

**UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS

**USO DEL ÓXIDO DE CALCIO EN EL PROCESO DEL
CONCRETO PARA ELEMENTOS ESTRUCTURALES, EN LA
PROVINCIA DE HUAURA – 2018**

PRESENTADO POR:

BACH. PADUA ROMERO CARLOS JAIR

ASESOR:

ING. REQUENA SOTO ELIAS FILIBERTO

HUACHO - PERÚ

2019

**USO DEL ÓXIDO DE CALCIO EN EL PROCESO DEL
CONCRETO PARA ELEMENTOS ESTRUCTURALES, EN LA
PROVINCIA DE HUAURA – 2018**

Ing. Martinez Chafalote Ulises Robert
PRESIDENTE

Ing. Barrenechea Alvarado, Julio Cesar
SECRETARIO

Ing. Aguirre Ortiz Román
VOCAL

Ing. Requena Soto Elías Filiberto
ASESOR

DEDICATORIA

Hago un reconocimiento muy especial y dedico este trabajo a mis padres, con la mayor gratitud y admiración por los esfuerzos realizados para lograr concretar mi carrera profesional, siendo para mí la mayor ilusión y la mejor herencia.

AGRADECIMIENTO

Al término de este Proyecto de Tesis que representa la culminación satisfactoria de mi carrera profesional de Ingeniería Informática, quiero agradecer a Dios por haberme permitido llegar al final de esta etapa, a mis padres, a mi hermano y a mi familia quienes me brindaron su apoyo, ayuda y entusiasmo en todo momento y confiaron siempre en esto.

ÍNDICE GENERAL

PORTADA.....	i
MIEMBROS DEL JURADO Y ASESOR.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
INDICE GENERAL.....	v
INDICE DE TABLAS.....	vii
INDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT.....	x
INTRODUCCIÓN.....	xi
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	4
1.2.1. Problema General.....	4
1.2.2. Problemas Específicos.....	4
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	5
1.3.1. Objetivo General.....	5
1.3.2. Objetivos Específicos.....	5
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
2.2. BASES TEÓRICAS.....	13
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	34
2.4. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS.....	39
2.4.1. Hipótesis General.....	39
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA.....	40
3.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	40
3.1.1. Tipo.....	40
3.1.2. Enfoque.....	40

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	40
3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES E INDICADORES.....	42
3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	43
3.4.1. Técnicas a emplear.....	43
3.4.2. Descripción de los instrumentos.....	43
3.5. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	44
CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....	45
4.1. RESULTADOS.....	45
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y	57
RECOMENDACIONES	
5.1. DISCUSIÓN.....	57
5.2. CONCLUSIONES.....	58
5.3. RECOMENDACIONES.....	59
CAPÍTULO VI: FUENTES DE INFORMACIÓN.....	60
6.1. FUENTES BIBLIOGRÁFICAS.....	60
6.2. FUENTES HEMEROGRÁFICAS.....	61
6.3. FUENTES DOCUMENTALES.....	62
6.4. FUENTES ELECTRÓNICAS.....	65
ANEXOS.....	68

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Cantidades Admisibles máximos de sustancia de agua en el concreto	25
Tabla 2. Consistencia del concreto (ACI, 2015).....	28
Tabla 3. Operacionalización de las Variables.....	43
<i>Tabla 4. Características del Agregado Fino.</i>	<i>45</i>
Tabla 5. Composición del Agregado Fino.....	45
Tabla 6. Características del Agregado Grueso.....	47
Tabla 7. Características de los áridos para el diseño de mezcla.....	48
Tabla 8. Diseño de mezcla.....	50
Tabla 9. Media, Variación, desviación estándar para asentamiento.....	50
Tabla 10 Tiempo de Fraguado y temperatura del concreto.....	51
Tabla 11. Ensayo Tiempo de Fraguado.....	51
Tabla 12 Media, Variación, desviación estándar para fraguado inicial.....	52
Tabla 13. Media, Variación, desviación estándar para fraguado final.....	52
Tabla 14. Ensayo de Resistencia a Compresión.....	53
Tabla 15. Media, Variación, desviación estándar para compresión.....	54
Tabla 16. Media, Variación, desviación estándar para absorción.....	55
Tabla 17. Media, Variación, desviación estándar para porosidad.....	55
Tabla 18. Densidad en seco del concreto.....	55
Tabla 19 Media, Variación, desviación estándar para densidad en seco.....	56
Tabla 20. Análisis de costos para la recolección.....	57

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cono de Abrams.....	17
Figura 2. Curva granulométrica del agregado fino.....	46
Figura 3. Curva granulométrica del agregado grueso	47
Figura 4. Análisis termogravimétrico.....	49
Figura 5. Análisis calorímetro diferencial de barrido.....	49

Uso del óxido de calcio en el proceso del concreto para elementos estructurales, en la provincia de Huaura – 2018**Use of calcium oxide in the concrete process for structural elements, in the province of Huaura - 2018**Padua ⁽¹⁾

RESUMEN

Objetivo: Analizar los resultados de la evaluación del uso de óxido de calcio la cual disminuirá el asentamiento del concreto mejorando la resistencia a compresión para los diferentes elementos estructurales en la provincia de Huaura, durante el 2018. **Materiales y Métodos:** El tipo de investigación que se realizó fue pura, de nivel cuasi-experimental, de corte transversal. Teniendo una población de 20 pruebas de las cuales se seleccionó 10 pruebas para el posterior estudio de investigación y comparación, la técnica que se empleo fue la observación y el instrumento fue la ficha de cotejo para ambas variables. **Resultados:** se utilizó agregado grueso de tamaño máximo nominal de 1/2”, agregado fino con módulo de finura de 2.5, cemento Pacasmayo Tipo I y se elaboró un diseño de mezcla de concreto de $f'c$ 280 kg/cm², con relación agua/cemento de 0.51, con súperplastificante Sika ViscoCrete-3330 en dosificación de 0.2% con respecto al peso del cemento, siguiendo los parámetros del comité ACI 211. Se adicionó a la mezcla de concreto óxido de calcio extraído a partir de residuos de ganado bovino en porcentajes de 0%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5% y 6% con respecto a la mezcla de concreto. **Conclusiones:** El uso de óxido de calcio disminuye significativamente el asentamiento del concreto mejorando la resistencia a compresión para los diferentes elementos estructurales en la provincia de Huaura, durante el 2018.

Palabra Clave: Oxido de calcio, procesos del concreto, Oxido ce calcio en concretos, Elementos estructurales, Uso de elementos estructurales.

ABSTRACT

Objective: Analyze the results of the evaluation of the use of calcium oxide, which will decrease the settlement of the concrete improving the compression resistance for the different structural elements in the province of Huaura, during 2018. **Materials and Methods:** The type of research that It was performed purely, of quasi-experimental level, of transversal cut. Having a population of 20 tests of which 10 tests were selected for the subsequent study of research and comparison, the technique that was used was the observation and the instrument was the check card for both variables. **Results:** a coarse aggregate with a maximum nominal size of 1/2 "was used, a fine aggregate with a fineness modulus of 2.5, Pacasmayo Cement Type I and a concrete mixing design of f_c 280 kg / cm², with water relation was elaborated. / 0.51 cement, with Sika ViscoCrete-3330 superplasticizer in 0.2% dosage with respect to the weight of the cement, following the parameters of the ACI 211 committee. Calcium oxide extracted from cattle residues was added to the concrete mixture in percentages of 0%, 1%, 2%, 3%, 4%, 5% and 6% with respect to the concrete mixture. **Conclusions:** The use of calcium oxide significantly decreases the settlement of the concrete, improving the compression resistance for the different structural elements in the province of Huaura, during 2018.

Keyword: Oxide of calcium, concrete processes, Oxide calcium in concrete, structural elements, use of structural elements.

⁽¹⁾ Escuela Profesional de Ingeniería Civil. Facultad de Ingeniería Civil. Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Huacho - Perú

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se han intensificado las investigaciones relacionadas con el mejoramiento y la trabajabilidad de los materiales utilizados en obras de ingeniería, con el objetivo de mejorar sus propiedades y economizar su costo de fabricación y los que su utilización implique.

La importancia del concreto radica en su fácil maleabilidad, que le permite adaptarse a multitud de tipos diferentes de construcciones. Además, es resistente al fuego y muy económico, lo que lo convierte en el material más valorado en el mundo de la construcción. El concreto también es resistente a la congelación y al agua, lo que unido a su bajo coste hace de él en un elemento ideal para la elaboración de pavimento, producto que requiere cantidades ingentes de materia prima. También se usa en canales y presas por su resistencia a las inclemencias meteorológicas y por la flexibilidad del material resultante, anteriormente mencionada.

La resistencia al desgaste del concreto es lo que lo convierte en un producto líder en el sector puesto que no se ve afectado por altas temperaturas, intensas lluvias, frío o granizo. Esto da lugar a que sea utilizado en todas las partes del mundo, algo insólito en el mundo de la construcción puesto que la mayoría de los materiales varían de forma sustancial en función de la parte del globo en la que se vayan a usar.

El presente trabajo de investigación está estructurado de la siguiente manera:

Capítulo I. El planteamiento del problema, se presenta la descripción de la realidad problemática, la formulación del problema general, problemas específicos, los objetivos de la investigación general y específicos.

Capítulo II. Marco teórico, se presenta los antecedentes de la investigación, las bases teóricas, la definición de términos, hipótesis general e hipótesis específicas.

Capítulo III. Metodología, se presenta el diseño de la investigación, técnicas, instrumentos de recolección de datos población, muestra, operacionalización de las variables y técnica de procesamiento de la información.

Capítulo IV. Resultados, los resultados el uso de óxido de calcio en la trabajabilidad del concreto en elementos estructurales.

Capítulo V. Nos muestran la discusión, las conclusiones y las recomendaciones.

Capítulo VI. Fuentes de información, en este capítulo nos muestra las fuentes bibliográficas, las fuentes hemerográficas, las fuentes documentales y las fuentes electrónicas.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

La construcción es considerada a nivel mundial dentro de las actividades económicas más demandantes de mano de obra y ejerce un efecto multiplicador en la economía, ya que es uno de los sectores productivos que más aporta al crecimiento de los países y regiones.

En los últimos años las empresas del sector de construcción en el Perú, han alcanzado un mayor auge al reportar un crecimiento este junio de 3.49%, tasa que incrementaría según estimaciones del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). La expansión del Sector Construcción y la industria del cemento van de la mano. Es por ello que el incremento positivo del sector construcción se debe al aumento del consumo interno de cemento en 3.45% y al avance físico de obras en 3.73%, así lo señala Aníbal Sánchez, jefe del Instituto Nacional de Estadística e Informática (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2017).

Por último, cabe señalar que el concreto ha reemplazado a otros materiales que estaban agotando nuestros recursos naturales, por lo que su aparición supuso una revolución en el mundo de la construcción pero también una excelente noticia para nuestro planeta. Hay que tener en cuenta que la fabricación de edificios, puentes o presas es la base del mundo actual ya que la industrialización ha avanzado a pasos agigantados en todos los países. Por ello si en lugar del concreto, cuya materia prima es prácticamente inagotable, hubiésemos hecho uso de otro más escaso, las circunstancias actuales serían mucho peores y los seres humanos nos veríamos afectados de forma considerable por ello.

De acuerdo a su aplicación los cementos pueden ser tradicionales o adicionados. Los cementos adicionados están compuestos por una mezcla de clínker, yeso y adiciones minerales. Las adiciones minerales utilizadas varían entre puzolanas, fillers y escorias de alto horno, que añaden ciertas propiedades de valor agregado al cemento, otorgándoles características especiales (Cementos Pacasmayo, 2017). A pesar de todos sus beneficios, estos cementos resultan tener un costo más alto, por ello en el mundo de la construcción

son más usados los cementos tradicionales. Razón por la cuál es necesario buscar adiciones que mejoren las propiedades del cemento pero que su costo no permita el incremento en la elaboración del concreto.

El concreto es un material semejante a la piedra que se obtiene mediante una mezcla cuidadosamente proporcionada de cemento, arena y grava u otro agregado, y agua; después, esta mezcla se endurece en formaletas con la forma y dimensiones deseadas. El cuerpo del material consiste en agregado fino y grueso. El cemento y el agua interactúan químicamente para unir las partículas de agregado y conformar una masa sólida. Es necesario agregar agua, además de aquella que se requiere para la reacción química, con el fin de darle a la mezcla la trabajabilidad adecuada que permita llenar las formaletas y rodear el acero de refuerzo embebido, antes de que inicie el endurecimiento. (Nilson, 2011, p.1)

Se pueden obtener concretos en un amplio rango de propiedades ajustando apropiadamente las proporciones de los materiales constitutivos. Un rango aún más amplio de propiedades puede obtenerse mediante la utilización de cementos especiales (cementos de alta resistencia inicial), agregados especiales (los diversos agregados ligeros o pesados), aditivos (plastificantes y agentes incorporadores de aire, microsílíce o cenizas volantes) y mediante métodos especiales de curado (curado al vapor). Estas propiedades dependen en gran medida de las proporciones de la mezcla, del cuidado con el cual se mezclan los diferentes materiales constitutivos, y de las condiciones de humedad y temperatura bajo las cuales se mantenga la mezcla desde el momento en que se coloca en la formaleta hasta que se encuentra totalmente endurecida. (Nilson, 2011, p.1)

El proceso de control de estas condiciones se conoce como curado. Para evitar la producción de concretos de bajos estándares se requiere un alto grado de supervisión y control por parte de personas con experiencia durante todo el proceso, desde el proporcionamiento en peso de los componentes, pasando por el mezclado y el vaciado, hasta la terminación del curado. (Nilson, 2011, p.2)

En tiempos más recientes se ha logrado la producción de aceros cuya resistencia a la fluencia es del orden de cuatro y más veces que la de los aceros comunes de refuerzo, a

costos relativamente bajos. Asimismo, ahora es posible producir concretos con resistencias a la compresión cuatro a cinco veces mayores que los concretos comunes. Estos materiales de alta resistencia ofrecen ventajas que incluyen la posibilidad de emplear elementos con secciones transversales más pequeñas disminuyendo las cargas muertas y logrando luces más largas. Sin embargo, existen límites en las resistencias de los materiales constitutivos, por encima de los cuales surgen ciertos problemas. En efecto, la resistencia del elemento se incrementa aproximadamente en proporción a aquélla de los materiales. Sin embargo, las altas deformaciones unitarias que resultan de los altos esfuerzos darían como resultado altas deformaciones y deflexiones de estos elementos bajo condiciones normales de carga. Igualmente importante es que las grandes deformaciones unitarias en los aceros de refuerzo de alta resistencia inducirían amplias grietas en el concreto, de baja resistencia a la tensión de sus alrededores, lo cual no sólo sería estéticamente inadmisibles, sino que expondría el acero de refuerzo a la corrosión por humedad y otras acciones químicas. Esto limita la resistencia a la fluencia útil de los aceros de alta resistencia a aproximadamente 80 klb/pulg², de acuerdo con muchas normas y especificaciones; el de 60 klb/pulg² es el más común. (Nilson, 2011, p.3)

Una de las últimas tecnologías desarrolladas con muchas aplicaciones en este campo es la utilización de concretos adicionados con cenizas, como las cenizas volantes, escorias de alto horno o de fundición, las cenizas de cascara de arroz, cenizas de bagazo de caña de azúcar, entre otros. Las adiciones al concreto permiten incrementar sus esfuerzos, resistencias, rigidez, reducir la permeabilidad entre otras propiedades, como en este caso la adición de las cenizas al concreto mejora las propiedades de trabajabilidad, durabilidad, densidad, resistencia a compresión y tensión y reduce el costo (Contreras Cueva y Peña Villalobos, 2017).

Sabiendo que el componente principal del cemento es el óxido de calcio, compuesto que se obtiene de la calcinación del carbonato de calcio y que se encuentra en minerales como la calcita, de rocas como la caliza y presente en los organismos vivos, como el talo de algunas algas, las esponjas de la clase calcárea, conchas de moluscos, esqueletos de corales, las cáscaras de huevo y en los esqueletos de animales; se propone la utilización de huesos de ganado bovino como fuente de extracción de óxido de calcio, que no solo

permitirá obtener concretos con altas resistencias sino también reducir costos de fabricación y disminuir las emisiones contaminantes.

Esta propuesta se basa en el consumo de carne bovina a nivel nacional, producto que conforma la canasta nacional mínima alimentaria, y que en el país se ha ido incrementando, llegando a ser de 6.26 kg. por habitante al mes (Ministerio de Agricultura y Riego, 2014).

Por ello este proyecto de investigación propone el uso de nuevos componentes para el mejoramiento de la trabajabilidad del concreto; es decir, se propone el uso de óxido de calcio en la trabajabilidad del fraguado, compresión, densidad, porosidad y absorción del concreto para elementos estructurales en la provincia de Huaura, durante el 2018

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuáles son los resultados de una evaluación del uso de óxido de calcio la cual disminuye el asentamiento del concreto mejorando la resistencia a compresión para los diferentes elementos estructurales en la provincia de Huaura, durante el 2018?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cómo influye el uso de óxido de calcio en el asentamiento del concreto en estado fresco, la cual mejora la resistencia a compresión para los diferentes elementos estructurales en la provincia de Huaura, durante el 2018?
- ¿Cómo influye el uso de óxido de calcio en el concreto en estado endurecido, la cual mejora la compresión, densidad y porosidad para los diferentes elementos estructurales en la provincia de Huaura, durante el 2018?

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Analizar los resultados de la evaluación del uso de óxido de calcio la cual disminuirá el asentamiento del concreto mejorando la resistencia a compresión para los diferentes elementos estructurales en la provincia de Huaura, durante el 2018

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar el uso de óxido de calcio disminuirá el asentamiento del concreto en estado fresco, la cual mejora la resistencia a compresión para los diferentes elementos estructurales en la provincia de Huaura, durante el 2018.
- Analizar el uso de óxido de calcio en el concreto en estado endurecido, la cual mejora la compresión, densidad y porosidad para los diferentes elementos estructurales en la provincia de Huaura, durante el 2018.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Barajas, P. (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 jal-creto 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, R. (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 silícea (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, J. (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.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Pacco, J. (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.

Durand, A. (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.

Cuadros, C. (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%.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Mineral cal

La cal es un término que designa todas las formas físicas en las que pueden aparecer el óxido de calcio (CaO) y el óxido de calcio y magnesio (CaMgO_2), denominados también, cal viva (o generalmente cal) y dolomía calcinada respectivamente. Estos productos se obtienen como resultado de la calcinación de las rocas (calizas o dolomías).

Adicionalmente, existe la posibilidad de añadir agua a la cal viva y a la dolomía calcinada obteniendo productos hidratados denominados comúnmente cal apagada ó hidróxido de calcio (Ca(OH)_2) y dolomía hidratada (CaMg(OH)_4)

Otras denominaciones de la cal viva son las siguientes: Cal, Cal aérea, Cal de construcción, Cal química, Cal de albañilería y Cal fundente. La cal se ha usado, desde la más remota antigüedad, de conglomerante en la construcción; también para pintar (encalar) muros y fachadas de los edificios construidos con adobes o tapial (habitual en las antiguas viviendas mediterráneas) o en la fabricación de fuego griego.

La cal es uno de los productos más conocidos desde la antigüedad y con más aplicaciones diversas. Así en la construcción de infraestructura se utiliza en la estabilización de suelos: para secar suelos húmedos, descongelar los suelos helados y mejorar las propiedades de los suelos arcillosos. Además, en las edificaciones se utiliza en la fabricación de prefabricados de cal: Hormigón celular ó aireado, ladrillos silicocalcáreos y bloques de tierra comprimida.

2.2.2. El concreto

El concreto es el material constituido por la mezcla en ciertas proporciones de cemento, agua, agregados y opcionalmente aditivos, que inicialmente denota una estructura plástica y moldeable, y que posteriormente adquiere una consistencia rígida con propiedades aislantes y resistentes, lo que lo hace un material ideal para la construcción. (Pesquel, 1998) De esta definición se desprende que se obtiene un producto híbrido, que conjuga en mayor o menor grado las características de los componentes, que bien proporcionados, aportan una o varias de sus propiedades

individuales para constituir un material que manifiesta un comportamiento particular y original.

En consecuencia, para poder dominar el uso de este material, hay que conocer no sólo las manifestaciones del producto resultante, sino también la de los componentes y su interrelación, ya que son en primera instancia los que le confieren su particularidad. Como cualquier material, se contrae al bajar la temperatura, se dilata si ésta aumenta, se ve afectado por sustancias agresivas y se rompe si es sometido a esfuerzos que superan sus posibilidades, por lo que responde perfectamente a las leyes físicas y químicas. Luego pues, la explicación a sus diversos comportamientos siempre responde a alguna de estas leyes; y la no obtención de los resultados esperados, se debe al desconocimiento de la manera cómo actúan en el material, lo que constituye la utilización artesanal del mismo (por lo que el barco de la práctica sin el timón de la ciencia nos lleva a rumbos que no podemos predecir) o porque durante su empleo no se respetaron o se obviaron las consideraciones técnicas que nos da el conocimiento científico sobre él. (Pesquel, 1998, p. 11)

El concreto es un producto artificial compuesto que consiste de un medio ligante denominado pasta, dentro del cual se encuentran embebidas partículas de un medio ligado denominado agregado. (Rivva, 2000)

La pasta es el resultado de la combinación química del material cementante con el agua. Es la fase continua del concreto dado que siempre está unida con algo de ella misma a través de todo el conjunto de éste. El agregado es la fase discontinua del concreto dado que sus diversas partículas no se encuentran unidas o en contacto unas con otras, sino que se encuentran separadas por espesores diferentes de pasta endurecida.

Las propiedades del concreto están determinadas fundamentalmente por las características físicas y químicas de sus materiales componentes, pudiendo ser mejor comprendidas si se analiza la naturaleza del concreto. (Rivva, 2000 p.8)

2.2.3. Componentes del concreto

El concreto es básicamente una mezcla de dos componentes: agregados y pasta. La pasta, compuesta de cemento portland y agua, une a los agregados (arena y grava o piedra triturada) para formar una masa semejante a una roca pues la pasta endurece debido a la reacción química entre el cemento y el agua. Los agregados generalmente se dividen en dos grupos: finos y gruesos. Los agregados finos consisten en arenas naturales o manufacturadas con tamaño de partícula que pueden llegar hasta 10 mm; los agregados gruesos son aquellos cuyas partículas se retienen en la malla No. 16 y pueden variar hasta 152 mm. El tamaño máximo del agregado que se emplea comúnmente es el de 19 mm o el de 25 mm.

- **Cemento:** Los cementos hidráulicos son aquellos que tienen la propiedad de fraguar y endurecer en presencia de agua, porque reaccionan químicamente con ella para formar un material de buenas propiedades aglutinantes.
- **Agua:** Es el elemento que hidrata las partículas de cemento y hace que estas desarrollen sus propiedades aglutinantes.
- **Agregados:** Los agregados para concreto pueden ser definidos como aquellos materiales inertes que poseen una resistencia propia suficiente que no perturban ni afectan el proceso de endurecimiento del cemento hidráulico y que garantizan una adherencia con la pasta de cemento endurecida.
- **Aditivos:** Se utilizan como ingredientes del concreto y, se añaden a la mezcla inmediatamente antes o durante su mezclado, con el objeto de modificar sus propiedades para que sea más adecuada a las condiciones de trabajo o para reducir los costos de producción.

2.2.4. Características del concreto fresco

Se denomina “concreto fresco” al material mientras permanece en estado fluido, es decir desde el momento cuando todos los componentes son mezclados hasta que se inicia el asentamiento de la masa (período plástico). En ese lapso el concreto es transportado, encofrado y luego compactado manualmente o por vibración. Son

muchas las propiedades del concreto que interesan y pueden ser críticas. No sólo por su relación con el manejo del concreto en estado húmedo, sino porque pueden servir como señal anticipada de las propiedades que pueda tener el material al endurecer posteriormente. Indicios de algún comportamiento atípico en este estado inicial, avisa en muchos casos que en estado de endurecimiento también puede ser impropia su calidad. En ese momento temprano y antes de completarse los vaciados del material, es cuando se deben ejecutar las correcciones. El comportamiento del concreto fresco depende de: sus componentes, de las características del mezclado, de su diseño, del medio ambiente circundante y de las condiciones de trabajo.

2.2.5. Reología

Bajo el término “reología del concreto” se agrupa el conjunto de características de la mezcla fresca que posibilitan su manejo y posterior compactación. Desde el punto de vista físico, estas características dependen de las variaciones de la viscosidad y de la tixotropía de la mezcla a lo largo del tiempo. En la práctica se define la reología del concreto con base en tres características: Fluidéz, Compactibilidad y Estabilidad a la segregación.

2.2.6. Trabajabilidad

En la tecnología del concreto la palabra “trabajabilidad” se emplea con dos acepciones distintas. Una, general, con la cual se designa al conjunto de propiedades del concreto que permiten manejarlo sin que se produzca segregación, colocarlo en los moldes y compactarlo adecuadamente. La otra acepción es específica para designar el asentamiento medido por el procedimiento normalizado del Cono de Abrams. Esta segunda acepción es discutible porque, en realidad, el ensayo es sólo parcialmente representativo del conjunto de propiedades referidas. Desde hace algún tiempo, estudiosos de la materia señalan la conveniencia de diferenciar con mayor claridad los conceptos relativos a: i) la plasticidad en sí de la mezcla (docilidad, consistencia) y, ii) la facilidad de usarla (trabajabilidad, colocabilidad). Se requieren métodos de ensayos que permitan medir dichas características, pero, hasta el momento no se ha logrado con suficiente éxito. Por ejemplo, el Plasticímetro LCPC (Laboratoire Central des Ponts et Chaussées), y el Medidor CES (Centre d’Essais des Structures). Ante estas opciones, el método del Cono de Abrams sigue teniendo

bastante aplicación pues, aun cuando no revela específicamente ciertas propiedades reológicas de la mezcla, el uso de la información que ofrece ha permitido la toma de decisiones acertadas.

2.2.7. Cono de Abrams

En la preparación de la mezcla de concreto es muy importante que la combinación cemento/áridos y su relación con el agua, sean las adecuadas para lograr las propiedades fundamentales de la mezcla fresca primero (consistencia) y endurecida luego (resistencia). El molde en forma de cono truncado se llena con la mezcla en 3 capas de la misma altura, compactando con 25 golpes de varilla por vez, acto seguido se levanta el molde y se mide cuanto ha descendido la mezcla en el punto central. El valor obtenido, es la medida de la consistencia de la mezcla. Se la denomina también asentamiento, puede variar entre 2 y 18 cm, según sea el tipo de estructura y los procedimientos de encofrado, colocación y compactación. El Método de ensayo para la medición del asentamiento con el Cono de Abrams” y ASTM C143, contempla el método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto fresco (en las obras y en el laboratorio), mediante el uso del Cono de Abrams. El rango de asentamiento adecuado para aplicar el método va desde ½” (15 mm) a 8” (203 mm), No es aplicable para mezclas donde existan cantidades considerables de agregados mayores de 1½” (3,75cm).

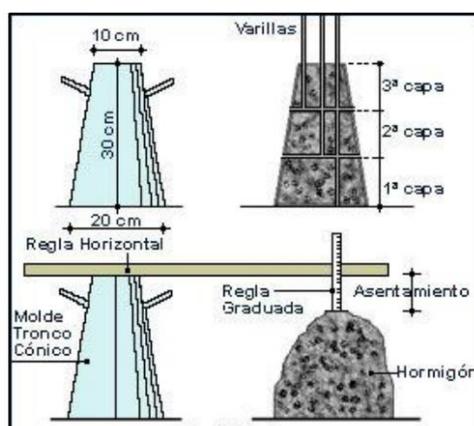


Figura 1. Cono de Abrams

Nota: (Rivva, 2000)

2.2.8. Retracción

La retracción es la disminución del volumen del concreto durante el proceso de fraguado del mismo, y se produce por la pérdida de agua (debida a evaporación). Dicha pérdida de volumen genera tensiones internas de tracción que dan lugar a las fisuras de retracción. Dependiendo de la cantidad de finos, de la cantidad de cemento, del tipo de cemento, de la dosificación agua-cemento, del espesor de la pieza, y de la temperatura ambiental, la retracción puede ser mayor o menor, dando lugar a fisuras e incluso grietas. Los métodos de cálculo para conocer la retracción se realizan en función del tiempo desde el vaciado del concreto, y depende básicamente de tres coeficientes: del coeficiente de la humedad ambiental, del coeficiente del espesor de la pieza y del coeficiente de la evolución de la retracción en el tiempo. Puede afirmarse que a mayor resistencia del concreto mayor va a ser la retracción que se produzca; que el concreto en masa retrae más que el concreto armado; que a mayor temperatura ambiental también será mayor la retracción; que la retracción crecerá cuanto menor sea el espesor de la pieza hormigonada, y que cuanto mayor sea la superficie del elemento habrá más retracción.

2.2.9. Agregados

También denominados áridos o inertes, son fragmentos o granos, usualmente pétreos, cuyas finalidades específicas son abaratar la mezcla y dotarla de ciertas características favorables, entre las cuales se destaca la disminución de la retracción de fraguado o retracción plástica. Los agregados constituyen la mayor parte de la masa del concreto, ya que alcanzan a representar entre el 70% y el 85% de su peso, razón por la cual sus propiedades resultan tan importantes para la calidad final de la mezcla. De igual manera las características de los agregados deberán ser aquellas que beneficien el desarrollo de la trabajabilidad, las exigencias del contenido de cemento, la adherencia con la pasta y el desarrollo de las resistencias mecánicas. (Rivera, 2009)

Se define como agregado al conjunto de partículas inorgánicas, de origen natural o artificial, cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados en la Norma NTP 400.011. Los agregados son la fase discontinua del concreto. Ellos son materiales que están embebidos en la pasta y ocupan entre el 62% y el 78% de la unidad cúbica del concreto. Un adecuado conocimiento de la naturaleza física y

química del concreto, así como del comportamiento de éste, implica necesariamente el de los materiales que conforman la corteza terrestre, estudiados a la luz de la geología y, específicamente, de la petrología. (Rivva, 2000, p. 16)

2.2.10. Niveles de calidad

Las especificaciones normativas establecen límites para ciertas características de los agregados que, si no se respetan, pueden producir graves problemas en la calidad del concreto. Para mezclas de características especiales pueden requerirse que algunos límites de calidad de los agregados sean más estrictos que los normativos, por ejemplo: el desgaste, el cociente de forma, el contenido de ultra fino y otros. Parece haber una tendencia a solicitar concretos con niveles de exigencia cada vez más altos, lo cual plantea la necesidad de analizar la calidad de los agregados con mayor detenimiento.

2.2.11. Clasificación

El agregado empleado en la preparación del concreto se clasifica en agregado fino, agregado grueso y hormigón, conocido este último como agregado integral. Se define como agregado fino a aquel, proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, que pasa el Tamiz de 3/8" y queda retenido en el tamiz N° 200. El más usual de los agregados finos es la arena, definida como el producto resultante de la desintegración natural de las rocas.

Se define como agregado grueso a aquel que queda retenido en el Tamiz N° 4 y es proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas. El agregado grueso suele clasificarse en grava y piedra triturada o chancada. La grava es el agregado grueso proveniente de la disgregación y abrasión natural de materiales pétreos se le encuentra generalmente en canteras y lechos de ríos depositado en forma natural. La piedra chancada, o piedra triturada, es el agregado grueso obtenido por trituración artificial de rocas y gravas. Se define como hormigón, o agregado integral, al material conformado por una mezcla de arena y grava. Este material, mezclado en proporciones arbitrarias se da en forma natural en la corteza terrestre y se le emplea tal como se le extrae de la cantera. (Rivva, 2000, p. 17)

2.2.12. Requisitos de calidad

Según en RNE del Perú, Para conocer la calidad de los agregados se deben efectuar ciertos ensayos cuyas condiciones básicas generales son:

- ✓ Deben realizarse sobre muestras representativas del yacimiento, y de sus diferentes zonas.
- ✓ Deben ser llevadas a cabo en laboratorios con personal y equipos adecuados, siguiendo cuidadosamente los sucesivos pasos de un procedimiento normativo. No cumplir con estas condiciones básicas invalida la utilidad de la información de los ensayos.

2.2.13. Granulometría

La granulometría es la distribución de los tamaños de las partículas de un agregado tal como se determina por análisis de tamices (norma ASTM C 136). El tamaño de partícula del agregado se determina por medio de tamices de malla de alambre aberturas cuadradas. Los siete tamices estándar ASTM C 33 para agregado fino tiene aberturas que varían desde la malla No. 100(150 micras) hasta 9.52 mm.

Los números de tamaño (tamaños de granulometría), para el agregado grueso se aplican a las cantidades de agregado (en peso), en porcentajes que pasan a través de un arreglo de mallas. Para la construcción de vías terrestres, la norma ASTM D 448 enlista los trece números de tamaño de la ASTM C 33, más otros seis números de tamaño para agregado grueso.

La arena o agregado fino solamente tiene un rango de tamaños de partícula. La granulometría y el tamaño máximo de agregado afectan las proporciones relativas de los agregados, así como los requisitos de agua y cemento, la trabajabilidad, capacidad de bombeo, economía, porosidad, contracción y durabilidad del concreto. (Abanto, 1998)

2.2.14. Tamaño máximo

El tamaño máximo de los agregados gruesos en el concreto armado se fija por la exigencia de que pueda entrar fácilmente en los encofrados y entre las barras de la

armadura. (Abanto, 1998) En ningún caso el tamaño máximo del agregado grueso deberá ser mayor que:

- ✓ Un quinto, de la menor dimensión, entre caras de encofrados.
- ✓ Un tercio de la altura de las losas.
- ✓ Tres cuartos del espacio libre entre las barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras, cables o ductos de pre-esfuerzo.

El tamaño máximo del conjunto de agregados, está dado por la abertura de la malla inmediata superior a la que retiene el 15% o más, al cribar por ella el agregado más grueso. (Abanto, 1998, p. 33)

2.2.15. Segregación

Es una propiedad del concreto fresco, que implica la descomposición de este en sus partes constituyentes o lo que es lo mismo, la separación del Agregado Grueso del Mortero. Es un fenómeno perjudicial para el concreto, produciendo en el elemento llenado, bolsones de piedra, capas arenosas, cangrejeras, etc. (Abanto, 1998, p. 50)

La segregación es una función de la consistencia de la mezcla, siendo el riesgo: mayor cuanto más húmeda es esta y menor cuanto más seca lo es. En el proceso de diseño de mezclas, es necesario tener siempre presente el riesgo de segregación, pudiéndose disminuir este, mediante el aumento de finos (cemento o A. fino) y de la consistencia de la mezcla. Generalmente procesos inadecuados de manipulación y colocación son las causas del fenómeno de segregación en las mezclas.

La segregación ocurre cuando parte del concreto se mueve más rápido que el concreto adyacente, por ejemplo, el traqueteo de las carretillas con ruedas metálicas tiende a producir que el agregado grueso se precipite al fondo mientras que la “lechada” asciende a la superficie. Cuando se suelta el concreto de alturas mayores de 1/2 metro el efecto es semejante. (Abanto, 1998, p. 50) También se produce segregación cuando se permite que el concreto corra por canaletas, máxime si estas presentan cambios de dirección. El excesivo vibrado de la mezcla produce segregación. (Abanto, 1998, p. 50)

2.2.16. Módulo de finura

El módulo de finura del agregado fino, es el índice aproximado que nos describe en forma rápida y breve la proporción de finos o de gruesos que se tiene en las partículas que lo constituyen. El módulo de finura de la arena se calcula sumando los porcentajes acumulados en las mallas siguientes: Numero 4, 8, 16, 30, 50 y 100 inclusive y dividiendo el total entre 100.

Es un indicador de la finura de un agregado: cuanto mayor sea el módulo de finura, más grueso es el agregado. Es útil para estimar las proporciones de los agregados finos y gruesos en las mezclas de concreto. (Abanto, 1998)

Las impurezas en los agregados los pueden acompañar algunas impurezas perjudiciales, la mayoría de origen natural y acompañando a la arena. Las especificaciones ASTM C33, establecen límites para estas impurezas.

2.2.17. Peso por unidad de volumen

El uso principal de las relaciones peso/volumen es para la selección y manejo de los agregados, por lo que se relaciona, en cierta forma, con su calidad. 2.1.20. HUMEDAD La humedad se considera como la diferencia en peso entre: el material húmedo y el mismo secado al horno. Se suele expresar como porcentaje en peso, referido al material seco. Esta humedad se encuentra en los agregados de dos maneras diferentes: una es rellenando los poros y microporos internos de los granos, y la otra es como una película o capa envolvente, más o menos gruesa.

Para la determinación de la humedad y de la absorción existen los siguientes ensayos normativos: “Método de ensayo para determinar la humedad superficial en el agregado fino, y ASTM C128, C127, C709.

2.2.18. El cemento

Se define como cementos a los materiales pulverizados que poseen la propiedad que, por adición de una cantidad conveniente de agua, forman una pasta conglomerante capaz de endurecer tanto bajo el agua como al aire y formar compuestos estables. Quedan excluidas de esta definición las cales hidráulicas, las cales aéreas y los yesos.

El cemento portland normal es el producto obtenido por la pulverización del clinker portland con la adición eventual de sulfato de calcio. Se admite la adición de otros productos siempre que no excedan el 1% en peso del total y que la Norma correspondiente determine que su inclusión no afecta las propiedades del cemento resultante. Los productos adicionados deberán ser pulverizados conjuntamente con el clinker. El cemento portland normal deberá cumplir con los requisitos indicados en la Norma ASTM C 150 para los Tipos I, II, y V, los cuales se fabrican en el Perú. Alternativamente podrán emplearse los requisitos de las Normas NTP para cementos. (Rivva, 2000, p. 31)

2.2.19. Tipos de cementos

La Norma ASTM C150, consideran cinco tipos de cemento Portland según su uso y características:

- ✓ Tipo I: para utilizarse en construcciones de concreto en general siempre y cuando no se requieran de especificaciones especiales.
- ✓ Tipo II: para usarse en obras expuestas a sulfatos o donde se requiera un calor de hidratación moderado.
- ✓ Tipo III: se utiliza en obras en las que se requiera altas resistencias iniciales.
- ✓ Tipo IV: utilizado en obras donde el calor de hidratación requerido es bajo.
- ✓ Tipo V: para utilizarse en obras donde se requiera alta resistencia a los sulfatos.

El cemento portland normal Tipo I se empleará en todos aquellos casos en que no se requieran en el concreto las propiedades especiales especificadas para los otros Tipos. Debe cumplir con los requisitos de las Normas ASTM C 150 ó NTP 334 039. El cemento portland normal Tipo II se recomienda para construcciones de concreto expuestas a moderado ataque por sulfatos, o en aquellos casos en que se requiere un moderado calor de hidratación. Este cemento tendrá un contenido de aluminato tricálcico (C3A) menor del 8%; menores cambios de volumen; menor tendencia a la exudación; mayor resistencia al ataque por sulfatos; y menor generación de calor; así como adecuadas resistencias tanto en las edades iniciales como en las finales Este

cemento debe cumplir con los requisitos de la Norma ASTM C 150 ó de la Norma NTP 334.038.

El cemento portland normal Tipo V se recomienda cuando se requiere en el concreto alta resistencia a la acción de los sulfatos; alta resistencia en compresión; o baja generación de calor. Este cemento tendrá un contenido de aluminato tricalcico (C3A) menor del 5%. Deberá cumplir con los requisitos de las Normas ASTM C 150 ó NTP 334.044. (Rivva, 2000, p. 31)

2.2.20. Cemento portland

Los cementos hidráulicos combinados son el producto obtenido de la pulverización conjunta del clinker de cemento portland y un material reactivo que posee propiedades puzolánicas, con la adición eventual de sulfato de calcio. Estos cementos pueden igualmente ser preparados por mezcla de los ingredientes finamente molidos. En ambos casos deben cumplir con los requisitos de la Norma ASTM C 595. En el campo de los cementos hidráulicos combinados, en el Perú se fabrican los cementos puzolánicos Tipos IR IPM, y IS. El cemento puzolámico Tipo IP es un cemento Portland con un porcentaje adicionado de puzolana entre 15% y 45%, que debe cumplir con los requisitos de las Normas ASTM C 595 ó NTP 334 044. El cemento puzolámico Tipo IPM es un cemento portland con un porcentaje adicionado de puzolana menor del 15%, que debe cumplir con los requisitos de las Normas ASTM C 595 ó NTP 334 044 Del cemento puzolánico IS no se tiene mayor información. (Rivva, 2000, p. 32)

2.2.21. Agua para concreto

El agua es imprescindible en el mezclado, fraguado y curado del concreto por lo cual se debe trabajar con aquella que esté libre de contaminantes que puedan afectar esos procesos. En las zonas urbanas suele trabajarse con agua potable debido a que se considera adecuada a pesar de la cloración, que puede afectar los aditivos además del desarrollo de las resistencias. Por otra parte, en las zonas rurales, el agua de los pozos, ríos y lagos debe ser evaluada física y químicamente en un laboratorio competente para su uso en los procesos de mezclado, fraguado y curado. El agua es un elemento

fundamental en la preparación del concreto, estando relacionado con la resistencia, trabajabilidad y propiedades del concreto endurecido. (Abanto, 1998, p. 21)

- El agua a emplearse en la preparación del concreto, deberá ser limpia y estará libre de cantidades perjudiciales de aceites, ácidos, álcalis, sales, material orgánico y otras sustancias que puedan ser nocivas al concreto o al acero.
- Si se tuvieran dudas de la calidad del agua a emplearse en la preparación de una mezcla de concreto, será necesario realizar un análisis químico de ésta, para comparar los resultados con los valores máximos admisibles de las sustancias existentes en el agua a utilizarse en la preparación del concreto que a continuación indicamos:

Tabla 1. Cantidades Admisibles máximos de sustancia de agua en el concreto

Sustancias disueltas	Valor máximo admisible
Cloruros	300 ppm
Sulfatos	300 ppm
Sales de magnesio	150 ppm
Sales solubles	1500 ppm
P.H.	Mayor de 7
Sólidos en suspensión	1500 ppm
Materia orgánica	10 ppm

Nota: (Abanto, 1998, p. 21)

- También deberá hacerse un ensayo de resistencia a la compresión a los 7 y 28 días, preparando testigos con agua destilada o potable y con el agua cuya calidad se quiere evaluar, considerándose como satisfactorias aquellas que arrojen una resistencia mayor o igual a 90% que la del concreto preparado con agua potable.
- Un método rápido para conocer la existencia de ácidos en el agua, es por medio de un papel tornasol, el que sumergido en agua acida tomará un color

rojizo. Así mismo, para determinar la presencia de yeso u otro sulfato es por medio de cloruro de bario; se filtra el agua (unos 500 grs) y se le hecha algunas gotas de ácido clorhídrico; luego más gotas de solución de cloruro de bario, si se forma un precipitado blanco (sulfato de bario) es señal de presencia de sulfatos. Esta agua debe entonces mandarse analizar a un laboratorio para saber su concentración y ver si está dentro del rango permisible. Deberá entenderse que estos ensayos rápidos no pueden reemplazar a los de laboratorio, y sólo se utilizan para tener indicios que posteriormente se comprobarán en un laboratorio competente.

- El agua de mar, se puede usar en la elaboración de concreto bajo ciertas restricciones. (Abanto, 1998, p. 22)

2.2.22. Agua de mezclado

El agua de mezclado cumple dos funciones: hidratar el cemento en la pasta y proporcionar lubricación y fluidez a la mezcla de concreto. Suele equivaler al 25% del peso del cemento y el resto se evapora para formar poros que se llenan parcialmente de aire que pueden producir concretos menos resistentes si no se utiliza un volumen de agua adecuado.

2.2.23. Agua de curado

Es el agua la que permitirá la continuidad del proceso de reacción agua cemento, que se inicia al momento de realizar la mezcla, que permitirá el desarrollo de las resistencias deseadas en el concreto. La cantidad de agua de curado dependerá de la tasa de evaporación que es generada a partir de las condiciones climáticas (temperatura, humedad y velocidad del viento), de la cantidad de calor generado al hidratarse el cemento, así como de las dimensiones de la pieza. Por lo general el agua de curado no requiere cumplir con requisitos de calidad tan estrictos como el agua de mezclado, pero es recomendable que no presente impurezas o materia orgánica que puedan manchar el acabado de la pieza además es importante tener especial cuidado con la cantidad de cloro presente en el agua para evitar que las sales penetren los poros del concreto hasta llegar al acero e iniciar un proceso de corrosión.

2.2.24. Propiedades del Concreto

2.2.24.1. 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.

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 (Tabla 2):

Tabla 2. Consistencia del concreto (ACI, 2015).

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

Nota: (Abanto, 1998, p. 21)

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).

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)

2.2.24.2. 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).

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).

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).

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.

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.

2.2.25. 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.

2.2.25.1. 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.

2.2.26. 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: CaCO_3 (sólido) + Calor \rightarrow CaO (sólido) + CO_2 (gas)

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 CO_2 del aire, y después de un tiempo, vuelve a convertirse en CaCO_3 o carbonato de calcio. (Gonzales Sacsi y Ticona Cansaya, 2016)

2.2.27. Cenizas de Hueso Calcinado

Las cenizas de hueso calcinado es el resultado de transformaciones de materia prima orgánica por medio de la calcinación en un producto inorgánico libre de riesgo o de enfermedades infecciosas. También es el resultado de la esterilización y calcinación de huesos a fuego directo a una temperatura superior a 600° por más de 10 horas en un horno de auto combustión (Calcaneo, 2014).

Composición Química

De acuerdo a un ensayo de Fluorescencia de rayos X (FRX), la composición química del hueso bovino es la siguiente (Tabla 4) (Silva y Delvasto, 2015):

La composición del material es determinado por difracción de rayos X (DRX), La matriz ósea procedente del ganado bovino está compuesto por hidroxiapatita (HA), carbonatos de calcio, fosfatos de calcio puros y otros elementos como magnesio (Mg), manganeso (Mn), fierro (Fe) e incluso plomo (Pb) en forma natural provenientes de la alimentación y del medio ambiente en general.

Asimismo presenta cohesividad y fuerza estructural alta (Piña Barba, Murguía Acevedo y Palma Cortés, 2006). Otro dato importante sobre los huesos de ganado bovino es conocer su gravedad específica, la cual es de 1,90 g/cm³. (Gutierrez y Martinez, 2017)

En cuanto al contenido orgánico del material, es determinado por un análisis termogravimétrico (TGA) y análisis termodiferencial (DTA) que permiten observar las pérdidas de masa por agua en el hueso y por materia orgánica (colágeno). Este comportamiento es atribuido al proceso de sinterización por flujo viscoso, que ocasiona la disminución de la porosidad abierta del material. (Piña Barba, Murguía Acevedo y Palma Cortés, 2006).

Análisis Termogravimétrico (TGA)

Este análisis registra la pérdida de peso de una muestra en la medida en que se incrementa la temperatura, hasta temperaturas de 1 200°C, bajo condiciones controladas de velocidad de calentamiento y diferentes atmósferas de reacción;

obteniéndose por esta vía las curvas denominadas TG o termogramas. (Manals-Cutiño, Penedo-Medina y Giralt-Ortega, 2011)

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

- **Acabado:** Conjunto de operaciones finales ejecutadas sobre una superficie a fin de dotarla de un determinado aspecto o aplicar sobre ésta un producto de protección. Es la textura final que se le da a una superficie; de esta manera se pueden encontrar pisos, muros, paredes, de diferentes apariencias: lisos, rugosos, rústicos, con distintos materiales como maderas, granito, morteros, cerámicas y muchos otros más.
- **Adherencia:** Capacidad de agarre entre materiales distintos, considerando la fricción entre los mismos.
- **Agregado:** Material granular de composición mineral que se mezcla en distintos tamaños junto con cemento y agua, para formar concreto.
- **Apuntalamiento:** El apuntalamiento es una técnica empleada para soportar estructuras inseguras, para reforzarla o para evitar que se derrumbe; es una técnica temporal, utilizada mientras se llevan a cabo acciones definitivas para resolver el problema de estabilidad de la estructura.
- **Armadura:** Este término es empleado para varias definiciones, sin embargo, al que se hace referencia en este trabajo, es a la armadura como conjunto de cabillas y alambres que forman el esqueleto de un elemento de concreto armado.
- **Carga:** Fuerza externa que según el tipo que sea, actúa en distintas direcciones sobre una estructura.
- **Columna corta:** Es una columna que se encuentra restringida en parte de su longitud, por elementos que no le permiten comportarse dúctilmente, y al

momento de recibir fuertes cargas, falla frágilmente por la zona que no se encuentra confinada. **Compresión:** es la acción de una fuerza que tiende a oprimir un elemento, intentando acortarlo o comprimirlo, lógicamente, en dirección de la fuerza.

- **Centros de tratamiento y/o aprovechamiento:** sitios en donde se podrán realizar actividades de separación, clasificación, tratamiento y almacenamiento temporal de los escombros implementando las medidas ambientales que manejen los impactos generados. Pueden ser fijos o móviles.
- **Estructura:** Puede definirse como cualquier disposición de materiales realizada para soportar cargas verticales (como el peso de los elementos estructurales, de las personas y de sus objetos) y cargas horizontales (acciones como el viento y los sismos); su función es delimitar, cubrir y sustentar un espacio donde se realizan actividades humanas.
- **Evento:** Es un suceso de origen natural, socio natural o antrópico, que se caracteriza por su ubicación, severidad y área de influencia. Un evento es la materialización en el tiempo y en el espacio de una amenaza, puede ser potencial o latente (cuando constituye una amenaza de ocurrencia), o un fenómeno como tal (una vez que se presenta u ocurre).
- **Fisuración:** Desarrollo de fisuras sobre una superficie de mortero o concreto. Las fisuras son fracturas de longitud, ancho, profundidad y características variables, que se presentan en los distintos elementos de las estructuras a diferentes intervalos de separación entre sí. Son causadas por múltiples orígenes y tienen diversos niveles de peligrosidad para la edificación.
- **Flexión:** Es un tipo de esfuerzo que incluye tracción y compresión, pero en lugar de actuar a lo largo de la dirección en que se aplican las fuerzas, como sucede con la tracción y compresión, lo hace cambiando la dirección de ellas. La flexión es un mecanismo propio de de las viga, que con la acción de su propio peso y

cualquier carga adicional existente, inciden fuerzas perpendiculares que producen una deformación en la pieza que tiende a curvarse hacia abajo.

- **Granulometría:** Es la distribución de los tamaños de las partículas del agregado empleado para la mezcla de concreto. Dichos tamaños se determinan por medio de tamices con mallas de alambre de aberturas de diferentes tamaños. La granulometría afecta las proporciones de los agregados a emplear en el concreto, la trabajabilidad, la economía, la porosidad, la durabilidad y resistencia de la mezcla, así como los requerimientos de agua y cemento.
- **Grietas:** Son fisuras de mayor tamaño, generalmente cuando una fisura tiene un ancho mayor a 3milímetros, se le llama grieta. Tienen formas diversas y pueden ser causadas por muchas razones. Las grietas habitualmente representan problemas que afectan la estabilidad de las estructuras o sus miembros.
- **Licuefacción:** Es un fenómeno que se origina especialmente en suelos arenosos saturados, consiste en el hundimiento súbito del suelo debido a la pérdida de consistencia o solidez a causa del aumento de presión del agua contenida en el suelo; ocurre durante eventos sísmicos, con la vibración del terreno. Es un fenómeno similar a lo que se conoce como “arenas movedizas”, puede llegar a causar grandes problemas.
- **Normas:** es un documento que establece las condiciones mínimas que debe reunir un producto o servicio para que sirva al uso al que está destinado, establecido por consenso y aprobado por un organismo reconocido que establece; para usos comunes y repetidos; reglas, criterios o características para las actividades o sus resultados. Las normas son un instrumento de transferencia de tecnología, aumentan la competitividad de las empresas y mejoran y clarifican el comercio internacional.
- **Normalización:** consiste en la elaboración, difusión y aplicación de normas. La normalización de las diversas herramientas de gestión así como las de calidad, favorece el progreso técnico, el desarrollo económico y la mejora de la calidad

de vida. Para el caso de esta tesis estudiaremos la normalización de las herramientas de gestión utilizadas en la industria.

- **Procedimiento:** manera o forma especificada de realizar una actividad. Por lo general es el listado de una serie de pasos claramente definidos, disminuyendo la probabilidad de errores o accidentes.
- **Proceso:** Es la forma y orden de ejecutar las actividades o procedimientos de una tarea, en especial trata de prever la calidad del producto de dicho proceso. Se puede señalar que el uso de los procedimientos escritos podrían mejorar enormemente el resultado de los procesos.
- **Proveedor:** Empresa industrial, comerciante, profesional, o cualquier otro agente económico que proporciona a otra empresa o persona un bien o servicio a cambio de una retribución con fines comerciales.
- **Proyectistas:** empresa o profesionales responsables del diseño del proyecto, encargados de transformar las necesidades o requerimientos de los propietarios en un expediente técnico que contenga especificaciones técnicas y planos de detalle en las diferentes especialidades necesarias.
- **Proyecto de construcción:** Es una célula o parte de un todo que conforma la organización o empresa, en este caso particular sería una parte de la gerencia de operaciones de una empresa constructora. Su característica empresarial es operar con autonomía a base de objetivos y resultados. Dentro de esa autonomía debe poder perfeccionar y propiciar el perfeccionamiento del personal humano que la compone, así como planear su futuro y programar sus actividades de acuerdo a sus estrategias para alcanzar sus objetivos.
- **Recubrimiento:** Es la distancia que existe entre la superficie exterior del concreto y la superficie de la armadura más cercana al borde del elemento. El recubrimiento es una capa de concreto que debe dejarse en todos los elementos

de concreto armado, con la finalidad de proteger la armadura de los efectos del medio ambiente, y de proporcionarle cierto confinamiento a la misma.

- **Reforzamiento:** Es la adaptación de las propiedades de las estructuras para lograr mayor resistencia y resiliencia frente a los efectos dañinos de las amenazas. El reforzamiento se plantea según las consideraciones de diseño y de la función de la estructura, de las tensiones estimadas, de la utilidad práctica y de los costos de las diferentes opciones de reforzamiento.
- **Supervisión:** los clientes o propietarios de los proyectos no suelen ser especialistas en proyectos de construcción, por lo que normalmente se encuentran representados en el proyecto por una empresa supervisora o profesionales encargados de supervisar la correcta ejecución de los trabajos del contratista, de acuerdo al expediente técnico elaborado por los proyectistas.
- **Tensión:** Las fuerzas de tensión son aquellas que tienden a estirar o alargar un elemento. La tensión es producida por un par de fuerzas opuestas sobre la misma línea de acción. También llamadas fuerzas de tracción.
- **Transportador:** Cualquier persona natural o jurídica que preste servicios de recolección y traslado de RCD en distintos puntos de generación, pudiendo asumir o no la titularidad de los mismos.
- **Tratamiento:** Es el conjunto de operaciones, procesos o técnicas mediante los cuales se modifican las características de los residuos de construcción y demolición, incrementando sus posibilidades de reutilización o y se minimizan los impactos ambientales y los riesgos para la salud humana.
- **Trazabilidad:** Conjunto de aquellos procedimientos preestablecidos que permiten conocer el origen, tipo, ubicación, cantidad y la trayectoria, en este caso de los RCD, en un momento dado, a través de unas herramientas determinadas, así como los históricos de origen, tipo, ubicación, cantidad y trayectoria para un periodo de tiempo determinado.

- **Sitio de disposición final:** Lugar autorizado destinado para recibir y acopiar de forma definitiva el material residual del aprovechamiento en las plantas y todo aquel RCD pétreo que por sus características físicas no pudo ser objeto de aprovechamiento.

2.4. FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

El uso de óxido de calcio disminuirá significativamente el asentamiento del concreto mejorando la resistencia a compresión para los diferentes elementos estructurales en la provincia de Huaura, durante el 2018.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1. Tipo

El tipo de investigación que se realizó en el presente trabajo de tesis fue de tipo Básica, concentra su atención en las posibilidades fácticas de llevar a la práctica las teorías generales, y destina sus esfuerzos a resolver los problemas y necesidades que se plantean los hombres en sociedad en un corto, mediano o largo plazo. Es decir, se interesa fundamentalmente por la propuesta de solución en un contexto físico-social específico (Tamayo, 2001), este tipo de investigación se caracteriza por el interés en la aplicación de los conocimientos teóricos a determinada situación concreta y a las consecuencias prácticas que de ella se deriven; fundamentalmente en la propuestas de un plan de aseguramiento de la calidad en empresas constructoras de edificaciones en la Región Lima, en el 2017.

3.1.2. Enfoque

El nivel de investigación que se realizó en el presente trabajo de tesis fue de nivel Cuasi-experimental, ya que consiste en una serie de mediciones periódicas que se hacen en las personas en estudio, antes y después que se ha introducido la variable experimental. La cual es definida: “Son aquellas situaciones sociales en que el investigador no puede presentar los valores de la Variable Independiente a voluntad ni puede crear los grupos experimentales por aleatorización pero sí puede, en cambio, introducir algo similar al diseño experimental en su programación de procedimientos para la recogida de datos” (Campbell y Stanley, 1973).

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. Población

Travers y Cooper (1997), entendemos por población a todos los posibles miembros de un grupo de entre los cuales se extrae una muestra. En nuestro caso, la población

de estudio en el presente trabajo de investigación lo conformaron 20 probetas con concreto adicionado con oxido de calcio en el 2017.

3.2.2. Muestra

En nuestro caso, la muestra de estudio en el presente trabajo de investigación lo conformaron 10 probetas con concreto adicionado con oxido de calcio en el 2017., esta información se obtuvo mediante la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 PQN}{E^2(N-1) + Z^2 PQ}$$

Donde:

N: tamaño de la población.

Z: Grado de confianza que se establece.

E: Error absoluto precisión de la estimación de la proporción.

P: Proporción de unidades que poseen el atributo de interés.

Q: la diferencia aritmética de P respecto a la unidad.

Entonces reemplazando tenemos:

$$n = \frac{(1.96)^2(0.5)(0.5)(20)}{(0.05)^2(19) + (1.96)^2(0.5)(0.5)} = 19 \text{ probetas.}$$

Tamaño final de muestra (n) corregida por KISH:

$$n = \frac{n_0}{1 + \frac{n_0}{N}}$$

Entonces reemplazando tenemos:

$$n = \frac{19}{1 + \frac{19}{20}} = 10 \text{ probetas.}$$

3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES E INDICADORES

3.3.1. Variable Independiente

Oxido de calcio.

Definición Conceptual.-

El **óxido de calcio** (CaO) es un compuesto inorgánico que contiene **calcio** y oxígeno en formas iónicas (no confundir con el peróxido de **calcio**, CaO₂). ... A su vez, la piedra caliza (piedra de cal o cal endurecida) es en realidad una roca sedimentaria compuesta principalmente de carbonato de **calcio** (CaCO₃).

3.3.2. Variable Dependiente

Concreto.

Definición Conceptual.-

El Concreto es una mezcla de piedras, arena, agua y cemento que al solidificarse constituye uno de los materiales de construcción más resistente para hacer bases y paredes. La combinación entre la arena, el agua y el cemento en algunos países latinoamericanos se le conoce como Mortero, mientras que cuando el concreto ya está compactado en el lugar que le corresponde recibe el nombre de hormigón.

Tabla 3. Operacionalización de las Variables

Variables	Dimensiones	Indicadores	Fuente de Verificación
Variable X: Oxido de calcio	Propiedades químicas	<ul style="list-style-type: none"> • Tamaño • Tiempo • Temperatura • Composición • Pérdida de masa 	Observación/ Ficha técnica
		<ul style="list-style-type: none"> • Trabajabilidad • Fraguado 	
Variable Y: Concreto	Estado fresco	<ul style="list-style-type: none"> • Trabajabilidad • Fraguado 	Observación/ Ficha técnica
	Estado endurecido	<ul style="list-style-type: none"> • Compresión • Densidad • Porosidad 	

Nota: Elaboración Propia

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.4.1. Técnicas a emplear

La técnica que se empleó en el presente trabajo de investigación de tesis, fue la observación, que es una herramienta más usada en los trabajos de investigación científica, por facilitarnos una mejor perspectiva de la población en estos casos. Siguiendo a Tamayo (2001) La técnica de observación es una técnica de investigación que consiste en observar personas, fenómenos, hechos, casos, objetos, acciones, situaciones, etc., con el fin de obtener determinada información necesaria para una investigación.

3.4.2. Descripción de los instrumentos

En base a la evidencia experimental existente, Kent y Park propusieron la curva esfuerzo-deformación para concreto confinado por estribos rectangulares. Para

lograr calcular los resultados de manera rápida y precisa, en la investigación se empleara como instrumento un software para poder resolver las ecuaciones.

El software MATHCAD, es un software de computadora diseñado principalmente para la verificación, validación, documentación y re-uso de cálculos de ingeniería. Finalmente, la recolección de datos ha sido producto de la búsqueda bibliográfica y el cálculo comparativo se realizó mediante la adición del módulo de elasticidad de la fibra de carbono SIKA WRAP 600C, presente en la especificación técnica.

3.5. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para la simulación de la resistencia y flexión de columnas cuadradas, serán analizadas y organizadas, según la metodología del caso de estudio, donde se plasmaran diagramas de flujo, los procesos y gráficos circulares y/o barras necesarias. Además, para relaciones esfuerzo-deformación para el concreto confinado por estribos, se usara el Modelo de Kent Park.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Caracterización de la materia prima

Agregado Fino

Tabla 4. Características del Agregado Fino. (Propia)

Ensayo	Norma	Resultado	Rango
Análisis Granulométrico	NTP 400.012 / ASTM C136		Ver Tabla N° 21
Módulo de Finura		2.6	2.3 - 3.1
Material más fino que pasa tamiz N°200:(%)	NTP 400.018 / ASTM C117	1.4	Máximo 3% para concretos sujetos a abrasión y 5% para otros concretos.
Contenido de humedad	NTP 339.185/ ASTM C566	0.55	-
Peso unitario suelto (kg/m³)	NTP 400.017 / ASTM C29	1710	-
Peso unitario compactado (kg/m³)	NTP 400.017 / ASTM C29	1900	-
Peso específico (g/cm³)	NTP 400.022 / ASTM C128	2.9	-
Absorción (%)	NTP 400.022 / ASTM C128	1.5	-

Nota: Elaboración propia

Tabla 5. Composición del Agregado Fino.

Composición de la muestra	
% Grava (de 3" a 3/8"):	0
% Grano grueso (N°4 a N°8):	7.43
% Grano medio (N°16 a N°30):	42.42
% Grano fino (N°50 a N°200):	49.35
% Limo-arcilloso (< N°200)	0.80
Total	100

Nota: Elaboración propia

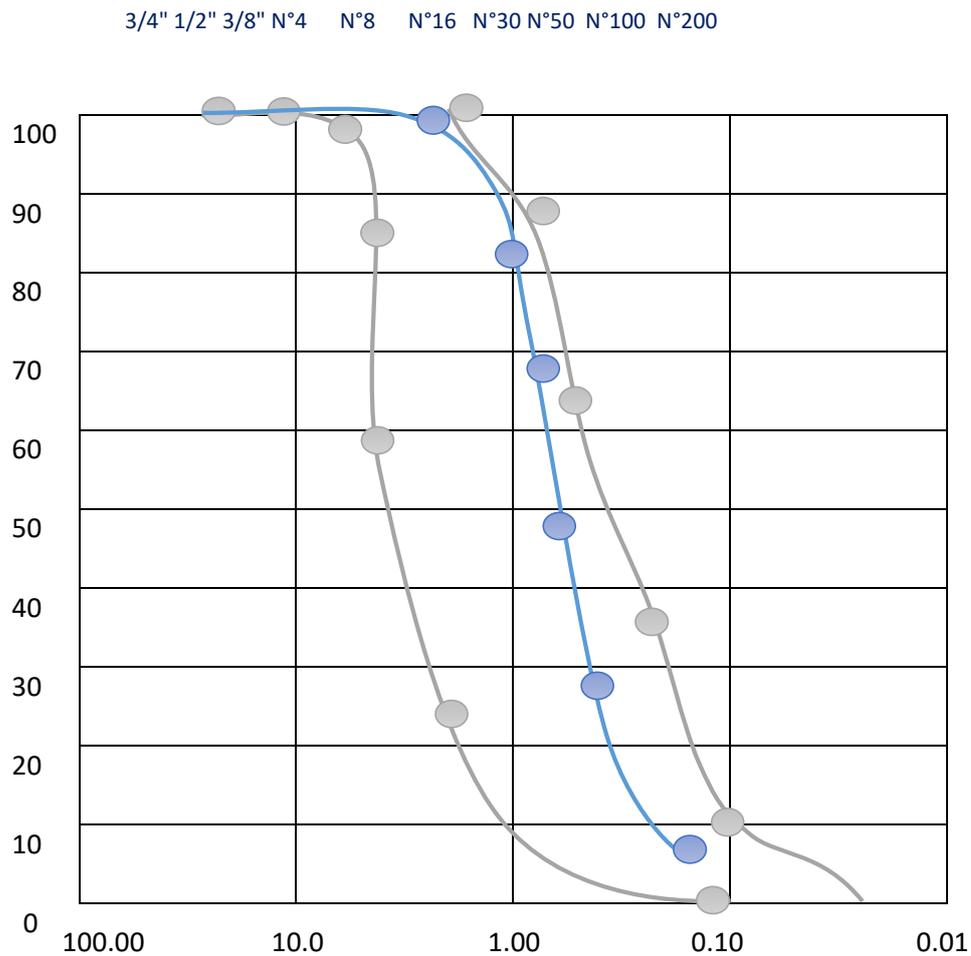


Figura 2. Curva granulométrica del agregado fino

Nota: Elaboración propia

Agregado Grueso

Tabla 6. Características del Agregado Grueso.

Ensayo	Norma	Resultado	Rango
Análisis Granulométrico	NTP 400.012 / ASTM C136	TM 19 mm (3/4")	-
		TMN 13.2 mm (1/2") - Huso 7	Ver Tabla N° 22
Material más fino que pasa tamiz N°200: (%)	NTP 400.018 / ASTM C117	0.5	Máximo 1
Contenido de humedad (%)	NTP 339.185/ ASTM C566	0.2	-
Peso unitario suelto (kg/m³)	NTP 400.017 / ASTM C29	1400	-
Peso unitario compactado (kg/m³)	NTP 400.017 / ASTM C29	1600	-
Peso específico (g/cm³)	NTP 400.021 / ASTM C127	2.6	-
Absorción (%)	NTP 400.021 / ASTM C127	2.2	-
Abrasión (%)	NTP 400.019 / ASTM C131	19	Máxima pérdida de 50

Nota: Elaboración propia

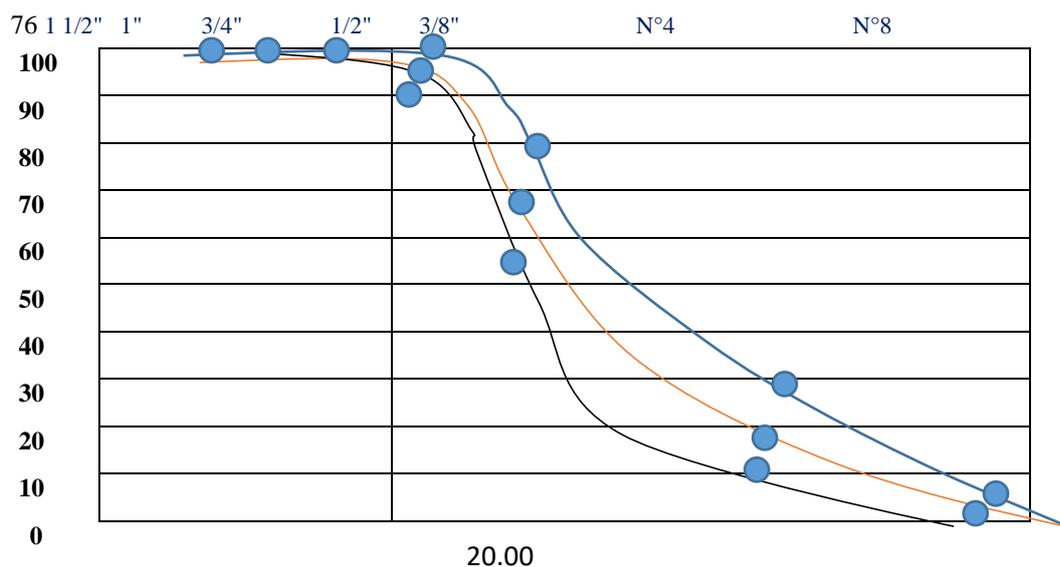


Figura 3. Curva granulométrica del agregado grueso.

Nota: Elaboración propia

Tabla 7. Características de los áridos para el diseño de mezcla.

Caracterización	Agregado grueso	Agregado fino
Granulometría		
*TM	3/4"	
*TMN	1/2"	
*Módulo de finura	6.43	2.5
*Huso Granulométrico	7	
Masa unitaria		
*masa unitaria compactada (kg/m ³)	1600	1890
*masa unitaria suelta (kg/m ³)	1400	1700
Densidad aparente (kg/m³)	2640	2810
Absorción (%)	2.2	1.4
Humedad natural (%)	0.2	0.5

Nota: Elaboración propia

Agua

Tabla 8. Requisitos químicos del agua.

Requisitos Químicos		
Ensayo	Resultado	Rango
Ph	6,0	5,0 – 8,0
Sal (p.p.m.)	800	< 1000
Conductividad (uS/cm)	1421	< 1500
Sólidos en suspensión (p.p.m.)	961	< 5000

Nota: (Fernández Cánovas, 2011)

Óxido de calcio

Para determinar la temperatura de sinterización de las cenizas de ganado bovino y así eliminar sus componentes orgánicos que pueden influenciar en la durabilidad del concreto. Se realizó el ensayo TGA termogravimétrico el cual muestra la pérdida de masa conforme aumenta la temperatura y el

ensayo DTA Calorímetro diferencial de barrido, que mide el flujo de calor en función a la temperatura.

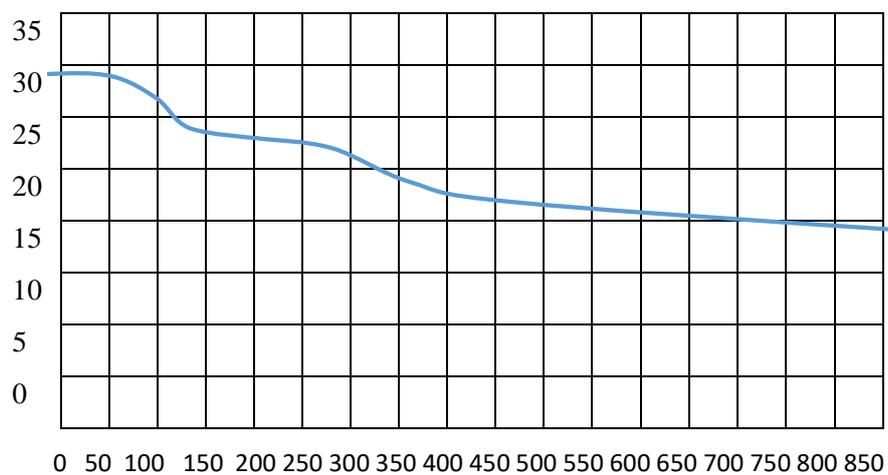


Figura 4. Análisis termogravimétrico.

Nota: Elaboración propia

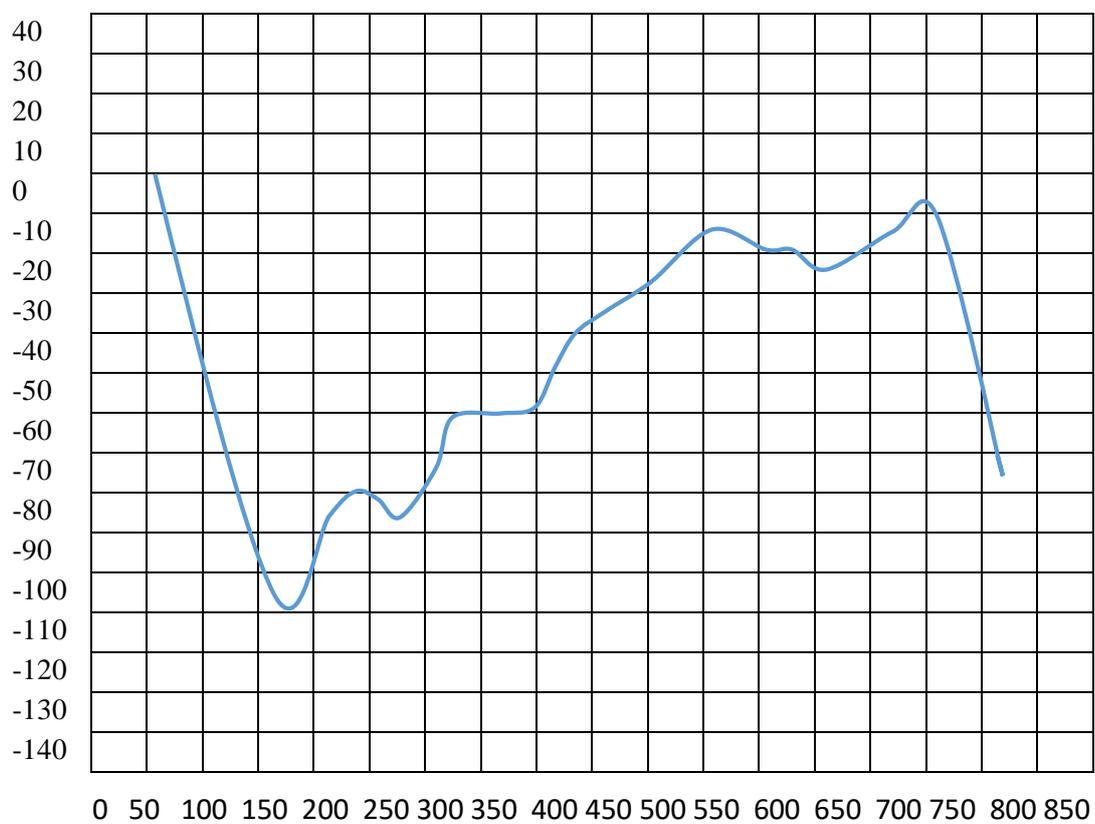


Figura 5. Análisis calorímetro diferencial de barrido.

Nota: Elaboración propia

4.1.2. Diseño de Mezcla

Tabla 8. Diseño de mezcla.

Elemento	Peso por m ³ (kg)	Densidad (kg/m ³)	Volumen (m ³)
Cemento	463.52	3 100	0.14
Aire	32.5	1 300	0.02
Agua	240.92	1 000	0.24
Grava	928.35	2 639	0.34
Arena	730.54	2 810	0.27
Total	2 363.34		1.00

Nota: Elaboración propia

4.1.3 Propiedades en Estado Fresco

Trabajabilidad NTP 339.035 (ASTM C143)

Tabla 9. Media, Variación, desviación estándar para asentamiento.

Porcentajes	Promedio de Asentamiento	Varianza	Desviación Estándar (in)	Desviación estándar (in) ASTM C143	Rango aceptable para cuatro resultados (in) ASTM C143
	in				
Patrón sp	3 1/4	0.06	0.25	0.38	1.37
n0=0% cp	8 1/2	0.06	0.25	0.4	1.44
n1=1% cp	8	0.06	0.25	0.4	1.44
n2=2% cp	6 1/2	0.06	0.25	0.4	1.44
n3=3% cp	5 1/4	0.06	0.25	0.4	1.44
n4=4% cp	4 1/4	0.06	0.25	0.4	1.44
n5=5% cp	2 1/2	0.06	0.25	0.4	1.44
n6=6% cp	1 1/2	0.06	0.25	0.4	1.44
n4=7% cp	3 3/4	0.06	0.25	0.4	1.44
n5=8% cp	2	0.06	0.25	0.4	1.44
n6=9% cp	4 1/2	0.06	0.25	0.4	1.44

Nota: Elaboración propia

Tiempo de Fraguado NTP 339.082:2011 (ASTM C403)

Tabla 10. Tiempo de Fraguado y temperatura del concreto.

Porcentajes	Tiempo de Fraguado Promedio (min)		Temperatura Promedio (°C)	
	Tiempo Inicial	Tiempo Final	T concreto	T ambiente
Patrón sp	258	402	27.0	25.3
n0=0% cp	282	422	27.1	25.2
n1=1% cp	267	410	26.6	25.2
n2=2% cp	264	390	26.1	24.9
n3=3% cp	260	379	26.1	24.8
n4=4% cp	256	375	25.7	24.7
n5=5% cp	257	376	25.8	24.7
n6=6% cp	265	387	25.8	24.6
n7=7% cp	255	375	25.7	24.7
n8=8% cp	259	376	25.6	24.5
n9=9% cp	261	387	25.5	24.6

Tabla 11. Ensayo Tiempo de Fraguado.

Porcentajes	Tiempo de Fraguado					
	Tiempo Inicial		Tiempo Final		Δ Tiempo	
	min	h,min	min	h,min	min	h,min
Patrón sp	258	4 25	402	6 42	143	2 23
n0=0% cp	282	4 42	422	7 02	140	2 20
n1=1% cp	267	4 27	410	6 50	143	2 23
n2=2% cp	264	4 21	390	6 30	126	2 06
n3=3% cp	260	4 20	379	6 19	119	1 59
n4=4% cp	256	4 16	375	6 15	118	1 58
n5=5% cp	257	4 17	376	6 16	119	1 59
n6=6% cp	265	4 25	387	6 27	122	2 02
n7=7% cp	255	4 18	375	6 15	121	1 58
n8=8% cp	259	4 17	376	6 16	119	1 59
n9=9% cp	261	4 22	387	6 27	124	2 02

Nota: Elaboración propia

Tabla 12 Media, Variación, desviación estándar para fraguado inicial.

Mezclas	Porcentajes	Fraguado Inicial (mim)	Varianza	Desviación Estándar (mim) ASTM C403	Rango aceptable de tres resultados (mim) NTP 339.082
% de Óxido de Calcio	Patrón sp	258	27.73	5.27	11.40
	n0=0% cp	282	12.75	3.57	
	n1=1% cp	267	28.41	5.33	
	n2=2% cp	264	27.05	5.20	
	n3=3% cp	260	16.86	4.11	
	n4=4% cp	256	5.70	2.39	
	n5=5% cp	257	15.09	3.88	
	n6=6% cp	265	26.22	5.12	
	n7=7% cp	255	5.70	2.42	
	n8=8% cp	259	15.09	3.91	
n9=9% cp	261	26.22	5.13		

Nota: Elaboración propia

Tabla 13. Media, Variación, desviación estándar para fraguado final.

Mezclas	Porcentajes	Fraguado Final (mim)	Varianza	Desviación Estándar (mim) ASTM C403	Rango aceptable de tres resultados (mim) NTP 339.082
% de Óxido de Calcio	Patrón sp	402	13.66	3.70	14.60
	n0=0% cp	422	27.42	5.24	
	n1=1% cp	410	15.81	3.98	
	n2=2% cp	390	25.05	5.01	
	n3=3% cp	379	51.95	7.21	
	n4=4% cp	375	9.74	3.12	
	n5=5% cp	376	23.30	4.83	
	n6=6% cp	387	37.65	6.14	
	n7=7% cp	375	9.72	3.15	
	n8=8% cp	376	23.25	4.81	
n9=9% cp	387	37.41	6.11		

Nota: Elaboración propia

4.4. Propiedades en Estado Endurecido

Resistencia a Compresión NTP 339.034 (ASTM C39)

Tabla 14. Ensayo de Resistencia a Compresión.

% de Óxido de Calcio	Probeta	Fuerza (KN)	Resistencia (MPa)	Resistencia Promedio (Kg/cm ²)
Patrón sp	A11	235.6	30	302
	A12	237.4	30.23	
	A13	237	30.17	
n0=0% cp	A21	242.3	30.85	309
	A22	243.3	30.98	
	A23	241.8	30.79	
n1=1% cp	A31	244.6	31.14	312
	A32	245.7	31.28	
	A33	245.1	31.21	
n2=2% cp	A41	264	33.62	337
	A42	263.8	33.59	
	A43	265.2	33.76	
n3=3% cp	A51	268	34.12	341
	A52	267.2	34.03	
	A53	267.8	34.1	
n4=4% cp	A61	279.9	35.64	353
	A62	275.3	35.06	
	A63	276.4	35.19	
n5=5% cp	A71	263.2	33.51	335
	A72	262.7	33.45	
	A73	263.1	33.5	
n6=6% cp	A81	254	32.34	325
	A82	254.4	32.39	
	A83	255.5	32.53	
n7=7% cp	A91	279.8	35.63	333
	A92	275.2	35.02	
	A93	276.1	35.15	
n8=8% cp	A101	263.2	33.55	339
	A102	261.5	33.41	
	A103	262.3	33.3	
n9=9% cp	A111	253.1	32.32	341
	A112	253.1	32.37	
	A113	253.5	32.32	

Nota: Elaboración propia

Tabla 15. Media, Variación, desviación estándar para compresión.

Porcentajes	Resistencia Promedio (Kg/cm ²)	Varianza	Desviación Estándar (Kg/cm ²)	Coficiente de variación ASTM C39 (Kg/cm ²)	Rango aceptable (Kg/cm ²) ASTM C39
Patrón sp	302	2.33	1.53	3.19	11.51
n0=0% cp	309	0.93	0.97		
n1=1% cp	312	0.61	0.78		
n2=2% cp	337	1.26	1.12		
n3=3% cp	341	0.16	0.40		
n4=4% cp	353	27.26	5.22		
n5=5% cp	335	4.45	2.11		
n6=6% cp	325	0.22	0.47		
n7=7% cp	336	1.25	1.11		
n8=8% cp	344	0.18	0.39		
n9=9% cp	351	27.11	5.18		

Nota: Elaboración propia

Absorción ASTM C 642

Tabla 16. Media, Variación, desviación estándar para absorción.

Porcentajes	Absorción Promedio (%)	Varianza	Desviación Estándar (%)
Patrón sp	7.2	0.01	0.10
n0=0% cp	6.1	0.18	0.42
n1=1% cp	5.0	0.29	0.54
n2=2% cp	3.3	1.14	1.07
n3=3% cp	2.0	0.01	0.10
n4=4% cp	1.5	0.02	0.15
n5=5% cp	1.8	0.01	0.10
n6=6% cp	2.2	0.45	0.67
n7=7% cp	1.5	0.02	0.14
n8=8% cp	1.7	0.01	0.11
n9=9% cp	2.1	0.47	0.65

Nota: Elaboración propia

Porosidad ASTM C 642

Tabla 17. Media, Variación, desviación estándar para porosidad.

Porcentajes	Porosidad Promedio (%)	Varianza	Desviación Estándar (%)
Patrón sp	16.0	0.05	0.22
n0=0% cp	13.9	0.87	0.93
n1=1% cp	11.4	1.43	1.20
n2=2% cp	7.7	6.12	2.47
n3=3% cp	4.7	0.06	0.25
n4=4% cp	3.6	0.12	0.35
n5=5% cp	4.2	0.06	0.24
n6=6% cp	5.2	2.48	1.57
n7=7% cp	3.9	0.15	0.41
n8=8% cp	4.1	0.08	0.26
n9=9% cp	5.1	2.32	1.41

Nota: Elaboración propia

Densidad en seco ASTM C 642

Tabla 18. Densidad en seco del concreto

% de Óxido de Calcio	Probeta	Peso saturado (kg)	Peso sumergido (kg)	Peso seco (kg)	Densidad (kg/m ³)	Densidad Promedio (kg/m ³)
Patrón sp	A11	3.824	2.227	3.567	2234	2230
	A12	3.823	2.223	3.564	2228	
	A13	3.847	2.236	3.593	2230	
n0=0% cp	A21	3.835	2.243	3.602	2263	2270
	A22	3.82	2.23	3.594	2260	
	A23	3.843	2.24	3.637	2269	
n1=1% cp	A81	3.847	2.244	3.686	2299	2290
	A82	3.836	2.242	3.64	2284	
	A83	3.82	2.236	3.632	2293	
n2=2% cp	A31	3.851	2.244	3.719	2314	2320
	A32	3.767	2.178	3.687	2320	
	A33	3.832	2.247	3.675	2319	
n3=3% cp	A71	3.788	2.208	3.715	2351	2360
	A72	3.802	2.219	3.731	2357	
	A73	3.839	2.247	3.76	2362	
n4=4% cp	A41	3.797	2.215	3.744	2367	2370
	A42	3.824	2.236	3.76	2368	

	A43	3.78	2.205	3.724	2364	
n5=5% cp	A51	3.81	2.217	3.747	2352	2360
	A52	3.831	2.236	3.765	2361	
	A53	3.806	2.223	3.736	2360	
n6=6% cp	A61	3.837	2.244	3.733	2343	2350
	A62	3.757	2.178	3.702	2345	
	A63	3.846	2.247	3.755	2348	
n7=7% cp	A92	3.797	2.215	3.744	2367	2321
	A93	3.824	2.236	3.76	2368	
	A101	3.78	2.205	3.724	2364	
n8=8% cp	A102	3.81	2.217	3.747	2352	2352
	A103	3.831	2.236	3.765	2361	
	A111	3.821	2.220	3.731	2360	
n9=9% cp	A112	3.834	2.242	3.7331	23431	2348
	A113	3.752	2.178	3.702	2342	
	A92	3.823	2.241	3.752	2347	

Nota: Elaboración propia

Tabla 19 Media, Variación, desviación estándar para densidad en seco.

Porcentajes	Densidad en seco Promedio	Varianza	Desviación Estándar (kg/m ³)
	(kg/m ³)		
Patrón sp	2230	9.21	3.03
n0=0% cp	2270	19.45	4.41
n1=1% cp	2290	63.69	7.98
n2=2% cp	2320	9.82	3.13
n3=3% cp	2360	27.84	5.28
n4=4% cp	2370	2.84	1.68
n5=5% cp	2360	22.04	4.69
n6=6% cp	2350	6.76	2.60
n7=7% cp	2321	2.81	1.65
n8=8% cp	2352	22.02	4.61
n9=9% cp	2348	6.23	2.54

Nota: Elaboración propia

Costos de Producción del óxido de calcio

Para la estimación de costos de producción de un 1 kg de óxido de calcio, se hizo un análisis de precios unitarios, considerando cada uno de los procesos que debe pasar la materia prima, desde la recolección hasta la calcinación

Tabla 20. Análisis de costos para la recolección.

Rendimiento 500 Kg/día			Costo unitario por kg		1.90
Descripción	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
<u>Mano de Obra</u>					
Oficial	hh	1	0.016	16.5	0.26
Peón	hh	1	0.016	14.84	0.24
					0.50
<u>Materiales</u>					
Hueso ovino	kg		1	1.00	1.00
					1.00
<u>Herramientas y maquinas</u>					
Herramientas manuales	% MO		3.000	0.50	0.02
Camioneta	hm	1	0.016	25.00	0.42
					0.42

Nota: Elaboración propia

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. DISCUSIÓN

El propósito de la investigación es determinar el uso que tiene la adición de óxido de calcio extraído a partir de residuos de ganado bovino sobre las propiedades en estado frescoendurecido del concreto. Para ello, fue necesario realizar primero ensayos físicos, químicos y mecánicos de la materia prima en este caso los agregados (arena gruesa y piedra de 1/2"), agua y las cenizas de hueso de bovino. Luego se procedió a la elaboración del diseño de mezcla $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ de acuerdo al método de ACI-211, y se conformaron mezclas para evaluar sus propiedades en estado fresco (asentamiento y tiempo de fraguado) y especímenes cilíndricos de $\text{Ø}10 \text{ cm}$ por 20 cm de altura para evaluar sus propiedades en estado endurecido (resistencia a compresión, densidad, absorción y porosidad).

Cada uno de los ensayos realizados, fue ejecutado y evaluado de acuerdo a los lineamientos que establecen las normas técnicas peruanas (NTP) y las del ministerio de transporte y telecomunicaciones (MTC), las cuales están basadas en las normas de la sociedad americana de prueba de materiales (ASTM).

La granulometría implica identificar los diferentes tamaños de partículas que existen en los agregados, ya que si estas presentan mismos tamaños, la mezcla de concreto al ser elaborada contendrá gran cantidad de vacíos en su interior, afectando directamente su trabajabilidad.

Por ello es necesario que los agregados cumplan con las especificaciones señaladas por la norma como una buena distribución de tamaños ya que esta propiedad afecta la segregación y exudación de la mezcla, que se verá reflejado en la resistencia, estabilidad de volumen y durabilidad.

5.2 CONCLUSIONES

- La adición de Cal influye en la resistencia a la compresión del concreto, reduciendo significativamente la resistencia a la compresión del concreto cuando se adiciona 10 y 15%, así lo demuestra el análisis estadístico, que muestra que el promedio de resultados de las pruebas 2 a la prueba 6 tiene una diferencia altamente significativa respecto al promedio.
- La adición de Cal en un 5% es aceptable y modifica la resistencia del concreto en límites tolerables, la cual puede ser aplicada a fin de reducir costos de adquisición de cemento portland, esto se demuestra en el análisis estadístico mostrado.
- El diseño de mezclas con adición de Cal óptimo para un concreto de $f'c=210\text{kg./cm}^2$ se encontró con 5% de Cal.
- A mayor proporción de Cal el concreto pierde su resistencia a la compresión.
- Los valores de $f'c$ para las diferentes fuentes de variación que se muestran son altamente significativos por lo que era necesario evaluar utilizando la prueba de rango múltiple de Duncan ($P=0.05$)

5.3 RECOMENDACIONES

- Utilizar Cal como adicionado en proporciones no mayores al 5%, respecto al diseño del concreto patrón o normal para elementos estructurales.
- Se recomienda que para futuras investigaciones se interesen en el reusó de otros materiales similares a la Cal, que permita sustituir en proporción adecuada el uso del cemento a fin de aminorar los costos de producción de concreto.
- Realizar investigaciones similares utilizando Cal en diferentes proporciones para la estabilización de suelos, aplicable para construcción de caminos.
- Se recomienda utilizar la prueba de significancia de Duncan para realizar las comparaciones de promedios de investigaciones similares a la presente.

CAPÍTULO V

FUENTES DE INFORMACIÓN

5.1. FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

Antonio Blanco. (1997). *Estructuración y Diseño de Edificios de Concreto Armado*. 2da. Edición. Colección del Ingeniero Civil, Libro 2.

Arthur H. Nilson. (1987). *Design of Prestressed Concrete*. Second Edition. John Wiley & Sons

Arthur H. Nilson. (1999). *Diseño de Estructuras de Concreto*. 12a. Edición. McGraw Hill Interamericana.

Barajas, P. (2014) *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* (tesis pregrado) Universidad de la Salle: Colombia.

Calabuig, R. (2015) *Efecto de la adición de cal en las propiedades mecánicas y durabilidad de hormigones con altos contenidos en cenizas volantes silíceas* (tesis pregrado) Universidad de la Salle: Colombia.

Durand, A. (2017) *Influencia del óxido de calcio en la trabajabilidad, fraguado, compresión, densidad, porosidad y absorción del concreto para elementos estructurales* (tesis pregrado) Universidad Privada del Norte.

Gonzales, J. (2016) *Estudio del mortero de pega usado en el cantón cuenca. Propuesta de mejora, utilizando adiciones de cal* (tesis posgrado) Universidad Nacional Autónoma: México.

Pacco, J. (2016) *Efecto de la adición de cal en la resistencia a la compresión de un concreto* (tesis pregrado) Universidad Nacional Andina de Puno.

Bergsdal, H. (2007). *Projection of construction and demolition waste in Norway*. Recuperado el 4 de Marzo de 2018

5.2. FUENTES HEMEROGRÁFICAS

American Concrete Institute. (1999). *Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-99) and Commentary (ACI 318R-99)*.

American Concrete Institute. (2002). *Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-02) and Commentary (ACI 318R-02)*.

Berasategui L., F. Parés y L. G. Renart (2003) Caso Imaginarium. M-1173, IESE Business

ININVI. (1989). *Norma Técnica de Edificación E-060, Concreto Armado. Instituto Nacional de Investigación y Normalización de la Vivienda*. Lima, Perú.

Omran A, Mahmood A, Aziz A, Robinson Gm. (2009). *Investigating household's attitudes toward recycling of solid waste in Malaysia: a case study*. International Journal of Environmental Resources 3:275–88.

Osmani, M. (2011). *Construction Waste. En Waste A Handbook for Management*. Pages 207–218. Elsevier press.

Osmani, M., Glass J., Price, A.D.F. (2006). *Architect and Contractor Attitudes to Waste Minimization. In: Proceedings of the Institution of Civil Engineers. Waste and Resource Management* 159 (2):65–72.

Osmani, M., Glass J., Price, A.D.F, (2008). *Architects perspectives on construction waste reduction by design*. Waste Management 28: 1147-1158

Ostrom E. (1990). *Governing the commons. The evolution of institutions for collective action*. New York: Cambridge University Press

5.3. FUENTES DOCUMENTALES

Aldana, J., & Serpell, A. (2012). *Temas y tendencias sobre residuos de construcción y demolición: un metaanálisis*.

Bazán, I. (2018) *Caracterización de residuos de construcción de Lima y Callao (estudio de caso)*, (tesis pregrado) Pontificia Universidad Católica del Perú: Lima

Bazán, I. (2018) *Caracterización de residuos de construcción de Lima y Callao (estudio de caso)*”, para optar en título de Ingeniero Civil Pontificia Universidad Católica del Perú, nos menciona:

Bueno, C., et al. (2014). *Caracterización cuantitativa y cualitativa de los residuos de la construcción sólida para nuevas construcciones de edificios*. Recuperado el 7 de Marzo de 2018, de http://www.edutecne.utn.edu.ar/coini_2013/trabajos/COA41_TC.pdf

Burgos, D. (2010). *Guía para la gestión y tratamiento de residuos y desperdicios de proyectos de construcción y demolición*. Valdivia: Universidad austral de Chile. Recuperado el 19 de Diciembre de 2017

Carhuamaca, E. & Mundaca, K. (2014) *Sistema de gestión de calidad para la ejecución del casco estructural de la torre de 5 pisos del Proyecto Los Parques de San Martín de Porres* (tesis pregrado) Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas: Lima.

Comisión Europea. (2011). *European Comission*. Obtenido de http://ec.europa.eu/index_en.htm

Condori, Y. (2014). *Reutilización de Agregados en la Producción del Concreto para Edificaciones en la Ciudad de Juliaca*. Lima. Obtenido de <http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/84>

- Conesa, V. (2010). *Guía metodológica de evaluación ambiental*. Madrid: Mundi - Prensa. Conoma. (17 de Enero de 2010). Fundación Conoma. Recuperado el 15 de Diciembre de 2017, de www.conama.org
- Cyma. (2007). *Plan de residuos sólidos de Costa Rica*. San Jose, Costa Rica: Instituto fomento y asesoría municipal. Recuperado el 13 de Enero de 2018
- Environmental Protection Department (EPD) Hong Kong. (2012). *The legislation for the Construction Waste Disposal Charging Scheme (Charging Scheme)*. Recuperado de: <http://www.epd.gov.hk/epd/misc/cdm/scheme.htm#a>
- Escandón M, J.C. (2011). *Diagnóstico técnico económico del aprovechamiento de residuos de construcción y demolición en edificaciones en Santa Fe de Bogotá*. Pontificia Universidad Javeriana. Tesis de pregrado. 108p
- Fernández, L. (2014) *Diseño de un sistema integral de gestión de la calidad, medio ambiente y riesgos laborales* (tesis posgrado) Universidad politécnica de Valencia: España.
- González, E. (2016). *Ministerio de ambiente y desarrollo sustentable Argentina*. Obtenido de <http://www.ambiente.gov.ar/infoteca/aea/descargas/audiano01.pdf>
- INEI. (2014). INEI. Obtenido de <https://www.inei.gov.pe/estadisticas/indice-tematico/housing/>
- La República. (11 de Marzo de 2015). *Solo hay diez rellenos sanitarios para 30 millones de habitantes*. Recuperado el 24 de Junio de 2017, de <http://larepublica.pe/11-03-2015/solo-hay-diez-rellenos-sanitarios-para-30-millones-de-habitantes>
- Li, W. (2002). *Composition analysis of construction and demolition Waste in construction industry in Hong Kong*. Hong Kong, China: The Hong Kong Polytechnic University. Recuperado el 11 de Enero de 2018
- Libera, B. (2007). *Biblioteca virtual de salud de Cuba*. Recuperado el 6 de enero de 2018, de BVSCUBA: http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol15_3_07/aci08307.htm

Luna, D. (2012). *Universidad nacional autónoma de México*. Recuperado el 02 de Febrero de 2018, de UNAM: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/2398/Tesis.pdf?sequence=1>

Norma ISO 9000:2000 Sistemas de gestión de la calidad. Fundamentos y vocabulario.

Norma ISO 9001:2000 Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos.

Norma ISO 9004:2000 Sistemas de gestión de la calidad. Directrices para la mejora del desempeño.

Medina, J. (2013) *Propuesta para la implementación del sistema de gestión de calidad basado en la norma ISO 9001:2008 en una empresa del sector construcción* (tesis pregrado) Pontificia Universidad Católica del Perú: Lima.

Medina, M. (2015) *Implementación de metodologías para la gestión de residuos de construcción y demolición en edificaciones de vivienda de material noble en Lima* (tesis pregrado) Universidad Ricardo Palma: Lima

Memorias Foro Internacional ISO 9000 versión 2000. Fabio Tobón Londoño, Director Ejecutivo Icontec.

Publicación especializada en calidad. “*Gestión de la Calidad ISO 9000 para empresas de Construcción*” Fabio Moreno Pinzón – Luis Fernando Botero Botero

Publicación especializada en calidad. “*Experiencias sobre aplicación de sistemas de calidad en empresas constructoras de Sudamérica*”.

Rosado, R. (2013) *Estudio y comparativa de los controles de calidad de los proyectos y obras de construcción en Europa* (tesis posgrado) Universidad Politécnica de Cataluña: España.

Segura, Z. (2013) *Propuesta de modelo de desarrollo de la gestión de la calidad en las empresas constructoras de edificaciones* (tesis pregrado) Universidad Nacional de Ingeniería: Lima.

Vaquero, C. (2013) *Gestión del Control de calidad en la promoción pública de obras de construcción y propuesta de un Índice de Calidad* (tesis posgrado) Universidad de la Coruña: España.

5.4. FUENTES ELECTRÓNICAS

Agencia medio ambiental de los Estados Unidos. (2003). EPA. Recuperado el 17 de Setiembre de 2017, de EPA web site: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-11/documents/cd-meas.pdf>

Casal, J., & Mateu, E. (2003). *Tipos de muestreo. Obtenido de Mat*: [http://www.mat.uson.mx/~ftapia/Lecturas%20Adicionales%20\(C%20C3%B3mo%20dise%C3%B1ar%20una%20encuesta\)/TiposMuestreo1.pdf](http://www.mat.uson.mx/~ftapia/Lecturas%20Adicionales%20(C%20C3%B3mo%20dise%C3%B1ar%20una%20encuesta)/TiposMuestreo1.pdf)

Cascadia Consulting Group. (Junio de 2006). Carlecycle. Recuperado el 3 de Marzo de 2018, de <http://www.calrecycle.ca.gov/publications/Documents/Disposal%5C34106007.pdf>

Castañón, M. (Diciembre de 2006). *UNEP*. Recuperado el 6 de Junio de 2016, de http://www.pnuma.org/gobernanza/documentos/Valoracion_Dano_Ambiental.pdf

Ciclo de vida de un edificio: <http://www.arqhys.com/arquitectura/construccion-ciclos-edificio.html>

Costos De No Calidad. 2011-2012. <https://www.clubensayos.com/Ciencia/Costos-De-NoCalidad/110742.html>

De Jesus, R., Duchesne, M., & Hernandez, W. (2013). SlideShare. Recuperado el 2016 de Junio de 14, de <http://es.slideshare.net/Rossotoledo/reciclado-o-recuperacinde-metales-y-compuestos-metlicos-ferrosos>

Ecología, I. (2007). Ine. Obtenido de Ine: http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones/libros/139/peligro_y_riesgo.html

Environment Agency. (2009). *European Environment Agency*. Recuperado el 15 de enero de 2018, de <http://www.eea.europa.eu/downloads/d528f3e78a3e334f8925723e0206e37c/1464921156/intro.pdf?direct=1>

Fernández, R. (2012). Google libros. Recuperado el 2018 de enero de 17, de [https://books.google.com.pe/books?id=m44Xfv7E7_4C&pg=PA173&lpg=PA173&dq=LaEvaluaci%C3%B3n+del+Impacto+Ambiental+\(EIA\)+es+un+procedimiento+jur%C3%ADcico+administrativo+de+recogida+de+informaci%C3%B3n,+an%C3%A1lisis+y+predicci%C3%B3n+destinado+a+anticipar](https://books.google.com.pe/books?id=m44Xfv7E7_4C&pg=PA173&lpg=PA173&dq=LaEvaluaci%C3%B3n+del+Impacto+Ambiental+(EIA)+es+un+procedimiento+jur%C3%ADcico+administrativo+de+recogida+de+informaci%C3%B3n,+an%C3%A1lisis+y+predicci%C3%B3n+destinado+a+anticipar),

García, C., García, M., & Agudelo, F. (2014). Scielo Colombia. Recuperado el 05 de Setiembre de 2017, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-921X2014000400008

Ministerio de ambiente. (2016). Plan nacional integrado de residuos, 2008 - 2015. Obtenido de http://www.lamoncloa.gob.es/espana/eh15/medioambiente/Documents/ISA_PNIR_26_11_2007.pdf

Ministerio del Ambiente. (2012). Informe anual de residuos sólidos municipales y no municipales en el Perú. Lima. Recuperado el 5 de Junio de 2017, de <http://redrrss.minam.gob.pe/material/20140423145035.pdf>

Ministerio del Ambiente. (2014). *Minam*. Obtenido de <http://redrrss.minam.gob.pe/material/20160328155703.pdf>

Ministerio del Ambiente. (2014). *Sexto informe nacional de residuos sólidos de la gestión del ámbito municipal y no municipal* 2013. Lima. <http://sinia.minam.gob.pe/documentos/cuarto-informe-nacional-residuos-solidosmunicipales-no-municipales>

Ministerio del Ambiente. (2014). Sexto informe nacional de residuos sólidos de la gestión del ámbito municipal y no municipal del 2013. Lima. Obtenido de <http://sinia.minam.gob.pe/documentos/cuarto-informe-nacional-residuos-solidosmunicipales-no-municipales>

MINSA. (2005). Minsa. Recuperado el 4 de Mayo de 2018, de ftp://ftp2.minsa.gob.pe/docconsulta/documentos/digesa/RM_Asbesto.pdf

Pérez, C. (2013). *Foromic*. Recuperado el 15 de enero de 2018, de http://www.fomin-events.com/pppamericas/2013/_upload/panelistas/2_0GIFQ.pdf

PWC. (2012). PWC. Recuperado el 15 de enero de 2018, de <https://www.pwc.es/es/sectorpublico/assets/brochure-estudios-impacto-economico.pdf>

Romero, E. (2006). *Residuos de construcción y demolición*. Recuperado el 6 de Febrero de 2015, de UHU: [http://www.uhu.es/emilio.romero/docencia/Residuos% 20Construccion.pdf](http://www.uhu.es/emilio.romero/docencia/Residuos%20Construccion.pdf)

ANEXO

ANEXO N° 1
MATRIZ DE CONSISTENCIA
USO DEL ÓXIDO DE CALCIO EN EL PROCESO DEL CONCRETO PARA ELEMENTOS ESTRUCTURALES, EN LA
PROVINCIA DE HUAURA – 2018

Problema	Objetivos	Hipótesis	variables	Indicadores	Metodología
<p>Problema General ¿Cuáles son los resultados de una evaluación del uso de óxido de calcio la cual disminuye el asentamiento del concreto mejorando la resistencia a compresión para los diferentes elementos estructurales en la provincia de Huaura, durante el 2018?</p> <p>Problema Específicos 1) ¿Cómo influye el uso de óxido de calcio en el asentamiento del concreto en estado fresco, la cual mejora la resistencia a compresión para los diferentes elementos estructurales en la provincia de Huaura, durante el 2018? 2) ¿Cómo influye el uso de óxido de calcio en el concreto en estado endurecido, la cual mejora la compresión, densidad y porosidad para los diferentes elementos estructurales en la provincia de Huaura, durante el 2018?</p>	<p>Objetivo General Analizar los resultados de la evaluación del uso de óxido de calcio la cual disminuirá el asentamiento del concreto mejorando la resistencia a compresión para los diferentes elementos estructurales en la provincia de Huaura, durante el 2018.</p> <p>Objetivos Específicos 1) Analizar el uso de óxido de calcio disminuirá el asentamiento del concreto en estado fresco, la cual mejora la resistencia a compresión para los diferentes elementos estructurales en la provincia de Huaura, durante el 2018. 2) Analizar el uso de óxido de calcio en el concreto en estado endurecido, la cual mejora la compresión, densidad y porosidad para los diferentes elementos estructurales en la provincia de Huaura, durante el 2018.</p>	<p>Hipótesis General El uso de óxido de calcio disminuirá significativamente el asentamiento del concreto mejorando la resistencia a compresión para los diferentes elementos estructurales en la provincia de Huaura, durante el 2018.</p>	<p>Variable Independiente: Oxido de calcio.</p> <p>Dimensiones • Propiedades químicas X_1</p> <p>Variable Dependiente: Concreto.</p> <p>• Estado fresco Y_1 • Estado endurecido Y_2</p>	<p>$X_{1.1}$. Tamaño $X_{1.2}$. Tiempo $X_{1.3}$. Temperatura $X_{1.4}$. Composición $X_{1.5}$. Pérdida de masa</p> <p>$Y_{1.1}$. Trabajabilidad $Y_{1.2}$. Fraguado</p> <p>$Y_{2.1}$. Compresión $Y_{2.2}$. Densidad $Y_{2.3}$. Porosidad</p>	<p>Población : 21 pruebas</p> <p>Muestra: 10 pruebas</p> <p>Nivel de Investigación: Cuasi - Experimental</p> <p>Tipo de Investigación: Básica</p> <p>Método de investigación: Comparativo</p> <p>Diseño: Experimental</p> <p>Instrumentos: Para medir la variable X e Y: Observación/ Ficha técnica</p>

