, al ser un material liviano contribuye a la reducción de cargas y daños ante posibles sismos.

En este sentido, Espinoza y Cloutier (2008), en su artículo, “Compatibility of four eastern canadian woods with gypsum and gypsum-cement binders by isothermal calorimetry”, donde su objetivo fue analizar la compatibilidad de la madera en la combinación de Yeso y cemento en la elaboración de tableros mixtos. Presentando un enfoque cuantitativo-experimental. Concluyeron que la madera del este de Canadá no es muy recomendable para su incorporación con el Yeso y cemento, sin embargo, al utilizar el cemento en un 30% en proporción a la mezcla hizo menos sensible al Yeso puro a la humedad, aumentando significativamente su resistencia y durabilidad.

Por su parte, Fabara et al. (2017, p.04), asegura que, el reemplazo de la caliza por yeso en un 25% en peso mejora la resistencia a la compresión, sin embargo, en presencia de humedad se reporta expansión, causando daños a la estructura de concreto. Sin embargo, Torres y Torres (2018, p.40), mencionan que la adición del yeso aporta una alta protección contra incendios, debido a que su composición química contiene una alta proporción de agua

mezclada, siendo necesario altos niveles de energía para evaporar el agua, por lo que se le considera un material retardante de bajo costo y buenos resultados.

En este sentido, Lizarazo y Claisse (2009, p.06), en su investigación, determinan que la mezcla de 5% de yeso, 60% de escoria de alto horno y 35% de escoria básica es la más óptima, llegando a la resistencia de 24 Mpa, sin embargo, no es recomendable para elementos estructurales, por lo que su aplicación estará dirigida a estabilización de suelos, terraplenes, rellenos industriales, entre otras. A lo que Velázquez et al. (2004, p.11), afirman que la utilización del yeso como aditivo hace permeable el concreto, por lo que el acero de refuerzo se vería expuesto a la humedad y el cloruro, siendo perjudicial para la integridad del elemento, por lo que no es recomendable su aplicación en elementos estructurales.

En relación a la arcilla, Yanguatin et al. (2016, p.02), mencionan que las características de las arcillas están condicionadas por su composición mineral y estructural, siendo la pureza mineralógica el principal indicador de la utilidad como material cerámico, a lo que Uribe et al. (2021, p.23), en su investigación señala que, cuando el material mineral muestra un comportamiento plástico, es sometida a evaluación, aplicando las normas estandarizadas, tales como la ASTM, con el objetivo de definir la factibilidad de su uso como material cerámico, ya sea de forma artesanal o industrial. A su vez Chávez et al. (2005, p.05), menciona que es necesario realizar pruebas físicas para determinar la calidad de material y el grado de impurezas que pueda tener, por ello se tienen que realizar las pruebas de plasticidad, contracción, grado de expansión, color de quemado y resistencia al choque térmico (refractariedad).

Con relación al uso de la arcilla, un estudio realizado en Colombia por Aldana (2014) titulado: "Uso de material cerámico como material para curado interno en mezclas de concreto". Presentando un enfoque cuantitativo. Concluyeron que la resistencia de los concretos con presencia de elementos cerámicos aumenta solo si la relación a/c sea baja, obteniéndose aumentos en la

resistencia hasta de un 24% a los 90 días, con porcentaje de sustitución del 40% de materia cerámica. Así mismo, Gilbert et al. (2018, p.11), afirma que la arcilla al ser un material expansivo genera daños considerables a la estructura, sin embargo, la adición de cemento sería una buena alternativa para la estabilización de suelos, sin embargo, no es recomendable su aplicación en elementos estructurales.

Por su parte Mejia et al. (2021) en el estudio “Technical Evaluation of the Cementing Potential of Clays Obtained from Construction and Demolition Waste”, donde su objetivo era realizar una estimación técnica de la viabilidad de cementación de arcillas originadas de los residuos de construcciones y demoliciones (RCD), ladrillos cerámicos, baldosas cerámicas y artículos sanitarios con metacaolín para la sustitución parcial del cemento Portland. Concluyeron que la arcilla RCD se puede utilizar como agregado para aumentar las propiedades físicas del hormigón o como agregado en morteros, enlucidos o revoques, siendo la proporción con mejores resultados la relación del 75%-25% de arcilla y cemento respectivamente, alcanzando a duplicar la resistencia inicial del concreto con esta relación.

En relación a los aditivos para el concreto, Montoya et al. (2009, p.41), mencionan que la funcionalidad de los aditivos depende principalmente de la demanda en el mercado y el cumplimiento de las necesidades según el proyecto, siendo necesario su aplicación para optimizar el tiempo, recursos y material a emplear. A su vez, Sepúlveda (2023, p.26), afirma que los aditivos normativamente deben ser utilizadas en un porcentaje no mayor al 5% de la masa total de la mezcla, además, el uso de los aditivos permite el control de ciertas propiedades, tales como la resistencia, impermeabilidad, durabilidad, tiempo de fraguado, resistencia inicial, trabajabilidad y exudación en estado fresco.

En este sentido, García et al. (2023), en su investigación, “Combined effect of nano-silica and silica fume to improve concrete workability and compressive

strength: a case study”, donde su objetivo fue analizar la trabajabilidad y resistencia a la compresión del concreto a través de la incorporación de nano-sílice y humo de sílice. Concluyeron que la dosis entre el 6.5% y 10% aumenta la resistencia a la compresión en un 12%, pero dificulta la trabajabilidad significativamente, dificultando la compactación de la mezcla en el encofrado.

Por su parte, Do Couto et al. (2019), en su artículo de investigación, “Initial study of Eucalyptus Wood Ash (EWA) as a mineral admixture in concrete”, donde su objetivo fue estudiar la posibilidad de usar ceniza de madera de eucalipto en la fabricación de concreto. Llegaron a la conclusión de que el aditivo compromete el rendimiento mecánico del concreto reduciendo su resistencia hasta un 15% al incluir este material en una proporción del 10%, por lo que no es recomendable para su aplicación como aditivo mineral.

Sin embargo, Solís et al. (2006), menciona que el empleo de agregados pétreos requiere de mayor cantidad de agua para garantizar la trabajabilidad del concreto, por lo que la implementación de un aditivo que permita darle fluidez a la mezcla, siendo muy importante para conservar la relación agua cemento (A/C).

III. METODOLOGÍA

El método utilizado en el estudio será cuantitativo, con lo cual sentido Mata (2019) asegura que la característica principal de este método es el desarrollo de una lógica empírica deductiva por medio de experimentos, métodos cuidadosos y procedimientos de investigación para la recopilación de datos estadísticos.

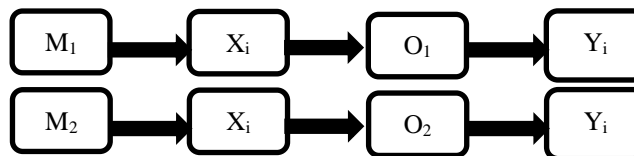
3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación a utilizar es la aplicada, debido a que se tiene como objetivo obtener información de manera directa a partir de otros estudios con el fin de crear más conocimiento. Según Arias (2021), la investigación aplicada tiene como objetivo principal visibilizar y solucionar cualquier tipo de problemas del entorno.

3.1.2. Diseño de investigación

Este estudio se hará con el diseño correlacional comparativo, para establecer el grado de relación entre las variables, se observa en el esquema siguiente:



Dónde:

M₁: concreto

X_i: el yeso /la arcilla.

O₁: Resultados

Y_i: Resistencia a la compresión.

3.2. Variables, Operacionalización

Las variables en el presente proyecto son:

- a) Variable independiente: Porcentaje de yeso/arcilla
 - Definición conceptual

- ✓ El yeso: en estado natural es sometido a cocción a temperatura entre los 180 °C y los 300 °C, perdiendo hidratación, sufriendo una transformación química, denominándose Sulfato de Calcio Hemihidratado ($\text{CaSO}_4 \times 1/2\text{H}_2\text{O}$), material que es utilizado principalmente en el rubro de la construcción debido a sus propiedades bioclimática, mecánicas y estéticas. (Urrego, 2023, p.26)
- ✓ La arcilla: desde el punto de vista de la estructura química, es una roca sedimentaria formada por una mezcla de diversos minerales, principalmente silicatos hidratados de hierro, aluminio o magnesio, así como diferentes impurezas como pequeñas partículas cristalinas extremadamente diminutas en diversas cantidades. (Picasso y Sun, 2008, p.03)

- Definición operacional

- ✓ El yeso: Se realizó sustituyendo los porcentajes de yeso (3%,5% y 10%) mezclados con la mezcla de concreto.
- ✓ La arcilla: Se realizó sustituyendo los porcentajes de arcilla (3%, 5% y 10%) mezclados con la mezcla de concreto.

- Dimensión

- ✓ Porcentaje de sustitución de yeso
- ✓ Porcentaje de sustitución de arcilla

- Indicadores

Sustitución del 3%, 5% y 10%.

- Escala de medición

Ordinal.

b) Variable dependiente: Resistencia a la compresión del concreto

- Definición conceptual

El concreto está conformado por material cementoso, agua y aire atrapado o incorporado. Este componente constituye del 25% al 40% del volumen total de hormigón, dado que los agregados constituyen alrededor del 60% al 75% del volumen total del concreto, dependiendo de la dosificación la resistencia a la compresión será variable. (López, 2017, p.30)

- Definición operacional

Luego de haber agregado los aditivos acelerante y retardante se realizará el ensayo de compresión a cada probeta, para esto utilizaremos una prensa para ensayo de compresión.

- Dimensión

Resistencia a la compresión

- Indicadores

Kg/cm²

- Escala de medición

De intervalo

3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis

3.3.1. Población

Conjunto de probetas cilíndricas con un diseño de mezcla de $f'c = 280$ kg/cm².

- Criterios de inclusión

Probetas con diseño de mezcla $f'c = 280$ kg/cm²

- Criterios de exclusión

Probetas que presenten defectos al momento de la fabricación.

3.3.2. Muestra

La muestra está constituida por 63 probetas de concreto elaborado con los siguientes porcentajes de aditivos.

Tabla 01. Números de probetas a estudiar

Yeso	3%	5%	10%	Patrón
7 días	3	3	3	3
14 días	3	3	3	3
28 días	3	3	3	3
Arcilla	3%	5%	10%	
7 días	3	3	3	-
14 días	3	3	3	-
28 días	3	3	3	-
			total	63

3.3.3. Muestreo

Para esta investigación se realizó un muestreo probabilístico aleatorio simple. De acuerdo con Salinas (2004, p.02), el muestreo probabilístico aleatorio simple, es la técnica muestral en la que la unidad de observación o sujeto tienen la misma probabilidad de ser elegidos.

3.3.4. Unidad de análisis

La unidad de análisis serán todas las probetas estudiadas, con el objetivo de conseguir las pruebas deseadas de todas estas.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas de investigación

Según Pulido (2015, p.08) define a la técnica de investigación como las pautas de acción específicas a realizarse para atravesar por las diferentes fases del método científico.

La técnica de recolección de datos aplicada fue a través de la observación directa de los hechos.

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Se aplicó como instrumento de recolección de datos la guía de observación, aquello nos permitirá ratificar los datos directamente y de forma más real.

3.4.3. Validez

La guía de observación es una herramienta de apoyo para recolectar los datos por lo cual no es necesario realizar mayor proceso de validación.

3.4.4. Confiabilidad

La guía de observación tiene un alto grado de confiabilidad al utilizar los parámetros de la norma ASTM C39 y la NTP 339.034.

3.5. Procedimientos

El instrumento adoptado fue el protocolo de laboratorio, son formatos estándar y respaldados por las Normas ASTM C-39 y NTP 339.034. Para hallar la resistencia a la compresión de las muestras, los productos fueron evaluados a los 7, 14 y 28 días y para establecer la resistencia a la compresión del concreto. (Ver Anexo 1).

Método: se realizó sacándole el promedio a los tres resultados obtenidos

$$\left(\frac{x_1+x_2+x_3}{3}\right).$$

3.6. Métodos de análisis de datos

Para realizar el análisis de la variación de la resistencia a la compresión en distintos porcentajes utilizando el yeso y la arcilla, se utilizó el análisis estadístico a nivel descriptivo, dando un contraste respecto a su hipótesis, a la vez, se hizo uso del programa Excel para realizar el proceso de evaluación de

datos con base en la guía de remisión por la norma (ASTM C-39) y la NTP 339.034, se realizó la recolección de datos en base a la muestras tomados en los distintos porcentajes en los periodos indicados a los 7, 14 y 28 días.

3.7. Aspectos éticos

Con el objetivo de cumplir con las normas de la sociedad se utilizó el código de ética de la Universidad César Vallejo, rescatando los siguientes puntos:

- **Beneficencia:** El estudio permitió que se tenga como antecedente informativo el tema de estudio para su aplicación en investigaciones posteriores.
- **Libertad:** El estudio se realizó de manera objetiva, por lo que no está restringida por aspectos religiosos, políticos o económicos.
- **Probidad:** Se presentaron resultados fidedignos, sin alterar ningún resultado.
- **Respeto a la propiedad intelectual:** Se respetó los derechos de cada autor tomado en cuenta como fuente bibliográfica de la investigación, a través del citado correspondiente.
- **Responsabilidad:** El estudio está dirigido para su aplicación, por lo que se toma la responsabilidad de los hechos que se susciten.
- **Transparencia:** Se tendrá acceso libre a la tesis a través del repositorio institucional para ser utilizado como antecedente para próximas investigaciones.

IV. RESULTADOS

4.1. Resistencia a la compresión del concreto patrón, con los concretos elaborados con el 3%, 5% y 10% del yeso y la arcilla a los 7, 14, y 28 días.

La proporción utilizada para la elaboración de nuestra mezcla es 1:1.68:2.03 la cual se realizó las probetas con las siguientes cantidades de materiales:

- ✓ Cemento: 10.63kg
- ✓ Yeso: 3%, 5%, y 10% del peso del cemento
- ✓ Arcilla: 3%, 5% y 10% del peso del cemento
- ✓ Arena: 17.85kg
- ✓ Piedra: 21.57kg
- ✓ Agua: 5.20ltrs

RESULTADOS DE ROTURA DE PROBETAS A LOS 7 DÍAS DE CURADO

Tabla 02. Rotura de probetas a los 7 días (concreto patrón)

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM C-39)										
Testigo			Diáme tro. (cm)	Fecha		Edad días	Resistencia diseño f'c(kg/cm ²)	Kilogr.fza (kgf)	Fc kg/cm ²	Fc/f' c (%)
N°	Elemento	%aditivo		Vaciado	Rotura					
N°1	patron	0	15	20/10/2015	27/10/2015	7	280	33830	191.43	
N°2	patron	0	15	20/10/2015	27/10/2015	7	280	33900	191.83	
N°3	patron	0	15	20/10/2015	27/10/2015	7	280	33860	191.60	
								PROMEDIO	191.63	68.44

INTERPRETACIÓN

En la tabla N°02 podemos indicar que la segunda probeta obtiene una mayor resistencia a la compresión, ya que las tres muestras fueron realizadas con la misma proporción 1:1.68:2.03 cuyas unidades son en pie³ la deducción que pude obtener es que la variación de la resistencia se debe a la compactación de las probetas, la cuales la segunda probeta estaba más compactada que la N° 01 y N° 03.

Tabla 03. Rotura de probetas a los 7 días con la sustitución del 3% del aditivo acelerante (yeso)

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM C-39)										
Testigo			Diámetro (cm)	Fecha		Edad días	Resistencia diseño f'c(kg/cm ²)	Kilogr.fza (kgf)	Fc kg/cm ²	Fc/f'c (%)
N°	Elemento	%aditivo		Vaciado	Rotura					
N°1	Con yeso	3	15	15/01/2016	22/01/2016	7	280	24300	137.51	
N°2	Con yeso	3	15	15/01/2016	22/01/2016	7	280	24500	138.60	
N°3	Con yeso	3	15	15/01/2016	22/01/2016	7	280	24640	139.43	
								PROMEDIO	138.50	49.45

INTERPRETACIÓN

En la tabla N°3 podemos indicar la tercera probeta obtiene una mayor resistencia a la compresión, ya que todas las muestras fueron realizadas con la misma proporción 1:1.68:2.03 cuyas unidades son en pie³, de acuerdo a la variación por cada muestra kgf según la compactación del molde se observa que la muestra N° 03 presenta una mayor fuerza de compactación, se presenta un promedio de las muestra del 49.45% añadiendo un 3% del aditivo acelerante (yeso)

Tabla 04. Rotura de probetas a los 7 días con la sustitución del 3% del aditivo retardante (arcilla)

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM C-39)										
Testigo			Diáme tro (cm)	Fecha		Edad días	Resistencia diseño f'c(kg/cm ²)	Kilogr.fza (kgf)	Fc kg/cm ²	Fc/f' c (%)
N°	Elemento	%aditivo		Vaciado	Rotura					
N°1	Con Arcilla	3	15	15/01/2016	22/01/2016	7	280	30760	174.10	
N°2	Con Arcilla	3	15	15/01/2016	22/01/2016	7	280	30800	174.29	
N°3	Con Arcilla	3	15	15/01/2016	22/01/2016	7	280	30840	174.52	
								PROMEDIO	174.30	62.25

INTERPRETACIÓN

En la tabla N°4 podemos indicar la tercera probeta obtiene una mayor resistencia a la compresión, ya que todas las muestras fueron realizadas con la misma proporción 1:1.68:2.03 cuyas unidades son en pie³, de acuerdo a la variación por cada muestra kgf según la compactación del molde se observa que la muestra N° 03 presenta una mayor fuerza de compactación, se presenta un promedio de las muestras del 62.25% añadiendo un 3% del aditivo retardante (arcilla).

Tabla 05. Rotura de probetas a los 7 días con la sustitución del 5% del aditivo acelerante (yeso)

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM C-39)										
Testigo			Diámetro (cm)	Fecha		Edad días	Resistencia diseño f'c(kg/cm ²)	Kilogr.fza (kgf)	Fc kg/cm ²	Fc/f'c (%)
N°	Elemento	%aditivo		Vaciado	Rotura					
N°1	Con yeso	5	15	20/10/2015	27/10/2015	7	280	19840	112.27	
N°2	Con yeso	5	15	20/10/2015	27/10/2015	7	280	20200	114.31	
N°3	Con yeso	5	15	20/10/2015	27/10/2015	7	280	20560	116.34	
								PROMEDIO	114.31	40.82

INTERPRETACIÓN

En la tabla N°5 podemos indicar la tercera probeta obtiene una mayor resistencia a la compresión, ya que todas las muestras fueron realizadas con la misma proporción 1:1.68:2.03 cuyas unidades son en pie³, de acuerdo a la variación por cada muestra kgf según la compactación del molde se observa que la muestra N° 03 presenta una mayor fuerza de compactación, se presenta un promedio de las muestras del 40.82% añadiendo un 5% del aditivo acelerante (yeso).

Tabla 06. Rotura de probetas a los 7 días con la sustitución del 5% del aditivo retardante (arcilla)

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM C-39)										
Testigo			Diámetro (cm)	Fecha		Edad días	Resistencia diseño f'c(kg/cm ²)	Kilogr.fza (kgf)	Fc kg/cm ²	Fc/f'c (%)
N°	Elemento	%aditivo		Vaciado	Rotura					
N°1	Con Arcilla	5	15	21/10/2015	28/10/2015	7	280	31670	179.21	
N°2	Con Arcilla	5	15	21/10/2015	28/10/2015	7	280	32140	181.87	
N°3	Con Arcilla	5	15	21/10/2015	28/10/2015	7	280	32480	183.79	
								PROMEDIO	181.60	64.82

INTERPRETACIÓN

En la tabla N°6 podemos indicar la tercera probeta obtiene una mayor resistencia a la compresión, ya que todas las muestras fueron realizadas con la misma proporción 1:1.68:2.03 cuyas unidades son en pie³, de acuerdo a la variación por cada muestra kgf según la compactación del molde se observa que la muestra N° 03 presenta una mayor fuerza de compactación, se presenta un promedio de las muestras del 64.82% añadiendo un 5% del aditivo retardante (arcilla).

Tabla 07. Rotura de probetas a los 7 días con la sustitución del 10% del aditivo acelerante (yeso)

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM C-39)										
Testigo			Diámetro (cm)	Fecha		Edad días	Resistencia diseño f'c(kg/cm ²)	Kilogr.fza (kgf)	Fc kg/cm ²	Fc/f'c (%)
N°	Elemento	%aditivo		Vaciado	Rotura					
N°1	Con yeso	10	15	15/01/2016	22/01/2016	7	280	18700	105.82	
N°2	Con yeso	10	15	15/01/2016	22/01/2016	7	280	18760	106.16	
N°3	Con yeso	10	15	15/01/2016	22/01/2016	7	280	18870	106.78	
								PROMEDIO	106.30	37.96

INTERPRETACIÓN

En la tabla N°7 podemos indicar la tercera probeta obtiene una mayor resistencia a la compresión, ya que todas las muestras fueron realizadas con la misma proporción 1:1.68:2.03 cuyas unidades son en pie³, de acuerdo a la variación por cada muestra kgf según la compactación del molde se observa que la muestra N° 03 presenta una mayor fuerza de compactación, se presenta un promedio de las muestras del 37.96% añadiendo un 10% del aditivo acelerante (yeso).

Tabla 08. Rotura de probetas a los 7 días con la sustitución del 10% del aditivo retardante (arcilla)

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM C-39)										
Testigo			Diáme tro (cm)	Fecha		Edad días	Resistencia diseño f'c(kg/cm ²)	Kilogr.fza (kgf)	Fc kg/cm ²	Fc/f' c (%)
N°	Elemento	%aditivo		Vaciado	Rotura					
N°1	Con Arcilla	10	15	15/01/2016	22/01/2016	7	280	34620	195.91	
N°2	Con Arcilla	10	15	15/01/2016	22/01/2016	7	280	34680	196.24	
N°3	Con Arcilla	10	15	15/01/2016	22/01/2016	7	280	34740	196.59	
								PROMEDIO	196.25	70.10

INTERPRETACIÓN

En la tabla N°8 podemos indicar la tercera probeta obtiene una mayor resistencia a la compresión, ya que todas las muestras fueron realizadas con la misma proporción 1:1.68:2.03 cuyas unidades son en pie³, de acuerdo a la variación por cada muestra kgf según la compactación del molde se observa que la muestra N° 03 presenta una mayor fuerza de compactación, se presenta un promedio de las muestras del 70.10% añadiendo un 10% del aditivo retardante (arcilla).

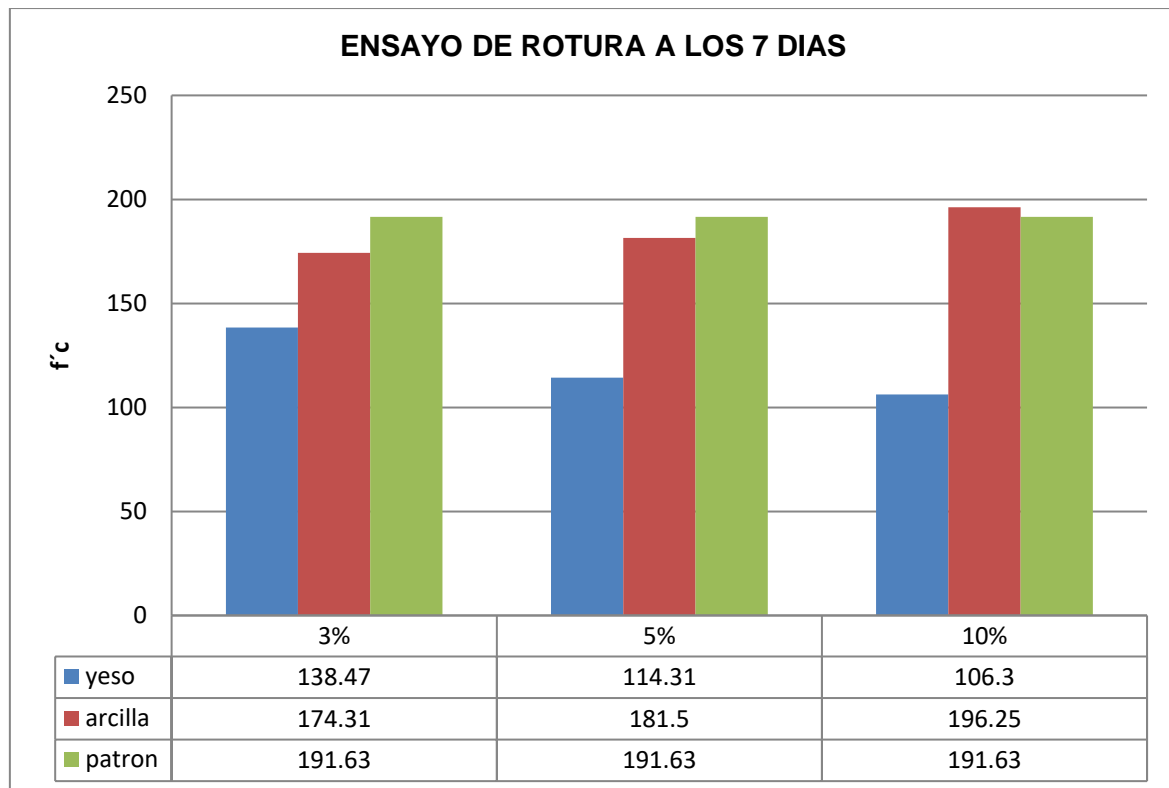


Gráfico 1. Comparación de f'c del concreto a los 7 días

INTERPRETACIÓN

En el grafico N°01 observamos el cambio de la resistencia a la compresión del concreto a los 7 días de curado. Cuyas muestras fueron sustituyendo el 3%, 5% y 10% de yeso y la arcilla respectivamente, se observa al aplicar el 3% de yeso una mayor fuerza de compresión de 138.47kg/cm², al aplicar un 10% de arcilla la fuerza de compresión es de 196.25kg/cm², en base a ello se observa un patrón para ambos agentes de un 191.63kg/cm² siendo este igual para cada porcentaje aplicado

RESULTADOS DE ROTURA DE PROBETAS A LOS 14 DÍAS DE CURADO

Tabla 09. Rotura de probetas a los 14 días la probeta patrón

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESION (ASTM C-39)										
Testigo			Diámetro (cm)	Fecha		Edad días	Resistencia diseño f'c(kg/cm ²)	Kilogr.fza (kgf)	Fc kg/cm ²	Fc/f'c (%)
N°	Elemento	%aditivo		Vaciado	Rotura					
N°1	Sin aditivo	0	15	20/10/2015	03/11/2015	14	280	40960	231.77	
N°2	Sin aditivo	0	15	20/10/2015	03/11/2015	14	280	41100	232.57	
N°3	Sin aditivo	0	15	20/10/2015	03/11/2015	14	280	41200	233.13	
								PROMEDIO	232.48	83.03

INTERPRETACIÓN

En la tabla N°9 podemos indicar la tercera probeta obtiene una mayor resistencia a la compresión a los 14 días, ya que todas las muestras fueron realizadas con la misma proporción 1:1.68:2.03 cuyas unidades son en pie³, de acuerdo a la variación por cada muestra kgf según la compactación del molde se observa que la muestra N° 03 presenta una mayor fuerza de compactación, se presenta un promedio de las muestras del 83.03%

Tabla 10. Rotura de probetas a los 14 días con sustitución del 3% de la arcilla

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM C-39)										
Testigo			Diámetro (cm)	Fecha		Edad días	Resistencia diseño f'c(kg/cm2)	Kilogr.Fza (Kgf)	fc Kg/cm2	fc/f'c (%)
N°	Elemento	%aditivo		Vaciado	Rotura					
N°1	Con arcilla	3	15	1/06/2016	14/06/2016	14	280	28170	159.40	
N°2	Con arcilla	3	15	1/06/2016	14/06/2016	14	280	28190	159.52	
N°3	Con arcilla	3	15	1/06/2016	14/06/2016	14	280	28220	159.69	
								PROMEDIO	159.54	56.98

INTERPRETACIÓN

En la tabla N°10 podemos indicar la tercera probeta obtiene una mayor resistencia a la compresión, ya que todas las muestras fueron realizadas con la misma proporción 1:1.68:2.03 cuyas unidades son en pie³, de acuerdo a la variación por cada muestra kgf según la compactación del molde se observa que la muestra N° 03 presenta una mayor fuerza de compactación, se presenta un promedio de las muestras del 56.98% con una sustitución del 3% de la arcilla.

Tabla 11. Rotura de probetas a los 14 días con sustitución del 3% del yeso

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM C-39)										
Testigo			Diámetro (cm)	Fecha		Edad días	Resistencia diseño f'c(kg/cm2)	Kilogr.Fza (Kgf)	fc Kg/cm ²	fc/f'c (%)
N°	Elemento	%aditivo		Vaciado	Rotura					
N°1	Con yeso	3	15	1/06/2016	14/06/2016	14	280	25000	141.47	
N°2	Con yeso	3	15	1/06/2016	14/06/2016	14	280	25060	141.81	
N°3	Con yeso	3	15	1/06/2016	14/06/2016	14	280	25040	141.69	
								PROMEDIO	141.66	50.60

INTERPRETACIÓN

En la tabla N°11 podemos indicar la segunda probeta obtiene una mayor resistencia a la compresión, ya que todas las muestras fueron realizadas con la misma proporción 1:1.68:2.03 cuyas unidades son en pie³, de acuerdo a la variación por cada muestra kgf según la compactación del molde se observa que la muestra N° 02 presenta una mayor fuerza de compactación, se presenta un promedio de las muestras del 50.60% con una sustitución del 3% del yeso.

Tabla 12. Rotura de probetas a los 14 días con sustitución del 5% de la arcilla

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM C-39)										
Testigo			Diámetro (cm)	Fecha		Edad días	Resistencia diseño f'c(kg/cm ²)	Kilogr.Fza (Kgf)	fc Kg/cm ²	fc/f'c (%)
N°	Elemento	%aditivo		Vaciado	Rotura					
N°1	Con arcilla	5	15	21/10/2015	04/11/2015	14	280	37740	213.56	
N°2	Con arcilla	5	15	21/10/2015	04/11/2015	14	280	38040	215.26	
N°3	Con arcilla	5	15	21/10/2015	04/11/2015	14	280	38350	217.01	
								PROMEDIO	215.28	76.89

INTERPRETACIÓN

En la tabla N°12 podemos indicar la tercera probeta obtiene una mayor resistencia a la compresión, ya que todas las muestras fueron realizadas con la misma proporción 1:1.68:2.03 cuyas unidades son en pie³, de acuerdo a la variación por cada muestra kgf según la compactación del molde se observa que la muestra N° 03 presenta una mayor fuerza de compactación, se presenta un promedio de las muestras del 56.98% con una sustitución del 5% de la arcilla.

Tabla 13. Rotura de probetas a los 14 días con sustitución del 5% del yeso

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM C-39)										
Testigo			Diámetro (cm)	Fecha		Edad días	Resistencia diseño f'c(kg/cm ²)	Kilogr.Fza (Kgf)	fc Kg/cm ²	fc/f'c (%)
N°	Elemento	%aditivo		Vaciado	Rotura					
N°1	Con yeso	5	15	21/10/2015	04/11/2015	14	280	32560	184.25	
N°2	Con yeso	5	15	21/10/2015	04/11/2015	14	280	32840	185.83	
N°3	Con yeso	5	15	21/10/2015	04/11/2015	14	280	33250	188.15	
								PROMEDIO	186.20	66.50

INTERPRETACIÓN

En la tabla N°13 podemos indicar la tercera probeta obtiene una mayor resistencia a la compresión, ya que todas las muestras fueron realizadas con la misma proporción 1:1.68:2.03 cuyas unidades son en pie³, de acuerdo a la variación por cada muestra kgf según la compactación del molde se observa que la muestra N° 03 presenta una mayor fuerza de compactación, se presenta un promedio de las muestras del 66.50% con una sustitución del 5% del yeso.

Tabla 14. Rotura de probetas a los 14 días con sustitución del 10% del aditivo retardante la arcilla

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM C-39)										
Testigo			Diáme tro (cm)	Fecha		Edad días	Resistencia diseño f'c(kg/cm ²)	Kilogr.Fza (Kgf)	fc Kg/cm ²	fc/f'c (%)
N°	Elemento	%aditivo		Vaciado	Rotura					
N°1	Con arcilla	10	15	1/06/2016	14/06/2016	14	280	27030	152.95	
N°2	Con arcilla	10	15	1/06/2016	14/06/2016	14	280	27070	152.16	
N°3	Con arcilla	10	15	1/06/2016	14/06/2016	14	280	27100	153.35	
								PROMEDIO	153.15	54.69

INTERPRETACIÓN

En la tabla N°14 podemos indicar la tercera probeta obtiene una mayor resistencia a la compresión, ya que todas las muestras fueron realizadas con la misma proporción 1:1.68:2.03 cuyas unidades son en pie³, de acuerdo a la variación por cada muestra kgf según la compactación del molde se observa que la muestra N° 03 presenta una mayor fuerza de compactación, se presenta un promedio de las muestras del 54.69% con una sustitución del 10% del yeso.

Tabla 15. Rotura de probetas a los 14 días con sustitución del 10% del aditivo acelerante el yeso

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM C-39)										
Testigo			Diáme tro (cm)	Fecha		Edad días	Resistencia diseño f'c(kg/cm ²)	Kilogr.Fza (Kgf)	fc Kg/cm ²	fc/f'c (%)
N°	Elemento	%aditivo		Vaciado	Rotura					
N°1	Con yeso	10	15	1/06/2016	14/06/2016	14	280	15630	88.44	
N°2	Con yeso	10	15	1/06/2016	14/06/2016	14	280	15620	88.39	
N°3	Con yeso	10	15	1/06/2016	14/06/2016	14	280	15610	88.33	
								PROMEDIO	88.39	31.57

INTERPRETACIÓN

En la tabla N°15 podemos indicar la segunda probeta obtiene una mayor resistencia a la compresión, ya que todas las muestras fueron realizadas con la misma proporción 1:1.68:2.03 cuyas unidades son en pie³, de acuerdo a la variación por cada muestra kgf según la compactación del molde se observa que la muestra N° 02 presenta una mayor fuerza de compactación, se presenta un promedio de las muestras del 31.57% con una sustitución del 10% del aditivo acelerante yeso.

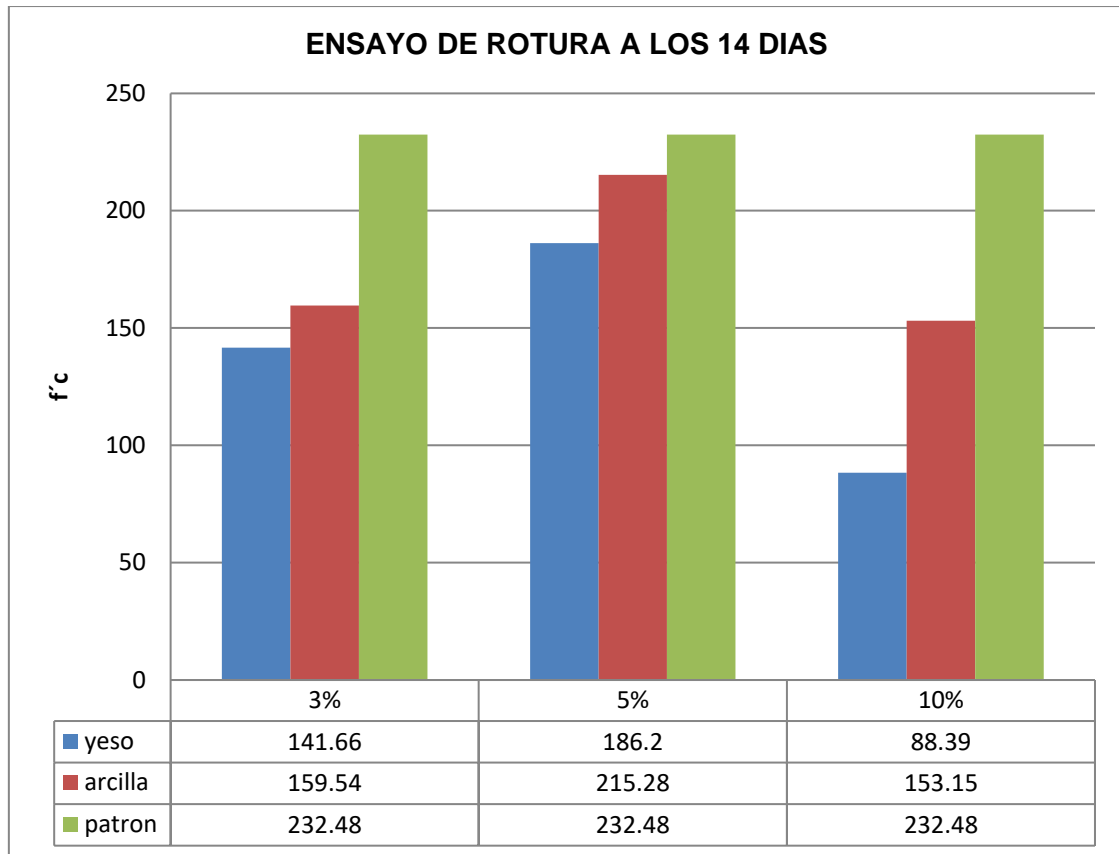


Gráfico 2. Comparación de f'c del concreto a los 14 días

INTERPRETACIÓN

En el grafico N°02 observamos el cambio de la resistencia a la compresión del concreto a los 14 días de curado. Cuyas muestras fueron sustituyendo el 3%, 5% y 10% de yeso y la arcilla respectivamente, se observa que, al aplicar el 5% de yeso se obtiene una resistencia a la compresión de 186.2kg/cm², al aplicar un 5% de arcilla la resistencia a la compresión es de 215.28kg/cm², en base a ello se observa un patrón para ambos agentes de un 232.48kg/cm², siendo este igual para cada porcentaje aplicado.

RESULTADOS DE ROTURA DE PROBETAS A LOS 28 DÍAS DE CURADO

Tabla 16. Rotura de probetas a los 28 días probeta patrón

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM C-39)										
Testigo			Diámetro (cm)	Fecha		Edad días	Resistencia diseño f'c(kg/cm ²)	Kilogr.Fza (Kgf)	fc Kg/cm ²	fc/f'c (%)
N°	Elemento	%aditivo		Vaciado	Rotura					
N°1	Sin aditivo	0	15	20/10/2015	17/11/2015	28	280	48280	273.20	
N°2	Sin aditivo	0	15	20/10/2015	15/11/2015	28	280	48820	276.26	
N°3	Sin aditivo	0	15	20/10/2015	15/11/2015	28	280	49350	279.26	
								PROMEDIO	276.23	94.45

INTERPRETACIÓN

En la tabla N°16 podemos indicar la segunda y tercera probeta obtiene una mayor resistencia a la compresión a los 28 días, ya que todas las muestras fueron realizadas con la misma proporción 1:1.68:2.03 cuyas unidades son en pie³, de acuerdo a la variación por cada muestra kgf según la compactación del molde se observa que la muestra N° 02 y N° 03 presenta una mayor fuerza de compactación, se presenta un promedio de las muestras del 94.45%.

Tabla 17. Rotura de probetas a los 28 días con sustitución del 3% del aditivo retardante la arcilla

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM C-39)										
Testigo			Diámetro (cm)	Fecha		Edad días	Resistencia diseño f'c(kg/cm ²)	Kilogr.Fza (Kgf)	fc Kg/cm ²	fc/f'c (%)
N°	Elemento	%aditivo		Vaciado	Rotura					
N°1	Con arcilla	3	15	12/05/2016	9/06/2016	28	280	31930	180.68	
N°2	Con arcilla	3	15	12/05/2016	9/06/2016	28	280	31950	180.79	
N°3	Con arcilla	3	15	12/05/2016	9/06/2016	28	280	31960	180.85	
								PROMEDIO	180.77	64.56

INTERPRETACIÓN

En la tabla N°17 podemos indicar la tercera probeta obtiene una mayor resistencia a la compresión, ya que todas las muestras fueron realizadas con la misma proporción 1:1.68:2.03 cuyas unidades son en pie³, de acuerdo a la variación por cada muestra kgf según la compactación del molde se observa que la muestra N° 03 presenta una mayor fuerza de compactación, se presenta un promedio de las muestras del 64.56% con una sustitución del 3% del aditivo retardante de arcilla.

Tabla 18. Rotura de probetas a los 28 días con sustitución del 5% del aditivo acelerante el yeso

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM C-39)										
Testigo			Diámetro (cm)	Fecha		Edad días	Resistencia diseño f'c(kg/cm ²)	Kilogr.Fza (Kgf)	fc Kg/cm ²	fc/f'c (%)
N°	Elemento	%aditivo		Vaciado	Rotura					
N°1	Con yeso	5	15	12/05/2016	9/06/2016	28	280	42770	242.02	
N°2	Con yeso	5	15	12/05/2016	9/06/2016	28	280	42750	241.91	
N°3	Con yeso	5	15	12/05/2016	9/06/2016	28	280	42730	241.79	
								PROMEDIO	241.91	86.40

INTERPRETACIÓN

En la tabla N°18 podemos indicar la primera probeta obtiene una mayor resistencia a la compresión, ya que todas las muestras fueron realizadas con la misma proporción 1:1.68:2.03 cuyas unidades son en pie³, de acuerdo a la variación por cada muestra kgf según la compactación del molde se observa que la muestra N° 01 presenta una mayor fuerza de compactación, se presenta un promedio de las muestras del 86.40% con una sustitución del 5% del aditivo acelerante del yeso.

Tabla 19. Rotura de probetas a los 28 días con sustitución del 5% de la arcilla

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM C-39)										
Testigo			Diámetro (cm)	Fecha		Edad días	Resistencia diseño f'c(kg/cm ²)	Kilogr.Fza (Kgf)	fc Kg/cm ²	fc/f'c (%)
N°	Elemento	%aditivo		Vaciado	Rotura					
N°1	Con arcilla	5	15	12/05/2016	9/06/2016	28	280	47880	270.94	
N°2	Con arcilla	5	15	12/05/2016	9/06/2016	28	280	48100	272.18	
N°3	Con arcilla	5	15	12/05/2016	9/06/2016	28	280	48210	272.80	
								PROMEDIO	271.96	97.13

INTERPRETACIÓN

En la tabla N°19 podemos indicar la tercera probeta obtiene una mayor resistencia a la compresión, ya que todas las muestras fueron realizadas con la misma proporción 1:1.68:2.03 cuyas unidades son en pie³, de acuerdo a la variación por cada muestra kgf según la compactación del molde se observa que la muestra N° 03 presenta una mayor fuerza de compactación, se presenta un promedio de las muestras del 97.13% con una sustitución del 5% de la arcilla.

Tabla 20. Rotura de probetas a los 28 días con sustitución del 5% del yeso

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM C-39)										
Testigo			Diámetro (cm)	Fecha		Edad días	Resistencia diseño f'c(kg/cm ²)	Kilogr.Fza (Kgf)	fc Kg/cm ²	fc/f'c (%)
N°	Elemento	%aditivo		Vaciado	Rotura					
N°1	Con yeso	5	15	12/05/2016	9/06/2016	28	280	39850	225.51	
N°2	Con yeso	5	15	12/05/2016	9/06/2016	28	280	39870	225.62	
N°3	Con yeso	5	15	12/05/2016	9/06/2016	28	280	39900	225.78	
								PROMEDIO	225.64	91.36

INTERPRETACIÓN

En la tabla N°20 podemos indicar la tercera probeta obtiene una mayor resistencia a la compresión, ya que todas las muestras fueron realizadas con la misma proporción 1:1.68:2.03 cuyas unidades son en pie³, de acuerdo a la variación por cada muestra kgf según la compactación del molde se observa que la muestra N° 03 presenta una mayor fuerza de compactación, se presenta un promedio de las muestras del 91.36% con una sustitución del 5% del yeso.

Tabla 21. Rotura de probetas a los 28 días con sustitución del 10% de la arcilla

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM C-39)										
Testigo			Diámetro (cm)	Fecha		Edad días	Resistencia diseño f'c(kg/cm ²)	Kilogr.Fza (Kgf)	fc Kg/cm ²	fc/f'c (%)
N°	Elemento	%aditivo		Vaciado	Rotura					
N°1	Con arcilla	10	15	12/05/2016	9/06/2016	28	280	31310	177.17	
N°2	Con arcilla	10	15	12/05/2016	9/06/2016	28	280	31520	178.35	
N°3	Con arcilla	10	15	12/05/2016	9/06/2016	28	280	31720	179.49	
								PROMEDIO	178.33	63.69

INTERPRETACIÓN

En la tabla N°21 podemos indicar la tercera probeta obtiene una mayor resistencia a la compresión, ya que todas las muestras fueron realizadas con la misma proporción 1:1.68:2.03 cuyas unidades son en pie³, de acuerdo a la variación por cada muestra kgf según la compactación del molde se observa que la muestra N° 03 presenta una mayor fuerza de compactación, se presenta un promedio de las muestras del 63.69% con una sustitución del 10% de la arcilla.

Tabla 22. Rotura de probetas a los 28 días con sustitución del 10% del yeso

ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (ASTM C-39)										
Testigo			Diámetro (cm)	Fecha		Edad días	Resistencia diseño f'c(kg/cm ²)	Kilogr.Fza (Kgf)	fc Kg/cm ²	fc/f'c (%)
N°	Elemento	%aditivo		Vaciado	Rotura					
N°1	Con yeso	10	15	12/05/2016	9/06/2016	28	280	20600	116.57	
N°2	Con yeso	10	15	12/05/2016	9/06/2016	28	280	20590	116.51	
N°3	Con yeso	10	15	12/05/2016	9/06/2016	28	280	20580	116.46	
								PROMEDIO	116.51	41.61

INTERPRETACIÓN

En la tabla N°22 podemos indicar la primera probeta obtiene una mayor resistencia a la compresión, ya que todas las muestras fueron realizadas con la misma proporción 1:1.68:2.03 cuyas unidades son en pie³, de acuerdo a la variación por cada muestra kgf según la compactación del molde se observa que la muestra N° 01 presenta una mayor fuerza de compactación, se presenta un promedio de las muestras del 41.61% con una sustitución del 10% de la arcilla.

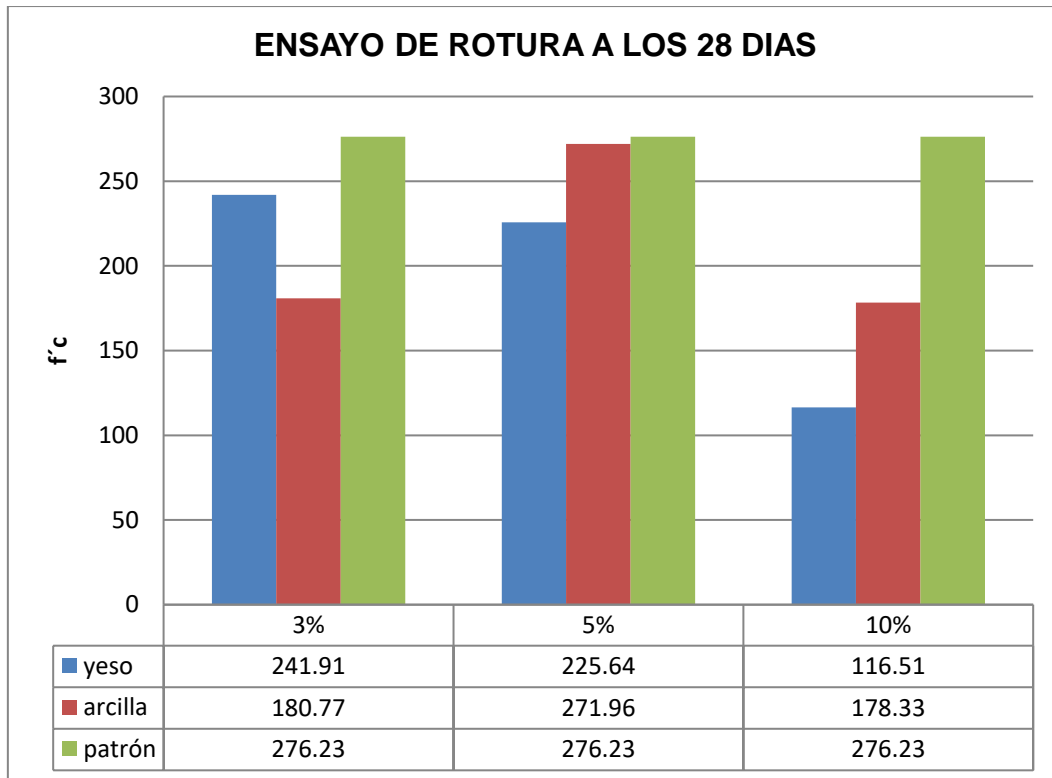


Gráfico 3. Comparación de f'c del concreto a los 28 días

INTERPRETACIÓN

En el grafico N°03 observamos el cambio de la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días de curado. Cuyas muestras fueron sustituyendo el 3%, 5% y 10% de yeso y la arcilla respectivamente, se observa que, al aplicar el 3% de yeso se obtiene una resistencia a la compresión de 241.91kg/cm², al aplicar un 5% de arcilla la resistencia a la compresión es de 271.96kg/cm², en base a ello se observa un patrón para ambos agentes de un 276.23kg/cm² siendo este igual para cada porcentaje aplicado.

4.2. Porcentaje de sustitución del de yeso y arcilla óptima

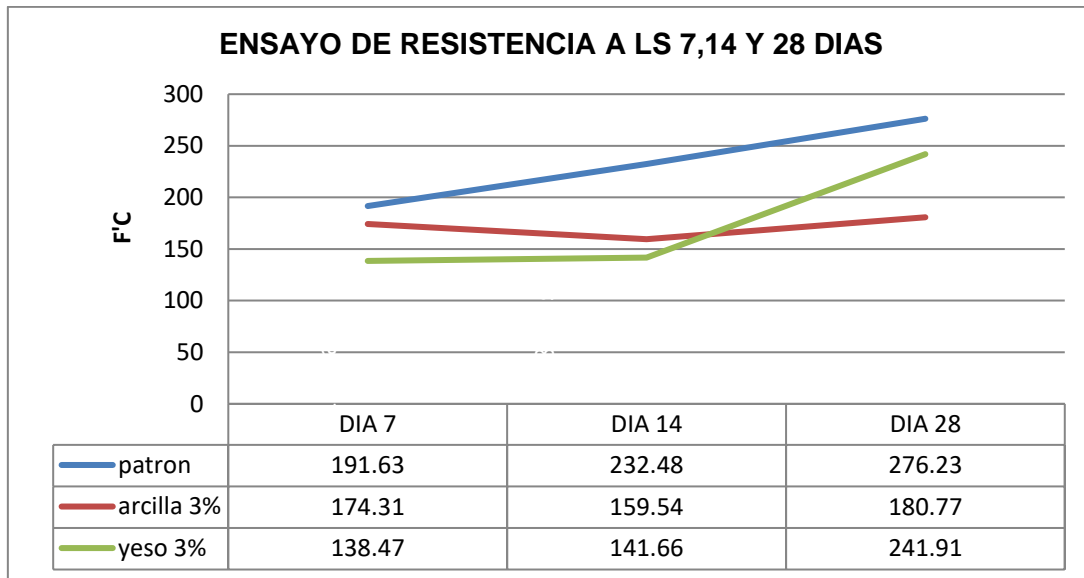


Gráfico 4. Curva de Variación de la resistencia a la compresión con el 3% de yeso y arcilla a los 7,14 y 28 días

INTERPRETACIÓN

En el grafico N°4 podemos indicar las resistencias conseguidas de la mezcla con el 3% de sustitución, cuyos resultados han sido comparadas con las resistencias obtenidas del concreto patrón, como podemos observar la muestra tanto del yeso y la arcilla las resistencias obtenidas están por debajo de la resistencia del concreto patrón.

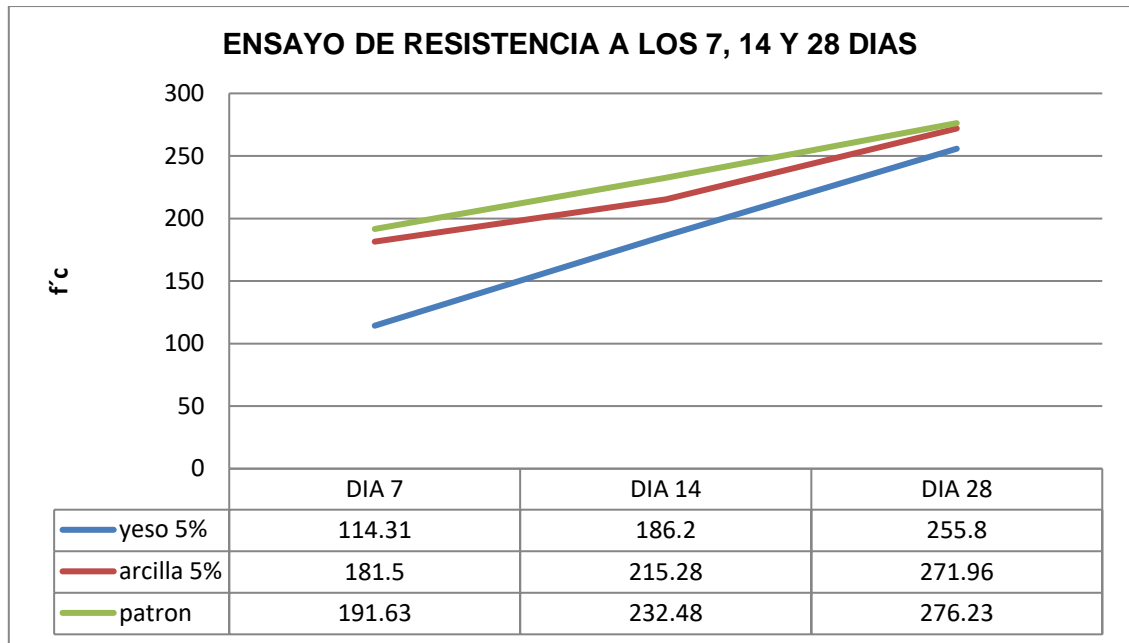


Gráfico 5. Curva de Variación de la resistencia a la compresión con el 5% de yeso y arcilla a los 7,14 y 28 días

INTERPRETACIÓN

En el grafico N°5 podemos observar el cambio de la resistencia a la compresión de la mezcla con la sustitución de 5% de yeso y el 5% de arcilla a los 7, 14 y 28 días con respecto a un concreto patrón. La cual podemos indicar que la resistencia más cercana a la resistencia patrón es la resistencia del concreto cuyo aditivo es la arcilla, siendo el resultado más óptimo.

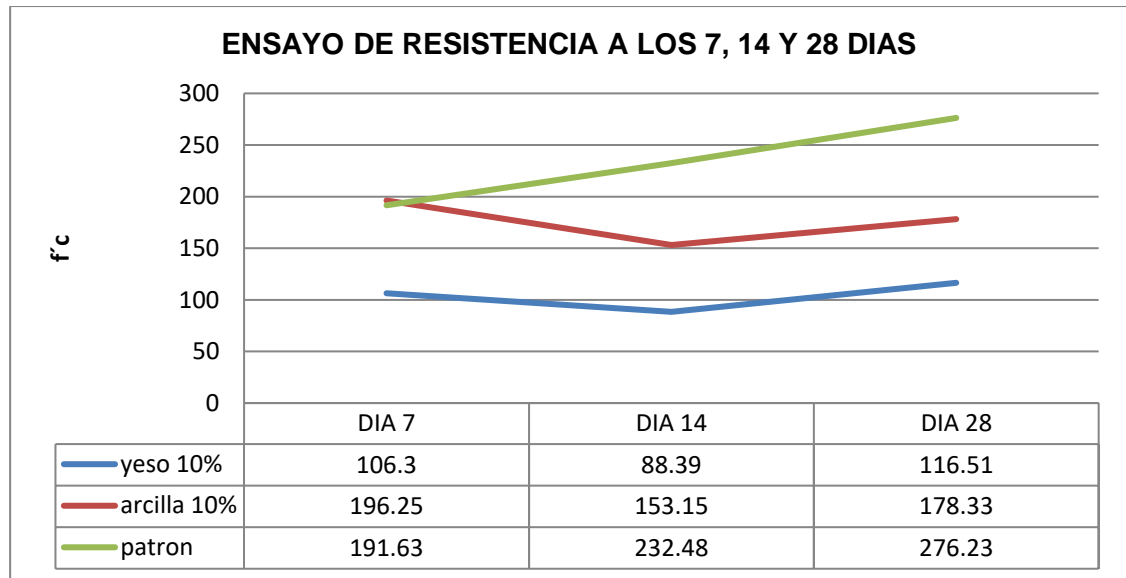


Gráfico 6. Curva de Variación de la resistencia a la compresión con el 10% de yeso y arcilla a los 7,14 y 28 días

INTERPRETACIÓN

En el gráfico N°6 podemos indicar las resistencias conseguidas del concreto con el 10% de sustitución, cuyos resultados han sido comparadas con la resistencia obtenida del concreto patrón, como podemos observar la muestra tanto del yeso y la arcilla las resistencias obtenidas son inferiores a la resistencia del concreto patrón.

3.8. Porcentaje de sustitución del yeso y arcilla menos recomendada.

Tabla 23. Porcentaje de la Resistencia a la Compresión según sustitución

DÍAS	3%			5%			10%		
	YESO	ARCILLA	PATRÓN	YESO	ARCILLA	PATRÓN	YESO	ARCILLA	PATRÓN
7	49.45%	62.25%	68.44%	40.82%	64.82%	68.44%	37.96%	70.10%	68.44%
14	50.6%	56.98%	83.03%	66.50%	76.89%	83.03%	31.57%	54.69%	83.03%
28	86.4%	64.56%	98.45%	80.59%	97.13%	98.45%	41.61%	63.69%	98.45%

INTERPRETACIÓN

En la tabla N°23 se observan los resultados de la variación de la resistencia a la compresión en porcentaje, según la resistencia de diseño $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, donde se puede asegurar que la sustitución del 10% de yeso y arcilla es la menos recomendada por presentar el porcentaje de resistencia más bajo.

Tabla 24. Diferencias significativas con respecto a las resistencias obtenidas con respecto al concreto patrón.

DÍAS	3%		5%		10%	
	YESO	ARCILLA	YESO	ARCILLA	YESO	ARCILLA
7	18.99	6.19	27.62	3.62	30.48	1.66
14	32.43	26.05	16.53	6.14	51.46	28.34
28	12.05	3.89	17.86	1.32	56.84	34.76

INTERPRETACIÓN

En la tabla N°24 se observan las diferencias entre el porcentaje de las resistencias obtenidas con el porcentaje de resistencia del concreto patrón de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, donde se puede apreciar que la adición de la arcilla como aditivo se aproxima mucho más a la resistencia patrón en comparación con el yeso.

V. DISCUSIÓN

Dentro de la discusión se contrastarán los resultados del presente estudio “Variación de la resistencia a la compresión del concreto $f'c=280$ kg/cm² utilizando el yeso y la arcilla”, por medio de las investigaciones de otros autores.

En base a los resultados obtenidos se rechaza la hipótesis general, la cual menciona que, si se sustituye el yeso y la arcilla al 3%, 5% y 10%, entonces con la sustitución del yeso la resistencia a la compresión no varía y con la sustitución de la arcilla la resistencia disminuye, observándose lo contrario, viéndose que la resistencia disminuye al agregar el yeso, mientras que al utilizar la arcilla la resistencia disminuye ligeramente.

Para obtener los resultados se utilizó el ensayo de ruptura de probetas llevado a cabo en el laboratorio teniendo como guía de ejecución los parámetros de la norma ASTM C39 y la NTP 339.034, siendo realizado en un ambiente controlado y óptimo para la evaluación, por lo que los resultados son muy confiables.

Como contraste del primer objetivo, siendo el de comparar la resistencia a la compresión del concreto patrón, con los concretos elaborados con el 3%, 5% y 10% del yeso y la arcilla a los 7, 14, y 28 días, se tiene el estudio de Cueva y Villavicencio (2019), se adicionó arcilla calcinada en la fabricación del concreto estructural ($f'c=210$ Kg/cm² y $f'c=175$ Kg/cm²) con el fin de aumentar su resistencia. Presentando un enfoque cuantitativo – Experimental. Determinan que hay un 99.70% de posibilidad de que la arcilla calcinada mejora la resistencia a la compresión del concreto hasta en un 39%. En este sentido, la presente tesis se asemeja a dicha investigación al observarse que la arcilla en estas proporciones mantiene alta la resistencia de la mezcla.

Sin embargo, Fabara et al. (2017), asegura que, el reemplazo de la caliza por yeso en un 25% en peso mejora la resistencia a la compresión del concreto, no obstante, en presencia de humedad se reporta el fenómeno de expansión en el elemento, causando daños a la estructura de concreto.

El resultado de la investigación mencionada es incongruente con lo obtenido en la presente investigación, al observar que, al agregar yeso en las proporciones estudiadas la resistencia del concreto disminuye hasta un 56.84% con relación a la resistencia a la compresión del concreto patrón.

Continuando con el segundo objetivo, siendo el determinar qué porcentaje de sustitución del 3%,5% y 10% de yeso y arcilla es la más óptima. Como antecedente se tiene la investigación de Pajuelo (2018), quien evalúa la resistencia del concreto sustituyendo el cemento por la combinación de cal (en 0%, 10% y 12%) y arcilla (en 0%,7% y 9%), Obtuvo como resultados más desfavorables la combinación del 91% de cemento y 9% de arcilla tuvo como $f'c = 213.58 \text{ kg/cm}^2$ y la combinación del 81% de cemento, 10% de cal y un 9% de arcilla llegó al $f'c = 218.64 \text{ kg/cm}^2$, las cuales superaron a la resistencia del concreto patrón de $f'c = 212 \text{ kg/cm}^2$.

En relación a estos resultados, Silva (2020), evaluó la dosificación más adecuada de arcilla, donde concluyó que los datos con mejores valores fueron cuando se reemplaza con cantidades mínimas como el 10% y 13% de arcilla, estas cantidades tienen un impacto positivo en el concreto cuando se realizan los ensayos correspondientes.

Siendo ambas investigaciones contradictorias a lo obtenido en la presente investigación, debido a que la proporción más óptima encontrada de arcilla fue la del 5%, por lo que se puede asumir que la incongruencia de los resultados se debe a la calidad de los materiales y la diferencia de entorno entre ambas investigaciones.

Se tiene además el estudio de Aldana (2014), Concluyeron que la resistencia de los concretos con presencia de elementos cerámicos aumenta solo si la relación a/c (agua/cemento) sea baja, obteniéndose aumentos en la resistencia hasta de un 24% a los 90 días, con porcentaje de sustitución del 40% de materia cerámica.

En el caso del yeso, Lizarazo y Claisse (2009), determinan que la mezcla de 5% de yeso, 60% de escoria de alto horno y 35% de escoria básica es la más óptima, llegando a la resistencia de 24 Mpa, sin embargo, no es recomendable para elementos estructurales, por lo que su aplicación estará dirigida a estabilización de suelos, terraplenes, rellenos industriales, entre otras.

Sin embargo, los resultados obtenidos en la presente investigación muestran que la dosificación que menos afecta a la resistencia del concreto es la del 3% de adición de yeso, arrojando una resistencia del 86.4% en relación al concreto patrón.

Finalizando con el tercer objetivo, el cual es determinar qué porcentaje de sustitución del 3%,5% y 10% de yeso y arcilla es la menos recomendada. Se tiene el estudio de Espinoza y Cloutier (2008), quienes determinan que la adición del yeso en un 30% presenta una alta resistencia inicial y fraguado rápido, sin embargo, la resistencia se ve estancada y mantiene niveles bajos.

El estudio mencionado tiene similitud a lo obtenido en este estudio, donde se observó que al adicionar el 10% de yeso y arcilla los valores obtenidos en la resistencia son las más bajas en comparación a las proporciones de 3% y 5%.

En relación a la arcilla, Gilbert et al. (2018), afirman que la arcilla al ser un material expansivo genera daños considerables a la estructura, sin embargo, la adición de cemento sería una buena alternativa para la estabilización de suelos, sin embargo, no es recomendable su aplicación en elementos estructurales.

Continuando con el yeso, Velázquez et al. (2004, p.11), afirman que la utilización del yeso como aditivo hace permeable el concreto, por lo que el acero de refuerzo se vería expuesto a la humedad y el cloruro, siendo perjudicial para la integridad del elemento, por lo que no es recomendable su aplicación en elementos estructurales.

Por lo anteriormente expuesto, la presente investigación es de gran relevancia, logrando brindar información respecto a la incorporación de aditivos naturales presentes en nuestro entorno, como es el caso del yeso y la arcilla, en concordancia con los resultados conseguidos se puede evaluar si el uso de estos aditivos resulta viable y se continúa con el estudio para incorporarlos de forma eficaz a la industria de la construcción, representando un ahorro en el aprovechamiento y uso de recursos.

VI. CONCLUSIONES

Con relación al primer objetivo, los resultados indican que la resistencia a la compresión del concreto a los 7, 14 y 28 días presentó, que con el yeso la resistencia disminuye, mientras que con la arcilla la resistencia no varía con respecto al concreto patrón, para una sustitución del 5%.

Para el segundo objetivo, Se determinó que el porcentaje de sustitución óptima del yeso es del 3%, puesto que la disminución de la resistencia a la compresión es minúscula, mientras que el porcentaje de sustitución más óptimo para la arcilla es del 5%.

En el tercer objetivo, se determinó que el porcentaje de sustitución menos recomendada para el yeso y arcilla es del 10%, arrojando resistencias muy bajas en comparación al concreto patrón, sin embargo, la arcilla a los 7 días presenta una resistencia inicial superior a la del concreto sin aditivos, sin embargo, a los 28 días la resistencia es muy inferior a la del concreto de diseño.

VII. RECOMENDACIONES

Según los estudios realizados en la elaboración de mi investigación “variación de la resistencia a la compresión del concreto $f'c=280$ kg/cm² utilizando el yeso y la arcilla”, se recomienda utilizar la arcilla al 5%, porque la variación de la resistencia no varía con respecto a la resistencia del concreto patrón, la cual no afectará a la estructura.

A través de los resultados obtenidos en la investigación “variación de la resistencia a la compresión del concreto $f'c=280$ kg/cm² utilizando el yeso y la arcilla”, no es factible sustituir el cemento por el yeso en un 5% y 10%, ya que reduce la resistencia a la compresión del concreto de forma significativa.

Según los resultados obtenidos, se puede decir que, si sustituimos el cemento por un 3% y 10% por arcilla reduciríamos la resistencia a la compresión del concreto, sin embargo, la arcilla resulta menos perjudicial que el yeso para mantener la resistencia a la compresión del concreto, por lo que este aditivo es el más recomendable.

VIII. REFERENCIAS

1. ALDANA, Eder. Uso de material cerámico como material para curado interno en mezclas de concreto. Tesis (Maestría en ingeniería civil). Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. 2014. Disponible en: <https://acortar.link/LLgVrO>
2. ARIAS, José. Proyecto de tesis Guía para la elaboración [en línea]. Perú, 2020. [fecha de Consulta: 01 de junio de 2022]. Disponible en: <https://cutt.ly/AK9U18g>
ISBN: 9786120054161
3. CABRERA, JA; ESCALANTE, JI y CASTRO, P. Compressive strength of concrete with blast furnace slag. State of the art revisited. *Revista ALCONPAT*. [en línea]. 2016, 6(1), 64-83[fecha de Consulta 12 de Octubre de 2023]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=427645284006>
ISSN: 2007-6835
4. CAÑOLA, Hernán y ECHEVARRÍA, César. Concrete blocks with bitumen emulsion for foundation walls. *Ingeniería y Desarrollo* [en línea]. 2017, 35(2), 491-512[fecha de Consulta 16 de Octubre de 2023]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85252030013>
ISSN: 0122-3461.
5. CASTELLÓN, Harold; DE LA OSSA, Karen y BARRIOS, Modesto. Estudio comparativo de la resistencia a la comprensión de los concretos elaborados con cementos tipo I y tipo II, modificados con aditivos acelerantes y retardantes. Tesis (Ingeniería civil). Cartagena de Indias: Universidad de Cartagena. 2013. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11227/537>
6. CHÁVEZ, Margarita; LARA, Lidia; SALCEDO, María y MEIJUEIRO, Mercedes. Singuilucan clay reservoir study, Hidalgo, Mexico. *Revista Cubana de Química* [en línea]. 2005, 17(2), 76-82 [fecha de Consulta 20 de Octubre de 2023].

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=443543686013>
ISSN: 0258-5995

7. CUEVA, Brian y VILLAVICENCIO, Luis. Adición de arcilla calcinada del distrito de Santa en concreto estructural para mejora de sus propiedades físicas. Tesis (Ingeniería Civil). Chimbote: Universidad Nacional del Santa. 2019. Disponible en: <https://acortar.link/mpIbXC>
8. CUEVA, Brian y VILLAVICENCIO, Luis. Adición de arcilla calcinada del distrito de santa en concreto estructural para mejora de sus propiedades físicas. Tesis (Ingeniería civil). Chimbote: Universidad Nacional del Santa. 2019. Disponible en:
<https://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14278/3399/49254.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
9. DELGADO, Víctor. Aditivos para concreto. [en línea], 28 de Septiembre del 2016 [Fecha de consulta 20 de septiembre del 2023]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/victordelgadorafael/aditivos-para-concreto-65828724>
10. DIAZ, Wilbert. Análisis de la resistencia a la compresión y la adherencia el mortero tradicional con diferentes aglomerantes (arcilla, cal y yeso) en juntas de muros de adobe en el centro poblado de Pata Pata del distrito de San Jerónimo Provincia y Región Cusco. Tesis (Ingeniería Civil). Cusco: Universidad Alas Peruanas. 2018. Disponible en: <https://acortar.link/o1e8pp>
11. DO COUTO, Álisson; FERREIRA, Geovana; BARRETO, Gersson; SCHWATES, Nicole y MORALES, Gilson. Initial study of Eucalyptus Wood Ash (EWA) as a mineral admixture in concrete. *DYNA* [en línea]. 2019, 86, 264-270 [fecha de consulta 18 de Octubre de 2023]. Disponible en: <https://doi.org/10.15446/dyna.v86n208.74580>
ISSN: 0012-7353

12. ESPINOZA, Raúl y CLOUTIER, Alain. Compatibility of four eastern canadian woods with gypsum and gypsum-cement binders by isothermal calorimetry. *Ciencia y Tecnología* [en línea]. 2008, 10(3), 275-288 [fecha de Consulta 20 de Octubre de 2023]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48510309>
ISSN: 0717-3644
13. FABARA, Hernández; FLÓREZ, Carlos; CALLEJAS, Hanny y CAJAS, Paola. Use of byproducts of carbonated origin in the cement and concrete industry: A review to evaluate its application in the department of Huila. *Informador Técnico* [en línea]. 2017, 81(2), 151-159 [fecha de Consulta 18 de Octubre de 2023]. Disponible en: <http://doi.org/10.23850/22565035.880>
ISSN: 2256-5035
14. FARFÁN, M y LEONARDO, E. Recycled rubber in the compressive strength and bending of modified concrete with plasticizing admixture. *Revista Ingeniería de Construcción* [en línea]. 2018, 33, 241-250 [fecha de consulta 18 de Octubre de 2023]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732018000300241>
ISSN: 0718-5073
15. GARCÍA, Ricardo; AFANADOR, Nelson y QUINTERO, Wilder. Bibliometric analysis of the study of Colombian clays. *SCIENTIA ET TECHNICA* [en línea]. 2021, 26(3), 308-315 [fecha de Consulta 20 de Octubre de 2023]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84969623006>
ISSN: 0122-1701
16. GARCÍA, Yineth; TORRES, Ramón; SABA, Manuel; QUIÑONES, Edgar y TORRES, Jesús. Combined effect of nano-silica and silica fume to improve concrete workability and compressive strength: a case study. *Ingeniería y Competitividad* [en línea]. 2023, 25, 02-25 [fecha de consulta 18 de Octubre de 2023]. Disponible en: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=162147445>

[&lang=es&site=ehost-live](#)

ISSN: 0123-3033

17. GIRBERT, Yusleiby; MARTÍNEZ, Rafael y ORDAZ, Alexis. Coal acid mine drainage treatment using cement kiln dust. *Avances* [en línea]. 2019, 21(1), 79-88 [fecha de Consulta 20 de Octubre de 2023]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=637869112006>
18. GONZALES, Hans. Resistencia del mortero con cemento sustituido por el 13% por una combinación de arcilla y concha cuchara. Tesis (Ingeniería Civil). Chimbote: Universidad San Pedro. 2017. Disponible en: <https://acortar.link/hTEvaA>
19. HUAMÁN, Marilyn; RODRÍGUEZ, Talia y DÍAZ, David. Comparación de propiedades físicas y mecánicas del hormigón tradicional y el hormigón con fibras metálicas recicladas. *Gaceta Técnica* [en línea]. 2022, 23(2), 23-37 [fecha de Consulta 16 de Octubre de 2023]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/5703/570371887003/>
ISSN: 1856-9560
20. LEÓN, Liset y RODRÍGUEZ, Carlos. Factors that influence the compression strength of concrete. State of the art. Estado del arte. *Revista de Arquitectura e Ingeniería* [en línea]. 2022, 16(3), 1-11 [fecha de Consulta 16 de Octubre de 2023]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193972950003>
21. LIZARAZO, Juan y CLAISSE, Peter. Compressive Strength and Rheology of Environmentally-Friendly Binders. *Revista de Ingeniería e Investigación* [en línea]. 2009, 29 (2), 5-9 [fecha de consulta 18 de Octubre de 2023]. Disponible en: <https://www.proquest.com/scholarly-journals/compressive-strength-rheology-environmentally/docview/1677614930/se-2?accountid=37408>
ISSN: 0120-5609.

22. LÓPEZ, Jenny. Estudio experimental del curado interno de un concreto con adiciones de arcilla coccionada en reemplazo del agregado grueso. Tesis (Ingeniería Civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca. 2017. Disponible en: <https://acortar.link/RdiGHf>
23. MARTÍNEZ, Edgar; TOBÓN, Jorge y MORALES, Juan. Tratamiento de drenaje ácido de carbón en minas mediante polvo de horno de cemento. *Dyna* [en línea]. 2014, 81(186), 87-93 [fecha de Consulta 20 de Octubre de 2023]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49631663011>
ISSN: 0012-7353
24. MARTÍNEZ, María. Revisión bibliográfica sobre el reciclaje de residuos plásticos mediante su adición a hormigones, morteros de cemento y yesos para el desarrollo de nuevos materiales. *Universidad de Sevilla* [en línea]. 2018, [fecha de consulta 16 de Octubre de 2023]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11441/79164>
25. MATA, Luis. El enfoque cuantitativo de la investigación. *Investigalia*. [en línea]. 2019. [Fecha de consulta 20 de junio de 2022]. Disponible en: <https://investigaliacr.com/investigacion/el-enfoque-cuantitativo-de-investigacion/>
26. MEJÍA, Carlos; SIERRA, Luis; ARBOLEDA, Sergio y ZULUAGA, Ubany. Technical Evaluation of the Cementing Potential of Clays Obtained from Construction and Demolition Waste. *TecnoLógicas* [en línea]. 2021, 24(52), [fecha de Consulta 16 de Octubre de 2023]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=344268257006>
ISSN: 0123-7799.
27. MENDOZA, Tony. Análisis comparativo económico de soluciones para protección del concreto contra ataques de sulfatos en cimentaciones superficiales. Tesis (Ingeniería Civil). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería. 2015. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.14076/5733>

28. MONTTOYA, Yirson; CADAVID, Albeiro y GÓMEZ, Maryory. Comportamiento mecánico y de fraguado de morteros de cemento Pórtland gris tipo III con aditivos. *Revista EIA* [en línea]. 2009, 39-49 [fecha de consulta 18 de Octubre de 2023]. Disponible en: https://ucv.primo.exlibrisgroup.com/permalink/51UCV_INST/p5e2np/cdi_doaj_primary_oai_doaj_org_article_45a5b4253e8a469aa7b4b2630195d9ca
ISSN: 1794-1237.
29. NEGRÍN, Luis; PÉREZ, Eduardo; CÁRDENAS, Nelson, DE LIMA, Jéssica; PINHEIRO, Fabiano, FIGUEIREDO, Acácio y DANTAS, Alan. Mechanical characterization of a composite of gypsum matrix reinforced with sugarcane fibers. *Ingeniería Mecánica* [en línea]. 2019, 22(2), 79-84 [fecha de Consulta 18 de Octubre de 2023]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=225160733003>
30. PAJUELO, Luciano. Resistencia del concreto con cemento sustituido por la combinación de cal (en 0%, 10% y 12%) y arcilla (en 0%, 7% y 9%). Tesis (Ingeniería Civil). Chimbote: Universidad San Pedro. 2018. Disponible en: http://repositorio.usanpedro.edu.pe/bitstream/handle/USANPEDRO/10409/Tesis_59558.pdf?sequence=1&isAllowed=y
31. PICASSO, Gino y SUN, María. Aplicaciones tecnológicas de las arcillas modificadas. *Revista de la Sociedad Química del Perú* [en línea]. 2008, 74(1), 57-74 [fecha de consulta 20 de Octubre de 2023]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=371937608007>
ISSN: 1810-634X
32. PULIDO, Marta. Ceremonial y protocolo: métodos y técnicas de investigación científica. *Opción* [en línea]. 2015. [Fecha de consulta: 20 de junio de 2022]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/310/31043005061.pdf>
ISSN: 1012-1587

33. SALINAS, Ana. Métodos de muestreo. *Ciencia UANL*. [en línea]. 2004. 5, 121-123 [fecha de consulta 23 de Julio de 2023]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/402/40270120.pdf>
ISSN: 1405-9177
34. SEPÚLVEDA, Lucas. Revisión bibliográfica de la caracterización de los aditivos para el concreto de acuerdo a la NTC 1299:2008. *Universidad Santo Tomás* [en línea]. 2023 [fecha de consulta 18 de Octubre de 2023]. Disponible en: <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/51290>
35. SILVA, Frank. Evaluación del uso de la arcilla de Acopampa – Carhuaz en dosificaciones referidas de morteros. Tesis (Ingeniería Civil). Chimbote: Universidad San Pedro. 2020. Disponible en: <https://acortar.link/2AR3QI>
36. SOLÍS, Romel; MORENO, Eric y CHUC, Nadine. Evaluación del concreto con reductor de agua en clima cálido. *Ingeniería* [en línea]. 2006, 16 (2) [fecha de consulta 18 de Octubre de 2023]. Disponible en: <https://link.gale.com/apps/doc/A169457750/IFME?u=univcv&sid=bookmark-IFME&xid=2ca03f6d>
37. TOBÓN, Jorge y MONTROYA, Laura. Análisis comparativo entre algunas materias primas minerales nacionales e importadas utilizadas en la industria del cemento. *Boletín de Ciencias de la Tierra* [en línea]. 2006, (19), 57-72 [fecha de Consulta 5 de Octubre de 2023]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169513311004>
ISSN: 0120-3630
38. TORRES, Fabián y TORRES, Nancy. Conceptos básicos y principales metodologías del diseño estructural para condiciones de incendio según normas internacionales, aplicadas al Reglamento Colombiano de Construcciones Sismorresistentes (NSR-10). *Revista de la Escuela Colombiana de Ingeniería* [en línea]. 2018, 111, 35-47 [fecha de Consulta 18 de Octubre de 2023]. Disponible en:

<https://revistas.escuelaing.edu.co/index.php/reci/article/view/47/49>

ISSN: 0121-5132

39. UNAM. Aditivos para concreto. México [en línea], 2018. [fecha de consulta 20 de Octubre de 2023]. Disponible en: https://www.ingenieria.unam.mx/luiscr/licenciatura_ic/1444_pcee/1444_material/aditivospresen.pdf
40. URIBE, Rafael; CAMILLO, Francesco y LASCANO, Luis. Minerales arcillosos protocolo especializado de categorización cerámica: una revisión. *InfoANALÍTICA* [en línea]. 2021 [fecha de consulta 20 de Octubre de 2023]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8270036>
ISSN: 2477-8788
41. URREGO, Juan. Revisión de literatura sobre las propiedades mecánicas, térmicas y acústicas de bloques de yeso adicionados con polietileno tereftalato (PET). Tesis (Ingeniería civil). Villavicencio: Universidad de cooperativa de Colombia. 2023. Disponible en: <https://repository.ucc.edu.co/handle/20.500.12494/48734>
42. VELÁZQUEZ, R; ACOSTA, M; GAONA, C; ALMERAYA, F y MARTÍNEZ, A. Electrochemical Evaluation of the Corrosion Grade in Reinforced Steel in the Presence of Admixtures. *Portugaliae Electrochimica Acta* [en línea]. 2005, 179-194 [fecha de consulta 18 de Octubre de 2023]. Disponible en: <https://scielo.pt/pdf/pea/v23n1/v23n1a12.pdf>
43. YANGUATÍN, H.; TOBÓN, J. y RAMÍREZ, J. Reactividad puzolánica de arcillas caolínicas, una revisión. *Revista Ingeniería de Construcción* [en línea]. 2016, 32 (2) [fecha de consulta 18 de Octubre de 2023]. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732017000200002>
ISSN: 0718-507

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

Variables de estudio	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de medición
El yeso	El yeso en estado natural es sometido a cocción a temperatura entre los 180 °C y los 300 °C, perdiendo hidratación, sufriendo una transformación química, denominándose Sulfato de Calcio Hemihidratado ($\text{CaSO}_4 \times 1/2\text{H}_2\text{O}$), material que es utilizado principalmente en el rubro de la construcción debido a sus propiedades bioclimática, mecánicas y estéticas. (Urrego, 2023, p.26)	Se realizó sustituyendo los porcentajes de yeso (3%,5% y 10%) mezclados con la mezcla de concreto.	Porcentaje de sustitución de yeso.	Sustitución del 3%, 5% y 10%.	Ordinal
La arcilla	Desde el punto de vista de la estructura química, es una roca sedimentaria formada por una mezcla de diversos minerales, principalmente silicatos hidratados de aluminio, hierro o magnesio, así como diversas impurezas en forma de partículas cristalinas extremadamente pequeñas	Se realizó sustituyendo los porcentajes de arcilla (3%, 5% y 10%) mezclados con la mezcla de concreto.	Porcentaje de sustitución de arcilla	Sustitución del 3%, 5% y 10%.	Ordinal

	en diversas proporciones. (Picasso y Sun, 2008, p.03)				
Resistencia a la compresión	El concreto está conformado por material cementoso, agua y aire atrapado o incorporado. Este componente constituye del 25% al 40% del volumen total de hormigón, dado que los agregados constituyen alrededor del 60% al 75% del volumen total del concreto, dependiendo de la dosificación la resistencia a la compresión será variable. (López, 2017, p.30)	Luego de haber agregado los aditivos acelerante y retardante se realizará el ensayo de compresión a cada probeta, para esto utilizaremos una prensa para ensayo de compresión.	Resistencia a la compresión	kg/cm2	De intervalo

Anexo 2. Matriz de consistencia

TÍTULO: Variación de la resistencia a la compresión del concreto $f'c=280$ kg/cm ² utilizando el yeso y la arcilla						
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES			METODOLOGÍA
<p>Problema general</p> <p>¿Cuánto varía la resistencia a la compresión del concreto $f'c$ 180 kg/cm² utilizando el yeso y la arcilla?</p> <p>Problemas específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Cómo varía la resistencia a la compresión del concreto patrón, con los concretos elaborados con el 3%, 5% y 10% del yeso y la arcilla a los 7, 14 y 28 días? 	<p>Objetivo general</p> <p>Determinar la variación de la resistencia a la compresión del concreto utilizando el yeso y la arcilla.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Comparar la resistencia a la compresión del concreto patrón, con los concretos elaborados con el 3%, 5% y 10% del yeso y la arcilla a los 7, 14, y 28 días. 	<p>Hipótesis general:</p> <p>Si se sustituye el yeso y la arcilla al 3%, 5% y 10%, entonces con la sustitución del yeso la resistencia a la compresión no varía y con la sustitución de la arcilla la resistencia disminuye.</p> <p>Hipótesis nula:</p> <p>Si se sustituye el yeso y la arcilla al 3%, 5% y 10%, entonces con la sustitución de la arcilla la resistencia a</p>	Variable	Dimensiones	Indicadores	<p>Tipo de estudio:</p> <p>Aplicada.</p> <p>Diseño de investigación:</p> <p>experimental.</p> <p>Método de investigación:</p> <p>Cuantitativo.</p> <p>Población:</p> <p>Conjunto de probetas cilíndricas con un diseño de mezcla de $f'c = 280$ kg/cm²..</p> <p>Muestra:</p>
			Porcentaje de yeso/arcilla	Porcentaje de sustitución	<ul style="list-style-type: none"> • Aspecto Geométrico • Aspectos Constructivos • Aspectos Estructurales • Características de la cimentación • Características del suelo • Características de la zona 	
			Variable	Dimensiones	Indicadores	
Resistencia a la compresión del concreto	Resistencia a la compresión	Kg/cm ²				

<ul style="list-style-type: none"> • ¿Qué porcentaje de sustitución del 3%, 5% y 10% del yeso y la arcilla es la más óptima? • ¿Qué porcentaje de sustitución del 3%,5% y 10% de yeso y arcilla es la menos recomendada? 	<ul style="list-style-type: none"> • Determinar qué porcentaje de sustitución del 3%,5% y 10% de yeso y arcilla es la más óptima. • Determinar qué porcentaje de sustitución del 3%,5% y 10% de yeso y arcilla es la menos recomendada. 	<p>la compresión no varía y con la sustitución del yeso la resistencia disminuye.</p> <p>Hipótesis específicas</p> <ul style="list-style-type: none"> • La resistencia a la compresión del concreto patrón es superior a la resistencia del concreto con aditivos de yeso y arcilla • El porcentaje de adición más óptimo es del 3% del yeso y el 5% de arcilla. • El porcentaje de sustitución menos recomendada es del 10% de yeso y arcilla. 				<p>La muestra está constituida por 63 probetas de concreto elaborado con los siguientes porcentajes de aditivos.</p> <p>Muestreo: Probabilístico aleatorio simple.</p>
--	---	--	--	--	--	--

Anexo 3. Matriz de elaboración de instrumentos

CONSTRUCTOR/ ASPECTOS	DIMENSIONES/ VARIABLES	INDICADORES	EJEMPLO DE ÍTEMS
"VARIACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO $f'c=280\text{kg/cm}^2$ UTILIZANDO EL YESO Y LA ARCILLA	Resistencia a la Compresión del Concreto	Resistencia del Concreto ($f'c$)	<ul style="list-style-type: none"> - Cantidad de Probetas - Resistencia de diseño - Cantidad de muestras (con sustitución del 3%, 5% y 10%). - Fechas (vaciado – rotura), - Edad (7, 14, y 28 días). - Resultado del ensayo de resistencia a la compresión ($f'c$).
	Yeso	% de aditivo el yeso	<ul style="list-style-type: none"> - Recolección de Material el yeso - Porcentaje en peso (3%, 5% y 10%)
	Arcilla	% de aditivo La arcilla	<ul style="list-style-type: none"> - Recolección de Material la arcilla - Porcentaje en peso (3%, 5% y 10%)

Anexo 4. cálculo de los porcentajes obtenidos a los 7,14 y 28 días.

- DETERMINAMOS EL PORCENTAJE ESPERADO PARA UNA RESISTENCIA DE: $f'c=280\text{Kg/cm}^2$

Días de curado	Resistencia en %
7	60
14	80
28	100

CUADRO N° 1

- Evaluación de la probeta patrón

$$\begin{array}{l} 280\text{Kg/cm}^2 \text{-----} 100\% \\ 191.63\text{Kg/cm}^2 \text{-----} x\% \end{array}$$

$$x = \frac{191.63 \text{ Kg/cm}^2 \times 100\%}{280 \text{ Kg/cm}^2}$$

$$X=68.44\%$$

- Evaluación de la probeta con la sustitución del 3% del yeso

$$\begin{array}{l} 280\text{kg/cm}^2 \text{-----} 100\% \\ 138.47 \text{-----} x\% \end{array}$$

$$x = \frac{138.47\text{kg/cm}^2 \times 100\%}{280 \text{ kg/cm}^2}$$

$$X= 49.45\%$$

- Evaluación de la probeta con la sustitución del 5% del aditivo acelerante el yeso

$$\begin{array}{rcl} 280\text{kg/cm}^2 & \text{-----} & 100\% \\ 114.31 & \text{-----} & x\% \end{array}$$

$$x = \frac{114.31\text{kg/cm}^2 \times 100\%}{280 \text{ kg/cm}^2}$$

$$X = 40.82\%$$

- Evaluación de la probeta con la sustitución del 10% del yeso

$$\begin{array}{rcl} 280\text{kg/cm}^2 & \text{-----} & 100\% \\ 106.25 & \text{-----} & x\% \end{array}$$

$$x = \frac{106.25\text{kg/cm}^2 \times 100\%}{280 \text{ kg/cm}^2}$$

$$X = 37.95\%$$

- Evaluación de la probeta con la sustitución del 3% de la arcilla

$$\begin{array}{rcl} 280\text{kg/cm}^2 & \text{-----} & 100\% \\ 174.31 & \text{-----} & x\% \end{array}$$

$$x = \frac{174.31\text{kg/cm}^2 \times 100\%}{280 \text{ kg/cm}^2}$$

$$X = 62.25\%$$

- Evaluación de la probeta con la sustitución del 5% de arcilla

$$\begin{array}{l} 280\text{kg/cm}^2 \text{ ————— } 100\% \\ \text{—————} \\ \text{x}\% \qquad \qquad \qquad 181.50 \end{array}$$

$$x = \frac{181.50\text{kg/cm}^2 \times 100\%}{280 \text{ kg/cm}^2}$$

X=64.82%

- Evaluación de la probeta con la sustitución del 10% de arcilla

$$\begin{array}{l} 280\text{kg/cm}^2 \text{ ————— } 100\% \\ \text{—————} \\ 196.25 \qquad \qquad \qquad \text{x}\% \end{array}$$

$$x = \frac{196.25\text{kg/cm}^2 \times 100\%}{280 \text{ kg/cm}^2}$$

X=70.10%

- **DETERMINAMOS EL PORCENTAJE ESPERADO PARA UNA RESISTENCIA DE: F´C=280Kg/cm²**

Días de curado	Resistencia en %
7	60
14	80
28	100

- Evaluación de la probeta Patrón

$$\begin{array}{l} 280\text{kg/cm}^2 \text{ ————— } 100\% \\ \text{—————} \\ 232.48\text{kg/cm}^2 \text{ ————— } \text{x}\% \end{array}$$

X=83.03%

$$x = \frac{232.48\text{kg/cm}^2 \times 100\%}{280\text{kg/cm}^2}$$

- Evaluación de la probeta con sustitución del 3% del yeso

$$\begin{array}{l} 280\text{kg/cm}^2 \text{ ————— } 100\% \\ 141.66\text{kg/cm}^2 \text{ ————— } x\% \end{array}$$

$$x = \frac{141.66\text{kg/cm}^2 \times 100\%}{280\text{kg/cm}^2}$$

$$X=50.59\%$$

- Evaluación de la probeta con sustitución del 5% del yeso

$$\begin{array}{l} 280\text{kg/cm}^2 \text{ ————— } 100\% \\ 186.2\text{kg/cm}^2 \text{ ————— } x\% \end{array}$$

$$x = \frac{186.2\text{kg/cm}^2 \times 100\%}{280\text{kg/cm}^2}$$

$$X=66.50\%$$

- Evaluación de la probeta con sustitución del 10% del yeso

$$\begin{array}{l} 280\text{kg/cm}^2 \text{ ————— } 100\% \\ 88.39\text{kg/cm}^2 \text{ ————— } x\% \end{array}$$

$$x = \frac{88.39\text{kg/cm}^2 \times 100\%}{280\text{kg/cm}^2}$$

$$X=31.56\%$$

- Evaluación de la probeta con sustitución del 3% de la arcilla

$$\begin{array}{l} 280\text{kg/cm}^2 \text{ ————— } 100\% \\ 215.28\text{kg/cm}^2 \text{ ————— } x\% \end{array}$$

$$x = \frac{215.28\text{kg/cm}^2 \times 100\%}{280\text{kg/cm}^2}$$

$$X=76.89\%$$

- Evaluación de la probeta con sustitución del 5% de la arcilla

$$\begin{array}{l} 280\text{kg/cm}^2 \text{ ————— } 100\% \\ 215.28\text{kg/cm}^2 \text{ ————— } x\% \end{array}$$

$$x = \frac{215.28\text{kg/cm}^2 \times 100\%}{280\text{kg/cm}^2}$$

$$X=76.89\%$$

- Evaluación de la probeta con sustitución del 10% de la arcilla

$$\begin{array}{l} 280\text{kg/cm}^2 \text{ ————— } 100\% \\ 153.15\text{kg/cm}^2 \text{ ————— } x\% \end{array}$$

$$x = \frac{153.15\text{kg/cm}^2 \times 100\%}{280\text{kg/cm}^2}$$

$$X=54.70\%$$

- DETERMINAMOS EL PORCENTAJE ESPERADO PARA UNA RESISTENCIA DE: $f'c=280\text{Kg/cm}^2$

Días de curado	Resistencia en %
7	65
14	85
28	100

- Evaluación de la probeta Patrón

$$\begin{array}{l} 280\text{kg/cm}^2 \text{ ————— } 100\% \\ 276.46\text{kg/cm}^2 \text{ ————— } x\% \end{array}$$

$$x = \frac{276.46\text{kg/cm}^2 \times 100\%}{280\text{kg/cm}^2}$$

$$X=98.45\%$$

- Evaluación de la probeta con sustitución del 3% de yeso

$$\begin{array}{l} 280\text{kg/cm}^2 \text{ ————— } 100\% \\ 241.91\text{kg/cm}^2 \text{ ————— } x\% \end{array}$$

$$x = \frac{241.91\text{kg/cm}^2 \times 100\%}{280\text{kg/cm}^2}$$

$$X=86.40\%$$

- Evaluación de la probeta con sustitución del 5% de yeso

$$\begin{array}{rcl} 280\text{kg/cm}^2 & \text{-----} & 100\% \\ 225.64\text{kg/cm}^2 & \text{-----} & x\% \end{array}$$

$$x = \frac{225.64\text{kg/cm}^2 \times 100\%}{280\text{kg/cm}^2}$$

$$X=80.59\%$$

- Evaluación de la probeta con sustitución del 10% de yeso

$$\begin{array}{rcl} 280\text{kg/cm}^2 & \text{-----} & 100\% \\ 116.51\text{kg/cm}^2 & \text{-----} & x\% \end{array}$$

$$x = \frac{116.51\text{kg/cm}^2 \times 100\%}{280\text{kg/cm}^2}$$

$$X=41.61\%$$

- Evaluación de la probeta con sustitución del 3% de arcilla

$$\begin{array}{rcl} 280\text{kg/cm}^2 & \text{-----} & 100\% \\ 180.77\text{kg/cm}^2 & \text{-----} & x\% \end{array}$$

$$x = \frac{180.77\text{kg/cm}^2 \times 100\%}{280\text{kg/cm}^2}$$

$$X=64.56 \%$$

- Evaluación de la probeta con sustitución del 5% de arcilla

$$\begin{array}{l} 280\text{kg/cm}^2 \text{ ————— } 100\% \\ 271.96\text{kg/cm}^2 \text{ ————— } x\% \end{array}$$

$$x = \frac{271.96\text{kg/cm}^2 \times 100\%}{280\text{kg/cm}^2}$$

$$X=97.13 \%$$

➤ Evaluación de la probeta con sustitución del 10% de arcilla

$$\begin{array}{l} 280\text{kg/cm}^2 \text{ ————— } 100\% \\ 178.33\text{kg/cm}^2 \text{ ————— } x\% \end{array}$$

$$x = \frac{178.33\text{kg/cm}^2 \times 100\%}{280\text{kg/cm}^2}$$

$$X=63.69 \%$$

Anexo 06. diseño de mezcla

GEOMG S.A.C.

Geotecnia en Proyectos de Edificaciones, Eléctricas, Hidráulicas y Pavimentos. Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto.

Urb. Bellamar II Etapa Mz. B2 - Lt. 8 - 9 Nuevo Chimbote, Santa, Ancash.

Teléf: (043) 313954 / Claro: 943355197 / Nextel: 818*5953 / E-mail: geomg17@yahoo.es - informes@geomsac.com

www.geomgsac.com

DISEÑO DE MEZCLA $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$ Comité de Diseño 211 ACI

PROYECTO: VARIACION DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESION ADICIONANDO EL ADITIVO ACELERANTE Y RETARDANTE

SOLICITA: ABEL ANGEL SOTOMAYOR CASTILLO

UBICACIÓN: NUEVO CHIMBOTE - SANTA - ANCASH

FECHA: 30/05/2015

CEMENTO:

- Cemento Pacasmayo Tipo I

- Peso específico

3.11 gr/cm³

SELECCIÓN DEL ASENTAMIENTO

TABLA N°1

ASENTAMIENTOS RECOMENDADOS PARA VARIOS TIPOS DE CONSTRUCCIÓN

TIPOS DE CONSTRUCCIÓN	MÁXIMO	MÍNIMO
- Zapatas y Muros de cimentación reforzados	3"	1"
- Zapatas simples , cajones y muros de subestr.	3"	1"
- Vigas y Muros reforzados	4"	1"
- Columnas de edificios	4"	1"
- Pavimentos y losas	3"	1"
- Concreto ciclópeo	2"	1"

Por condiciones de colocacion se requiere de una mezcla plástica , con un asentamiento de 3" a 4"

SELECCIÓN DEL TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO

Los concretos con mayor tamaño de agregados , requieren menos mortero por unidad de volumen de concreto que tamaños menores.

El tamaño máximo del agregado deberá ser el mayor que sea económicamente compatible con las dimensiones de la estructura ;en la medida en que el tamaño máximo del agregado grueso (piedra) nunca será mayor de:

- 1/5 de la dimensión más angosta entre caras del encofrado.
- 1/3 del espesor de las losas.
- 3/4 de la distancia libre entre barras o paquetes de barras o cables pretensores.

En el caso en que la trabajabilidad y los métodos de consolidación sean lo suficientemente buenos como para que el concreto sea colocado sin cangrejeras, las 3 limitaciones anteriores pueden ser más flexibles. Para una relación agua-cemento dada , la reducción en el tamaño máximo del agregado nos lleva a un incremento en la resistencia del concreto.

Agregado Grueso: A) 3/8" - B) 1/2" - C) 3/4" - D) 1" - E) 1,1/2" - F) 2" - G) 3" - H) 6"

TAMAÑO MÁXIMO DE AGREGADO **C**

ingresar opción desde A - H



GEOMG S.A.C.

Jorge Edinson Morillo Trujillo
INGENIERO CIVIL - REG. CIP 38738
REG. CONSUCODE C2554

Resistencia Promedio		tabla 7 valores de v			
$f_{cp} = \frac{f_c}{1-tv}$		GRADO DE CONTROL	COEFICIENTE DE VARIACIÓN		
ingresar datos: ingresar (Resistencia especificada en plano) f _c = <input type="text" value="280"/> Resistencia a la compresión especificada por el proyectista en kg/cm ² ,		- Ensayos de laboratorio	5%		
ingresar (ver tabla N° 7) v= <input type="text"/> Coeficiente de variación prevista según grado de control, expresado en forma decimal.		- Excelente en obra	10% a 12%		
ingresar (ver tabla N° 8) t= <input type="text"/>		- Bueno	15%		
Cuando no hay datos disponibles Menos de 210 Kg/cm ² f _c + 70 210 Kg/cm ² a 345Kg/cm ² f _c + 84 Mas de 345Kg/cm ² f _c + 98		- Regular	18%		
resultado f _{cp} = <input type="text" value="364"/> kg/cm ² Resistencia promedio necesaria en obra		- Inferior	20%		
		- Malo	25%		
		tabla 8 valores de "t"			
		Posibilidades de caer debajo del límite inferior			
		N° de muestras			
		menos 1	1 en 5	1 en 10	1 en 20
		1	1.376	3.078	6.314
		2	1.061	1.886	2.920
		3	0.978	1.638	2.353
		4	0.941	1.533	2.132
		5	0.920	1.476	2.015
		6	0.906	1.440	1.943
		7	0.896	1.415	1.895
		8	0.889	1.397	1.86
		9	0.883	1.383	1.838
		10	0.879	1.372	1.812
		15	0.866	1.341	1.753
		20	0.860	1.325	1.725
		25	0.856	1.316	1.708
		30	0.854	1.310	1.697
		>30	0.842	1.282	1.645

TABLA N°3
CONCRETOS NORMALES
RELACION AGUA - CEMENTO Y RESISTENCIA A LA
COMPRESIÓN DEL CONCRETO

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS (f _{cp}) kg/cm ²	RELACION AGUA - CEMENTO DE DISEÑO EN PESO	
	CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO	CONCRETO CON AIRE INCORPORA.
450 KG/CM ²	0.38	—
400 KG/CM ²	0.43	—
350 KG/CM ²	0.48	0.40
300 KG/CM ²	0.55	0.46
250 KG/CM ²	0.62	0.53
200 KG/CM ²	0.70	0.61
150 KG/CM ²	0.80	0.71



GEOMG S.A.C.

 Jorge Edinson Morillo Trujillo
 INGENIERO CIVIL - REG. CIP 88738
 REG. C.O.S.U.CODE C2864

CÁLCULO DE LA RELACIÓN AGUA CEMENTO

Con el valor de la resistencia promedio requerida f'_{cp} de la tabla N°3 obtenemos la relación agua - cemento para concretos normales; si el concreto esta sometido a condiciones severas se utilizara la tabla N°4 para asumir la relación agua - cemento.

f'_{cp} = Resistencia promedio requerida

Interpolación valores de tabla N°3

f'_{cp} (kg/cm2)
400
364
350

a/c relación
0.43
0.47
0.48

Resultado Relación agua - cemento

INGRESAR:

(ver resultado de interpolación de la tabla N°3 para concretos normales y tabla N° 4 para concretos especiales.)

Relación agua - cemento

CÁLCULO DEL CONTENIDO DE CEMENTO:

Contenido de cemento (en kg/m3)= $\frac{\text{Aqua de mezclado (kg/m3)}}{\text{relación agua - cemento}}$

Cont. Cemento= $\frac{215}{0.47}$ kg/m3

Resultado

Cont. Cemento= Kg/m3 = Bls/m3

DATOS GENERALES DE LOS AGREGADOS

Agregado fino: Arena gruesa, procedente de la Cantera "La Carbonera"

Agregado Grueso: Piedra chancada procedente de la Cantera "Chero"

Muestras proporcionadas por el solicitante

Descripción

Peso específico
Peso Unitario suelto
Peso Unitario compactado
Contenido de humedad
Porcentaje de absorción
Módulo de fineza

Ingresar datos
Ag. fino

2.68	gr/cm3
1587	kg/m3
1749	kg/m3
0.53	%
1.17	%
2.63	

Ingresar datos
Ag. grueso

2.82	gr/cm3
1447	kg/m3
1597	kg/m3
0.29	%
0.69	%
—	



GEOMG S.A.C.

Jorge Edinson Morillo Trujillo
INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738
REG. CONSUCODE C2554

GEOMG S.A.C.

Geotecnia en Proyectos de Edificaciones, Eléctricas, Hidráulicas y Pavimentos. Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto.

Urb. Bellamar II Etapa Mz. B2 - Lt. 8 - 9 Nuevo Chimbote, Santa, Ancash.

Teléf: (043) 313954 / Claro: 943355197 / Nextel: 818*5953 / E-mail: geomg17@yahoo.es - informes@geomsac.com

www.geomg.com **AJUSTE POR CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS:**

		Agregado Grueso	Agregado fino
Húm. total	W%	0.29 %	0.53 %
% de absorción	A%	0.69 %	1.17 %

AJUSTES DE MATERIALES POR HUMEDAD

	Pesos materiales/m3 sin corrección	Pesos materiales/m3 corregidas
Cemento	457.4 kgs	457.4 kgs
A. Fino	806.1 kgs	810.4 kgs
A. Grueso	894.32 kgs	896.9 kgs
Agua	215 kgs o lts	223.7 lts

Nota: Los ajustes por humedad se realizan en los agregados finos y gruesos y en el volumen unitario de agua de mezclado.

EXPRESIONES DE LAS PROPORCIONES EN VOLUMEN

Cemento	1	pie ³
Agregado fino	1.68	pie ³
Agregado grueso	2.03	pie ³
Agua efectiva	20.79	Lts/Blts



1	:	1.68	:	2.03	/	20.79
---	---	------	---	------	---	-------

GEOMG S.A.C.

Jorge Edinson Montalvo Trujillo
INGENIERO CIVIL - REG. CIP 68738
REG. CONSUCODE 02554

Anexo 7. Proceso de desarrollo

En la siguiente imagen podemos observar la medición de los materiales que se utilizaron para la elaboración de las probetas, según la proporción, 1:1.68:2.03. de los siguientes materiales:

El agregado grueso: la piedra de $\frac{1}{2}$

El agregado fino: la arena gruesa

Los aditivos: el yeso y la arcilla

EL CEMENTO



a) **ILUSTRACIÓN:** preparación de la mezcla para muestras patrón.



En la siguiente imagen podemos observar la mezcla in adición de aditivo lista para el llenado a las probetas.





En la siguiente ilustración podemos observar el llenado de la probeta, esto comprende a la tercera parte de la altura de la probeta, la cual se realiza 25 golpes.



En la siguiente ilustración podemos observar la segunda parte del llenado de la probeta, esto comprende las dos terceras parte de la altura de la probeta, la cual se realiza 25 golpes más.



En la siguiente ilustración podemos observar el llenado completo de la probeta, esto comprende la tercera y última parte de la altura de la probeta, la cual se realiza 25 golpes más.

b) **ILUSTRACIÓN:** Elaboración de la mezcla para probetas con yeso.



En las siguientes imágenes podemos observar una vez que la mezcla este echa, se adiciona el aditivo acelerante y de realiza el mesclado nuevamente, posteriormente se realiza el llenado a las probetas.





En la siguiente ilustración podemos observar el llenado de la probeta con la mezcla sustituyendo el 3%, 5% y 10% de yeso, esto comprende a la tercera parte de la altura de la probeta, la cual se realiza 25 golpes.



En la siguiente ilustración podemos observar el llenado de la probeta con la mezcla sustituyendo el 3%, 5% y 10% de yeso, esto comprende a la mitad de la altura de la probeta, la cual se realiza 25 golpes adicionales.



En la siguiente ilustración podemos observar el llenado de la probeta con la mezcla sustituyendo el 3%, 5% y 10% de yeso, esto comprende a la mitad de la altura de la probeta, la cual se realiza 25 golpes adicionales.

c) **ILUSTRACIÓN:** Elaboración de la mezcla sustituyendo el 3%, 5% y 10% de arcilla.



En la siguiente imagen observamos la mezcla ya echa y húmeda, la cual está lista para la sustitución de la arcilla. La cual estará lista para el llenado de las probetas que se muestran continuación.



En la siguiente ilustración podemos observar el llenado de la probeta con la mezcla sustituyendo el 3%, 5% y 10% de arcilla, esto comprende a la tercera parte de la altura de la probeta, la cual se realiza 25 golpes.



En la siguiente ilustración podemos observar el llenado de la probeta con la mezcla sustituyendo el 3%, 5% y 10% de arcilla, esto comprende a la mitad de la altura de la probeta, la cual se realiza 25 golpes adicionales.



En la siguiente ilustración podemos observar el llenado de la probeta con la mezcla sustituyendo el 3%, 5% y 10% de arcilla, esto comprende a la mitad de la altura de la probeta, la cual se realiza 25 golpes adicionales.

d) **ILUSTRACIÓN:** De las probetas llenadas.



Probetas patrón



Probetas con sustituyendo el 3%, 5% y 10% de yeso.



Probetas sustituyendo el 3%, 5% y 10% de arcilla.

e) **ILUSTRACIÓN:** Desencofrado de las probetas.



Probetas patrón



Probetas sustituyendo el 3%,
5% y 10% de yeso



Probetas sustituyendo el 3%,
5% y 10% de arcilla

f) **ILUSTRACIÓN:** Curado de las probetas.



g) **ILUSTRACIÓN:** Prueba de ruptura de probetas patrón.



Ruptura de probeta patrón a los 7 días de curado.



Ruptura de probeta patrón a los 14 días de curado.



Ruptura de probeta patrón a los 28 días de curado.

h) **ILUSTRACIÓN:** Prueba de ruptura de probetas con adición del aditivo acelerante.



Ruptura de probeta con sustitución del 3%, 5% y 10% de arcilla a los 7 días de curado.



Ruptura de probeta con sustitución del 3%, 5% y 10% del yeso a los 14 días de curado.



Ruptura de probeta sustitución del 3%, 5% y 10% del yeso a los 28 días de curado.

- i) **ILUSTRACIÓN: Prueba de ruptura de probetas con la** sustitución del 3%, 5% y 10% la arcilla.



Ruptura de probeta con sustitución del 3%, 5% y 10% la arcilla a los 7 días de curado.



Ruptura de probeta con sustitución del 3%, 5% y 10% la arcilla a los 14 días de curado.



Ruptura de probeta con sustitución del 3%, 5% y 10% la arcilla a los 28 días de curado.

Anexo 8. Probetas excluidas



Anexo 9. Certificado de calibración



**PUNTO DE
PRECISION SAC**

Av. Los Ángeles 653 Lima 42
Telf. 292-5106 Telefax: 292-2095

CERTIFICADO DE CALIBRACION LFP 242 - 2013

EXPEDIENTE : 426 - 2013
FECHA DE EMISION : 04-11-2013
PÁGINA : 1 DE 2

1. SOLICITANTE : UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO S.A.C.
DIRECCIÓN : AV. VICTOR LARCO NRO. 1770 URB. LAS FLORES LA LIBERTAD - VICTOR LARCO HERRERA - TRUJILLO

2. DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO : PRENSA PARA ROTURA DE BRIQUETAS DE CONCRETO

El Equipo de medición con el modelo y número de serie abajo. Indicados ha sido calibrado probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad del Laboratorio de Estructuras antisísmicas de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

MARCA DE PRENSA : RICELI

MODELO DE PRENSA : PCS1

SERIE DE PRENSA : 131009

CAPACIDAD PRENSA : 100 tn

MARCA DE INDICADOR : WEIGHT INDICATOR

MODELO DE INDICADOR : 315-X5

SERIE DE INDICADOR : 0632137

MARCA DE TRANSDUCTOR : ZEMIC

MODELO DE TRANSDUCTOR : YB15

SERIE DE TRANSDUCTOR : 2499

BOMBA HIDRAULICA : MANUAL

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamentaciones vigentes.

3. LUGAR Y FECHA DE CALIBRACION
MZ "H" LOTE 11 - LOS PORTALES - NUEVO CHIMBOTE
31 - OCTUBRE - 2013

4. METODO DE CALIBRACIÓN

La Calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4.
Se realizó una prueba inicial a la prensa para ver el estado de esta encontrándolo en perfectas condiciones. Posteriormente se realizaron dos series de cargas en cada serie se anotaron las lecturas de la carga patrón y la indicación del indicador de la prensa.

Punto de Precisión S.A.C no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

5. TRAZABILIDAD

EQUIPO EMPLEADO

INSTRUMENTO	MARCA	IDENTIFICACIÓN	CERTIFICADO Y/O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	AEP TRANSDUCERS	402416	INF-LE 057-12	UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU
INDICADOR	AEP TRANSDUCERS	6271 2009-11		

6. CONDICIONES AMBIENTALES

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	23,5	23,6
Humedad %	69	69

7. RESULTADOS DE LA MEDICIÓN

Los errores de la prensa se encuentran en la página siguiente.

8. OBSERVACIONES

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de certificado y fecha de calibración de la empresa PUNTO DE PRECISION S.A.C.

PUNTO DE PRECISION S.A.C.

Raquel Y. Coayza Capcha
GERENTE





TABLA Nº 1

SISTEMA DIGITAL "A" kgf	SERIES DE VERIFICACION (kgf)				PROMEDIO "B" kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE 1	SERIE 2	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
10000	9944	9934	0,56	0,66	9939,0	0,61	0,10
20000	19922	19917	0,39	0,42	19919,5	0,40	0,03
30000	29841	29829	0,53	0,57	29835,0	0,55	0,04
40000	39753	39749	0,62	0,63	39751,0	0,63	0,01
50000	49712	49725	0,58	0,55	49718,5	0,57	-0,03
60000	59659	59647	0,57	0,59	59653,0	0,58	0,02
70000	69587	69658	0,59	0,49	69622,5	0,54	-0,10

NOTAS SOBRE LA CALIBRACION

1.- Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

$$Ep = ((A-B) / B) * 100 \quad Rp = Error(2) - Error(1)$$

2.- La norma exige que Ep y Rp no excedan el 1.0 %

3.- Coeficiente Correlación: $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste : $y = 1,005x - 5,359$

Donde: x : Lectura de la pantalla
y : Fuerza promedio (kgf)

GRAFICO Nº 1

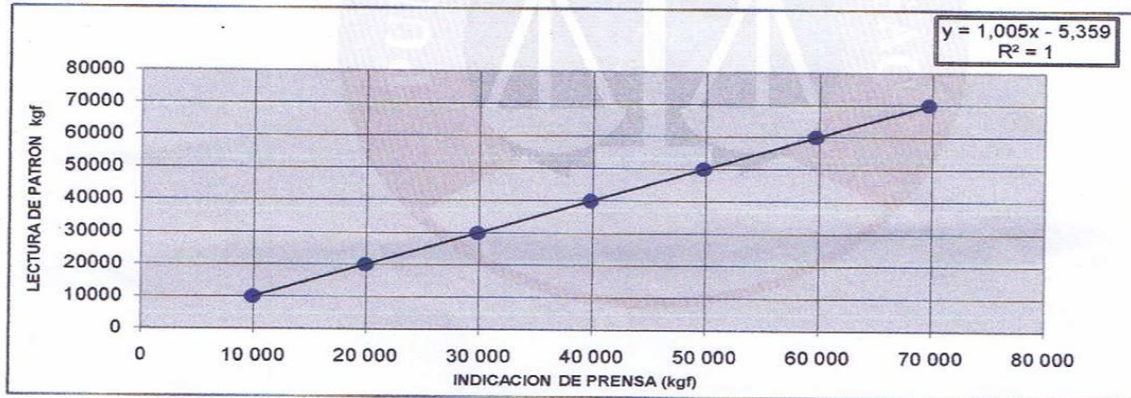
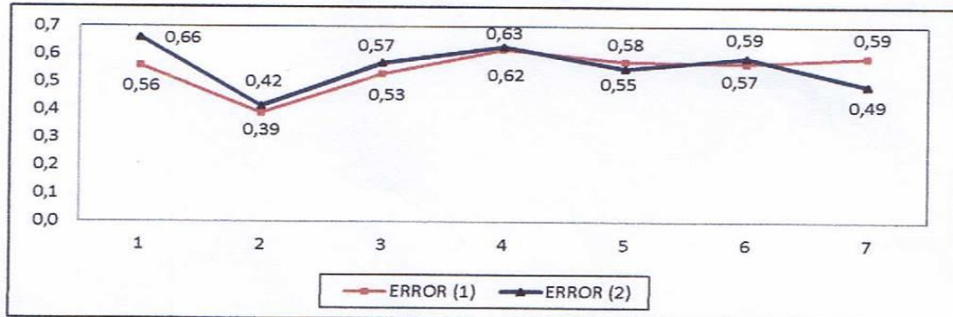


GRAFICO DE ERRORES



PUNTO DE PRECISION S.A.C.

Raquel Y. Ibarza Capcha
GERENTE

Anexo 10. Análisis Químico De Los Elementos Encontrados En La Arcilla

ELEMENTOS	ARCILLA NATURAL (%)
Si	67.83
Al	12.58
Fe	11.28
Mg	2.27
Ca	1.82
K	1.32
Cl	1.19

Si : Silicio

Al : Aluminio

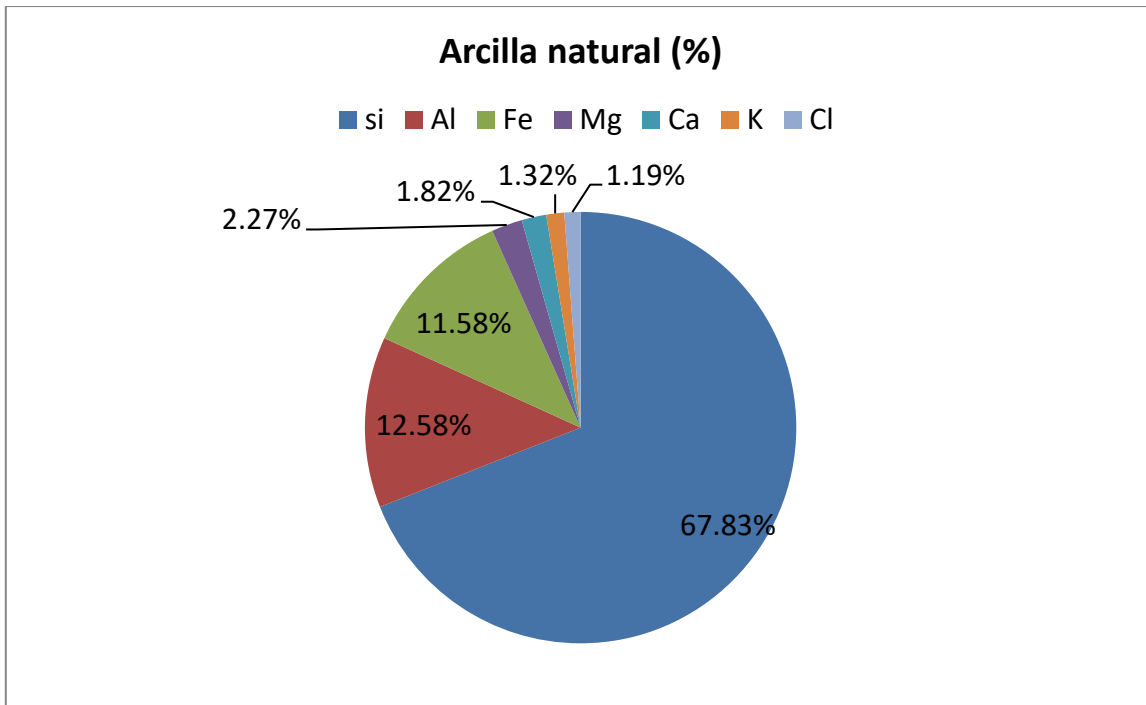
Fe : Hierro

Mg : magnesio

Ca : Calcio

K : Potasio

Cl : Cloro



Anexo N°11 Análisis químico de los elementos encontrados en el yeso

ELEMENTOS	CONTENIDO (%)
H ₂ O	5.00
CO ₂	4.90
MgO	4.10
CaO	38.00
SO ₃	47.40
Resto(S/D)	0.60

H₂O : Agua

CO₂ : Dióxido de Carbono

MgO : Óxido de Magnesio

CaO : Óxido de Calcio

SO₃ : Anhídrido Sulfúrico

