



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y  
MECÁNICAS DE UN CONCRETO  $F'C=210$  KG/CM<sup>2</sup> POR  
EFECTO DE LOS CEMENTOS PACASMAYO,  
QUISQUEYA Y QHUNA EN LA REGIÓN LAMBAYEQUE**

**PRESENTADA POR  
KEVYN STEYSON TAPIA MONTENEGRO**

**ASESOR**

**ERNESTO ANTONIO VILLAR GALLARDO  
JUAN MANUEL OBLITAS SANTA MARÍA**

**TESIS  
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**LIMA – PERÚ**

**2020**



**CC BY-NC-ND**

**Reconocimiento – No comercial – Sin obra derivada**

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede cambiar de ninguna manera ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



**USMP**  
UNIVERSIDAD DE  
SAN MARTÍN DE PORRES

**FACULTAD DE  
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y  
MECÁNICAS DE UN CONCRETO  $F'C=210$  KG/CM<sup>2</sup> POR  
EFECTO DE LOS CEMENTOS PACASMAYO, QUISQUEYA Y  
QHUNA EN LA REGIÓN LAMBAYEQUE**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADA POR**

**TAPIA MONTENEGRO, KEVYN STEYSON**

**LIMA - PERÚ**

**2020**

## **DEDICATORIA**

La siguiente tesis está dedicada a mis padres, Antonio Tapia Monsalve y Irene Montenegro Terrones por el incondicional apoyo para lograr concretar metas y objetivos propuestos y a mis hermanos que son, en mi vida, un motor fundamental.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por brindarme salud y ser mi guía en este camino. A los asesores por brindarme sus conocimientos para que esta investigación se haya desarrollado de la mejor manera, y al inmenso apoyo de mi familia en la realización de esta tesis.

## ÍNDICE

	Página
<b>RESUMEN</b>	xii
<b>ABSTRACT</b>	xiii
<b>INTRODUCCIÓN</b>	xiv
<b>CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	
1.1 Situación problemática	1
1.2 Formulación del problema	6
1.3 Objetivos	6
1.4 Justificación	7
1.5 Impacto potencial	8
1.6 Alcances y limitaciones	9
1.7 Viabilidad de la investigación	10
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO</b>	
2.1 Antecedentes de la investigación	11
2.2 Bases teóricas	16
2.3 Definición de términos básicos	56
2.4 Hipótesis	57
<b>CAPÍTULO III. METODOLOGÍA</b>	
3.1 Diseño metodológico	58
3.2 Operacionalización de ariables	59
3.3 Diseño muestral	59
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	60
3.5 Procesamiento de datos	60
3.6 Aspectos éticos	61
<b>CAPÍTULO IV. DESARROLLO</b>	
4.1 Caso de la investigación	62

4.2	Procedimiento de trabajo	62
4.3	Ejecución de ensayos en laboratorios	64
<b>CAPÍTULO V. RESULTADOS</b>		
5.1	Resultados de los ensayos de laboratorio	90
<b>CAPÍTULO VI. DISCUSIÓN</b>		
6.1	Contrastación de la hipótesis	105
6.2	Contrastación con antecedentes	108
<b>CONCLUSIONES</b>		<b>110</b>
<b>RECOMENDACIONES</b>		112
<b>FUENTES DE INFORMACIÓN</b>		<b>114</b>
<b>ANEXOS</b>		119

## ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1. Parámetros químicos normados del cemento	30
Tabla 2. Parámetros físicos normados del cemento	31
Tabla 3. Cementos no adicionados	31
Tabla 4. Cementos adicionados	32
Tabla 5. Propiedades de los cementos en estudio	36
Tabla 6. Composición química de cementos estudiados	37
Tabla 7. Requisitos de calidad del agua	38
Tabla 8. Parámetros de la granulometría por tamizado del agregado fino	39
Tabla 9. Requisitos granulométricos del agregado grueso.	40
Tabla 10. Requerimiento de la resistencia a la compresión	42
Tabla 11. Clasificación de consistencia	43
Tabla 12. Requerimiento de agua para diseño de mezcla	43
Tabla 13. Porcentaje de aire atrapado para diseño de mezcla	44
Tabla 14. Relación de agua / cemento para diseño de mezcla	44
Tabla 15. Volumen de diseño del agregado grueso	45
Tabla 16. Estimación de peso del agregado fino	46
Tabla 17. Tolerancia para rotura de probetas.	53
Tabla 18. Variables de la investigación	59
Tabla 19. Población y muestra	60
Tabla 20. Análisis granulométrico del agregado fino	65
Tabla 21. Granulometría del agregado grueso	67
Tabla 22. Peso específico y porcentaje de absorción de agregado fino	69

Tabla 23. Peso específico y porcentaje de absorción del agregado grueso	70
Tabla 24. Porcentaje de humedad del agregado fino	71
Tabla 25. Porcentaje de humedad del agregado grueso	72
Tabla 26. Peso unitario suelto del agregado fino	73
Tabla 27. Peso unitario suelto del agregado grueso	74
Tabla 28. Peso unitario compactado del agregado fino	75
Tabla 29. Peso unitario compactado del agregado grueso	76
Tabla 30. Resumen de diseños de mezcla	77
Tabla 31. Resumen de características de diseño de mezcla	77
Tabla 32. Resumen de diseño de mezcla relación $a/c = 0.45$	81
Tabla 33. Resumen de diseño de mezcla relación $a/c = 0.65$	82
Tabla 34. Resultados de pes unitario del concreto con una relación $a/c = 0.45$	90
Tabla 35. Resultado de peso unitario del concreto para una relación $a/c = 0.65$	91
Tabla 36. Resultado de contenido de aire del concreto para una relación $a/c = 0.45$	92
Tabla 37. Resultado de contenido de aire del concreto para una relación $a/c = 0.65$	93
Tabla 38. Resultados de temperatura del concreto para una relación $a/c = 0.45$	94
Tabla 39. Resultados de temperatura del concreto para una relación $a/c = 0.65$	95
Tabla 40. Resultados de la trabajabilidad del concreto para una relación $a/c = 0.45$	96
Tabla 41. Resultados de la trabajabilidad del concreto para la relación $a/c = 0.65$	97
Tabla 42. Resultados de resistencia a la flexión del concreto para una relación $a/c = 0.45$	98
Tabla 43. Resultados para la resistencia a la flexión del concreto para una relación $a/c = 0.65$	99
Tabla 44. Resultados de resistencia a la compresión del concreto para una relación $a/c = 0.45$ con cemento Pacasmayo	100

Tabla 45. Resultados de resistencia a la compresión del concreto para una relación a/c = 0.45 con cemento Quisqueya	101
Tabla 46. Resultados de resistencia a la compresión del concreto para una relación a/c = 0.45 con cemento Qhuna	101
Tabla 47. Resultados de resistencia a la compresión del concreto para una relación a/c = 0.65 con cemento Pacasmayo	102
Tabla 48. Resultados de resistencia a la compresión del concreto para una relación a/c = 0.65 con cemento Quisqueya	103
Tabla 49. Resultados de resistencia a la compresión del concreto para una relación a/c = 0.65 con cemento Qhuna	103
Tabla 50. Hipótesis H1	106
Tabla 51. Hipótesis H2	106
Tabla 52. Hipótesis H3	106
Tabla 53. Hipótesis H4	107
Tabla 54. Hipótesis H5	107
Tabla 55. Hipótesis H6	108
Tabla 56. Contrastación con antecedente internacional	108
Tabla 57. Contrastación con antecedente nacional	1099

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Producción mundial de cemento	2
Figura 2. Distribución de cementos en el Perú y su lugar de influencia (2020)	3
Figura 3. Producción de cemento nacional	4
Figura 4. Importación de cemento y clinker	5
Figura 5. Fabricación y puesta en obra del concreto	16
Figura 6. Transporte del concreto	21
Figura 7. Resistencia del concreto mediante su curación en el tiempo	22
Figura 8. Curado con aditivo	23
Figura 9. Cemento portland	24
Figura 10. Proceso de extracción de materia prima	24
Figura 11. Piedra caliza para fabricación del clinker	25
Figura 12. Trituración de materia prima	26
Figura 13. Pre homogenización y molienda del crudo	27
Figura 14. Precalentador de ciclones y fabricación del clinker	28
Figura 15. Enfriado y molienda del clinker	29
Figura 16. Almacenamiento y traslado del cemento	30
Figura 17. Cemento Pacasmayo Extraforte	33
Figura 18. Cemento Quisqueya de uso estructural	34
Figura 19. Cemento Qhuna tipo I	35
Figura 20. Cono de Abrams	48
Figura 21. Ensayo de consistencia	49
Figura 22. Termómetro digital para concreto	50
Figura 23. Peso unitario del concreto fresco	51
Figura 24. Olla de Washington para contenido de aire	52

Figura 25. Rotura de probeta para ensayo de la resistencia a la compresión	53
Figura 26. Esquema de patrones de tipos de fracturas	54
Figura 27. Equipo de rotura a la flexión	55
Figura 28. Rotura de viga para ensayo de resistencia a la flexión	55
Figura 29. Ubicación cantera Tres Tomas - Ferreñafe	63
Figura 30. Ubicación de la cantera La Victoria sector Pampas de Burro - Pátapo	64
Figura 31. Granulometría de la arena gruesa	65
Figura 32. Curva granulométrica del agregado fino	66
Figura 33. Granulometría del agregado grueso	67
Figura 34. Curva granulométrica del agregado grueso	68
Figura 35. Ensayo de peso específico del agregado fino	69
Figura 36. Ensayo de peso específico del agregado grueso	70
Figura 37. Ensayo de contenido de humedad del agregado fino	71
Figura 38. Ensayo de contenido de humedad del agregado grueso	72
Figura 39. Ensayo de peso unitario del agregado fino	73
Figura 40. Ensayo de peso unitario del agregado grueso	74
Figura 41. Ensayo de peso unitario compactado del agregado fino	75
Figura 42. Ensayo de peso unitario compactado del agregado grueso	76
Figura 43. Mezcla de concreto de diseño	82
Figura 44. Proceso para la trabajabilidad del concreto fresco	83
Figura 45. Peso unitario del concreto fresco	83
Figura 46. Ensayo de temperatura del concreto fresco	84
Figura 47. Ensayo de contenido de aire del concreto fresco	85
Figura 48. Elaboración de probetas	86
Figura 49. Poza de curado de probetas	87
Figura 50. Rotura de probetas cilíndricas	88
Figura 51. Rotura de probetas tipo viga	89
Figura 52. Comparación del peso unitario del concreto para una relación a/c = 0.45	91
Figura 53. Comparación del peso unitario del concreto para una relación a/c = 0.65	92
Figura 54. Comparación del contenido de aire del concreto para	

una relación $a/c = 0.45$	93
Figura 55. Comparación del contenido de aire del concreto para relación $a/c = 0.65$	94
Figura 56. Comparación de la temperatura del concreto para una relación $a/c = 0.45$	95
Figura 57. Comparación de la temperatura del concreto para una relación $a/c = 0.65$	96
Figura 58. Comparación de la trabajabilidad del concreto para una relación $a/c = 0.45$	97
Figura 59. Comparación de la trabajabilidad del concreto para una relación $a/c = 0.65$	98
Figura 60. Comparación de la resistencia a la flexión del concreto para una relación $a/c = 0.45$	99
Figura 61. Comparación de la resistencia a la flexión del concreto para una relación $a/c = 0.65$	100
Figura 62. Comparación de la resistencia a la compresión del concreto para una relación $a/c = 0.45$	102
Figura 63. Comparación de la resistencia a la compresión del concreto para una relación $a/c = 0.65$	104

## RESUMEN

En el rubro de la construcción, durante la ejecución de proyectos uno de los materiales más utilizados es el cemento, la gran cantidad de obras y empresas han elevado la demanda de este material en el mercado mundial. En la región Lambayeque, predomina el uso del cemento Pacasmayo y existen, en el mercado, otros cementos de procedencia extranjera como Quisqueya y Qhuna. Esta tesis promueve la investigación de diversos cementos en la región de Lambayeque. La investigación es de tipo básica, tiene un diseño experimental, se basa en un enfoque cuantitativo y un nivel descriptivo. La problemática es la necesidad de información técnica al momento de elegir una marca de cemento ya que existe gran cantidad de tipos y marcas comerciales, que generan desconfianza en los usuarios. El objetivo general es comparar el desempeño de las propiedades físicas y mecánicas de un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  por efecto de los cementos Pacasmayo, Quisqueya y Qhuna en la región de Lambayeque. Finalmente, el cemento Pacasmayo se desempeña mejor en propiedades físicas de trabajabilidad y contenido de aire, mientras el Quisqueya es mejor en propiedades físicas de temperatura, rendimiento y en las propiedades mecánicas de resistencia a la flexión y compresión, siendo esta última una de sus propiedades más notables, de la cual se obtuvo, a los 28 días, en las relaciones  $a/c = 0.45$  y  $0.65$  la resistencia de  $272.51 \text{ kg/cm}^2$  y  $214.95 \text{ kg/cm}^2$ , respectivamente, mientras el cemento Qhuna ofrece características intermedias entre ambos.

Palabras claves: Cemento Pacasmayo, Cemento Quisqueya, cemento Qhuna, diseño de mezcla, propiedades físicas y propiedades mecánicas.

## ABSTRACT

In the construction sector, during the execution of projects one of the most used materials is cement, the large number of works and companies have increased the demand for this material in the world market. In the Lambayeque region, the use of Pacasmayo cement predominates and there are, in the market, other cements of foreign origin such as Quisqueya and Qhuna. This thesis promotes the investigation of various cements in the Lambayeque region. The research is basic, has an experimental design, is based on a quantitative approach and a descriptive level. The problem is the need for technical information when choosing a cement brand since there are many types and commercial brands, which generate distrust in users. The general objective is to compare the performance of the physical and mechanical properties of a concrete  $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$  because of Pacasmayo, Quisqueya and Qhuna cement in the Lambayeque region. Finally, Pacasmayo cement performs better in physical properties of workability and air content, while Quisqueya is better in physical properties of temperature, performance and in the mechanical properties of resistance to bending and compression, the latter being one of its properties. more notable, from which the resistance of  $272.51 \text{ kg / cm}^2$  and  $214.95 \text{ kg / cm}^2$ , respectively, was obtained at 28 days, in the ratio's  $a / c = 0.45$  and  $0.65$ , while the Qhuna cement offers intermediate characteristics between both.

Keywords: Pacasmayo Cement, Quisqueya Cement, Qhuna Cement, mix design, physical properties, and mechanical properties.

## INTRODUCCIÓN

Como antecedentes de este trabajo se han desarrollado investigaciones en varias partes del mundo y en nuestro país referente a los cementos Pacasmayo, Quisqueya y Qhuna, logrando obtener información técnica y una guía básica para esta investigación, en la región Lambayeque no se ha presentado una investigación de este tipo, por lo que es la base de partida para esta investigación.

Este trabajo de investigación promueve en seguir investigando la comparación de diversas marcas de cemento que se utilizan en la construcción, para esta investigación titulada “Desempeño de las propiedades físicas y mecánicas de un concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  por efecto de los cementos Pacasmayo Quisqueya y Qhuna en la región Lambayeque” desarrollada en laboratorios, siguiendo el concepto de la Norma Técnica Peruana.

La problemática de esta investigación surge a partir de una breve encuesta desarrollada en obras en la región Lambayeque, dónde se ve la necesidad de enfocar la investigación hacia la orientación técnica por falta de información. Se justifica que de ahí parte el problema en el momento de seleccionar una marca de cemento en los proyectos de construcción civil.

Así mismo, es oportuno mencionar que el objetivo general es comparar el desempeño de las propiedades físicas y mecánicas de un concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  por efecto de los cemento Pacasmayo Quisqueya y Qhuna en la región Lambayeque. Mientras que en los objetivos específicos se encuentran: comparar el desempeño de un concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  en función de su peso unitario, contenido de aire, temperatura, trabajabilidad, resistencia a flexión y

resistencia a compresión, por efecto de los cementos Pacasmayo, Quisqueya y Qhuna en la región Lambayeque.

En lo referente a la hipótesis se plantea que el concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con cemento Quisqueya presenta un mayor desempeño en sus propiedades físicas y mecánicas con respecto a los cementos Pacasmayo y Qhuna.

Por otro lado, esta investigación tuvo como limitaciones el no contar con todos los equipos necesarios en laboratorio y no tener acceso a las canteras por el sistema de seguridad y actualmente por la emergencia sanitaria COVID-19.

La presente investigación comprende cinco (5) capítulos. En el primero, se plantea la formulación del problema, objetivos e importancia de la investigación. El segundo trata del marco teórico y antecedentes. El tercero se muestra la metodología, variables de la investigación y diseño muestral. En la cuarta se tiene el desarrollo, caso de la investigación y procedimiento de la investigación. El quinto se muestra los resultados de la investigación. Finalmente, las conclusiones, recomendaciones, fuentes de información y anexos.

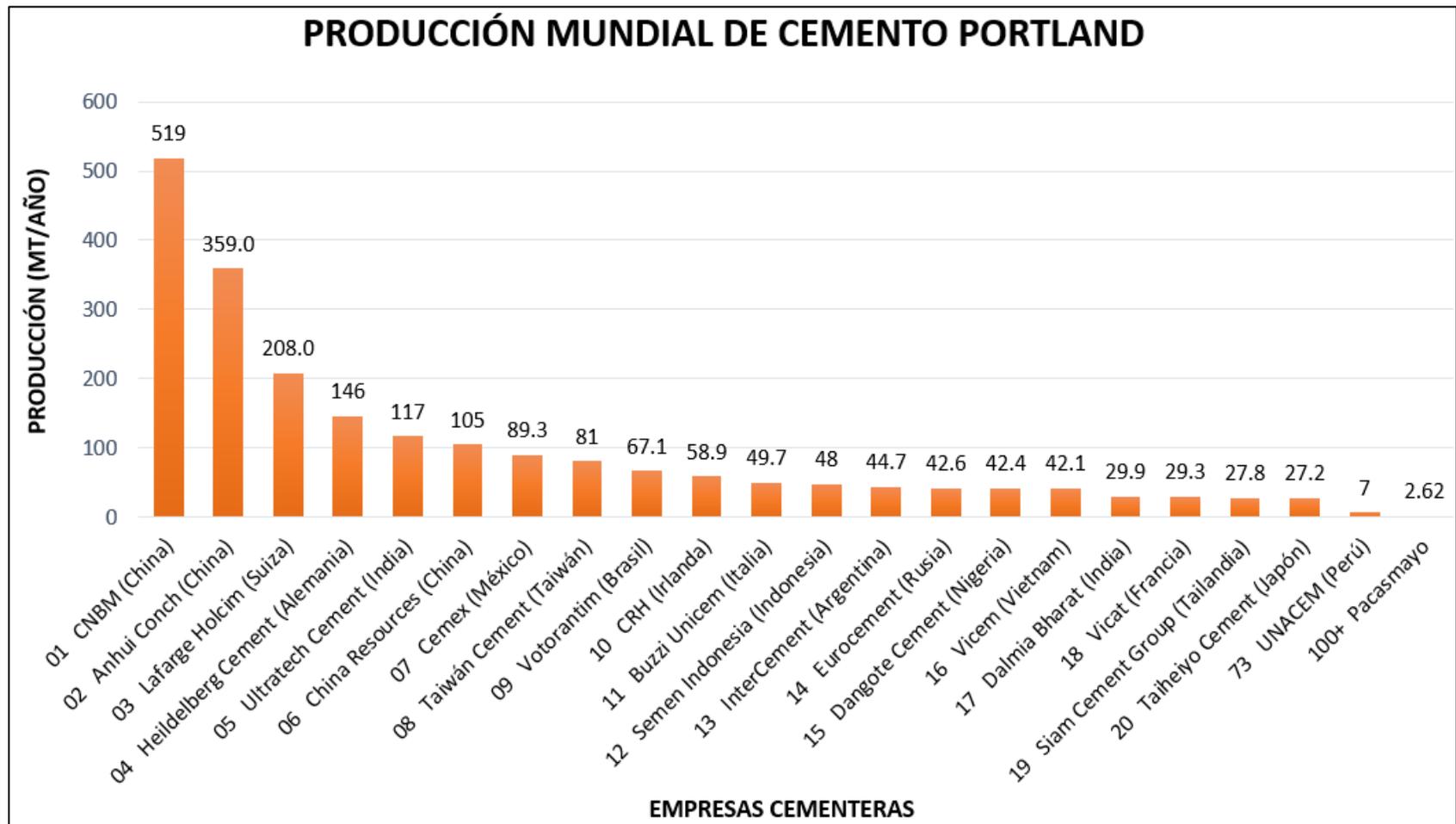
## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1. Situación problemática**

La producción mundial del cemento es el material más usado en las construcciones, tiene un índice positivo de crecimiento anual de producción debido a la mayor demanda mundial, actualmente la producción más grande del mundo es China, al igual que México productor más grande de América latina, que juntos son exportadores de cemento a nuestro país.

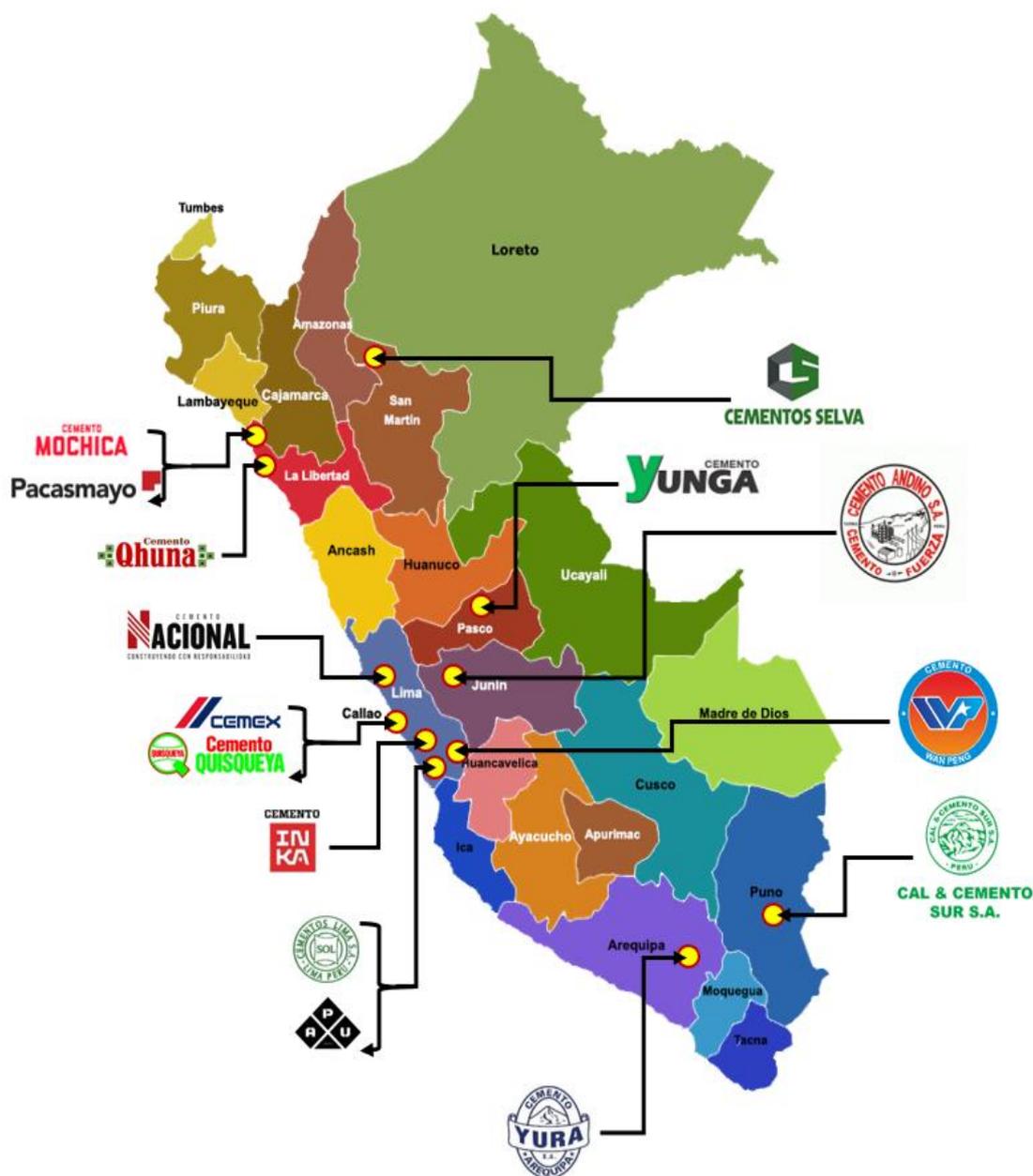
Ante la necesidad de producir concretos cada vez más eficientes tanto en capacidades mecánicas como en costos, desde hace algunos años se han introducido nuevos cementos a este mercado tan competitivo. En nuestro país se tiene al cemento Pacasmayo como uno de los más utilizados con un poco más de 50 años y son pioneros dentro del mercado norteño, especialmente en la región Lambayeque, es así como tiene que innovar en el mercado norteño que está compitiendo frente a los cementos extranjeros; la comercialización mundial de cementos aumentado en los últimos años y su exportación es cada vez mayor es por lo que en la figura 1 se muestra 20 cementeras del mundo que producen mayor cemento.



**Figura 1.** Producción mundial de cemento

**Fuente:** Global cement magazine december 2020

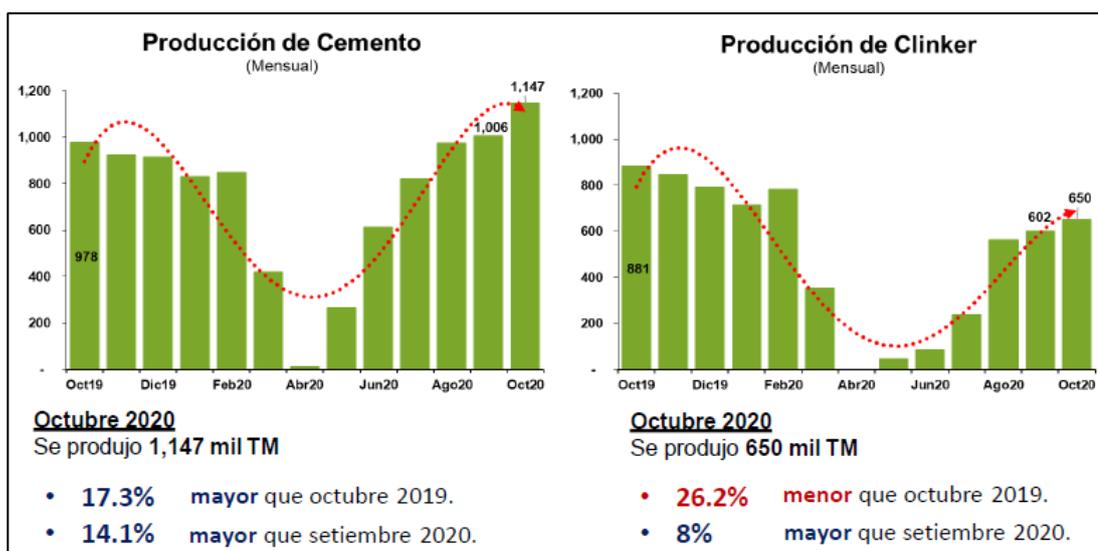
En nuestro país el déficit de abastecimiento por la demanda nacional de cemento permite el ingreso de cementos extranjeros que llegan a competir en calidad y precio, es por lo que las empresas cementeras se han sectorizado por regiones estratégicas mostrado en la figura 2 que presenta los principales cementos comerciales y las principales zonas donde operan ya que se están extendiendo cada vez más.



**Figura 2.** Distribución de cementos en el Perú y su lugar de influencia (2020)  
**Elaboración:** El autor

Actualmente en nuestro país el mercado cementero ha tendido a la baja, se ha visto afectado por la pandemia COVID 19 donde se nota las múltiples diferencias en comparación de años anteriores tomando como base el 2018 y 2019.

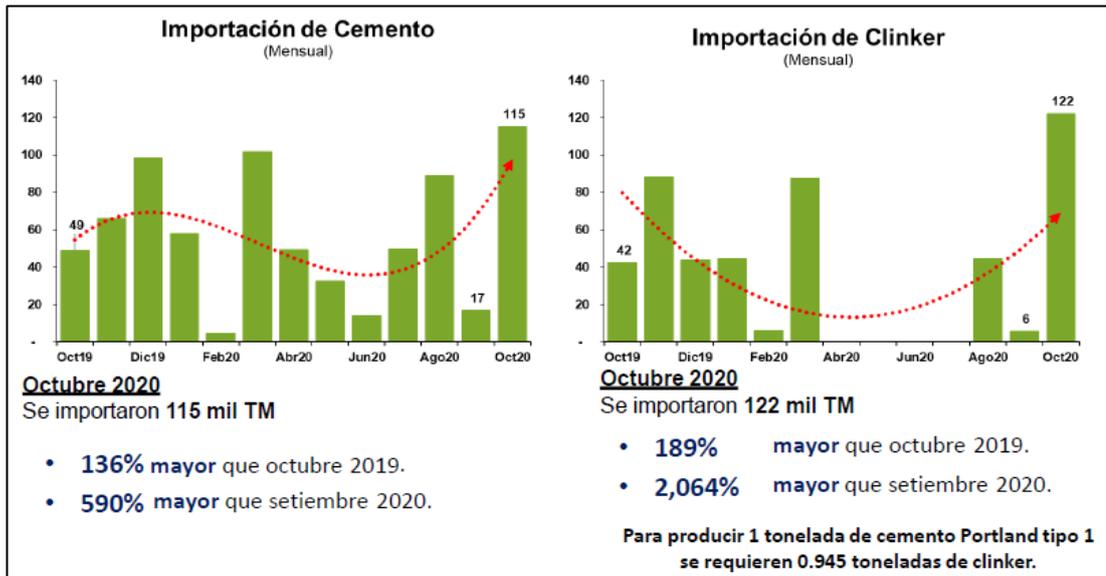
Según el reporte estadístico de Asocem (2020), en los últimos 12 meses la producción de cemento fue de 8 774 000 toneladas, que representa una baja de producción de -16.8% y 5 669 000 toneladas de clinker con una baja de -38.7% en producción graficado en la figura 3.



**Figura 3.** Producción de cemento nacional

**Fuente.** Asocem (2020), <https://n9.cl/b3fb8>

Por otro lado, el cemento Quisqueya con materia procedente de República Dominicana que es producto de Cemex empresa que ingreso al Perú a mediados del 2007 y en los últimos años ha ido incrementando y teniendo mayor aceptación en esta zona, y cemento Qhuna son capitalistas peruanos asesorados por Heidelberg Cement de origen alemán, comercializando sus productos importados desde la china por Anhui Conch Cement Company ingresando al mercado norteño del Perú desde el año 2017 y que son embolsadas en Salaverry Trujillo bajo esta marca; por tanto la importación de cemento cada vez es mayor, pero dado la emergencia sanitaria estos han bajado como se muestra en la figura 4 donde hay un déficit de - 18.1% que representa 694 000 toneladas y - 25.6% en la importación de clinker que representa 441 000 como se muestra en la revista Asocem (2020).



**Figura 4.** Importación de cemento y clinker

**Fuente.** Revista de Asocem octubre (2020), <https://n9.cl/b3fb8>

Mediante esta información se desarrolló una breve encuesta en obras se estaban ejecutando en la región Lambayeque dónde el 90% prefería utilizar cemento Pacasmayo, 60% desconoce de la marca Qhuna y 30% ha utilizado al menos una vez el cemento Quisqueya, tomando en consideración obras públicas y privadas hasta obras informales y el 30% de obras encuestadas fueron respondidas por profesionales del sector construcción; por este motivo se justifica el desarrollo y enfoque de esta investigación para comparar marcas y obtener resultados que enriquezcan información adecuada al momento de elegir una marca de cemento.

Existen varias investigaciones sobre el concreto y sus propiedades con diversas marcas cementeras del país; pero no se tiene un indicio de investigación en esta región con estas marcas de cementos mencionados.

En esta investigación se hará la comparación del desempeño de un concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> utilizando tres marcas de cemento como es Pacasmayo, Quisqueya y Qhuna; se utilizó material de la región Lambayeque, donde se verá las mejores características físicas y mecánicas de cada diseño.

## 1.2. Formulación del problema

### 1.2.1. Problema general:

¿Cuál será el desempeño de las propiedades físicas y mecánicas de un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  por efecto de los cementos Pacasmayo Quisqueya y Qhuna?

### 1.2.2. Problemas específicos:

¿Cuál será el desempeño del **peso unitario** de un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  por efecto de los cementos Pacasmayo Quisqueya y Qhuna?

¿Cuál será el desempeño del **contenido de aire** de un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  por efecto de los cementos Pacasmayo Quisqueya y Qhuna?

¿Cuál será el desempeño de la **temperatura** de un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  por efecto de los cementos Pacasmayo Quisqueya y Qhuna?

¿Cuál será el desempeño de la **trabajabilidad** de un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  por efecto de los cementos Pacasmayo Quisqueya y Qhuna?

¿Cuál será el desempeño de la **resistencia a la flexión** de un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  por efecto de los cementos Pacasmayo Quisqueya y Qhuna?

¿Cuál será el desempeño de la **resistencia a la compresión** de un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  por efecto de los cementos Pacasmayo Quisqueya y Qhuna?

## 1.3. Objetivos

### 1.3.1. Objetivo general:

Comparar el desempeño de las propiedades físicas y mecánicas de un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  por efecto de los cementos Pacasmayo, Quisqueya y Qhuna en la región Lambayeque.

### 1.3.2. Objetivos específicos:

Comparar el desempeño del **peso unitario** de un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  por efecto de los cementos Pacasmayo Quisqueya y Qhuna.

Comparar el desempeño del **contenido de aire** de un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  por efecto de los cementos Pacasmayo Quisqueya y Qhuna.

Comparar el desempeño de la **temperatura** de un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  por efecto de los cementos Pacasmayo Quisqueya y Qhuna.

Comparar el desempeño de la **trabajabilidad** de un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  por efecto de los cementos Pacasmayo Quisqueya y Qhuna.

Comparar el desempeño de la **resistencia a la flexión** de un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  por efecto de los cementos Pacasmayo Quisqueya y Qhuna.

Comparar el desempeño de la **resistencia a la compresión** de un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  por efecto de los cementos Pacasmayo Quisqueya y Qhuna.

## 1.4. Justificación

### 1.4.1. Importancia de la investigación

Los últimos años el uso del concreto a tenido avances tecnológicos y para todo proyecto que requiera el uso de este material en las construcciones, es necesario que tenga el control de calidad adecuado, requerido técnicamente por nuestra norma peruana.

En la actualidad, el cemento ha ido aumentando la demanda en el mercado peruano y frente al ingreso de nuevas marcas

extranjeras al país, se ha visto la competencia que existe actualmente entre precios y mejores características técnicas del cemento; es por eso que se propone analizar este cemento nacional Pacasmayo, frente a cementos de origen extranjeros Quisqueya y Qhuna, comprobando las competencias requeridas normadas en nuestro país, como alternativa de uso, y se obtenga resultados iguales o superiores que el producto nacional.

Esta investigación surge a partir la necesidad de contar con información al momento de elegir una marca de cemento para cada proyecto, por lo que se ha realizado ensayos normados y desarrollados en laboratorio para comparar técnicamente sus propiedades físicas y mecánicas del concreto, demostrando así las diferencias entre los cementos Pacasmayo, Quisqueya y Qhuna que son comercializados en la región Lambayeque, que es la zona enfocada a esta investigación y se realizó con las canteras locales de la región de para los ensayos de laboratorio.

Para esta tesis se consideró procedimientos y metodologías normadas utilizando el uso de los cementos Pacasmayo Extra Forte tipo Ico, cemento Quisqueya de uso Estructural y el cemento Qhuna tipo I, mediante los resultados que se han obtenidos se procedió a comparar y determinar la veracidad de las hipótesis.

## **1.5. Impacto potencial**

### **1.5.1. Impacto teórico**

La información obtenida a partir de esta investigación en función al concreto fabricado con diferentes marcas es de brindar técnicamente las comparaciones de las características de cada cemento y que el usuario pueda tomar una decisión al momento de elegir un cemento de acuerdo a sus necesidades

### **1.5.2. Impacto práctico**

En la región Lambayeque los usuarios necesitan una orientación técnica para que puedan elegir un cemento para un determinado proyecto y es por eso que realizamos esta investigación para ver los beneficios y limitaciones de cada uno, que servirá para tomar decisiones.

### **1.6. Alcances y limitaciones**

#### **Alcances**

Esta investigación se realizó en los laboratorios de la USMP en la ciudad de Chiclayo, dónde se realizó la recolección de datos de cada ensayo realizado, para lo cual se contó con los siguientes equipos para el proceso de los ensayos de los diseños de los cementos Pacasmayo, Quisqueya y Qhuna.

- Prensa hidráulica para compresión y flexión
- Vibrador mecánico para granulometría
- Balanza electrónica
- Mezcladora eléctrica de concreto tipo trompo.
- Cono de Abrams y moldes para probetas cilíndricas.

#### **Limitaciones**

Las principales limitaciones fue que no se contó con algunos equipos como la olla de Washington para elaborar el ensayo de contenido de humedad y termómetro para elaborar la toma de temperatura, lo cual se realizó una gestión externa para incluir en el laboratorio de la universidad lo cual fue gestionado con la escuela y con recursos propios.

## **1.7. Viabilidad de la investigación**

Se facilitó de un técnico de laboratorio para el desarrollo de los ensayos, así como también bibliografía pertinente con la accesibilidad a la información de la biblioteca universitaria.

Esta tesis es financiada por recursos propios, con apoyo de los laboratorios de materiales de la USMP – filial norte.

Hasta el momento no se presentan inconvenientes sociales ni ambientales que dificulten para realizar en laboratorio los ensayos correspondientes.

Para los ensayos de laboratorio se realizarán con toma de muestras correspondientes a cada marca mencionada cuantitativamente para los ensayos normados, con el apoyo del asesor que es asignado por la escuela.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. Antecedentes de la investigación**

##### **2.1.1. Internacionales**

**Li Junyan, Tian Tao y Mao Na (2016)**, en su artículo de investigación titulado “Adaptabilidad del agente reductor de agua compuesto a diferentes cementos”, desarrollado en la universidad Normal de Weinan - China, su objetivo fue usar un agente reductor de agua utilizando tres marcas de cemento como son: Qinling, Conch y Jinrong, para posteriormente ser comparado durante el proceso se obtuvo la medida de la fluidez, tiempo de fraguado inicial y final, asentamiento, resistencia a esfuerzos de compresión del concreto y la adaptabilidad del agente reductor de agua como el ácido policarboxílico y alifático; como población tomaron 90 muestras cilíndricas para el ensayo; su metodología es de tipo experimental. Como resultado y tomando en consideración que ambos reductores son solubles se tiene que al aumentar el reductor con agua alifático los tres cementos tienen baja resistencia, pero cuando se alcanza al 60% de la mezcla todavía hay liquidez, cuando se utiliza el reductor de agua de ácido policarboxílico solo, el cemento Jinrong tiene el tiempo más corto de fraguado y mayor asentamiento; por otro lado el cemento Conch tiene el tiempo de fraguado más largo y menor asentamiento; por el compuesto de ambos reductores el tiempo de fraguado no se ve afectado significativamente como sí lo es con el asentamiento reduciendo significativamente. Para la resistencia del concreto a la compresión realizado con cemento Jinrong es mayor y cuando se usa el reductor compuesto los cementos Qinling y Conch no cambia mucho.

**Cortes y Perilla (2014)**, en su tesis “Estudio comparativo de las características físico-mecánicas de cuatro cementos comerciales portland tipo I” desarrollado en la universidad Militar de Nueva Granada - Bogotá, el objetivo en cuanto a su caracterización de cuatro cementos tipo I de diferentes marcas en ensayos de laboratorio, mediante sus resultados analizar y realizar la comparación de las marcas de cemento diferentes mediante su normativa (NTC-121); las muestras que ensayaron fueron 90 probetas cilíndricas, su metodología es de tipo experimental. Como resultados de esta investigación determinan que Argos y Cemex poseen resistencia a la compresión elevada a los 3 días, pero Argos presenta mayores resistencia a los 28 días que el cemento Cemex, donde la finura interviene a edades tempranas y las características de valores inusuales por parte de los cementos Tequendama y Boyacá para la resistencia a la compresión.

**Luna (2010)**, su investigación titulada “Comparación del desempeño de diferentes marcas comerciales de cemento Portland CPC-30R, empleadas para elaborar concreto de resistencia media”, desarrollada en la Universidad de Michoacán de San Nicolás de Hidalgo – México, su objetivo fue comparar el efecto en cinco diferentes cementos mexicanos (Tolteca, Moctezuma, Lafarge, Cruz azul y Apasco) en las propiedades mecánicas del concreto; las muestras que ensayaron fueron 75 probetas para compresión y 75 para flexión, su metodología es de tipo experimental. Como conclusiones se obtuvo que para la relación a/c = 0.48 ensayaron las muestras de 20cm y 10cm de altura, existe variación entre una marca y otra, tanto en características físicas y mecánicas ya que todas las marcas deben estar contempladas dentro de lo normado en México lo que implica dar un determinado tratamiento para cada uno y obtener unas características más optimas. Al momento de la elección de un cemento es importante conocer sus características y establecerlas de acuerdo con lo requerido en cada diseño.

**Noor ul Amin (2010)**, su investigación de ciencia nombrada “Estudio de los parámetros físicos del cemento Portland ordinario de Khyber Pakhtunkhwa, Pakistán y su comparación con las especificaciones

estándar de Pakistán”; evaluaron la caracterización físicas y mecánicas de seis cementos comerciales de la localidad de Khyber PakhtoonKhwa (Pakistán), desarrollado en la universidad de Mardan – Pakistan; su objetivo fue hacer la evaluación de las características mecánicas y físicas de seis cementos de la localidad de Khyber PakhtoonKhea; la cantidad de muestras que obtuvieron fue 54 probetas cilíndricas, tuvo una metodología de tipo experimental. De esta investigación concluyeron que analizando y comparando con las normas de Pakistan, los estudios que desarrollaron fueron expansión, finura, consistencia, tiempo de fragua y resistencia a compresión en diversas edades, con los cementos Cherat, Army Welfare Trust, Bestway, Kohat, Lucky y Mustehkam, donde todos cumplen las normas estándares de Pakistan con pequeñas desviaciones en los resultados que no interfieren la variación.

### **2.1.2. Nacionales**

**Lucho y Cabanillas (2019)**, en su investigación “Estudio comparativo de la resistencia a la compresión del concreto usando tres marcas de cemento Portland tipo MS”, desarrollado en la Universidad nacional de Trujillo, su objetivo base fue comparar tres marcas de cemento en función a la resistencia a esfuerzos de compresión de cementos Portland tipo MS Pacasmayo, Inka y Mochica, la cantidad de probetas que utilizaron son 48 probetas, su metodología es de tipo experimental. Para el desarrollo se hizo con un slump de 3” a 4”, curadas por 7 días y ensayadas a los 7, 14, 21 y 28 días. Como conclusiones el cemento Mochica tuvo mejor resistencia a los 28 días seguido de Inka y Pacasmayo.

**Coasaca (2018)**, en su investigación titulada “Análisis comparativo de las propiedades físicas y mecánicas del concreto utilizando distintos métodos de diseños de mezclas con los materiales típicos de la provincia de Arequipa”, desarrollado en la Universidad Católica de Santa María, su objetivo fue realizar un comparar sus propiedades del concreto por diversos diseños de mezcla con agregados propios de la provincia de

Arequipa, tomaron 720 probetas para su estudio; tiene una metodología de tipo experimental. Se desarrolló con los diseños de mezcla por los métodos de Walker, ACI, Walker y Modulo de Fineza de la combinación de los agregados, de los más convencionales se tiene Füller, Bolomey y Faury; y entre los diseños de mezcla modernos reconocidos por su eficiencia se tiene a O'Reilly y Porrero & Grases. Como resultado obtuvieron que a partir los resultados obtenidos los diseños más eficientes en función a su cantidad de cemento y resistencia son: O'Reilly (0.755), Füller (0.786) y Bolomey (0.824) para  $f'c = 175, 210$  y  $280 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente, mientras que los diseños más deficientes son Bolomey (0.537), Bolomey (0.632) y O'Reilly (0.693), con las mismas resistencias requeridas respectivamente.

**Acevedo y Martínez (2017)**, en su tesis titulada "Desempeño de las propiedades físicas y mecánicas del concreto dosificado con cemento Nacional comparado con el cemento dosificado con cemento sol.", desarrollado en la Universidad de San Martín de Porres - Lima, su objetivo básico de esta investigación de tesis consistió realizar la comparativa de las propiedades del concreto haciendo uso de cemento "Nacional" cemento "Sol", para comparar su mejor rendimiento y desempeño, se han elaborado en laboratorios estandarizados, tomaron 168 muestras de probetas cilíndricas. Los diseños que se realizaron para esta investigación fueron cuatro (relaciones A/C: 0.70, 0.60, 0.55 y 0.50), para poder comparar los mejores desempeños en sus propiedades de ambos concretos. Para la investigación presenta un enfoque cuantitativo; el diseño es prospectivo, experimental. Como resultado a su investigación determinaron que el cemento Nacional fue superior en las pruebas de porcentaje de aire, consistencia, fragua final, resistencia a la flexión y compresión; mientras que el cemento Sol es mayor en temperatura inicial.

**Varas y Villanueva (2017)**, en su investigación de tesis nombrada "Análisis comparativo de los tiempos de fraguado y resistencia de un concreto  $f'c 210 \text{ kg/cm}^2$  del cemento Pacasmayo y Qhuna", desarrollado en la Universidad privada Antenor Orrego - Trujillo, su objetivo fue la comparación de resistencia a esfuerzos de compresión y tiempo de fraguado

de la elaboración de un concreto con cemento Pacasmayo y Qhuna. Para ello realizaron diseños de mezcla con relación a/c de 0.4, 0.48 y 0.56, los ensayos se realizaron a los 3, 7, 14 y 28 días, tomaron 72 probetas cilíndricas; su metodología es de tipo experimental. Como resultado el cemento Qhuna tiene mayor rapidez en su tiempo de fraguado en cuanto a la relación a/c 0.48 en condiciones más óptimas, mientras que en resistencia a esfuerzos de compresión el cemento Pacasmayo se desarrolló mejor a los 28 días de resistencia 210 kg/cm<sup>2</sup> y cemento Qhuna con 270 kg/cm<sup>2</sup>.

**Vicente (2016)**, en su investigación para su tesis titulada “Diferencia en la resistencia de los concretos por efecto de los tipos de cemento comercializados en la ciudad de Tacna”, se desarrolló en la universidad privada de Tacna, se tuvo el objetivo que se ha considerado es utilizar diferentes cementos comerciales en Tacna 2016 para realizar la diferencia en resistencia a la compresión. Para ello eligieron una muestra que represente para analizar una respuesta al problema propuesto de la investigación, consideraron 180 pruebas, basándose el método para diseño de mezcla ACI 211 y por el diseño Walker. Desarrollaron 30 pruebas para tres diferentes diseños de mezcla, para las edades de 7, 14 y 28 días; la metodología es de tipo experimental. En sus resultados finales de investigación señalan que el concreto que se realizó con cemento Sol Portland Tipo-I se ha obtenido a los 7 días mejor resistencia que con los cementos Yura HE y Portland Puzolánico Yura IP. En cuanto al concreto con cemento Yura HE es superior en resistencia a los 14 hasta los 28 días al que se elaboró con cemento Sol Portland Tipo-I. Por último, la elaboración del concreto con cemento Portland Puzolánico Yura IP presenta menor resistencia.

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. Concreto**

#### **2.2.1.1. Definición**

Riva (2013), define al concreto como un conglomerado heterogéneo que está combinado con materiales como agua, cemento, arena y piedra.

El concepto engloba en la combinación de diferentes materiales y en cuestión de calidad del concreto que se obtenga dependerá de las características que intervengan en la mezcla durante el proceso de vaciado y fraguado por medio de las diferentes reacciones físicas y químicas para la adherencia, mejorando la calidad del material sin generar deficiencias en las mismas.

El concreto como elemento principal de las obras de construcción civil también se le agrega aditivos con frecuencia para tales propósitos como acelerar o retardar el proceso del fraguado inicial, también aditivos que mejoren la trabajabilidad, reducir la cantidad de agua, incrementar la resistencia, etc.



**Figura 5.** Fabricación y puesta en obra del concreto

**Elaboración:** El autor

### 2.2.1.2. Clasificación del concreto

#### a) Por su composición

- **Concreto simple:** Conformado por la mezcla del cemento con la arena, piedra y agua para generar una mezcla moldeable a los encofrados o formas donde se realice el vaciado.
- **Concreto armado:** Es la fusión del acero con el concreto simple para elementos de características de resistencia a esfuerzos de tracción y compresión.
- **Concreto estructural:** Este concreto se diseña bajo las características de cada proyectista para que cumpla las funciones de resistencia y durabilidad.
- **Concreto ciclópeo:** Es la fusión del concreto simple más piedra hasta 10" con un volumen máximo de 30%.

#### b) Por su densidad

- **Concreto liviano:** su peso unitario llega desde los 1440 kg/m<sup>3</sup> hasta los 1840 kg/m<sup>3</sup>
- **Concreto normal:** su peso unitario fluctúa entre 2240 kg/m<sup>3</sup> hasta los 2460 kg/m<sup>3</sup>
- **Concreto pesado:** Su peso unitario varía entre los 2800 kg/m<sup>3</sup> hasta 6000 kg/m<sup>3</sup>

### c) Por su fabricación

- **Concreto premezclado:** Es el concreto elaborado en planta bajo los estándares normados y la resistencia requerida para luego ser trasladado en camiones mixer hasta el proyecto
- **Concreto prefabricado:** Es el concreto preparado y vaciado en planta para posteriormente ser trasladado en su estado endurecido como estructura o parte de estructura.
- **Concreto preparado en obra:** Es el concreto que se elabora en la misma obra bajo condiciones de campo haciendo uso de mezcladoras tipo trompo o manualmente.

#### 2.2.1.3. Características

Dentro de los parámetros para un concreto sea un material universal de construcción como nos muestra Abanto (2009):

- Permite la facilidad de colocación dentro de los encofrados mientras se encuentre en su consistencia plástica.
- Las elevadas resistencias a esfuerzos de compresión lo hacen adecuado para elementos como arcos y columnas.
- Posee una elevada resistencia a altas temperaturas y a la filtración del agua.
- Como desventaja es el lugar de preparación del concreto donde no hay condiciones responsables para su producción y disminuyendo el control de calidad.
- Otra de las desventajas es que el concreto no posee mucha resistencia a la tracción.

Para mejorar las limitaciones su usa acero para que la combinación de tracción y compresión formen mejores propiedades de los elementos (p 12).

#### **2.2.1.4. Propiedades**

##### **a) En estado fresco**

##### **Trabajabilidad o manejabilidad**

Esta propiedad como lo define Pasquel (1993), está relacionada con la facilidad del mezclado del concreto fresco durante las etapas de colocación y compactación, para ello influye inicialmente por la pasta, el equilibrio de agregados, el contenido de agua para el desplazamiento de la masa.

##### **Segregación**

Es la desunión de los materiales que conforma la mezcla y deja de ser uniforme, para el caso del concreto son causas primarias con la diferencia del tamaño de sus partículas y se puede controlar con una buena granulometría y el cuidado durante el manejo de la mezcla según como lo describe M. Neville (2013)

##### **Exudación o sangrado**

Esta propiedad pasa a ser un fenómeno del concreto cuando se ha colocado en el encofrado, sin embargo, Abanto (2009) lo describe como el producto de mala dosificación donde se encuentra abundante agua, aditivos y la temperatura ya que esta última cuando es mayor la exudación se acelera.

##### **Contracción**

Pasquel (1993), describe como una de las más importantes propiedades por la problemática de fisuramiento que se presenta, esta propiedad no es irreversible ya que se hidrata el concreto para poder recuperarse.

## **b) En estado endurecido**

### **Elasticidad**

Es la facultad de deformación en condiciones de carga, una de las deficiencias del concreto es que no es elástico directamente por el comportamiento no lineal que posee, pero se acostumbra a determinarlo como el módulo de elasticidad representado por la tangente del diagrama como lo muestra Pasquel (1993).

### **Resistencia**

Para Pasquel (1993), esta propiedad se basa en la capacidad para poder soportar esfuerzos y cargas, siendo su principal comportamiento a compresión debido a la adherencia de sus propiedades.

### **Extensibilidad**

Rivva (2013) nos dice que esta propiedad está referida a la deformación del concreto sin agrietarse en su alteración unitaria máxima sin que ocurra fisuras en el concreto, esto dependerá del flujo plástico y la elasticidad.

## **2.2.1.5. Transporte y colocación**

### **a) Transporte**

El método para transportar el concreto dependerá mucho del costo y el adecuado de obra, por ejemplo, los camiones concreteros con bombas de concreto, grúas, bandas transportadoras, etc.

Para este proceso para trasladar el concreto de la planta hasta la obra se debe garantizar las propiedades de trabajabilidad y consistencia sin que se produzca la segregación.



**Figura 6.** Transporte del concreto

**Fuente:** Argos 360 (2020)

## **b) Colocación**

Para la colocación deberá estar de acuerdo con el tipo de transporte, si es en carretilla el concreto se vaciará directamente, si son camiones concreteros o mixer tiene su sistema para vaciar lo más cercano posible tomando en consideración su estado de plasticidad y fluidez.

### **2.2.1.6. Curado**

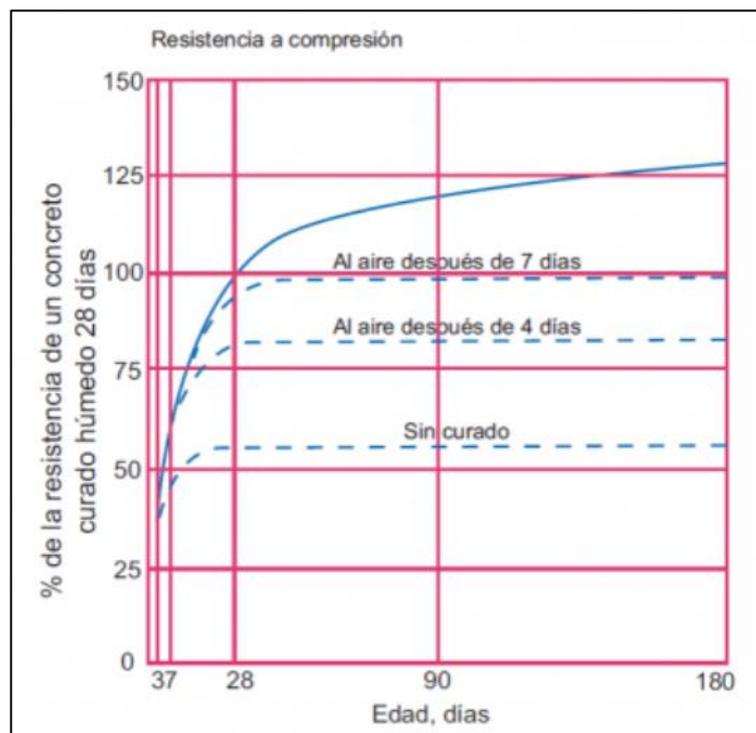
El concreto es una mezcla de conglomerantes que necesita el curado durante el proceso de fragua y endurecimiento, existen diversos métodos para este proceso ya sea utilizando agua como comúnmente se hace o aditivos selladores que ambos garantizan la humedad del concreto, también nos indica la norma NTP 339.033.

#### **a) Curado con agua**

En este proceso se debe tener consideraciones para no comprometer el concreto, tal es el caso de curado por inmersión, también se puede realizar

mediante rociadores tipo niebla directamente al concreto que también es controlado para evitar erosión en el material y por último se utilizan materiales humectantes como colchones, alfombras, mantas de algodón para que permanezcan humectando la superficie del concreto.

En la figura 7 se grafica la curva de la resistencia según el curado del concreto y como se ve afectado en el tiempo que pone en riesgo la resistencia y la duración de este.



**Figura 7.** Resistencia del concreto mediante su curación en el tiempo

**Fuente:** Blog de la construcción (<https://afly.co/b254>)

### **b) Curado con aditivos selladores**

Este sistema de curado se da con películas plásticas de bajo peso o polietileno con espesor de hasta 0.1mm, estos aditivos se aplican sobre la superficie del concreto, con esa aplicación se logra que se genere un ambiente hermético entre la película y el concreto.



**Figura 8.** Curado con aditivo

**Elaboración:** El autor

## **2.2.2. Cemento Portland**

### **2.2.2.1. Concepto**

Es un producto que es pulverizado a través del clinker Portland adicionados con sulfatos de calcio, así mismo con la suma de otros productos que no afecten sus propiedades, y estos se deben pulverizar todos juntos.

Para Mariela Quiroz (2006), el cemento portland es producido por la trituración del clinker y que usualmente es la mezcla o combinación con sulfato de calcio.

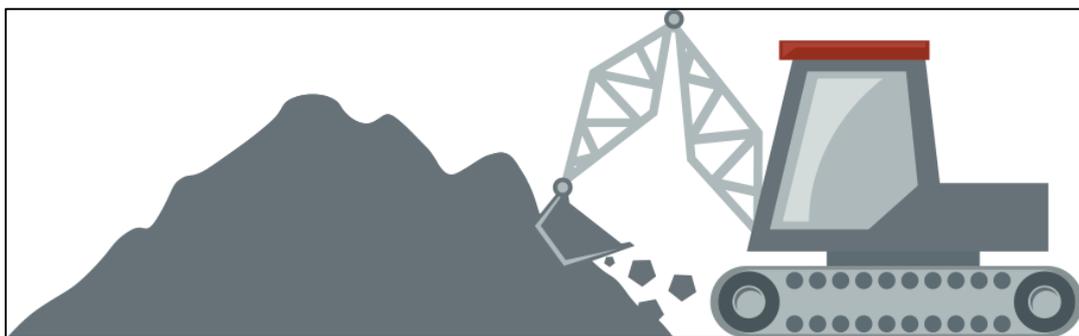


**Figura 9.** Cemento portland

**Elaboración:** El autor

### **2.2.2.2. Proceso de fabricación**

- a) Este proceso empieza con la extracción y acondicionamiento de la materia prima de minerales de hierro, rocas calizas y arcilla con voladuras controladas y extracción con excavadoras como es graficado en la figura 10.



**Figura 10.** Proceso de extracción de materia prima

**Fuente:** Proceso de producción, Oficemen, 2020, <https://n9.cl/28us>

## Materias primas

La obtención de la materia prima es lo primero durante el proceso, y sus componentes bases para la producción del clinker es:

CaO, que se obtiene de los materiales compuestos en piedra caliza como es la cal que contiene CaCO<sub>3</sub> con SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y MgCO<sub>3</sub> que son impurezas, son acompañamiento del sílice en la calizas con arcilla, restos de conchas marinas, greda, etc.

SiO<sub>2</sub> y Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, son los componentes obtenidas de arcillas. Arcilla esquistosa, pizarra, cenizas finas o arena que proporciona sílice o alúmina.

Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> estos se componen por el mineral de hierro.

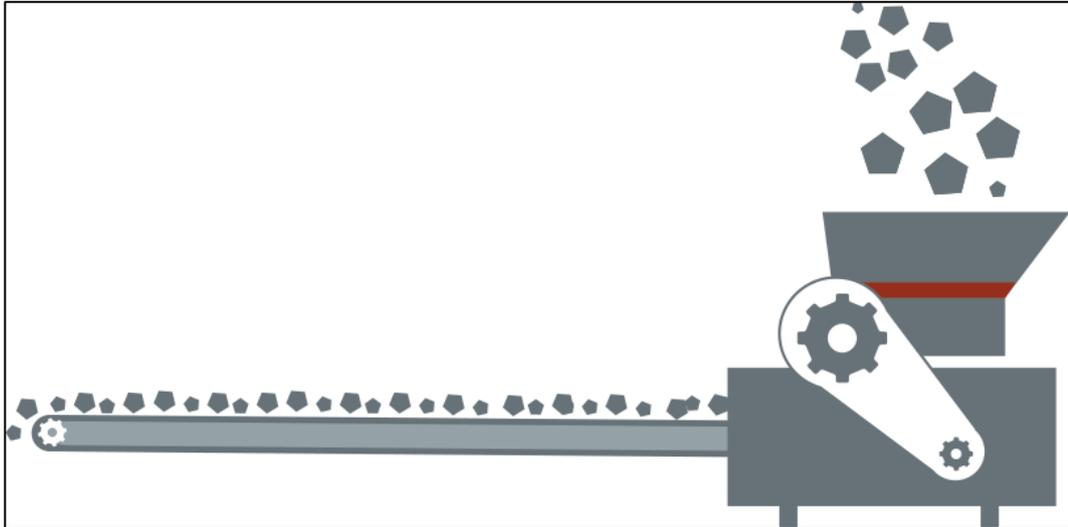
Como dato es que con los 2 primeros componentes se obtiene el cemento blanco, el tercero reduce la temperatura en la producción del cemento gris, esto hace que los costos reduzcan en comparación del cemento blanco.



**Figura 11.** Piedra caliza para fabricación del clinker

**Fuente:** Asociación Dominicana de producción de cemento Portland

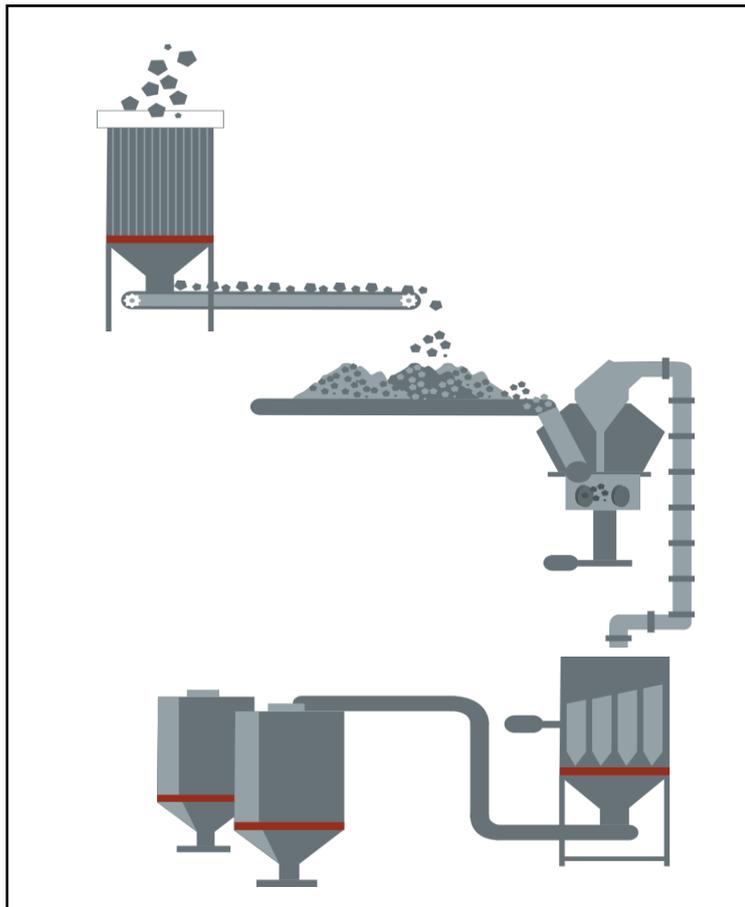
- b) El siguiente proceso es el de la trituración es obtener el material con una granulometría óptima para la molienda y es transportada a la planta para su almacenamiento donde se puede apreciar en la figura 12.



**Figura 12.** Trituración de materia prima

**Fuente:** Proceso de producción, Oficemen, 2020, <https://n9.cl/28us>

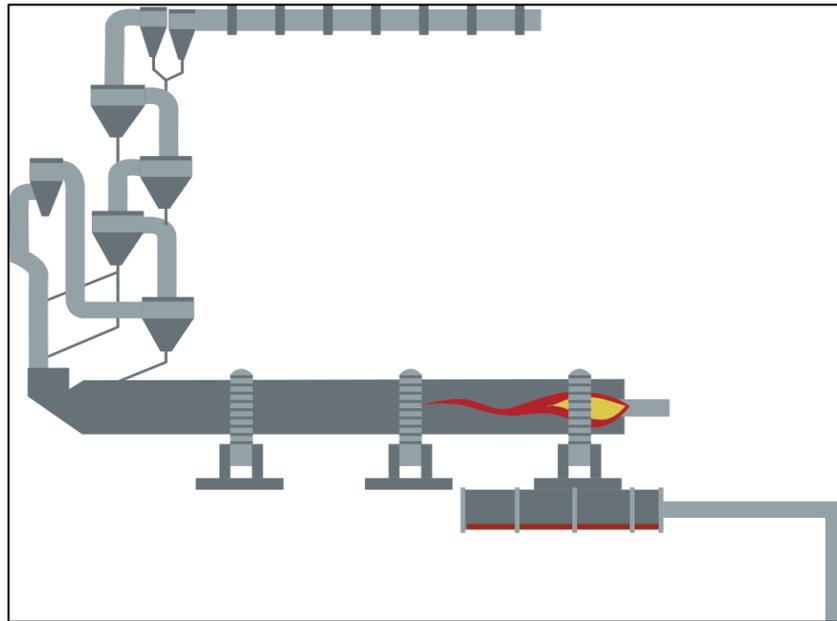
- c) Continúa con el proceso de pre homogeneización para realizar la preparación y dosificar adecuadamente los componentes que se le adiciona. Así mismo, se realiza la molienda del crudo, permitiendo obtener partículas más pequeñas y facilitar su cocción en el horno como es mostrado en la figura 13.



**Figura 13.** Pre homogenización y molienda del crudo

**Fuente:** Proceso de producción, Oficemen, 2020, <https://n9.cl/28us>

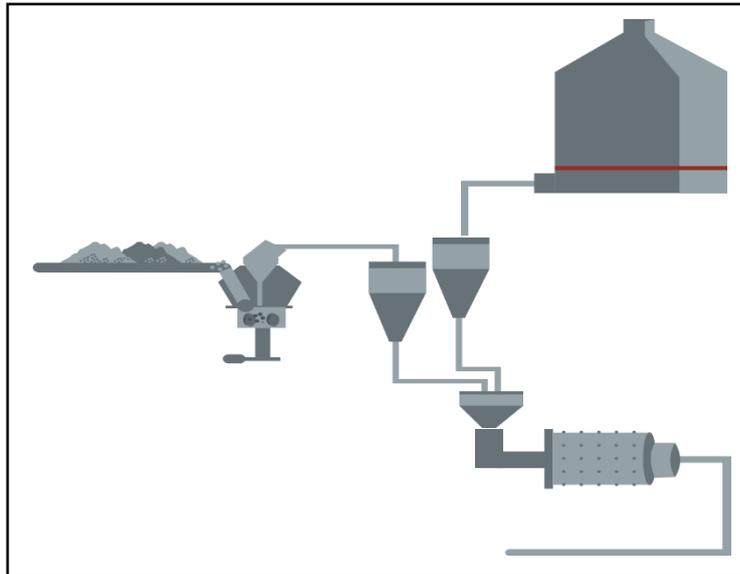
- d) El siguiente paso es del precalentador de ciclones cuya finalidad es calentar los materiales primarios para la facilidad de su cocción de tal manera que la materia desciende y los gases son expulsados así precalentando el crudo a 1000°C. Posteriormente se procede a fabricar el clinker, durante el avance que va consiguiendo la harina en el horno subiendo la temperatura hasta 1500°C produciéndose así las diferentes reacciones químicas, se describe el proceso en la figura 14.



**Figura 14.** Precalentador de ciclones y fabricación del clínker

**Fuente:** Proceso de producción, Oficemen, 2020, <https://n9.cl/28us>

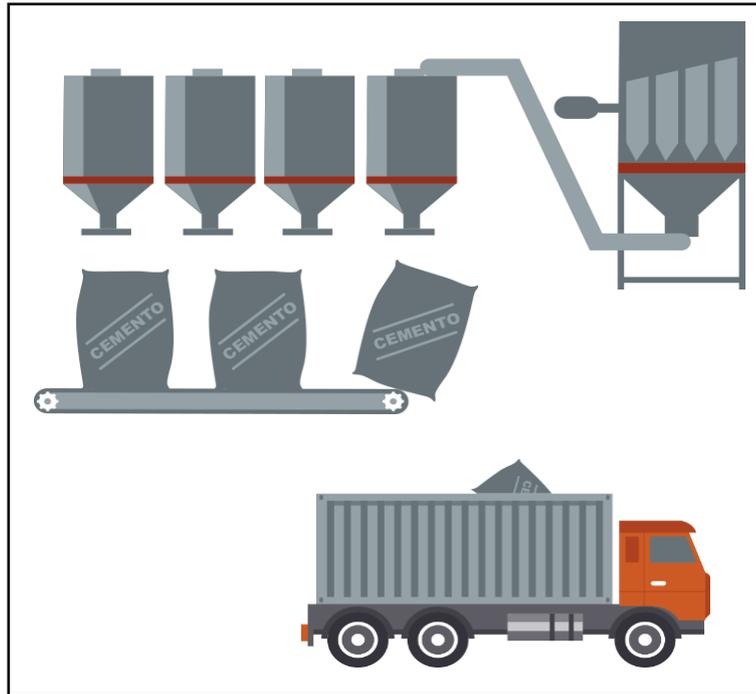
- e) El siguiente paso es el del enfriado del clínker que al ingresar al enfriador y generar aire frío se llega hasta los 100°C. El proceso a continuación es el de la molienda del clínker y da paso a la fabricación del cemento, donde el clínker se combina con yeso cuya función es controlar el tiempo de fraguado como mejorar las resistencias y cambios volumétricos que se realiza dentro de un molino con bolas de metal en su interior que al girar trituran por fricción el clínker y se logra la finura requerida que se convierte en cemento como se visualiza en la figura 15.



**Figura 15.** Enfriado y molienda del clínker

**Fuente:** Proceso de producción, Oficemen, 2020, <https://n9.cl/28us>

- f) Finalmente se procede al almacenamiento del cemento en silos separando su clase, pero antes de este proceso se realiza el sistema de control de calidad cotidiano que mediante las muestras obtenidas durante su proceso de fabricación cumplan con lo requerido en la norma, es por eso que en cada planta se debe contar con laboratorios físicos y químicos con el equipamiento adecuado; el proceso termina cuando se procede al embolsado o traslado a granel según las necesidades y el cliente lo requiera. Este procedimiento es mostrado en la figura 16.



**Figura 16.** Almacenamiento y traslado del cemento

**Fuente:** Proceso de producción, Oficemen, 2020, <https://n9.cl/28us>

### 2.2.2.3. Requisitos químicos

**Tabla 1.** Parámetros químicos normados del cemento

REQUISITOS	TIPO DE CEMENTO				
	I	II	III	IV	V
Oxido de aluminio, (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ),Max,%	-	6	-	-	-
Oxido de Férrico, (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ), máx.%	-	6	-	6.5	-
Oxido de magnesio, (MgO), máx. %	6	6	6	6	6
Trióxido de azufre, (SO <sub>3</sub> ), máx.%					
Cuando (C3A) es 8% o menos	3	3	3.5	2.3	2.3
Cuando (C3A) es más del 8%	3.5		4.5		
Pérdida por ignición, máx. %	3	3	3	2.5	3
Pérdida por ignición, máx. %	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75

**Fuente:** NTP 334.009, (2016)

Los requisitos físicos fijados en la norma NTP 334.009 se muestra en la tabla 2.

#### 2.2.2.4.Requisitos físicos

**Tabla 2.** Parámetros físicos normados del cemento

REQUISITOS	TIPO DE CEMENTO				
	I	II	III	IV	V
Contenido de aire del mortero, volumen %:					
Máximo	12	12	12	12	12
Finura, Superficie específica (m <sup>2</sup> /kg)					
Ensayo de permeabilidad de aire					
Mínimo	260	260	-	260	260
Máximo	-	-	-	430	-
Expansión en autoclave					
Máximo	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Resistencia a la compresión no menor a los valores indicados (Mpa):					
1 día	-	-	24	-	-
3 días	12	10	-	-	8
7 días	19	17	-	7	15
28 días	-	-	-	17	21
Tiempo de Fraguado					
Ensayo de Vicat ,minutos					
Tiempo de fraguado no menor que:	45	45	45	45	45
Tiempo de fraguado no mayor que:	375	375	375	375	375

**Fuente:** Norma técnica peruana NTP 334.009, (2016)

#### 2.2.2.5.Tipos de cemento

##### a) Sin adición

Los cementos portland no adicionados está constituido por el clinker y la adicional de una proporción de sulfato de calcio o de yeso, tabla 3.

**Tabla 3.** Cementos no adicionados

CEMENTOS SIN ADICIÓN	
Tipo de cemento	Descripción
Tipo I	Uso general que no requiera propiedades especiales
Tipo II	Para uso de características generales y de resistencia moderada en el calor de hidratación o a los sulfatos
Tipo III	Alta resistencia inicial
Tipo IV	Bajo calor de hidratación
Tipo V	Alta resistencia a los sulfatos

**Fuente:** NTP 334.090

## b) Adicionados

Además de poseer los componentes de los no adicionados, 2 o más componentes inorgánicos que constituyen en mejoramiento del cemento en sus propiedades como las escorias, incorporadores de aire, puzolanas, etc. Como se mostrado en la tabla 4.

**Tabla 4.** Cementos adicionados

CEMENTOS ADICIONADOS	
Tipo de cemento	Características
Cemento Pórtland puzolánico NTP 334.044	<b>Tipo IP:</b> tiene puzolana entre 15% y 40% <b>Tipo I con puzolana modificada (PM):</b> la puzolana tiene menos del 15%
Cemento Pórtland de escoria NTP 334.049	<b>Tipo I (SM):</b> escoria modificada que está cotenido menos del 25% <b>Tipo IS:</b> La escoria se concentra entre 25% y 70%
Cemento Pórtland compuesto tipo I (Co) NTP 334.073	Cemento adicionado con el clinker y materiales calizos hasta 30% de peso
Cemento Pórtland de albañilería (A) NTP 334.069	Cemento que ha sido modificado con adiciones que mejoran su plásticidad
Cemento Pórtland de alta performance NTP 334.082	Donde su aplicación no haya restricciones y su composición requiera ataque a sulfatos y alta resistencia inicial.  Tipos por su claoor de hidratación: <b>GU</b> : De uso general. Se usa para cuando no se requiera propiedades especiales <b>HH</b> : De alta resistencia inicial <b>MS</b> : De moderada resistencia a los sulfatos <b>HS</b> : De alta resistencia a los sulfatos <b>MH</b> : De moderado calor de hidratación <b>LH</b> : De bajo calor de hidratación

**Elaboración:** El autor

### 2.2.2.6. Cementos en estudio

#### a) Cemento Pacasmayo tipo Ico extra fuerte

Este cemento es utilizado para uso general que se recomienda en losas, vigas, columnas, cimientos y otros que no estén expuestos al salitre. Este cemento está adicionado para brindar buena resistencia a la compresión, calor de hidratación moderado y mejor maleabilidad.



**Figura 17.** Cemento Pacasmayo Extraforte

**Elaboración:** El autor

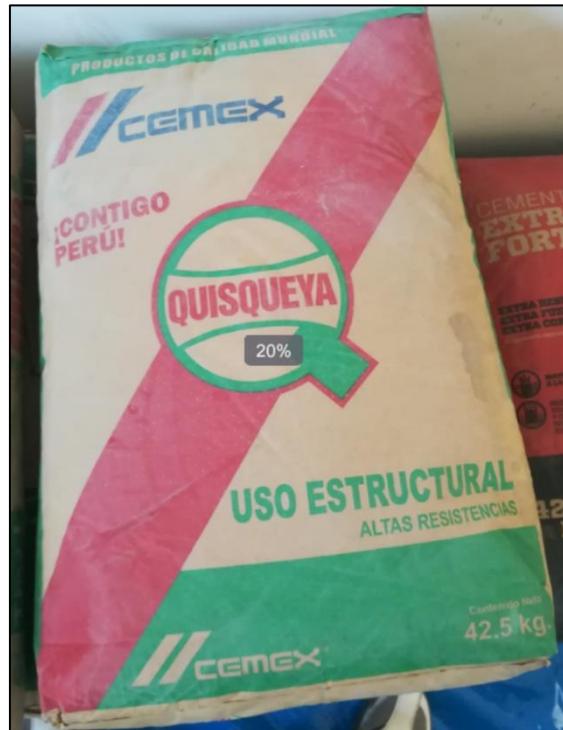
### **Propiedades**

- Altas resistencias iniciales
- Menor tiempo de fraguado

### **Aplicaciones**

- Obras en general de concreto armado
- Para la producción prefabricada
- Para un rápido desencofrado
- Cimentaciones y pavimentos
- Funcional en clima frío

## b) Cemento Quisqueya de uso estructural



**Figura 18.** Cemento Quisqueya de uso estructural

**Elaboración:** El autor

### **Propiedades**

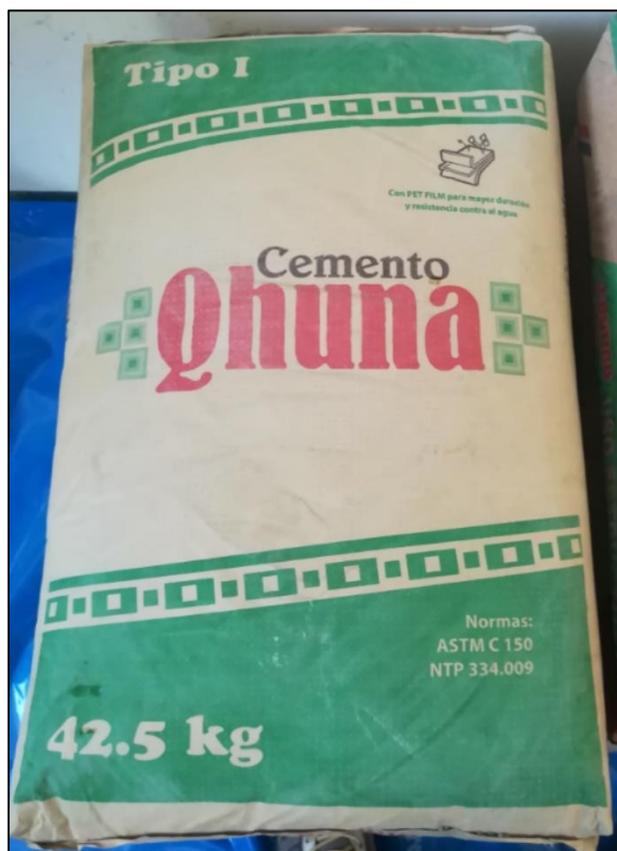
- Excelente resistencias iniciales.
- Rápido desencofrado.
- Tiempo óptimo de fraguado.
- Excelentes resistencias mecánicas a la compresión, flexión y tracción.
- Excelente manejabilidad y trabajabilidad.
- Uniformidad en sus características.

## Aplicaciones

- Construcción de elementos estructurales como columnas, vigas, muros, losas y cimentación.
- Permite producir concretos que requieran mayor resistencia inicial.
- Un buen comportamiento en la elaboración de prefabricados como postes de concreto, vigas postensadas y pretensadas, adoquines, etc.

### c) Cemento Qhuna tipo I

Este cemento es de uso general, elaborado durante el proceso de molienda de clinker y yeso en proporciones requeridas, para contar con la garantía de la calidad del producto, está especificado que son para obras donde se requiera avance y durabilidad. Dicho proceso está adecuado los requisitos de la normativa NTP 334.009 y ASTM C 150.



**Figura 19.** Cemento Qhuna tipo I

**Elaboración:** El autor

### Aplicaciones:

- Utilizado del concretos en sobre cimientos, zapatas, vigas, columnas y losas, etc.
- Se usa en obras generales de construcción, ofrece altas resistencias.
- Utilizado para la fabricación de ladrillos, adoquines, bloques de alta resistencia.
- Utilizado en diversas estructuras de concreto simple o armado.
- Utilizado para tarrajeos, ladrillos, enchapes, pisos y otros materiales.

### Comparación de características técnicas de los cementos

Comercialmente los cementos son vendidos bajo una determinada ficha técnica, donde se indica la comparación con la norma en sus parámetros de diseño y la características mecánicas de dicho producto mostrados en la tabla 5.

**Tabla 5.** Propiedades de los cementos en estudio

PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS CEMENTOS EN ESTUDIO				
EDAD	Norma	Pacasmayo	Quisqueya	Qhuna
3 días	122	221	320	206
7 días	194	297	420	285
28 días	285	379	555	487
Tiempo de fraguado inicial	45 min	123	140	122
Tiempo de fraguado final	375 min max	252	180	245

**Elaboración:** El autor

Durante el proceso de fabricación del cemento cada marca aparte del cumplimiento con lo normado en la NTP 334.009 para la fabricación del cemento y su composición química se detalla la composición comparativa de cada cemento en la tabla 6.

**Tabla 6.** Composición química de cementos estudiados

COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS CEMENTOS EN ESTUDIO				
Composición química (Máx %)	Norma (Máx %)	Pacasmayo	Quisqueya	Qhuna
Dióxido de silicio SiO <sub>2</sub>	-	19.5	20.07	19.2
Oxido de Aluminio Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	5	5.42	4.6
Oxido Férrico Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	-	3.5	3.3	2.52
Oxido de Calcio CaO	-	60	64.63	63
Oxido de Magnesio MgO	6	2.2	1.13	1.23
Trióxido de Azufre SO <sub>3</sub>	3.5 (4 para lco)	2.3	3.07	2.12
Oxido de sodio + Oxido de potasio Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O	-	1.2	1.19	0.62
Perdida por ignición	3 (8 para lco)	2.23	1.03	1.23
Silicato Tricalcico C <sub>3</sub> S	-	51	60.4	69
Silicato Dicalcico C <sub>2</sub> S	-	17.45	12	3.02
Aluminato Tricalcico C <sub>3</sub> A	-	7.33	10.3	7.93
Ferro Aluminato Tetracalcico C <sub>4</sub> AF	-	10.65	10.3	7.67

**Elaboración:** El autor

### 2.2.3. Agua

#### 2.2.3.1. Concepto

Es considerado elemental para la elaboración del concreto, se relaciona directamente en la resistencia y consistencia. (Abanto Castillo, 2009). Principalmente el agua que se usa para los concretos es de procedencia de agua potable y aquellas que no tengan olores u sabores, sin embargo, también pueden utilizarse aquellas aguas no potable siempre y cuando se cumplan los requisitos de calidad. (Ana Torre, 2004)

#### 2.2.3.2. Requisitos de calidad

Para el uso del agua para la elaboración del concreto se debe seguir con la NTP. 339.088, que se considera potables o caso contrario cumplan con los siguientes límites:

A continuación, la tabla 7 se indica los requisitos de calidad para agua de concreto.

**Tabla 7.** Requisitos de calidad del agua

DESCRIPCIÓN	LÍMITE PERMISIBLE		
Sólidos en suspensión (residuo insoluble)	5,000	ppm	Máximo
Materia Orgánica	3	ppm	Máximo
Alcalinidad (NaHCO <sub>3</sub> )	1,000	ppm	Máximo
Sulfatos (ión SO <sub>4</sub> )	600	ppm	Máximo
Cloruros (ión Cl <sup>-</sup> )	1,000	ppm	Máximo
PH	5 a 8		Máximo

**Fuente.** NTP 339.088

## **2.2.4. Agregados**

### **2.2.4.1. Definición**

También se le denomina áridos que son materiales inertes que son combinados con cemento y agua para obtener mezcla de concreto (Abanto Castillo, 2009).

Los agregados tienen una representación del 0.75 en promedio volumétrico de la mezcla del concreto, por lo tanto, es considerable que presenten una alta resistencia y duración que cumplan los parámetros normativos.

### **2.2.4.2. Agregado fino**

Esto es producto de la disgregación artificial o natural, se considera el pasante de la malla 3/8" (9.5 mm) y se retiene en el tamiz # 200, cumpliendo con las consideraciones establecidas en la NTP 400.037

Los requisitos que se debe cumplir según la NTP 400.037 se contemplar los siguientes límites.

En la tabla 8 se muestra los límites de granulometría de agregado fino.

**Tabla 8:** Parámetros de la granulometría por tamizado del agregado fino

<b>Tamiz</b>	<b>Porcentaje que pasa</b>
9,5 mm (3/8 pulg)	100
4,75 mm (N°4)	95 a 100
2,36 mm (N°8)	80 a 100
1,18 mm (N°16)	50 a 85
600 µm (N°30)	25 a 60
300 µm (N°50)	05 a 30
150 µm (N°100)	0 a 10

**Fuente.** NTP 400.037

#### **2.2.4.3. Agregado grueso**

Este tipo de agregado es producto de la disgregación de rocas, se retiene en el tamiz N° 4 (4.75 mm) y se debe respetar en las consideraciones normadas en la NTP 400.037.

Para los límites requeridos por la norma se contempla lo siguientes requisitos, como es mostrado en la tabla 9.

**Tabla 9:** Requisitos granulométricos del agregado grueso.

Huso	Tamaño máximo nominal	Porcentaje que pasa por los tamices normalizados													
		100 mm (4 pulg)	90 mm (3 1/2)	75 mm (3 pulg)	63 mm (2 1/2)	50 mm (2 pulg)	37,5 mm	25,0 mm (1 pulg)	19,0 mm (3/4 pulg)	12,5 mm (1/2 pulg)	9,5 mm (3/8 pulg)	4,75 mm (N°4)	2,36 mm (N°8)	1,18 mm (N°16)	300 µm (N°50)
1	900 mm a 37,5 mm (3 1/2 pulg a 1 1/2 pulg)	100	90 a 100	-	25 a 60	-	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-	-
2	63 mm a 37,5 mm (2 1/2 pulg a 1 1/2 pulg)	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-	-
3	50 mm a 25,0 mm (2 pulg a 1 pulg)	-	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-
357	50 mm a 4,75 mm (2 pulg a N°4)	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	-	0 a 5	-	-	-
4	37,5 mm a 19,0 mm (1/2 pulg a 3/4 pulg)	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	-	0 a 5	-	-	-	-
467	37,5 mm a 4,75 mm (2 pulg a N°4)	-	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	0 a 5	-	-	-
5	25,0 mm a 12,5 mm (1 pulg a 1/2 pulg)	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-	-	-
56	25,0 mm a 9,5 mm (1 pulg a 3/8 pulg)	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	-	-	-
57	25,0 mm a 4,75 mm (1 pulg a N°4)	-	-	-	-	-	100	95 a 100	-	25 a 60	-	0 a 10	0 a 5	-	-
6	19,0 mm a 9,5 mm (3/4 pulg a 3/8 pulg)	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	-	-	-
67	19,0 mm a 4 mm (3/4 pulg a N°4)	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	-	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-
7	12,5 mm a 4,75 mm (1/2 pulg a N°4)	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	-	-
8	9,5 mm a 2,36 mm (3/8 pulg a N°8)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	-
89	12,5 mm a 9,5 mm (1/2 pulg a 3/8 pulg)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9 <sup>Λ</sup>	4,75 mm a 1,18 mm (N°4 a N°16)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Fuente: NTP 400.037

## **2.2.5. Diseño de mezcla**

Para esta tesis se hizo uso del método ACI 211 de American Concrete Institute para el diseño de mezcla que basado empíricamente en tablas para determinar la dosificación.

### **2.2.5.1. Características básicas para diseño de mezcla**

- T.M.N. de los agregados
- Módulo de fineza
- Peso específico
- Contenido de humedad
- Porcentaje de absorción
- Peso unitario suelto
- Peso unitario suelto compactado
- Asentamiento requerido
- Densidad específica de los cementos

### **2.2.5.2. Pasos para el diseño de mezcla**

#### **a) Resistencia a la compresión requerida**

Para este paso se tomará el  $f'c$  (kg/cm<sup>2</sup>) requerido según las características de cada proyecto y estructura a los 28 días.

#### **b) Determinación del $f'cr$**

Este paso se realiza cuando no existe resultados de ensayos en laboratorio con los materiales en cuestión que es el caso en proyectos nuevos, es por eso por lo que en la tabla 10 se muestra la resistencia que se requiere en compresión  $f'cr$ .

**Tabla 10.** Requerimiento de la resistencia a la compresión

Resistencia a la compresión especificada $f_c$	Resistencia promedio requerida $f_{cr}$
$f_c < 210 \text{ kg/cm}^2$	$f_{cr} = f_c + 70 \text{ kg/cm}^2$
$210 \text{ kg/cm}^2 \leq f_c \leq 350 \text{ kg/cm}^2$	$f_{cr} = f_c + 85 \text{ kg/cm}^2$
$f_c \geq 350 \text{ kg/cm}^2$	$f_{cr} = 1.10 f_c + 50 \text{ kg/cm}^2$

**Fuente:** Reglamento nacional de edificaciones E 0.60 (2017)

### c) Tamaño máximo nominal

Para la elección del T.M.N. debemos tener en consideración que tienen menos vacíos, por lo que va a requerir menos volumen de mortero, es decir que el tamaño máximo debe guardar relación entre la economía y la relación de los tipos de estructuras cuyo criterio es:

- 0.2 de la dimensión menor de los costados del encofrado
- 0.33 de espesor en losas
- 0.75 de la separación entre barras de refuerzo .

### d) Asentamiento

Es el slump que buscamos para cada diseño requerido de acuerdo con la clasificación de consistencia requerida, mostrada en la tabla 11.

**Tabla 11.** Clasificación de consistencia

CLASIFICACION DE CONSTENCIA			
Consistencia	Asentamiento	Trabajabilidad	Método de Compactación
Seca	0-2"	Poco trabajable	Vibración normal
Plástica	3-4"	Trabajable	Vibración ligera chuseado
Fluida o Húmeda	5 a mas	Muy trabajable	Chuseado

**Fuente:** Tecnología del concreto. <https://n9.cl/obger>

### e) Contenido de agua

La cantidad de agua a requerida va a depender del T. M. del agregado grueso de tal manera que no se afecte con el contenido de cemento por lo cual en la tabla 12 se muestra datos estimados de agua para el mezclado con y sin aire incorporado, la cantidad de agua se ve reflejado en la resistencia, pero también hay otros factores como la calidad de agregados y la buena graduación del agregado.

**Tabla 12.** Requerimiento de agua para diseño de mezcla

Asentamiento	Agua (lt/m <sup>3</sup> ) para tamaño maximos de agregado grueso							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Sin aire incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	1330	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	16	178	160	-
Con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	-

**Fuente:** Tabla 6.3.3. ACI 211.1

### f) Contenido de aire total

La inclusión de aire contenido va a depender de acuerdo al T. M. del agregado grueso, ya que lo que se requiere es tener un concreto con menos presencia de aire ya que esto puede afectar en su resistencia y que el concreto

a su exposición máxima puede estar comprometida a la congelación y deshielo. En la tabla 13 se muestra lo especificado por el comité ACI 211.1 para el porcentaje de aire atrapado.

**Tabla 13.** Porcentaje de aire atrapado para diseño de mezcla

CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO	
TMN	Aire atrapado
3/8"	3%
1/2"	2.50%
3/4"	2%
1"	1.50%
1 1/2"	1%
2"	0.50%
3"	0.30%
6"	0.20%

**Fuente:** Tabla 6.3.3. ACI 211.1

#### g) Relación agua cemento

El factor a/c no necesariamente es determinado por la resistencia, si no por otro factor como durabilidad y acabado, tal es la manera que a pesar de tener la misma resistencia con varios agregados y cementos se obtiene varias diferencias como es el caso de esta investigación, es por eso por lo que en la tabla 14 tiene valores aproximados para las relación agua/ cemento para los 28 días.

**Tabla 14.** Relación de agua / cemento para diseño de mezcla

RELACIÓN AGUA CEMENTO		
F'c a los 28 días (kg/cm <sup>2</sup> )	Sin aire incluido	Con aire incluido
420	0.41	-
350	0.48	0.4
280	0.57	0.48
210	0.68	0.59
140	0.82	0.74

**Fuente:** Tabla 6.3.4. ACI 211.1

## h) Selección del agregado grueso

Para el cálculo volumétrico de agregado grueso en estado seco y compactado se obtiene en la tabla 15 los valores estimados para el volumen en relación a su T.M.N. del agregado grueso y que posteriormente determinarán la cantidad de mortero que se necesita.

**Tabla 15.** Volumen de diseño del agregado grueso

VOLUMEN D AGREGADO GRUESO, SECO Y COMPACTADO POR UNIDAD DE CONCRETO PARA DIVERSOS MÓDULOS DE FINEZA				
Tamaño máximo nominal del agregado	2.4	2.6	2.8	3
3/8"	0.5	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.6
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.7
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

**Fuente:** Tabla 6.3.6. ACI 211.1

## i) Volúmenes absolutos de los materiales

Para los volúmenes absolutos es la multiplicación de los datos obtenido anteriormente en cemento, agua, aire y agregado grueso por el peso específico de los mismos.

## j) Volumen del agregado fino

Para la volumetría del A.F. es el resultado de la resta de la unidad con la sumatoria volumétrica de cemento, agregado grueso, aire y agua, también se puede determinar de acuerdo al TMN del agregado como es mostrado la tabla 16 considerando las condiciones del aire incorporado.

**Tabla 16.** Estimación de peso del agregado fino

ESTIMACIÓN DEL CONTENIDO DE AGREGADO FINO		
Tamaño máximo nominal del agregado grueso	sin aire incorporado kg/m <sup>3</sup>	con aire incorporado kg/m <sup>3</sup>
3/8"	2285	2190
1/2"	2315	2235
3/4"	2355	2280
1"	2375	2315
1 1/2"	2420	2355
2"	2445	2375
3"	2465	2400
6"	2505	2435

**Fuente:** Tabla 6.3.7. ACI 211.1

**k) Cálculo del peso del agregado fino en estado seco**

Para este cálculo se toma el resultado del volumen del agregado multiplicado por su peso específico para conseguir su peso seco del A.F.

**l) Presentación del diseño en estado seco**

En esta sección se hace un resumen de pesos secos por m<sup>3</sup> del cemento, agua, aire, agregado grueso y fino.

**m) Corrección por humedad**

Para la corrección por humedad se debe considerar la humedad del agregado, ya que estos aportan a la cantidad de agua requerida y a su vez tienden ser absorbidas, la consideración es:

Si la absorción tiende a ser mayor que la humedad, entonces este absorberá el agua del diseño y por lo tanto se debería considerar más.

Si la absorción es menor a la humedad, entonces estos agregados tienden a aportar agua al diseño, donde se tendría que reducir el volumen de agua del diseño.

Si la absorción es igual a la humedad no se realiza ningún ajuste ya que no absorbería ni aportaría al agua de diseño.

#### **n) Humedad superficial de agregados**

Este cálculo es la resta del porcentaje de humedad y el porcentaje de absorción de cada agregado.

#### **o) Aporte de humedad de agregados**

El cálculo para el aporte de humedad es la multiplicación de la humedad superficial del agregado por el peso en seco del agregado y todo esto dividido entre 100 para que nos proporcione en unidades de litros.

#### **p) Agua de mezcla efectiva**

El agua efectiva será la sumatoria del agua de diseño más la humedad aportada de los agregados.

#### **q) Cantidad de materiales corregidas**

Será los datos finales de cada material, tomando en consideración los ajustes que se realizaron en cada uno de ellos.

#### **r) Proporción en peso**

La proporción en peso se obtiene en la división del peso de los materiales en m<sup>3</sup> entre el peso del cemento por m<sup>3</sup> de diseño para obtener la proporción final.





**Figura 21.** Ensayo de consistencia

**Elaboración:** El autor

## **b) Temperatura**

Este ensayo se basa en la medición del concreto fresco en relación a su temperatura para comprobar en obra los parámetros requeridos.

El ensayo se realiza con el termómetro con precisión de  $\pm 0.5$  °C que es sumergido a un mínimo de 3" y esperar que se estabilice el lector o caso contrario un mínimo de 2 minutos para ser registrado la temperatura como lo indica en la NTP 339.184



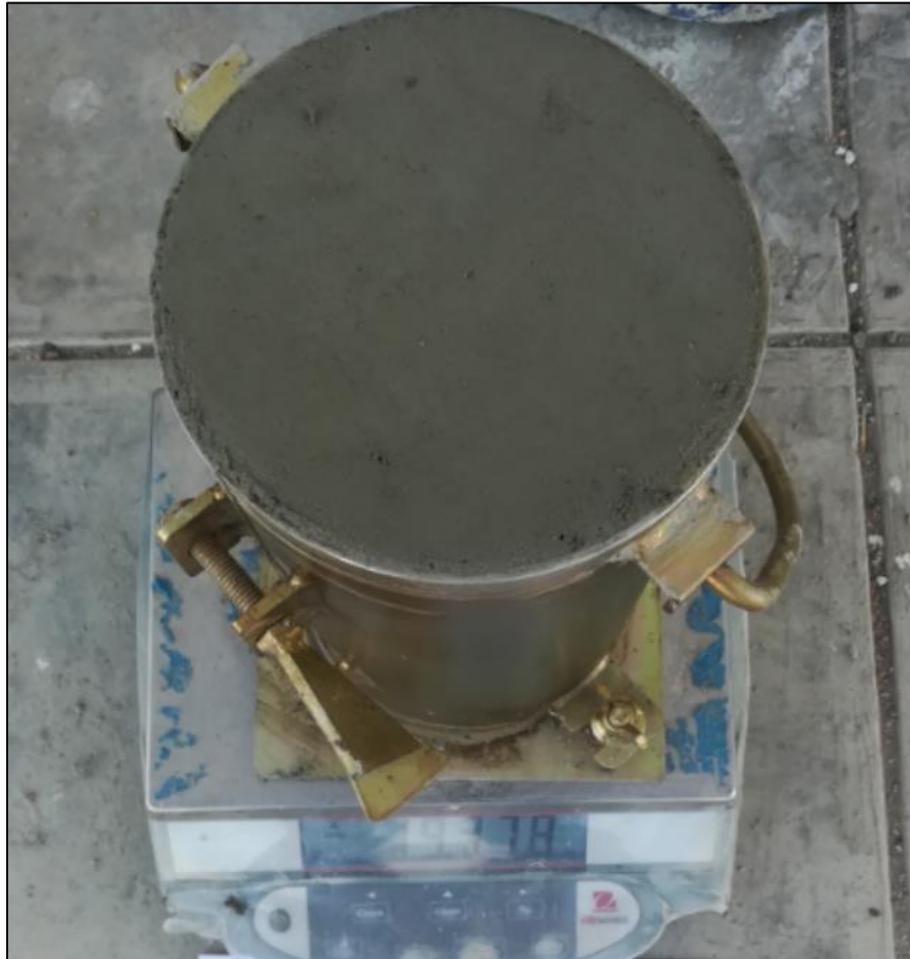
**Figura 22.** Termómetro digital para concreto

**Elaboración:** El autor

### **c) Peso unitario**

El siguiente ensayo utilizado para la determinación de capacidad de densidad de la masa que tiene la relación de masa / volumen son necesarios en muchos métodos de diseño.

El procedimiento consiste en llenar cada un tercio con 25 varilladas en el recipiente apoyados con la varilla de 5/8" para luego enrazar y determinar su peso en función del volumen según lo estipula la NTP 400.017.



**Figura 23.** Peso unitario del concreto fresco

**Elaboración:** El autor

#### **d) Contenido de aire**

Para el ensayo se basa en calcular la cantidad de aire atrapado medido en porcentaje que tiene el concreto fresco apoyados de la olla de Washington, equipo desarrollado para este ensayo.

El procedimiento se realiza llenando en tres capas y varillándolo con 25 golpes el recipiente, luego enrazar la superficie y sellar con la tapa de presión, luego hay que purgar el medido y liberar el aire para realizar la medición según lo estipula la NTP 339.046



**Figura 24.** Olla de Washington para contenido de aire

**Elaboración:** El autor

### **2.2.6.2. En estado endurecido**

#### **a) Resistencia a la compresión**

Para este ensayo realizado en la determinación del  $f_c$  por medio de muestreo de concreto en probetas cilíndricas.

El proceso constituye en colocar en los moldes cilíndricos mezcla en 3 capas varillado, luego ser enrazado, posteriormente ser curado sumergidos en agua para posteriormente ser ensayado con el equipo de prensa hidráulica y tomar las respectivas mediciones según lo estipula la NTP 339.034. Sin

embargo, se deben tener algunas consideraciones para el ensayo como es mostrado en la **tabla 17**.

**Tabla 17:** Tolerancia para rotura de probetas.

<b>Edad de ensayo</b>	<b>Tolerancia permisible</b>
24 h	$\pm 0,5$ h ó 2,1 %
3 d	$\pm 2$ h ó 2,8 %
7 d	$\pm 6$ h ó 3,6 %
28 d	$\pm 20$ h ó 3,0 %
90 d	$\pm 48$ h ó 2,2 %

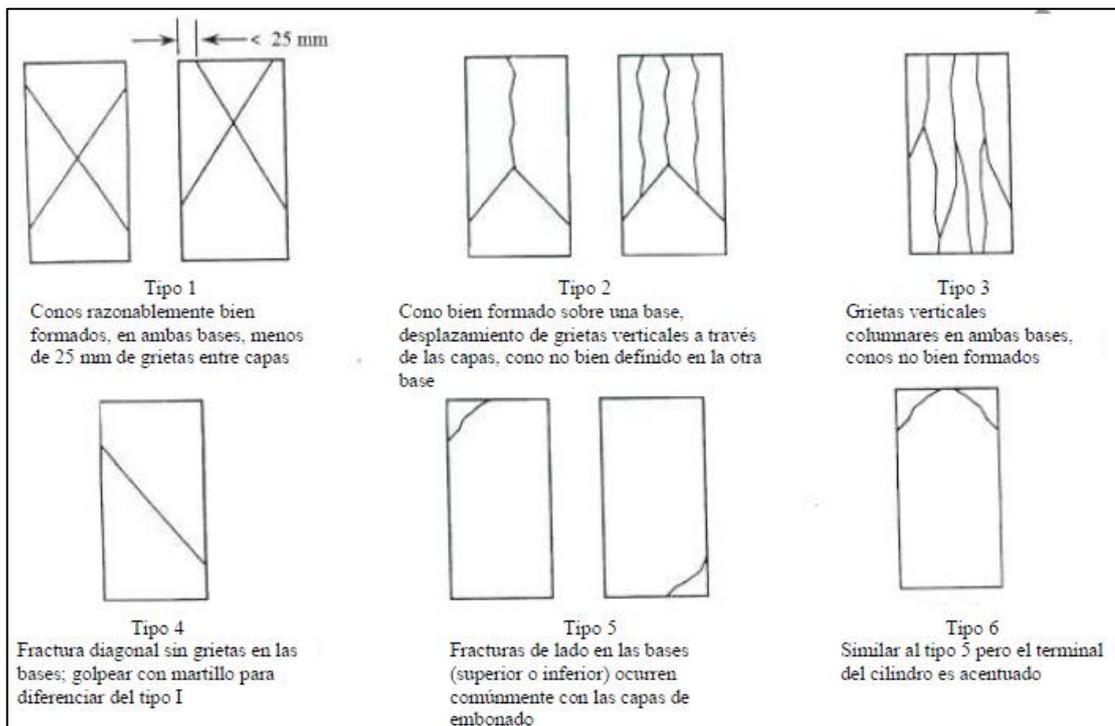
**Fuente:** NTP 339.034



**Figura 25.** Rotura de probeta para ensayo de la resistencia a la compresión

**Elaboración:** El autor

Las fallas más típicas en probetas cilíndricas se muestran en la figura 26.



**Figura 26.** Esquema de patrones de tipos de fracturas

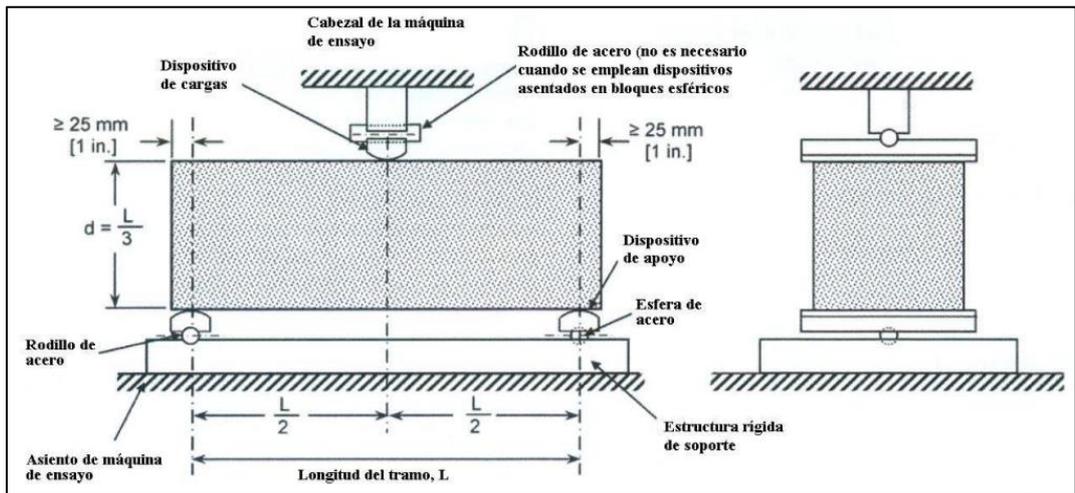
**Fuente.** NTP 339.034

## b) Resistencia a la flexión

Para este procedimiento se utilizó la NTP 339.079

El procedimiento es realizar probetas cúbicas de vigas de secciones de 15 x 15 x 50 cm, llenándolos en 3 capas y con 25 golpes cada uno.

Se debe tener en consideración el equipo para romper las probetas cúbicas, como el equipo mostrado en la figura 27.



**Figura 27.** Equipo de rotura a la flexión

**Fuente:** NTP 339.079



**Figura 28.** Rotura de viga para ensayo de resistencia a la flexión

**Elaboración:** El autor

### 2.3. Definición de términos básicos

- **Cemento:** Según la NTP 334.009, el cemento Pórtland que se produce en la trituración del Clinker, es un cemento hidráulico, que tiene componentes de silicatos de calcio hidráulicos y tiene otras formas de adición durante la molienda.
- **Concreto:** Está compuesto por la mezcla en determinadas proporcionalmente en agua, cemento, agregados y cuando se considere utilizar aditivos, inicialmente tiende a tener una estructura de consistencia plástica adaptable durante el tiempo de secado adquiere una consistencia rígida con propiedades resistentes según Pasquel (1993).
- **F'c:** Es la resistencia a esfuerzos de compresión de un diseño determinado y que se realiza con probetas de medidas normadas, expresada en kg/cm<sup>2</sup>, cuya edad relativa es a los 28 días según Rivva (2013).
- **F'r:** Según el RNE E 0.60 (2017) lo define como la resistencia requerida para diseño de mezcla con un factor de seguridad agregado.
- **Slump:** Para Pasquel (1993), es conocido como revenimiento, asentamiento del concreto fresco para determinar su fluidez o consistencia.
- **Clinker:** Es un elemento de forma semiacabado de piedras negruzcas, resultado del calcinamiento de la mezcla de material calcáreo y arcillas en diferentes composiciones, para llegar a la clinkerización a 1450 °C según Torre (2004).

## 2.4. Hipótesis

### 2.4.1. Hipótesis general

El concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  con cemento Quisqueya presenta un mayor desempeño en sus propiedades físicas y mecánicas con respecto a los cementos Pacasmayo y Qhuna.

### 2.4.2. Hipótesis específicas

**H1** El **peso unitario** del concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  por efecto del cemento Pacasmayo alcanza **mayor densidad** que el concreto con cemento Quisqueya y Qhuna.

**H2** El **contenido de aire** del concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  por efecto del cemento Pacasmayo se obtiene **mayor impermeabilidad** que el concreto con cemento Quisqueya y Qhuna.

**H3** La **temperatura** del concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  por efecto del cemento Pacasmayo tiene **mayor calor de hidratación** que el de los cementos Quisqueya y Qhuna

**H4** La **trabajabilidad** del concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  por efecto del cemento Pacasmayo tiene **mayor consistencia** que el de los cementos Quisqueya y Qhuna.

**H5** El concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  por efecto del cemento Quisqueya posee **mayor resistencia a la flexión** que el de los cementos Qhuna y Pacasmayo.

**H6** El concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  por efecto del cemento Quisqueya posee **mayor resistencia a la compresión** que el de los cementos Qhuna y Pacasmayo a edades tempranas y a los 28 días.

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA

#### 3.1. Diseño Metodológico

##### 3.1.1. Tipo de investigación

Esta tesis es de tipo **básica**, porque genera conocimientos al momento de comparar las propiedades físicas y mecánicas de un concreto  $f' = 210 \text{ kg/cm}^2$  al momento de realizar y evaluar los ensayos de laboratorio.

##### 3.1.2. Diseño de la investigación

Esta tesis es de diseño **experimental**, porque se hizo uso de laboratorios para realizar ensayos que nos permitan evaluar y comparar los resultados.

##### 3.1.3. Nivel de la investigación

Esta tesis es de nivel **descriptivo** porque va a describir cómo son los hechos reales, apoyados de la estadística y que a mediante de los resultados ensayados en laboratorios se pueda examinar y comparar.

##### 3.1.4. Enfoque de la investigación

Esta tesis es de enfoque **cuantitativo** ya que los ensayos son medibles y convertidos a números.

### 3.2. Operacionalización de Variables

En la tabla 18 se muestra las variables de la investigación.

**Tabla 18.** Variables de la investigación

VARIABLE	DIMENSIÓN	MEDICIÓN	INDICADOR
<b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b> cementos Pacasmayo, Quisqueya y Qhuna	Propiedades físicas y mecánicas	0.45 - 0.65	Relación A/C
		%	Ensayo de peso unitario
		%	Ensayo de contenido de aire
		%	Ensayo de temperatura
		%	Ensayo de trabajabilidad
		%	Ensayo de resistencia al a
<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b> Desempeño de las propiedades físicas y mecánicas de un concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$	Propiedad física	0.45 - 0.65	Relación A/C
		%	Ensayo de peso unitario
	Propiedad física	0.45 - 0.65	Relación A/C
		%	Ensayo de contenido de aire
	Propiedad física	0.45 - 0.65	Relación A/C
		%	Ensayo de temperatura
	Propiedad física	0.45 - 0.65	Relación A/C
		%	Ensayo de trabajabilidad
Propiedad mecánica	0.45 - 0.65	Relación A/C	
	%	Ensayo de resistencia a la	
Propiedad mecánica	0.45 - 0.65	Relación A/C	
	%	Ensayo de resistencia al a	

**Elaboración:** El autor

### 3.3. Diseño Muestral

Para esta tesis la población de estudio es la cantidad de mezcla utilizada para ensayos.

En cuanto al muestreo para el concreto endurecido es de 90 testigos cilíndricos para el  $f_c$ , basándose en el reglamento de edificaciones E.060 para las probetas mínimas a utilizar, 12 probetas rectangulares tipo viga para la resistencia a flexionamiento y para el concreto en estado fresco es la mezcla mostrados en la tabla 19, utilizada también peso unitario, porcentaje de aire, temperatura y trabajabilidad.

**Tabla 19.** Población y muestra

<b>DATOS PARA MUESTRAS</b>		
<b>Indicador</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Descripción</b>
Cemento	3	Pacasmayo, Quisqueya y Qhuna
Relación a/c	2	0.45 y 0.65
Resistencia a la compresión	5	3, 7, 14, 28 y 56 días
Probetas resistencia a la compresión	3	Para cada día
Resistencia a la flexión	1	28 días
Probetas resistencia a la flexión	2	Para el día 28
Probetas cilíndricas	90	En total
Probetas tipo viga	12	En total

**Elaboración:** El autor

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

En esta tesis se empleará la observación como técnica para la recopilación de datos de los ensayos experimentales en laboratorio. Como instrumento se utilizará formatos de registro de datos, que servirá para anotar los datos recopilados de los ensayos de peso unitario, porcentaje retenido de aire, temperatura, trabajabilidad, resistencia a la compresión y flexión, que servirá para la veracidad y validez de los valores obtenidos.

### **3.5. Procesamiento de datos**

Para esta tesis se analizó tres diferentes cementos (Pacasmayo, Quisqueya y Qhuna) para las relaciones a/c de 0.45 y 0.65.

Los ensayos para realizarse en laboratorio son:

- Peso unitario en estado fresco con ayuda de una balanza
- Contenido de aire que será medido con la olla de Washington

- Temperatura que es medido por un termómetro con precisión de  $\pm 0.5$  °C
- Trabajabilidad realizado con ayuda del cono de Abrams
- Resistencia a la compresión con una prensa hidráulica ensayada a los 3, 7, 14, 28 y 56 días.
- Resistencia a la flexión con ayuda de una prensa Hidráulica ensayada a los 28 días.

La toma de datos se hará mediante anotaciones en formatos que será plasmada en cuadros y gráficos con ayuda de la hoja de cálculo Excel, la técnica de recopilación de valores es de observación experimental, por ser desarrollados en laboratorios.

### **3.6. Aspectos éticos**

Los datos presentados serán veraces, respetando el debido proceso que consigna la norma estipulada en cada ensayo que se va a realizar, tomando en consideración la ética profesional.

## **CAPÍTULO IV**

### **DESARROLLO**

#### **4.1. Caso de la investigación**

Para esta tesis se desarrolló el diseño de un concreto  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en para las relaciones de a/c de 0.45 y 0.65, haciendo uso de los cementos Pacasmayo, Quisqueya y Qhuna para comparar sus propiedades mencionadas.

#### **4.2. Procedimiento de trabajo**

##### **4.2.1. Trabajos preliminares**

Se realizó al acopio de agregados y cementos en el laboratorio de la USMP para el desarrollo de los diseños propuestos en esta investigación, para lo cual se utilizó las canteras de La Victoria sector Pampas de Burro - Pátapo abastecedor de arena y la cantera Tres Tomas – Ferreñafe abastecedor de piedra chancada que a continuación se detalla.

## **CANTERA “TRES TOMAS”**

### **UBICACIÓN:**

La cantera está localizado en el distrito de Mesones Muro, provincia de Ferreñafe.



**Figura 29.** Ubicación cantera Tres Tomas - Ferreñafe

**Fuente:** Google Earth

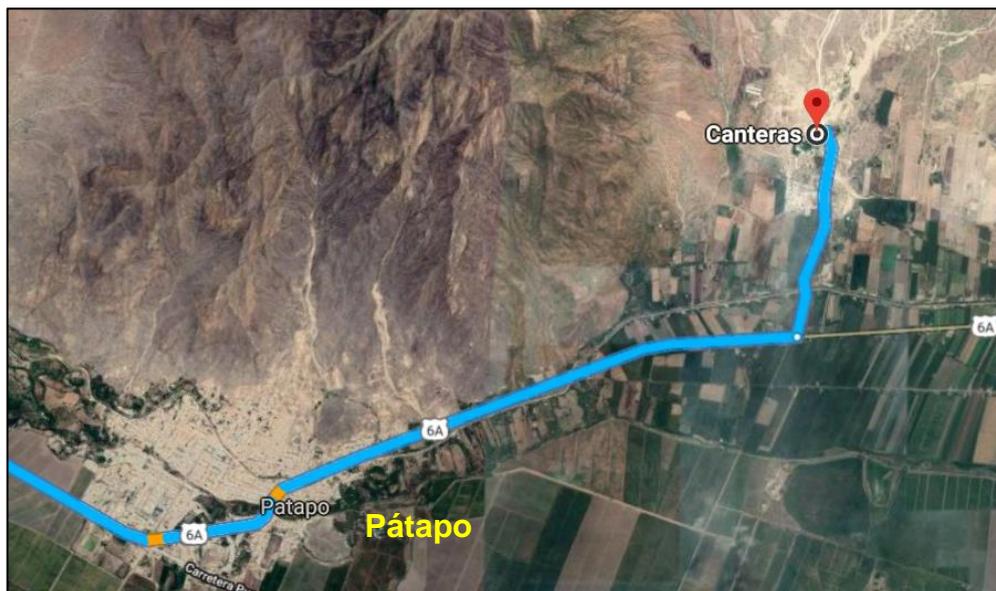
### **ACCESIBILIDAD:**

Al Canal Taymi hay 9km aproximadamente y a la Cantera Tres Tomas hay 6 km y 1.5 km hasta la zona de explotación, actualmente se encuentra en un estado regular de explotación de agregado grueso.

## **CANTERA LA VICTORIA - SECTOR PAMPA DE BURROS**

### **UBICACIÓN:**

La cantera ubica en La Victoria sector Pampa de Burros en el distrito de Pátapo provincia de Chiclayo



**Figura 30.** Ubicación de la cantera La Victoria sector Pampas de Burro - Pátapo

**Fuente:** Google Earth

#### **ACCESIBILIDAD:**

Para llegar está a 30 Km. de la provincia de Chiclayo y a 3 Km. del distrito de Pátapo, que tiene una vía accesible de regular acceso sin asfalto.

### **4.3. Ejecución de ensayos en laboratorios**

#### **4.3.1. Granulometría**

##### **a) Agregado Fino**

Para este procedimiento de la granulometría del agregado fino se utilizó la norma NTP 400.012 y ASTM C136 donde se establece los límites granulométricos para los agregados y para su módulo de fineza mostrado en la tabla 20.



**Figura 31.** Granulometría de la arena gruesa

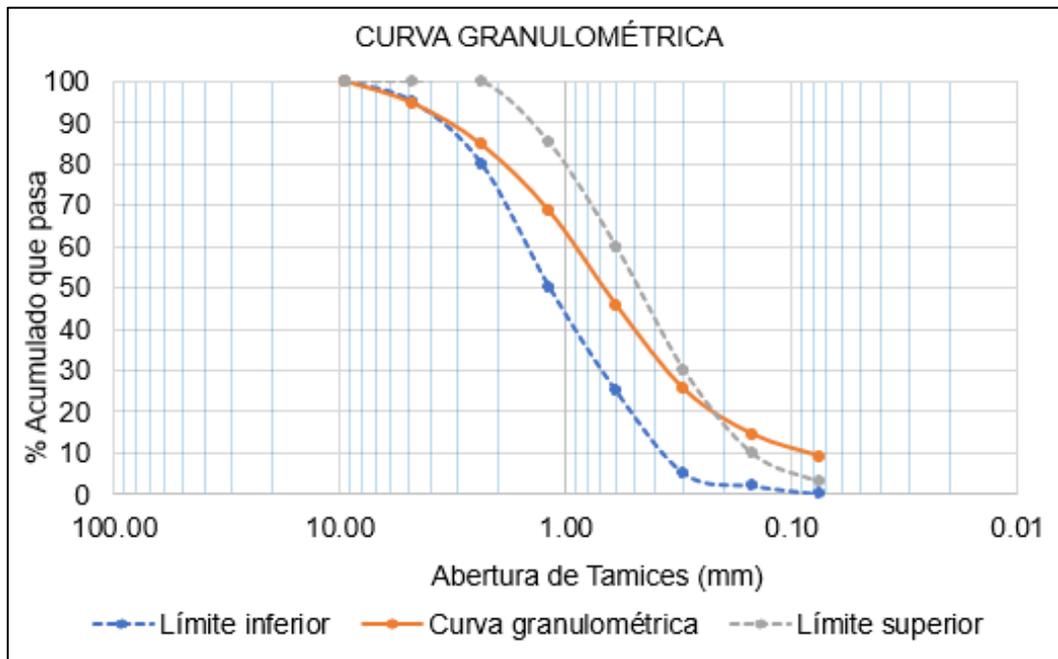
**Elaboración:** El autor

**Tabla 20.** Análisis granulométrico del agregado fino

<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO FINO</b>							
<b>Norma:</b>		NTP 400.012 - ASTM C136					
<b>Tipo:</b>		Arena gruesa					
<b>Cantera:</b>		Sector Pampa de Burros - La Victoria					
<b>Peso de muestra</b>		500 gr					
Pulg.	Tamiz mm	Peso retenido (gr)	% Retenid o	% Acumulado retenido	% Acumulado que pasa	Límites	
						Inferior	Superior
3/8"	9.50	0	0	0	100	100	100
Nº 4	4.75	27	5.4	5.4	94.6	95	100
Nº 8	2.36	50	10	15.4	84.6	80	100
Nº 16	1.18	81	16.2	31.6	68.4	50	85
Nº 30	0.60	113	22.6	54.2	45.8	25	60
Nº 50	0.30	102	20.4	74.6	25.4	5	30
Nº 100	0.15	54	10.8	85.4	14.6	2	10
Nº 200	0.08	27	5.4	90.8	9.2	0	3
Fondo		46	9.2	100	0	0	0
Total		500	100				
% Error		0					
Módulo de fineza		2.67					

**Elaboración:** El autor

La granulometría realizada con los tamices normados se visualiza en la curva granulométrica graficado en la figura 34.



**Figura 32.** Curva granulométrica del agregado fino

**Elaboración:** El autor

### b) Agregado Grueso

Para la granulometría del A.G. se realizó bajo la norma NTP 400.012 y ASTM C136 que determina los límites y parámetros para el desarrollo de la granulometría de agregados con tamices normados y para determinar el módulo de fineza, para este ensayo se utilizó el Huso 56 porque es el que más se ajusta a esta investigación con un TMN de 1" mostrado en la tabla 21.



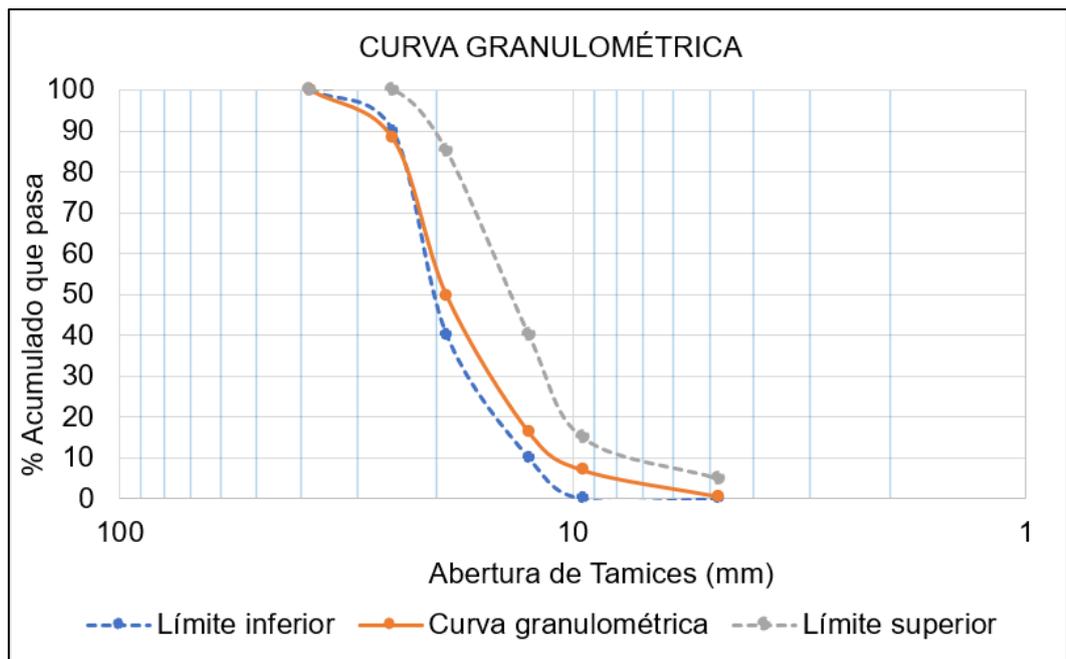
**Figura 33.** Granulometría del agregado grueso

**Elaboración:** El autor

**Tabla 21.** Granulometría del agregado grueso

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADO GRUESO							
<b>Norma:</b>	NTP 400.012 - ASTM C136			<b>TM</b>	1 1/2"		
<b>Tipo:</b>	Piedra chancada			<b>TMN</b>	1"		
<b>Cantera:</b>	Tres Tomas - Ferreñafe						
<b>Peso de muestra</b>	10000 gr						
TAMIZ		Peso retenido (gr)	% Retenido	% Acumulado retenido	% que pasa	LÍMITES	
Pulg.	mm					Inferior	Superior
1 1/2"	38.1	0	0	0	100	100	100
1"	25	1186	11.86	11.86	88.14	90	100
3/4"	19	3858	38.58	50.44	49.56	40	85
1/2"	12.5	3336	33.36	83.80	16.2	10	40
3/8"	9.5	924	9.24	93.04	6.96	0	15
Nº 4	4.75	650	6.50	99.54	0.46	0	5
Nº 8	2.36	45	0.45	99.99	0.01		
Nº 16	1.18	1	0.01	100.00	0		
FONDO		0	0	100	0		
TOTAL		10000	100				
% Error		0					
Módulo de fineza		7.43					

**Elaboración:** El autor



**Figura 34.** Curva granulométrica del agregado grueso

**Elaboración:** El autor

#### 4.3.2. Peso específico y porcentaje de absorción

##### a) Agregado Fino

Para el proceso se utilizó la norma NTP 400.022 para el ensayos normalizados para la densidad relativa y el porcentaje de absorción que se desarrolló durante 24 horas, donde ha obtenido los datos mostrados en la tabla 22.



**Figura 35.** Ensayo de peso específico del agregado fino  
**Elaboración:** El autor

**Tabla 22.** Peso específico y porcentaje de absorción de agregado fino

PESO ESPECÍFICO Y % DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO				
		Muestra 1	Muestra 2	Promedio
A	Peso seco de la muestra	500 gr	500 gr	500 gr
B	Peso del picnómetro + agua + muestra	1584 gr	1582 gr	1583 gr
C	Peso del picnómetro + agua	1279 gr	1278 gr	1279 gr
D	Peso del picnómetro	279 gr	279 gr	279 gr
E	Peso de la muestra secada en horno	492 gr	491 gr	492 gr
Peso específico aparente $[E / (C+A-B)]$		2.52 g/cm <sup>3</sup>	2.51 g/cm <sup>3</sup>	<b>2.51 g/cm<sup>3</sup></b>
Peso específico aparente (s.s.s) $[A / (C+A-B)]$		2.56 g/cm <sup>3</sup>	2.55 g/cm <sup>3</sup>	<b>2.56 g/cm<sup>3</sup></b>
Peso específico nominal $[E / (C+E-B)]$		2.63 g/cm <sup>3</sup>	2.63 g/cm <sup>3</sup>	<b>2.63 g/cm<sup>3</sup></b>
Absorción (%) $[((A-E)/E)*100]$		1.63 %	1.83 %	<b>1.73 %</b>

**Elaboración:** El autor

### b) Agregado Grueso

En el presente ensayo se utilizó bajo la normativa NTP 400.021 que es para el proceso normado al ensayar el peso específico y absorción del A.G. que se desarrolló saturando la muestra por 24 horas, como resultado se ha obtenido los datos mostrados en la tabla 23.



**Figura 36.** Ensayo de peso específico del agregado grueso

**Elaboración:** El autor

**Tabla 23.** Peso específico y porcentaje de absorción del agregado grueso

<b>PESO ESPECÍFICO Y % DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO</b>				
		<b>Muestra 1</b>	<b>Muestra 2</b>	<b>Promedio</b>
A	Volumen de probeta	500 ml	500 ml	500 ml
B	Peso muestra (s.s.s)	300 gr	300 gr	300 gr
C	Volumen 1	500 ml	500 ml	500 ml
D	Volumen 2	610 ml	608 ml	609 ml
E	Volumen desalojado	110 ml	108 ml	109 ml
F	Peso superficialmente seco	3000 gr	3000 gr	3000 gr
G	Peso seco	2985 gr	2982 ml	2984 ml
Peso específico [B/E]		2.73 g/cm <sup>3</sup>	2.78 g/cm <sup>3</sup>	<b>2.75 g/cm<sup>3</sup></b>
Absorción (%) $(((F-G)/G)*100]$		0.50 %	0.60 %	<b>0.55 %</b>

**Elaboración:** El autor

### 4.3.3. Contenido de Humedad

#### a) Agregado fino

Para este proceso se elaboró bajo la norma NTP 339.185 y ASTM C566 que se interviene al momento de hacer la respectiva corrección por humedad en el diseño, se ha obtenido los datos y resultados mostrados en la tabla 24.



**Figura 37.** Ensayo de contenido de humedad del agregado fino

**Elaboración:** El autor

**Tabla 24.** Porcentaje de humedad del agregado fino

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>			
<b>Tipo de agregado:</b>	Arena gruesa		
<b>Cantera:</b>	Sector Pampas de Burros - La victoria		
<b>MUESTRA</b>	<b>T-1</b>	<b>T-2</b>	<b>Promedio</b>
<b>PESO HÚMEDO</b>	500 gr	500 gr	500 gr
<b>PESO SECO</b>	490 gr	489 gr	490 gr
<b>% DE HUMEDAD</b>	2.04 %	2.25 %	<b>2.15 %</b>

**Elaboración:** El autor

## Agregado grueso

Para la elaboración del ensayo se utilizó la normativa NTP 339.185 y ASTM C566 para desarrollar el contenido de humedad del agregado grueso bajo la normativa descrita, obteniendo resultados que se muestra en la tabla 25.



**Figura 38.** Ensayo de contenido de humedad del agregado grueso

**Elaboración:** El autor

**Tabla 25.** Porcentaje de humedad del agregado grueso

<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>			
<b>Tipo de agregado:</b>	Piedra chancada		
<b>Cantera:</b>	Tres Tomas - Ferreñafe		
<b>MUESTRA</b>	<b>T-1</b>	<b>T-2</b>	<b>Promedio</b>
<b>PESO HÚMEDO</b>	3000 gr	3000 gr	3000 gr
<b>PESO SECO</b>	2988 gr	2990 gr	2989 gr
<b>% DE HUMEDAD</b>	0.40 %	0.33 %	<b>0.37 %</b>

**Elaboración:** El autor

#### 4.3.4. Peso unitario suelto

##### a) Agregado Fino

Para este procedimiento que se realizó bajo la norma NTP 400.017 y ASTM C29, al ensayar el peso unitario de agregado fino con el recipiente con el volumen normado y con las condiciones del agregado sin someterlo al varillado, los resultados que se han obtenido son mostrados en la tabla 26.



Figura 39. Pesado del agregado fino

Elaboración: El autor

Tabla 26. Peso unitario suelto del agregado fino

PESO UNITARIO SUELTO		
<b>Tipo de agregado:</b> Arena gruesa		
<b>Cantera:</b> Sector Pampas de Burros - La victoria		
A	Peso de muestra + molde	7060 gr
B	Peso del molde	2799 gr
C	Peso de la muestra (A-B)	4261 gr
D	Volumen del molde	2739 cm <sup>3</sup>
	Peso unitario suelto (C/D)	<b>1.56 gr/cm<sup>3</sup></b>

Elaboración: El autor

## b) Agregado grueso

La norma utilizada en el ensayo es la NTP 400.017 y ASTM C29 que estipula el proceso y el volumen normado para el peso del agregado sin varillado, los datos obtenidos son los que se presenta en la tabla 27.



**Figura 40.** Ensayo de peso unitario del agregado grueso

**Elaboración:** El autor

**Tabla 27.** Peso unitario suelto del agregado grueso

PESO UNITARIO SUELTO		
<b>Tipo de agregado:</b> Piedra chancada		
<b>Cantera:</b> Tres Tomas - Ferreñafe		
A	Peso de muestra + molde	20240 gr
B	Peso del molde	7300 gr
C	Peso de la muestra (A-B)	12940 gr
D	Volumen del molde	9450 cm <sup>3</sup>
	Peso unitario suelto (C/D)	<b>1.37 gr/cm<sup>3</sup></b>

**Elaboración:** El autor

#### 4.3.5. Peso unitario compactado

##### a) Agregado Fino

Para este procedimiento se utilizó la norma NTP 400.017 y ASTM C29 para obtener el peso unitario compactado del agregado fino mediante el varillado y el volumen normado, los datos que se ha tomado son mostrados en la **tabla 28**.



**Figura 41.** Ensayo de peso unitario compactado del agregado fino

**Elaboración:** El autor

**Tabla 28.** Peso unitario compactado del agregado fino

PESO UNITARIO COMPACTADO		
<b>Tipo de agregado:</b> Arena gruesa		
<b>Cantera:</b> Sector Pampas de Burros - La victoria		
A	Peso de muestra + molde	7363 gr
B	Peso del molde	2799 gr
C	Peso de la muestra (A-B)	4564 gr
D	Volumen del molde	2739 cm <sup>3</sup>
	Peso unitario suelto (C/D)	<b>1.67 gr/cm<sup>3</sup></b>

**Elaboración:** El autor

## b) Agregado grueso

Para el desarrollo del ensayo se usó la norma NTP 400.017 y ASTM C29 que determina los criterios en la determinación del peso unitario compactado del agregado grueso con el varillado y con el volumen normado, los datos producto del ensayo son mostrados en la tabla 29.



Figura 42. Ensayo de peso unitario compactado del agregado grueso

Elaboración: El autor

Tabla 29. Peso unitario compactado del agregado grueso

PESO UNITARIO COMPACTADO		
<b>Tipo de agregado:</b> Piedra chancada		
<b>Cantera:</b> Tres Tomas - Ferreñafe		
A	Peso de muestra + molde	21351 gr
B	Peso del molde	7300 gr
C	Peso de la muestra (A-B)	14051 gr
D	Volumen del molde	9450 cm <sup>3</sup>
	Peso unitario suelto (C/D)	1.49 gr/cm <sup>3</sup>

Elaboración: El autor

#### 4.3.6. Diseño de mezcla

Para esta investigación se creyó conveniente utilizar el método del comité ACI 211.1 para el diseño de mezcla que nos permita proporcionar los agregados con el agua y el cemento para obtener la resistencia y características de esta tesis.

Para esta investigación se ha desarrollado 6 diseños de mezcla, con la finalidad de comparar sus propiedades, en la tabla 30 se resume los diseños desarrollados.

**Tabla 30.** Resumen de diseños de mezcla

Resumen de diseños de mezcla			
Diseño	Cemento	Relación a/c	slump
N° 1	Pacasmayo Extraforte tipo lco	0.45	3" a 4"
N° 2	Qhuna tipo I	0.45	3" a 4"
N° 3	Quisqueya de uso estructural	0.45	3" a 4"
N° 4	Pacasmayo Extraforte tipo lco	0.65	3" a 4"
N° 5	Qhuna tipo I	0.65	3" a 4"
N° 6	Quisqueya de uso estructural	0.65	3" a 4"

**Elaboración:** El autor

Datos generales obtenidos para el desarrollo del diseño de mezcla que se especifica en la tabla 31.

**Tabla 31.** Resumen de características de diseño de mezcla

RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO DE MEZCLA		
Agregado	Fino	Grueso
Cantera	La Victoria	Tres Tomas
Relación agua / cemento	0.45 y 0.65	
Tamaño máximo	3/8"	1 1/2"
Tamaño máximo nominal	1/4"	1"
Módulo de fineza	2.67	7.43
Peso específico	2.51 gr/cm3	2.75 gr/cm3
Contenido de humedad	2.15 %	0.37 %
Absorción	1.73 %	0.55 %
Peso unitario suelto seco	1.56 gr/cm3	1.37 gr/cm3
Peso unitario seco compactado	1.67 gr/cm3	1.49 gr/cm3
Peso específico del cemento lco Pacasmayo Extraforte	2.96 gr/cm3	
Peso específico cemento Qhuna Tipo I	3.14 gr/cm3	
Peso específico cemento Quisqueya de uso estructural	3.15 gr/cm3	

**Elaboración:** El autor

## Diseño de mezcla con cemento Pacasmayo Extraforte

### a) Resistencia a la compresión requerida

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

### b) Determinación requerida de $f'cr$

Al no contar con los registros de probetas en laboratorio, se procede a tomar el  $f'cr$  indicado en la tabla 10 donde para un  $f'c$  de 210 a 350 se le debe agregar 84.

$$f'cr = 210 + 84 = \mathbf{294 \text{ kg/cm}^3}$$

### c) Tamaño máximo nominal

$$\text{TMN} = 1''$$

### d) Asentamiento

$$3'' \text{ a } 4''$$

### e) Contenido de agua

El valor está establecido en relación de su asentamiento y el TMN del agregado grueso según lo indicado en la tabla 12 para obtener el volumen de agua requerida, donde puede ser variable según la corrección por agua.

Para un TMN de 1'' con asentamiento de 3'' a 4'' sin aire incorporado es:

$$\text{Agua} = 193 \text{ lts/m}^3$$

**f) Contenido de aire total**

Para determinar el contenido de aire atrapado utilizaremos la tabla 13 donde se obtiene que para un TMN 1"

El aire atrapado es 1.5%

**g) Relación agua cemento (a/c)**

$$a/c = 0.45$$

**h) Contenido de cemento**

$$\text{Cemento} = \text{agua} / 0.45$$

$$\text{Cemento} = 551 \text{ kg}$$

**i) Selección del peso del agregado grueso**

El peso del A.G. por unidad de volumen de concreto como se establece en la tabla 15 para el diseño, donde se obtiene los siguientes datos:

$$\text{TMN} = 1''$$

$$B_o = 1490 \text{ kg/m}^3$$

$$M_f = 2.67$$

$$b/b_o = 0.68 \text{ de la tabla (interpolando entre 0.69 y 0.67)}$$

$$b = 0.68 * 1490$$

$$b \text{ (peso del A. G.)} = 1017.7 \text{ kg}$$

**j) Sumatoria de materiales sin contar el agregado fino de volúmenes absolutos.**

$$\text{Cemento} = 551 / 2960 = 0.18 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua} = 248 / 1000 = 0.25 \text{ m}^3$$

$$\text{A. Grueso} = 1017.67 / 2750 = 0.37 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire} = 1.5 = 0.015 \text{ m}^3$$

$$\text{Total} = 0.81 \text{ m}^3$$

**k) Volumen del agregado fino**

$$\text{Volumen del A. F.} = 1000 - 0.819$$

$$\text{Volumen A. F.} = \mathbf{0.18 \text{ m}^3}$$

**l) Cálculo del peso seco del agregado fino**

$$\text{A. F.} = 0.18 * 2510$$

$$\text{A. F.} = \mathbf{453.69 \text{ kg}}$$

**m) Representación en estado seco del diseño por m<sup>3</sup>**

$$\text{Cemento} = 551 \text{ kg}$$

$$\text{Agua} = 248 \text{ lts (recalculado para cumplir con el slump)}$$

$$\text{Aire} = 1.5 \%$$

$$\text{A.G.} = 1017.67 \text{ kg}$$

$$\text{A.F.} = 453.69 \text{ kg}$$

**n) Corrección por humedad**

$$\text{Agregado fino} = 453.69 * 10215 = \mathbf{463.44 \text{ kg}}$$

$$\text{Agregado grueso} = 1017.67 * 10037 = \mathbf{1021.4 \text{ kg}}$$

**o) Humedad superficial de agregados.**

$$\text{A. F.} = 2.15 - 1.73 = \mathbf{0.42}$$

$$\text{A. G.} = 0.37 - 0.55 = \mathbf{-0.18}$$

**p) Aporte de humedad de agregados**

$$\text{A. F.} = (453.69 * 0.42) / (100) = 1.9 \text{ lts}$$

$$\text{A. G.} = (1017.67 * -0.18) / (100) = -1.8 \text{ lts}$$

$$\text{Total} = \mathbf{0.1 \text{ lts}}$$

**q) Agua de mezcla efectiva**

$$\text{Agua efectiva} = 248 + 0.1 = \mathbf{248.1 \text{ lts}}$$

**r) Cantidad de materiales x m3 corregido**

$$\begin{aligned} \text{Cemento} &= 1 \text{ kg} \\ \text{Agua} &= 248.1 \text{ lts} \\ \text{A. Grueso} &= 1021.44 \text{ kg} \\ \text{A. Fino} &= 463.44 \text{ kg} \\ \text{Total} &= \mathbf{2286.56 \text{ kg}} \end{aligned}$$

**s) Proporción en peso**

$$\begin{aligned} \text{Cemento} &= 1 \\ \text{Agua} &= 0.45 \\ \text{A. Grueso} &= 1.85 \\ \text{A. Fino} &= 0.84 \end{aligned}$$

**4.3.7. Resumen de diseños de mezcla**

**Tabla 32.** Resumen de diseño de mezcla relación a/c = 0.45

<b>RESUMEN DE DISEÑO DE MEZCLA 0.45</b>			
<b>Cantidad de material x m3</b>	<b>Pacasmayo</b>	<b>Qhuna</b>	<b>Quisqueya</b>
Cemento (kg)	551.11	551.11	551.11
Agua (Lts)	248.07	248.19	248.19
Agregado grueso (kg)	1021.44	1021.44	1021.44
Agregado fino (kg)	463.44	490.81	492.24
<b>Proporción</b>	<b>Pacasmayo</b>	<b>Qhuna</b>	<b>Quisqueya</b>
Cemento	1.00	1.00	1.00
Agua	0.45	0.45	0.45
Agregado grueso	1.85	1.85	1.85
Agregado fino	0.84	0.89	0.89

**Elaboración:** El autor

**Tabla 33.** Resumen de diseño de mezcla relación a/c = 0.65

<b>RESUMEN DE DISEÑO DE MEZCLA 0.65</b>			
<b>Cantidad de material x m3</b>	<b>Pacasmayo</b>	<b>Qhuna</b>	<b>Quisqueya</b>
Cemento (kg)	361.54	361.54	361.54
Agua (Lts)	235.89	235.96	235.96
Agregado grueso (kg)	1021.44	1021.44	1021.44
Agregado fino (kg)	660.98	678.93	679.87
<b>Proporción</b>	<b>Pacasmayo</b>	<b>Qhuna</b>	<b>Quisqueya</b>
Cemento	1.00	1.00	1.00
Agua	0.65	0.65	0.65
Agregado grueso	2.83	2.83	2.83
Agregado fino	1.83	1.88	1.88

**Elaboración:** El autor

#### 4.3.8. Elaboración de mezcla

Durante el desarrollo de la mezcla del concreto de acuerdo a los diseños realizados, se contó con el apoyo de una mezcladora eléctrica tipo trompo para uniformizar la mezcla, la misma que se desarrolló a una temperatura de ambiente entre 22°C a 24°C.



**Figura 43.** Mezcla de concreto de diseño

**Elaboración:** El autor

#### 4.3.9. Trabajabilidad del concreto

Para este procedimiento se utilizó la norma NTP 339.035 apoyados con el cono de Abrams para la verificación del asentamiento obtenido para cada diseño, las condiciones que se desarrollaron fueron las mismas para todos los diseños, estando a una temperatura de ambiente entre 22°C a 24°C.



**Figura 44.** Proceso para la trabajabilidad del concreto fresco

**Elaboración:** El autor

#### 4.3.10. Ensayo de peso unitario del concreto

Este ensayo se elaboró con la norma NTP 400.017, con ayuda de una balanza electrónica.



**Figura 45.** Peso unitario del concreto fresco

**Elaboración:** El autor

#### 4.3.11. Temperatura del concreto fresco

Para este procedimiento se utilizó la norma NTP 339.184, dicho ensayo se realizó en las mismas condiciones para todos los diseños, a una temperatura de ambiente entre los 22°C y los 24°C, con la ayuda de un termómetro digital.



Figura 46. Ensayo de temperatura del concreto fresco

Elaboración: El autor

#### 4.3.12. Contenido del aire del concreto fresco

Para el desarrollo del ensayo se utilizó la norma NTP 339.046, apoyados con la olla de Washington y elaborado a las mismas condiciones para todas las mezclas estando a temperatura ambiental de 22°C y los 24°C



Figura 47. Ensayo de contenido de aire del concreto fresco

Elaboración: El autor

#### 4.3.13. Elaboración de probetas y curado

Para la elaboración de las probetas se realizó en las mismas condiciones para todos los diseños, teniendo una temperatura ambiental de 22°C y los 24°C, así mismo se identificó cada una de ellas para llevar el control adecuado de cada diseño. Para el curado de las probetas se habilitó un espacio del laboratorio, donde se curó los 28 días para este estudio.



**Figura 48.** Elaboración de probetas

**Elaboración:** El autor

En la figura 49 se muestra la poza de curación de las probetas de concreto, identificadas adecuadamente y controladas en su edad para los ensayos de rotura.



**Figura 49.** Poza de curado de probetas

**Elaboración:** El autor

#### **4.3.14. Resistencia a la compresión**

Para el proceso se utilizó la normativa NTP 339.34, apoyados con una prensa hidráulica y en las mismas condiciones para cada diseño.



**Figura 50.** Rotura de probetas cilíndricas

**Elaboración:** El autor

#### **4.3.15. Resistencia a la flexión**

Para el proceso se desarrolló con la normativa NTP 339.079, considerando las mismas condiciones para todos los diseños y realizando la identificación y control de cada una de ellas. Se utilizó una prensa hidráulica con 2 apoyos.



**Figura 51.** Rotura de probetas tipo viga

**Elaboración:** El autor

## CAPÍTULO V

### RESULTADOS

En esta sección, se detallan los valores extraídos de los laboratorios mediante cuadros y gráficos para poder analizar y realizar las comparaciones de las propiedades físico-mecánicas del concreto en estudio y resolver la hipótesis sobre los cementos utilizados.

#### 5.1. Resultados de los ensayos de laboratorio

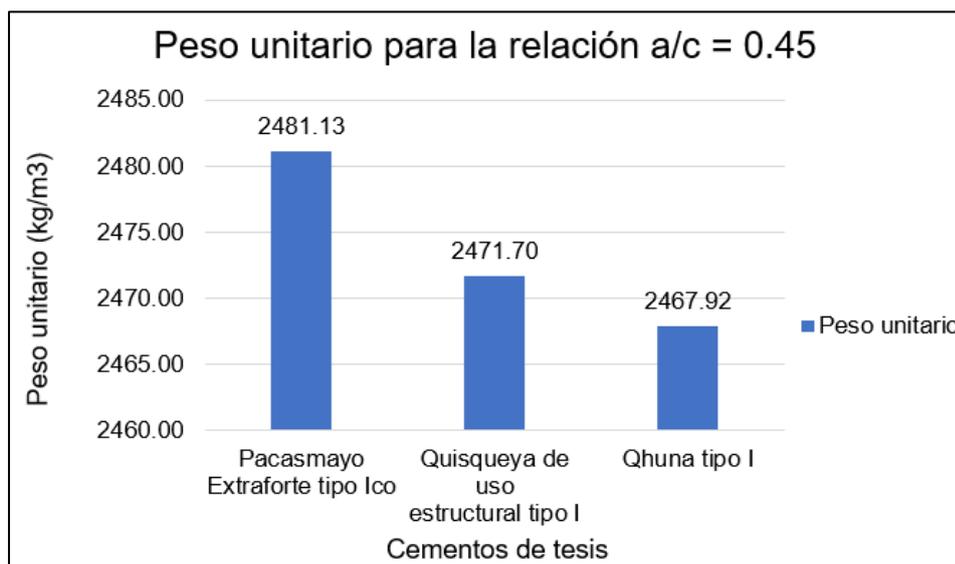
##### 5.1.1. Peso unitario del concreto

Para este ensayo se usó la normativa NTP 339.035 (2015) – ASTM C 143

**Tabla 34.** Resultados de pes unitario del concreto con una relación a/c = 0.45

PESO UNITARIO DEL CONCRETO PARA UNA RELACIÓN A/C = 0.45						
Cemento	Relación a/c	(A) Peso concreto + molde	(B) Peso del molde	(C) Peso del concreto	(D) Volumen del molde	(E) Peso unitario
		(Kg)	(Kg)	(Kg) C = A - B	(m3)	(Kg/m3)
Pacasmayo Extraforte tipo Ico	0.45	19.78	6.63	13.15	0.0053	2481.13
Quisqueya de uso estructural tipo I	0.45	19.73	6.63	13.10	0.0053	2471.70
Qhuna tipo I	0.45	19.71	6.63	13.08	0.0053	2467.92

**Elaboración:** El autor. En la siguiente figura 45 se muestra la comparación del peso unitario en la relación a/c = 0.45



**Figura 52.** Comparación del peso unitario del concreto para una relación a/c = 0.45

**Elaboración:** El autor

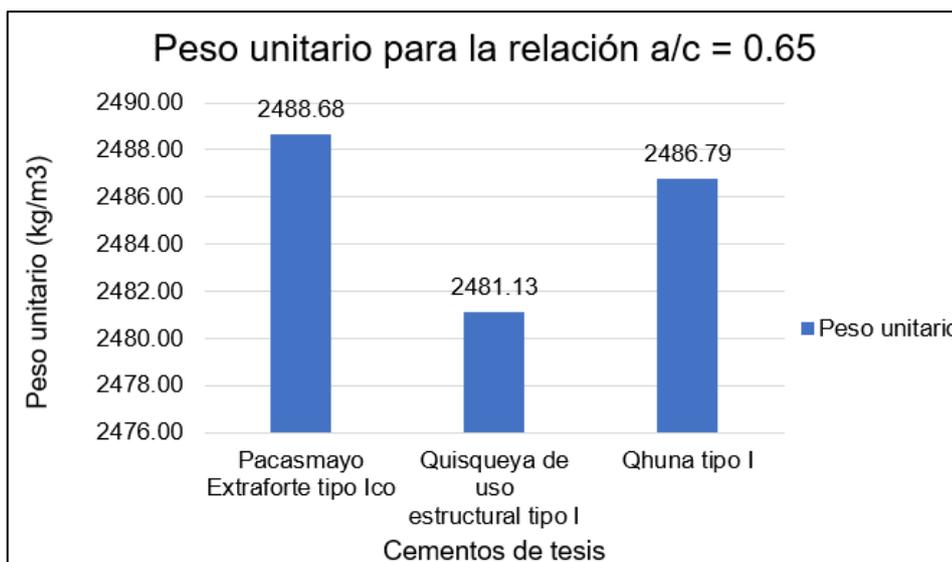
En la tabla 35 se presenta los valores extraídos de laboratorio para el peso unitario de las tres marcas de cemento.

**Tabla 35.** Resultado de peso unitario del concreto para una relación a/c = 0.65

PESO UNITARIO DEL CONCRETO PARA UNA RELACIÓN A/C = 0.65						
Cemento	Relación a/c	(A) Peso concreto + molde	(B) Peso del molde	(C) Peso del concreto	(D) Volumen del molde	(E) Peso unitario
		(Kg)	(Kg)	(Kg) C = A - B	(m³)	(Kg/m³)
Pacasmayo Extraforte tipo Ico	0.65	19.82	6.63	13.19	0.0053	2488.68
Quisqueya de uso estructural tipo I	0.65	19.78	6.63	13.15	0.0053	2481.13
Qhuna tipo I	0.65	19.81	6.63	13.18	0.0053	2486.79

**Elaboración:** El autor

En la figura 46 se presenta la comparación del peso unitario para la relación a/c = 0.65 de las tres marcas de cemento.



**Figura 53.** Comparación del peso unitario del concreto para una relación a/c = 0.65

**Elaboración:** El autor

### 5.1.2. Contenido de aire del concreto

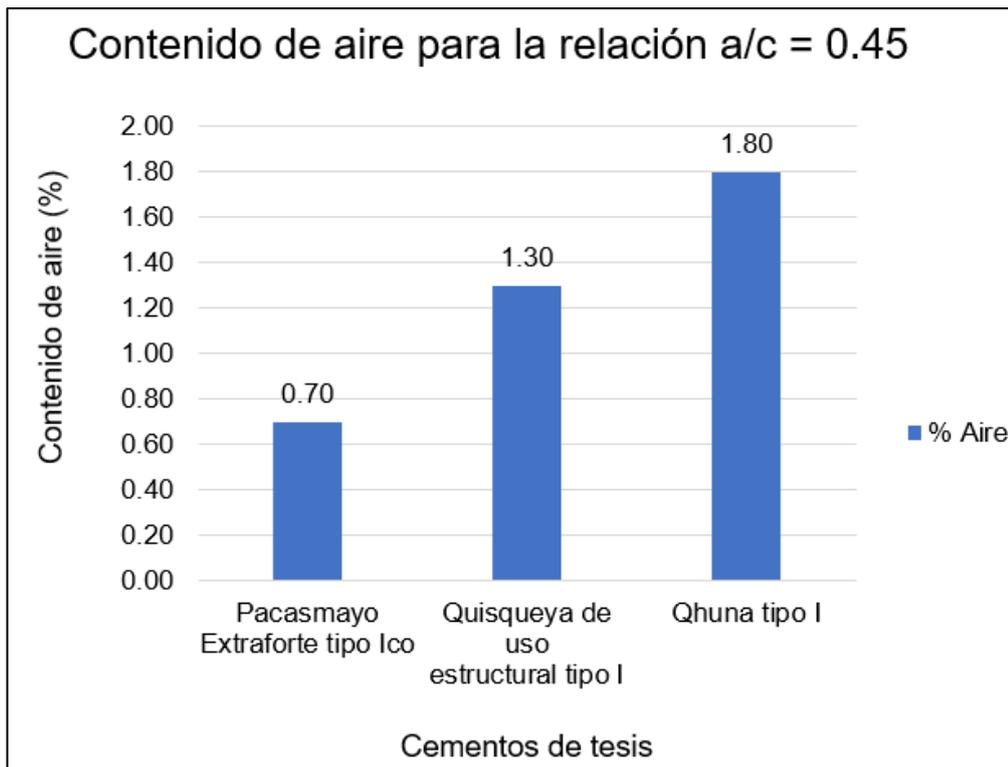
Este proceso se desarrolló bajo la normativa NTP 339.046

**Tabla 36.** Resultado de contenido de aire del concreto para una relación a/c = 0.45

CONTENIDO DE AIRE PARA LA RELACIÓN A/C = 0.45		
Cemento	Relación a/c	% Aire
Pacasmayo Extraforte tipo Ico	0.45	0.70
Quisqueya de uso estructural tipo I	0.45	1.30
Qhuna tipo I	0.45	1.80

**Elaboración:** El autor

En la figura 47 se presenta la comparación del ensayo de contenido de aire para la relación a/c = 0.45 de las tres marcas de cemento.



**Figura 54.** Comparación del contenido de aire del concreto para una relación a/c = 0.45

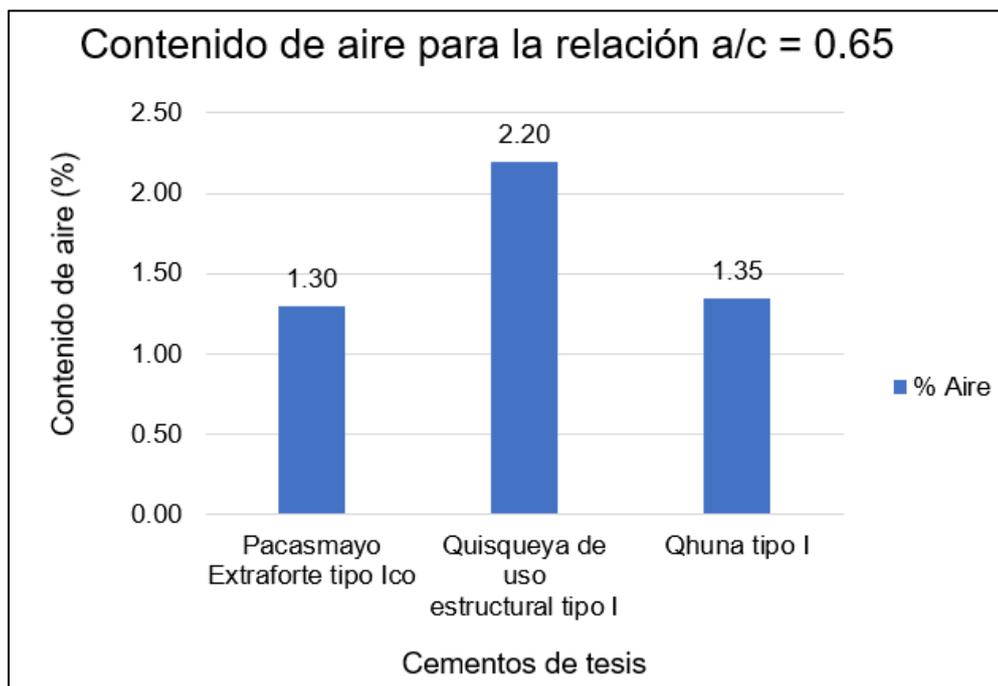
**Elaboración:** El autor

**Tabla 37.** Resultado de contenido de aire del concreto para una relación a/c = 0.65

CONTENIDO DE AIRE PARA LA RELACIÓN A/C = 0.65		
Cemento	Relación a/c	% Aire
Pacasmayo Extraforte tipo Ico	0.65	1.30
Quisqueya de uso estructural tipo I	0.65	2.20
Qhuna tipo I	0.65	1.35

**Elaboración:** El autor

En la figura 48 se muestra la comparación del ensayo de contenido de aire para la relación a/c = 0.65 de las tres marcas de cemento.



**Figura 55.** Comparación del contenido de aire del concreto para una relación a/c = 0.65

**Elaboración:** El autor

### 5.1.3. Temperatura del concreto

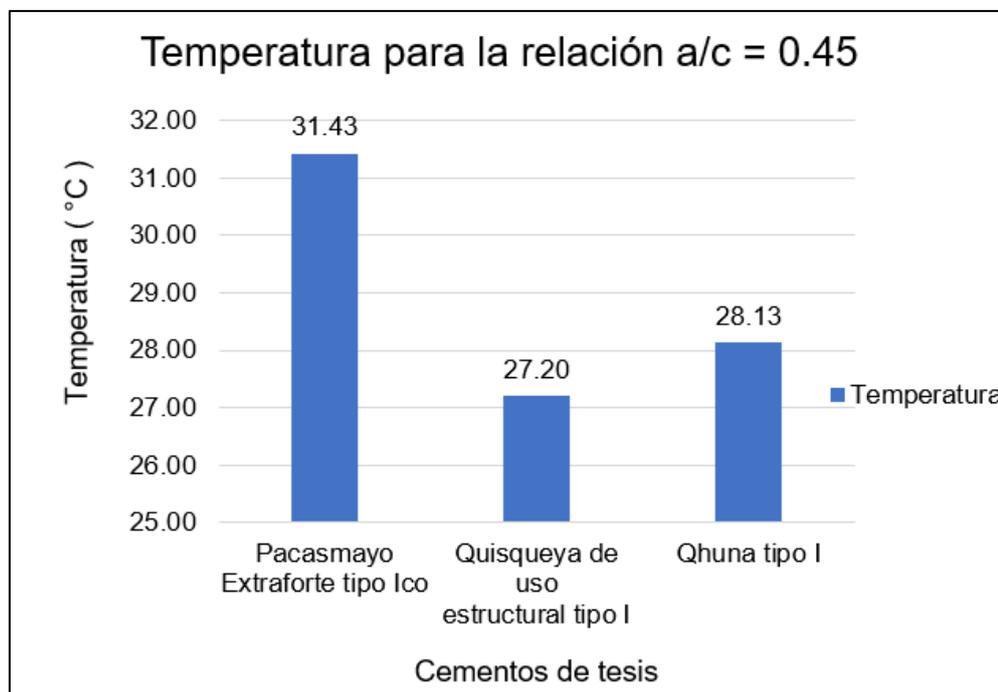
Este ensayo se desarrolló con la norma NTP 339.184

**Tabla 38.** Resultados de temperatura del concreto para una relación a/c = 0.45

TEMPERATURA DEL CONCRETO PARA LA RELACIÓN A/C = 0.45					
Cemento	Relación a/c	Temperatura (°C)			
		Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Promedio
Pacasmayo Extraforte tipo Ico	0.45	31.30	31.50	31.50	31.43
Quisqueya de uso estructural tipo I	0.45	27.20	27.20	27.20	27.20
Qhuna tipo I	0.45	28.10	28.20	28.10	28.13

**Elaboración:** El autor

En la figura 49 se observa la comparación de la temperatura para la relación  $a/c = 0.45$  de las tres marcas de cemento.



**Figura 56.** Comparación de la temperatura del concreto para una relación  $a/c = 0.45$

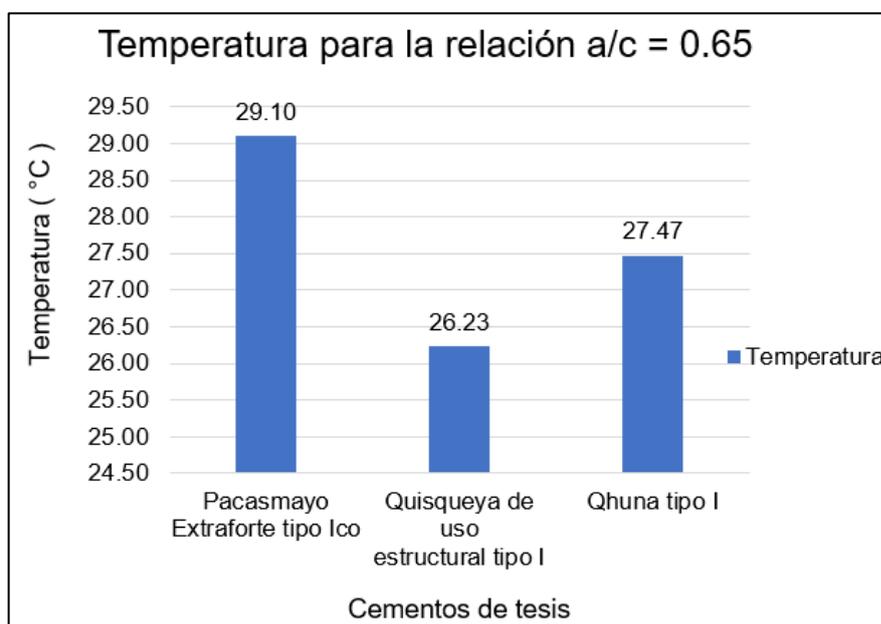
**Elaboración:** El autor

**Tabla 39.** Resultados de temperatura del concreto para una relación  $a/c = 0.65$

TEMPERATURA DEL CONCRETO PARA LA RELACIÓN A/C = 0.65					
Cemento	Relación a/c	Temperatura (°C)			
		Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Promedio
Pacasmayo Extraforte tipo Ico	0.65	29.20	29.00	29.10	<b>29.10</b>
Quisqueya de uso estructural tipo I	0.65	26.20	26.30	26.20	<b>26.23</b>
Qhuna tipo I	0.65	27.50	27.50	27.40	<b>27.47</b>

**Elaboración:** El autor

En la figura 50 se presenta la comparación de la temperatura para la relación a/c = 0.65 de las tres marcas de cemento.



**Figura 57.** Comparación de la temperatura del concreto para una relación a/c = 0.65

**Elaboración:** El autor

#### 5.1.4. Trabajabilidad del concreto

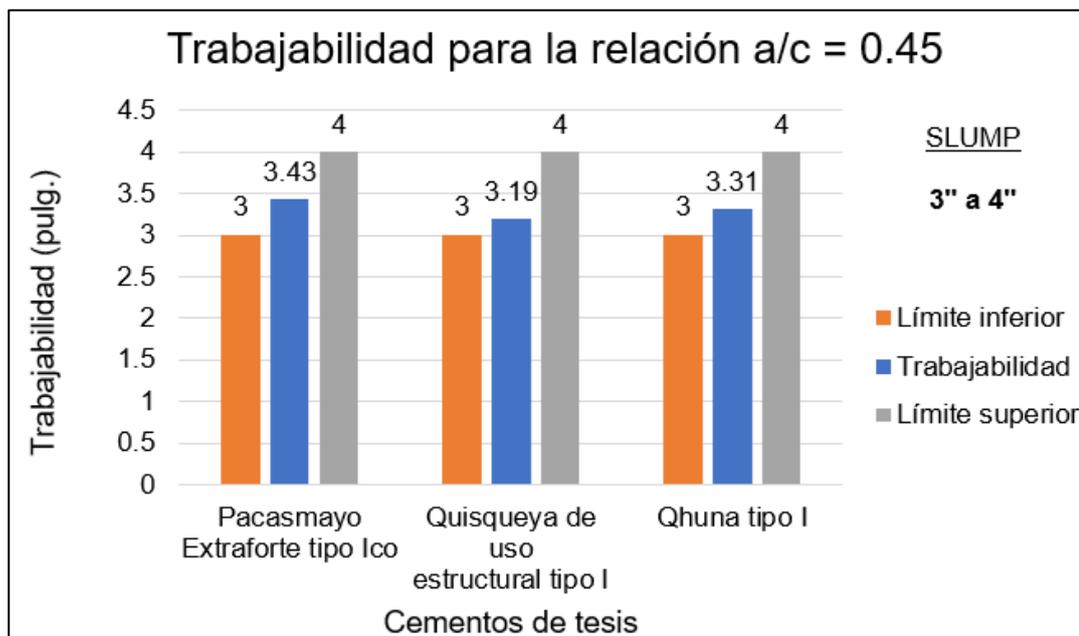
Este ensayo se desarrolló con la norma NTP 339.035

**Tabla 40.** Resultados de la trabajabilidad del concreto para una relación a/c = 0.45

TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO PARA LA RELACIÓN A/C = 0.45								
Cemento	Relación a/c	Proporción				Slump		Rango (Pulg)
		Agua	Cemento	Arena	Piedra	(cm)	(Pulg)	
Pacasmayo Extraforte tipo Ico	0.45	0.45	1	0.84	1.85	8.7	3.43	3" - 4"
Quisqueya de uso estructural tipo I	0.45	0.45	1	0.89	1.85	8.1	3.19	3" - 4"
Qhuna tipo I	0.45	0.45	1	0.89	1.85	8.4	3.31	3" - 4"

**Elaboración:** El autor

En la figura 51 se grafica la comparación de la trabajabilidad de los cementos de esta investigación para la resistencia  $a/c=0.45$



**Figura 58.** Comparación de la trabajabilidad del concreto para una relación  $a/c = 0.45$

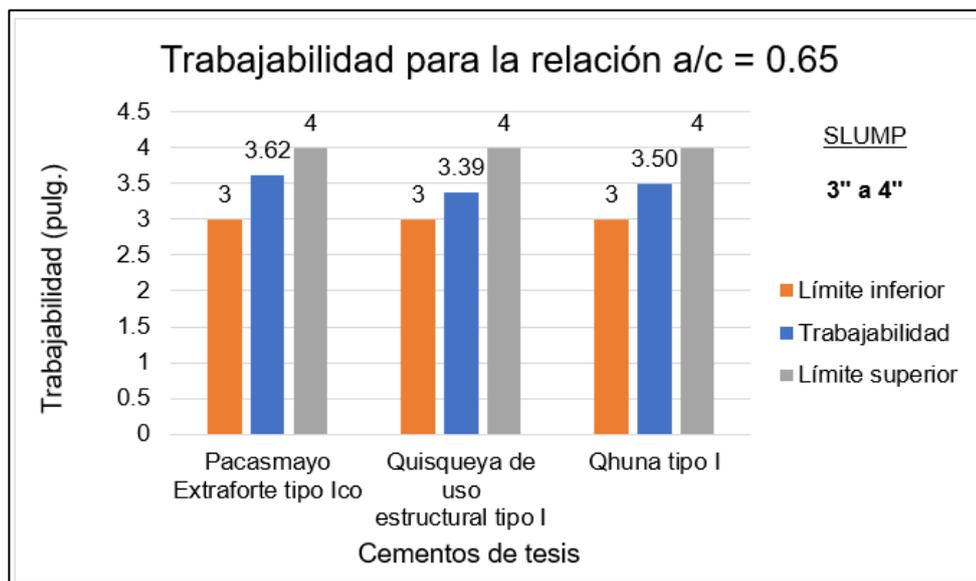
**Elaboración:** El autor

**Tabla 41.** Resultados de la trabajabilidad del concreto para la relación  $a/c = 0.65$

TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO PARA LA RELACIÓN A/C = 0.65								
Cemento	Relación a/c	Proporción				Slump		Rango (Pulg)
		Agua	Cemento	Arena	Piedra	(cm)	(Pulg)	
Pacasmayo Extraforte tipo Ico	0.65	0.65	1	1.83	2.83	9.2	3.62	3" - 4"
Quisqueya de uso estructural tipo I	0.65	0.65	1	1.88	2.83	8.6	3.39	3" - 4"
Qhuna tipo I	0.65	0.65	1	1.88	2.83	8.9	3.50	3" - 4"

**Elaboración:** El autor

En la figura 52 se grafica la comparación de la trabajabilidad de los cementos de esta investigación para la resistencia  $a/c = 0.65$



**Figura 59.** Comparación de la trabajabilidad del concreto para una relación  $a/c = 0.65$

**Elaboración:** El autor

### 5.1.5. Resistencia a la flexión del concreto

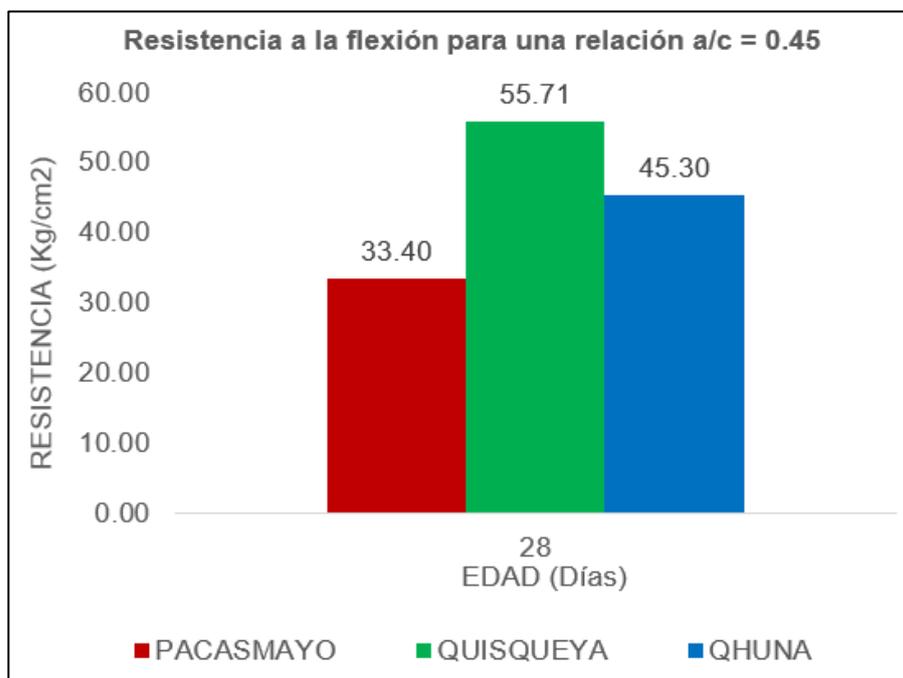
El proceso se desarrolló con la normativa NTP 339.079

**Tabla 42.** Resultados de resistencia a la flexión del concreto para una relación  $a/c = 0.45$

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN PARA UNA RELACIÓN $A/C = 0.45$									
Cemento	Muestra Código	Edad (Días)	Long. Apoyos (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Carga (Kg)	F'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación estándar	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
Pacasmayo Extraforte tipo Ico	PE - 01	28	45	15	15	2494.6	33.26	0.20	33.40
	PE - 02	28	45	15	15	2515.4	33.54		
Quisqueya de uso estructural tipo I	QQ - 01	28	45	15	15	4107.5	54.77	1.33	55.71
	QQ - 02	28	45	15	15	4248.8	56.65		
Qhuna tipo I	QH - 01	28	45	15	15	3348.8	44.65	0.92	45.30
	QH - 02	28	45	15	15	3445.9	45.95		

**Elaboración:** El autor

En la figura 53 se muestra la comparación de la resistencia a la flexión del concreto con las tres marcas de cemento para la relación a/c = 0.45



**Figura 60.** Comparación de la resistencia a la flexión del concreto para una relación a/c = 0.45

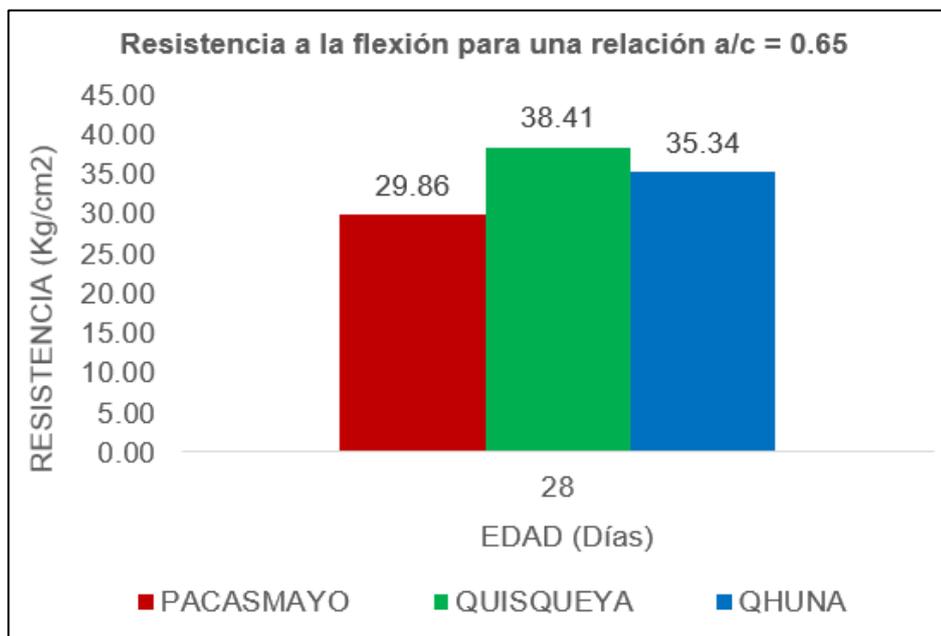
**Elaboración:** El autor

**Tabla 43.** Resultados para la resistencia a la flexión del concreto para una relación a/c = 0.65

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN PARA UNA RELACIÓN A/C = 0.65									
Cemento	Muestra Código	Edad (Días)	Long. Apoyos (cm)	Ancho (cm)	Alto (cm)	Carga (Kg)	F'c (Kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación estándar	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )
Pacasmayo Extraforte tipo Ico	PE - 01	28	45	15	15	2203.1	29.37	0.69	<b>29.86</b>
	PE - 02	28	45	15	15	2275.8	30.34		
Quisqueya de uso estructural tipo I	QQ - 01	28	45	15	15	2824.5	37.66	1.06	<b>38.41</b>
	QQ - 02	28	45	15	15	2936.8	39.16		
Qhuna tipo I	QH - 01	28	45	15	15	2625.5	35.01	0.47	<b>35.34</b>
	QH - 02	28	45	15	15	2674.9	35.67		

**Elaboración:** El autor

En la figura 54 se grafica la comparación de la resistencia a la flexión del concreto con las tres marcas de cemento para la relación a/c = 0.65



**Figura 61.** Comparación de la resistencia a la flexión del concreto para una relación a/c = 0.65

**Elaboración:** El autor

### 5.1.6. Resistencia a la compresión del concreto

Para este proceso se utilizó la normativa NTP 339.034

**Tabla 44.** Resultados de resistencia a la compresión del concreto para una relación a/c = 0.45 con cemento Pacasmayo

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN LA RELACIÓN A/C = 0.45										
Cemento	Tiempo	Probeta Código	Altura (cm)	Díametro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación ESTÁNDAR	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia (%)
<b>P A C A S M A Y O</b>	3 días	PE - 01	30	15.0	176.71	27165	153.72	0.98	<b>153.50</b>	73.10
		PE - 02	30	15.2	181.46	27660	152.43			
		PE - 03	30	15.2	181.46	28008	154.35			
	7 días	PE - 04	30	15.0	176.71	39155	221.57	1.22	<b>221.46</b>	105.46
		PE - 05	30	15.2	181.46	40395	222.61			
		PE - 06	30	15.2	181.46	39955	220.19			
	14 días	PE - 07	30	15.2	181.46	43497	239.71	1.90	<b>238.01</b>	113.34
		PE - 08	30	15.2	181.46	42817	235.96			
		PE - 09	30	15.0	176.71	42123	238.37			
	28 días	PE - 10	30	15.1	179.08	43341	242.02	1.61	<b>242.11</b>	115.29
		PE - 11	30	15.2	181.46	44233	243.76			
		PE - 12	30	15.1	179.08	43076	240.54			
	56 días	PE - 13	30	15.0	176.71	45871	259.58	0.39	<b>259.17</b>	123.42
		PE - 14	30	15.1	179.08	46405	259.13			
		PE - 15	30	15.0	176.71	45735	258.81			

**Elaboración:** El autor

En la tabla 45 se muestra los valores obtenidos de laboratorio para el  $f_c$  en la relación  $a/c = 0.45$  del cemento Quisqueya.

**Tabla 45.** Resultados de resistencia a la compresión del concreto para una relación  $a/c = 0.45$  con cemento Quisqueya

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN LA RELACIÓN A/C = 0.45										
Cemento	Tiempo	Probeta Código	Altura (cm)	Díametro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación ESTÁNDAR	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia (%)
Q U I S Q U E Y A	3 días	QQ - 01	30	15	176.71	30907	174.90	1.77	174.86	83.27
		QQ - 02	30	15.2	181.46	31404	173.06			
		QQ - 03	30	15.2	181.46	32047	176.61			
	7 días	QQ - 04	30	15.1	179.08	43588	243.40	1.62	243.78	116.09
		QQ - 05	30	15.1	179.08	43405	242.38			
		QQ - 06	30	15.2	181.46	44558	245.55			
	14 días	QQ - 07	30	15.1	179.08	47418	264.79	1.01	263.87	125.65
		QQ - 08	30	15.1	179.08	47060	262.79			
		QQ - 09	30	15.1	179.08	47285	264.05			
	28 días	QQ - 10	30	15	176.71	48300	273.32	0.96	272.51	129.77
		QQ - 11	30	15	176.71	47970	271.45			
		QQ - 12	30	15	176.71	48201	272.76			
	56 días	QQ - 13	30	15	176.71	56069	317.29	0.42	316.85	150.88
		QQ - 14	30	15.1	179.08	56734	316.81			
		QQ - 15	30	15.1	179.08	56670	316.45			

**Elaboración:** El autor

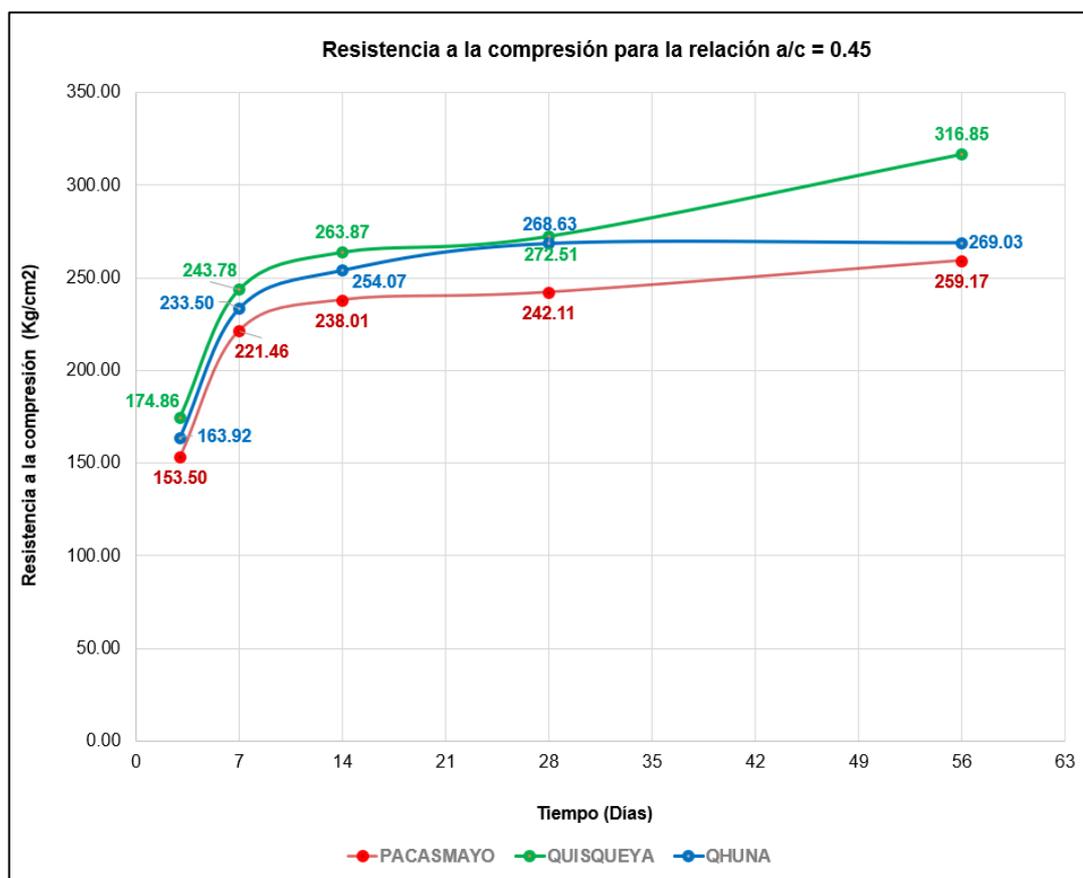
En la tabla 46 se muestra los resultados obtenidos de laboratorio para la resistencia a esfuerzos de compresión en la relación  $a/c = 0.45$  del cemento Qhuna.

**Tabla 46.** Resultados de resistencia a la compresión del concreto para una relación  $a/c = 0.45$  con cemento Qhuna

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN LA RELACIÓN A/C = 0.45										
Cemento	Tiempo	Probeta Código	Altura (cm)	Díametro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación ESTÁNDAR	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia (%)
Q H U N A	3 días	QH - 01	30	15.1	179.08	29344	163.86	0.69	163.92	78.06
		QH - 02	30	15	176.71	28851	163.26			
		QH - 03	30	15.1	179.08	29482	164.63			
	7 días	QH - 04	30	15.2	181.46	42309	233.16	1.99	233.50	111.19
		QH - 05	30	15	176.71	40945	231.70			
		QH - 06	30	15	176.71	41639	235.63			
	14 días	QH - 07	30	15.1	179.08	45533	254.26	0.88	254.07	120.99
		QH - 08	30	15	176.71	45034	254.84			
		QH - 09	30	15.2	181.46	45929	253.11			
	28 días	QH - 10	30	15.1	179.08	47944	267.73	0.92	268.63	127.92
		QH - 11	30	15.1	179.08	48099	268.59			
		QH - 12	30	15	176.71	47635	269.56			
	56 días	QH - 13	30	15.2	181.46	48870	269.32	1.43	269.03	128.11
		QH - 14	30	15	176.71	47765	270.29			
		QH - 15	30	15.2	181.46	48537	267.48			

**Elaboración:** El autor

En la figura 55 se muestra la comparación de las curvas de desarrollo de resistencia a la compresión de las tres marcas de cemento para la relación a/c = 0.45



**Figura 62.** Comparación de la resistencia a la compresión del concreto para una relación a/c = 0.45

**Elaboración:** El autor

**Tabla 47.** Resultados de resistencia a la compresión del concreto para una relación a/c = 0.65 con cemento Pacasmayo

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN LA RELACIÓN A/C = 0.65										
Cemento	Tiempo	Probeta Código	Altura (cm)	Díametro (cm)	Área (cm2)	Carga (Kg)	Resistencia (Kg/cm2)	Desviación ESTÁNDAR	Promedio (Kg/cm2)	Resistencia (%)
P A C A S M A Y O	3 días	PE - 01	30	15.2	181.46	16213	89.35	2.07	87.09	41.47
		PE - 02	30	15	176.71	15313	86.65			
		PE - 03	30	15	176.71	15069	85.27			
	7 días	PE - 04	30	15.2	181.46	20972	115.57	1.73	115.68	55.09
		PE - 05	30	15.2	181.46	20687	114.00			
		PE - 06	30	15.1	179.08	21034	117.46			
	14 días	PE - 07	30	15.2	181.46	23412	129.02	1.98	130.97	62.37
		PE - 08	30	15.2	181.46	24129	132.97			
		PE - 09	30	15.2	181.46	23757	130.92			
	28 días	PE - 10	30	15.1	179.08	33281	185.85	1.67	185.09	88.14
		PE - 11	30	15	176.71	32914	186.26			
		PE - 12	30	15.1	179.08	32804	183.18			
	56 días	PE - 13	30	15.1	179.08	35458	198.00	0.94	198.47	94.51
		PE - 14	30	15	176.71	34964	197.86			
		PE - 15	30	15	176.71	35264	199.55			

**Elaboración:** El autor

En la tabla 48 se muestra los resultados obtenidos de laboratorio para el  $f_c$  en la relación  $a/c = 0.65$  del cemento Quisqueya.

**Tabla 48.** Resultados de resistencia a la compresión del concreto para una relación  $a/c = 0.65$  con cemento Quisqueya

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN LA RELACIÓN A/C = 0.65										
Cemento	Tiempo	Probeta Código	Altura (cm)	Díametro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación ESTÁNDAR	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia (%)
Q U I S Q U E Y A	3 días	QQ - 01	30	15.1	179.08	20851	116.43	1.74	116.43	55.44
		QQ - 02	30	15	176.71	20267	114.69			
		QQ - 03	30	15.2	181.46	21441	118.16			
	7 días	QQ - 04	30	15.2	181.46	28003	154.32	0.96	154.09	73.37
		QQ - 05	30	15	176.71	27375	154.91			
		QQ - 06	30	15.1	179.08	27404	153.03			
	14 días	QQ - 07	30	15.1	179.08	30561	170.66	1.43	170.25	81.07
		QQ - 08	30	15.2	181.46	31107	171.43			
		QQ - 09	30	15	176.71	29803	168.65			
	28 días	QQ - 10	30	15	176.71	37996	215.01	1.60	214.95	102.36
		QQ - 11	30	15	176.71	37698	213.33			
		QQ - 12	30	15	176.71	38262	216.52			
	56 días	QQ - 13	30	15.2	181.46	43870	241.76	1.43	240.42	114.48
		QQ - 14	30	15	176.71	42512	240.57			
		QQ - 15	30	15.1	179.08	42785	238.92			

Elaboración: El autor

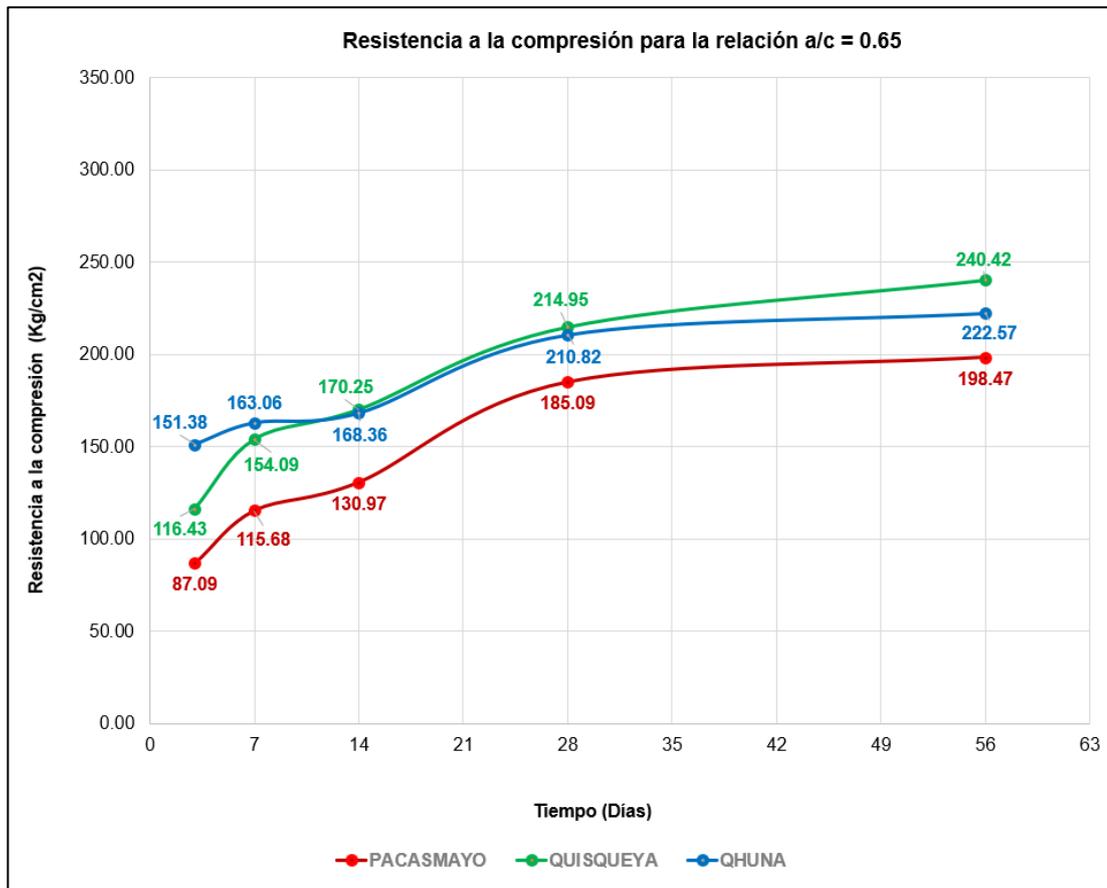
En la tabla 49 se aprecia los valores obtenidos de laboratorio para la resistencia a esfuerzos de compresión en la relación  $a/c = 0.65$  del cemento Qhuna.

**Tabla 49.** Resultados de resistencia a la compresión del concreto para una relación  $a/c = 0.65$  con cemento Qhuna

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN LA RELACIÓN A/C = 0.65										
Cemento	Tiempo	Probeta Código	Altura (cm)	Díametro (cm)	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga (Kg)	Resistencia (Kg/cm <sup>2</sup> )	Desviación ESTÁNDAR	Promedio (Kg/cm <sup>2</sup> )	Resistencia (%)
Q H U N A	3 días	QH - 01	30	15	176.71	26346	149.09	2.00	151.38	72.08
		QH - 02	30	15.2	181.46	27635	152.29			
		QH - 03	30	15.2	181.46	27718	152.75			
	7 días	QH - 04	30	15	176.71	28842	163.21	1.45	163.06	77.65
		QH - 05	30	15	176.71	28545	161.53			
		QH - 06	30	15.2	181.46	29837	164.43			
	14 días	QH - 07	30	15	176.71	29708	168.11	1.77	168.36	80.17
		QH - 08	30	15.2	181.46	30892	170.24			
		QH - 09	30	15	176.71	29464	166.73			
	28 días	QH - 10	30	15.1	179.08	37947	211.90	1.38	210.82	100.39
		QH - 11	30	15.1	179.08	37841	211.31			
		QH - 12	30	15	176.71	36980	209.26			
	56 días	QH - 13	30	15.2	181.46	40430	222.81	1.90	222.57	105.98
		QH - 14	30	15	176.71	38976	220.56			
		QH - 15	30	15	176.71	39643	224.33			

Elaboración: El autor

En la figura 56 se muestra la comparación de las curvas de desarrollo del  $f_c$  de las tres marcas de cemento para la relación  $a/c = 0.65$



**Figura 63.** Comparación de la resistencia a la compresión del concreto para una relación  $a/c = 0.65$

**Elaboración:** El autor

## **CAPÍTULO VI**

### **DISCUSIÓN**

#### **6.1. Contratación de la hipótesis**

Esta tesis como propósito principal ha sido demostrar y dar a conocer el desempeño de las propiedades físicas y mecánicas de un concreto elaborado con los cementos Pacasmayo, Quisqueya y Qhuna, al realizar el proceso de comparación se tomó ciertas consideraciones para las mismas condiciones de evaluación y diseño, así como: La misma relación a/c en los diseños, utilizando el lote de agregado de la misma cantera, los mismos tiempos para realizar cada ensayo y a las mismas condiciones ambientales.

Para contrastar la hipótesis se tomó los valores obtenidos de los ensayos de laboratorio para las propiedades físicas como: Peso unitario, contenido de aire, temperatura y trabajabilidad así mismo, para las propiedades mecánicas como: resistencia a la flexión y resistencia a la compresión. Al finalizar este análisis se muestran los datos obtenidos para comparar las diferencias del concreto realizado con cemento Pacasmayo, Quisqueya y Qhuna.

#### **Hipótesis específica**

A continuación, se plasma la discusión en del resultado para la hipótesis específica H1 que se muestra en la tabla 50

**Tabla 50.** Hipótesis H1

Hipótesis Planteada	Experiencia obtenida	Observaciones
El peso unitario del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ por efecto del cemento Pacasmayo alcanza <b>mayor densidad</b> que el concreto con cemento Quisqueya y Qhuna.	En la relación $a/c = 0.45$ el mayor peso unitario lo tiene el concreto realizado con el cemento Pacasmayo con $2481.13 \text{ kg/m}^3$ seguido con el cemento Quisqueya con $2471.7 \text{ kg/m}^3$ y finalmente el cemento Qhuna con $2467.92 \text{ kg/m}^3$ .  Para la relación $a/c = 0.65$ el concreto fabricado con cemento Pacasmayo mantiene mayor peso unitario con $2488.68 \text{ kg/m}^3$ seguido por el cemento Qhuna con $2486.79 \text{ kg/m}^3$ y finalmente el cemento Quisqueya con $2481.13 \text{ kg/m}^3$	Dado estos resultados se <b>acepta la hipótesis H1</b> , porque el concreto pacasmayo tiene el mayor peso unitario para ambas relaciones $a/c$ , al contener menor cantidad de vacíos en relación a los cementos Quisqueya y Qhuna.

**Elaboración:** El autor

Se muestra la discusión en del resultado para la hipótesis específica H2 que se muestra en la tabla 51

**Tabla 51.** Hipótesis H2

Hipótesis Planteada	Experiencia obtenida	Observaciones
El contenido de aire del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ por efecto del cemento Pacasmayo obtiene <b>mayor impermeabilidad</b> que el concreto con cemento Quisqueya y Qhuna.	En la relación $a/c = 0.45$ en el ensayo de contenido de aire del concreto fabricado con cemento Qhuna se obtiene mayor contenido de aire en un 1.8% seguido por el cemento Quisqueya con 1.3% y finalmente el cemento Pacasmayo con 0.7%  Para la relación $a/c = 0.65$ el cemento Quisqueya con 2.2% de contenido de aire, seguido por el cemento Qhuna con 1.35% y finalmente el cemento Pacasmayo con 1.3%.	Dado el panorama de estos resultados se <b>acepta la hipótesis H2</b> , porque el cemento Pacasmayo tiene mayor impermeabilidad en ambas relaciones $a/c$ , dado a que su porcentaje de vacíos es menor en referencia a los cementos Quisqueya y Qhuna.

**Elaboración:** El autor

Se muestra la discusión en del resultado para la hipótesis específica H3 que se muestra en la tabla 52

**Tabla 52.** Hipótesis H3

Hipótesis Planteada	Experiencia obtenida	Observaciones
La temperatura del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ por efecto del cemento Pacasmayo tiene <b>mayor calor de hidratación</b> que el de los cementos Quisqueya y Qhuna	En la relación $a/c = 0.45$ la temperatura del concreto se tiene que el cemento Pacasmayo tiene mayor temperatura con $31.43 \text{ }^\circ\text{C}$ seguido del cemento Qhuna $28.13 \text{ }^\circ\text{C}$ y finalmente el cemento Quisqueya con $27.20 \text{ }^\circ\text{C}$ .  Para la relación $a/c = 0.65$ el cemento Pacasmayo con mayor temperatura con $29.1 \text{ }^\circ\text{C}$ seguido del cemento Qhuna con $27.47 \text{ }^\circ\text{C}$ y finalmente con el cemento Quisqueya con $26.23 \text{ }^\circ\text{C}$ .	Con los resultados obtenidos de temperatura se <b>acepta la hipótesis H3</b> , dado que el cemento Pacasmayo posee mayor temperatura en ambas relaciones $a/c$ , lo cual genera un mayor calor de hidratación en referencia a los cementos Quisqueya y Qhuna.

**Elaboración:** El autor

Se muestra la discusión en del resultado para la hipótesis específica H4 que se muestra en la tabla 53

**Tabla 53.** Hipótesis H4

Hipótesis Planteada	Experiencia obtenida	Observaciones
La trabajabilidad del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ por efecto del cemento Pacasmayo es de <b>mayor consistencia</b> que el de los cementos Quisqueya y Qhuna.	<p>Para una relación <math>a/c = 0.45</math> la trabajabilidad del concreto para un slump de 3" a 4" con cemento Pacasmayo tiene el mayor asentamiento con 3.43" seguido del cemento Qhuna con 3.31" y finalmente el cemento Quisqueya con 3.19".</p> <p>Para la relación <math>a/c = 0.65</math> el mayor asentamiento es del cemento Pacasmayo con 3.62", seguido del cemento Qhuna con 3.5" y finalmente el cemento Quisqueya con 3.39".</p>	Para estos resultados obtenidos se <b>acepta la hipótesis H4</b> , ya que el cemento Pacasmayo tiene la mayor consistencia al tener más asentamiento, por lo tanto es mejor en su trabajabilidad y puede contener menor agua al ser comprado con los cementos Quisqueya y Qhuna.

**Elaboración:** El autor

Se muestra la discusión en del resultado para la hipótesis específica H5 que se muestra en la tabla 54

**Tabla 54.** Hipótesis H5

Hipótesis Planteada	Experiencia obtenida	Observaciones
El concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ por efecto del cemento Quisqueya posee <b>mayor resistencia a la flexión</b> que el de los cementos Qhuna y Pacasmayo.	<p>Para la resistencia a la flexión del concreto para una relación <math>a/c = 0.45</math> posee mayor resistencia a los 28 días el cemento Quisqueya con <math>55.71 \text{ kg/cm}^2</math> seguidamente del cemento Qhuna con <math>45.30 \text{ kg/cm}^2</math> y finalmente el cemento Pacasmayo con <math>33.4 \text{ kg/cm}^2</math>.</p> <p>Para la relación <math>a/c = 0.65</math> la mayor resistencia es del cemento Quisqueya con <math>38.41 \text{ kg/cm}^2</math> seguido del cemento Qhuna con <math>35.34 \text{ kg/cm}^2</math> y finalmente el cemento Pacasmayo con <math>29.86 \text{ kg/cm}^2</math></p>	De los resultados se tiene que se <b>acepta la hipótesis H5</b> , porque el concreto hecho con cemento Quisqueya tiene la mejor resistencia a la flexión en comparación a los cementos Qhuna y Pacasmayo.

**Elaboración:** El autor

Se muestra la discusión en del resultado para la hipótesis específica H6 que se muestra en la tabla 55

**Tabla 55.** Hipótesis H6

Hipótesis Planteada	Experiencia obtenida	Observaciones
El concreto $f'c = 210$ kg/cm <sup>2</sup> por efecto del cemento Quisqueya posee <b>mayor resistencia a la compresión</b> que el de los cementos Qhuna y Pacasmayo a edades tempranas.	<p>En la resistencia a la compresión del concreto con una relación <math>a/c = 0.45</math> el cemento Quisqueya posee la mayor resistencia en los 28 días 272.51 kg/cm<sup>2</sup> y aumentando a los 56 días con 316.85 kg/cm<sup>2</sup>, seguido del cemento Qhuna con 268.63 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días y a los 56 días con 269.03 kg/cm<sup>2</sup> y finalmente el cemento Pacasmayo con 242.11 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días y con 259.17 kg/cm<sup>2</sup> a los 56 días.</p> <p>En la relación <math>a/c = 0.65</math>, el cemento Quisqueya que posee la mayor resistencia en los 28 días con 214.95 kg/cm<sup>2</sup> y 240.42 kg/cm<sup>2</sup> a los 56 días, seguido del cemento Qhuna con 210.82 kg/cm<sup>2</sup> y a los 56 días con 222.57 kg/cm<sup>2</sup> y finalmente el cemento Pacasmayo con 185.09 kg/cm<sup>2</sup> a los 28 días y con 198.47 kg/cm<sup>2</sup> a los 56 días.</p>	De los resultados se <b>acepta la hipótesis H6</b> , ya que el concreto elaborado con cemento Quisqueya tiene la mejor resistencia a la compresión en relación a los cementos Qhuna y Pacasmayo.

**Elaboración:** El autor

## 6.2. Contrastación con antecedentes

### 6.2.1. Antecedente Internacional

En la tabla 56 se muestra la discusión de la contrastación con antecedente internacional de la investigación.

**Tabla 56.** Contrastación con antecedente internacional

Antecedente Internacional	Resultados	Observaciones
<b>Cortes y Perilla (2014)</b> , en su tesis "Estudio comparativo de las características físico-mecánicas de cuatro cementos comerciales portland tipo I" desarrollado en la universidad Militar de Nueva Granada - Bogotá	Desarrollaron la comparación de 4 marcas de cemento tipo I (Cemex, Argos, Tequendama y Boyacá), donde concluyeron que Argos y Cemex poseen mayor resistencia a los 3 días, pero Argos tiene mayor resistencia a los 28 días seguido de cemex, donde la finura del cemento interviene en la resistencia a edades tempranas, mientras los demás cementos tienen características mucho más bajas.	<p>Lo similar es que hay un cemento de cemex que es familia de cemento Quisqueya, los resultados en sus elevadas resistencias a la compresión tanto a edades tempranas como a los 28 días también se ven reflejadas en esta investigación del producto de cemex, donde Quisqueya obtiene mejores características físicas y mecánicas.</p> <p>Podemos decir que la fineza del cemento influye en la resistencia a la compresión en edades tempranas.</p>

**Elaboración:** El autor

## 6.2.2. Antecedente Nacional

En la tabla 57 se muestra la discusión de la contrastación con antecedente nacional de la investigación.

**Tabla 57.** Contrastación con antecedente nacional

Antecedente Nacional	Resultados	Observaciones
<p><b>Varas y Villanueva (2017)</b>, en su investigación de tesis nombrada "Análisis comparativo de los tiempos de fraguado y resistencia de un concreto <math>f'c</math> 210 kg/cm<sup>2</sup> del cemento Pacasmayo y Qhuna", desarrollado en la Universidad Privada Antenor Orrego - Trujillo</p>	<p>En esta investigación desarrollaron el análisis comparativo de las propiedades del cemento Pacasmayo y Qhuna en la ciudad de Trujillo en las relaciones a/c 0.4, 0.48, 0.56, tomando 72 probetas; como resultados obtuvieron que el mayor rapidez de fraguado lo tiene el cemento Qhuna, pero en resistencia a la compresión el cemento Pacasmayo tiene mejores resistencias a los 28 días, a partir de su relación a/c = 0.56 el cemento Pacasmayo deja de cumplir con la resistencia requerida. Dejando en claro que en todas las relaciones a/c el cemento que se desempeña mejor y logra cumplir lo requerido es el cemento Qhuna</p>	<p>La similitud de esta investigación son los cementos Pacasmayo y Qhuna, mientras que las diferencias en que son distintas relaciones a/c de diseño para esta investigación es de 0.45 y 0.65, también la zona, cantera y el TMN del agredo, logrando tener resultados semejantes en cuanto a secuencia de resistencia donde cemento Qhuna se desarrolla mejor que el cemento Pacasmayo, que en esta investigación sigue esa secuencia después del cemento Quisqueya.</p> <p>Podemos decir que en condiciones más óptimas se obtiene la mejor resistencia, pero es variable en cuanto su calidad y cantidad de agua, TMN del agregado grueso donde el de 1/2" reciste mejor que el de 1" y el tipo de cantera de acuerdo a los ensayos de laboratorio.</p>

**Elaboración:** El autor

## CONCLUSIONES

1. El concreto con cemento Pacasmayo tiene mayor desempeño en peso unitario en las relaciones  $a/c = 0.45$  y  $0.65$  con  $2481.13 \text{ kg/m}^3$  y  $2488.68 \text{ kg/m}^3$  respectivamente debido a que tiene menor cantidad de aire atrapado en comparación de los cementos Quisqueya y Qhuna.
2. El cemento Pacasmayo tiene mayor impermeabilidad, por lo tanto, mejor desempeño al tener menor aire atrapado en ambas relaciones  $a/c = 0.45$  y  $0.65$  con  $0.7\%$  y  $1.3\%$  respectivamente con valores que están por debajo en comparación de los cementos Quisqueya y Qhuna.
3. El cemento Quisqueya tiene mejor desempeño al contar con menor temperatura en ambas relación  $a/c = 0.45$  y  $0.65$  con  $27.20^\circ\text{C}$  y  $26.23^\circ\text{C}$  respectivamente, lo que indica que tiene un adecuado calor de hidratación y se controla mejor en el fisuramiento y generación de juntas frías o falso fraguado del concreto, ya que sus valores están por debajo en comparación de los cementos Qhuna y Pacasmayo.
4. El mejor desempeño en cuanto a la consistencia es del concreto con cemento Pacasmayo ya que es más trabajable en ambas relaciones  $a/c = 0.45$  y  $0.65$  con  $3.43''$  y  $3.62''$  respectivamente, dónde es más manejable y moldeable en comparación de los cementos Quisqueya y Qhuna.
5. La resistencia mecánica de flexión el cemento Quisqueya tiene mejor desempeño en ambas relaciones  $a/c = 0.45$  y  $0.65$  a los 28 días con

55.71kg/cm<sup>2</sup> y 38.41kg/cm<sup>2</sup> respectivamente en comparación de los cementos Qhuna y Pacasmayo.

6. La resistencia a la compresión del concreto con cemento Quisqueya tiene mejor desempeño en ambas relaciones a/c = 0.45 y 0.65 con 272.51 kg/cm<sup>2</sup> y 214.95 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente a los 28 días, así mismo su curva sigue aumentando apreciado a los 56 días, llevando una ventaja secuencial en comparación con los cementos Qhuna y Pacasmayo.
7. Finalmente, el cemento Pacasmayo es mejor en las propiedades físicas de trabajabilidad, contenido de aire y peso unitario; mientras el cemento Quisqueya es mejor en su propiedad física de temperatura y sus propiedades mecánicas de resistencia a la compresión y flexión, dejando al cemento Qhuna como un cemento con características intermedias entre estos dos.

## RECOMENDACIONES

1. Controlar en obra los concretos con temperaturas ambientales en zonas cálidas y la temperatura del concreto que den por encima de los 30°C para evitar falsos fraguados y fisuras.
2. Evaluar el tipo de vaciado que se va a realizar en estructuras y el manejo correcto del concreto en función de su trabajabilidad, por ejemplo, cuando se va a realizar un concreto lanzado o bombeado.
3. Utilizar el cementos con alta resistencia inicial como se muestra en esta investigación se puede realizar desencofrados dentro de los primeros quince días, sin embargo, es necesario evaluar cuando se va a realizar vaciados de gran volumen ya que tiene un tiempo de fraguado más acelerado y puede generar juntas frías.
4. Supervisar durante la preparación de la mezcla del concreto la correcta dosificación, ya que el exceso de agua, impurezas, TMN del agregado y otros factores influyen en la resistencia final del concreto, utilizando los cementos presentados en esta investigación más adecuados en función de su costo beneficio y cumplir con las propiedades requeridas en cada obra.
5. Priorizar en las entidades públicas y privadas la calidad del concreto, en función de sus características físicas y mecánicas, no tomando en cuenta el uso de diseños que no estén de acuerdo a los estudios de cada zona para que se pueda cumplir con lo requerido en cada proyecto y que parte de ello depende el éxito.

6. Investigar cementos nacionales que compiten dentro de lo normado con los cementos internacionales vendidos en nuestro país como por ejemplo la incorporación de la nueva marca del Wan Peng de procedencia China con operaciones comerciales desde el 2019 y el cemento Yunga de origen nacional con operaciones comerciales también en el 2019.

## FUENTES DE INFORMACIÓN

### **Bibliográficas:**

Abanto Castillo, F. (2009). *Tecnología del Concreto*. Lima: San Marcos E.I.R.L.

Acevedo Damián, W. F., & Martínez Vignolo, W. V. (2017). Desempeño de las propiedades físicas y mecánicas del concreto dosificado con cemento Nacional comparado con el concreto dosificado con cemento Sol. Tesis para optar el título de ingeniero civil. Universidad de San Martín de Porres, Lima.

Ana Torre, C. (2004). Curso Básico de tecnología del concreto. Lima: UNI.

Antonio Luna Ortiz. (2010). Comparación del desempeño de diferentes marcas comerciales de cemento Portland CPC-30R, empleadas para elaborar concreto de resistencia media. México: Universidad de Michoacán de San Nicolás de Hidalgo.

Cortes Gómez, E. A., & Perilla Sastoque, J. E. (2014). Estudio comparativo de las características físico-mecánicas de cuatro cementos comerciales portland tipo I. Tesis para optar el grado de ingeniero civil. Universidad Militar de Nueva Granada, Granada, Colombia.

Guillermo Coasaca Condori. (2018). Análisis comparativo de las propiedades físicas y mecánicas del concreto utilizando distintos métodos de diseños de

mezclas con los materiales típicos de la provincia de Arequipa. Perú:  
Universidad Católica de Santa María.

INACAL. (2011). NTP 334.009. Requisitos del cementos Pórtland.

INACAL. (2013). NTP 334.090. Requisitos para cementos adicionados

INACAL. (2006). NTP 339.088. Agua de mezcla utilizada en la producción de  
concreto de cemento Portland. Requisitos.

INACAL. (2014). NTP 400.037. Especificaciones normalizadas para  
agregados en concreto

INACAL.(2015). NTP 339.035. Ensayo para la medición del asentamiento del  
concreto.

INACAL. (2013). NTP 339.184. Ensayo normalizado para determinar la  
temperatura de mezcla del concreto.

INACAL. (2008). NTP 339.046. Ensayo para determinar la densidad (peso  
unitario), rendimiento y contenido de aire del concreto.

INACAL. (2015). NTP 339.034. Ensayo normalizado para la determinación de  
la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas.

INACAL. (2012). NTP 339.079. Método de ensayo para determinar la  
resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con  
cargas en el centro del tramo.

INACAL. (2001). NTP 400.012. Análisis granulométrico del agregado fino,  
grueso.

INACAL. (2013). NTP 400.022. Ensayo normalizado para la densidad, la  
densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino.

INACAL. (2002). NTP 400.021. Ensayo normalizado para peso específico y porcentaje de absorción del agregado grueso.

INACAL. (2013). NTP 339.185. Ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.

INACAL. (2011). NTP 400.017. Ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (Peso unitario) y los vacíos en los agregados.

INACAL. (2015). NTP 993.033. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en campo. Perú: ASTM internacional.

Li Junyan, Tian Tao y Mao Na . (2016). Adaptabilidad del agente reductor de agua compuesto a diferentes cementos. China: Universidad Normal de Weinan.

Loyda Elizabeth Lucho Mendocilla. (2019). Estudio comparativo de la resistencia a la compresión del concreto usando tres marcas de cemento portland tipo MS. Perú: Universidad Nacional de Trujillo.

M. Neville, A. (2013). Tecnología del concreto. México: Soledad Moliné Venanzi.

Mariela Quiroz Crespo. (2006). Tecnología del hormigón. Bolivia: Cochabamba.

Nataly Varas y Yanira Villanueva. (2017). Análisis comparativo de los tiempos de fraguado y resistencia de un concreto  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> del cemento Pacasmayo y Qhuna. Perú: Universidad privada Antenor Orrego.

Noor-ul-Amin. (2010). Study of the physical parameters of ordinary Portland cement of Khyber Pakhtunkhwa, Pakistan and their comparison with Pakistan standard specifications. Pakistan: University Mardan.

Pasquel Carbajal, E. (1993). Topicos de tecnología del concreto en el Perú (Segunda ed.). Lima, LIMA, PERÚ.

Rivera L., G. (2015). Concreto simple. Colombia: Universidad del Cauca.

Rivva López, E. (2013). Diseño de mezclas. Perú: Williams E.I.R.L.

Vicente Mercado, R. A. (2016). Diferencia en la resistencia de los concretos por efecto de los tipos de cemento comercializados en la ciudad de Tacna. Tesis para optar el título de ingeniero civil. Universidad de Tacna, Tacna.

### **Electrónicas:**

ACI. (2015). Diseño de mezcla. diciembre 2020, de ACI 211.1 Sitio web: [http://civilwares.free.fr/ACI/MCP04/2211r\\_98.pdf](http://civilwares.free.fr/ACI/MCP04/2211r_98.pdf)

Adocem. (2020). Componentes del cemento. diciembre 2020, de Asociación Dominicana de producción de cemento Portland Sitio web: <https://www.adocem.org/>

Argos. (2020). Argos 360. diciembre 2020, de Argos Sitio web: <https://www.360enconcreto.com/>

Asocem. (2020). Producción del cemento. diciembre 2020, de Asocem Sitio web: <https://n9.cl/b3fb8>

Blog de la construcción. (2020). Curado del concreto. diciembre 2020, de Blog de la construcción Sitio web: <https://afly.co/b254>

Global Cement. (2020). Reaching new heights. diciembre 2020, de Global Cement Sitio web: <https://n9.cl/dmx0>

Oficemen. (2020). Proceso de elaboración del cemento. 2020, de Oficemen  
Sitio web: <https://n9.cl/28us>

RNE. (2017). E 0.60. Perú : Reglamento Nacional de Edificaciones.  
Tecnología del concreto. (2019). Dosificación del concreto. diciembre 2020,  
de Tecnología del concreto Sitio web: <https://n9.cl/obger>

## **ANEXOS**

**Anexo 1.** Matriz de consistencia

**Anexo 2.** Diseño de mezcla 0.45 con cemento Pacasmayo Extraforte

**Anexo 3.** Diseño de mezcla 0.45 con cemento Qhuna tipo I

**Anexo 4.** Diseño de mezcla 0.45 con cemento Quisqueya de uso estructural

**Anexo 5.** Diseño de mezcla 0.65 con cemento Pacasmayo Extraforte

**Anexo 6.** Diseño de mezcla 0.65 con cemento Qhuna tipo I

**Anexo 7.** Diseño de mezcla 0.65 con cemento Quisqueya de uso estructural

**Anexo 8.** Ficha técnica de cemento Pacasmayo

**Anexo 9.** Propiedades del cemento Pacasmayo

**Anexo 10.** Ficha técnica del cemento Qhuna

**Anexo 11.** Ficha técnica del cemento Quisqueya

**Anexo 12.** Panel fotográfico

## Anexo 1. Matriz de consistencia

DESEMPEÑO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UN CONCRETO F'c=210 KG/CM2 POR EFECTO DE LOS CEMENTOS PACASMAYO, QUISQUEYA Y QHUNA EN LA REGIÓN LAMBAYEQUE							
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES				METODOLOGÍA
			VARIABLE	DIMENSIÓN	MEDICIÓN	INDICADOR	
¿Cuál será el desempeño de las <b>propiedades físicas y mecánicas</b> de un concreto F'c=210 kg/cm2 por efecto de los cementos Pacasmayo Quisqueya y Qhuna?	Comparar el desempeño de las <b>propiedades físicas y mecánicas</b> de un concreto F'c= 210 kg/cm2 por efecto de los cemento Pacasmayo Quisqueya y Qhuna	El concreto f'c= 210 kg/cm2 con cemento Quisqueya presenta un <b>mayor desempeño</b> en sus propiedades físicas y mecánicas con respecto a los cementos Pacasmayo y Qhuna.	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b> cementos Pacasmayo, Quisqueya y Qhuna	Propiedades físicas y mecánicas	0.45 - 0.65	Relación A/C	<b>ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN</b>
					%	Ensayo de peso unitario	
					%	Ensayo de contenido de aire	
					%	Ensayo de temperatura	
					%	Ensayo de trabajabilidad	
					%	Ensayo de resistencia a la compresión	
<b>CUANTITATIVO</b> porque los ensayos son medibles y convertidos a números.							
<b>PROBLEMA ESPECÍFICOS</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>HIPÓTESIS ESPECÍFICOS</b>					<b>TIPO DE INVESTIGACIÓN</b>
¿Cuál será el desempeño del <b>peso unitario</b> de un concreto F'c=210 kg/cm2 por efecto de los cementos Pacasmayo Quisqueya y Qhuna?	Comparar el desempeño del <b>peso unitario</b> de un concreto F'c=210 kg/cm2 por efecto de los cementos Pacasmayo Quisqueya y Qhuna.	El peso unitario del concreto F'c= 210 kg/cm2 por efecto del cemento Pacasmayo alcanza <b>mayor densidad</b> que el concreto con cemento Quisqueya y Qhuna.	<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b> Desempeño de las propiedades físicas y mecánicas de un concreto F'c=210 kg/cm2	Propiedad física	0.45 - 0.65	Relación A/C	<b>BÁSICA</b> porque genera conocimientos al momento de comparar las propiedades físicas y mecánicas de un concreto F'c=210kg/cm2 al momento de realizar y evaluar los ensayos de laboratorio.
					%	Ensayo de peso unitario	
¿Cuál será el desempeño del <b>contenido de aire</b> de un concreto F'c=210 kg/cm2 por efecto de los cementos Pacasmayo Quisqueya y Qhuna?	Comparar el desempeño del <b>contenido de aire</b> de un concreto F'c=210 kg/cm2 por efecto de los cementos Pacasmayo Quisqueya y Qhuna.	El contenido de aire del concreto f'c= 210 kg/cm2 por efecto del cemento Pacasmayo obtiene <b>mayor impermeabilidad</b> que el concreto con cemento Quisqueya y Qhuna.	<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b> Desempeño de las propiedades físicas y mecánicas de un concreto F'c=210 kg/cm2	Propiedad física	0.45 - 0.65	Relación A/C	<b>DESCRIPTIVO</b> porque se describe cómo son los hechos reales, apoyados de la estadística y que a través de los resultados de ensayos de laboratorio se pueda analizar y comparar
					%	Ensayo de contenido de aire	
¿Cuál será el desempeño de la <b>temperatura</b> de un concreto F'c= 210 kg/cm2 por efecto de los cementos Pacasmayo Quisqueya y Qhuna?	Comparar el desempeño de la <b>temperatura</b> de un concreto F'c=210 kg/cm2 por efecto de los cementos Pacasmayo Quisqueya y Qhuna.	La temperatura del concreto f'c= 210 kg/cm2 por efecto del cemento Pacasmayo tiene <b>mayor calor de hidratación</b> que el de los cementos Quisqueya y Qhuna	<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b> Desempeño de las propiedades físicas y mecánicas de un concreto F'c=210 kg/cm2	Propiedad física	0.45 - 0.65	Relación A/C	<b>EXPERIMENTAL</b> porque se hizo uso de laboratorio para realizar ensayos que nos permitan evaluar y comparar los resultados.
					%	Ensayo de temperatura	
¿Cuál será el desempeño de la <b>trabajabilidad</b> de un concreto F'c= 210 kg/cm2 por efecto de los cementos Pacasmayo Quisqueya y Qhuna?	Comparar el desempeño de la <b>trabajabilidad</b> de un concreto F'c=210 kg/cm2 por efecto de los cementos Pacasmayo Quisqueya y Qhuna.	La trabajabilidad del concreto F'c= 210 kg/cm2 por efecto del cemento Pacasmayo tiene <b>mayor consistencia</b> que el de los cementos Quisqueya y Qhuna.	<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b> Desempeño de las propiedades físicas y mecánicas de un concreto F'c=210 kg/cm2	Propiedad física	0.45 - 0.65	Relación A/C	Es la cantidad de mezclas de concreto utilizadas para los ensayos
					%	Ensayo de trabajabilidad	
¿Cuál será el desempeño de la <b>resistencia a la flexión</b> de un concreto F'c=210 kg/cm2 por efecto de los cementos Pacasmayo Quisqueya y Qhuna?	Comparar el desempeño de la <b>resistencia a la flexión</b> de un concreto F'c=210 kg/cm2 por efecto de los cementos Pacasmayo Quisqueya y Qhuna.	El concreto f'c= 210 kg/cm2 por efecto del cemento Quisqueya posee <b>mayor resistencia a la flexión</b> que el de los cementos Qhuna y Pacasmayo.	<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b> Desempeño de las propiedades físicas y mecánicas de un concreto F'c=210 kg/cm2	Propiedad mecánica	0.45 - 0.65	Relación A/C	<b>MUESTRA</b> Para el concreto en estado endurecido se tomará 90 muestras de probetas cilíndricas para ensayos de compresión y 12 de muestras de probetas tipo viga rectangular para ensayos de flexión
					%	Ensayo de resistencia a la flexión	
¿Cuál será el desempeño de la <b>resistencia a la compresión</b> de un concreto F'c=210 kg/cm2 por efecto de los cementos Pacasmayo Quisqueya y Qhuna?	Comparar el desempeño de la <b>resistencia a la compresión</b> de un concreto F'c=210 kg/cm2 por efecto de los cementos Pacasmayo Quisqueya y Qhuna.	El concreto f'c= 210 kg/cm2 por efecto del cemento Quisqueya posee <b>mayor resistencia a la compresión</b> que el de los cementos Qhuna y Pacasmayo a edades tempranas y a los 28 días.	<b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b> Desempeño de las propiedades físicas y mecánicas de un concreto F'c=210 kg/cm2	Propiedad mecánica	0.45 - 0.65	Relación A/C	<b>TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS</b> Para la recolección de datos se utilizará la técnica de observación experimental.
					%	Ensayo de resistencia a la compresión	
<b>INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS</b> Como instrumento de recolección, se utilizará formatos de registro de datos; para cuantificar y realizar la medición de las propiedades del concreto							

Elaboración: El autor

**Anexo 2.** Diseño de mezcla 0.45 con cemento Pacasmayo Extraforte

<b>DISEÑO DE MEZCLA PACASMAYO 0.45</b>			
<b>CARACTERÍSTICAS DEL CEMENTO</b>			
Tipo de cemento:		Pacasmayo Extraforte tipo lco	
Peso específico del cemento:		2.96 gr/cm <sup>3</sup>	
<b>REQUERIMIENTO DEL CONCRETO</b>			
Relación agua cemento a/c		0.45	
Slump		3" a 4"	
<b>CARACTERÍSTICAS DE AGREGADOS</b>			
		<b>Agregado fino</b>	<b>Agregado grueso</b>
Tamaño máximo		3/8"	1 1/2"
Tamaño máximo nominal		1/4"	1"
Módulo de fineza		2.67	7.43
Peso específico		2.51 gr/cm <sup>3</sup>	2.75 gr/cm <sup>3</sup>
Contenido de humedad		2.15 %	0.37 %
Absorción		1.73 %	0.55 %
Peso unitario suelto		1.56 gr/cm <sup>3</sup>	1.37 gr/cm <sup>3</sup>
Peso unitario seco compactado		1.67 gr/cm <sup>3</sup>	1.49 gr/cm <sup>3</sup>
<b>ANÁLISIS POR MÉTODO ACI</b>			
Agua	248 Lts/m <sup>3</sup>	Volumen de cemento	0.19 m <sup>3</sup>
Cemento	551.11 kg	Volumen de agua	0.25 m <sup>3</sup>
Agregado fino	453.69 kg	Volumen de aire	0.02 m <sup>3</sup>
Agregado grueso	1017.67 kg	Volumen de agreg. fino	0.18 m <sup>3</sup>
Aire atrapado	1.50 %	Volumen de agreg. grueso	0.37 m <sup>3</sup>
<b>CANTIDAD DE MATERIAL POR m<sup>3</sup> SIN CORRECCIÓN POR HUMEDAD</b>			
Agua		248.00 Lts	
Cemento		551.11 kg	
Agregado fino		453.69 kg	
Agregado grueso		1017.67 kg	
<b>CORRECCIÓN POR HUMEDAD</b>			
Agregado fino		463.44 kg	
Agregado grueso		1021.44 kg	
<b>VARIACIÓN DE AGUA</b>			
Agregado fino		0.42	
Agregado grueso		-0.18	
Agua		248.1	
<b>CANTIDAD DE MATERIAL POR m<sup>3</sup> FINAL</b>			
	<b>Cantidad de material</b>	<b>Proporción</b>	
Agua	248.07 Lts	0.45	
Cemento	551.11 kg	1.00	
Agregado fino	463.44 kg	0.84	
Agregado grueso	1021.44 kg	1.85	
<b>MATERIAL REQUERIDO PARA 1 PROBETA</b>			
Agua		1.31 Lts	
Cemento		2.92 kg	
Agregado fino		2.46 kg	
Agregado grueso		5.41 kg	

**Elaboración:** El autor

**Anexo 3.** Diseño de mezcla 0.45 con cemento Qhuna tipo I

<b>DISEÑO DE MEZCLA QHUNA 0.45</b>			
<b>CARACTERÍSTICAS DEL CEMENTO</b>			
Tipo de cemento:		Qhuna tipo I	
Peso específico del cemento:		3.14 gr/cm <sup>3</sup>	
<b>REQUERIMIENTO DEL CONCRETO</b>			
Relación agua cemento a/c		0.45	
Slump		3" a 4"	
<b>CARACTERÍSTICAS DE AGREGADOS</b>			
		<b>Agregado fino</b>	<b>Agregado grueso</b>
Tamaño máximo		3/8"	1 1/2"
Tamaño máximo nominal		1/4"	1"
Módulo de fineza		2.67	7.43
Peso específico		2.51 gr/cm <sup>3</sup>	2.75 gr/cm <sup>3</sup>
Contenido de humedad		2.15 %	0.37 %
Absorción		1.73 %	0.55 %
Peso unitario suelto seco		1.56 gr/cm <sup>3</sup>	1.37 gr/cm <sup>3</sup>
Peso unitario seco compactado		1.67 gr/cm <sup>3</sup>	1.49 gr/cm <sup>3</sup>
<b>ANÁLISIS POR MÉTODO ACI</b>			
Agua	248 Lts/m <sup>3</sup>	Volumen de cemento	0.18 m <sup>3</sup>
Cemento	551.11 kg	Volumen de agua	0.25 m <sup>3</sup>
Agregado fino	480.48 kg	Volumen de aire	0.02 m <sup>3</sup>
Agregado grueso	1017.67 kg	Volumen de agreg. fino	0.19 m <sup>3</sup>
Aire atrapado	1.50 %	Volumen de agreg. grueso	0.37 m <sup>3</sup>
<b>CANTIDAD DE MATERIAL POR m<sup>3</sup> SIN CORRECCIÓN POR HUMEDAD</b>			
Agua	248.00 Lts		
Cemento	551.11 kg		
Agregado fino	480.48 kg		
Agregado grueso	1017.67 kg		
<b>CORRECCIÓN POR HUMEDAD</b>			
Agregado fino	490.81 kg		
Agregado grueso	1021.44 kg		
<b>VARIACIÓN DE AGUA</b>			
Agregado fino	0.42		
Agregado grueso	-0.18		
Agua	248.2		
<b>CANTIDAD DE MATERIAL POR m<sup>3</sup> FINAL</b>			
	<b>Cantidad de material</b>	<b>Proporción</b>	
Agua	248.19 Lts	0.45	
Cemento	551.11 kg	1.00	
Agregado fino	490.81 kg	0.89	
Agregado grueso	1021.44 kg	1.85	
<b>MATERIAL REQUERIDO PARA 1 PROBETA</b>			
Agua	1.32 Lts		
Cemento	2.92 kg		
Agregado fino	2.60 kg		
Agregado grueso	5.41 kg		

**Elaboración:** El autor

**Anexo 4.** Diseño de mezcla 0.45 con cemento Quisqueya de uso estructural

<b>DISEÑO DE MEZCLA QUISQUEYA 0.45</b>			
<b>CARACTERÍSTICAS DEL CEMENTO</b>			
Tipo de cemento:		Quisqueya de uso estructural	
Peso específico del cemento:		3.15 gr/cm <sup>3</sup>	
<b>REQUERIMIENTO DEL CONCRETO</b>			
Relación agua cemento a/c		0.45	
Slump		3" a 4"	
<b>CARACTERISTICAS DE AGREGADOS</b>			
		<b>Agregado fino</b>	<b>Agregado grueso</b>
Tamaño máximo		3/8"	1 1/2"
Tamaño máximo nominal		1/4"	1"
Módulo de fineza		2.67	2.67
Peso específico		2.51 gr/cm <sup>3</sup>	2.75 gr/cm <sup>3</sup>
Contenido de humedad		2.15 %	0.37 %
Absorción		1.73 %	0.55 %
Peso unitario suelto seco		1.56 gr/cm <sup>3</sup>	1.37 gr/cm <sup>3</sup>
Peso unitario seco compactado		1.67 gr/cm <sup>3</sup>	1.49 gr/cm <sup>3</sup>
<b>ANÁLISIS POR MÉTODO ACI</b>			
Agua	248 Lts/m <sup>3</sup>	Volumen de cemento	0.17 m <sup>3</sup>
Cemento	551.11 kg	Volumen de agua	0.25 m <sup>3</sup>
Agregado fino	481.88 kg	Volumen de aire	0.02 m <sup>3</sup>
Agregado grueso	1017.67 kg	Volumen de agreg. fino	0.19 m <sup>3</sup>
Aire atrapado	1.50 %	Volumen de agreg. grueso	0.37 m <sup>3</sup>
<b>CANTIDAD DE MATERIAL POR m<sup>3</sup> SIN CORRECCIÓN POR HUMEDAD</b>			
Agua	248.00 Lts		
Cemento	551.11 kg		
Agregado fino	481.88 kg		
Agregado grueso	1017.67 kg		
<b>CORRECCIÓN POR HUMEDAD</b>			
Agregado fino	492.24 kg		
Agregado grueso	1021.44 kg		
<b>VARIACIÓN DE AGUA</b>			
Agregado fino	0.42		
Agregado grueso	-0.18		
Agua	248.2		
<b>CANTIDAD DE MATERIAL POR m<sup>3</sup> FINAL</b>			
	<b>Cantidad de material</b>	<b>Proporción</b>	
Agua	248.19 Lts	0.45	
Cemento	551.11 kg	1.00	
Agregado fino	492.24 kg	0.89	
Agregado grueso	1021.44 kg	1.85	
<b>MATERIAL REQUERIDO PARA 1 PROBETA</b>			
Agua	1.32 Lts		
Cemento	2.92 kg		
Agregado fino	2.61 kg		
Agregado grueso	5.41 kg		

**Elaboración:** El autor

**Anexo 5.** Diseño de mezcla 0.65 con cemento Pacasmayo Extraforte

<b>DISEÑO DE MEZCLA PACASMAYO 0.65</b>			
<b>CARACTERÍSTICAS DEL CEMENTO</b>			
Tipo de cemento:		Pacasmayo Extraforte tipo lco	
Peso específico del cemento:		2.96 gr/cm <sup>3</sup>	
<b>REQUERIMIENTO DEL CONCRETO</b>			
Relación agua cemento a/c		0.45	
Slump		3" a 4"	
<b>CARACTERÍSTICAS DE AGREGADOS</b>			
		<b>Agregado fino</b>	<b>Agregado grueso</b>
Tamaño máximo		3/8"	1 1/2"
Tamaño máximo nominal		1/4"	1"
Módulo de fineza		2.67	7.43
Peso específico		2.51 gr/cm <sup>3</sup>	2.75 gr/cm <sup>3</sup>
Contenido de humedad		2.15 %	0.37 %
Absorción		1.73 %	0.55 %
Peso unitario suelto seco		1.56 gr/cm <sup>3</sup>	1.37 gr/cm <sup>3</sup>
Peso unitario seco compactado		1.67 gr/cm <sup>3</sup>	1.49 gr/cm <sup>3</sup>
<b>ANÁLISIS POR MÉTODO ACI</b>			
Agua	235 Lts/m <sup>3</sup>	Volumen de cemento	0.24 m <sup>3</sup>
Cemento	361.54 kg	Volumen de agua	0.12 m <sup>3</sup>
Agregado fino	647.07 kg	Volumen de aire	0.02 m <sup>3</sup>
Agregado grueso	1017.67 kg	Volumen de agreg. fino	0.26 m <sup>3</sup>
Aire atrapado	1.50 %	Volumen de agreg. grueso	0.37 m <sup>3</sup>
<b>CANTIDAD DE MATERIAL POR m<sup>3</sup> SIN CORRECCIÓN POR HUMEDAD</b>			
Agua	235.00 Lts		
Cemento	361.54 kg		
Agregado fino	647.07 kg		
Agregado grueso	1017.67 kg		
<b>CORRECCIÓN POR HUMEDAD</b>			
Agregado fino	660.98 kg		
Agregado grueso	1021.44 kg		
<b>VARIACIÓN DE AGUA</b>			
Agregado fino	0.42		
Agregado grueso	-0.18		
Agua	235.9		
<b>CANTIDAD DE MATERIAL POR m<sup>3</sup> FINAL</b>			
	<b>Cantidad de material</b>	<b>Proporción</b>	
Agua	235.89 Lts	0.65	
Cemento	361.54 kg	1.00	
Agregado fino	660.98 kg	1.83	
Agregado grueso	1021.44 kg	2.83	
<b>MATERIAL REQUERIDO PARA 1 PROBETA</b>			
Agua	1.25 Lts		
Cemento	1.92 kg		
Agregado fino	3.50 kg		
Agregado grueso	5.41 kg		

**Elaboración:** El autor

**Anexo 6.** Diseño de mezcla 0.65 con cemento Qhuna tipo I

<b>DISEÑO DE MEZCLA QHUNA 0.65</b>			
<b>CARACTERÍSTICAS DEL CEMENTO</b>			
Tipo de cemento:		Qhuna tipo I	
Peso específico del cemento:		3.14 gr/cm <sup>3</sup>	
<b>REQUERIMIENTO DEL CONCRETO</b>			
Relación agua cemento a/c		0.65	
Slump		3" a 4"	
<b>CARACTERÍSTICAS DE AGREGADOS</b>			
		<b>Agregado fino</b>	<b>Agregado grueso</b>
Tamaño máximo		3/8"	1 1/2"
Tamaño máximo nominal		1/4"	1"
Módulo de fineza		2.67	7.43
Peso específico		2.51 gr/cm <sup>3</sup>	2.75 gr/cm <sup>3</sup>
Contenido de humedad		2.15 %	0.37 %
Absorción		1.73 %	0.55 %
Peso unitario suelto seco		1.56 gr/cm <sup>3</sup>	1.37 gr/cm <sup>3</sup>
Peso unitario seco compactado		1.67 gr/cm <sup>3</sup>	1.49 gr/cm <sup>3</sup>
<b>ANÁLISIS POR MÉTODO ACI</b>			
Agua	235 Lts/m <sup>3</sup>	Volumen de cemento	0.24 m <sup>3</sup>
Cemento	361.54 kg	Volumen de agua	0.12 m <sup>3</sup>
Agregado fino	664.64 kg	Volumen de aire	0.02 m <sup>3</sup>
Agregado grueso	1017.67 kg	Volumen de agreg.fino	0.26 m <sup>3</sup>
Aire atrapado	1.50 %	Volumen de agreg. grueso	0.37 m <sup>3</sup>
<b>CANTIDAD DE MATERIAL POR m<sup>3</sup> SIN CORRECCIÓN POR HUMEDAD</b>			
Agua		235.00 Lts	
Cemento		361.54 kg	
Agregado fino		664.64 kg	
Agregado grueso		1017.67 kg	
<b>CORRECCIÓN POR HUMEDAD</b>			
Agregado fino		678.93 kg	
Agregado grueso		1021.44 kg	
<b>VARIACIÓN DE AGUA</b>			
Agregado fino		0.42	
Agregado grueso		-0.18	
Agua		236.0	
<b>CANTIDAD DE MATERIAL POR m<sup>3</sup> FINAL</b>			
	<b>Cantidad de material</b>	<b>Proporción</b>	
Agua	235.96 Lts	0.65	
Cemento	361.54 kg	1.00	
Agregado fino	678.93 kg	1.88	
Agregado grueso	1021.44 kg	2.83	
<b>MATERIAL REQUERIDO PARA 1 PROBETA</b>			
Agua		1.25 Lts	
Cemento		1.92 kg	
Agregado fino		3.60 kg	
Agregado grueso		5.41 kg	

**Elaboración:** El autor

**Anexo 7.** Diseño de mezcla 0.65 con cemento Quisqueya de uso estructural

<b>DISEÑO DE MEZCLA QUISQUEYA 0.65</b>			
<b>CARACTERÍSTICAS DEL CEMENTO</b>			
Tipo de cemento:		Quisqueya de uso estructural	
Peso específico del cemento:		3.15 gr/cm <sup>3</sup>	
<b>REQUERIMIENTO DEL CONCRETO</b>			
Relación agua cemento a/c		0.65	
Slump		3" a 4"	
<b>CARACTERÍSTICAS DE AGREGADOS</b>			
		<b>Agregado fino</b>	<b>Agregado grueso</b>
Tamaño máximo		3/8"	1 1/2"
Tamaño máximo nominal		1/4"	1"
Módulo de fineza		2.67	7.43
Peso específico		2.51 gr/cm <sup>3</sup>	2.75 gr/cm <sup>3</sup>
Contenido de humedad		2.15 %	0.37 %
Absorción		1.73 %	0.55 %
Peso unitario suelto seco		1.56 gr/cm <sup>3</sup>	1.37 gr/cm <sup>3</sup>
Peso unitario seco compactado		1.67 gr/cm <sup>3</sup>	1.49 gr/cm <sup>3</sup>
<b>ANÁLISIS POR MÉTODO ACI</b>			
Agua	235 Lts/m <sup>3</sup>	Volumen de cemento	0.11 m <sup>3</sup>
Cemento	361.54 kg	Volumen de agua	0.24 m <sup>3</sup>
Agregado fino	665.56 kg	Volumen de aire	0.02 m <sup>3</sup>
Agregado grueso	1017.67 kg	Volumen de agreg. fino	0.27 m <sup>3</sup>
Aire atrapado	1.50 %	Volumen de agreg. grueso	0.37 m <sup>3</sup>
<b>CANTIDAD DE MATERIAL POR m<sup>3</sup> SIN CORRECCIÓN POR HUMEDAD</b>			
Agua	235.00 Lts		
Cemento	361.54 kg		
Agregado fino	665.56 kg		
Agregado grueso	1017.67 kg		
<b>CORRECCIÓN POR HUMEDAD</b>			
Agregado fino	679.87 kg		
Agregado grueso	1021.44 kg		
<b>VARIACIÓN DE AGUA</b>			
Agregado fino	0.42		
Agregado grueso	-0.18		
Agua	236.0		
<b>CANTIDAD DE MATERIAL POR m<sup>3</sup> FINAL</b>			
	<b>Cantidad de material</b>	<b>Proporción</b>	
Agua	235.96 Lts	0.65	
Cemento	361.54 kg	1.00	
Agregado fino	679.87 kg	1.88	
Agregado grueso	1021.44 kg	2.83	
<b>MATERIAL REQUERIDO PARA 1 PROBETA</b>			
Agua	1.25 Lts		
Cemento	1.92 kg		
Agregado fino	3.60 kg		
Agregado grueso	5.41 kg		

**Elaboración:** El autor

## Anexo 8. Ficha técnica de cemento Pacasmayo

# CEMENTO EXTRA FORTE

## GARANTÍA Y CALIDAD

### DESCRIPCIÓN

**Cemento Portland compuesto tipo ICo.** Óptimo desarrollo de resistencias y excelente trabajabilidad, diseñado para todo tipo de usos.



### USOS

**Producto versátil, con muchas posibilidades de aplicación:**

- Ideal para la ejecución de obras estructurales.
- Elementos de concreto que no requieran características especiales.
- Reparaciones, remodelaciones y diversas aplicaciones domésticas.
- Elaboración de morteros para pisos, nivelaciones, lechadas y emboquillados.
- Producción de elementos prefabricados de pequeño y mediano tamaño.

### ATRIBUTOS

**Trabajabilidad**

- Su excelente trabajabilidad permite una colocación y compactación adecuada, minimizando la segregación y pérdida de material.
- Fragua óptima que garantiza el correcto vaciado del concreto.

**Resistencia**

- Diseñado con adiciones minerales que otorgan resistencias químicas para uso general.
- Diseño supera los requisitos de la NTP 334.090

### RECOMENDACIONES

-  Mantener el cemento en un lugar seco bajo techo, protegido de la humedad.
-  Almacenar en pilas de menos de 10 sacos.
-  Utilizar agregados y materiales certificados y de buena calidad.
-  A mayor sea la humedad de los agregados, se debe dosificar menor cantidad de agua.

### FRAGUADO INICIAL Y FINAL

Fraguado Final	252	Requisito máximo = 420
Fraguado Inicial	127	Requisito máximo = 45

**Tiempo de fraguado (min)**

■ Resultado Promedio  
■ Requisito NTP334.090 / ASTM C595

### RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

A 3 días	1890	3150
A 7 días	2900	4200
A 28 días	3620	5400

**Resistencia a la compresión (PSI)**

■ Resultado Promedio ■ Requisito NTP334.090 / ASTM C595

Fuente: Cemento Pacasmayo

## Anexo 9. Propiedades del cemento Pacasmayo




### Cemento Portland compuesto tipo ICo.

#### Requisitos Normalizados

NTP 334.090 / Resultado promedio de nuestros productos.

#### Propiedades Químicas

QUÍMICOS	ESPECIFICACIÓN	RESULTADO DE ENSAYOS
MgO (%)	6.0 máx.	2.2
SO <sub>3</sub> (%)	4.0 máx.	2.3

#### Propiedades Físicas

REQUISITOS	ESPECIFICACIÓN	RESULTADO DE ENSAYOS
Contenido de aire del mortero (Volumen %)	12 máx.	5
Superficie específica (cm <sup>2</sup> /g)	A	5920
Retenido M325 (%)	A	1.7
Expansión en autoclave (%)	0.80 máx.	0.07
Contracción en autoclave (%)	0.20 máx.	0.00
Densidad (g/mL)	A	2.94
Resistencia a la compresión min. (MPa)		
1 día	A	9.8
3 días	13.0	22.1
7 días	20.0	29.7
28 días	25.0	37.9
Tiempo de Fraguado, minutos, Vicat		
Inicial, no menor que:	45	123
Final, no mayor que:	420	252

A No especifica.

#### VENTAJAS



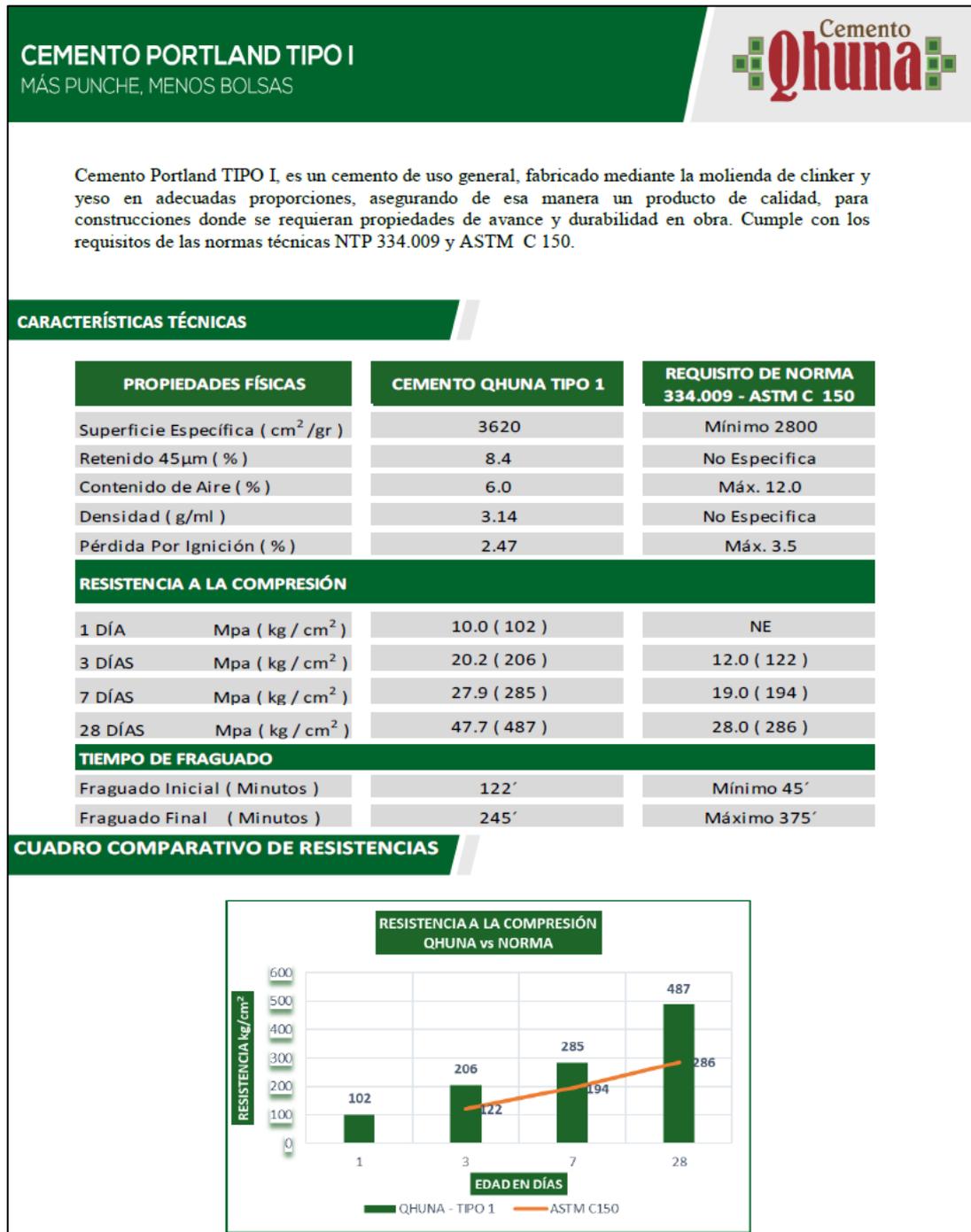
Presentaciones: Bolsas de 42.5 kg, granel y big bag de 1TM.



Fecha y hora de envasado garantiza máxima frescura.

Fuente: Cemento Pacasmayo

## Anexo 10. Ficha técnica del cemento Qhuna



Fuente: Cemento Qhuna

## Anexo 11. Ficha técnica del cemento Quisqueya



**Cemento  
QUISQUEYA**



**CEMEX**

USO  
**ESTRUCTURAL**  
Altas resistencias



PRODUCTOS DE CALIDAD MUNDIAL

**CEMEX**

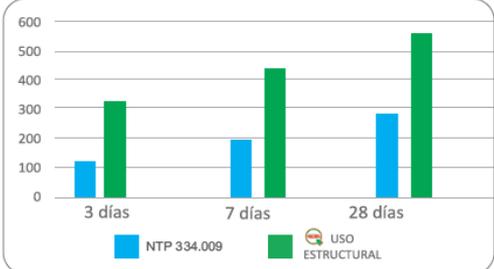
**QUISQUEYA**

**USO ESTRUCTURAL**  
ALTAS RESISTENCIAS

42.5 kg

- Altas resistencias iniciales
- Rápido desencofrado.
- Permite construir estructuras de gran calidad y fortaleza.
- Ideal para la fabricación de diversos elementos estructurales.
  - Permite reducir tiempo de ejecución en obra.
  - Tiempo de fraguado óptimo.
  - Excelente manejabilidad y trabajabilidad.
- Estabilidad y uniformidad en sus características.

### Resistencia a la Compresión



PROPIEDADES FÍSICAS	ESPECIFICACIONES NTP 334.009	USO ESTRUCTURAL
Resistencia Compresión, 3 Días (KgF / Cm2)	122	<320- 350>
Resistencia Compresión, 7 Días (KgF / Cm2)	194	<420- 460>
Resistencia Compresión, 28 Días (KgF / Cm2)	285	<555- 570>
Tiempo de Fraguado Inicial ( Minutos)	45 (min)	<120- 140>
Tiempo de Fraguado Final ( Minutos)	375 (max)	<150- 180>
Ensayo Blaine ( Cm2 / g)	2600	<3700- 4000>
Pérdida por Ignición (%)	3% (max)	<0,5-2,4>

Norma técnica peruana  
NTP 334.009  
EN 197-1:2011/ CEM I 52,5 R

**PROPIEDADES**

- Excelente comportamiento en el desarrollo de resistencias iniciales y finales.
- Rápido desencofrado.
- Tiempo de fraguado óptimo.
- Excelentes resistencias mecánicas a la compresión, flexión y tracción.
- Excelente manejabilidad y trabajabilidad.
- Estabilidad y uniformidad en sus características.

**USOS Y APLICACIONES**

- Es un cemento ideal para la construcción de elementos estructurales tales como columnas, vigas, losas, muros y cimentaciones en diversos tipos de edificaciones y obras de infraestructura.
- Por el comportamiento de su curva de resistencia permite producir concretos que requieran una mayor resistencia inicial.
- Tiene un excelente comportamiento en la elaboración de prefabricados (postes de concreto, vigas pretensadas y postensadas, pisos, adoquines, blocks, etc )

Distribuye:



PRODUCTOS DE CALIDAD MUNDIAL

**CEMEX**

**QUISQUEYA**

**USO ESTRUCTURAL**  
ALTAS RESISTENCIAS

42.5 kg

**Fuente:** Cemex Perú

## Anexo 12. Panel fotográfico

**Fotografía 1.** Acopio de agregado grueso en frontis de laboratorio



**Elaboración:** El autor

**Fotografía 2.** Acopio de agregado fino en frontis de laboratorio



**Elaboración:** El autor

**Fotografía 3.** Laboratorio de materiales.



**Elaboración:** El autor

**Fotografía 4.** Peso de muestras para ensayos de diseño de mezcla.



**Elaboración:** El autor

**Fotografía 5.** Maquina mecánica vibratoria para granulometría.



**Elaboración:** El autor

**Fotografía 6.** Horno para el secado de muestras de ensayos de diseño



**Elaboración:** El autor

**Fotografía 7.** Elaboración de probetas cilíndricas y tipo viga



**Elaboración:** El autor

**Fotografía 8.** Extracción de probetas



**Elaboración:** El autor