

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“OXIDO DE CALCIO COMO AGREGADO FINO EN LA
PREPARACIÓN DE CONCRETO Y SU EFECTO EN EL
COMPORTAMIENTO MECÁNICO DEL CONCRETO
ENDURECIDO”**

PRESENTADO POR:

Bach. Roger Erickson Taipe Chachayma

Línea de Investigación Institucional:

Nuevas Tecnologías y Procesos.

Línea de Investigación Escuela académica Profesional:

Estructura.

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

HUANCAYO – PERÚ

2022

CONTRATAPA

ING. CARLOS GERARDO FLORES ESPINOZA
ASESOR

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación lo dedico principalmente a nuestro divino creador, quien me ha otorgado la vida, salud y sabiduría para el logro de mis metas trazadas en esta investigación.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Peruana Los andes por haberme brindado sus conocimientos.

HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS

Dr. RUBEN DARIO TAPIA SILGUERA
PRESIDENTE

DR. SEVERO SIMEON CALDERON SAMANIEGO
JURADO

MG. HENRY GUSTAVO PAUTRAT EGOAVIL
JURADO

ING. NATALY LUCIA CORDOVA ZORRILLA
JURADO

Mg. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA
SECRETARIO GENERAL

ÍNDICE

CONTRATAPA.....	II
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO	V
ÍNDICE	VII
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
RESUMEN	XII
ABSTRACT	XIII
INTRODUCCIÓN	XIV
CAPITULO I	17
EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.1. Planteamiento del problema	17
1.2. Formulación y sistematización del problema	20
1.2.1. Problema general	21
1.2.2. Problemas específicos	21
1.3. Justificación	21
1.3.1. Practica	21
1.3.2. Teórica	22
1.3.3. Metodológica	22
1.4. Delimitaciones	22
1.4.1. Delimitación espacial	22
1.4.2. Delimitación temporal	24
1.4.3. Delimitación económica.....	24
1.5. Limitaciones.....	24
1.6. Objetivos.....	24
1.6.1. Objetivo general	25
1.6.2. Objetivos específicos.....	25
CAPITULO II	26
MARCO TEÓRICO	26
2.1. Antecedentes.....	26
2.1.1. Internacionales	26

2.1.2. Nacionales.....	32
2.2. Marco conceptual	36
2.2.1. Teorías de la Investigación.....	36
2.2.1.1 El concreto	36
2.2.1.2 Componentes del concreto.....	37
2.2.1.3 Propiedades del concreto.....	47
2.2.1.4 La caliza	53
2.2.1.5 Óxido de calcio	54
2.3. Definición de términos	55
2.4. Hipótesis.....	58
2.4.1. Hipótesis general.....	58
2.4.2. Hipótesis específicos.....	58
2.5. Variables.....	58
2.5.1. Definición conceptual de la variable	58
2.5.2. Definición operacional de la variable	59
2.5.3. Operacionalización de la Variable	60
CAPÍTULO III	61
METODOLOGÍA	61
3.1. Método de investigación	61
3.2. Tipo de Investigación.....	61
3.3. Nivel de investigación	61
3.4. Diseño de investigación.....	61
3.5. Población y muestra	64
3.5.1. Población.....	64
3.5.2. Muestra	65
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	66
3.7. Procesamiento de la información.....	69
3.8. Técnicas y análisis de datos	70
CAPÍTULO IV.....	72
RESULTADOS.....	72
4.1. Presentación de resultados específicos	72
CAPÍTULO V.....	79
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	79

5.1. Discusión de resultados específicos.....	79
CONCLUSIONES	92
RECOMENDACIONES	94
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	95
ANEXOS	102

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 – Variables de investigación.....	59
Tabla 2 – Operacionalización de las variables.....	60
Tabla 3 – Esquema de experimento y variables.	62
Tabla 4 – Esquema del diseño experimental con posprueba únicamente y grupo de control.	62
Tabla 5 – Grupo experimental y de control.	63
Tabla 6 – Identificación de los elementos de los diseños de investigación en la tesis.....	64
Tabla 7 – Normas de los ensayos del concreto en estado endurecido.....	67
Tabla 8 – Ensayo a los 3 días – Huancayo.....	72
Tabla 9 – Variación de la resistencia a la compresión a los 03 días – Huancayo.	73
Tabla 10 – Ensayo a los 7 días – Huancayo.....	74
Tabla 11 – Variación de la resistencia a la compresión a los 07 días – Huancayo.....	75
Tabla 12 – Ensayo a los 14 días – Huancayo.....	76
Tabla 13 – Variación de la resistencia a la compresión a los 14 días – Huancayo.....	76
Tabla 14 – Ensayo a los 28 días – Huancayo.....	77
Tabla 15 – Variación de la resistencia a la compresión a los 28 días – Huancayo.....	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Ubicación departamental de la zona de investigación.	23
Figura 2- Ubicación provincial de la zona de investigación.	23
Figura 3- Ubicación distrital de la zona de investigación.	24
Figura 4- Componentes del concreto.	40
Figura 5- Compuestos principales del cemento portland.	40
Figura 6- Consistencia del concreto.	48
Figura 7- Ensayo a los 3 días - Huancayo.	79
Figura 8- Comportamiento del f'c por la adición del óxido de calcio a los 03 días – Huancayo.	80
Figura 9- Ensayo a los 7 días - Huancayo.	81
Figura 10- Comportamiento del f'c por la adición del óxido de calcio a los 07 días – Huancayo.	82
Figura 11- Ensayo a los 14 días - Huancayo.	84
Figura 12- Comportamiento del f'c por la adición del óxido de calcio a los 14 días – Huancayo.	85
Figura 13- Ensayo a los 28 días - Huancayo.	86
Figura 14- Comportamiento del f'c por la adición del óxido de calcio a los 28 días – Huancayo.	87
Figura 15- Comportamiento del ensayo de resistencia a la compresión - Huancayo.	89
Figura 16- Comportamiento del f'c por la adición del óxido de calcio – Huancayo.	90

RESUMEN

La investigación tuvo como problema general: ¿Qué efectos produce el uso del óxido de calcio como agregado fino en el comportamiento de las propiedades mecánicas del concreto endurecido?, el objetivo general fue: Determinar los efectos que produce el uso del óxido de calcio como agregado fino en el comportamiento de las propiedades mecánicas del concreto endurecido, y la hipótesis general fue: El uso del óxido de calcio como agregado fino sí produce efectos en el comportamiento de las propiedades mecánicas del concreto endurecido.

El método de investigación fue el científico, el tipo de investigación fue aplicada, el nivel de investigación fue experimental y el diseño de investigación fue experimental. La población estuvo conformada por la preparación del concreto con diseños de mezclas con la adición del óxido de calcio, empleadas en la construcción de estructuras de concreto en la ciudad de Huancayo, se tomó como muestra 56 probetas de concretos preparados con diseños de mezclas convencionales.

La conclusión general fue: El comportamiento de las resistencias a la compresión del concreto de las probetas ensayadas a los 03, 07, 14 y 28 días, se relacionan directamente con la dosificación del óxido de calcio en reemplazo del agregado fino (10%, 20%, 30%, 40%, 50% y 100% en peso), dichos valores de resistencia a la compresión tuvieron una tendencia de incremento hasta la dosificación del 30% en peso de óxido de calcio en reemplazo del agregado fino, para luego decaer la resistencia a la compresión con las dosificaciones del 40%, 50% y 100% en peso de óxido de calcio en reemplazo del agregado fino.

Palabras claves: Oxido de calcio y resistencia a la compresión.

ABSTRACT

The research had as a general problem: What effects does the use of calcium oxide as a fine aggregate produce on the behavior of the mechanical properties of hardened concrete? The general objective was: To determine the effects produced by the use of calcium oxide as an aggregate fine in the behavior of the mechanical properties of hardened concrete, and the general hypothesis was: The use of calcium oxide as fine aggregate does produce effects on the behavior of the mechanical properties of hardened concrete.

The research method was scientific, the type of research was applied, the research level was correlational, and the research design was experimental. The population consisted of the preparation of concrete with mixture designs with the addition of calcium oxide, used in the construction of concrete structures in the city of Huancayo, 56 specimens of concrete prepared with conventional mixture designs were taken as a sample.

The general conclusion was: The behavior of the compressive strengths of the concrete of the test pieces tested at 03, 07, 14 and 28 days, are directly related to the dosage of calcium oxide in replacement of fine aggregate (10%, 20 %, 30%, 40%, 50% and 100% by weight), said compressive strength values had a tendency to increase until the dosage of 30% by weight of calcium oxide in replacement of the fine aggregate, to then decline the compressive strength with dosages of 40%, 50% and 100% by weight of calcium oxide as a replacement for fine aggregate.

Keywords: Calcium oxide and compressive strength.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo investigativo se desarrolló en plena aplicación al Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de la Universidad Peruana Los Andes; se elaboró con mucho beneplácito la investigación titulado óxido de calcio como agregado fino en la preparación de concreto y su efecto en el comportamiento mecánico del concreto endurecido; investigación que establece como propósito fundamental: Determinar los efectos que produce el uso del óxido de calcio como agregado fino en el comportamiento de las propiedades mecánicas del concreto endurecido.

El hormigón es un material que resiste esfuerzos de compresión, tracción y flexión. Existen diversas alternativas dependiendo de su aplicación en concreto, pueden ser autocompactantes, rellenas de líquido, proyectadas, livianas, de alta resistencia, con retracción compensada, fibroreforzadas, de alta resistencia, compactadas con rodillo, de alto rendimiento y poliméricas. concreto (Mamlu K y Zanewski, 2009). Cada uno de estos tipos toma como referencia el hormigón convencional y mejora determinadas propiedades del hormigón. El hormigón convencional se utiliza en estructuras como edificios, puentes, fábricas, aceras y canchas deportivas (Fernández Cánovas, 2011).

Una de las últimas tecnologías desarrolladas en este campo y con múltiples aplicaciones es el uso de hormigones con cenizas añadidas, como cenizas volantes, escorias de alto horno o de fundición, cenizas de cascarilla de arroz, cenizas de bagazo, etc. Agregar al concreto puede aumentar su resistencia, rigidez, reducir la permeabilidad, entre otras propiedades, porque en este caso, agregar ceniza al concreto puede mejorar la trabajabilidad, la durabilidad, la densidad, las propiedades de compresión y tracción, y disminuir (Contreras Cueva y Peña Villalobos, 2017).

Se sabe que el principal componente del cemento es el óxido de calcio, compuesto obtenido de la calcinación del carbonato de calcio, presente en minerales como la calcita, rocas como la caliza, y en organismos vivos, como las células de ciertas algas, el coral cálcico. esponjas, caparzones de moluscos,

esqueletos de corales, cáscaras de huevos y esqueletos de animales; los huesos de bovinos se recomiendan como fuente de extracción de óxido de calcio, lo que no solo da como resultado un concreto de alta resistencia, sino que también reduce los costos de fabricación y reduce las emisiones contaminantes.

Por lo tanto, la presente tesis de investigación muestra el comportamiento de la resistencia a la compresión del concreto con dosificación del óxido de calcio en reemplazo del agregado fino (arena gruesa), bajo las mismas condiciones ambientales de preparación y curado en la Ciudad de Huancayo, debido a que el propósito de este trabajo es informar y demostrar a quienes trabajan en la industria de la construcción, la adición de óxido de calcio en dosis variables afecta el comportamiento de resistencia a la compresión del concreto.

Este estudio de tipología aplicada tiene en cuenta el nivel experimental; como diseño de investigación experimental, y como técnica de recolección de datos como fuente bibliográfica, con la documentación técnica como herramienta para la documentación. Como técnica de análisis de datos se aplicó la estadística descriptiva, lo que permitió comprender los resultados.

El trabajo desarrollado y presentado se justifica porque a través de este estudio tuvo como objetivo conocer el efecto del óxido de calcio en la resistencia a esfuerzos de compresión del concreto endurecido, dado que el concreto es conocido mundialmente como un excelente material utilizado en la construcción, como uno de sus componentes afines. propiedades es su capacidad para resistir los esfuerzos de compresión y colocarlo encima de otros elementos de construcción.

Con el fin de comprender mejor el tema de investigación, la tesis se divide en capítulos, cada capítulo explica de manera directa y específica la relación con el objeto de investigación.

El primer capítulo describe el planteamiento del problema, cómo construir y organizar el problema, argumentos, límites, limitaciones y objetivos de la investigación.

En el segundo capítulo se redacta el contexto (internacional y nacional), el marco conceptual, la definición del término, el enfoque por defecto y la identificación de las variables de investigación.

En el tercer capítulo se desarrolla una metodología aplicada, describiendo el método, tipo, extensión, diseño, población y muestra, técnicas y herramientas de recolección de datos, y técnicas de procesamiento y análisis de la información.

En el cuarto capítulo se reflejan los resultados obtenidos del uso del óxido de calcio en la resistencia del concreto.

En el quinto capítulo se discuten los resultados obtenidos sobre el uso del óxido de calcio en la resistencia del concreto, y con el fin de llegar a las conclusiones y recomendaciones pertinentes para la investigación desarrollada, el último es escribir las referencias utilizadas en el desarrollo de la investigación.

Al final de la investigación, se adjunta un documento y fichas de ensayo.

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

En todo el mundo, la construcción es una de las actividades económicas más intensivas en mano de obra y tiene un impacto exponencial en la economía, ya que es uno de los sectores manufactureros que más contribuye al crecimiento de países y regiones.

El informe Global Construction 2020 estima que para 2020, la industria de la construcción representará el 13,2 % del PIB mundial, del cual China, India y Estados Unidos generarán el 54 %. Para Asia y otros países emergentes, el desarrollo de la industria de la construcción se verá afectado por el crecimiento de la población, la rápida urbanización y un fuerte crecimiento económico, generando un 16,5%. (Reporte Inmobiliario, 2017)

En un país latinoamericano, el sector de la construcción sigue creciendo, destacando países como Colombia con un 9,9% de crecimiento, Panamá con un 5,6% y República Dominicana con un 5,3% (BBC Mundo, 2017). No cabe duda que las actividades de la construcción son uno de los sectores industriales que más contribuyen al crecimiento de las economías de los países.

En los últimos años, las empresas que operan en el sector de la construcción en Perú han disfrutado de un auge aún mayor, registrando un crecimiento de 3,49% en junio, tasa que podría subir según estimaciones del Instituto de Estadística, Estado e Informática (INEI).

La expansión del sector de la construcción y la industria del cemento van de la mano. De acuerdo con Aníbal Sánchez, Director del Instituto Nacional de Estadística e Informática, es por ello que el aumento positivo del sector construcción se debe a un aumento del 3,45% en el consumo de cemento interior y al avance real La economía del proyecto ha logrado un aumento del 3,73%. (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2017).

Por tanto, esta actividad económica requiere de un buen control de calidad en todas sus etapas, ya sea en el diseño o en la construcción, lo que significa el conocimiento de las características y comportamiento de los componentes y materiales relacionados (Sánchez Malagón, 2006). Entre las materias primas relacionadas se encuentra el cemento, cuyo consumo interno representa el 75% de la industria de la construcción y actualmente se encuentra en constante crecimiento según el Instituto Nacional de Estadística e Informática, y la Asociación de Fabricantes de Cemento. Al consumir cemento, el componente principal del hormigón, podemos decir que el hormigón se ha convertido en el material de construcción más utilizado, debido a su excepcional versatilidad en el trabajo, las funciones estructurales y la economía. (Amaris Martínez y Rondon Panqueva, 2009).

Dependiendo de la aplicación, el cemento puede ser convencional o aditivo. El cemento aditivo consiste en una mezcla de clínker, yeso y aditivos minerales. Los aditivos minerales utilizados varían entre puzolanas, cargas y escorias de alto horno, los cuales agregan ciertas propiedades de valor agregado al cemento, dándole propiedades específicas al cemento (Cementos). Pacasmayo, 2017). A pesar de todas las ventajas de estos cementos, son más caros, por lo que el cemento tradicional es muy utilizado en el mundo de la construcción. La razón es que es necesario buscar aditivos para mejorar las propiedades del cemento, pero su costo no permite incrementar la producción de concreto.

El hormigón es un material que puede soportar esfuerzos de compresión, tracción y flexión. Hay muchas alternativas disponibles dependiendo de sus aplicaciones concretas, pueden ser autocompactantes, llenas de fluido, rociadas con vapor, livianas, de alta resistencia, compensadoras de contracción, fibrosas, duraderas, compactadas con rodillo y eficientes. hormigón polimérico. (Mamluk y Zhanevsky, 2009). Cada uno de estos grados mejora ciertas propiedades del hormigón utilizando hormigón normal como estándar. El hormigón convencional se utiliza en estructuras como edificios, puentes, fábricas, aceras y estadios deportivos. (Fernández Cánovas, 2011).

Las estructuras de hormigón se conocen como estructuras muy duraderas que requieren muy poco mantenimiento; Pero como los seres vivos, pasa por etapas temporales, desde la planificación hasta el colapso; Están sujetos a envejecimiento y deterioro debido a actividades físicas, mecánicas, químicas o biológicas. (Sánchez Guzmán, 2003).

Es por ello que se ha intensificado la investigación en cuanto a la mejora de las propiedades del concreto en el nuevo estado tales como trabajabilidad, contenido de aire y permeabilidad) y endurecimiento (resistencia a la compresión, densidad, porosidad y retracción) para poder producir concreto de alta resistencia y buena calidad y para responder a ciertas situaciones de emergencia durante la operación. Para ello se utilizan aditivos como plastificantes, retardadores, aceleradores, gaseros y otros.

Una mezcla adicional de concreto es la microsílíce, que podemos obtener de productos hechos por el hombre como la espuma de sica, lo que asegura que el acondicionamiento de la mezcla de concreto mejorará sus propiedades, como una mayor durabilidad. Aspirar mezclas frescas. Debido a la excelente impermeabilidad, dureza y resistencia del hormigón, esta mezcla subacuática se puede utilizar en estanques, puentes, presas, reparaciones, enlucidos, etc.

Empresas como Sika, Chema, Z Additive y otras ofrecen diversos tipos de aditivos químicos para mejorar las propiedades del hormigón, dando como resultado una buena calidad, resistencia y durabilidad; Sin embargo, su uso tiende a incrementar el costo de producción del concreto.

No hay duda de que la industria de la construcción juega un papel importante en el desarrollo de la sociedad, ya que es directamente responsable de crear la infraestructura para la vivienda, el transporte, el saneamiento y otras instalaciones. Otros procesos, incluida la cultura y el desarrollo de la economía humana. Sin embargo, a pesar de su importancia para el crecimiento, la construcción es también uno de los principales actores en el proceso de modificación y contaminación del planeta, ya que

es un importante consumidor de recursos y generador de residuos (Acevedo Agudelo, Vásquez Hernández, Ramírez Cardona, 2012).

Una de las últimas tecnologías desarrolladas con múltiples aplicaciones en este campo es la utilización de hormigones con adición de cenizas, como cenizas volantes, escorias de alto horno o de fundición, cenizas de cascarilla de arroz, cenizas de bagazo, etc. Los aditivos permiten aumentar el esfuerzo, resistencia, su dureza, para reducir la permeabilidad entre otras propiedades, ya que en este caso la adición de cenizas al hormigón mejorará las propiedades de trabajabilidad, resistencia, densidad, resistencia a la presión ya los esfuerzos y reducirá costes. (Contreras Cueva y Peña Villalobos, 2017).

Sepa que el componente principal del cemento es el óxido de calcio, un compuesto producido por la calcinación del carbonato de calcio y que se encuentra en minerales como la calcita y rocas como la caliza y en organismos vivos como el carbón y algunos tipos de algas y calizas. Esponjas, conchas de moluscos, esqueletos de coral, cáscaras de huevo y esqueletos de animales; Se propone utilizar hueso de bovino como fuente de extracción de óxido de calcio, con lo que no solo se obtienen hormigones de alta resistencia, sino que se reducen los costes de producción y se reducen las emisiones contaminantes.

Por ello este proyecto plantea la utilización de óxido de calcio extraído a partir de huesos de ganado como una alternativa de adición al concreto como agregado fino y determinar sus efectos en el comportamiento mecánico del concreto endurecido.

1.2. Formulación y sistematización del problema

Ante esta disposición se plantea la siguiente interrogante como problema general:

1.2.1. Problema general

¿Qué efectos produce el uso del óxido de calcio como agregado fino en el comportamiento de las propiedades mecánicas del concreto endurecido?

1.2.2. Problemas específicos

a) ¿Qué efectos produce el uso del óxido de calcio como agregado fino en el comportamiento de la resistencia a la compresión de $f'_c=210 \text{ Kg/cm}^2$ a los 03 días?

b) ¿Qué efectos produce el uso del óxido de calcio como agregado fino en el comportamiento de la resistencia a la compresión de $f'_c=210 \text{ Kg/cm}^2$ a los 07 días?

c) ¿Qué efectos produce el uso del óxido de calcio como agregado fino en el comportamiento de la resistencia a la compresión de $f'_c=210 \text{ Kg/cm}^2$ a los 14 días?

d) ¿Qué efectos produce el uso del óxido de calcio como agregado fino en el comportamiento de la resistencia a la compresión de $f'_c=210 \text{ Kg/cm}^2$ a los 28 días?

1.3. Justificación

1.3.1. Practica

Las personas deben conocer las limitaciones que presenta el óxido de calcio cuando se usa como agregado fino en la producción de concreto y si afecta las propiedades mecánicas (resistencia a la compresión) del concreto.

Por lo tanto, este estudio, que brindará información sobre los límites del óxido de calcio como agregado fino en la producción de concreto con diferentes proporciones de adición de óxido de calcio, en estado endurecido, se realizó en el método de ensayo de resistencia a la compresión.

1.3.2. Teórica

Con la realización de este trabajo de investigación, se espera obtener una síntesis de los resultados obtenidos de los ensayos de laboratorio (resistencia a la compresión) del concreto endurecido, considerando la adición de suplemento de óxido de calcio como agregado fino, en comparación con los resultados de laboratorio (resistencia a la compresión) de concreto endurecido hecho sin Agregar óxido de calcio como un agregado fino.

1.3.3. Metodológica

La metodología utilizada para evaluar el desempeño de las propiedades mecánicas del concreto endurecido después de agregar óxido de calcio como un agregado fino en una mezcla estándar para producir un control interno o un valor de prueba superior. Esta metodología puede adaptarse satisfactoriamente para futuros estudios que involucren directa o indirectamente el tema en estudio.

1.4. Delimitaciones

1.4.1. Delimitación espacial

La investigación se realizó en las condiciones climatológicas de la ciudad de Huancayo.

Figura 1- Ubicación departamental de la zona de investigación.



Fuente: <https://www.deperu.com/calendario>

Figura 2- Ubicación provincial de la zona de investigación.



Fuente: <https://www.deperu.com/calendario>

Figura 3- Ubicación distrital de la zona de investigación.



Fuente: <https://www.deperu.com/calendario>

1.4.2. Delimitación temporal

El trabajo de investigación se llevó a cabo en 4 meses, del mes de setiembre del 2021 hasta el mes de diciembre del 2021.

1.4.3. Delimitación económica

Los gastos financieros incurridos en la elaboración del presente trabajo de investigación, no fue inconveniente económico alguno. El gasto mencionado fue asumido en su totalidad por el investigador de la presente tesis.

1.5. Limitaciones

Básicamente la limitación de la investigación se centró en la producción de los especímenes de estudio las cuales fueron elaboradas siguiendo la norma ASTM C 192 (práctica normalizada para preparación y curado de especímenes de concreto para ensayo en laboratorio), y para la utilización de óxido de calcio extraído a partir de huesos de ganado.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Determinar los efectos que produce el uso del óxido de calcio como agregado fino en el comportamiento de las propiedades mecánicas del concreto endurecido.

1.6.2. Objetivos específicos

a) Determinar los efectos que produce el uso del óxido de calcio como agregado fino en el comportamiento de la resistencia a la compresión de $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ a los 03 días.

b) Determinar los efectos que produce el uso del óxido de calcio como agregado fino en el comportamiento de la resistencia a la compresión de $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ a los 07 días.

c) Determinar los efectos que produce el uso del óxido de calcio como agregado fino en el comportamiento de la resistencia a la compresión de $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ a los 14 días.

d) Determinar los efectos que produce el uso del óxido de calcio como agregado fino en el comportamiento de la resistencia a la compresión de $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ a los 28 días.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Internacionales

Barajas (2014), en su investigación titula: “Elaboración y evaluación de piezas de tabicón con cal hidratada a una calidad no menor al 80% de hidróxido de calcio, en sustitución del cemento portland tipo 1.”, para optar el título de Ingeniero Civil en la Universidad de la Salle en Colombia, nos menciona:

“El presente proyecto tiene diversas calidades que existen de tabicón en la zona nace un planteamiento del problema y con esto la necesidad de obtener una pieza de tabicón de concreto de menor costo y de mayor calidad de resistencia, mejor capacidad térmica y a su vez con menor absorción, con esto surge la Hipótesis acompañada de objetivos para contar con una buena estructuración del proyecto y que pueda ser llevada a cabo, de tal forma que se siga una buena metodología en la realización del presente proyecto. Con relación a las piezas utilizadas para la fabricación de mampostería, originalmente se utilizó el ladrillo de barro cocido, conocido en el ámbito de la construcción local como ladrillo ROJO, pero debido a diversos factores, entre los que se pueden mencionar el alto grado de contaminación generado durante su elaboración, afectación en la producción en temporada de lluvias, el bajo nivel de producción (número de piezas elaboradas) y el precio, éste último ha sido sustituido paulatinamente por el bloque sólido de concreto ligero conocido localmente como tabicón, y el incremento en la oferta de tabicón se ha visto favorecido. Aunque pueda llegar a impactar el precio de la piedra de jal siendo uno de sus principales elementos que se utiliza como agregado grueso en la mezcla: (la roca pumítica conocida

localmente como jal); No sería problema debido a su amplia aceptación en la edificación. Es necesario estudiar las propiedades mecánicas del tabicón para establecer recomendaciones que permitan garantizar su calidad y, consecuentemente, su comportamiento como parte integral de los muros. Generalmente los materiales utilizados en la elaboración de las piezas son el cemento gris, agua, jal y arena (algunos fabricantes incluyen aditivos para acelerar el fraguado de la mezcla, con el fin de agilizar el manejo de las piezas). La proporción en la que estos ingredientes son incorporados a la mezcla es variable entre lotes y entre fabricantes, depende fundamentalmente de la apreciación y experiencia de los operarios, dando como resultado una gran variación entre las propiedades del producto final. Se han realizado diversos estudios del tabicón que se produce en las plantas ubicadas en la ZMC y VA (Zona Metropolitana de Colima y Villa de Álvarez), establecido la amplia variabilidad de sus propiedades mecánicas, tanto entre los lotes de una misma fábrica, como entre la producción de las diferentes empresas. Los resultados de los estudios realizados indican que algunas empresas producen tabicón de calidad regular y otras que ofrecen producto de mala calidad. La calidad de los tabicones es una característica que influye significativamente en la resistencia del muro del que forman parte. Con base en los resultados de las investigaciones previas, se puede suponer que su variación depende de diversos factores entre los que destacan: la relación entre el agua y el cemento, la granulometría de los agregados, la relación volumétrica entre cementantes y agregados, el grado de compactación y las condiciones de curado.”

Calabuig (2015), en su investigación titula: “Efecto de la adición de cal en las propiedades mecánicas y durabilidad de hormigones con altos contenidos en cenizas volantes silíceas”, para optar el

grado de Doctor en Ingeniería Civil en la Universidad de la Salle en Colombia, nos menciona:

“El presente trabajo investigativo cuenta con un conglomerante con menor huella de carbono, mediante la sustitución de 50% de cemento Portland (CP) por ceniza volante silíceo (CV), añadiendo cal hidratada (CL) y siendo la relación $CL/CV=0,20$ (en algunos CL/CV será $0,10$). En trabajos anteriores, en los que participa este autor (Calabuig y Lorca,2009; Lorca et al., 2014), se estudiaron las ventajas de sistemas ternarios CP:CV:CL con buenos resultados. En esta investigación se pretende dar un paso más para mejorar estos sistemas. Para ello se muele conjuntamente la CV y CL (CV:CL)_m aumentando la finura, mejorando la homogeneidad y reactividad de ambos componentes. Esta tesis comprende investigaciones sobre el comportamiento físico y puzolánico de la cal hidratada en sistemas simples CP y binarios CP:CV. También estudia la resistencia a compresión de microhormigones variando la relación agua/conglomerante (w/b) y el tipo de conglomerante, contrastando los resultados respecto del conglomerante CP:(CV:CL)_m. En estos sistemas binarios la relación $CP/CV=1$ y la relación $CL/CV=0,20$. Se hace un estudio de durabilidad de microhormigones con relación $w/b=0,5$, contrastando las prestaciones de los sistemas CP y CP:CV respecto de CP:(CV:CL)_m. Las pruebas consisten, fundamentalmente, en durabilidad del hormigón frente a sulfatos y corrosión de las armaduras. Para el seguimiento del grado de corrosión de las armaduras de acero se han aplicado técnicas electroquímicas, midiendo la resistencia a la polarización de probetas curadas en agua (referencia) y sometidas a corrosión por cloruro y cloruro-sulfato. A la vez, se hace un seguimiento de la resistividad del hormigón, en las mismas probetas, dado que dicho valor es determinante en la difusión de cloruros. Una aplicación de interés del conglomerante CP:CV:CL puede ser como componente de

hormigones autocompactantes aprovechando las propiedades de cohesión y viscosidad que proporciona la cal hidratada al hormigón fresco. Los resultados de esta tesis muestran que, en sistemas simples de CP, en ausencia de otros finos, la cal hidratada funciona como un fino inerte, de manera similar a los finos calizos, mejorando la resistencia mecánica del sistema a corto plazo. En estos sistemas, cuando están saturados de finos (finos calizos o ceniza volante), la adición de CL, aparentemente, no produce ningún efecto sobre la resistencia mecánica. En sistemas binarios CP:CV (CP/CV=1), la adición de CL ha mejorado siempre la resistencia mecánica a todas las edades. En igualdad de condiciones, el conglomerante CP:(CV:CL)_m (en microhormigones variando w/b) mejora con claridad la resistencia mecánica de sistemas CP:CV y CP:CV:CL a todas las edades estudiadas. También, a largo plazo, un año, este conglomerante supera la resistencia a compresión en microhormigones hechos solo con CP. El conglomerante CP:(CV:CL)_m, mejora la durabilidad de sistemas CP:CV en todas las pruebas realizadas. Respecto de la corrosión de las armaduras, cuando el contenido de cal fue CL/CV=0,2, tiene un comportamiento similar al CP, mejorando cuando el ataque es sólo de cloruros, ofreciendo mayor resistencia a la penetración de ión Cl⁻ para las edades estudiadas. Por otra parte, respecto a la carbonatación del hormigón con CP:(CV:CL)_m mejora los sistemas CP:CV siendo algo peor que en sistemas sólo con CP. Se realizan análisis termogravimétricos para comprobar la presencia de Ca(OH)₂ a largo plazo en estos conglomerantes. Los resultados de esta prueba a 360 días manifiestan un contenido muy bajo de Ca(OH)₂, cuando el conglomerante fue CP:CV (CP/CV=1). Este sistema se puede considerar prácticamente autoneutralizado, no ocurriendo lo mismo en sistemas con adición CL. En condiciones de laboratorio, más severa que las condiciones naturales, se puede afirmar que este conglomerante tiene unas prestaciones excelentes, pudiendo competir con ventaja si no con un CEM I 52,R

sí con otros cementos con adiciones, contemplados en RC-08. Ciertamente es que estos conglomerantes que contienen CV, requieren periodos de curado más largos.”

Gonzales (2016) en su trabajo de investigación titulado: “Estudio del mortero de pega usado en el cantón Cuenca. Propuesta de mejora, utilizando adiciones de cal”, para optar en Magister en Ingeniería en la Universidad Nacional Autónoma de México, nos menciona:

“Esta investigación trata sobre el mortero de pega de mampostería, se estudia los materiales que lo componen, luego las propiedades del mortero de cemento-arena con dosificaciones similares a las de obra y un similar en condiciones de laboratorio, seguido se definen diferentes morteros de cemento-cal-arena. Con todos los morteros se realizan los mismos ensayos, en estado plástico los de: plasticidad, contenido de aire, retención de agua, y en el estado endurecido la resistencia a compresión. Además, se estudia el mampuesto usado en Cuenca. Se concluye la investigación con un análisis y valoración de los resultados obtenidos en la etapa de experimentación.”

Huaquisto (2015) En su investigación “efecto de la ceniza volante en la resistencia del concreto en condiciones de clima natural”. “Afirma que la ceniza volante utilizado en el diseño de mezclas de concreto en porcentajes del 3% al 6% mejora la resistencia de este, siendo óptimo un valor medio en este rango; además a los 28 días para estos porcentajes de ceniza volante se alcanzan resistencias por encima del concreto normal. Asimismo, señala que la ceniza volante adicionada mayor al 6% hace perder la resistencia del mismo, en cambio para porcentajes menores al 3% la resistencia del concreto es aproximadamente la misma que para un concreto normal.”

Pincay, et al (2009) En su investigación “uso de sílice en hormigones de alto desempeño” señalan que, “la microsíllice tiene un importante papel en las reacciones internas de la pasta de concreto. Al ser tan pequeñas, estas actúan como un filler, llenando los espacios vacíos en la pasta de concreto y proporcionando mayores propiedades adherentes, mayor compacidad, reducción de exudación de agua en la superficie y reducciones significativas de la permeabilidad, lo que por consecuencia incrementa la durabilidad.”

“Para la investigación utilizaron agregado grueso de tamaño máximo nominal de 12.5mm (1/2”), agregado fino con módulo de finura de 2.97, cemento portland Tipo I y elaboraron un diseño de mezcla $f'c=350$ kg/cm² con relación agua/cemento 0.40 y 0.35.”

“Determinaron que la incorporación de microsíllice aumenta la resistencia a compresión en un rango del 20% al 50%, usando contenidos de microsíllice que varían entre el 5% y 15% del peso del cemento. Otra de las propiedades que brinda esta adicción, es el incremento de la resistencia al ataque de sulfatos y cloruros, reduce la reacción álcali sílice; y todo esto se traduce en mayor durabilidad de las estructuras de concreto y en especial si se encuentran en climas extremos como hielo-deshielo.”

Mafla (2009) En su trabajo “uso de la cascarilla de arroz como material alternativo en la construcción”, “señala que para la obtención de microsíllice primero se coloca en un crisol a una temperatura de 700°C y luego pasa por un proceso de molienda en un molino de bolas. En cuanto al diseño de mezcla empleo una relación agua/cemento 0.485 y establece que los porcentajes óptimos de adición oscilaron entre el 5% y 10% del peso del cemento. Afirma que la cascarilla de arroz presenta buenas propiedades como material puzolánico, su alta pureza y su alta superficie específica proporciona un incremento de la densificación

del concreto y por lo tanto un aumento de la resistencia a la compresión. Se debe tener en cuenta la relación agua/cemento, ya que una inadecuada ocasiona la formación de agregados esféricos muy duros en el interior del concreto y por lo tanto una abrupta disminución de la resistencia a la compresión.”

2.1.2. Nacionales

Cuadros (2016) en su trabajo de investigación titulado: “Mejoramiento de las propiedades físico -mecánicas de la subrasante en una vía afirmada de la red vial departamental de la región Junín mediante la estabilización química con óxido de calcio – 2016”, para optar en título de Ingeniero Civil en la Universidad Peruana los Andes, nos menciona:

La presente investigación tiene como objetivo determinar la influencia de la estabilización química mediante la adición de diversos porcentajes de óxido de calcio en el mejoramiento de las propiedades físico – mecánicas de la subrasante en una vía afirmada de la Red Vial Departamental de la Región Junín”; y la hipótesis general que debe contrastarse es: “La estabilización química mediante la adición de diversos porcentajes de óxido de calcio influye positivamente mejorando las propiedades físico - mecánicas de la subrasante en una vía afirmada de la Red Vial Departamental de la Región Junín”. El método general de la investigación es el CIENTÍFICO, el tipo de investigación es APLICADA Y TECNOLÓGICA, el nivel de carácter DESCRIPTIVO – EXPLICATIVO, el diseño EXPERIMENTAL y el Enfoque de investigación CUANTITATIVA; que permitió describir y explicar la influencia del óxido de calcio como estabilizante químico de suelos y determinar el óptimo porcentaje de óxido de calcio, además de determinar las mejoras que produce la estabilización química mediante su uso, asimismo analizar y comparar los costos entre la estabilización física y química. “La población fue la Red Vial Departamental Ruta JU 108, Tramo: C.P. Pariahuanca – C.P.

Ojaro, en el Distrito de Pariahuanca y la muestra fue de tipo NO PROBABILÍSTICO, DIRIGIDO O POR CONVENIENCIA, conformado por un grupo de ensayos de mecánica de suelos y procedimientos de Ingeniería; para el efecto se aplicaron las Normas del MTC vigentes, se realizó los estudios de tráfico vehicular y además cuatro calicatas a cielo abierto para su análisis y experimentación con la adición de diversos porcentajes de óxido de calcio. Se concluyó que la estabilización química con Óxido de Calcio influye positivamente en las propiedades físico-mecánicas de la subrasante, obteniendo como porcentaje óptimo la adición del 3% de óxido de calcio en peso de suelo, reduciendo el índice de plasticidad de un suelo natural con un IP de 19.08% a un IP de 4.17% posterior a su estabilización, así mismo aumenta significativamente el valor de C.B.R. de un 4.85% para suelo natural a un valor de C.B.R de 15.64% posterior a su estabilización, además se demostró una ventaja económica de la estabilización química con óxido de calcio frente a la estabilización física por el método de combinación de suelos, con una considerable reducción de costos de un 44.41%.”

Contreras y Peña (2017) En su investigación “análisis de la resistencia a la compresión y permeabilidad en el concreto adicionando con cenizas volantes de carbón”, “utilizaron agregado grueso de tamaño máximo nominal de 3/4”, agregado fino con módulo de finura de 2.66, cemento portland Tipo I y elaboraron un diseño de mezcla $f'c=210$ kg/cm² con relación agua/cemento 0.56 adicionando las cenizas volantes en dosificaciones de 1.5%, 3%, 4.5% y 6% con respecto al peso del cemento. Llegaron a concluir que, a mayor capacidad de soporte de carga, mayor resistencia a la compresión y a menor penetración de agua, es baja la permeabilidad. Asimismo, obtuvieron una resistencia a compresión máxima de 241 kg/cm² con la dosificación 6% a 28 días, siendo

esta la más alta; es decir se aumenta una resistencia a compresión a mayor cantidad de adición.”

Durand (2017), en su investigación titula: “Influencia del óxido de calcio en la trabajabilidad, fraguado, compresión, densidad, porosidad y absorción del concreto para elementos estructurales”, para optar en título de Ingeniero Civil en la Universidad Privada del Norte, nos menciona:

“El presente trabajo se muestra la caracterización en estado fresco se realizó ensayo de trabajabilidad y el tiempo de fraguado teniendo en cuenta las normativas ASTM C143 y ASTM C403 respectivamente. En estado endurecido, se realizó el ensayo de compresión a probetas cilíndricas de 0.10m de diámetro y 0.20 m de altura a 28 días de curado bajo norma ASTM C31 y ASTM C39; y se determinó la densidad, absorción y porosidad bajo la norma ASTM C642. Se determinó que el porcentaje óptimo de adición de óxido de calcio es al 4% para mejorar las propiedades del concreto en estado fresco-endurecido, obteniendo una mezcla plástica, trabajable, con una resistencia máxima de 353 kg/cm² a 28 días. Asimismo, presentó la mayor densidad, con una mínima porosidad de 4.69% y una absorción de 1.54%. Finalmente se realizó un análisis de costos comparativo con respecto a un concreto adicionado con microsílíce Rheomac SF100.”

Huaroc (2017) En su investigación “influencia del porcentaje de micro sílice a partir de la ceniza de la cascarilla de arroz sobre la resistencia a la compresión, asentamiento, absorción y peso unitario de un concreto mejorado”, “utilizó agregado grueso de tamaño máximo nominal de 3/4”, agregado fino con módulo de finura de 2.3, cemento Pacasmayo Tipo I y elaboró un diseño de mezcla de concreto de 280 kg/cm², con relación agua/cemento de 0.54, con plastificante EUCO 37 al 1% con respecto al peso del cemento, siguiendo los parámetros del comité ACI 211. Utiliza

dosificaciones del 1% al 10% de cenizas de cascarilla de arroz con respecto al peso del cemento, para lo cual, primero tuvo que pasar un proceso de calcinación en un horno a gas a temperatura entre los 400° y 600° y una molienda para obtener las cenizas de tamaño micro (pasado la malla N° 325). Obtuvo como máxima resistencia a compresión 376 kg/cm² al 6% de adición con una ganancia del 27% con respecto al f'c de diseño, a la misma una mezcla plástica, trabajable y de baja absorción.”

Pacco (2016), en su investigación titula: “Efecto de la adición de cal en la resistencia a la compresión de un concreto”, para optar en título de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional Andina de Puno, nos menciona:

“La presente Tesis tiene como objetivo determinar el uso de la Cal como adición al concreto, suscita interrogantes, cuyas respuestas permiten conocer consecuencias, como: el ahorro económico que supone la reducción del empleo de cemento y los cambios estructurales motivados por la adición. Sin embargo, la importancia relativa de los cambios de composición y microestructurales en las propiedades mecánicas y la durabilidad del material no están completamente claras. Este trabajo estudia la influencia de la Cal y las propiedades del cemento en el comportamiento mecánico y resistencia de los concretos. Se propone estudiar el uso de la Cal como sustituto parcial del cemento en distintas proporciones. Por un lado, se investigará la influencia Cal en las propiedades de concreto y la proporción óptima en diseño de mezclas, y su influencia al concreto fresco y en su resistencia al concreto endurecido empleando diferentes proporciones de Cal para los concretos estructurales, determinado así el diseño de mezcla adecuado, su resistencia y variación de consistencia en el concreto fresco y endurecido. La metodología a emplearse es el método del ACI para el diseño de mezclas, ensayos de Cono de Abrams para el concreto fresco, ensayo de probetas cilíndricas de concreto

endurecido usando diferentes proporciones de Cal, y el diseño estadístico diseño completamente al azar para las comparaciones. Con este proyecto de investigación se pretende conocer la proporción óptima y adecuada de Cal adicionado en la elaboración de los concretos y diseño de mezclas en el distrito, provincia y departamento de Puno.”

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Teorías de la Investigación

2.2.1.1 El concreto

El concreto es un material artificial, el más ampliamente utilizado en la construcción civil. Está compuesto por cemento portland, áridos, agua, espacios rellenos de aire y en muchos casos aditivos. (Mamlouk y Zaniewski; 2009).

El concreto es un material resistente a las solicitaciones de compresión, tracción y flexión. (Fernández Cánovas; 2011).

La principal característica estructural del concreto es que resiste muy bien los esfuerzos de compresión, pero no tiene buen comportamiento frente a otros tipos de esfuerzos (tracción, flexión, cortante, etc.), por este motivo es habitual usarlo asociado al acero, recibiendo el nombre de concreto armado en algunos lugares; comportándose el conjunto muy favorablemente ante las diversas solicitaciones. (Pérez Guillén; 2016).

Ofrece resistencia que depende en gran medida de la calidad y proporción de los componentes de las mezclas y de las condiciones de humedad y temperatura durante los procesos de fabricación, compactación y de

fraguado. A los efectos se requiere conocer (Absalón y Salas; 2008):

- ✓ Procedencia de los agregados grueso y fino.
- ✓ Origen y tipo de cemento.
- ✓ Procedencia y calidad del agua mezclado.
- ✓ Diseño de mezcla, indicando el asentamiento.
- ✓ Dosificación en peso y volumen de los materiales a mezclar, asegurar una resistencia promedio a la compresión.

Se emplea en estructuras tales como edificios, puentes, túneles, presas, fábricas, pavimentos y campos deportivos.

Existen varias alternativas que incrementan la flexibilidad y las aplicaciones del concreto. Entre ellas: concreto autoconsolidante, relleno de fluido, concreto proyectado, concreto ligero, concreto de alta resistencia, concreto compensador de la contracción, concreto reforzado con fibra, concreto pesado, concreto compactado a rodillo, concreto de altas prestaciones y concreto con polímeros (Mamlouk y Zaniewski, 2009).

2.2.1.2 Componentes del concreto

1.- Agregados: Son materiales granulares inertes, de tamaño comprendido entre 0mm y 100mm, de naturaleza inorgánica, y de procedencia natural o artificial que contribuyen a la estabilidad de volumen, resistencia y economía del concreto.

Aproximadamente el 80% del volumen del concreto, es ocupado por los áridos, los cuales ejercen influencia positiva en las resistencias mecánicas, retracción, fluencia, abrasión, incluso durabilidad; por lo cual deben

ser adecuados para no afectar la calidad del concreto. (Fernández Cánovas, 2011).

Los áridos pueden clasificarse según su origen en naturales y artificiales. Los naturales proceden de la desintegración natural o artificial de rocas y según la naturaleza de éstas reciben el nombre de silíceos, calizos, graníticos, basálticos, etc. Los artificiales son obtenidos mediante un proceso industrial a partir de materiales inorgánicos u orgánicos como las escorias siderúrgicas, siempre y cuando tengan las características requerida para un concreto.

Los agregados por su tamaño se dividen en dos grupos: agregado fino y agregado grueso. Los agregados finos consisten en arenas naturales o manufacturadas con tamaños de partícula que pasan la malla N° 4 (4.75 mm) y quedan retenidas por la malla N° 200 (0.075 mm) y los agregados gruesos consisten en grava o agregado triturado y son aquellas partículas retenidas en la malla No. 4 (4.75 mm). El tamaño máximo de agregado que se emplea comúnmente es el de 19 mm o el de 25 mm.

2.- Cemento Portland: El cemento Portland es una cola instantánea (basta con añadir agua) que une las partículas de árido entre sí para formar el concreto de cemento portland.

Según la Norma Técnica Peruana (NTP 334.009), el cemento Portland es un cemento hidráulico producido mediante la pulverización del clínker compuesto esencialmente por silicatos de calcio hidráulicos y que contiene generalmente una o más de las formas sulfato de calcio como adición durante la molienda, es decir:

Cemento Portland = Clinker Portland + Yeso

La finura de las partículas de cemento es una propiedad importante que hay que controlar cuidadosamente, puesto que la hidratación comienza en la superficie de las partículas de cemento, cuanto más finas sean estas, mayor será el área superficial y por tanto, tendrá como resultado un desarrollo más rápido de la resistencia y un calor inicial de hidratación mayor. (Mamlouk y Zaniewski, 2009).

El tamaño máximo de las partículas de cemento es de 0.09 mm (0.0035 pulg.); entre el 85% y 95% de las partículas son menores de 0.045 mm (0.0018 pulg.) y el diámetro medio es de 0.01mm (0.0004 pulg.).

Esta medición se puede realizar determinando el porcentaje de partículas que pasan el tamiz de 0.045 mm (N°325) (ASTM C430).

2.1.- Composición química del cemento: El cemento está conformado por el óxido de calcio (CaO), óxido de sílice (SiO₂), óxido de aluminio (Al₂O₃) y óxido de hierro (Fe₂O₃), siendo el total de éstos del 95% al 97%. En pequeñas cantidades también se presentan otros óxidos: la magnesia, el anhídrido sulfúrico, los álcalis y otros de menor importancia (Mayta, 2014).

Figura 4- Componentes del concreto.

Oxido Componente	Porcentaje Tipico (%)	Abreviatura
CaO	58 a 67	C
SiO ₂	16 a 26	S
Al ₂ O ₃	4 a 8	A
Fe ₂ O ₃	2 a 5	F
SO ₃	0.1 a 2.5	
MgO	1 a 5	
K ₂ O y Na ₂ O	0 a 1	
Mn ₂ O ₃	0 a 3	
TiO ₂	0 a 0.5	
P ₂ O ₅	0 a 1.5	
Pérdida por calcinación	0.5 a 3	

Fuente: (Mayta, 2014)

Estos materiales interactúan en el horno principal formando compuestos químicos complejos, reestructurando su composición molecular y produciendo cuatro compuestos principales (figura 5). Estos compuestos conforman el 90% al 95% de la masa del cemento.

Figura 5- Compuestos principales del cemento portland.

Designación	Fórmula	Porcentaje (%)	Abreviatura
Silicato tricálcico	3CaO.SiO ₂	40 a 50	C ₃ S
Silicato dicálcico	2CaO.SiO ₂	20 a 30	C ₂ S
Aluminato tricálcico	3CaO.Al ₂ O ₃	10 a 15	C ₃ A
Ferro aluminato tricálcico	4CaO.Al ₂ O ₃ .Fe ₂ O ₃	5 a 10	C ₄ AF

Fuente: (Zuñiga O., 2013)

2.2.- Tipos de cemento: Tipos especificados en norma NTP 334.009, y ASTM C-150-99 (Instituto de la Construcción y Gerencia, 2015).

- ✓ Tipo I: Para usos que no requieran propiedades especiales de cualquier otro tipo.
- ✓ Tipo II: Para uso general y específicamente cuando se desea moderada resistencia a los sulfatos o moderado calor de hidratación.
- ✓ Tipo III: Para utilizarse cuando se requiere altas resistencias iniciales.
- ✓ Tipo IV: Para emplearse cuando se desea bajo calor de hidratación.
- ✓ Tipo V: Para emplearse cuando se desea alta resistencia a los sulfatos.

La norma establecida por la Norma Técnica Peruana (NTP 334.090), especifica las características de los cementos adicionados, los que contienen además de los compuestos mencionados, escorias, puzolanas y materiales calizos que modifican el comportamiento. Entre los tipos de cementos y el porcentaje añadido, tenemos. (Instituto de la Construcción y Gerencia, 2015):

- ✓ Tipo IS: Contenido de escoria entre 25% y 70%.
- ✓ Tipo ISM: Contenido de escoria menor a 25%
- ✓ Tipo IP: Contenido de puzolana entre 15% y 40%.
- ✓ Tipo IPM: Contenido de escoria menor a 15%
- ✓ Tipo I (CO): Cemento adicionado obtenido por la pulverización conjunta de Clinker Portland y materiales calizos, hasta un 30% de peso.

3.- El agua: Sustancia líquida transparente, compuesto de dos moléculas de hidrógeno y una de oxígeno, (H₂O) en estado puro es inodora e insípida, no siempre se

encuentra en estado puro por lo que puede contener en disolución gases y sales, en suspensión, polvos y a veces microbios. (Absalón y Salas, 2010).

El agua en la construcción tiene dos aplicaciones importantes:

- ✓ **Agua de mezclado:** Es agregada a la mezcla de concreto junto a los demás componentes con la finalidad de la hidratación de los compuestos activos del cemento, generar una mezcla trabajable y crear espacio en la pasta para los productos resultantes de la hidratación del cemento. (Fernández Cánovas, 2011).
- ✓ **Agua de curado:** Las aguas adecuadas para el amasado lo son también para el curado.

Para que un agua sea apta para un amasado de un concreto debe estar limpia y encontrarse libre de impurezas por encima de determinados límites a fin de que no se produzcan alteraciones en la hidratación del cemento, retrasos en sus fraguado y endurecimiento, reducciones en sus resistencias, ni peligros en su durabilidad.

4.- Aditivos: Son materiales orgánicos o inorgánicos que se añaden a la mezcla durante o luego de formada la pasta de cemento y que modifican algunas características del proceso de hidratación, el endurecimiento e incluso la estructura interna del mortero. (Guevara, 2011).

Los aditivos son ingredientes distintos del propio cemento, agua y áridos, que pueden añadirse al concreto para proporcionar una cualidad específica a la mezcla

fresca o al concreto endurecido. (Mamlouk y Zaniewski, 2009).

Hewlett (1978) clasifica a los aditivos según sus características físicas funcionales y químicas en agentes aireantes, reductores de agua, retardadores, aditivos de control de hidratación, acelerantes, aditivos cementosos suplementarios y aditivos especializados.

Según la ASTM C494 clasifica a los aditivos de la siguiente manera:

- ✓ TIPO A: Reductor de agua
- ✓ TIPO B: Retardador de fraguado
- ✓ TIPO C: Acelerador de fraguado
- ✓ TIPO D: Reductor de agua y retardador
- ✓ TIPO E: Reductor de agua y acelerador
- ✓ TIPO F: Reductor de agua de alto efecto
- ✓ TIPO G: Reductor de agua de alto efecto y retardador

Para esta investigación se desea obtener concretos de alta resistencia por lo que solo nos enfocaremos en los aditivos reductores de agua y aditivos cementosos suplementarios.

4.1.- Aditivos reductores de agua: Son aditivos que incrementan la movilidad de las partículas de cemento en la mezcla fresca, permitiendo conseguir una igual facilidad de trabajo del concreto con un menor contenido de agua. (Mamlouk y Zaniewski, 2009).

- ✓ **Aditivo súperplastificante:** Son aditivos que incrementan la movilidad de las partículas de cemento en la mezcla fresca, permitiendo conseguir una igual

facilidad de trabajo del concreto con un menor contenido de agua. (Mamlouk y Zaniewski, 2009).

Los plastificantes hace posible diseñar mezclas de concreto de fácil colocación con un contenido de hasta 10% menor de agua, generando aumento en la resistencia a la compresión y durabilidad del concreto.

Los aditivos súperplastificantes pertenecen a una nueva generación de aditivos plastificadores, pueden reducir los requisitos de agua en el concreto en el orden del 15% al 30% sin afectar la trabajabilidad. El concreto resultante presentará mayor resistencia y menor permeabilidad. Son conocidos como aditivos reductores de agua de alto rango, las cuales tienen por finalidad reducir en forma importante el contenido de agua del concreto manteniendo una consistencia dada y sin producir efectos indeseables sobre el fraguado. Igualmente se emplean para incrementar el asentamiento sin necesidad de aumentar el contenido de agua en la mezcla de la mezcla. (Tello, 2012).

Estos aditivos están normados según las Normas NTP 339.086 ó 339.087 o de las Normas ASTM C 494 o C 1017.

4.2.- Adiciones cementosas suplementarias: Para obtener concretos de altas resistencias, las adiciones pueden ser humo de sílice, nanosílice, ceniza volante, puzolanas naturales y escorias de alto horno molida. (Fernández Cánovas,2011).

✓ **Puzolanas Naturales:** Es un material silíceo y aluminoso que, por sí mismo no posee ningún valor cementoso, o muy poco, pero si se suministra en

partículas muy finas y en presencia de humedad, reacciona químicamente con el hidróxido de calcio a temperaturas normales para formar compuestos que presentan propiedades cementosas (ASTM C595). (Mamlouk y Zaniewski, 2009).

Las puzolanas presentes en la naturaleza, como las cenizas volcánicas finas, combinadas con cal calcinada ya se usaban para la construcción hace 2000 años y hoy en día continúan usándose. El hidróxido de calcio es uno de los productos generados por la hidratación del C3S Y C2S, de hecho, hasta un 15% del peso del cemento es cal hidratada. La adición de una puzolana al cemento genera una oportunidad de convertir esta cal, que está disponible de forma gratuita, en un material cementoso.

- ✓ **Cenizas Polvo:** Es un subproducto procedente de la combustión del carbono pulverizado y clasifica como puzolana. La ceniza volante es muy similar al cemento en apariencia y en sus propiedades físicas y químicas. Las cenizas volantes como adición al cemento, debido a su composición, son capaces de combinarse con la cal procedente de la hidratación de los componentes activos del cemento portland para dar compuestos, especialmente silicatos hidratados, parecidos a los procedentes de la hidratación del cemento, es decir tobermoritas, que van a contribuir a incrementar las resistencias mecánicas del cemento, a la vez que al reaccionar con la cal la van a fijar impidiendo problemas de lixiviación por aguas puras o ataque por aguas ácidas, mejorando, por tanto, la durabilidad de los concretos y su resistencia a los sulfatos y reacciones alcalinas con sílice. Al mismo tiempo

debido a su extremada finura reduce el contenido de aire, mejora la docilidad y la cohesión, reduciendo la tendencia a segregación y a exudación. (Fernández Cánovas, 2011).

Las cenizas pueden ser de naturaleza silíceo o calcárea. Esta última tiene no solo propiedades puzolánicas sino también propiedades hidráulicas. Constan esencialmente de CaO reactiva, SiO₂ reactivo y Al₂O₃. El resto es Fe₂O₃ y otros componentes, siendo la proporción de CaO no menor del 10% de la masa.

- ✓ **Microsilíce:** La microsilíce (humo de sílice) es una súper puzolana por las propiedades que proporciona al cemento (Allauca Pincay, Amen Loor y Lung Álvarez, 2009). Es un subproducto pulverulento procedente de la fabricación de hornos eléctricos de silíceo y del ferrosilicio a partir de cuarzo, caliza y hierro. (Fernández Cánovas, 2011).

En un análisis de su composición se observa que más del 85% es dióxido de sílice (SiO₂) y otros compuestos como CaO (<1%) , Al₂O₃ (<1%) y C (<4%).

El papel del humo de sílice como adición en los concretos es doble: uno físico al actuar como plastificante como consecuencia de su finura y, otro químico al reaccionar con el hidróxido cálcico procedente de los compuestos activos del cemento dando lugar a silicatos cálcicos hidratados de composición parecida a los procedentes de la hidratación del cemento, produciendo un aumento de sus resistencias mecánicas. No sólo son estos los efectos conseguidos sino también un aumento de la

adherencia de la pasta a los áridos, una disminución importante de la permeabilidad de los hormigones al cerrar muchos de los conductos capilares que éste posee, y un aumento de la cohesión de la mezcla. (Fernández Cánovas, 2011)

El beneficio primordial del microsílíce es el aumento de la durabilidad y el aumento de la protección contra la corrosión del refuerzo estructural al hacer el concreto menos permeable, dando como resultado una mayor resistencia a la penetración de agentes agresivos como los cloruros. (Instituto Americano de Concreto, 2015)

2.2.1.3 Propiedades del concreto

1.- Concreto en estado fresco: El estado fresco se denomina al periodo en que el Concreto se comporta como un fluido. El lapso dura aproximadamente entre 1 y 3 horas (Scanferla Lucas, 2009).

La determinación de estas propiedades permite obtener una mezcla con masa homogénea sin grandes burbujas de aire o agua atrapada.

Las propiedades del concreto en estado fresco, se pueden determinar mediante los ensayos de trabajabilidad, segregación, exudación, masa unitaria, contenido de aire y contenido de agua.

1.1.- Trabajabilidad o manejabilidad: La trabajabilidad es la capacidad que tiene el concreto para ser colocado y compactado apropiadamente sin que se produzca segregación alguna. Esta propiedad está representada por el grado de compacidad, cohesividad, plasticidad y la consistencia. (Niño Hernández, 2014)

Es la facilidad de colocación, consolidación y acabado del concreto mezclado fresco, debiendo poderse trabajar fácilmente con el concreto, pero no debe segregarse ni exudar de manera excesiva. (Mamlouk y Zaniewski,2009).

La prueba de asentamiento es un indicador de la facilidad de trabajo con el concreto a la hora de evaluar mezclas similares. Esta prueba se realiza mediante el cono de Abrams y permite clasificar la consistencia del concreto de acuerdo a los valores de asentamiento.

La consistencia depende de (Torres, 2004):

- ✓ Agua de amasado.
- ✓ Tamaño máximo del agregado.
- ✓ Granulometría.
- ✓ Forma de los agregados influye mucho el método de compactación.

Este ensayo, se efectúa de acuerdo a las recomendaciones de la NTP 339.035. Los valores de asentamiento recomendados por el ACI 211.3 son los siguientes (Figura 06):

Figura 6- Consistencia del concreto.

Consistencia	Asentamiento (cm.)	Grado de Trabajabilidad
Extrema Seca
Muy Seca
Seca	0 – 2.5	Muy pequeño
Semi plástica	2.5 – 7.5	Pequeño
Plástica	7.5 – 12.5	Medio
Alta Plástica	12.5 – 20.0	Alto
Fluida	20.0 a más	Muy Alto

Fuente: (ACI, 2015).

Este ensayo no es válido para concretos cuyo árido sea de tamaño mayor de 40mm, y se recomienda usar este método cuando los asentamientos estén comprendidos dentro de los límites $\geq 1\text{cm}$ y $\leq 21\text{cm}$. La consistencia de un concreto armado es generalmente media, si el concreto se va a bombear se emplea mezcla alta plástica y si el concreto es visto es recomendable emplear consistencia semi plástica, siempre que pueda ponerse en obra y compactarse adecuadamente. La consistencia fluida se emplea en concretos autocompactantes y debe conseguirse con la utilización de aditivos súperplastificante. (Fernández Cánovas, 2007).

1.2.- Tiempo de fraguado: Cuando el cemento y el agua entran en contacto, se inicia una reacción química exotérmica que determina el paulatino endurecimiento de la mezcla.

Dentro del proceso general de endurecimiento se presenta un estado en que la mezcla pierde apreciablemente su plasticidad y se vuelve difícil de manejar; tal estado corresponde al fraguado inicial de la mezcla. A medida que se produce el endurecimiento normal de la mezcla, se presenta un nuevo estado en el cual la consistencia ha alcanzado un valor muy apreciable; este estado se denomina fraguado final.

El tiempo de fraguado de una mezcla determinada, es el lapso necesario para que la mezcla pase del estado fluido al sólido. Así definido, el fraguado no es sino una parte del proceso de endurecimiento. Es necesario colocar la mezcla en los moldes antes de que inicie el fraguado y de preferencia dentro de los primeros 30 minutos de

fabricada. (Laboratorio de Materiales de Construcción, 2003)

Para determinar el tiempo de fraguado de concretos se hará por medio de la media de resistencia a la penetración. Este método permite determinar los efectos sobre el tiempo de fraguado y sobre las características del endurecimiento del concreto de variables tales como temperatura, cemento, proporción de mezclas, adiciones y aditivos. (Gabalec, 2008)

2.- Concreto en estado endurecido: Las mezclas endurecidas corresponden a la tercera etapa en la vida del concreto, la que comienza en el momento en que este ha alcanzado un grado de hidratación tal de la pasta de cemento que contiene, como para que la misma sea ya capaz de mantener unidos entre si los granos de los agregados en forma permanente. Esto se pone en evidencia por la resistencia que ofrece una pieza de concreto, por ejemplo, al cambio de forma por acción de una sollicitación mecánica (caso del ensayo de compresión).

La resistencia mecánica es la más conocida de las propiedades de la mezcla endurecida. El concreto luego del periodo de fraguado, comienza a dar resistencia hasta endurecerse por completo a los 28 días. (Scanferla Lucas, 2009).

2.1- Densidad: Según la norma ASTM C-642, se define como el peso de la unidad de volumen de concreto en estado endurecido.

La densidad real de un concreto depende fundamentalmente de la que tengan los áridos, de su

granulometría y del volumen de estos que entren en su composición. Una densidad elevada, puede ser un índice de que posee buenas resistencias mecánicas y buena durabilidad; esta se obtendrá con mayor compacidad, es decir cuanto menor sea la cantidad de huecos del concreto o mayor sea la consolidación del mismo. (Fernández Cánovas, 2007).

2.2.- Absorción: La absorción del concreto es la relación que existe entre la masa de agua que penetra los poros saturables y el peso seco de la muestra penetrada por el agua. (Sánchez Guzmán, 2003).

2.3- Porosidad: La porosidad del concreto es la cantidad de espacios vacíos que quedan inmersos dentro de la masa del material, como consecuencia de la evaporación del agua libre de la mezcla y de la presencia de aire naturalmente atrapado (Sánchez Guzmán, 2003). De acuerdo a su tamaño se dividen en:

- ✓ **Poros de aire o macroporos:** burbujas de aire que se quedan atrapadas naturalmente por medio de la compactación y/o incluidas intencionalmente (aire incorporado). Su diámetro es mayor a 0.2mm.
- ✓ **Poros capilares:** se encuentran por fuera del gel de cemento, su tamaño oscila entre - 0.00002mm y 0.2mm. Cuando estos aumentan se reduce la resistencia del concreto a los ataques físicos, químicos o biológicos.
- ✓ **Poros gel o microporos:** poros que presenta la pasta de cemento hidratada y endurecida, su diámetro es menor a 0.00002mm.

Los más importantes para la durabilidad del concreto son los poros capilares y los macroporos.

2.4.- Resistencia a compresión: La resistencia a compresión es uno de los requisitos principales del diseño estructural para garantizar que la estructura sea capaz de soportar una carga pretendida. También se emplea como medida de calidad, para estimar la durabilidad y resistencia a la meteorización. (Mamlouk y Zaniewski, 2009).

La prueba se realiza con probetas cilíndricas y esta estandarizada por la norma ASTM C39. El tamaño estándar de las probetas es de 0.15m (6 pulg.) de diámetro y 0.30 m (12 pulg.) de altura, aunque también pueden utilizarse otros tamaños que tengan relación diámetro-altura igual a dos. Luego de permanecer sumergido en agua durante 28 días, y posteriormente ser sometido a fuerzas de compresión axial en una maquina universal.

Según la NTP339.034 la resistencia a la compresión consiste en aplicar una carga de compresión axial a los cilindros moldeados o extracciones diamantinas a una velocidad normalizada en un rango prescrito mientras ocurre la falla.

La resistencia a la compresión de la probeta se obtiene dividiendo la carga máxima soportada por la probeta durante la prueba entre el área medida de la sección transversal.

El parámetro obtenido es una propiedad principalmente física y es frecuentemente usado en el diseño de estructuras, se expresa en kilogramos por centímetro cuadrado (Kg/cm²) o en Megapascuales (MPa).

El número de probetas dependerá de las prácticas establecidas y de la naturaleza del programa de prueba. Normalmente, se prueban tres o más probetas para cada edad del concreto y cada condición de prueba. Las edades del concreto utilizadas normalmente son de 7 y 28 días.

2.2.1.4 La caliza

La caliza es uno de los recursos calcáreos más importante, se presenta como roca sedimentaria que contiene a lo menos 50% de minerales de calcita (CaCO_3) y dolomita ($\text{Ca,Mg}(\text{CO}_3)$), predominando la calcita.

La caliza tiene como propiedades:

- ✓ Aglomerante: como sustancia que hace de unión y proporciona mayor consistencia a los aglomerados y morteros.
- ✓ Neutralizante: anula las propiedades de los ácidos.

1.- Derivados de la caliza:

Cemento: Para la elaboración del clínker, mezcla base para la fabricación del cemento, se utiliza como materia prima al menos el 70% de caliza. (Hernán Acevedo y Roció Guerra, 2005).

Cal: En la elaboración de este derivado se requiere caliza de alta pureza, 90-98% de carbonato de calcio, menos de 5% de óxido de magnesio y menos de 3% de otras impurezas. Este producto que se obtiene calcinando la piedra caliza a 2.000°F . (Hernán Acevedo y Roció Guerra, 2005).

Variedades comerciales:

- ✓ Cal Viva: Material obtenido de la calcinación de la caliza que, al desprender anhídrido carbónico, se transforma en óxido de calcio.
- ✓ Cal hidratada: Especie química de hidróxido de calcio, el que se obtiene combinando el óxido de calcio con agua.
- ✓ Cal hidráulica: Cal compuesta principalmente de hidróxido de calcio, sílica y alúmina o mezclas sintéticas de composición similar.

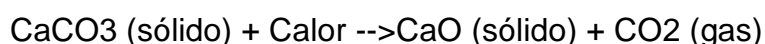
Carbonato de calcio: El carbonato de calcio es un tipo de material calcáreo, con contenido de calcita por sobre el 80% en su composición.

El carbonato de calcio es un compuesto químico, de fórmula CaCO_3 . Se trata de un compuesto ternario, que entra dentro de la categoría de las oxosales.

Es una sustancia muy abundante en la naturaleza, formando rocas, como componente principal, en todas partes del mundo y es el principal componente del esqueleto de todos los organismos vivos.

2.2.1.5 Óxido de calcio

Es el carbonato de calcio, que al calcinarlo a temperaturas altas que oscilan entre 900 y 1000 °C, en un horno se descompone en óxido de calcio (CaO) y anhídrido carbónico, de acuerdo a la siguiente reacción química:



El proceso, llamado calcinación, libera una molécula de dióxido de carbono (CO_2), resultando el material llamado óxido de calcio (CaO), de color blanco y muy cáustico

(quema los tejidos orgánicos) normalmente contiene también óxido de magnesio, óxido de silicio y pequeñas cantidades de óxidos de aluminio y hierro. Sin embargo, el proceso puede ser reversible, ya que, al enfriarse la cal, comienza a absorber nuevamente el CO₂ del aire, y después de un tiempo, vuelve a convertirse en CaCO₃ o carbonato de calcio. (Gonzales Sacsi y Ticona Cansaya, 2016)

2.3. Definición de términos

1. **Agregado fino:** El agregado fino o arena se usa como llenante, además actúa como lubricante sobre los que ruedan los agregados gruesos dándole manejabilidad al concreto.
2. **Agregado grueso:** La grava o agregado grueso es uno de los principales componentes del hormigón o concreto, por este motivo su calidad es sumamente importante para garantizar buenos resultados en la preparación de estructuras de hormigón.
3. **Agua del concreto:** El agua es un componente esencial en las mezclas de concreto y morteros, pues permite que el cemento desarrolle su capacidad ligante.
4. **Concreto:** En términos simples podemos decir que el concreto es un material de construcción, formado por una mezcla de agua, arena, piedra, cemento y aditivos, que, al fraguar, se endurece.
5. **Concreto endurecido:** Es aquel que tras el proceso de hidratación ha pasado del estado plástico al estado rígido. Después de que el concreto ha fraguado empieza a ganar resistencia y se endurece. Las propiedades del concreto endurecido son resistencia y durabilidad, el concreto endurecido no tendrá huellas de pisadas si se camina sobre él.
6. **Concreto fresco:** Suele llamársele así a la etapa del concreto que abarca, desde que todos los materiales, incluyendo el agua del concreto han sido mezclados hasta que el concreto ha sido colocado en su posición final y se ha dado el acabado superficial y el curado inicial.

- 7. Cemento:** El cemento es un material que resulta de la combinación de arcilla molida con materiales calcáreos de polvo, en tanto, una vez que entran en contacto con el agua se solidifica y vuelve duro. Es mayormente empleado a instancias de la construcción, justamente por esa solidez que reviste, como adherente y aglutinante.
- 8. Curado de probetas de concreto:** Es el cubrimiento de la probeta después de moldearse: para prevenir la evaporación del agua de la superficie del concreto no endurecido de las probetas, se cubren estos inmediatamente después de moldeados, preferiblemente con una placa no absorbente y no reactiva o una lámina de plástico durable. Durante las primeras 24 horas después del moldeo, se almacenarán todas las probetas bajo condiciones que mantengan la temperatura ambiente 16°C y 27°C y que prevengan toda pérdida de humedad. Las temperaturas de almacenamiento pueden ser reguladas por medio de ventilación o por evaporación de agua, arena húmeda o trapos humedecidos, o por el uso de dispositivos eléctricos de calentamiento.
- 9. Dosificación:** La dosificación implica establecer las proporciones apropiadas de los materiales que componen el hormigón, a fin de obtener la resistencia y durabilidad requeridas, o bien, para obtener un acabado o pegado correctos.
- 10. Diseño de mezcla:** El diseño de mezcla es un procedimiento empírico, y aunque hay muchas propiedades importantes del concreto, la mayor parte de procedimientos de diseño están basados principalmente en lograr una resistencia a compresión para una edad determinada, así como la manejabilidad apropiada para un tiempo determinado, además se debe diseñar para unas propiedades que el concreto debe cumplir cuando una estructura se coloca en servicio.
- 11. Fraguado del cemento:** Al mezclar el cemento con el agua, se forma una pasta en estado plástico, en el cual la pasta es trabajable y moldeable, después de un tiempo que depende de la composición química del cemento, la pasta adquiere rigidez; es conveniente distinguir entre el fraguado y el endurecimiento, pues este último se refiere a resistencia de una pasta fraguada.

- 12. Hidratación del cemento:** El agua en el cemento hidratado se encuentra en tres formas. Una de ellas, la que está químicamente combinada, es el agua de hidratación de los compuestos y forma parte de la composición molecular de ellos; otra es el agua que se encuentra en los capilares o poros y la otra es el agua del gel o agua absorbida.
- 13. Manejabilidad de la mezcla de concreto:** Una mezcla trabajable es aquella que puede colocarse sin dificultad y que con los métodos de compactación disponibles permite obtener concretos densos.
- 14. Oxido de calcio:** Es un producto alcalino que permite regular multitud de procesos industriales y sus propiedades dependen principalmente de su composición química y del tratamiento térmico al que ha sido sometido el mineral, determinando su grado de reactividad.
- 15. Probetas de concreto:** Para evaluar la resistencia del concreto en una estructura, en especial cuando la resistencia de los cilindros normalizados, modelados al pie de obra es baja, se recomienda extraer probetas, (también llamados corazones) del concreto endurecido.
- 16. Resistencia a la compresión:** La resistencia a compresión se puede definir como la medida máxima de la resistencia a carga axial de especímenes de concreto. Normalmente, se expresa en kilogramos por centímetros cuadrados (kg/cm²), megapascales (MPa) o en libras por pulgadas cuadradas (lb/pulg² o psi) a una edad de 28 días.
- 17. Relación agua cemento:** Todos los métodos de dosificación destacan la importancia de la relación entre las proporciones de agua y cemento. Ambos materiales forman una pasta que, al endurecer, actúa como aglomerante, manteniendo unidos los granos de los agregados. Mientras mayor sea la dosis de agua el concreto será más trabajable, sin embargo, esto disminuye su resistencia y durabilidad.
- 18. Tabla de dosificación:** En esta tabla se muestra las porciones de materiales necesarios para preparar concreto. El agua, arena y grava, se miden en baldes, que equivalen a 19 L. (Para calcular el volumen de cemento a usar considérese que la densidad del cemento es variable. Si el cemento tuviera una densidad aparente de 1.1, entonces 42 kg. Equivaldrían a unos 35 litros en volumen. Téngase en cuenta que este

volumen no se suma al del resto en su totalidad, habida cuenta de que se realiza una mezcla con absorción de agua y reacciones químicas).

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

El uso del óxido de calcio como agregado fino sí produce efectos en el comportamiento de las propiedades mecánicas del concreto endurecido.

2.4.2. Hipótesis específicos

a) El uso del óxido de calcio como agregado fino sí produce efectos en el comportamiento de la resistencia a la compresión de $f'c=210$ Kg/cm² a los 03 días.

b) El uso del óxido de calcio como agregado fino sí produce efectos en el comportamiento de la resistencia a la compresión de $f'c=210$ Kg/cm² a los 07 días.

c) El uso del óxido de calcio como agregado fino sí produce efectos en el comportamiento de la resistencia a la compresión de $f'c=210$ Kg/cm² a los 14 días.

d) El uso del óxido de calcio como agregado fino sí produce efectos en el comportamiento de la resistencia a la compresión de $f'c=210$ Kg/cm² a los 28 días.

2.5. Variables

2.5.1. Definición conceptual de la variable

Una variable muestra una propiedad, cualidad o característica de un fenómeno o cosa que tiende a cambiar y puede ser medida y/o evaluada.

X = Dosificación del óxido de calcio.

Indicadores:

a) Variación porcentual.

Y = Resistencia a la compresión del concreto.

Indicadores:

a) Resistencia a los 03, 07, 14 y 28 días.

2.5.2. Definición operacional de la variable

Para la investigación se ha considerado las siguientes variables:

Tabla 1 – Variables de investigación.

Variable Independiente	Variable Dependiente
Dosificación del óxido de calcio	Resistencia a la compresión del concreto

Fuente: Elaboración propia.

2.5.3. Operacionalización de la Variable

Tabla 2 – Operacionalización de las variables.

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Escala de Medición
Oxido de calcio.	Producto alcalino que permite regular multitud de procesos industriales y sus propiedades dependen principalmente de su composición química y del tratamiento térmico al que ha sido sometido el mineral, determinando su grado de reactividad.	Se define como la cantidad de óxido de calcio que se adicionara a la elaboración del concreto en el estudio.	Variación porcentual (%)	Porcentaje de Dosificación
Resistencia a la compresión del concreto.	La resistencia a compresión se puede definir como la medida máxima de la resistencia a carga axial de especímenes de concreto. Normalmente, se expresa en kilogramos por centímetros cuadrados (kg/cm ²), megapascales (MPa) o en libras por pulgadas cuadradas (lb/pulg ² o psi) a una edad de 28 días.	Se define como esfuerzo máximo que soporta el concreto, elaborado con aditivo incorporador de aire, bajo una carga axial.	Relación carga/área (Kg/cm ²).	Resistencia: f'c = 210 Kg/cm ²

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método de investigación

El método general de investigación fue el científico, puesto que es basado en un conjunto de pasos ordenados que guían la investigación para posteriormente ser replicados por otros investigadores; este conjunto de pasos inicia con la observación, planteamiento del problema y de la hipótesis.

En el presente trabajo de investigación se utilizó el método deductivo, como método específico, este método funciona a partir de principios generales y, con la ayuda de una serie de reglas de inferencia, se demuestran unos teoremas o principios secundarios.

3.2. Tipo de Investigación

Por su finalidad de estudio, el tipo de investigación de acuerdo a las variables propuestas, el objetivo general y objetivos específicos de la investigación fue del tipo: aplicada.

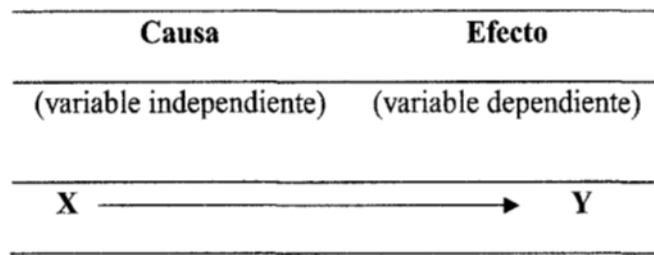
3.3. Nivel de investigación

El nivel de la investigación fue experimental, debido a que se manejan variables como: variación en la dosificación y resistencia a la compresión, con la finalidad de analizar los efectos que produce el óxido de calcio en la resistencia a la compresión del concreto endurecido.

3.4. Diseño de investigación

Para visualizar de manera práctica y concreta las respuestas a las preguntas de la investigación, además de cubrir los objetivos fijados se realizó un plan y/o estrategia para obtener la información que se desea, para ello se planteó un diseño experimental.

Tabla 3 – Esquema de experimento y variables.

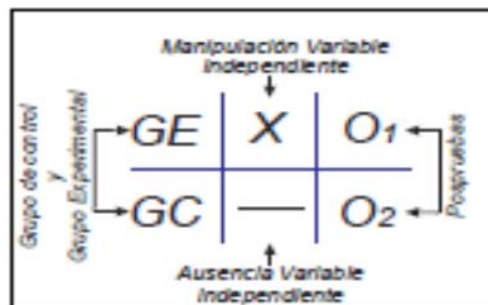


Fuente: Hernández, Fernández, & Baptista, (2010).

El diseño de investigación especificado en la tesis es un diseño experimental con solo un grupo de post-prueba y un grupo de control, y este diseño incluye dos grupos: un grupo que recibe tratamiento experimental y un grupo que no lo recibe (un grupo de control). En otras palabras, la manipulación de la variable independiente alcanza solo dos niveles: presencia y ausencia. Cuando se completan las manipulaciones, ambos grupos reciben una medida de la variable dependiente de estudio (Hernández Sampieri et al., 2010). Haga que este diseño siga estos pasos:

- a) Determinación de los grupos de trabajo, de los cuales solo el considerado como grupo experimental recibirá la variable independiente o tratamiento X.
- b) En ambos grupos, luego se mide la variable dependiente seleccionada, para poder hacer las comparaciones necesarias y extraer conclusiones.

Tabla 4 – Esquema del diseño experimental con posprueba únicamente y grupo de control.



Fuente: Hernández, Fernández, & Baptista, (2010).

Tabla 5 – Grupo experimental y de control.

GRUPO EXPERIMENTAL / CONTROL		VARIABLE INDEPENDIENTE		POSPRUEBA	
GE	Probetas de concreto con adición de óxido de calcio.	X ₁	Dosificación del óxido de calcio.	O ₁	Resistencia a la compresión del concreto.
GC	Probetas de concreto sin adición de óxido de calcio.	-		O ₂	Resistencia a la compresión del concreto.

Fuente: Elaboración propia.

En este diseño, la única diferencia entre los grupos fue la presencia de la variable independiente. Son equivalentes al principio, y para garantizar que permanezcan iguales durante todo el experimento (excepto por la presencia o ausencia de tal manipulación), el probador debe tener en cuenta que nada sucede sin afectar solo a un grupo.

El diseño de esta investigación fue tratado de la siguiente manera:

- a) En cuanto al grupo de control sin tratamiento, se tuvieron las probetas de concreto con diseños de mezclas convencionales sin la adición del óxido de calcio.
- b) El control experimental con tratamiento fueron hechas con la variable independiente; esta consistía en adicionar dosis del óxido de calcio al diseño de mezcla de concreto convencional.
- c) El grupo experimental, lo conformaron las mezclas resultantes de agregar el óxido de calcio, es decir las probetas de concreto con óxido de calcio.
- d) La postprueba mostró la medición de la variable dependiente, el cual fue comparar los resultados obtenidos de las resistencias a la compresión de los concretos usados.

Tabla 6 – Identificación de los elementos de los diseños de investigación en la tesis.

GRUPOS		VARIABLE INDEPENDIENTE		POSPRUEBA	
GE ₁	Preparacion de probetas con diseño de mezcla convencional mas oxido de calcio.	X ₁	Dosis de oxido de calcio (10%).	O ₁	Variacion de resistencia a compresion d concreto.
GE ₂	Preparacion de probetas con diseño de mezcla convencional mas oxido de calcio.	X ₂	Dosis de oxido de calcio (20%).	O ₂	
GE ₃	Preparacion de probetas con diseño de mezcla convencional mas oxido de calcio.	X ₃	Dosis de oxido de calcio (30%).	O ₃	
GE ₄	Preparacion de probetas con diseño de mezcla convencional mas oxido de calcio.	X ₄	Dosis de oxido de calcio (40%).	O ₄	
GE ₅	Preparacion de probetas con diseño de mezcla convencional mas oxido de calcio.	X ₅	Dosis de oxido de calcio (50%).	O ₅	
GE ₆	Preparacion de probetas con diseño de mezcla convencional mas oxido de calcio.	X ₆	Dosis de oxido de calcio (100%).	O ₆	
GC	Preparacion de probetas patrones con diseño de mezcla convencional.	-	Sin adicion de oxido de calcio (0%).	O ₇	

Fuente: Elaboración propia.

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

El universo poblacional estuvo constituido por la preparación del concreto con diseños de mezclas con la adición del óxido de calcio, empleadas en la construcción de estructuras de concreto en la ciudad de Huancayo.

Los criterios de inclusión y exclusión para la delimitación poblacional son las siguientes:

Tipo de aditivo: oxido de calcio.

Espacial: Se consideraron los diseños de mezclas realizados en la ciudad de Huancayo, bajo condiciones de laboratorio.

Temporal: Se incluyeron únicamente diseños de mezclas realizados en el mes de octubre del 2021.

3.5.2. Muestra

Marco muestral: La muestra estuvo conformada por la preparación de probetas de concreto con diseños de mezclas convencionales, con las siguientes características de materiales:

- Cemento Andino Tipo I.
- Agregado Fino..... MF= 3.05
- Agregado Grueso TMN= 3/4"
- Agua Red de agua potable.
- AditivoOxido de calcio.

Técnica de Muestreo: No probabilístico e intencional, fue tomado para esta investigación por su rapidez y alcance económico que hizo que las muestras presentadas fueran las más representativas posibles y de uso más frecuente en las construcciones. Además de contar con los conocimientos y criterios suficientes para el estudio más amplio.

Tamaño de la Muestra: 56 probetas de concretos preparados con diseños de mezclas convencionales agrupados de la siguiente forma:

1.- Grupo de control: al cual pertenecen 8 probetas con diseños de mezcla de concreto convencional sin la adición del óxido de calcio.

2.- Grupo experimental: conformado por 48 probetas con diseños de mezcla de concreto convencional con la adición del óxido de calcio, como resultado de mezclar 6 dosis diferentes del

óxido de calcio (10%, 20%, 30%, 40%, 50% y 100% en peso del agregado fino).

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Análisis de documentos: Para el análisis de documentos se consideraron archivos digitales, así como en medio físicos de libros escritos referentes en el presente tema de investigación.

Instrumentos: Los instrumentos cuantitativos empleados en la ejecución de nuestro estudio experimental son los siguientes:

- Pruebas estandarizadas. Normas NTP y ASTM, dónde encontramos los procedimientos para realizar los ensayos del concreto en estado fresco y endurecido.
- Instrumentos o aparatos de medición para medir las propiedades del concreto en estado endurecido (prensa de concreto).

La recolección de los datos cumple con la siguiente secuencia de trabajo:

- ETAPA 1: Selección de los materiales.
- ETAPA 2: Marco normativo de los ensayos
- ETAPA 3: Diseño de mezclas de concreto convencional.
- ETAPA 4: Preparación de probetas de concreto.
- ETAPA 5: Ensayo al concreto endurecido.

Etapas 1: selección de los materiales

Cemento: El cemento escogido para la elaboración de esta tesis fue el cemento portland Tipo I “Andino”, este tipo ofrece propiedades para usos generales, es el que más se emplea para estructuras cuando no se requieran de propiedades especiales.

Agregado Fino (Arena Gruesa): Para la siguiente investigación se utilizó agregado fino (arena gruesa) procedente de la cantera del río Mantaro.

Agregado Grueso (Piedra Chancada): El agregado grueso (piedra chancada) empleado en esta investigación es procedente de la cantera de la planta chancadora de Matahuasi.

Agua: El agua utilizada para la preparación y curado del concreto, provino de la red de agua potable.

Aditivo: Para la investigación se utilizó el óxido de calcio extraído a partir de huesos de ganado.

Etapa 2: marco normativo de los ensayos

Debido a la naturaleza de esta investigación, los ensayos de laboratorio se rigieron bajo los procedimientos indicados en las normas NTP y ASTM; estos ensayos consistieron en determinar la resistencia a la compresión de los especímenes de concreto en estado endurecido. En la Tabla 06 y 07 se muestra los grupos de ensayos y las normas utilizadas en la elaboración de las mezclas de concreto en esta investigación.

Tabla 7 – Normas de los ensayos del concreto en estado endurecido.

Prueba	Norma NTP	Norma ASTM
Práctica normalizada para el curado de especímenes de hormigón (concreto) en el laboratorio.	NTP 339.183:2009	ASTM C-192
Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas.	NTP 339.034:2008	ASTM C-39

Fuente: Elaboración Propia.

Etapa 3: diseño de mezclas

El diseño de mezcla de concreto convencional fue proporcionado por el “Laboratorio de tecnología del concreto HR INGENIEROS CONSULTEC S.A.C”.

Etapa 4: preparación de probetas de concreto

La norma NTP 339.183 establece los procedimientos para el mezclado, muestreo y elaboración de especímenes en laboratorio bajo un control riguroso de los materiales y condiciones de ensayo.

Mezclado del Concreto: Mezclar el concreto en una mezcladora adecuada o a mano, en tamaños de tandas que permitan un 10% de exceso después del moldeado de los especímenes de prueba. Las mezclas manuales

deberán ser limitadas para volúmenes de mezcla de 0.007 m³ (1/4 pie³) de volumen o menos.

a. Capacidad de la Mezcladora: Para el muestreo y fabricación de especímenes de ensayo, se empleó una mezcladora basculante, de 80 lts de capacidad y una eficiencia de 40%. Las tandas de ensayos elaboradas en laboratorio fueron de 0.025 m³, equivalente a 4 cilindros de ensayo considerando un desperdicio de 20%.

b. Secuencia y Tiempo de Mezclado: No existe una norma que defina el procedimiento para cargar la mezcladora; sin embargo, con la finalidad de obtener una muestra homogénea y uniforme de concreto fresco, en la investigación se hizo uso de la secuencia y tiempo de mezclado.

La USBR y ASTM señalan que tiempos de mezclado inferiores al minuto y medio, producen concretos de características variables. Sin embargo, a partir de los dos minutos, no se obtiene un mejoramiento de la mezcla. La resistencia es menos afectada por el tiempo de mezclado, especialmente luego de los dos minutos.

Muestreo del Concreto: De la revoltura del concreto se obtiene la fracción representativa para la elaboración de especímenes. Cuando el concreto no esté siendo remezclado o muestreado, cubrirlo para prevenir la evaporación.

En caso de ser necesario se realizará un remezclado a mano utilizando la plancha de albañil, para obtener un concreto homogéneo y uniforme.

Elaboración de Especímenes (Probetas): Como ya se indicó, la norma NTP 339.183 contempla el procedimiento para la elaboración de los especímenes (cilindros) de concreto ensayados a compresión.

Curado de Especímenes: La norma NTP 339.183 establece las siguientes recomendaciones y procedimientos para el curado de especímenes (probetas) de concreto en el laboratorio:

Después de finalizar el moldeado de los especímenes, éstos deberán cubrirse para evitar la pérdida de humedad.

Las probetas serán desmoldadas después de $24 \text{ h} \pm 8 \text{ h}$ luego de haber sido vaciadas.

El curado de los especímenes, se realizará a temperatura de $23 \text{ }^\circ\text{C} \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$ y en una poza que contenga agua potable.

Etapa 5: ensayo al concreto endurecido

En la presente etapa se realizará una breve descripción del ensayo de resistencia a la compresión, con la finalidad de obtener datos de las propiedades del concreto en estado endurecido.

Ensayo de Resistencia a la Compresión: La norma NTP 339.034 contempla las siguientes recomendaciones y procedimientos para la determinación de la resistencia a la compresión en probetas cilíndricas:

- Colocar la probeta sobre el bloque inferior de apoyo y centrar sobre el mismo.
- Aplicar la carga en forma continua y constante evitando choques, la velocidad de carga estará en el rango de $0.25 \pm 0.05 \text{ MPa/s}$.
- Aplicar la carga hasta que aparezca la falla de ruptura, registrándola en el informe.

3.7. Procesamiento de la información

Para el procesamiento de la información, se tuvo en cuenta los siguientes programas:

Microsoft Excel: Para exportar cuadros y datos estadísticos de los resultados y datos obtenidos de los ensayos destructivos (resistencia a la compresión).

Microsoft Word: Para la elaboración de la parte descriptiva de las fichas de organización, sistematización e interpretación de los datos obtenidos en los ensayos.

3.8. Técnicas y análisis de datos

El trabajo experimental consistió en elaborar 56 probetas de concreto, las primeras 08 conformaron el grupo de control, éstas se realizaron en base a un diseño de mezcla de concreto convencional, las siguientes 48 probetas pertenecieron al grupo experimental, éstas se obtuvieron de la adición de 06 diferentes tasas de dosificación del óxido de calcio para cada una de los diseño de mezclas de concreto convencional en reemplazo del agregado fino, y sin variar las medidas del resto de los componentes del concreto.

Los componentes de cada una de las mezclas (agregados, agua y cemento) poseen las mismas propiedades físicas en cada una de las amasadas, de este modo, la variable a tomar en cuenta en la investigación será únicamente la variación de la tasa de dosificación del óxido de calcio.

Las dosificaciones del óxido de calcio utilizadas para elaborar las mezclas son: 10%, 20%, 30%, 40%, 50% y 100% en reemplazo del peso del agregado fino.

El procedimiento experimental se inició con la obtención de un diseño de mezcla de concreto convencional.

Una vez determinada la dosificación de los componentes del concreto se procedió a considerar la adición del óxido de calcio con la finalidad de determinar el efecto que se produce en las propiedades del concreto endurecido (resistencia a la compresión) como resultado de la manipulación del óxido de calcio.

Cada una de las mezclas de concreto se evaluó en su etapa de endurecimiento; para el concreto endurecido se estudiaron la resistencia a la compresión en cilindros (NTP 339.034).

Para la realización de los ensayos del concreto, en estado endurecido, se empleó una mezcladora, de 80 lts de capacidad y una eficiencia de 40%. La cantidad total de concreto que se elaboró en el laboratorio (tanda de

ensayo) fue para 4 cilindros de ensayo considerando un desperdicio de 20%.

La resistencia a la compresión se midió en cilindros de 4 pulgadas de diámetro y 8 pulgadas de altura; todos los especímenes fueron curados según lo establecido en la norma NTP 339.183 hasta el día de su ensayo.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Presentación de resultados específicos

4.1.1. Resultados del comportamiento de la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ a los 3 días

Según el ensayo de resistencia a la compresión a las probetas de concreto para un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. A los tres días la probeta N°01 (probetas patrón) alcanza una resistencia promedio de 104.26 kg/cm^2 , que representa el 49.65% de la resistencia requerida, luego se observa un incremento en los resultados de la resistencia tal como se observa hasta la probeta N°04 (probetas con adición de óxido de calcio), cuyo resultado es de 113.98 kg/cm^2 , que representa el 54.28% de la resistencia requerida, a partir de este resultado los valores de la resistencia decrecen como se observa el resultado de la probeta N°07 (probetas con adición de óxido de calcio), que alcanza una resistencia de 100.75 kg/cm^2 , que representa el 47.98% de la resistencia requerida.

Tabla 8 – Ensayo a los 3 días – Huancayo.

N° DE TESTIGO	EDAD (DIAS)	DIAM. (cm)	AREA (cm ²)	F'C OBTENIDO			F'C REQUERIDO	DESCRIPCION
				Kg/cm ²	Promedio	%	Kg/cm ²	
01 - A	03	10.16	81.07	103.98	104.26	49.65	210	Las probetas de concreto fueron elaboradas y curadas bajo las condiciones ambientales de la Ciudad de Huancayo.
01 - B	03	10.16	81.07	104.54				
02 - A	03	10.16	81.07	111.25	110.69	52.71	210	
02 - B	03	10.16	81.07	110.13				
03 - A	03	10.16	81.07	110.47	112.32	53.49	210	
03 - B	03	10.16	81.07	114.17				
04 - A	03	10.16	81.07	112.45	113.98	54.28	210	
04 - B	03	10.16	81.07	115.51				
05 - A	03	10.16	81.07	104.20	105.14	50.07	210	
05 - B	03	10.16	81.07	106.08				
06 - A	03	10.16	81.07	103.26	104.84	49.92	210	
06 - B	03	10.16	81.07	106.42				
07 - A	03	10.16	81.07	99.70	100.75	47.98	210	
07 - B	03	10.16	81.07	101.80				

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla N°09, se presentan las resistencias a la compresión alcanzados por las mezclas convencionales respecto a las variaciones de adición del óxido de calcio, las que fueron elaboradas y curadas bajo las condiciones ambientales de la Ciudad de Huancayo y como se puede apreciar la probeta N°01 (probeta patrón), muestra una resistencia a la compresión inicial la cual sufren un incremento en su valor (probeta N°04), para luego decrecer (probeta N°07), según varía la adición del óxido de calcio.

Tabla 9 – Variación de la resistencia a la compresión a los 03 días – Huancayo.

N° DE TESTIGO	F'c DISEÑO	ADICIÓN DEL ÓXIDO DE CALCIO	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm ²)
			HUANCAYO
HYO	Kg/cm ²	% PESO	03 DIAS
01	210	0.00	104.26
02	210	10%	110.69
03	210	20%	112.32
04	210	30%	113.98
05	210	40%	105.14
06	210	50%	104.84
07	210	100%	100.75

Fuente: Elaboración Propia.

4.1.2. Resultados del comportamiento de la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ a los 7 días

Según el ensayo de resistencia a la compresión a las probetas de concreto para un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. A los siete días la probeta N°01 (probetas patrón) alcanza una resistencia promedio de 150.78 kg/cm^2 , que representa el 71.80% de la resistencia requerida, luego se observa un incremento en los resultados de la resistencia tal como se observa hasta la probeta N°04 (probetas con adición de óxido de calcio), cuyo resultado es de 161.73 kg/cm^2 , que representa el 77.01% de la resistencia requerida, a partir de este resultado los valores de la resistencia decrecen como se observa el resultado de la probeta N°07 (probetas con adición de óxido de

calcio), que alcanza una resistencia de 109.40 kg/cm², que representa el 52.10% de la resistencia requerida.

Tabla 10 – Ensayo a los 7 días – Huancayo.

N° DE TESTIGO	EDAD (DIAS)	DIAM. (cm)	AREA (cm ²)	F'C OBTENIDO			F'C REQUERIDO	DESCRIPCION
				Kg/cm ²	Promedio	%	Kg/cm ²	
01 - A	07	10.16	81.07	151.10	150.78	71.80	210	Las probetas de concreto fueron elaboradas y curadas bajo las condiciones ambientales de la Ciudad de Huancayo.
01 - B	07	10.16	81.07	150.46				
02 - A	07	10.16	81.07	153.27	153.59	73.14	210	
02 - B	07	10.16	81.07	153.91				
03 - A	07	10.16	81.07	158.14	159.26	75.84	210	
03 - B	07	10.16	81.07	160.38				
04 - A	07	10.16	81.07	160.98	161.73	77.01	210	
04 - B	07	10.16	81.07	162.48				
05 - A	07	10.16	81.07	112.90	112.59	53.61	210	
05 - B	07	10.16	81.07	112.28				
06 - A	07	10.16	81.07	109.46	110.78	52.75	210	
06 - B	07	10.16	81.07	112.10				
07 - A	07	10.16	81.07	110.14	109.40	52.10	210	
07 - B	07	10.16	81.07	108.66				

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla N°11, se presentan las resistencias a la compresión alcanzados por las mezclas convencionales respecto a las variaciones de adición del óxido de calcio, las que fueron elaboradas y curadas bajo las condiciones ambientales de la Ciudad de Huancayo y como se puede apreciar la probeta N°01 (probeta patrón), muestra una resistencia a la compresión inicial la cual sufren un incremento en su valor (probeta N°04), para luego decrecer (probeta N°07), según varía la adición del óxido de calcio.

Tabla 11 – Variación de la resistencia a la compresión a los 07 días – Huancayo.

N° DE TESTIGO	F'C DISEÑO	ADICIÓN DEL ÓXIDO DE CALCIO	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm ²)
			HUANCAYO
HYO	Kg/cm ²	% PESO	07 DIAS
01	210	0.00	150.78
02	210	10%	153.59
03	210	20%	159.26
04	210	30%	161.73
05	210	40%	112.59
06	210	50%	110.78
07	210	100%	109.40

Fuente: Elaboración Propia.

4.1.3. Resultados del comportamiento de la resistencia a la compresión del concreto f'c=210 Kg/cm² a los 14 días

Según el ensayo de resistencia a la compresión a las probetas de concreto para un f'c = 210 kg/cm². A los catorce días la probeta N°01 (probetas patrón) alcanza una resistencia promedio de 173.59 kg/cm², que representa el 82.66% de la resistencia requerida, luego se observa un incremento en los resultados de la resistencia tal como se observa hasta la probeta N°04 (probetas con adición de óxido de calcio), cuyo resultado es de 178.63 kg/cm², que representa el 85.06% de la resistencia requerida, a partir de este resultado los valores de la resistencia decrecen como se observa el resultado de la probeta N°07 (probetas con adición de óxido de calcio), que alcanza una resistencia de 165.61 kg/cm², que representa el 78.86% de la resistencia requerida.

Tabla 12 – Ensayo a los 14 días – Huancayo.

N° DE TESTIGO	EDAD (DIAS)	DIAM. (cm)	AREA (cm ²)	F'c OBTENIDO			F'c REQUERIDO	DESCRIPCION
				Kg/cm ²	Promedio	%	Kg/cm ²	
01 - A	14	10.16	81.07	174.18	173.59	82.66	210	Las probetas de concreto fueron elaboradas y curadas bajo las condiciones ambientales de la Ciudad de Huancayo.
01 - B	14	10.16	81.07	173.00				
02 - A	14	10.16	81.07	176.45	176.80	84.19	210	
02 - B	14	10.16	81.07	177.15				
03 - A	14	10.16	81.07	178.00	178.16	84.84	210	
03 - B	14	10.16	81.07	178.32				
04 - A	14	10.16	81.07	177.68	178.63	85.06	210	
04 - B	14	10.16	81.07	179.58				
05 - A	14	10.16	81.07	177.10	176.73	84.16	210	
05 - B	14	10.16	81.07	176.36				
06 - A	14	10.16	81.07	168.90	168.48	80.23	210	
06 - B	14	10.16	81.07	168.06				
07 - A	14	10.16	81.07	164.37	165.61	78.86	210	
07 - B	14	10.16	81.07	166.85				

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla N°13, se presentan las resistencias a la compresión alcanzados por las mezclas convencionales respecto a las variaciones de adición del óxido de calcio, las que fueron elaboradas y curadas bajo las condiciones ambientales de la Ciudad de Huancayo y como se puede apreciar la probeta N°01 (probeta patrón), muestra una resistencia a la compresión inicial la cual sufren un incremento en su valor (probeta N°04), para luego decrecer (probeta N°07), según varía la adición del óxido de calcio.

Tabla 13 – Variación de la resistencia a la compresión a los 14 días – Huancayo.

N° DE TESTIGO	F'c DISEÑO	ADICIÓN DEL ÓXIDO DE CALCIO	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm ²)
			HUANCAYO
HYO	Kg/cm ²	% PESO	14 DIAS
01	210	0.00	173.59
02	210	10%	176.80
03	210	20%	178.16
04	210	30%	178.63
05	210	40%	176.73
06	210	50%	168.48
07	210	100%	165.61

Fuente: Elaboración Propia.

4.1.4. Resultados del comportamiento de la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ a los 28 días

Según el ensayo de resistencia a la compresión a las probetas de concreto para un $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$. A los veintiocho días la probeta N°01 (probetas patrón) alcanza una resistencia promedio de 210.64 kg/cm^2 , que representa el 100.30% de la resistencia requerida, luego se observa un incremento en los resultados de la resistencia tal como se observa hasta la probeta N°04 (probetas con adición de óxido de calcio), cuyo resultado es de 234.94 kg/cm^2 , que representa el 111.88% de la resistencia requerida, a partir de este resultado los valores de la resistencia decrecen como se observa el resultado de la probeta N°07 (probetas con adición de óxido de calcio), que alcanza una resistencia de 201.87 kg/cm^2 , que representa el 96.13% de la resistencia requerida.

Tabla 14 – Ensayo a los 28 días – Huancayo.

N° DE TESTIGO	EDAD (DIAS)	DIAM. (cm)	AREA (cm ²)	F'C OBTENIDO			F'C REQUERIDO	DESCRIPCION
				Kg/cm ²	Promedio	%	Kg/cm ²	
01 - A	14	10.16	81.07	211.20	210.64	100.30	210	Las probetas de concreto fueron elaboradas y curadas bajo las condiciones ambientales de la Ciudad de Huancayo.
01 - B	14	10.16	81.07	210.10				
02 - A	14	10.16	81.07	224.15	224.72	107.01	210	
02 - B	14	10.16	81.07	225.29				
03 - A	14	10.16	81.07	229.17	230.80	109.91	210	
03 - B	14	10.16	81.07	232.43				
04 - A	14	10.16	81.07	234.00	234.94	111.88	210	
04 - B	14	10.16	81.07	235.88				
05 - A	14	10.16	81.07	211.56	212.84	101.35	210	
05 - B	14	10.16	81.07	214.12				
06 - A	14	10.16	81.07	213.45	212.09	101.00	210	
06 - B	14	10.16	81.07	210.73				
07 - A	14	10.16	81.07	201.98	201.87	96.13	210	
07 - B	14	10.16	81.07	201.76				

Fuente: Elaboración Propia.

En la tabla N°15, se presentan las resistencias a la compresión alcanzados por las mezclas convencionales respecto a las variaciones de adición del óxido de calcio, las que fueron elaboradas y curadas bajo las condiciones ambientales de la Ciudad de Huancayo y como se puede apreciar la probeta N°01

(probeta patrón), muestra una resistencia a la compresión inicial la cual sufren un incremento en su valor (probeta N°04), para luego decrecer (probeta N°07), según varía la adición del óxido de calcio.

Tabla 15 – Variación de la resistencia a la compresión a los 28 días – Huancayo.

N° DE TESTIGO	F'C DISEÑO	ADICIÓN DEL ÓXIDO DE CALCIO	RESISTENCIA OBTENIDA (Kg/cm ²)
			HUANCAYO
HYO	Kg/cm ²	% PESO	28 DIAS
01	210	0.00	210.64
02	210	10%	224.72
03	210	20%	230.80
04	210	30%	234.94
05	210	40%	212.84
06	210	50%	212.09
07	210	100%	201.87

Fuente: Elaboración Propia.

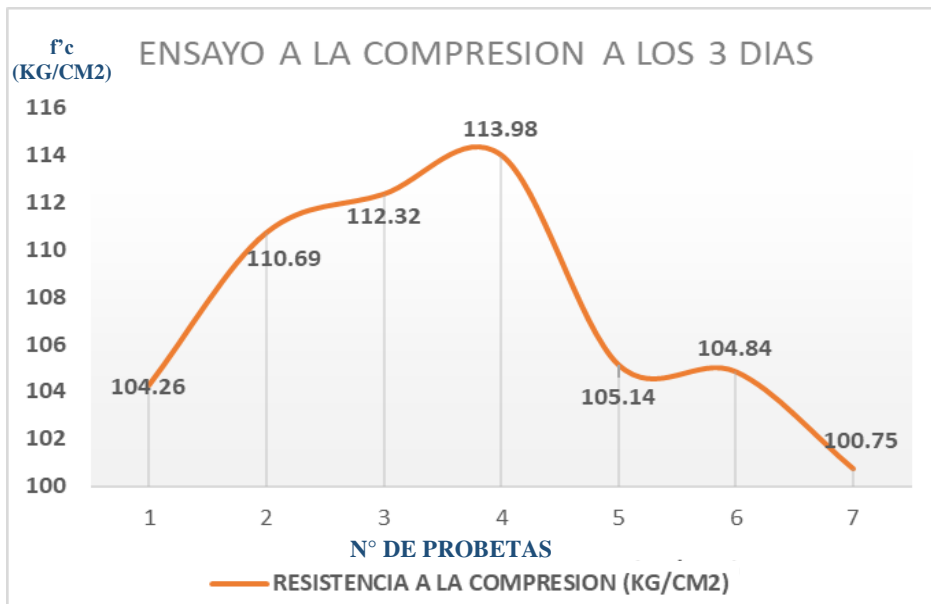
CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Discusión de resultados específicos

1.- **Del comportamiento de la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ a los 03 días:** Los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión mostrados en la tabla N° 08 se muestran en la figura N°07, según el cual se aprecia que la resistencia del concreto a los 03 días de ensayo va en crecimiento hasta alcanzar un valor máximo, para luego decaer.

Figura 7- Ensayo a los 3 días - Huancayo.

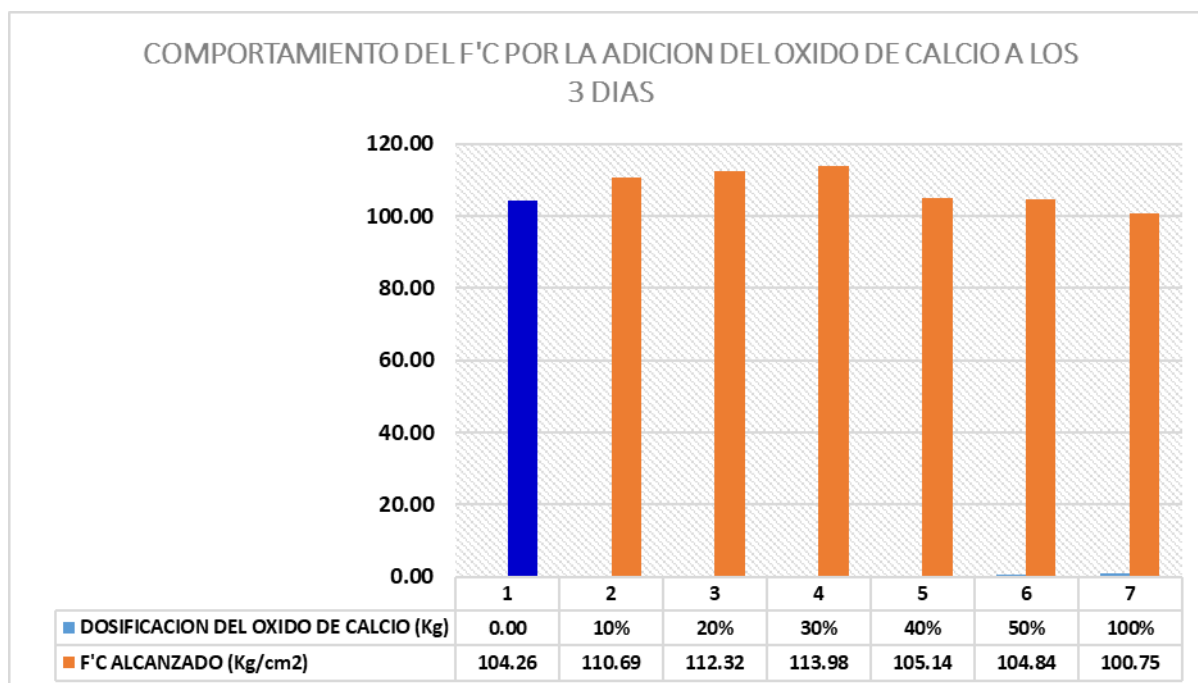


Fuente: Elaboración propia.

Según el ensayo de resistencia a la compresión a los tres días la probeta N°01 alcanza una resistencia de 104.26 kg/cm^2 , que representa el 49.65% de la resistencia requerida, luego se observa un incremento en los resultados de la resistencia tal como se observa en la probeta N°04, cuyo resultado es de 113.98 kg/cm^2 , que representa el 54.28% de la resistencia requerida, a partir de este resultado los valores de la resistencia decrecen como se observa el resultado de la probeta N°07, que alcanza una

resistencia de 100.75 kg/cm², que representa el 47.98% de la resistencia requerida.

Figura 8- Comportamiento del f'c por la adición del óxido de calcio a los 03 días – Huancayo.



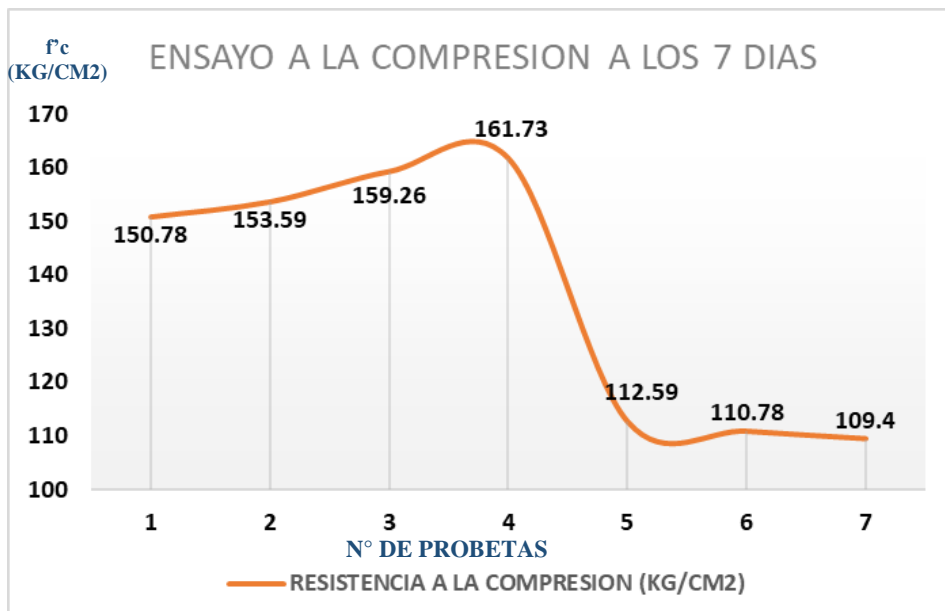
Fuente: Elaboración propia.

En la figura N° 08 podemos apreciar el comportamiento de la resistencia a compresión de las probetas de acuerdo a la variación de la adición del óxido de calcio para la Ciudad de Huancayo a los 03 días. La probeta N°01 (patrón) muestra una resistencia inicial (104.26 Kg/cm²), a partir de la probeta N°02 se adiciona el óxido de calcio en un 10% en peso en reemplazo del agregado fino, por lo que se aprecia un incremento en la resistencia a compresión a 110.69 Kg/cm², luego se alcanza una resistencia máxima de 113.98 Kg/cm² (probeta N°04), con una adición del óxido de calcio de 30% en peso del peso del agregado fino (reemplazo), a partir de la resistencia máxima alcanzada se aprecia una caída severa (perdida de resistencia a la compresión), tal como se aprecia el valor de resistencia de la probeta N° 07 (100.75 Kg/cm²), muy a pesar que la dosificación del óxido de calcio sigue en aumento (reemplazo del 100% del peso del agregado fino).

- Para la probeta N°01 la cual fue elaborada con un diseño de mezcla de concreto convencional sin la adición del óxido de calcio muestra una resistencia a la compresión de 104.26 Kg/cm².
- Para las probetas N° 02 – 07, se adicionaron el óxido de calcio en porcentajes del peso del agregado fino, 10%, 20%, 30%, 40%, 50% y 100% respectivamente, sobre el diseño de mezcla de concreto convencional.
- Hasta la probeta N°04 se alcanza un crecimiento de la resistencia a compresión, llegando a un valor máximo de 113.98 Kg/cm², para luego decrecer hasta un valor de resistencia a la compresión de 100.75 Kg/cm², (probeta N°07).

2.- Del comportamiento de la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ Kg/cm² a los 07 días: Los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión mostrados en la tabla N° 10 se muestran en la figura N°09, según el cual se aprecia que la resistencia del concreto a los 07 días de ensayo va en crecimiento hasta alcanzar un valor máximo, para luego decaer.

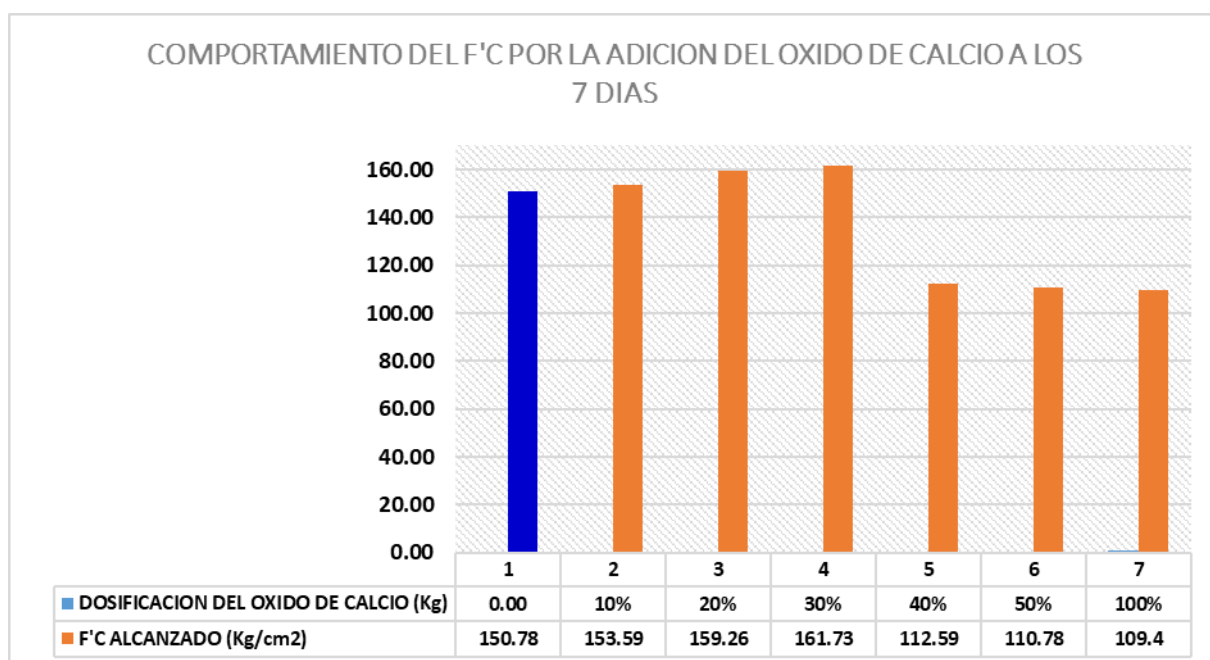
Figura 9- Ensayo a los 7 días - Huancayo.



Fuente: Elaboración propia.

Según el ensayo de resistencia a la compresión a los siete días la probeta N°01 alcanza una resistencia de 150.78 kg/cm², que representa el 71.80% de la resistencia requerida, luego se observa un incremento en los resultados de la resistencia tal como se observa en la probeta N°04, cuyo resultado es de 161.73 kg/cm², que representa el 77.01% de la resistencia requerida, a partir de este resultado los valores de la resistencia decrecen como se observa el resultado de la probeta N°07, que alcanza una resistencia de 109.40 kg/cm², que representa el 52.10% de la resistencia requerida.

Figura 10- Comportamiento del f'c por la adición del óxido de calcio a los 07 días – Huancayo.



Fuente: Elaboración propia.

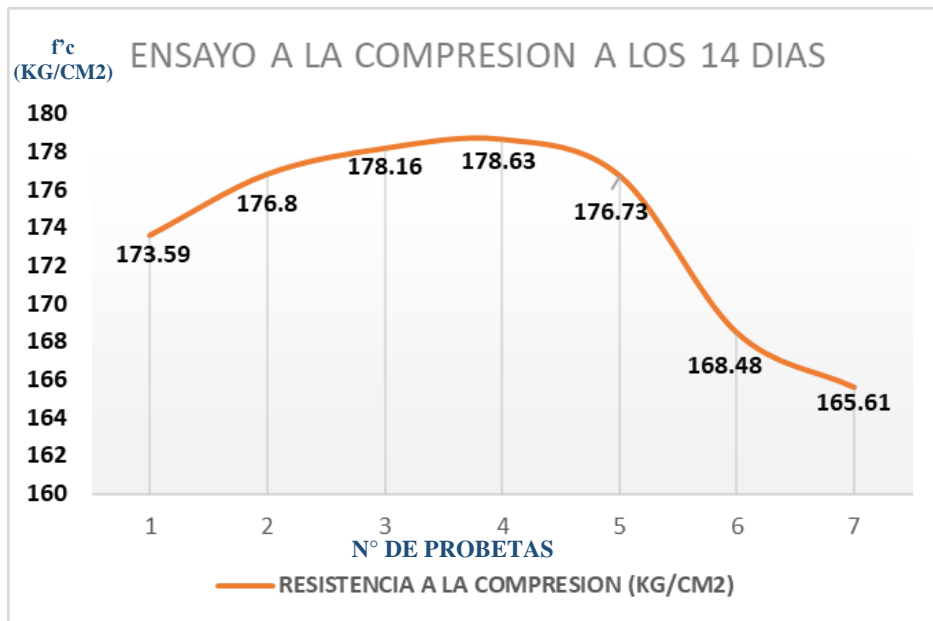
En la figura N° 10 podemos apreciar el comportamiento de la resistencia a compresión de las probetas de acuerdo a la variación de la adición del óxido de calcio para la Ciudad de Huancayo a los 07 días. La probeta N°01 (patrón) muestra una resistencia inicial (150.78 Kg/cm²), a partir de la probeta N°02 se adiciona el óxido de calcio en un 10% en peso en reemplazo del agregado fino, por lo que se aprecia un incremento en la resistencia a compresión a 153.59 Kg/cm², luego se alcanza una resistencia máxima de 161.73 Kg/cm² (probeta N°04), con una adición del

óxido de calcio de 30% en peso del peso del agregado fino (reemplazo), a partir de la resistencia máxima alcanzada se aprecia una caída severa (pérdida de resistencia a la compresión), tal como se aprecia el valor de resistencia de la probeta N° 07 (109.40 Kg/cm²), muy a pesar que la dosificación del óxido de calcio sigue en aumento (reemplazo del 100% del peso del agregado fino).

- Para la probeta N°01 la cual fue elaborada con un diseño de mezcla de concreto convencional sin la adición del óxido de calcio muestra una resistencia a la compresión de 150.78 Kg/cm².
- Para las probetas N° 02 – 07, se adicionaron el óxido de calcio en porcentajes del peso del agregado fino, 10%, 20%, 30%, 40%, 50% y 100% respectivamente, sobre el diseño de mezcla de concreto convencional.
- Hasta la probeta N°04 se alcanza un crecimiento de la resistencia a compresión, llegando a un valor máximo de 161.73 Kg/cm², para luego decrecer hasta un valor de resistencia a la compresión de 109.40 Kg/cm², (probeta N°07).

3.- Del comportamiento de la resistencia a la compresión del concreto f'c=210 Kg/cm² a los 14 días: Los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión mostrados en la tabla N° 12 se muestran en la figura N°11, según el cual se aprecia que la resistencia del concreto a los 14 días de ensayo va en crecimiento hasta alcanzar un valor máximo, para luego decaer.

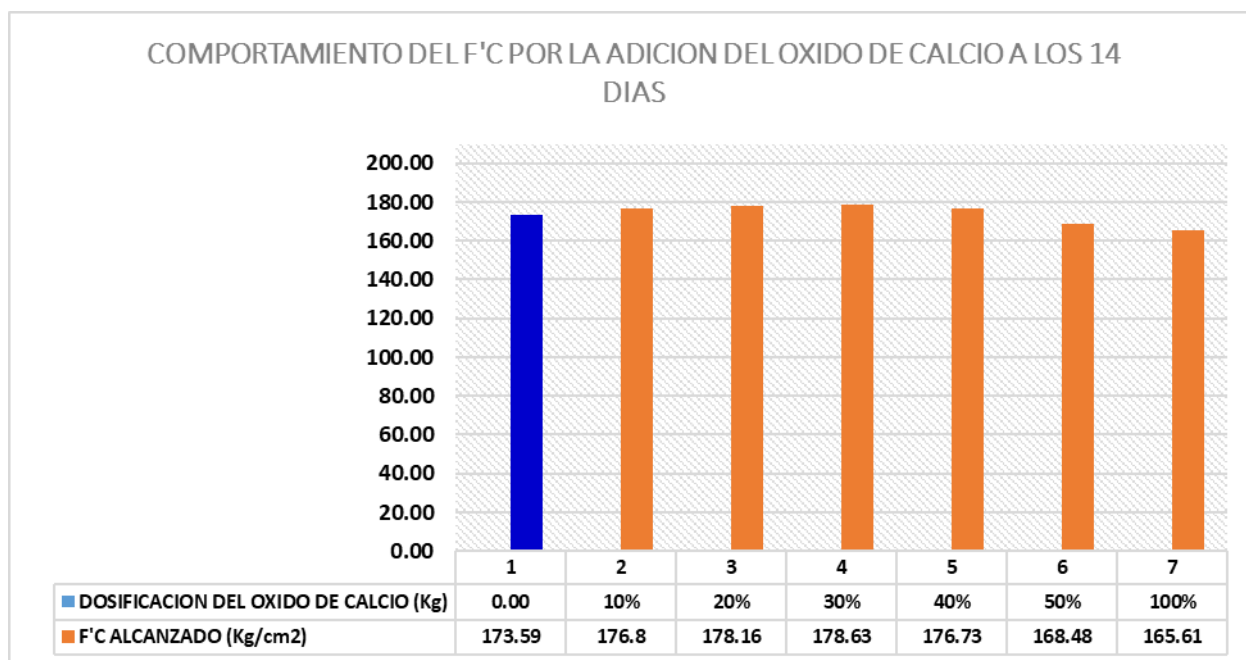
Figura 11- Ensayo a los 14 días - Huancayo.



Fuente: Elaboración propia.

Según el ensayo de resistencia a la comprensión a los catorce días la probeta N°01 alcanza una resistencia de 173.59 kg/cm², que representa el 82.66% de la resistencia requerida, luego se observa un incremento en los resultados de la resistencia tal como se observa en la probeta N°04, cuyo resultado es de 178.63 kg/cm², que representa el 85.06% de la resistencia requerida, a partir de este resultado los valores de la resistencia decrecen como se observa el resultado de la probeta N°07, que alcanza una resistencia de 165.61 kg/cm², que representa el 78.86% de la resistencia requerida.

Figura 12- Comportamiento del f'c por la adición del óxido de calcio a los 14 días – Huancayo.



Fuente: Elaboración propia.

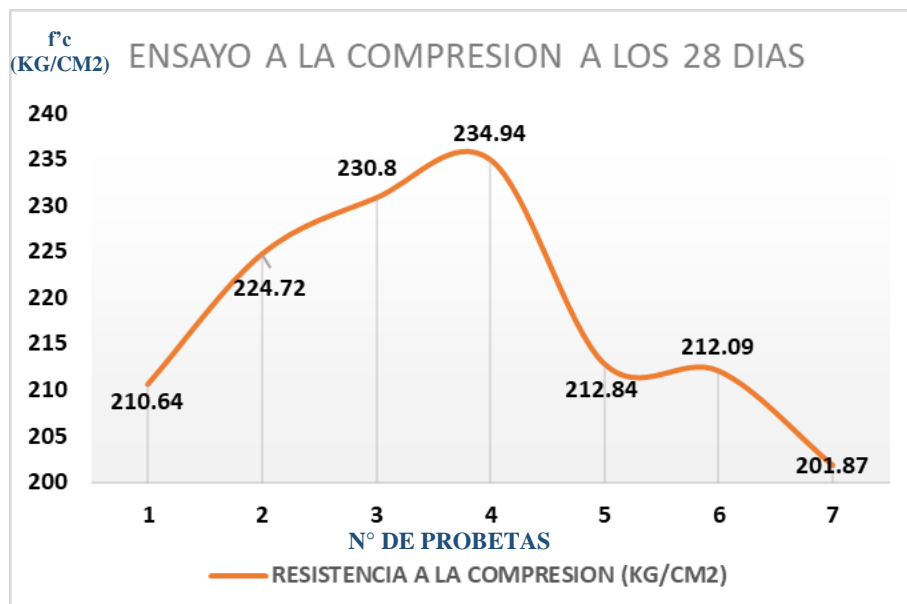
En la figura N° 12 podemos apreciar el comportamiento de la resistencia a compresión de las probetas de acuerdo a la variación de la adición del óxido de calcio para la Ciudad de Huancayo a los 14 días. La probeta N°01 (patrón) muestra una resistencia inicial (173.59 Kg/cm²), a partir de la probeta N°02 se adiciona el óxido de calcio en un 10% en peso en reemplazo del agregado fino, por lo que se aprecia un incremento en la resistencia a compresión a 176.80 Kg/cm², luego se alcanza una resistencia máxima de 178.63 Kg/cm² (probeta N°04), con una adición del óxido de calcio de 30% en peso del peso del agregado fino (reemplazo), a partir de la resistencia máxima alcanzada se aprecia una caída severa (perdida de resistencia a la compresión), tal como se aprecia el valor de resistencia de la probeta N° 07 (165.61 Kg/cm²), muy a pesar que la dosificación del óxido de calcio sigue en aumento (reemplazo del 100% del peso del agregado fino).

- Para la probeta N°01 la cual fue elaborada con un diseño de mezcla de concreto convencional sin la adición del óxido de calcio muestra una resistencia a la compresión de 173.59 Kg/cm².

- Para las probetas N° 02 – 07, se adicionaron el óxido de calcio en porcentajes del peso del agregado fino, 10%, 20%, 30%, 40%, 50% y 100% respectivamente, sobre el diseño de mezcla de concreto convencional.
- Hasta la probeta N°04 se alcanza un crecimiento de la resistencia a compresión, llegando a un valor máximo de 178.63 Kg/cm², para luego decrecer hasta un valor de resistencia a la compresión de 165.61 Kg/cm², (probeta N°07).

4.- Del comportamiento de la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210$ Kg/cm² a los 28 días: Los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión mostrados en la tabla N° 14 se muestran en la figura N°13, según el cual se aprecia que la resistencia del concreto a los 28 días de ensayo va en crecimiento hasta alcanzar un valor máximo, para luego decaer.

Figura 13- Ensayo a los 28 días - Huancayo.

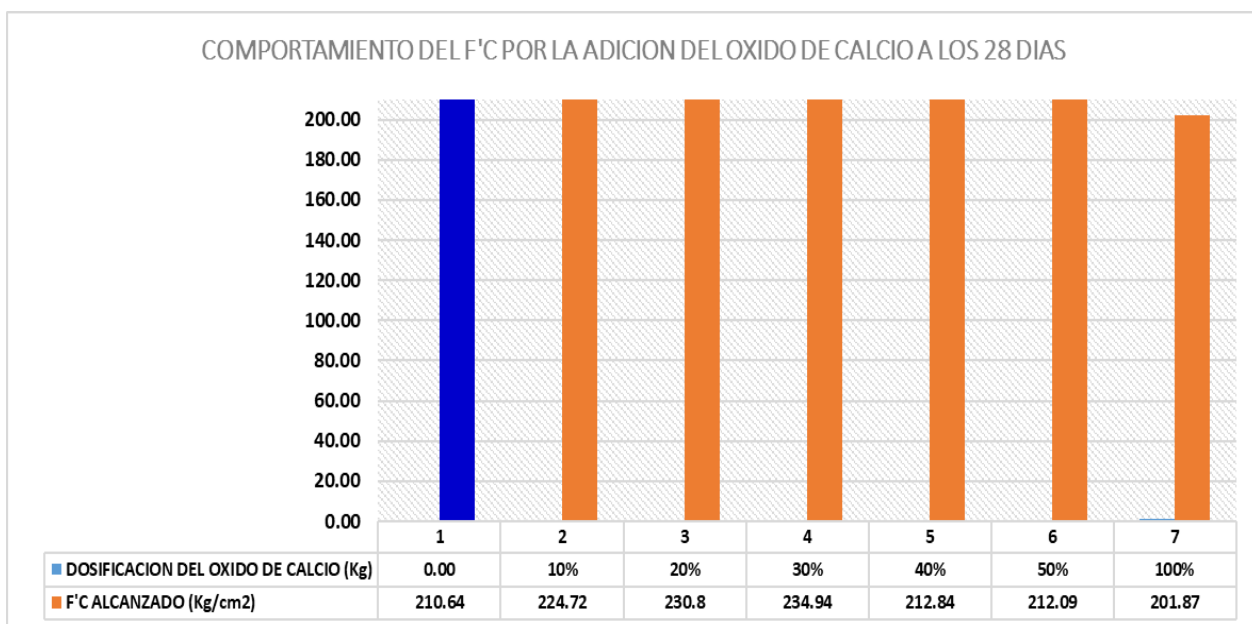


Fuente: Elaboración propia.

Según el ensayo de resistencia a la compresión a los veintiocho días la probeta N°01 alcanza una resistencia de 210.64 kg/cm², que representa el 100.30% de la resistencia requerida, luego se observa un incremento en los resultados de la resistencia tal como se observa en la probeta N°04,

cuyo resultado es de 234.94 kg/cm², que representa el 111.88% de la resistencia requerida, a partir de este resultado los valores de la resistencia decrecen como se observa el resultado de la probeta N°07, que alcanza una resistencia de 201.87 kg/cm², que representa el 96.13% de la resistencia requerida.

Figura 14- Comportamiento del f'c por la adición del óxido de calcio a los 28 días – Huancayo.



Fuente: Elaboración propia.

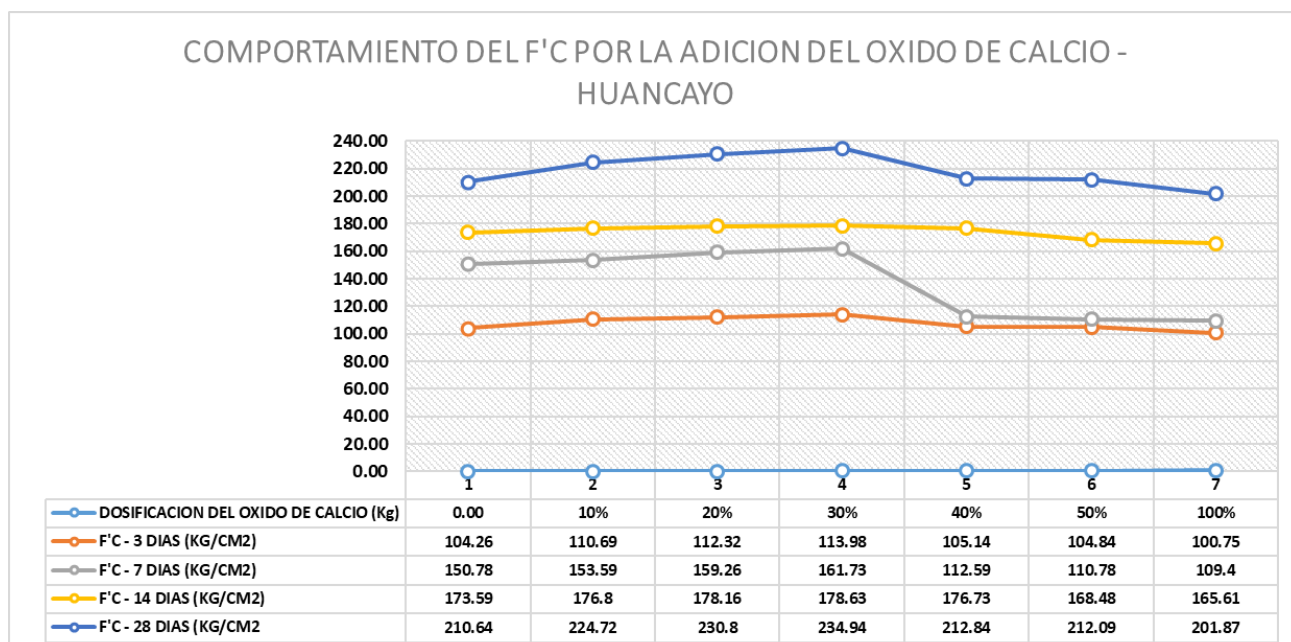
En la figura N° 14 podemos apreciar el comportamiento de la resistencia a compresión de las probetas de acuerdo a la variación de la adición del óxido de calcio para la Ciudad de Huancayo a los 28 días. La probeta N°01 (patrón) muestra una resistencia inicial (210.64 Kg/cm²), a partir de la probeta N°02 se adiciona el óxido de calcio en un 10% en peso en reemplazo del agregado fino, por lo que se aprecia un incremento en la resistencia a compresión a 224.72 Kg/cm², luego se alcanza una resistencia máxima de 234.94 Kg/cm² (probeta N°04), con una adición del óxido de calcio de 30% en peso del peso del agregado fino (reemplazo), a partir de la resistencia máxima alcanzada se aprecia una caída severa (perdida de resistencia a la compresión), tal como se aprecia el valor de resistencia de la probeta N° 07 (201.87 Kg/cm²), muy a pesar que la

dosificación del óxido de calcio sigue en aumento (reemplazo del 100% del peso del agregado fino).

- Para la probeta N°01 la cual fue elaborada con un diseño de mezcla de concreto convencional sin la adición del óxido de calcio muestra una resistencia a la compresión de 210.64 Kg/cm².
- Para las probetas N° 02 – 07, se adicionaron el óxido de calcio en porcentajes del peso del agregado fino, 10%, 20%, 30%, 40%, 50% y 100% respectivamente, sobre el diseño de mezcla de concreto convencional.
- Hasta la probeta N°04 se alcanza un crecimiento de la resistencia a compresión, llegando a un valor máximo de 234.94 Kg/cm², para luego decrecer hasta un valor de resistencia a la compresión de 201.87 Kg/cm², (probeta N°07).

5.- Del comportamiento global de la resistencia a la compresión del concreto $f'c=210$ Kg/cm²: Los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión mostrados en la tabla N° 08, 10, 12 y 14 se muestran en la figura N°15, según el cual se aprecia que la resistencia del concreto a los 03, 07, 14 y 28 días de ensayo va en crecimiento hasta alcanzar un valor máximo, para luego decaer.

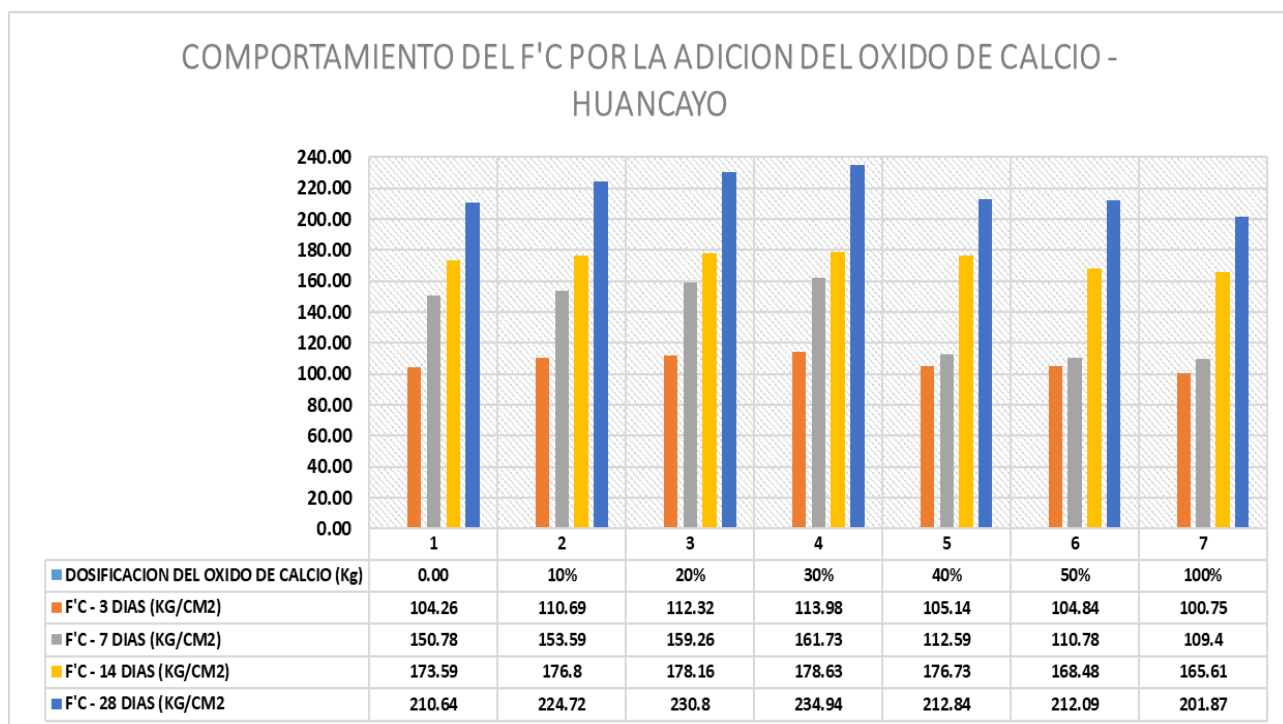
Figura 15- Comportamiento del ensayo de resistencia a la compresión - Huancayo.



Fuente: Elaboración propia.

En la figura N°16, se aprecia que, con la adición del óxido de calcio se incrementa la resistencia a compresión hasta un máximo valor, y luego decae está conforme se sigue adicionando el óxido de calcio en reemplazo del agregado fino.

Figura 16- Comportamiento del f'c por la adición del óxido de calcio – Huancayo.



Fuente: Elaboración propia.

6.- Discusión: Los resultados de las pruebas de resistencia a la compresión mostrados en la tabla N° 08, 10, 12 y 14, se aprecia que la resistencia del concreto a los 03, 07, 14 y 28 días de ensayo va en crecimiento hasta alcanzar un valor máximo, para luego decaer, estos resultados concuerdan con la tesis de **Durand (2017) “influencia del óxido de calcio en la trabajabilidad, fraguado, compresión, densidad, porosidad y absorción del concreto para elementos estructurales, trujillo 2017”**, quien determino; “la resistencia a la compresión se incrementa entre un 10% y 26% del f'c de diseño, a causa de la adición de óxido de calcio en porcentajes de 1% al 4% del concreto; es decir, que la adición incrementa la pasta de cemento por comportarse como material cementoso; proporcionando así una docilidad mayor, menor cantidad de huecos y por tanto mayor resistencia. La máxima resistencia sucede al 4% de adición alcanzando un f'c=353 kg/cm², esta máxima resistencia significa que la mezcla se encuentra completamente hidratada y exenta de poros, por lo que, una mayor resistencia refleja una mayor durabilidad de las

estructuras de concreto, minimiza su dimensionamiento y refuerzo estructural (acero), y todo ello se ve reflejado en la reducción de costos. A partir del 5% y 6% de adición la resistencia empieza a decrecer, sin embargo, siguen siendo mayores a la resistencia patrón. Debido a la mala distribución de los agregados, baja trabajabilidad y formación de poros, se ocasiona el descenso de la resistencia.”

CONCLUSIONES

- A. El comportamiento de las resistencias a la compresión del concreto de las probetas ensayadas a los 03, 07, 14 y 28 días, se relacionan directamente con la dosificación del óxido de calcio en reemplazo del agregado fino (10%, 20%, 30%, 40%, 50% y 100% en peso), dichos valores de resistencia a la compresión tuvieron una tendencia de incremento hasta la dosificación del 30% en peso de óxido de calcio en reemplazo del agregado fino, para luego decaer la resistencia a la compresión con las dosificaciones del 40%, 50% y 100% en peso de óxido de calcio en reemplazo del agregado fino.
- B. Las muestras ensayadas a los 3 días, las cuales se prepararon con las dosificaciones del 10%, 20%, 30%, 40%, 50% y 100% en peso de óxido de calcio en reemplazo del agregado fino de forma progresiva, alcanzaron una resistencia superior (110.69, 112.32, 113.98, 105.14, 104.84 Kg/cm²) y una resistencia inferior (100.75 Kg/cm²) a la resistencia de la muestra patrón (104.26 Kg/cm²), respectivamente.
- C. Las muestras ensayadas a los 7 días, las cuales se prepararon con las dosificaciones del 10%, 20%, 30%, 40%, 50% y 100% en peso de óxido de calcio en reemplazo del agregado fino de forma progresiva, alcanzaron una resistencia superior (153,59, 159,26, 161.73 Kg/cm²) y una resistencia inferior (112,59, 110.78, 109.40 Kg/cm²) a la resistencia de la muestra patrón (150.78 Kg/cm²), respectivamente.
- D. Las muestras ensayadas a los 14 días, las cuales se prepararon con las dosificaciones del 10%, 20%, 30%, 40%, 50% y 100% en peso de óxido de calcio en reemplazo del agregado fino de forma progresiva, alcanzaron una resistencia superior (176.80, 178.16, 178.63, 176.73 Kg/cm²) y una resistencia inferior (168.48, 165.61 Kg/cm²) a la resistencia de la muestra patrón (104.26 Kg/cm²), respectivamente.
- E. Las muestras ensayadas a los 28 días, las cuales se prepararon con las dosificaciones del 10%, 20%, 30%, 40%, 50% y 100% en peso de óxido de calcio en reemplazo del agregado fino de forma progresiva, alcanzaron una

resistencia superior (224,72, 230.80, 234.94, 212.84, 212.09 Kg/cm²) y una resistencia inferior (201.87 Kg/cm²) a la resistencia de la muestra patrón (210.64 Kg/cm²), respectivamente.

RECOMENDACIONES

1. Realizar un estudio detallado de los materiales utilizados (cemento, arena gruesa, piedra triturada, agua y aditivos) para la producción de concreto, ya que el aseguramiento de la calidad (dosificación adecuada) es un procedimiento importante, importante para la producción de concreto de alta calidad.
2. Del estudio experimental de las propiedades de resistencia a la compresión se concluye que el óxido de calcio puede ser utilizado como sustituto del árido fino, por lo que se debe realizar un estudio adicional de análisis de dosis. Óxido de calcio en el diseño de la mezcla sin cambiar la dosificación de otros ingredientes.
3. El óxido de calcio al entrar en contacto con el agua tiene propiedades adhesivas y está disponible en la naturaleza en forma de conchas, piedra caliza y huesos de animales. Por lo tanto, se propone ampliar el foco de investigación.
4. Futuros estudios deberían centrarse en la reutilización de otros materiales similares a la cal, que puedan sustituir el uso de cemento en una proporción adecuada para reducir el coste de producción del concreto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Absalón V. y Salas R. (2008). Influencia en el diseño de mezcla de agregados de diferente procedencia en el Estado de Mérida. Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela. Recuperado el 28 de noviembre de 2016, desde http://tesis.ula.ve/pregrado/tde_arquivos/7/TDE-2010-05-05T05:20:33Z-863/Publico/Absalon_Salas.pdf
- Absalón V. y Salas R. (2008)). “Influencia en el diseño de mezcla de agregados de diferente procedencia en el Estado de Mérida” (Tesis de Grado). Universidad de los Andes, Mérida - Venezuela.
- Acevedo Agudelo, H.; Vásquez Hernández, A. y Ramírez Cardona, D. (2012). “Sostenibilidad: Actualidad y necesidad en el sector de la construcción en Colombia”. Universidad EAFIT. Medellín, Colombia. Recuperado el 11 de noviembre de 2017, desde <https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/30825/39307>
- Alcántara Ávila, V y Maceda Álvarez, P. (2014). “Influencia del porcentaje de reemplazo de ceniza volante sobre la resistencia a la compresión, actividad puzolánica y reactividad álcali-sílice en la fabricación de morteros tipo I”. Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo- Perú.
- Alfaro Caycho, J. (2014) “la puzolanidad y reactividad álcali-sílice de morteros adicionados con óxido de calcio obtenido de conchas de abanico” (Tesis de Grado). Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo- Perú.
- Allauca Pincay, L.; Amen Loor, H. y Lung Alvarez, J. (2009). “Uso de sílice en hormigones de alto desempeño.” Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador. Recuperado el 03 de octubre de 2017, desde <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/8676/D-39840.pdf?sequence=1&isAllowed=yhttps://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/7684/1/Uso%20de%20s%C3%ADlice%20en%20hormigones%20de%20alto%20desempe%C3%B1o.pdf>
- Amaris Martínez, N y Rondon Panqueva, V (2009) “Uso del silicato de sodio como adición natural del concreto hidráulico”. Universidad de la Salle,

Bogotá - Colombia. Recuperado el 28 de noviembre de 2016, desde <http://docplayer.es/7102340-Uso-del-silicato-de-sodio-como-adicionnatural-del-concreto-hidraulico-nessor-andres-amaris-martinez-vladimir-rondon-panqueva.html>

Batic, O.R. Giaccio, G. y Zerbino, R e Isaia, G. (2010). "Las cenizas de cáscara de arroz y la reacción álcali sílice". Universidad Federal de Santa María, Brazil. Recuperado el 30 de marzo de 2016, desde http://www.edutecne.utn.edu.ar/cinpar_2010/Topico%203/CINPAR%20020.pdf Br. Durand Ciudad, A. 118 118

Barrantes Villanueva, J y Holguin Romero, R. (2015) "Influencia del porcentaje de reemplazo de ceniza volante por cemento, sobre la resistencia a la compresión y absorción en la fabricación de adoquines de tránsito liviano". Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo- Perú.

Bedoya Montoya, C (2003) "El concreto reciclado con escombros como generador de hábitats urbanos sostenibles". Universidad Nacional de Colombia, Medellín- Colombia. Recuperado el 28 de noviembre de 2016, desde <http://www.bdigital.unal.edu.co/3477/1/98589947-2003.pdf>

Calcaneo, G. (2014). "Ceniza de Hueso "Bone Ash"". Recuperado el 30 de marzo de 2016, desde <http://quimicoglobal.mx/ceniza-de-hueso-bone-ash/>

Cementos Pacasmayo (2016) "Acerca de Cementos Pacasmayo". Recuperado el 28 de noviembre de 2016, desde http://accionistas.cementospacasmayo.com.pe/cementospacasmayo/web/conteudo_es.asp?idioma=2&conta=47&tipo=54239

Cementos Pacasmayo, J. (2016). "Informe anual Cementos Pacasmayo" Recuperado el 23 de septiembre de 2017, desde <http://www.pacasmayoprofesional.com/pdf/Pacasmayo-memoriaanual-2016.pdf>

Chávez Quispe, J y Medina Castillo, J. (2009) "Influencia del tipo y porcentaje en peso de escoria adicionada, sobre la resistencia a la compresión, ataque por sulfatos y penetración de iones de cloruro en morteros y probetas de concreto a base de cemento portland tipo IM". Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo- Perú.

- Chema (2016) "Hoja Técnica-Aditivo reductor de agua". Recuperado el 28 de noviembre de 2016, desde http://www.chema.com.pe/assets/productos/fichatecnica/HT_CHEMA%20PLAST_2016.pdf
- Contreras Cueva, K. y Peña Villalobos J. (2017). "Análisis de la resistencia a la compresión y permeabilidad en el concreto adicionando dosificaciones de cenizas volantes de carbón de mezcla". Universidad Privada del Norte, Trujillo- Perú.
- Cordón Mena, E. y Cortez Cortez, E. (2010). "Determinación de la gravedad específica y porcentaje de absorción del agregado fino y grueso" Recuperado el 10 de noviembre de 2017, desde <https://es.scribd.com/doc/112386432>
- Cueva Gadea R y Eustaquio Lázaro, W. (2012) "Influencia del porcentaje de diatomita sobre la trabajabilidad Y la resistencia a compresión de un concreto autocompactable" . Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo-Perú.
- Damiani, C. (2010). "Control de calidad para el concreto." Recuperado el 22 de octubre de 2016, desde http://carlosdamiani.blogspot.pe/2010_11_01_archive.html
- De la Mata Segarra, M; Encinar Calvo, C. y Maldonado Gavilán, N. (2017). "Unidad de Análisis Térmico". Recuperado el 25 de noviembre de 2017, desde [https://www.uam.es/ss/Satellite/es/1242668322022/1242666562032/UAM_Laboratorio_FA/lab oratorio/Laboratorio_de_Analisis_Termico.htm](https://www.uam.es/ss/Satellite/es/1242668322022/1242666562032/UAM_Laboratorio_FA/lab%20oratorio/Laboratorio_de_Analisis_Termico.htm)
- Fernández Canovas M (2011) "Hormigón". Novena edición. Editorial Colegio de Ingenieros de caminos, canales y puertos. Universidad Privada del Norte, Trujillo- Perú.
- Gaspar Tebar, D. (2010). "Tiempo de fraguado: algunos comentarios sobre el método de ensayo". Consejo Superior de Investigaciones Científicas, España. Recuperado el 04 de octubre de 2017, desde <http://materconstrucc.revistas.csic.es/index.php/materconstrucc/article/viewFile/1078/1148>

- Gabalec, M. (2008). "Tiempo de fraguado del hormigón". Universidad Tecnológica Nacional, La Plata, Argentina. Recuperado el 04 de octubre de 2017, desde http://lemac.frlp.utn.edu.ar/wpcontent/uploads/2011/12/Tesis2008_Ana-bela-Gabalec_Tiempo-de-Fraguado-del-Hormigon.pdf
- Gestión (2017). "Perú desarrolla primera planta que fabricará ladrillos reciclando relaves mineros" Recuperado el 27 de septiembre de 2017, desde <http://gestion.pe/tecnologia/peru-desarrollaprimeraplantaqueabricaraladrillosreciclando-relaves-mineros-2199926>
- González Acevedo V. y Rodríguez Vilca, J. (2008). "Influencia del porcentaje de microsílíce sobre la trabajabilidad en estado fresco y la resistencia a la compresión en estado endurecido de un concreto autocompactante". Universidad Nacional de Trujillo, Trujillo- Perú.
- Gonzales Sacsi, S y Ticona Cansaya, K. (2016). "Evaluación de la influencia de la granulometría de piedra caliza, concentración de carbonato de calcio, tiempo de residencia y temperatura de calcinación para mejorar el rendimiento en la obtención de óxido de calcio". Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, Perú. Recuperado el 25 de noviembre de 2017, desde <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/2403/IQticaka.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Grupo RPP (2016). "Así está el Perú: Solo hay 12 rellenos sanitarios para los 1851 distritos" Recuperado el 10 de noviembre de 2017, desde <http://rpp.pe/politica/elecciones/asi-esta-elperu-solo-hay-12-rellenos-sanitarios-para-los-1851-distritos-noticia-944901>
- Grupo RPP (2016). "Solo hay 11 rellenos sanitarios para 31 millones de personas en el país" Recuperado el 10 de noviembre de 2017, desde <http://rpp.pe/peru/actualidad/solo-hay-11-rellenos-sanitarios-para-31-millones-de-personas-en-el-pais-noticia-996181> rpp 2016
- Hernán Acevedo, R. y Roció Guerra, T. (2005). "Factibilidad técnica y económica de la explotación de un yacimiento de Caliza en la Región Metropolitana". Universidad de Chile, México. Recuperado el 06 de diciembre de 2016, desde

<http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/111195/tesis%20caliza.pdf?sequence=1>

Huaquisto Cáceres, S. (2015). "Efecto de la ceniza volante en la resistencia del concreto en condiciones de clima natural". Recuperado el 30 de marzo de 2016, desde <file:///C:/Users/User/Downloads/44-206-1-PB.pdf>

Huaroc Palacios, A. (2017). "Influencia del porcentaje de micro sílice a partir de la ceniza de la cascarilla de arroz sobre la resistencia a la compresión, asentamiento, absorción y peso unitario de un concreto mejorado". Universidad Privada del Norte, Trujillo- Perú.

Instituto Americano del Concreto (2015). "Guía del contratista para la construcción en concreto de calidad" Tercera edición. Editorial Sociedad Americana de Contratistas del Concreto- ASCC. Universidad Privada del Norte, Trujillo- Perú.

Laboratorio de Materiales de Construcción (2003). "Determinación del tiempo de fraguado inicial y final del cemento" (Artículo de Investigación). Universidad Centroamericana José Simeón Cañas, El Salvador. Recuperado el 04 de octubre de 2017, desde <http://www.uca.edu.sv/mecanicaestructural/materias/materialesCostruccion/guiasLab/ensayoCemento/Fraguado%20inicial%20y%20final%20del%20cemento.pdf>

Leconca (2009). "Biomecánica del hueso" Recuperado el 10 de noviembre de 2017, desde <https://es.slideshare.net/leconca/5-biomecanica-del-hueso>

Lorca Aranda, P. (2014). "Efecto de la adición de hidróxido cálcico sobre mezclas con alta sustitución de cemento por ceniza volante". Universidad Politécnica de Valencia, España. Recuperado el 30 de marzo de 2016, desde <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/39340/Lorca%20-%20EFECTO%20DE%20LA%20ADICION%20DE%20HIDROXIDO%20CALCICO%20SOBRE%20MEZCLAS%20CON%20ALTA%20SUSTITUCION%20DE%20CEMENTO%20P....pdf?sequence=1>

Mafla, A. (2014). "Uso de la cascarilla de arroz como material alternativo en la construcción". Universidad del Cauca, Colombia. Recuperado el 03 de octubre de 2017, desde

<http://biblioteca.uniminuto.edu/ojs/index.php/Inventum/article/viewFile/47/46>

- Mamlouk M. y Zaniewski J. (2009). "Materiales para Ingeniería Civil". Segunda edición. Editorial Pearson. Universidad Privada del Norte, Trujillo- Perú.
- Manals-Cutiño, E; Penedo-Medina, M. y Giralt-Ortega, G. (2011). "Análisis termogravimétrico y térmico diferencial de diferentes biomásas vegetales". Universidad de Oriente, Cuba. Recuperado el 25 de noviembre de 2017, desde http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852011000200005
- Mayta Rojas, J. (2014). "Influencia del aditivo súperplastificante en el tiempo de fraguado, trabajabilidad y resistencia mecánica del concreto, en la ciudad de Huancayo". Universidad Nacional del Centro del Perú, Perú. Recuperado el 04 de octubre de 2017, desde <https://es.scribd.com/document/252093067/influencia-del-aditivo-superplastificante-en-el-tiempo-de-fraguado-trabajabilidad-y-resistencia-del-concreto>
- Notas y Apuntes, C. (2015). "Ensayo de consistencia del concreto." Recuperado el 22 de octubre de 2016, desde <http://ingcivil-notasapuntes.blogspot.pe/2015/02/ensayo-de-consistencia-elconcreto.html>
- Niño Hernández, J. (2014). "Tecnología del concreto- Tomo I". Tercera edición. Editorial Asocreto. Universidad Privada del Norte, Trujillo- Perú.
- Piña Barba, M.; Murguía Acevedo, N. y Palma Cortés, R. (2006). "Caracterización de hueso de bovino anorgánico: Nuk bone". Instituto de Investigaciones en Materiales, Universidad Nacional Autónoma de México., México. Recuperado el 8 de octubre de 2017, desde <http://www.medigraphic.com/pdfs/ortope/or-2006/or064d.pdf>
- Pérez Guillén, J. (2016). "Comportamiento físico mecánico (resistencia a compresión, resistencia a flexión y resistencia a tracción) del concreto con fibras de polipropileno – trujillo – la libertad. Universidad Privada del Norte, Trujillo- Perú.

- Polanco Rodríguez, A (2012). "Manual de Prácticas de Laboratorio de Concreto" Recuperado el 11 de noviembre de 2017, desde http://fing.uach.mx/licenciaturas/IC/2012/01/26/MANUAL_LAB_DE_CONCRETO.pdf
- Poma Chávez, C (2014). "Propiedades del suelo" Recuperado el 11 de noviembre de 2017, desde <https://es.slideshare.net/yanethmirianbozabendezu/propiedades-del-suelo-introduccion-a-lacontaminacion-de-suelos>
- Rivera, G, (2010). "Agregado para concreto o mortero" Recuperado el 11 de noviembre de 2017, desde <ftp://ftp.unicauca.edu.co/cuentas/gearrilo/docs/FIC%20y%20GEOTEC%20SEM%20de%202010/Tecnologia%20del%20Concreto%20-%20PDF%20ver.%202009/Cap.%2002%20-%20Agregados%20para%20mortero%20y%20concreto.pdf>
- Poma Chávez, C (2014). "Propiedades del suelo" Recuperado el 11 de noviembre de 2017, desde <https://es.slideshare.net/yanethmirianbozabendezu/propiedades-del-suelo-introduccion-a-lacontaminacion-de-suelos>
- Scanferla Lucas, J. (2009). "Ensayos de hormigón en estado fresco y endurecido". Recuperado el 30 de marzo de 2016, desde http://lemac.frlp.utn.edu.ar/wpcontent/uploads/2011/10/Tesis2009_Lucas-Scanferla.pdf
- Sánchez Malagón, R. (2006). "Estudio de Mecánica de suelos en la Planta Procesadora de Nopal Los Remedios San Bernardino Tlaxcalancingo, Municipio San Andrés Cholula, Puebla". Universidad de las Américas Puebla, México. Recuperado el 30 de marzo de 2016, desde http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lic/sanchez_m_r/portada.html
- Sánchez Guzmán, D. (2003). "Durabilidad y patología del concreto". Primera edición. Editorial Asocreto. Universidad Privada del Norte, Trujillo- Perú.

ANEXOS

ANEXO 01 – Matriz de Consistencia.

ANEXO 02 – Panel Fotográfico.

ANEXO 03 -- Resultados

Anexo 01: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	JUSTIFICACIÓN	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
<p>Problema general ¿Qué efectos produce el uso del óxido de calcio como agregado fino en el comportamiento de las propiedades mecánicas del concreto endurecido?</p> <p>Problemas específicos</p> <p>a) ¿Qué efectos produce el uso del óxido de calcio como agregado fino en el comportamiento de la resistencia a la compresión de $f'c=210$ Kg/cm² a los 03 días?</p> <p>b) ¿Qué efectos produce el uso del óxido de calcio como agregado fino en el comportamiento de la resistencia a la compresión de $f'c=210$ Kg/cm² a los 07 días?</p> <p>c) ¿Qué efectos produce el uso del óxido de calcio como agregado fino en el comportamiento de la resistencia a la compresión de $f'c=210$ Kg/cm² a los 14 días?</p> <p>d) ¿Qué efectos produce el uso del óxido de calcio como agregado fino en el comportamiento de la resistencia a la compresión de $f'c=210$ Kg/cm² a los 28 días?</p>	<p>Objetivo general Determinar los efectos que produce el uso del óxido de calcio como agregado fino en el comportamiento de las propiedades mecánicas del concreto endurecido.</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>a) Determinar los efectos que produce el uso del óxido de calcio como agregado fino en el comportamiento de la resistencia a la compresión de $f'c=210$ Kg/cm² a los 03 días.</p> <p>b) Determinar los efectos que produce el uso del óxido de calcio como agregado fino en el comportamiento de la resistencia a la compresión de $f'c=210$ Kg/cm² a los 07 días.</p> <p>c) Determinar los efectos que produce el uso del óxido de calcio como agregado fino en el comportamiento de la resistencia a la compresión de $f'c=210$ Kg/cm² a los 14 días.</p> <p>d) Determinar los efectos que produce el uso del óxido de calcio como agregado fino en el comportamiento de la resistencia</p>	<p>Justificación metodológica La metodología utilizada para evaluar el comportamiento de las propiedades mecánicas del concreto endurecido, como consecuencia de la adición del óxido de calcio como agregado fino en las mezclas patrones, genera un mayor control o validez interna del experimento. Esta metodología puede adaptarse satisfactoriamente a investigaciones futuras, que tengan relación directa o indirecta con el tema en investigación.</p> <p>Justificación practica Es de interés personal tener conocimiento sobre las limitaciones que presenta el óxido de calcio al ser utilizado como agregado fino en la elaboración de concreto y si inciden en el comportamiento de las propiedades mecánicas (resistencia a la compresión) del concreto.</p>	<p>Hipótesis General El uso del óxido de calcio como agregado fino sí produce efectos en el comportamiento de las propiedades mecánicas del concreto endurecido.</p> <p>Hipótesis específicos</p> <p>a) El uso del óxido de calcio como agregado fino sí produce efectos en el comportamiento de la resistencia a la compresión de $f'c=210$ Kg/cm² a los 03 días.</p> <p>b) El uso del óxido de calcio como agregado fino sí produce efectos en el comportamiento de la resistencia a la compresión de $f'c=210$ Kg/cm² a los 07 días.</p> <p>c) El uso del óxido de calcio como agregado fino sí produce efectos en el comportamiento de la resistencia a la compresión de $f'c=210$ Kg/cm² a los 14 días.</p> <p>d) El uso del óxido de calcio como agregado fino sí produce efectos en el comportamiento de la resistencia a la compresión de $f'c=210$ Kg/cm² a los 28 días.</p>	<p>Variable Independiente Dosificación del óxido de calcio.</p> <p>Variable dependiente: Resistencia a la compresión del concreto</p>	<p>Método de investigación Método científico.</p> <p>Tipo de estudio El tipo de investigación por la naturaleza del estudio es aplicado</p> <p>Nivel de investigación El estudio por el nivel Experimental.</p> <p>Diseño metodológico Experimental</p>

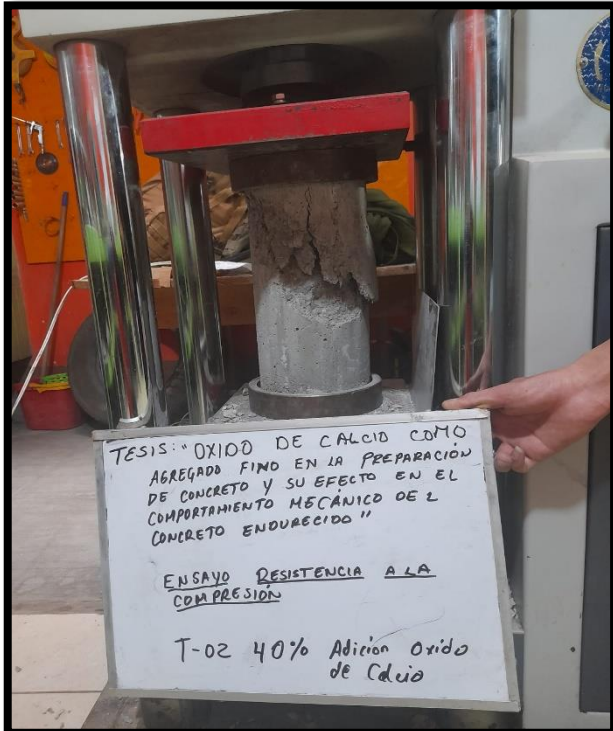
	<p>a la compresión de $f'c=210$ Kg/cm² a los 28 días.</p>	<p>Por tanto, se ha realizado esta investigación, la cual brindara información sobre las limitaciones del óxido de calcio como agregado fino en la elaboración de concreto con diferentes porcentajes de adición de óxido de calcio, en estado endurecido mediante el ensayo de resistencia a la compresión.</p> <p>Justificación teórica Con la realización de este trabajo de investigación, se pretende obtener un documento que compile los resultados obtenidos de la realización de los ensayos de laboratorio (resistencia a la compresión) del concreto endurecido, considerando la adición de óxido de calcio como agregado fino, en comparación con los resultados de laboratorio (resistencia a la compresión) del concreto endurecido elaborados sin la adición de óxido de calcio como agregado fino.</p>			
--	---------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--	--	--

Anexo 02: PANEL FOTOGRÁFICO
✓ **SELECCIÓN DE MATERIALES**



Fuente: Elaboración Propia

✓ ENSAYOS AL CONCRETO ENDURECIDO





Fuente: Elaboración Propia



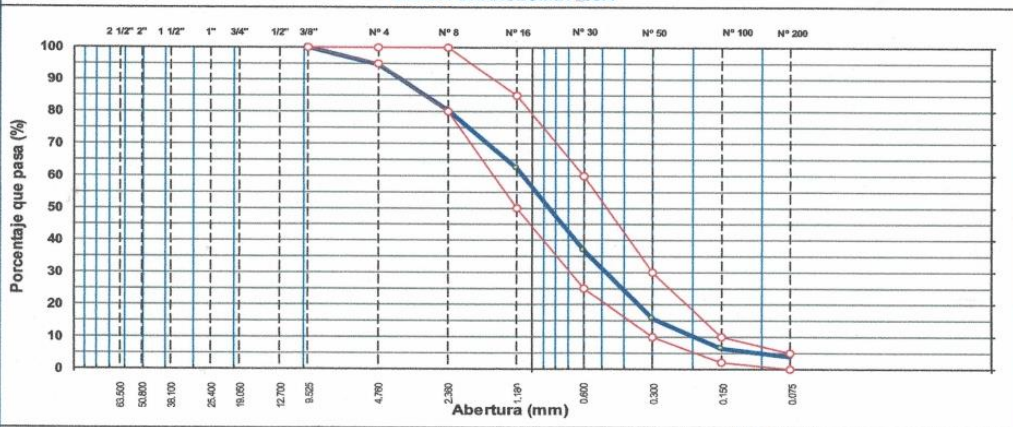
Obras Civiles

- Elaboración de Proyectos
- Ejecución y Supervisión de Obras
- Estudio de Mecánica de Suelo
- Alquiler de Equipos de Construcción

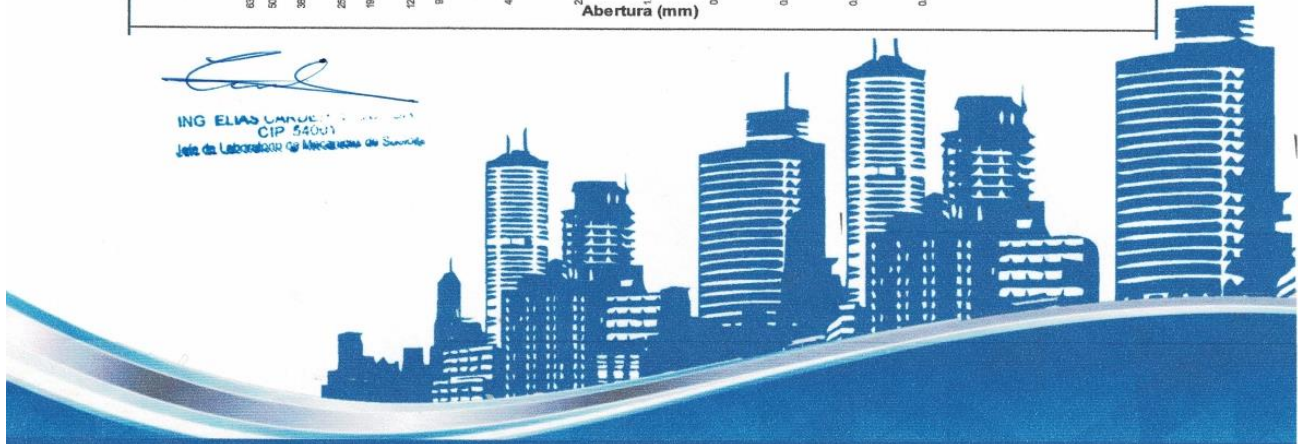
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO		
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88		
TRABAJO	Oxido De Calcio Como Agregado Fino En La Preparacion De Concreto Y Su Efecto En El Comportamiento Mecanico Del Concreto Endurecido	FECHA : Nov-21
MATERIAL	Arena gruesa	
SOLICITANTE	Roger Erickson Taipe Chachayma	
CANTERA	Rio Mantaro	
UBICACIÓN		

TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	%Q' PASA	ESPECIFICACION	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA
3"	76.200						PESO TOTAL = 1,253.3 gr
2 1/2"	63.500						PESO LAVADO = 1205.7 gr
2"	50.800						PESO FINO = 1,181.9 gr
1 1/2"	38.100						LÍMITE LIQUIDO = N.P. %
1"	25.400						LÍMITE PLÁSTICO = N.P. %
3/4"	19.050						ÍNDICE PLÁSTICO = N.P. %
1/2"	12.700						Ensayo Malla #200 P.S.Seco. P.S.Lavado: % 200
3/8"	9.525				100.0	100	1253.3 1205.7 3.8
# 4	4.760	71.4	5.7	5.7	94.3	95 - 100	MÓDULO DE FINURA = 3.05 %
# 8	2.360	175.8	14.0	19.7	80.3	80 - 100	EQUIV. DE ARENA = %
# 16	1.180	225.6	18.0	37.8	62.3	50 - 85	PESO ESPECÍFICO:
# 30	0.600	322.4	25.7	63.5	36.5	25 - 60	P.E Bulk (Base Seca) = 2.70 gr/cm³
# 50	0.300	263.2	21.0	84.5	15.5	10 - 30	P.E Bulk (Base Saturada) = 2.74 gr/cm³
# 100	0.150	117.2	9.4	93.8	6.2	2 - 10	P.E. Aparente (Base Seca) = 2.81 gr/cm³
# 200	0.075	29.9	2.4	96.2	3.8	0 - 5	Absorción = 1.51 %
< # 200	FONDO	47.6	3.8	100.0	0.0		PESO UNIT. SUELTO = 1572 kg/m³
FINO		1,181.9					PESO UNIT. VARILLADO = 1722 kg/m³
TOTAL		1,253.3					% HUMEDAD P.S.H. P.S.S. % Humedad
							251.0 241.1 4.1%
OBSERVACIONES:							

CURVA GRANULOMÉTRICA



[Signature]
ING ELIAS CARDENAS
 CIP 54001
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos



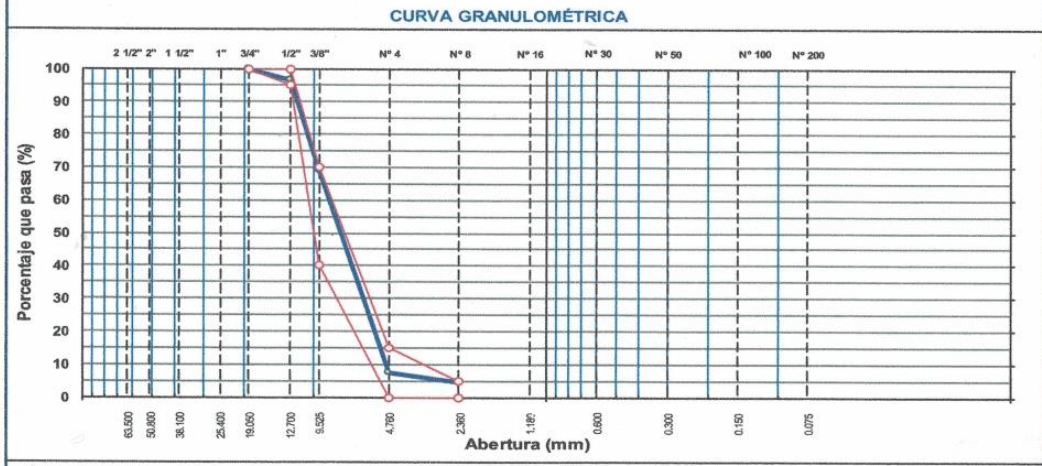


Obras Civiles

- Elaboración de Proyectos
- Ejecución y Supervisión de Obras
- Estudio de Mecánica de Suelo
- Alquiler de Equipos de Construcción

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO						
MTC E 107, E 204 - ASTM D 422 - AASHTO T-11, T-27 Y T-88						
TRABAJO : Oxido De Calcio Como Agregado Fino En La Preparacion De Concreto Y Su Efecto En El Comportamiento Mecanico Del Concreto Endurecido						FECHA : Nov-21
MATERIAL : Grava Chancada						
MUESTRA : Roger Erickson Taipe Chachayma						
CANTERA : Rio Mantaro						
UBICACIÓN :						
TAMIZ	ABERT. mm.	PESO RET.	%RET. PARC.	%RET. AC.	% Q' PASA	HUSO AG-1
3"	76.200					
2 1/2"	63.500					
2"	50.800					
1 1/2"	38.100		0.0	0.0	100.0	
1"	25.400		0.0	0.0	100.0	
3/4"	19.050		0.0	0.0	100.0	
1/2"	12.700	154.0	3.3	3.3	96.7	100 - 100
3/8"	9.525	1,292.0	27.9	31.2	68.8	95 - 100
# 4	4.760	2,843.0	61.4	92.6	7.5	40 - 70
# 8	2.360	129.0	2.8	95.3	4.7	0 - 15
< # 8	FONDO	216.0	4.7	100.0	0.0	0 - 5
TOTAL		4,634.0				

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
PESO TOTAL	= 4,634.0 gr
MÓDULO DE FINURA	= 6.19 %
PESO ESPECÍFICO:	
P.E. Bulk (Base Seca)	= 2.615 gr/cm ³
P.E. Bulk (Base Saturad)	= 2.630 gr/cm ³
P.E. Aparente (Base Sec)	= 2.654 gr/cm ³
Absorción	= 0.55 %
PESO UNIT. SUELTO	= 1346 kg/m ³
PESO UNIT. VARILLADO	= 1488 kg/m ³
CARAS FRACTURADAS:	
1 cara o más	= %
2 caras o más	= %
Partic. Chatas y Alargade	= %
Abrasión Los Ángeles	= 23.7 %
% HUMEDAD	P.S.H. P.S.S % Humedad
	881.6 869.0 1.4 %
OBSERVACIONES:	



EL
ING. ELIAS CARDENAS OCHOA
CIP 54001
Jefe de Laboratorio de Mecanica de Suelos





Obras Civiles

- Elaboración de Proyectos
- Ejecución y Supervisión de Obras
- Estudio de Mecánica de Suelo
- Alquiler de Equipos de Construcción

PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS					
MTC E203 - ASTM C 29 - ASSHTO T-19					
TRABAJO	: Oxido De Calcio Como Agregado Fino En La Preparacion De Concreto Y Su Efecto En El Comportamiento Mecanico Del Concreto Endurecido				FECHA : Nov-21
MATERIAL	: Arena gruesa				
MUESTRA	: Roger Erickson Taipe Chachayma				
CANTERA	: Rio Mantaro				
UBICACIÓN	:				
AGREGADO FINO					
PESO UNITARIO SUELTO					
DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	44539	44496	44530	
Peso del recipiente	(gr)	0	0	0	
Peso de la muestra	(gr)	44539	44496	44530	
Volumen	(cm ³)	28317	28317	28317	
Peso unitario suelto	(kg/m ³)	1573	1571	1573	
Peso unitario suelto promedio	(kg/m³)	1572			
PESO UNITARIO VARILLADO					
DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	48760	48801	48750	
Peso del recipiente	(gr)	0	0	0	
Peso de la muestra	(gr)	48760	48801	48750	
Volumen	(cm ³)	28317	28317	28317	
Peso unitario compactado	(kg/m ³)	1722	1723	1722	
Peso unitario compactado promedio	(kg/m³)	1722			


ING. ELÍAS CARDENAS OCHOA
CIP 54001
Jefe de Laboratorio de Mecánicas de Suelos





Obras Civiles

- Elaboración de Proyectos
- Ejecución y Supervisión de Obras
- Estudio de Mecánica de Suelo
- Alquiler de Equipos de Construcción

PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS					
MTC E 203 - ASTM C 29 - ASSHTO T-19					
TRABAJO	: Oxido De Calcio Como Agregado Fino En La Preparacion De Concreto Y Su Efecto En El Comportamiento Mecanico Del Concreto Endurecido				FECHA : Nov-21
MATERIAL	: Grava Chancada				
MUESTRA	: Roger Erickson Taipe				
CANTERA	: Chachayma				
UBICACIÓN	: Río Mantaro				
AGREGADO GRUESO					
PESO UNITARIO SUELTO					
DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	38100	38070	38140	
Peso del recipiente	(gr)	0	0	0	
Peso de la muestra	(gr)	38100	38070	38140	
Volumen	(cm ³)	28317	28317	28317	
Peso unitario suelto	(kg/m ³)	1345	1344	1347	
Peso unitario suelto promedio	(kg/m³)	1346			
PESO UNITARIO VARILLADO					
DESCRIPCIÓN	Und.	IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Peso del recipiente + muestra	(gr)	42150	42129	42140	
Peso del recipiente	(gr)	0	0	0	
Peso de la muestra	(gr)	42150	42129	42140	
Volumen	(cm ³)	28317	28317	28317	
Peso unitario compactado	(kg/m ³)	1489	1488	1488	
Peso unitario compactado promedio	(kg/m³)	1488			


ING. ELÍAS CARDENAS OCHOA
CIP 54001
Jefe de Laboratorio de Mecánicas de Suelos





Obras Cíviles

- Elaboración de Proyectos
- Ejecución y Supervisión de Obras
- Estudio de Mecánica de Suelo
- Alquiler de Equipos de Construcción

PESO ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS					
(NORMA AASHTO T-84, T-85)					
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS					
TRABAJO : Oxido De Calcio Como Agregado Fino En La Preparacion De Concreto Y Su Efecto En El Comportamiento Mecanico Del Concreto Endurecido			FECHA : Nov-21		
MATERIAL : Arena gruesa					
MUESTRA : Roger Erickson Taipe Chachayma					
CANTERA : Rio Mantaro					
UBICACIÓ :					
DATOS DE LA MUESTRA					
AGREGADO FINO					
A	Peso material saturado superficialmente seco (en Aire) (gr)	500.0	500.0	500.0	
B	Peso frasco + agua (gr)	674.1	674.1	674.1	
C	Peso frasco + agua + A (gr)	1174.1	1174.1	1174.1	
D	Peso del material + agua en el frasco (gr)	991.5	991.4	991.55	
E	Volumen de masa + volumen de vacio = C-D (cm3)	182.6	182.7	182.6	
F	Peso de material seco en estufa (105°C) (gr)	492.6	492.5	492.7	
G	Volumen de masa = E - (A - F) (cm3)	175.2	175.2	175.2	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = F/E	2.698	2.696	2.699	2.697
	Pe bulk (Base saturada) = A/E	2.738	2.737	2.739	2.738
	Pe aparente (Base seca) = F/G	2.812	2.811	2.812	2.812
	% de absorción = ((A - F)/F)*100	1.502	1.523	1.492	1.51%


ING. ELÍAS CARDEÑAS OCHOA
CIP 54001
Jefe de Laboratorio de Mecánicas de Suelos





Obras Civiles

- Elaboración de Proyectos
- Ejecución y Supervisión de Obras
- Estudio de Mecánica de Suelo
- Alquiler de Equipos de Construcción

PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS					
(NORMA AASHTO T-84, T-85)					
LABORATORIO MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS					
TRABAJO : Oxido De Calcio Como Agregado Fino En La Preparacion De Concreto Y Su Efecto En El Comportamiento Mecanico Del Concreto Endurecido			FECHA : Nov-21		
MATERIAL : Grava Chancada					
MUESTRA : Roger Erickson Taipe Chachayma					
CANTERA : Río Mantaro					
UBICACIÓN :					
DATOS DE LA MUESTRA					
AGREGADO GRUESO					
A	Peso material saturado superficialmente seco (en aire) (gr)	2000.0	2000.0	2000.0	
B	Peso material saturado superficialmente seco (en agua) (gr)	1239.0	1240.0	1239.3	
C	Volumen de masa + volumen de vacíos = A-B (cm ³)	761.0	760.0	760.7	
D	Peso material seco en estufa (105 °C)(gr)	1989.0	1989.0	1989.0	
E	Volumen de masa = C- (A - D) (cm ³)	750.0	749.0	749.7	PROMEDIO
	Pe bulk (Base seca) = D/C	2.614	2.617	2.615	2.615
	Pe bulk (Base saturada) = A/C	2.628	2.632	2.629	2.630
	Pe Aparente (Base Seca) = D/E	2.652	2.656	2.653	2.654
	% de absorción = ((A - D) / D * 100)	0.553	0.553	0.553	0.55%


ING. ELÍAS CARDENAS OCHOA
CIP 54001
Jefe de Laboratorio de Mecánicas de Suelos





Obras Civiles

- Elaboración de Proyectos
- Ejecución y Supervisión de Obras
- Estudio de Mecánica de Suelo
- Alquiler de Equipos de Construcción

EQUIVALENTE DE ARENA					
MTC E 114 - ASTM D 2419 - AASHTO T-176					
OBRA : Oxido De Calcio Como Agregado Fino En La Preparacion De Concreto Y Su Efecto En El Comportamiento Mecanico Del Concreto Endurecido		FECHA : Nov-21			
MATERIAL : Arena gruesa					
MUESTRA : Roger Erickson Taipe Chachayma					
CANTERA : Rio Mantaro					
UBICACIÓN :					
		IDENTIFICACIÓN			
		1	2	3	4
Hora de entrada a saturación		17:39	17:41	17:43	
Hora de salida de saturación (más 10')		17:49	17:51	17:53	
Hora de entrada a decantación		17:51	17:53	17:55	
Hora de salida de decantación (más 20')		18:11	18:13	18:15	
Altura máxima de material fino	cm	4.90	4.90	5.20	
Altura máxima de la arena	cm	3.90	4.00	4.20	
Equivalente de arena	%	80	82	81	
Equivalente de arena promedio	%	81.0			
Resultado equivalente de arena	%	81			

ING. ELÍAS CARDENAS OCHOA
CIP 34001
Jefe de Laboratorio de Mecánicas de Suelos





Obras Civiles

- Elaboración de Proyectos
- Ejecución y Supervisión de Obras
- Estudio de Mecánica de Suelo
- Alquiler de Equipos de Construcción

DISEÑO DE CONCRETO $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$

TRABAJO : Oxido De Calcio Como Agregado Fino En La Preparacion De Concreto Y Su Efecto En El Comportamiento Mecanico Del Concreto Endurecido

SOLICITANTE : Roger Erickson Taipe Chachayma

CEMENTO : ANDINO TIPO I

AG. FINO : ARENA LAVADA

AG. GRUESO : GRAVA CHANCADA 3/4"

TIPO DE DISEÑO : AGI
FECHA : NOV 2021

CONCRETO:						$f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$		MORTERO:	
	PESO	MODULO	HUMEDAD	PORCENTAJE	PESO SECO	PESO SECO		TAMAÑO	
CARACTERIST.	ESPECIFICO	DE	NATURAL	DE	SUELTO	COMPACTADO		MAXIMO	
	K/M3	FINEZA	%	ABSORCION	K/M3	K/M3			
CEMENTO	3130	--	--	--	1500			1"	
ARENA ZARAND.	2738	2.90	2.80	1.51	1572	1722			
AGREG. GRUESO	2630	6.52	0.60	0.55	1346	1488			

VALORES DE DISEÑO

1) $f'cr \text{ Kg/cm}^2$:

2) ASENTAMIENTO: a

3) TAMAÑO MAXIMO NOMINAL:

4) CON AIRE INCORPORADO

5) VOL. DE AGREG. GRUESO:

6) RELACION DE A/C:

7) AGUA LT.

8) AIRE INCORPORADO

Aditivo

Plastificante Kg/m3

Porcentaje de Agregado

FACTOR CEMENTO: k/m3

CANTIDAD DE AGREG. GRUESO: k/m3

CANTIDAD DE AGREG. FINO ZARAND: k/m3

VOLUMEN ABSOLUTO DE CEMENTO: m3

VOLUMEN ABSOLUTO DE AGUA: m3

VOLUMEN ABSOLUTO DE AIRE: m3

VOLUMEN ABSOLUTO DE AG. GRUESO: m3

SUMA VOLUMEN ABSOLUTO DE AG. : m3

SUMATORIA DE VOLUMEN ABSOLUTO: m3

VOLUMEN ABSOLUTO DE AG. FINO ZARAND: m3

TOTAL:

CANTIDAD DE MATERIALES

CEMENTO:	<input type="text" value="410"/>	k/m3
AGUA:	<input type="text" value="228"/>	lt/m3
AGREGADO FINO ZARAND:	<input type="text" value="776"/>	k/m3
AGREGADO GRUESO:	<input type="text" value="888"/>	k/m3
PESO TOTAL CONCRETO:	<input type="text" value="2302"/>	k/m3

COEFICIENTE DE APORTE

<input type="text" value="9.6"/>	bol/m3c
<input type="text" value="57.5"/>	gln/m3c
<input type="text" value="0.49"/>	m3a/m3c
<input type="text" value="0.66"/>	m3p/m3c

CORRECCION POR HUMEDAD

FINO ZARA. HUM:	<input type="text" value="798"/>	k/m3
GRUESO HUM.:	<input type="text" value="893"/>	k/m3

CONTRIBUCION DE LOS AGREGADOS

AGREGADO FINO ZARAND:	<input type="text" value="1.29"/>	%	<input type="text" value="10.01"/>	lt
AGREGADO GRUESO:	<input type="text" value="0.05"/>	%	<input type="text" value="0.44"/>	lt
VOLUMEN DE AGUA:	<input type="text" value="10.46"/>	%	<input type="text" value="10.46"/>	lt
AGUA DE MEZ. CORREG. POR HUM.:	<input type="text" value="218"/>	%	<input type="text" value="218"/>	lt/m3

CANTIDAD DE MATERIALES CORREGIDAS POR METRO CUBICO

CEMENTO:	<input type="text" value="410"/>	k/m3
RANGO DE AGUA:	<input type="text" value="218"/>	lt/m3
AGREG. FINO HUMEDO ZARAN:	<input type="text" value="798"/>	k/m3
AGREG. GRUESO HUMEDO:	<input type="text" value="893"/>	k/m3

VOLUMEN APARENTE EN PIE3


<input type="text" value="9.6"/>	
<input type="text" value="22.5"/>	
<input type="text" value="17.9"/>	
<input type="text" value="23.4"/>	

PROPORCION EN PESO

Cemento :	<input type="text" value="1"/>	Bolsa
Agua :	<input type="text" value="0.531"/>	lt
Aren Zar :	<input type="text" value="1.9"/>	Kg
Grava :	<input type="text" value="2.2"/>	Kg

PROPORCION EN VOLUMEN PIE3

Cemento :	<input type="text" value="2"/>	Bolsa
Agua :	<input type="text" value="2"/>	lt/bolsa
Aren Zar :	<input type="text" value="8"/>	pie ³ /bolsa
Grava :	<input type="text" value="8"/>	pie ³ /bolsa


ING ELIAS CARDENAS OCHOA
 CIP 54001
 Jefe de Laboratorio de Mecánicas de Suelos



- Elaboración de Proyectos
- Ejecución y Supervisión de Obras
- Estudio de Mecánica de Suelo
- Alquiler de Equipos de Construcción

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS																
RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS																
NORMA MTC E 704-2000 / ASTM C 39 / AASHTO T 22																
TRABAJO	:	Oxido De Calcio Como Agregado Fino En La Preparacion De Concreto Y Su Efecto En El Co										ING. RESP.	J.J.C.E.			
SOLICITANTE	:	ROTURA DE CONCRETO FC =210														
UBICACIÓN	:	Roger Erickson Talpa Chachayma										TEC. RESP.	J.L.M.M.			
MES	:	LABORATORIO														
	:	Dic-21														
RESISTENCIA A LA COMPRESION FC: DIAS : 3																
ORDEN	ESTRUCTURA	FECHA MOLDEO	FECHA ROTURA	DIAS	SLUMP (pulg)	CARGA SOMETIDA LEC. DIAL (Kg)	FC-CORREGI (Kg)	DIAMETRO TESTIGO (cm)	AREA TESTIGO (cm ²)	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/ cm ²)	TIPO DE CONCRETO FC	RESISTENCIA OBTENIDA %	ROMEDIO JVALORES %	RESISTENCIA JVALORES (kg/ cm ²)	Intervalo R	RESISTENCIA REQUERIDA %
1	PROBETA DE FC 210	20/12/2021	23/12/2021	3	6"	8505.0	8424.85	10.16	81.1	103.9	210	49.5	49.6	104.2	0.6	40
2		20/12/2021	23/12/2021	3	6"	8556.0	8476.10	10.16	81.1	104.5	210	49.8				
3	PROBETA DE FC 210 + 10% CALCIO	20/12/2021	23/12/2021	3	6"	9090.0	9012.77	10.16	81.1	111.2	210	52.9	52.7	110.6	1.1	40
4		20/12/2021	23/12/2021	3	6"	9001.0	8923.33	10.16	81.1	110.1	210	52.4				
5	PROBETA DE FC 210 + 20% CALCIO	20/12/2021	23/12/2021	3	6"	9028.0	8950.46	10.16	81.1	110.4	210	52.6	53.5	112.3	3.7	40
6		20/12/2021	23/12/2021	3	6"	9328.0	9251.96	10.16	81.1	114.1	210	54.3				
7	PROBETA DE FC 210 + 30% CALCIO	20/12/2021	23/12/2021	3	6"	9188.0	9111.26	10.16	81.1	112.4	210	53.5	54.3	113.9	3.1	40
8		20/12/2021	23/12/2021	3	6"	9438.0	9362.51	10.16	81.1	115.5	210	55.0				
9	PROBETA DE FC 210 + 40% CALCIO	20/12/2021	23/12/2021	3	6"	8535.0	8455.00	10.16	81.1	104.3	210	49.7	50.1	105.2	1.7	40
10		20/12/2021	23/12/2021	3	6"	8675.0	8595.70	10.16	81.1	106.0	210	50.5				
11	PROBETA DE FC 210 + 50% CALCIO	20/12/2021	23/12/2021	3	6"	8457.0	8376.61	10.16	81.1	103.3	210	49.2	49.9	104.9	3.1	40
12		20/12/2021	23/12/2021	3	6"	8708.0	8628.86	10.16	81.1	106.4	210	50.7				
13	PROBETA DE FC 210 + 100% CALCIO	20/12/2021	23/12/2021	3	6"	8165.0	8083.15	10.16	81.1	99.7	210	47.5	48.0	100.7	2.1	40
14		20/12/2021	23/12/2021	3	6"	8334.0	8252.99	10.16	81.1	101.8	210	48.5				

CANTIDAD	14	CANTIDAD	7	7
SUMA	1503.6	SUMA	751.82	15.50
PROMEDIO	107.4	PROMEDIO	107.40	2.21
MINIMO	99.7	DESV. ESTANDAR	4.87	1.14
MAXIMO	115.5	DESV. ESTANDAR INTERVALO (s1)		1.01
DESV. ESTANDAR	4.8	COEF. VARIACION PRODUCCION	4.5	
VARIANZA	23.5	COEF. VARIACION LABORATORIO		0.9
COEFICIENTE DE VARIACION	4.5	CONTROL DE CALIDAD SEGUN A.C.I.	MUY BUENO	MUY BUENO

EL
ING. ELIAS GARDENAS OCHOA
 CIP 54001
 Jefe de Laboratorio de Mecánicas de Suelos



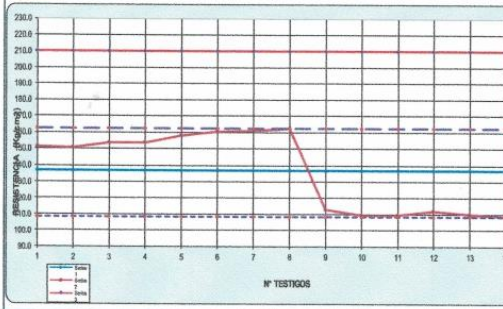


Obras Cíviles

- Elaboración de Proyectos
- Ejecución y Supervisión de Obras
- Estudio de Mecánica de Suelo
- Alquiler de Equipos de Construcción

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS																
RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS																
NORMA MTC E 704-2000 / ASTM C 39 / AASHTO T 22																
TRABAJO		Oxido De Calcio Como Agregado Fino En La Preparacion De Concreto Y Su Efecto En El Co ROTURA DE CONCRETO FC=210										ING. RESP. J.J.C.E.				
SOLICITANTE		Roger Erickson Talpe Chachayma										TEC. RESP. J.L.M.M.				
UBICACIÓN		LABORATORIO														
MES		Dio-21														
RESISTENCIA A LA COMPRESION FC: DIAS : 7																
ORDEN	ESTRUCTURA	FECHA MOLDEO	FECHA ROTURA	DIAS	SLUMP (pulg)	CARGA SOMETIDA LEC. DIAL (Kg)	FC-CORREGI (Kg)	DIAMETRO TESTIGO (cm2)	AREA TESTIGO (cm2)	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm2)	TIPO DE CONCRETO FC	RESISTENCIA OBTENIDA %	ROMEDIO 3VALORES %	RESISTENCIA 3VALORES (kg/cm2)	Intervalo R	RESISTENCIA REQUERIDA %
1	PROBETA DE FC 210	20/12/2021	27/12/2021	7	6"	12311.0	12249.88	10.16	81.1	151.1	210	72.0	71.8	150.7	0.8	70
2		20/12/2021	27/12/2021	7	6"	12246.0	12184.55	10.16	81.1	150.3	210	71.6				
3	PROBETA DE FC 210 + 10% CALCIO	20/12/2021	27/12/2021	7	6"	12491.0	12430.78	10.16	81.1	153.3	210	73.0	73.1	153.4	0.2	70
4		20/12/2021	27/12/2021	7	6"	12509.0	12448.87	10.16	81.1	153.6	210	73.1				
5	PROBETA DE FC 210 + 20% CALCIO	20/12/2021	27/12/2021	7	6"	12874.0	12815.69	10.16	81.1	158.1	210	75.3	75.8	159.3	2.4	70
6		20/12/2021	27/12/2021	7	6"	13064.0	13006.64	10.16	81.1	160.4	210	76.4				
7	PROBETA DE FC 210 + 30% CALCIO	20/12/2021	27/12/2021	7	6"	13100.0	13042.82	10.16	81.1	160.9	210	76.6	77.0	161.7	1.6	70
8		20/12/2021	27/12/2021	7	6"	13227.0	13170.46	10.16	81.1	162.5	210	77.4				
9	PROBETA DE FC 210 + 40% CALCIO	20/12/2021	27/12/2021	7	6"	9232.0	9155.48	10.16	81.1	112.9	210	53.8	52.9	111.2	3.5	70
10		20/12/2021	27/12/2021	7	6"	8951.0	8873.08	10.16	81.1	109.4	210	52.1				
11	PROBETA DE FC 210 + 50% CALCIO	20/12/2021	27/12/2021	7	6"	8944.0	8866.04	10.16	81.1	109.4	210	52.1	52.7	110.7	2.8	70
12		20/12/2021	27/12/2021	7	6"	9167.0	9090.16	10.16	81.1	112.1	210	53.4				
13	PROBETA DE FC 210 + 100% CALCIO	20/12/2021	27/12/2021	7	6"	9003.0	8925.34	10.16	81.1	110.1	210	52.4	52.1	105.4	1.4	70
14		20/12/2021	27/12/2021	7	6"	8889.0	8810.77	10.16	81.1	108.7	210	51.8				

CANTIDAD	14	CANTIDAD	7	7
SUMA	1912.7	SUMA	856.36	12.62
PROMEDIO	136.6	PROMEDIO	136.62	1.80
MINIMO	108.7	DESV. ESTANDAR	24.76	1.14
MAXIMO	162.5	DESV. ESTANDAR INTERVALO (s1)		1.01
DESV. ESTANDAR	23.8	COEF. VARIACION PRODUCCION	18.1	
VARIANZA	567.1	COEF. VARIACION LABORATORIO		0.7
COEFICIENTE DE VARIACION	17.4	CONTROL DE CALIDAD SEGUN AACL	REGULAR	MUY BUENO




ING ELIAS CARDENAS OCHOA
 CIP 54001
 Jefe de Laboratorio de Mecánicas de Suelos





Obras Civiles

- Elaboración de Proyectos
- Ejecución y Supervisión de Obras
- Estudio de Mecánica de Suelo
- Alquiler de Equipos de Construcción

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

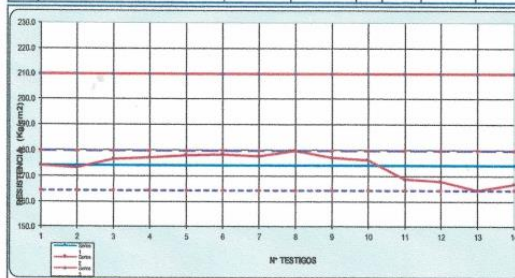
RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS
NORMA MTC E 704-2000 / ASTM C 39 / AASHTO T 22

TRABAJO : Ozido De Calcio Como Agregado Fino En La Preparacion De Concreto Y Su Efecto En El Co
 ROTURA DE CONCRETO FC = 210
 SOLICITANTE : Roger Erickson Talpe Chachayma
 UBICACIÓN : LABORATORIO
 MES : Dic-21

ING. RESP. J.J.C.E.
 TEC. RESP. J.L.M.M.

RESISTENCIA A LA COMPRESION FC: DIAS : 14

ORDEN	ESTRUCTURA	FECHA MOLDEO	FECHA ROTURA	DIAS	SLUMP (pulgadas)	CARGA SOMETIDA LEC. DIAL (Kg)	EC-CORREGID (Kg)	DIAMETRO TESTIGO (cm2)	AREA TESTIGO (cm2)	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/cm2)	TIPO DE CONCRETO FC	RESISTENCIA OBTENIDA %	ROMEDIO 3 VALORES %	RESISTENCIA 3 VALORES (kg/cm2)	Intervalo R	RESISTENCIA REQUERIDA %
1	PROBETA DE FC 210	20/12/2021	03/01/2022	14	6"	14176.0	14124.20	10.16	81.1	174.2	210	83.0	82.7	173.7	0.9	90
2		20/12/2021	03/01/2022	14	6"	14100.0	14047.82	10.16	81.1	173.3	210	82.5				
3	PROBETA DE FC 210 + 10% CALCIO	20/12/2021	03/01/2022	14	6"	14362.0	14311.13	10.16	81.1	176.5	210	84.1	84.2	176.8	0.5	90
4		20/12/2021	03/01/2022	14	6"	14403.0	14352.34	10.16	81.1	177.0	210	84.3				
5	PROBETA DE FC 210 + 20% CALCIO	20/12/2021	03/01/2022	14	6"	14483.0	14432.74	10.16	81.1	178.0	210	84.8	84.8	178.1	0.2	90
6		20/12/2021	03/01/2022	14	6"	14501.0	14450.83	10.16	81.1	178.2	210	84.9				
7	PROBETA DE FC 210 + 30% CALCIO	20/12/2021	03/01/2022	14	6"	14455.0	14404.60	10.16	81.1	177.7	210	84.6	85.1	178.7	2.8	90
8		20/12/2021	03/01/2022	14	6"	14618.0	14568.41	10.16	81.1	179.7	210	85.6				
9	PROBETA DE FC 210 + 40% CALCIO	20/12/2021	03/01/2022	14	6"	14408.0	14368.37	10.16	81.1	177.1	210	84.3	84.2	178.7	0.7	90
10		20/12/2021	03/01/2022	14	6"	14351.0	14300.08	10.16	81.1	176.4	210	84.0				
11	PROBETA DE FC 210 + 50% CALCIO	20/12/2021	03/01/2022	14	6"	13751.0	13697.08	10.16	81.1	168.9	210	80.5	80.2	168.5	1.8	90
12		20/12/2021	03/01/2022	14	6"	13672.0	13617.68	10.16	81.1	168.0	210	80.0				
13	PROBETA DE FC 210 + 100% CALCIO	20/12/2021	03/01/2022	14	6"	13382.0	13326.23	10.16	81.1	164.4	210	78.3	78.9	165.6	2.5	90
14		20/12/2021	03/01/2022	14	6"	13562.0	13527.23	10.16	81.1	166.9	210	79.5				



CANTIDAD	14
SUMA	2436.3
PROMEDIO	174.0
MINIMO	164.4
MAXIMO	179.7
DESV. ESTANDAR	4.9
VARIANZA	4.6
COEFICIENTE DE VARIACION	2.8

CANTIDAD	7	7
SUMA	1218.15	7.87
PROMEDIO	174.02	1.12
DESV. ESTANDAR	5.09	0.82
DESV. ESTANDAR INTERVALO (s1)		1.00
COEF. VARIACION PRODUCCION	2.9	
COEF. VARIACION LABORATORIO		0.6
CONTROL DE CALIDAD SEGUN A.C.I.	MUY BUENO	MUY BUENO


ING. ELIAS CARDENAS OCHOA
 CIP 54001
 Jefe de Laboratorio de Mecánicas de Suelos





Obras Civiles

- Elaboración de Proyectos
- Ejecución y Supervisión de Obras
- Estudio de Mecánica de Suelo
- Alquiler de Equipos de Construcción

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS																
RESISTENCIA A LA COMPRESION TESTIGOS CILINDRICOS																
NORMA MTC E 704 -2000 / ASTM C 39 / AASHTO T 22																
TRABAJO		Óxido De Calcio Como Agregado Fino En La Preparacion De Concreto Y Su Efecto En El Co										ING. RESP.		J.J.C.E.		
SOLICITANTE		ROTURA DE CONCRETO FC =210										TEC. RESP.		J.L.M.M.		
UBICACIÓN		Roger Erickson Talpe Chachayma														
MES		LABORATORIO PANGOA														
		JUNIO (2018)														
RESISTENCIA A LA COMPRESION F.C. DIAS : 28																
ORDEN	ESTRUCTURA	FECHA MOLDEO	FECHA ROTURA	DIAS	SLUMP (pulg)	CARGA SOMETIDA LEC. DIAL (Kg)	CORREGI (Kg)	DIAMETRO TESTIGO (cm2)	AREA TESTIGO (cm2)	RESISTENCIA OBTENIDA (kg/ cm2)	TIPO DE CONCRETO	RESISTENCIA OBTENIDA %	ROMEDIO %	RESISTENCIA VALORES (kg/ cm2)	Intervalo R	RESISTENCIA REQUERIDA %
1	PROBETA DE FC 210	20/12/2021	17/01/2022	28	6"	17163.0	17126.14	10.16	81.1	211.2	210	100.6	100.5	211.1	0.4	100
2		20/12/2021	17/01/2022	28	6"	17133.0	17095.99	10.16	81.1	210.9	210	100.4				
3	PROBETA DE FC 210 + 10% CALCIO	20/12/2021	17/01/2022	28	6"	18198.0	18166.31	10.16	81.1	224.1	210	106.7	107.0	224.6	1.1	100
4		20/12/2021	17/01/2022	28	6"	18267.0	18255.76	10.16	81.1	225.2	210	107.2				
5	PROBETA DE FC 210 + 20% CALCIO	20/12/2021	17/01/2022	28	6"	18607.0	18577.36	10.16	81.1	228.1	210	109.1	109.9	230.7	3.1	100
6		20/12/2021	17/01/2022	28	6"	18857.0	18828.61	10.16	81.1	232.2	210	110.6				
7	PROBETA DE FC 210 + 30% CALCIO	20/12/2021	17/01/2022	28	6"	19001.0	18973.33	10.16	81.1	234.0	210	111.4	111.9	234.9	1.8	100
8		20/12/2021	17/01/2022	28	6"	19143.0	19116.04	10.16	81.1	235.8	210	112.3				
9	PROBETA DE FC 210 + 40% CALCIO	20/12/2021	17/01/2022	28	6"	17193.0	17156.29	10.16	81.1	211.6	210	100.8	101.4	212.9	2.6	100
10		20/12/2021	17/01/2022	28	6"	17401.0	17365.33	10.16	81.1	214.2	210	102.0				
11	PROBETA DE FC 210 + 50% CALCIO	20/12/2021	17/01/2022	28	6"	17343.0	17307.04	10.16	81.1	213.5	210	101.7	101.0	212.0	2.8	100
12		20/12/2021	17/01/2022	28	6"	17113.0	17075.89	10.16	81.1	210.6	210	100.3				
13	PROBETA DE FC 210 + 100% CALCIO	20/12/2021	17/01/2022	28	6"	16412.0	16371.38	10.16	81.1	201.9	210	96.2	96.1	201.8	0.2	100
14		20/12/2021	17/01/2022	28	6"	16387.0	16356.31	10.16	81.1	201.7	210	96.1				

CANTIDAD	14
SUMA	3056.1
PROMEDIO	225.3
MINIMO	201.7
MAXIMO	235.8
DEV. ESTANDAR	11.8
VARIANZA	139.6
COEFICIENTE DE VARIACION	5.1

CANTIDAD	7	7
SUMA	1528.07	11.95
PROMEDIO	218.30	1.71
DEV. ESTANDAR	11.98	1.18
DEV. ESTANDAR INTERVALO (s1)		1.51
COEF. VARIACION PREBUDICION		
COEF. VARIACION LABORATORIO	5.5	
CONTROL DE CALIDAD SEGUN I.C.C.I.	MUY BUENO	MUY BUENO


ING. ELÍAS CARDENAS OCHOA
 CIP 54001
 Jefe de Laboratorio de Mecánica de Suelos

