



Universidad Científica del Perú - UCP
*Registrado en el Asiento N° A00010 de la Partida N° 11000318, Personas Jurídicas de Iquitos,
Superintendencia de los Registros Públicos - SUNARP*

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS

**ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DEL
CONCRETO ELABORADO CON CEMENTO MOCHICA Y
CEMENTO PACASMAYO PORTLAND TIPO I, EN LA
CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES, EN LA CIUDAD
DE YURIMAGUAS – ALTO AMAZÓNAS – LORETO**

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

ASESOR:

M.Sc. Ing. SAMAMÉ ZATTA, Víctor Eduardo

AUTORES:

PIPA LECCA, Marcos Kennedy

ROJAS LINARES, Mae Nofrit

TARAPOTO – PERÚ

2021

DEDICATORIA

La vida es muy hermosa, nunca me sentí tan orgulloso y afortunado de concluir esta meta, una de las más anheladas en mi vida. Es por eso por lo que este logro le dedico a Dios el todo poderoso, por la vida y salud que me da día a día ya que sin ello no podría haber concluido. A mis padres que son y serán el amor más puro en mi vida, por el apoyo incondicional en cada instante y por inculcarme valores y carácter para luchar y conseguir lo que merezco. A mis hermanos por el apoyo moral que me ayudó a reforzar las ganas de seguir a pesar de las dificultades.

Marcos Kennedy Pipa Lecca

Dedico con todo corazón esta tesis a mi familia y amigos, principalmente a mi querida madre Mildred Linares Vela, que me enseñó a nunca rendirme y a mi tía Telia Rojas Torres que desde el cielo me ilumina, siempre la llevare en mi corazón, gracias por creer en mí y gracias a Dios por permitirme vivir y disfrutar de tantos momentos maravillosos.

Mae Nofrit Rojas Linares

AGRADECIMIENTO

No hay palabras para expresar mis más sinceros agradecimientos al todo poderoso Dios que me guio y me guía todos los días.

A mis padres Ney Pipa Pezo y Petronila Lecca García, el motor y motivo para que todo esto suceda, amor puro y fraterno que en los momentos más hostiles de mi vida estudiantil ellos siempre estaban ahí para darme la mano gracias, PAPÁ y gracias MAMÁ.

A mis hermanos Ney y Jorge David Pipa Lecca, porque siempre me dieron el apoyo moral.

A mis catedráticos de la Universidad por las enseñanzas y guiarme hasta terminar con mi carrera profesional.

Marcos Kennedi Pipa Lecca

La vida de un estudiante no es fácil, pero agradezco a Dios por brindarme unos padres luchadores que me enseñaron cada día a despertarme con ganas de alcanzar el, éxito y luchar cada día por cada uno de mis metas, sueños y anhelos.

Muchas gracias, queridos padres y hermanos.

Mae Nofrit Rojas Linares

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP

El presidente del Comité de Ética de la Universidad Científica del Perú - UCP

Hace constar que:

La Tesis titulada:

**"ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ELABORADO
CON CEMENTO MOCHICA Y CEMENTO PACASMAYO PORTLAND TIPO I, EN
LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES, EN LA CIUDAD DE YURIMAGUAS –
ALTO AMAZÓNAS – LORETO"**

De los alumnos: **PIPA LECCA MARCOS KENNEDI Y ROJAS LINARES MAE
NOFRIT**, de la Facultad de Ciencias e Ingeniería, pasó satisfactoriamente la
revisión por el Software Antiplagio, con un porcentaje de **13% de plagio**.

Se expide la presente, a solicitud de la parte interesada para los fines que
estime conveniente.

San Juan, 08 de Noviembre del 2021.



Dr. César J. Ramal Asayag
Presidente del Comité de Ética – UCP

Document Information

Analyzed document	UCP_INGENIERÍACIVIL_2021_TESIS_MARCOSPIPA_MAEROJAS_V1.pdf (D117572594)
Submitted	2021-11-05 15:53:00
Submitted by	Comisión Antiplagio
Submitter email	revision.antiplagio@ucp.edu.pe
Similarity	13%
Analysis address	revision.antiplagio.ucp@analysis.arkund.com

Sources included in the report

W	URL: https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/26518 Fetched: 2021-11-05 16:18:00		1
SA	Universidad Científica del Perú / UCP_INGENIERIACIVIL_2020_TESIS_JOSEMEGO_SILVIAVALLE_V1.pdf Document UCP_INGENIERIACIVIL_2020_TESIS_JOSEMEGO_SILVIAVALLE_V1.pdf (D77651332) Submitted by: revision.antiplagio@ucp.edu.pe Receiver: revision.antiplagio.ucp@analysis.arkund.com		42
W	URL: http://repositorio.ucp.edu.pe/bitstream/handle/UCP/1047/TESIS_ING.CIVIL_MEGO%20MACEDO%20JOSE.pdf?sequence=1&isAllowed=y Fetched: 2021-11-05 16:18:00		2
W	URL: https://1library.co/document/zww2o80q-analisis-resistencia-compresion-concreto-adicion-vidrio-reciclado-molido.html Fetched: 2021-07-12 22:02:04		1
SA	Universidad Científica del Perú / UCP_ING.CIV_2020_T_CECILIAMEGOYMAUROSALDA A_V1.pdf Document UCP_ING.CIV_2020_T_CECILIAMEGOYMAUROSALDA A_V1.pdf (D76953468) Submitted by: revision.antiplagio@ucp.edu.pe Receiver: revision.antiplagio.ucp@analysis.arkund.com		1
W	URL: https://1library.co/document/q7wjdloz-evaluacion-resistencia-compresion-concreto-aditivo-utilizando-pacasmayo-resistente.html Fetched: 2021-11-05 16:18:00		1
SA	Tesis_Aleman & Cordova.docx Document Tesis_Aleman & Cordova.docx (D110953055)		1
W	URL: http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/1047 Fetched: 2021-11-05 16:18:00		4

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

Con Resolución Decanal **N° 731-2021-UCP-FCEI** del 28 de octubre del 2021, la FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL PERÚ - UCP designa como Jurado Evaluador de la sustentación de tesis a los señores:

- | | |
|--|------------|
| • Ing. Caleb Rios Vargas, M.Sc. | Presidente |
| • Ing. Luis Armando Cuzco Trigozo, M.Sc. | Miembro |
| • Ing. Isaac Duhamel Castillo Chalco. | Miembro |

Como Asesor: **Ing. Víctor Eduardo Samamé Zatta, M. Sc.**

En la ciudad de Tarapoto, siendo las 17:00 horas del día 15 de diciembre del 2021, modo virtual con la plataforma del ZOOM, supervisado en línea por la Secretaria Académica de la Facultad y el Director de Gestión Universitaria de la Filial Tarapoto de la Universidad, se constituyó el Jurado para escuchar la sustentación y defensa de la Tesis: **“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ELABORADO CON CEMENTO MOCHICA Y CEMENTO PACASMAYO PORTLAND TIPO I, EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES, EN LA CIUDAD DE YURIMAGUAS – ALTO AMAZONAS - LORETO ”.**

Presentado por los sustentantes:

MAE NOFRIT ROJAS LINARES y MARCOS KENNEDI PIPA LECCA

Como requisito para optar el título profesional de: **INGENIERO CIVIL.**

Luego de escuchar la sustentación y formuladas las preguntas las que fueron: **ABSUELTAS.**

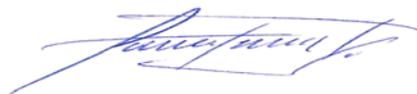
El Jurado después de la deliberación en privado llegó a la siguiente conclusión:

La sustentación es: **APROBADA POR MAYORÍA CON LA NOTA DE QUINCE (15).**

En fe de lo cual los miembros del Jurado firman el acta.



Presidente



Miembro



Miembro

APROBACIÓN

Tesis sustentada en acto público el día 15 de diciembre del 2021 a las 05.00 p.m.



1. M.Sc. Ing. CALEB RÍOS VARGAS
PRESIDENTE DEL JURADO



2. M.Sc. Ing. LUIS ARMANDO CUZCO TRIGOZO
MIEMBRO DEL JURADO



3. Ing. ISAAC DUHAMEL CASTILLO CHALCO
MIEMBRO DEL JURADO



4. M.Sc. Ing. VICTOR EDUARDO SAMAMÉ ZATTA
ASESOR

ÍNDICE

AGRADECIMIENTO	3
APROBACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
RESUMEN	9
ABSTRACT	11
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	13
1.1 Introducción.....	13
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	16
2.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO	16
2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	16
2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES	20
2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES	24
2.2 BASES TEÓRICAS	25
CAPÍTULO III: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	52
3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	52
3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	55
3.2.1 PROBLEMA GENERAL	55
3.2.2 PROBLEMAS ESPECIFICOS	55
3.3 OBJETIVOS	55
3.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	55
3.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	55
3.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	56
3.5 HIPÓTESIS	57
3.5.1 HIPÓTESIS GENERAL	57
3.5.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	57
3.6 VARIABLES	58
3.6.1 Identificación de las variables.....	58
3.6.2 Definición Conceptual y Operacionalización de las Variables.....	58
3.6.3 Operacionalización de las Variables	58
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA	60
4.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	60
4.1.1 Tipo de Investigación.....	60
4.1.2 Diseño de Investigación	60
4.2 POBLACIÓN Y MUESTRA	61

4.2.1 POBLACIÓN.....	61
4.2.2 MUESTRA	61
4.3 TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	62
4.3.1 Técnicas de Recolección de datos.....	62
4.3.2 Instrumentos de Recolección de Datos	63
4.3.3 Procedimiento de Recolección de Datos	64
4.3.4 Procesamiento y Análisis de Datos.....	72
CAPÍTULO V: RESULTADOS	78
5.1 PROPIEDADES DE LOS CEMENTOS PÓRTLAND I Y MOCHICA GU	78
5.2 PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS FINOS Y GRUESOS.....	79
5.3 PROPIEDADES DEL AGUA.....	83
5.4 DISEÑO DE MEZCLA	84
5.5 ANÁLISIS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	85
CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN DE RESULTADOS	92
6.1. CONCLUSIONES	92
6.2. RECOMENDACIONES	95
CAPÍTULO VII: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	96

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figura 1: Volumen de los componentes del concreto	32
Figura 2: Cemento Portland	37
Figura 3: Cemento Pacasmayo tipo ICO	40
Figura 4: Cemento Mochica tipo GU	41
Figura 5: Diseño de la Investigación.....	61
Figura 6: Tipos de observación en la Investigación	63
Figura 7: Tipos de fracturas.....	90

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Composición Química del Cemento.....	37
Tabla 2: Límites de Granulometría del agregado fino	43
Tabla 3: El agregado grueso deberá estar graduado dentro de los límites indicados en la NTP 400.037 o ASTM C 33	45
Tabla 4: Definición Conceptual y Operacionalización de las Variables.....	58
Tabla 5: Operacionalización de las Variables	58
Tabla 6: Instrumentos de Recolección de Datos	64
Tabla 7: Propiedades físicas de los materiales.....	73
Tabla 8: Propiedades físicas de los Cementos.....	73
Tabla 9: Intervalos para la Resistencia Promedio.....	74
Tabla 10: Contenido de aire atrapado	74
Tabla 11: Volumen Unitario de agua en litros/m ³ de concreto, para los TMN y Consistencia indicada	75
Tabla 12: Determinación de la relación Agua Cemento	75
Tabla 13: Peso del Agregado grueso por unidad de volumen del concreto	76
Tabla 14: Pesos de materiales	77
Tabla 15: Cuadro Comparativo de las Propiedades Físicas y Mecánicas del Cemento Mochica Tipo GU y Cemento Pacasmayo Portland Tipo I	78
Tabla 16: Características Físicas y Mecánicas de los Agregados	80
Tabla 17: Requerimientos Agregado Grueso.....	81
Tabla 18: Requerimiento Agregado Fino	81
Tabla 19: Límites químicos opcionales para el agua de mezcla combinada	83
Tabla 20: Cantidad de Materiales por m ² de Concreto.....	84
Tabla 21: Peso Unitario del Concreto Fresco y Seco	85
Tabla 22: Resultados del Ensayo de Resistencia a Compresión con los dos tipos de cemento a los 7 días	86
Tabla 23: Resultados del Ensayo de Resistencia a Compresión con los dos tipos de cemento a los 14 días	87
Tabla 24: Resultados del Ensayo de Resistencia a Compresión con los dos tipos de cemento a los 28 días	88
Tabla 25: Resistencia a la Compresión Promedio para Diferentes Tipos de Cemento a los 28 Días	88
Tabla 26: Resultados del Ensayo de Resistencia a Compresión	90
Tabla 27: Análisis de Resultados de los Ensayos a Compresión de los Especímenes.....	91
Tabla 28: Diferencias de las Propiedades Físicas Cemento Mochica Tipo GU y Cemento Portland Tipo I	93
Tabla 29: Resistencia a la Compresión a los 7, 14, 28 días	93

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene por objetivo realizar el análisis comparativo de la resistencia de los concretos elaborados con cementos Mochica tipo GU y Pórtland Tipo I, de uso en la construcción de edificaciones, en la Ciudad de Yurimaguas, Alto Amazonas y Región Loreto.

La presente investigación es del tipo experimental, porque se busca determinar el efecto que causa en la resistencia del concreto elaborado, con el uso de cemento Pórtland Tipo I y Mochica GU y establecer cuál de estos tiene mayor significancia en el comportamiento, la cual se desarrolló utilizando la información de investigaciones almacenadas en los repositorios virtuales de distintas universidades. Esta investigación es aplicada, según su propósito, y cuantitativa, según la naturaleza de datos; además, tiene como población otros trabajos de investigación experimentales con una antigüedad no mayor de 10 años, las cuales se verán reducidas al pasar por una fase de selección. La técnica de recolección de datos elegida debido a la situación de emergencia sanitaria fue el análisis documental, esto implicó el análisis de datos de otras investigaciones para la obtención de los resultados y el uso de una ficha de registro de información como instrumento de recolección de datos.

Se llegó a la conclusión que el cemento tipo ICO presenta mejores propiedades físicas, y que el cemento tipo GU posee mejores propiedades mecánicas. Teniendo en cuenta el desempeño en obra, los costos y la presencia en el mercado se concluye que el cemento tipo ICO es la mejor opción para todo tipo de estructuras y construcciones en general que no presenten requerimientos especiales.

Se llegaron a establecer las siguientes conclusiones: Al realizar el análisis comparativo de la resistencia a la compresión de los especímenes elaborados con Cemento Mochica Tipo GU y Pacasmayo Portland Tipo I, se concluye que la resistencia a la compresión final alcanzada por el concreto elaborado con Cemento Mochica Tipo GU fue de 243 kg/cm², y la resistencia a la compresión final alcanzada por el concreto elaborado con Cemento Pacasmayo Portland

Tipo I fue de 258.79 kg/cm². Significando esto una mayor resistencia del concreto elaborado con cemento Pacasmayo Portland Tipo I con 15.06 kg/cm². Es decir, el cemento Pacasmayo Portland Tipo I genera una resistencia de 6.18% mayor, respecto del cemento Mochica Tipo GU.

Realizando el análisis de las características físicas entre los cementos Mochica Tipo GU y Pacasmayo Portland Tipo I que generan cambios en la elaboración del concreto, concluimos que la propiedad física que influyen en el proceso de diseño y elaboración de concreto es la densidad. el Cemento Mochica Tipo GU cuenta con una densidad de 2.98 gr/ml y el Cemento Portland Tipo I 3.10 gr/ml, estos valores son utilizados por el método ACI en el diseño de la mezcla lo cual influye levemente en las proporciones de los materiales.

Finalmente, el costo beneficio que genera este proyecto es que si se en obras de mayor requerimiento de este producto, es conveniente trabajar con el cemento Pacasmayo, ya que es a un precio menor, y si se trata de calidad, estamos afirmando que actúa mejor, por su resistencia.

Palabras claves: resistencia a la compresión del concreto, concreto, cemento tipo ICO, cemento tipo UG, propiedades físicas y mecánicas.

ABSTRACT

The objective of this research work is to carry out the comparative analysis of the resistance of concretes made with Mochica type GU and Portland Type I cements, used in the construction of buildings, in the City of Yurimaguas, Alto Amazonas and Loreto Region.

The present investigation is of the experimental type, because it seeks to determine the effect it causes on the resistance of the elaborated concrete, with the use of Portland cement Type I and Mochica GU and to establish which of these has greater significance in the behavior, which was developed using the research information stored in the virtual repositories of different universities. This research is applied, according to its purpose, and quantitative, according to the nature of the data; In addition, its population is other experimental research works with an antiquity of no more than 10 years, which will be reduced when going through a selection phase. The data collection technique chosen due to the health emergency situation was the documentary analysis, this implied the analysis of data from other investigations to obtain the results and the use of an information record sheet as a data collection instrument.

It was concluded that ICO type cement has better physical properties, and that GU type cement has better mechanical properties. Taking into account the performance on site, the costs and the presence in the market, it is concluded that ICO-type cement is the best option for all types of structures and constructions in general that do not present special requirements.

The following conclusions were reached: When carrying out the comparative analysis of the compressive strength of the specimens made with Cemento Mochica Type GU and Pacasmayo Portland Type I, it is concluded that the final compressive strength achieved by the concrete made with Cement Mochica Type GU was 243 kg / cm², and the final compressive strength achieved by concrete made with Pacasmayo Portland Type I Cement was 258.79 kg / cm². This means a greater resistance of the concrete made with Pacasmayo Portland Type I cement with 15.06 kg / cm². In other words, Pacasmayo Portland Type I cement generates a 6.18% greater resistance than Mochica

Type GU cement.

Performing the analysis of the physical characteristics between the Mochica Type GU and Pacasmayo Portland Type I cements that generate changes in the concrete elaboration, we conclude that the physical property that influences the concrete design and elaboration process is the density. Mochica Cement Type GU has a density of 2.98 gr / ml and Portland Cement Type I 3.10 gr / ml, these values are used by the ACI method in the design of the mix, which slightly influences the proportions of the materials.

Finally, the cost benefit generated by this project is that if it is in works with a higher requirement of this product, it is convenient to work with Pacasmayo cement, since it is at a lower price, and if it is about quality, we are affirming that it acts better, for its resistance.

Keywords: compressive strength of concrete, concrete, ICO type cement, UG type cement, physical and mechanical properties.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1 Introducción

En el mundo el país que usa más cemento es china lo cual promovió 2350 toneladas en 2015 y 2410 toneladas en el año 2016 y tiene la industria de cemento más grande del mundo, en china hay personas cada año más y más y la mayoría de los residentes viven en estructuras de cemento a diferencia de los demás países que tienen infraestructuras de madera como en EE. UU, debido a esto es el aumento de toneladas de cemento.

Perú, en el ámbito de construcción ha mostrado una evolución positiva por ende es oportuno conocer los materiales que se emplean en cada obra, siendo el cemento el material más empleado por ello es esencial evaluar las propiedades mecánicas tales como; resistencia a la flexión, corte, tracción y compresión.

En la ciudad de Yurimaguas, en estos últimos años se han desarrollado muchas obras de ciudadanía tales como: construcción, mejoramiento, etc. lo cual el concreto es sustancial y los materiales que se va a emplear. En la Región existen diferentes marcas de cemento, pero no se sabe con exactitud que cemento es el que tiene mayor resistencia a la compresión teniendo este fin haremos un análisis de las marcas más usadas y comerciales en Yurimaguas; los cementos Mochica y Pacasmayo, realizaremos un análisis comparativo de la resistencia a la compresión $F'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con los cementos mencionados y tendremos los resultados haciendo el uso de los laboratorios.

Es primordial conocer la calidad de los materiales que se va utilizar en obras civiles sabiendo que el cemento tiene considerable participe en la mezcla de concreto.

El siguiente análisis las dos marcas de cemento Portland tipo I son: Mochica y Pacasmayo que son las más usadas y comercializadas, al

analizar las resistencias con diferentes marcas de cemento estamos aclarando las dudas que existen al iniciar un proyecto de construcción, de esta manera cumplirá con los estándares nacionales, se realizará el estudio mediante ensayos de laboratorio. Así mismo formulamos el siguiente problema: ¿Cuál de las marcas de cementos Portland tipo I Mochica o Pacasmayo, tiene mayor resistencia a la compresión $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ a las edades de 7, 14 y 28 días?

El presente trabajo de investigación tiene como justificación según la práctica va a mejorar y satisfacer las dudas con respecto al uso de los cementos, así se mejorará la calidad del concreto y obtener una construcción segura y resistente que cumplirá la edad de un concreto.

Así mismo, tenemos la justificación técnica en las construcciones requieren de concretos de calidad que tengan mejor resistencia y realizaremos un análisis de las dos marcas de cemento portland tipo I.

Además, metodológicamente para la selección de información usamos el tipo de metodología aplicada, experimental. Aplicaremos diversos procedimientos, técnicas y así ser modelo para una investigación futura relacionado a nuestra investigación.

Igualmente, tenemos la justificación Social y Económico conoceremos cuál de las dos marcas de cementos tiene mayor resistencia, ayudará a las construcciones futuras eligiendo el concreto con el cemento de mayor resistencia.

Por otra parte, tenemos como objetivo analizar la resistencia a la compresión $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con los cementos Mochica y Pacasmayo Portland tipo I en la ciudad de Yurimaguas, a las edades de 7, 14 y 28 días. Objetivos específicos, realizar ensayos de laboratorio para determinar las características de los agregados para el diseño de mezcla usando los cementos Mochica y Pacasmayo Portland tipo I, realizar los diseños de mezcla para concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con los cementos Mochica y Pacasmayo Portland tipo I y determinar la consistencia del concreto $f'c=210$

kg/cm² (prueba de Slump) con los cementos Mochica y Pacasmayo Portland tipo I.

De acuerdo con la formulación del problema presentamos las siguientes hipótesis: El cemento Pacasmayo tiene mayor resistencia a la compresión $f'_c=210$ kg/cm² a los 7, 14 y 28 días.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

En el presente capítulo tenemos antecedentes investigados a nivel internacional, nacional y local.

2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES

- **Martínez, Lorena (2016).** En su tesis “**Análisis comparativo de la edad vs la resistencia a la compresión del hormigón elaborado con diferentes marcas de cemento portland**”, para optar el título de ingeniería civil en la Universidad Técnica de Ambato, en cuya investigación, describe el planteamiento del problema utilizando las marcas de cementos Pórtland como son:

Sol, Holcim, Chimborazo y Selvalegre, para la elaboración de concretos considerándolo como actividad cotidiana en la construcción de obras civiles, formulándose como objetivo realizar un análisis comparativo de la edad vs la resistencia a la compresión del concreto elaborado. Permitiendo que con los ensayos de laboratorio llegar a los resultados estadísticos a la compresión simple, a los 7, 14 y 28 días. Concluye que conforme el tiempo varíe en la rotura de probetas, se observa la variación estadística en forma ascendente de la resistencia del concreto según las marcas de cemento y manifiesta que para edades mayores a los 28 días la mayor resistencia fue obtenida del concreto elaborado con el cemento Chimborazo y recomienda que se debe respetar la relación agua cemento para el diseño de mezclas y la pericia al realizar cada ensayo. (Martínez, L. 2016).

En nuestra investigación se considera tomar en cuenta los resultados obtenidos como parámetros de control, para evaluar la resistencia de los concretos elaborados con los cementos comerciales y de uso masivo en la construcción en la ciudad de Tarapoto, teniendo como antecedente la variación y diferencia de los valores de la resistencia de cada uno de los

concretos elaborados con cada uno de los cementos. (Martínez, L. 2016).

El cemento Pórtland a través del tiempo y patentado en 1824, ha sido el más usado en la elaboración del concreto para todo tipo de elementos estructurales en todo el mundo, en todos los climas, pero debemos tener la pericia y la técnica necesaria, esto permite establecer un permanente desafío de los ingenieros y de su incansable aprendizaje en busca del desarrollo del conocimiento para alcanzar su objetivo, eso conlleva a un permanente perfeccionamiento y desarrollo de la ciencia. (Rivva, E. 2013).

- **Cortes y Perilla, (2014).** En su tesis titulada “**Estudio Comparativo de las características físico – mecánicas de cuatro cementos portland tipo I**” para optar el título de ingeniería civil de la Universidad Militar de Granada, tiene como problemática la variedad de cementos en el mercado de Colombia que debido a esto se presenta la necesidad de conocer la marca de mejor calidad para el constructor por lo que tiene como objetivo evaluar y caracterizar cuatro marcas de cementos portland tipo I (Tequendama, Argos, Holcim y Cemex) por medio de los ensayos físicos y mecánicos cumpliendo con la norma técnica colombiana (NTC), concluyendo que con los ensayos realizados en laboratorio sus componentes físico – mecánicos se identificó que existe relación entre la finura y el desarrollo de resistencia del cemento por lo que se puede decir que la influencia de la finura repercute en las edades tempranas y no necesariamente a edades mayores, se recomienda completar el estudio de comportamiento de varios cementos al ser parte de una mezcla de concreto, la prioridad es analizar la finura de los cementos utilizados y comprobar de qué manera influye en la resistencia a la compresión del concreto. (Cortes y Perilla, 2014).

Es importante hacer uso de esta investigación porque, considera que se debe tomar en cuenta que conforme se desarrolla la mayor resistencia, ésta estaría influenciada por la superficie específica (finura) de cada uno de los concretos estaría repercutiendo en la fragua temprana (Cortes y Perilla. 2014).

El cemento usado como aglutinante de las partículas de agregado (grueso y fino) y que permite la selección de las proporciones de la mezcla de la pasta de concreto, siguiendo una metodología, es necesario conocer sus propiedades, empleo en obra y lugar donde se desarrolla; especialmente, se debe conocer el tipo y marca, peso específico, superficie específica entre otras que intervienen en el diseño y uso posterior en la construcción. Los valores de las propiedades deben ser determinadas en el laboratorio. (Rivva, E. 2013).

- **Bermúdez y Cadena (2015)** en su investigación titulada **“Correlación entre la resistencia al esfuerzo de compresión y tracción del hormigón, utilizando agregados de las canteras de Pifo y San Antonio, cemento Holcim tipo GU”**, concluyen que: Se afirma entonces que a mayor resistencia a compresión del hormigón, menor es su porcentaje de resistencia a la tracción debido a la rigidez que presenta los hormigones considerados de alta resistencia, misma rigidez que se la comprueba con la aplicación de las pruebas de resistencia a la compresión donde a medida que aumenta la resistencia la falla del espécimen es más brusca o explosiva, dicha rigidez le resta plasticidad al hormigón endurecido si cabe el término y por ende una disminución en su resistencia a la tracción demostrado en la aplicación de ensayos a resistencias desde los 14MPa hasta los 35MPa.

- **Guaminga y Paucar (2012)** en su investigación titulada **“Estudio comparativo de la reactividad álcali – agregado entre hormigones fabricados con cemento tipo HE y hormigones fabricados con cemento tipo IP, en combinación con agregados de la zona de El Chontal – Ecuador”**, concluyen que: De acuerdo a la norma ASTM C 1260, la cual indica que si las barras experimentan expansiones menores que el 0.1%, se considera como agregado inocuo (no produce daño), si sobrepasan el 0.2% serán potencialmente reactivos, y se encuentran entre el 0.1% y 0.2% será considerado en transición, para lo cual se deberá tomar lecturas hasta los 28 días. En el caso de las barras elaboradas con granodiorita y cemento tipo IP-GU se obtuvo el 0,027 % de expansión, por

lo tanto, es considerado como inócuo; en tanto que, para las barras elaboradas con granodiorita y cemento tipo HE se obtuvo el 0,140 % de expansión de manera que se procedió a tomar lecturas hasta los 28 días y se obtuvo el 0,219 % de expansión y por tanto son consideradas como potencialmente reactivas.

- **(Fernández & Howland, 2017) En la Habana (Cuba)** realizaron estudios para identificar las deficiencias del comportamiento del concreto al utilizar diferentes marcas de cemento, por lo que analizaron sus propiedades tanto en estado fresco (obras en ejecución) como en estado endurecido (ensayos de laboratorio) lo que les permite comparar su comportamiento, variando los materiales que lo componen.
- **(Figueroa & Palacio, 2015) En todo el mundo, al igual que en Colombia,** el concreto arquitectónico se utiliza en grandes proporciones debido a sus condiciones estructurales y estéticas. Por lo que se estudia la consolidación de varias marcas de cemento portland en el mercado, cada uno fabricado con sus propios procesos industriales y parámetros de calidad para cumplir con las especificaciones de las normas, además de su comportamiento ante el concreto, para así mejorar la calidad de las estructuras.
- **(Tobón, Restrepo, & Payá, 2015)** Cada vez más a los materiales de construcción se requiere un mejor desempeño en cuanto a su comportamiento ante el concreto, la cual el cemento es uno de los elementos más estudiados; hoy en día se busca que este aglomerante permita obtener resistencias mecánicas elevadas, ya sea para el uso en la construcción de edificios altos en zonas congestionadas (estructuras esbeltas), especialmente en ciudades donde el aumento demográfico incrementa exorbitantemente, es por ello que se analiza el desempeño del cemento en diferentes condiciones estructurales y en ocasiones agregando materiales no muy comunes en el campo de la construcción.

2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES

- **Acevedo y Martínez, (2017).** En su tesis titulada “**Desempeño de las propiedades físicas y mecánicas del concreto dosificado con cemento Nacional” comparado con el concreto dosificado con cemento Sol**” de la Universidad San Martín de Porres – Lima, describe la consolidación de varias marcas de cemento Portland en el mercado, cada uno fabricado con sus propios procesos industriales y parámetros de calidad para cumplir con las especificaciones de la norma técnica peruana (NTP 334.009); por lo que, tiene como objetivo comparar las propiedades físicas y mecánicas del concreto dosificado tanto con cemento "Nacional" y cemento "Sol", para determinar su desempeño, a través de ensayos de laboratorio, concluyendo en que las propiedades físicas y mecánicas del concreto dosificado con cemento “Nacional” es mejor que el concreto dosificado con cemento “Sol” en los ensayos de consistencia, contenido de aire, fragua, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, resistencia a la compresión diametral, excepto en el ensayo de temperatura. (Acevedo y Martínez, 2017).

En nuestra investigación se tendrá en cuenta la realización de ensayos de materiales y los diseños de mezcla para obtener una dosificación de materiales según sus características, los trabajos técnicos estarán basados en la metodología implementada por el ACI, en el análisis de cada uno de los cementos propuestos y de uso comercial en nuestra región San Martín. (Acevedo y Martínez, 2017).

- **Gallo y Saavedra, (2015).** En su tesis “**Análisis comparativo del comportamiento de los concretos utilizando cemento blanco Tolteca y cemento gris Sol**” para optar el título de ingeniería civil de la Universidad San Martín de Porres – Lima, el objetivo fue realizar el análisis comparativo de los concretos utilizando cemento Blanco Tolteca y cemento Gris Sol, para determinar sus propiedades en estado fresco y endurecido. Concluyendo que el comportamiento del concreto con cemento blanco tolteca es mejor que al de concreto con cemento gris Sol en consistencia,

compacidad, peso unitario, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión y trabajabilidad, excepto en el contenido de aire, temperatura y tiempo de fraguado, se recomienda que el cemento blanco tolteca se emplee si se desea mayor adaptación al encofrado, mejor comportamiento a la consolidación y fácil manejo para operaciones de transporte, colocación y acabado del concreto y además en climas de baja temperatura por tener mejor respuesta frente a los ciclos de hielo y deshielo, la prioridad es que el concreto tiene diferentes propiedades, lo que significa que no solo se considerará el mejor aglomerante al que tenga la mayor resistencia a la compresión. (Gallo y Saavedra, 2015).

Por lo que tiene gran importancia que también se verifique las propiedades de los materiales pétreos y del concreto para ser utilizado en los requerimientos técnicos de los proyectos y su verificación de la calidad. (Gallo y Saavedra, 2015).

- **Chunga y Hugo, (2016).** En su tesis titulada “**Evaluación de la calidad del concreto a usar en construcciones informales en la ciudad de Pimentel**” para optar el título de ingeniero civil de la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo – Lambayeque, tiene como problemática evaluar el grado de calidad del concreto que se utiliza en obras convencionales de la ciudad de Pimentel Chiclayo Lambayeque, centrándose en elementos estructurales como vigas, columnas, losas y zapatas. Siendo el objetivo de diagnosticar el revenimiento y la resistencia a la compresión del concreto utilizadas en obras informales de la ciudad de Pimentel. Concluyendo que el concreto utilizado en dichas construcciones no cumple con los requisitos de calidad mínimos que emite el Instituto americano del concreto, así como también las normas plasmadas en el Reglamento nacional de edificaciones. (Chunga y Hugo, 2016).

En la actualidad, en nuestra ciudad se observa de grandes a pequeñas construcciones que se necesita investigar las dosificaciones realizadas en obra haciendo un diagnóstico previo con ensayos de laboratorio, la calidad de los concretos con la utilización de los cementos de uso comercial, para

verificar luego si cumple con las resistencias mínimas especificadas por las normas y reglamentos actuales, la prioridad es relacionar nuestra investigación con elementos estructurales estudiados en esta tesis y analizar en qué aspectos del concreto se tiene deficiencias. (Chunga y Hugo, 2016).

- **Arauca, (2010).** En su tesis titulada “**Estudio de las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido utilizando cemento de la República Dominicana Quisqueya portland tipo I**” para optar el título de ingeniería civil de la Universidad Nacional de Ingeniería, analiza la problemática del traslado del cemento Quisqueya a nuestro país y además la competencia de éste con los cementos nacionales. Siendo el objeto principal la evaluación de las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido utilizando cemento Quisqueya (Cemex) de acuerdo con las Normas Técnicas peruanas y compararlo con los cementos nacionales. Concluyendo que, en las propiedades de compresión, tracción, módulo elástico el cemento Quisqueya es superior a los cementos nacionales con excepción de la exudación que es menor. (Arauca, 2010). Por lo tanto, los directivos de la producción del Cemento Sol I, han tenido que verse obligado a innovar y mejorar su producto para poder competir con este nuevo cemento, la importancia es que se observa el compromiso de la mejora continua de la competitividad entre las industrias del cemento, viéndose reflejado en la calidad del producto y generando permanentemente la investigación de sus propiedades mecánicas, de interés para los ingenieros y constructores. (Arauca, 2010).
- **Villegas y Corrales (2013)** en su investigación titulada “**Resistencias y costos unitarios de concretos fabricados con cementos utilizados en Huaraz con agregados de la cantera Taclán y Topex- concreto listo, Huaraz-2013**”, concluyen que: “Para un concreto cuya resistencia de diseño es de 210 kg/cm², empleando cemento Quisqueya se logra la mayor resistencia que es de 414.78 kg/cm² y empleando topex-concreto listo la menor resistencia que es de 211.03 kg/cm², en el periodo de 28

días.”

- **Hoyos (2014)** en su investigación titulada “**Estudio de los agregados de cantera Cruce Chanango de la ciudad de Jaén - Cajamarca, para su uso en la elaboración de concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$** ”, concluye que: “Luego de realizar los diseños de mezclas con las relaciones agua cemento ($a/c=0.50$, $a/c=0.55$, $a/c=0.60$), hemos podido concluir que la relación agua cemento más apropiada para la fabricación de concreto con $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ con los agregados de la Cantera Cruce Chanango, es de $A/C = 0.54$.”
- **(Bazán, 2017)** En Santiago de Surco (Lima) se realizó un estudio para para mejorar problemas estructurales de la cual nos mencionan que el control, la revisión y calidad de un proyecto en cada una de sus fases es la base para evitar posibles daños en la estructura, pero en muchas ocasiones, debido a la complejidad de un proyecto de edificación o la ubicación de esta, no se toman en cuenta situaciones que trae consigo problemas estructurales de la futura edificación, de ello es lógico que con el paso del tiempo también afecte notoriamente los elementos estructurales(columnas, vigas, placas, etc.), por lo que se realiza diferentes estudios sobre los elementos que componen el concreto y entre ellos, el componente principal, es decir comparar varias marcas de cemento utilizadas en el mercado y escoger según la necesidad de proyecto, que aglomerante tiene mejor comportamiento en los elementos estructurales.
- **(Vega, 2015)** El colegio de ingenieros del Perú, sede Tacna, denunció sobre la presencia de cemento con especificaciones técnicas deficientes procedente de Chile, la cual habría ingresada por Tacna para la venta en el mercado local, dicho material no presenta ninguna Norma Técnica Peruana y más aun no señala que tipo de cemento, generando confusión en los usuarios, ya que no se sabría con exactitud para qué tipo de estructura será utilizada. También los análisis fisicoquímicos que se realizaron al aglomerante arrojaron fallas en cuanto a resistencia y fraguado.

- **(Medina & Blanco, 2011)** En el país se realizan estudios para obtener un concreto de buena calidad, teniendo como incógnita mejorar las propiedades del concreto y la marca de cemento a usar ya que en años recientes está ganando popularidad la construcción de edificaciones de uso común, tratando de trabajar con materiales óptimos o de acuerdo a reglamentos, además que su dosificación sea la correcta y la consideración en cómo realizar su mezclado, el acarreo, su vaciado, la compactación y el curado. Todas estas fases influirán notoriamente en la producción del concreto, si uno de estos pasos se realiza anti técnicamente, pues se obtendrá un material de baja calidad, afectando gravemente al desempeño de la estructura en conjunto.

2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES

- En el año 1997 Eduardo Pinchi Vásquez, en su investigación, **Las Mezclas de Concreto y sus resultados en la Ciudad de Iquitos, de la Universidad Científica del Perú**, manifiesta que su objetivo general es determinar las propiedades físicas de la cantera 10 de Agosto en donde se propuso los diseños teóricos para concreto $f'c = 175$ y $f'c = 210 \text{ Kg cm}^2$ y su evaluación experimental de las propiedades fundamentales del concreto que son: la trabajabilidad, la segregación, la resistencia a la compresión simple. Concluyendo que los materiales cumplen con las propiedades físicas y de acuerdo con los valores requeridos por las normas técnicas y dan resultados favorables tanto en lo económico como en la resistencia. (Pinchi, E. 1997). Los ingenieros debemos estar lo suficientemente preparados, para poder identificar y determinar las propiedades físicas de los materiales que 6 intervienen en la mezcla e interpretar los resultados con pericia y en concordancia con las normas nacionales e internacionales, con la finalidad de diseñar un concreto de calidad usando metodologías apropiadas, cuyo producto garantice la estabilidad de las estructuras y cuyos valores sean considerados para el desarrollo de la ciencia y seguir investigando. (Abanto, T. 2017).

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 CEMENTO O CONGLOMERANTE

2.2.1.1 DEFINICIÓN DE CEMENTO

El cemento viene a ser el producto que se deriva directamente de la transformación artificial de la roca caliza y que, mezclado en proporciones establecidas, con arcilla y luego en la fase de cocción de esta mezcla en un intervalo de temperatura de 1400 a 1450 °C se forma el Clinker, que posteriormente este producto sometido a molienda llegamos a obtener el cemento Pórtland, cuyas partículas son menores a 15 μm . Para el cemento Pórtland en el proceso de molienda se agrega en un 3 o 4% de yeso, siendo su objetivo la regulación de la fragua del cemento, (Abanto C. F 2010 pg. 15).

Actualmente en el mercado de la ciudad de Tarapoto se comercializan cementos de diferentes características, los cuales son utilizados en la construcción civil, por lo cual es importante describir sus propiedades y entender sus beneficios, entre ellos tenemos:

2.2.1.2 CEMENTO PORTLAND TIPO ICO

Cementos Pacasmayo S.A.A. Empresa productora de este tipo de cemento, que lo denominan Extraforte (ICo), cuyo producto se obtiene mediante la pulverización conjunta de Clinker, yeso, filler calizo, puzolana y/o escoria. Siendo el Clinker un mineral artificial y está compuesto esencialmente de silicatos de calcio producidos a partir de materiales calcáreos y correctores de sílice, alúmina y hierro en un proceso efectuado a temperaturas cercanas a los 1450°C. Este tipo de cemento sigue los requisitos de la norma técnica peruana 334.090 y de la ASTM C 595. Es un cemento de uso general, para estructuras que no requieran propiedades especiales. (Villanueva, H. et al 2018). Quienes describen sus propiedades que a continuación se indican:

2.2.1.2.1 PROPIEDADES FÍSICAS

- a) Contenido de aire, 12% máximo, normas de referencia ASTM C595, NTP 334.090 y normas de ensayo ASTM C185, NTP 334.048.
- b) Expansión en autoclave, 0.80% máximo, normas de referencia ASTM C595, NTP 334.090 y normas de ensayo ASTM C151, NTP 334.004.
- c) Contracción en autoclave, 0.20% máximo, normas de referencia ASTM C595, NTP 334.090 y normas de ensayo ASTM C151, NTP 334.004.
- d) Peso unitario (Neto), 41.65 Kg mínimo, normas de referencia ASTM C595, NTP 334.090.
- e) Peso promedio por lotes de 50 bolsas (Neto), 42.5 Kg mínimo, normas de referencia ASTM C595, NTP 334.090.
- f) Finura: Superficie Específica: normas de referencia ASTM C595, NTP 334.090, normas de ensayo ASTM C204 NTP 334.002.

Retenido M325: normas de referencia ASTM C595, NTP 334.090, normas de ensayo ASTM C430 NTP 334.045.

2.2.1.2.2 PROPIEDADES QUÍMICAS

- a) SO₃ 4% máximo, normas de referencia ASTM C595, NTP 334.090 y normas de ensayo ASTM C114, NTP 334.086.
- b) MgO 6% máximo, normas de referencia ASTM C595, NTP 334.090 y normas de ensayo ASTM C114, NTP 334.086.

2.2.1.2.3 PROPIEDADES MECÁNICAS

- a) Resistencia a la compresión a 1 día, 1200 psi mínimo, normas de ensayo ASTM C109, NTP 334.051.
- b) Resistencia compresión a 3 días, 1890 psi mínimo, normas de

referencia ASTM C595, NTP 334.090 y normas de ensayo ASTM C109, NTP 334.051.

c) Resistencia compresión a 7 días, 2900 psi mínimo, normas de referencia ASTM C595, NTP 334.090 y normas de ensayo ASTM C109, NTP 334.051.

d) Resistencia compresión a 28 días, 3630 psi mínimo, normas de referencia ASTM C595, NTP 334.090 y normas de ensayo ASTM C109, NTP 334.051.

e) Fraguado Inicial: 45 minutos mínimo, normas de referencia ASTM C595, NTP 334.090, normas de ensayo ASTM C191, NTP 334.006.

Fraguado Final: 7 horas mínimo, normas de referencia ASTM C595, NTP 334.090, normas de ensayo ASTM C191, NTP 334.006.

2.2.1.3 CEMENTO MOCHICA TIPO GU

El Cemento MOCHICA (GU) o denominado de uso general y producido por Cementos Pacasmayo S.A.A. También es un producto que se obtiene mediante la pulverización conjunta de Clinker, yeso, filler calizo, puzolana y/o escoria. El Clinker es un mineral artificial y está compuesto esencialmente de silicatos de calcio producidos a partir de materiales calcáreos y correctores de sílice, alúmina y hierro en un proceso efectuado a temperaturas cercanas a los 1450°C. Este tipo de cemento sigue los requisitos de la norma técnica peruana 334.082 y de la ASTM C 1157. Es un cemento diseñado para ser usado en construcciones generales y cuando ninguna característica especial es requerida. (Villanueva, H. et al 2018). Sus propiedades que están a disposición son las siguientes:

2.2.1.3.1 PROPIEDADES FÍSICAS

a) Contenido de aire, 12% máximo, normas de referencia ASTM C1157, NTP 334.082 y normas de ensayo ASTM C185, NTP 334.048. 9.

- b)** Expansión en autoclave, 0.80% máximo, normas de referencia ASTM C1157, NTP 334.082 y normas de ensayo ASTM C151, NTP 334.004.
- c)** Contracción en autoclave, 0.20% máximo, normas de referencia ASTM C595, NTP 334.090 y normas de ensayo ASTM C151, NTP 334.004.
- d)** Peso unitario (Neto), 41.65 Kg mínimo, normas de referencia ASTM C595, NTP 334.090.
- e)** Peso promedio por lotes de 50 bolsas (Neto), 42.5 Kg mínimo, normas de referencia ASTM C595, NTP 334.090.
- f)** Finura: Superficie Específica: normas de referencia ASTM C1157, NTP 334.082, normas de ensayo ASTM C204 NTP 334.002.

Retenido M325: normas de referencia ASTM C1157, NTP 334.082, normas de ensayo ASTM C430 NTP 334.045.

2.2.1.3.2 PROPIEDADES MECÁNICAS

- a)** Resistencia a la compresión a 1 día, 1200 psi mínimo, normas de ensayo ASTM C109, NTP 334.051.
- b)** Resistencia compresión a 3 días, 1890 psi mínimo, normas de referencia ASTM C595, NTP 334.090 y normas de ensayo ASTM C109, NTP 334.051.
- c)** Resistencia compresión a 7 días, 2900 psi mínimo, normas de referencia ASTM C595, NTP 334.090 y normas de ensayo ASTM C109, NTP 334.051.
- d)** Resistencia compresión a 28 días, 3630 psi mínimo, normas de referencia ASTM C595, NTP 334.090 y normas de ensayo ASTM C109, NTP 334.051.
- e)** Tiempo de Fraguado Vicat: Fraguado Inicial: 45 minutos mínimo,

normas de referencia ASTM C1157, NTP 334.082, normas de ensayo ASTM C191, NTP 334.006.

Fraguado Final: 7 horas mínimo, normas de referencia ASTM C1157, NTP 334.082, normas de ensayo ASTM C191, NTP 334.006.

2.2.1.4 CEMENTO PORTLAND TIPO I

Es de uso general, utilizado en concretos y ligado a la vida útil de una estructura y que no estén sometidos al ataque de factores agresivos como los sulfatos presentes en el suelo o en el agua, cambios de temperatura, por estas razones entre otras es de mucha importancia profundizar la investigación en el diseño, resistencia, curado, mezclado. El uso será limitado; esto quiere decir, cuando no se necesita ninguna de las propiedades de los otros tipos de cemento y de acuerdo al diseño se lo puede utilizar en la construcción de pavimentos, pisos, edificios de concreto armado, puentes, tanques y depósitos de agua, tuberías, mampostería y concreto prefabricado. (Abanto, T. 2017).

Para la Empresa Cementos Pacasmayo S.A.A. El Cemento Pórtland Tipo I es un producto que se obtiene mediante la pulverización conjunta de Clinker, yeso y en ocasiones caliza en pequeñas proporciones. Este tipo de cemento sigue los requisitos de la norma técnica peruana 334.009 y de la ASTM C 150. Es un cemento de uso general, para proyectos que no requieran propiedades especiales. (Villanueva, H. et al 2018). La empresa describe las propiedades siguientes:

2.2.1.4.1 PROPIEDADES FÍSICAS

- a)** Contenido de aire, 12% máximo, normas de referencia ASTM C150, NTP 334.009 y normas de ensayo ASTM C185, NTP 334.048.
- b)** Expansión en autoclave, 0.80% máximo, normas de referencia ASTM C150, NTP 334.009 y normas de ensayo ASTM C151, NTP 334.004.
- c)** Peso unitario (Neto), 41.65 Kg mínimo, normas de referencia ASTM

C150, NTP 334.009.

- d) Peso promedio por lotes de 50 bolsas (Neto), 42.5 Kg mínimo, normas de referencia ASTM C150, NTP 334.009.
- e) Finura: Superficie Específica 2,600 *cm²/gr*: normas de referencia ASTM C150, NTP 334.009, normas de ensayo ASTM C204 NTP 334.002.

2.2.1.4.2 PROPIEDADES QUÍMICAS

- a) SO₃ 3% máximo, normas de referencia ASTM C150, NTP 334.009 y normas de ensayo ASTM C114, NTP 334.086.
- b) MgO 6% máximo, normas de referencia ASTM C150, NTP 334.009 y normas de ensayo ASTM C114, NTP 334.086.
- c) Pérdida por Ignición 3.5% máximo, normas de referencia ASTM C150, NTP 334.009 y normas de ensayo ASTM C114, NTP 334.086.
- d) Residuo insoluble 1.5% máximo, normas de referencia ASTM C150, NTP 334.009 y normas de ensayo ASTM C114, NTP 334.086.

2.2.1.4.3 PROPIEDADES MECÁNICAS

- a) Resistencia a la compresión a 1 día, 1740 psi mínimo, normas de ensayo ASTM C109, NTP 334.051.
- b) Resistencia compresión a 3 días, 1740 psi mínimo, normas de referencia ASTM C150, NTP 334.009 y normas de ensayo ASTM C109, NTP 334.051.
- c) Resistencia compresión a 7 días, 2760 psi mínimo, normas de referencia ASTM C150, NTP 334.009 y normas de ensayo ASTM C109, NTP 334.051.
- d) Resistencia compresión a 28 días, 4060 psi mínimo, normas de referencia ASTM C150, NTP 334.009 y normas de ensayo ASTM

C109, NTP 334.051.

e) Tiempo de Fraguado Vicat:

Fraguado Inicial: 45 minutos mínimo, normas de referencia ASTM C595, NTP 334.090, normas de ensayo ASTM C191, NTP 334.006.

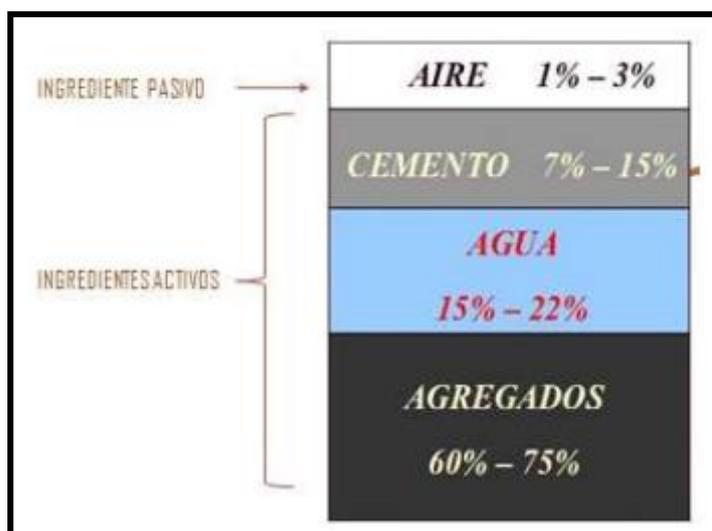
Fraguado Final: 475 minutos mínimo, normas de referencia ASTM C150, NTP 334.009, normas de ensayo ASTM C191, NTP 334.006.

2.2.2 EL CONCRETO

Es un material de construcción constituido principalmente por rocas de tamaño máximo limitado, que cumplen ciertas condiciones en cuanto a sus características físicas, químicas y granulométricas, unidas por una pasta aglomerante formada por un conglomerante (cemento) y agua. A este material básico, en el momento de su amasado puede añadirse otros productos o materiales para mejorar algunas características determinadas. (Cruzado & Rivera, 2019).

En la composición del concreto, el volumen del cemento se encuentra normalmente entre 7% y 15% del volumen total del concreto, los agregados constituyen aproximadamente del 60% al 75% y el volumen del agua está entre 15% y 22%. (Fernández, 2011).

Figura 1: Volumen de los componentes del concreto



Fuente: ING JHONNY GARCIA UPN, 2013

2.2.2.1 TIPOS DE CONCRETO

- a) **CONCRETO ESTRUCTURAL:** todo concreto utilizado con propósitos estructurales incluyendo al concreto simple y al concreto reforzado (Norma E.060 Concreto Armado) con una resistencia no menor a 170 kg/cm². (Cruzado & Rivera, 2019).
- b) **CONCRETO ARQUITECTÓNICO:** es un concreto pensado y destinado a brindar una gama de alternativas estéticas en cuestión de acabados y colores, dependiendo las necesidades del constructor y de la obra misma. (Cruzado & Rivera, 2019).
- c) **CONCRETO CICLÓPEO:** El concreto ciclópeo es un material utilizado en la construcción y está constituido de arena, grava, agua y cemento, además de tener incorporados mampuestos y hasta bloques de gran tamaño. De una manera muy sencilla, el concreto ciclópeo es un concreto al que se le agregan piedras. Estas pueden ser de diferentes tamaños, pero generalmente son piedras grandes. (Cruzado & Rivera, 2019).
- d) **CONCRETO LANZADO:** Se conoce también con el nombre de

Shotcrete. Tiene muchas ventajas en trabajos subterráneos como túneles y obras de minería. También se utiliza en la protección y revestimiento de taludes y excavaciones. (Cruzado & Rivera, 2019).

e) CONCRETOS AUTOCOMPACTABLES: Concreto diseñado para que se coloque sin necesidad de vibradores en cualquier tipo de elemento. Este tipo de concretos son los que utilizan aditivos plastificantes y permiten: trabajabilidad fuertemente aumentada para el mismo contenido de agua; disminución de la cantidad de agua para la misma trabajabilidad y, por tanto, un sensible aumento de la resistencia. (Cruzado & Rivera, 2019).

f) CONCRETO LÍGERO: Empleado sobre todo en la industria de los prefabricados o donde sea requerido disminuir cargas muertas. Se emplean agregados de densidad inferior a la usual, obteniéndose pesos del orden de 1,500 a 1,800 kg/m³. (Cruzado & Rivera, 2019).

g) CONCRETO DE ALTA RESISTENCIA: El término "concreto de alta resistencia" es aplicable al concreto cuyos valores de resistencia a la compresión supera los 42 MPa. (Cruzado & Rivera, 2019).

2.2.2.2 PROPIEDADES FÍSICAS DEL CONCRETO

Las propiedades físicas del concreto abarcan aquellas cualidades que se pueden identificar a simple vista y/o mediciones simples, a su vez son inherentes, es decir, que no depende si el tamaño de la mezcla es menor o mayor, sino depende del cuidado que se tenga con ella. (Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A.C., 2005).

2.2.2.2.1 ASENTAMIENTO

Está definida por la mayor o menor dificultad para el mezclado, transporte, colocación y compactación del concreto. Su evaluación es relativa, por cuanto depende realmente de las facilidades manuales o mecánicas de que se disponga durante las etapas del proceso, ya que un concreto que puede ser trabajable bajo ciertas condiciones de

colocación y compactación, no necesariamente resulta tal si dichas condiciones cambian. (Navarro S, 2010).

Está influenciada principalmente por la pasta, el contenido de agua y el equilibrio adecuado entre gruesos y finos, que produce en el caso óptimo una suerte de continuidad en el desplazamiento natural y/o inducido de la masa. Por lo general un concreto es trabajable en la mayoría de las circunstancias, cuando durante su desplazamiento mantiene siempre una película de mortero de al menos $\frac{1}{4}$ " sobre el agregado grueso. (Navarro S, 2010).

Cuando el concreto queda en reposo luego de ser compactado y colocado dentro del encofrado o cualquier tipo de contenedor, la gravedad da lugar a fenómeno natural mediante el cual los componentes más pesados los cuales son: el cemento, el agregado grueso y el agregado fino tienden a descender mientras que el agua, la cual es menos densa, tiende a ir a la parte superior de la mezcla; a este fenómeno se le conoce como asentamiento, el cual cuando se produce en exceso se le considera indeseable, debido a que provoca cierta estratificación en la mezcla del concreto, de tal manera que en la parte inferior se acumulan todos los componentes pesados y en la parte superior se forma una capa menos resistente y durable por su mayor concentración de agua. (Vera, 2011).

2.2.2.2 CONTENIDO DE AIRE

El aire en el concreto se encuentra incorporado de manera natural debido a muchas razones, algunas de ellas son: concretos con poco cemento, mezclados de larga duración, tamaños máximos nominales no adecuados, etc.; a su vez este aire puede ser liberado a través de procesos de compactación, además existe concretos donde el aire es incorporado intencionalmente para brindar mayor trabajabilidad; práctica que se debe realizar con las consideraciones adecuadas, ya que por cada 1% de aire incorporado la resistencia a la compresión se ve

afectada en un 5%. (Gallo & Saavedra, 2015).

2.2.2.2.3 PESO UNITARIO

Se define como densidad del concreto a la relación del volumen de sólidos al volumen total de una unidad cúbica. Puede también entenderse como el porcentaje de un determinado volumen del concreto que es material sólido. Se expresa en kg/m³ y usualmente fluctúa entre un rango de 2240 kg/m³ a 2400 kg/m³. (Ruiz & Vasallo, 2019).

Las variaciones en las propiedades del agregado pueden afectar el peso unitario y la densidad del concreto en forma diferente. Se puede tener modificaciones en el peso unitario del agregado las cuales incrementen o disminuyan el peso unitario del concreto sin afectar la densidad de este. (Cruzado & Rivera, 2019).

2.2.2.2.4 RENDIMIENTO

El rendimiento del concreto se define como la cantidad de mezcla fresca de concreto que se obtiene a partir de una dosificación conocida de insumos. Se determina dividiendo el peso total de los materiales entre el peso unitario promedio o la densidad del concreto. (National Ready Mixed Concrete Association, 2017).

2.2.2.2.5 TEMPERATURA

La temperatura varía de un concreto a otro. Depende primordialmente de sus componentes, su masa y su calor específico. Por otro lado, se deben tener en cuenta los agentes externos que influyen directamente en la mezcla para variar de una u otra forma la temperatura del concreto, como lo son la temperatura ambiente, las condiciones ambientales, el espesor del elemento estructural y los métodos de protección que se apliquen a cada uno de los casos. Por ejemplo, en climas cálidos se ven afectados los límites de la velocidad de la evaporación, y en el clima frío se reducen los procesos de hidratación. Como resultado a estas variables y factores se pueden tener resultados que van ligados

íntimamente a fenómenos físico-mecánicos como lo son la fisuración, el desgaste y la resistencia en el concreto. (Asociación Colombiana de Productores de Concreto, 2020).

2.2.2.3 PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO

Las propiedades mecánicas del concreto son aquellas relacionadas con el comportamiento del concreto en estado endurecido sometido a sollicitaciones mecánicas sobre él, a su vez las propiedades mecánicas son parámetros más importantes para el diseño estructural del concreto (Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto A.C., 2005).

2.2.2.3.1 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Es el valor máximo de la resistencia de un espécimen elaborado de concreto al momento de ser sometido a una máquina de ensayos a compresión, en donde se aplica una carga que actúa sobre uno de sus ejes hasta hacerlo fallar; la resistencia a la compresión se calcula a partir de la carga de fallo del espécimen de concreto dividida entre el área de la sección resistente y se expresa en kg/cm² o psi. (Castellón & Ossa, 2013).

2.2.2.4 COMPONENTES DEL CONCRETO

2.2.2.4.1 CEMENTO PORTLAND

El cemento Portland es un cemento hidráulico, lo que quiere decir, que es un tipo de cemento que se endurece al combinarse con agua, a su vez es producido por materiales calcáreos, pulverizados y mezclados. La mezcla es calcinada a temperatura de 1500 C° produciendo un material denominado Clinker, y para regular el fraguado se mezcla se adiciona yeso. (Tobón, 2009). En la siguiente figura se observa este cemento.

Figura 2: Cemento Portland



Fuente: Construrama, 2020

2.2.2.4.2 COMPONENTES QUÍMICOS

Las materias primas que se utiliza en la fabricación del cemento Portland son: el dióxido de silicio (SiO_2), el óxido de aluminio (Al_2O_3) y el óxido de hierro (Fe_2O_3) se encuentra en la arcilla, la cal que contiene oxido de calcio (CaO), y el trióxido de azufre (SO_3) aportado por el yeso; todos estos óxidos son sometidos al proceso de fabricación del Clinker obteniendo compuestos químicos complejos que se forman gracias a las reacciones químicas de dichos óxidos sometidos bajo altas temperaturas

Tabla 1: Composición Química del Cemento

COMPUESTO	FÓRMULA	ABREVIATURA	PORCENTAJE
Silicato tricálcico	$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C3S	48% - 52%
Silicato dicálcico	$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	C2S	17% - 27%
Aluminato tricálcico	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	C3A	6% - 10%
Ferritoaluminato tetracálcico	$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$	C4AF	9% - 11%

En esta tabla se muestran los compuestos químicos o materias primas que se utilizan en la fabricación del cemento Portland.

Fuente: ASOCEM, 2016

- **El silicato tricálcico C3S (Alita)**; es el componente principal del Clinker, formando alrededor del 50% de este, tiene la propiedad de aportar las mayores resistencias iniciales al cemento. El calor de hidratación que libera es muy elevado (120cal/g). Los productos de hidratación que se obtienen son el gel de tobermorita y la portlandita.

- **El silicato bicálcico C2S (Belita);** este componente aporta pocas resistencias a edades tempranas, pero va alcanzando resistencias progresivamente hasta alcanzar al silicato tricálcico. Ocupa alrededor del 25% del cemento, su calor de hidratación es bajo (60cal/g), resultando gel de tobermorita y portlandita como producto de hidratación.
- **El aluminato tricálcico C3A;** este componente por sí solo no contribuye a la resistencia, pero en presencia de silicatos desarrolla unas resistencias iniciales buenas. Actúa como catalizador de la reacción de silicatos. Su hidratación es muy rápida desarrollando un calor de hidratación de 207cal/g, su contenido este alrededor del 10%. Para retrasar su actividad se emplea yeso que actúa como regulador del fraguado. Uno de los inconvenientes, es que provoca hormigones y morteros muy sensibles al ataque de sulfatos y otros agentes agresivos. Como producto de hidratación se obtienen la estringita y el sulfoaluminato de calcio hidratado.
- **El ferrito aluminato tetracálcico C4AF (Celita);** su hidratación es rápida pero más lenta que la del aluminato. Posee un calor de hidratación de 100cal/g. es el fundente en el horno y el responsable del color gris verdoso del cemento. Su contenido en el cemento esta alrededor del 8%.

2.2.2.4.3 TIPOS DE CEMENTO PORTLAND

Los cementos portland se clasifican en tres tipos: los cementos Portland tradicionales, los cementos Portland adicionados y los cementos Portland especiales. La norma ASTM C 150 clasifica los cementos Portland tradicionales en cinco diferentes tipos, los cuales son los siguientes:

- **Tipo I:** Para uso general, siempre que no se requieran propiedades especiales.
- **Tipo II:** Para uso general y cuando se requiera moderada resistencia a

los sulfatos y moderado calor de hidratación. Para emplearse en estructuras con ambientes agresivos o en vaciados masivos.

- **Tipo III:** Para uso cuando se requiere altas resistencias iniciales con elevado calor de hidratación. Se utiliza en climas fríos o en los casos en que se necesita adelantar la puesta en servicio de las estructuras.
- **Tipo IV:** Para uso cuando se desea bajo calor de hidratación, para concreto masivo.
- **Tipo V:** Para uso cuando se requiere alta resistencia a los sulfatos. Para ambientes muy agresivos.

Según la norma ASTM C 595 los cementos Portland adicionados son una combinación de cemento portland o Clinker y yeso mezclados o molidos juntamente con puzolanas, escorias o cenizas. Esta norma establece los siguientes tipos de cementos adicionados:

- **Tipo IS:** Cemento Portland con escoria de alto horno. Entre 25 % y 70 % de escoria.
- **Tipo IP y Tipo P:** Cemento Portland puzolánico. Entre 15 % y 40 % de puzolana.
- **Tipo I (PM):** Cemento Portland puzolánico modificado. Menos de 15% de puzolana.
- **Tipo S:** Cemento Portland con escoria o siderúrgico.
- **Tipo I (SM):** Cemento Portland modificado con escoria. Menos del 25 %.
- **Tipo ICo:** Cemento Portland compuesto. Hasta 30 % de filler calizo u otro material.

La norma ASTM C 1157 considera los siguientes tipos de cementos Portland especiales:

- **Tipo GU:** Cemento Portland de uso general.
- **Tipo HS:** Cemento Portland de alta resistencia a los sulfatos.
- **Tipo HE:** Cemento Portland de alta resistencia inicial.
- **Tipo MH:** Cemento Portland de moderado calor de hidratación.
- **Tipo LH:** Cemento Portland de bajo calor de hidratación.
- **Tipo MS:** Cemento Portland de moderada resistencia a los sulfatos.

2.2.2.4.4 CEMENTO TIPO ICO

El cemento tipo ICO o también denominado cemento compuesto se obtiene por la pulverización conjunta del Clinker, materias calizas y/o adiciones inertes, los cuales son aquellos materiales que, sin perturbar el tiempo de fraguado, la etapa de endurecimiento o el Slump, introduzcan alguna mejora a las características del cemento; estas adiciones solo se pueden dar hasta un máximo del 30% según la Norma Técnica Peruana 334.090 (Instituto Nacional de la Calidad, 2013). En la siguiente figura se puede observar una bolsa de cemento tipo ICO.

Figura 3: Cemento Pacasmayo tipo ICO



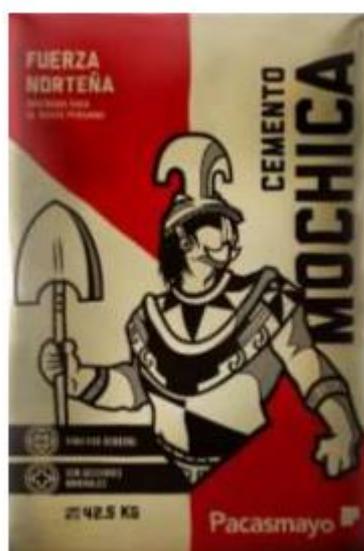
Fuente: SODIMAC, 2020.

2.2.2.4.5 CEMENTO TIPO GU

Este cemento es usado para construcciones en general, es decir, cuando no se solicite ningún tipo de propiedad especial o especificación técnica en concreto; por lo tanto, este cemento sigue los lineamientos de los cementos Portland según la Norma Técnica Peruana 334.082 (Instituto Nacional de la Calidad, 2011).

En la siguiente figura se puede observar una bolsa de cemento tipo GU.

Figura 4: Cemento Mochica tipo GU



Fuente: SODIMAC, 2020.

2.2.2.5 AGREGADOS

Los agregados son el producto natural o artificial de la piedra, los cuales deberán cumplir ciertas medidas en tamaño generalmente determinado en milímetros, además cumplirán otras propiedades que serán condicionantes para la calidad del concreto, dichas características serán establecidas por la norma NTP 400.037 o de la norma ASTM C33, estos materiales al ser mezclados con el cemento y agua deben formar una pasta de concreto que endurecido y curado deberán cumplir con las especificaciones técnicas del proyecto. (Rivva, E. 2013 pág. 22).

Los agregados, también llamados áridos, que componen el concreto son materiales granulares inertes, de tamaño comprendido entre 0 mm y 100 mm, de procedencia natural o artificial que contribuyen a la estabilidad de volumen, resistencia y economía de los morteros y concretos.

Los áridos desempeñan un papel económico y técnico muy importante en las características del concreto. Ocupan alrededor del 75 % de del volumen total, es decir sus 3/4 partes, siendo el resto la pasta de cemento que rellena los huecos existentes entre ellos y mantiene unidos los gránulos. La misión de los áridos no se limita a la de ser un material de relleno barato, comparados con la pasta de cemento, sino que también ejercen una influencia muy positiva en las resistencias mecánicas, retracción, fluencia, abrasión, e incluso durabilidad del concreto. Aunque a los áridos los definimos como inertes, sus propiedades físicas, térmicas, e incluso químicas, van a influir de forma notable en las propiedades del concreto (Fernández, 2011).

2.2.2.5.1 AGREGADO FINO

De acuerdo con las instituciones internacionales ha quedado definido, que el agregado fino es el material que pasa la malla de 9.5 mm (3/8") y en nuestro país cumple lo establecido en la norma técnica peruana (NTP) 400. 037, sus partículas serán limpias, de textura angulosa, duras, compactas y resistentes. El origen será condicionante para que cumpla las características esperadas en la formación y comportamiento del concreto. (Abanto, T. 2017 pág. 80).

Se define como agregado fino a aquel proveniente de la desintegración natural o artificial de las rocas, que pasa íntegramente el tamiz de 3/8" y como mínimo en un 95% el tamiz N°4, quedando retenido en el tamiz N°200 y que cumple con los límites establecidos en la norma ASTM C 33.

El agregado fino estará compuesto de partículas limpias de un perfil preferentemente angular, duro, compacto y resistente; libre de

cantidades perjudiciales de polvo, terrones, materia orgánica, sales u otras sustancias dañinas para el concreto. (Cruzado & Rivera, 2019).

Se permitirá el uso de agregados que no cumplan con las gradaciones especificadas, cuando existan estudios que aseguren que el material producirá concreto de la resistencia requerida a satisfacción de las partes (ASTM C33).

➤ **Granulometría (NTP 400.037)**

Por definición viene a ser la determinación por tamaños de partículas, que se realizan en el laboratorio, mediante una serie de tamices o mallas debidamente normalizadas.

Tabla 2: Límites de Granulometría del agregado fino

Malla	% que pasa
3/8"	100
Nº 04	95-100
Nº 08	80-100
Nº 16	50-85
Nº 30	25-60
Nº 50	05-30
Nº 100	0-10

Fuente: NTP 400.037

El módulo de fineza es una característica que permite una mejor calidad del concreto siempre y cuando cumpla con lo especificado en la norma ASTM, de encontrarse en el intervalo de 2.35 a 3.15, (Rivva, E. 2013 pág. 25).

2.2.2.5.2 AGREGADO GRUESO

Se denomina agregado grueso al material retenido en el tamiz Nº4, proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas y que cumplen con los límites establecidos en la norma ASTM C33. (Cruzado

& Rivera, 2019).

➤ **Granulometría (NTP.400.037 o ASTM C33)**

Se considera al agregado grueso natural o artificial (piedra triturada), deberá encontrarse entre los límites establecidos según normas (ver tabla 2). (Abanto, T. 2017 pág. 91).

➤ **Tamaño Máximo Nominal (NTP 400.037, ASTM C 33)**

Según El tamaño máximo de los agregados gruesos en el concreto queda determinado por la exigencia de que pueda acceder en tamaño fácilmente en los encofrados y por supuesto entre las barras de acero, para evitar cavidades.

Otro atributo importante en la calidad del concreto es cuando se incrementa el tamaño de los agregados, siendo válido solo hasta 1.5 ", lo cual reduce la relación agua cemento. (Abanto, T. 2017 pág. 91),

2.2.2.5.3 PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

➤ **Peso unitario (NTP 400.017)**

El peso unitario se define como el peso que alcanza un determinado volumen unitario y es la relación directamente proporcional al peso e inversamente proporcional al volumen que ocupa, incluye el volumen de vacíos intergranulares, conocido como volumen aparente y deberá determinarse el peso unitario suelto y compactado respectivamente, al tener un valor elevado de gravedad específica mayor será el peso unitario, varía entre 1500 y 1700 *kg/m³*.

Tabla 3: El agregado grueso deberá estar graduado dentro de los límites indicados en la NTP 400.037 o ASTM C 33

N° ASTM	Tamaño Nominal mm	% QUE PASA POR LOS TAMICES NORMALIZADOS												
		100mm (4")	90 mm (3 ½")	75 mm (3")	63 mm (2 ½")	50 mm (2")	37.5mm (1 ½")	25 mm (1")	19 mm (¾")	12.5mm (½")	9.5 mm (3/8")	4.75mm (N°4)	2.36mm (N°8)	1.18mm (N°16)
1	90 a 37.5 (3 ½" a 1 ½")	100	90 a 100		25 a 60		0 a 15		0 a 5					
2	63 a 37.5 (2 ½" a 1 ½")			100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5					
3	50 a 25 (2" a 1")				100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5				
357	50 a 4.75 (2" a N° 4)				100	95 a 100		35 a 70		10 a 30		0 a 5		
4	37.5 a 19.0 (1 ½" a ¾")					100	90 a 100	20 a 55	0 a 15		0 a 5			
467	37.5 a 4.75 (1 ½" a N°4)					100	95 a 100		35 a 70		10 a 30	0 a 5		
5	25 a 9.5 (3 ½" a 1 ½")						100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5			
56	25 a 9.5 (3 ½" a 1 ½")						100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 5	0 a 5		
57	25 a 4.75 (3 ½" a 1 ½")						100	95 a 100		25 a 60		0 a 10	0 a 5	
6	19 a 9.5 (3 ½" a 1 ½")							100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5		
67	19 a 4.75 (3 ½" a 1 ½")							100	90 a 100		20 a 55	0 a 10	0 a 5	
7	12.5 a 4.75 (3 ½" a 1 ½")								100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	
8	9.5 a 2.36 (3 ½" a 1 ½")									100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5

Fuente: NTP 400.037

➤ **Gravedad específica (NTP 400.021 - NTP 400.022)**

Es la relación directamente proporcional al peso del material e inversamente proporcional al peso de un volumen igual del agua desplazada. Este valor es de gran importancia en las mezclas de concreto, por utilizarse en la dosificación de la mezcla.

➤ **Capacidad de absorción (NTP 400.021 - NTP 400.022)**

Podríamos definirlo como la humedad contenida en una condición de saturación, es decir que el agua que ha ocupado los poros accesibles o abiertos.

➤ **Humedad total (NTP 339 127 339.185)**

Es la relación que existe entre el peso del agua contenida en los vacíos y el peso de sus partículas sólidas.

➤ **Pasante del tamiz N°200 por lavado (NTP 400.018)**

Mediante el método de análisis granulométrico de un agregado se entenderá todo procedimiento manual o mecánico por medio del cual se pueda separar las partículas constitutivas del agregado según tamaños, de tal manera que se puedan conocer las cantidades en peso de cada tamaño que aporta el peso total. Para separar por tamaños se utilizan las mallas de diferentes aberturas, las cuales proporcionan el tamaño máximo de agregado en cada una de ellas. En la práctica los pesos de cada tamaño se expresan como porcentajes retenidos en cada malla con respecto al total de la muestra. Estos porcentajes retenidos se calculan tanto parciales como acumulados, en cada malla.

➤ **Composición química (Método ARPL PEX-01)**

Este ensayo se realiza con el objetivo de determinar la composición química de los agregados finos, en donde se detallan los elementos que los conforman y cuya concentración es mayor al 0.5%. El método empleado se denomina Método ARPL 32 PEX-01 y se trata de un análisis químico por fluorescencia de rayos X. Los resultados se

expresan como óxidos de silicio, aluminio, fierro, calcio, magnesio, sulfato, sodio y potasio, etc.

- Contenido de cloruros, sulfatos, sales solubles, materia orgánica, carbón y lignito.

2.2.2.5.4 DETERMINACIÓN DE CLORUROS

El análisis se realiza sobre una alícuota de un extracto acuoso del agregado que contiene cloruros y otras sales solubles. Se añade a la solución 1 ml de cromato de potasio como indicador y se titula con nitrato de plata hasta que el precipitado blanco de cloruro de plata, AgCl, se tiñe de color rojo debido a la precipitación de cromato de plata, Ag₂CrO₄.

2.2.2.5.5 DETERMINACIÓN DE SULFATOS

Este método se basa en la precipitación de sulfato de bario que es escasamente soluble; consiste en agregar lentamente una solución diluida de cloruro de bario en una solución caliente de sulfato ligeramente acidificada con ácido nítrico. El precipitado se filtra, se lava cuidadosamente con agua caliente y se calcina para finalmente pesar el sulfato de bario.

2.2.2.5.6 DETERMINACIÓN DE SALES SOLUBLES

Se prepara un extracto acuoso agitando por una hora una suspensión de la muestra en agua desionizada para disolver las sales presentes. Luego se filtra y se procede a evaporar la solución hasta sequedad, sin llegar a ebullición. En el fondo del recipiente quedan los cristales de sal.

2.2.2.5.7 DETERMINACIÓN DE MATERIA ORGÁNICA

El análisis consiste en preparar la muestra y agregar a un frasco calibrado hasta un volumen de 130 ml luego adicionar una solución de NaOH hasta un volumen de 200 ml o hasta donde indique el frasco graduado, agitar y dejar reposar por 24 horas. Al final se compara el

color del líquido sobrenadante en el frasco con el color estándar (dicromato de potasio), determinando cualitativamente la presencia de impurezas orgánicas.

2.2.2.5.8 Determinación de carbón y lignito

Este análisis consiste en separar las partículas livianas contenidas en un agregado por medio de flotación en un recipiente con cloruro de zinc (densidad 2 g/cm³). Se vierte una cantidad específica de muestra en el medio de flotación, las partículas livianas que flotan en el líquido sobrenadante se separan por medio de una malla. Se lava la malla y se seca en estufa y finalmente se pesan las partículas de color negro y marrón oscuro.

2.2.2.6 AGUA (NTP 339.088)

El agua es el segundo componente fundamental del concreto, empleándose en el amasado de este y en su curado. Dependiendo de que se utilice con uno u otro fin se le exigirán unas u otras características. (Fernández, 2011).

El agua en la preparación de la mezcla debe ser limpia y exenta de sustancias dañinas al concreto, está totalmente prohibido del uso de aguas, ácidas, calcáreas, carbonatadas, aguas provenientes de mar y relaves mineros, aguas que contengan minerales o industriales, con contenido de sulfatos, materia orgánica, humus o provenientes de desagües. (Rivva, E. 2013 pág. 29).

La calidad del agua quedará determinada sí y solo sí se realizan una exhaustiva supervisión y con ensayos de laboratorio fielmente comprobados y corroborados, así se debe exigir que cumpla: Cloruros máximo 300 pmm, sulfatos 300 pmm, sales de magnesio 150 pmm, Sales solubles totales 1500 pmm, pH mayor de 7, sólidos en suspensión 1500 pmm, materia orgánica 10 pmm. (Rivva, E. 2013 pág. 30).

2.2.2.6.1 AGUA PARA MEZCLA

Está compuesta por el agua agregada en la preparación del concreto más la proveniente de la humedad superficial de los agregados, tiene las siguientes funciones: una primera, de hidratación de los componentes activos del cemento; una segunda, de actuar como lubricante haciendo posible que la masa fresca sea trabajable y, una tercera, de creadora de espacio en la pasta para los productos resultantes de la hidratación del cemento (Fernández, 2011).

El agua de mezclado siempre es mayor que la requerida para la hidratación del cemento, se puede considerar que la cantidad de agua precisa para la hidratación es del (22%-25%) en peso de este. Un concreto en el que se emplease esta cantidad de agua sería imposible de trabajar, de ahí que la cantidad de agua que interviene en la mezcla de concreto es normalmente por razones de trabajabilidad (Fernández, 2011).

Para que un agua sea apta para la mezcla de concreto debe estar limpia y encontrarse libre de impurezas por encima de determinados límites a fin de que no se produzcan alteraciones en la hidratación del cemento, retrasos en su fraguado y endurecimiento, reducciones en sus resistencias, ni peligros en su durabilidad. En general, las aguas que son inodoras, incoloras e insípidas y que no forman espumas o gases cuando se agitan pueden utilizarse en el concreto. por otra parte, se consideran como aguas dañinas al concreto las que contienen azúcares, materia orgánica, aceites, sulfatos, sales alcalinas, gas carbónico, así como productos procedentes de residuos industriales (Fernández, 2011).

2.2.2.6.2 AGUA PARA CURADO

En general, los mismos requisitos que se exigen para el agua de mezcla deben ser cumplidos por las aguas para curado, y por otro lado en las obras es usual emplear la misma fuente de suministro de agua tanto para la preparación como para el curado del concreto (Fernández,

2011).

2.2.2.7 NORMATIVA

- NTP 334.009.2013. Cementos Portland. Requisitos (ASTM C 150).
- NTP 334.090.2013. Cementos Portland Adicionados. Requisitos (ASTM C 595).
- NTP 334.082.2008. Cementos Portland. Especificación de la Performance. (ASTM C 1157).

2.3 DEFINICIÓN DE TERMINOS BÁSICOS

2.3.1 RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Es una propiedad fundamental del concreto, que viene a ser la capacidad de resistir la máxima carga vertical sobre el área correspondiente de la probeta. (Abanto, T. 2017)

2.3.2 AGREGADO

Viene a ser el material granular, que se puede obtener de manera natural o artificial y se denomina grava, arena, piedra triturada, que sirve para elaborar el concreto. (Abanto, T. 2017).

2.3.3 HORMIGÓN

Material natural compuesto de grava, arena y finos respectivamente, su origen puede ser coluvial o fluvial. (Abanto, T. 2017)

2.3.4 GRAVA

Es el material grueso que pasa la malla de 3" y retenido en el tamiz N°4 (4.75 mm), se origina por la desintegración física y descomposición química de las rocas. (Abanto, T. 2017).

2.3.5 ARENA

Material proveniente de la roca, que pasa el tamiz de 3/8" y retenido en la malla de 0.075 mm (N° 200). (Abanto, T. 2017).

2.3.6 CEMENTO

Material artificial pulverizado con adición de minerales en cantidades especificadas, llegan a constituir una superficie específica. (Abanto, T. 2017).

2.3.7 CEMENTO PORTLAND

Es el producto obtenido por pulverización fina de Clinker producido por una calcinación de una mezcla íntima, rigurosa y homogénea de materiales arcillosos y calcáreos, con adición eventual de sulfato de calcio sin adición posterior a la calcinación, excepto de yeso calcinado o no y en cantidad no mayor de 1%. (Abanto, T. 2017).

2.3.8 CEMENTO MOCHICA TIPO GU

Es un producto considerado de uso general.

CAPÍTULO III: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En Loreto, así como en el Perú y en el mundo entero, se ha hecho una necesidad en la industria de la construcción, tanto en empresas privadas, públicas y por qué no hablar de la auto construcción, el uso del cemento en sus diferentes tipos y calidad, el mismo que sirve para elaborar el concreto, el cual viene a ser una mezcla de materiales entre agregados gruesos como grava, arena y el aglomerante denominado cemento, en una relación agua cemento, y por lo tanto su resistencia a la compresión estará basada en la composición de los diferentes minerales tanto del aglomerante y la procedencia u origen de la roca de la cual se derivan los agregados. (Rivva, E. 2013).

En nuestra región se comercializa los cementos, Pórtland Tipo I y Mochica (Cemento Pórtland Tipo GU), ofertados por la empresa DINO SELVA S. A., el público en general y en algunos casos posiblemente las empresas, los cuales carentes de información técnica, recurren a la oferta más económica hablando en términos monetarios, siendo el de mayor demanda el cemento mochica, dejando de lado al cemento Pórtland tipo I, y haciendo hincapié en la carencia de información técnica de los atributos o propiedades índice de los materiales (agregados), los cuales deben cumplir normas específicas. Por lo tanto, la elaboración del concreto se realiza indiscriminadamente, sin el menor conocimiento de la calidad de la resistencia esperada.

Por lo tanto; en la presente investigación, se realizará una evaluación comparativa de la resistencia a la compresión simple $f'c = 210 \text{ Kg cm}^2$ a los 7,14 y 28 días, considerando que el tipo de cemento influye en la resistencia del concreto, usando el agregado fino (arena) de la cantera del río, el agregado grueso (grava triturada) de la cantera del río Huallaga y ofertada por la empresa familia Delgado. La preparación, elaboración y ensayos se realizará en el laboratorio R o A Consultora y Constructora.

En la actualidad se ha generalizado, alrededor de todo el planeta el uso del cemento, la estadística ofrece que grandes volúmenes de concreto

elaborado ha permitido la construcción de todo tipo de edificaciones, como puentes edificios y viviendas de construcción masiva, esto se debe a su gran trabajabilidad que ofrece y permite construir las diferentes formas arquitectónicas y dar seguridad y confort. Por lo tanto, se hace necesario el estudio del comportamiento de su resistencia del concreto, en función de la calidad especificada, para cada uno de los elementos estructurales, de los cementos que se ofertan en los distintos mercados, y claro cada uno fabricado con sus propios procesos industriales y parámetros de calidad para cumplir con las especificaciones de las normas. (Figuroa y Palacio, 2015).

También podemos considerar como uno de los problemas a tener en cuenta, es la falta de conocimiento técnico, para elegir el cemento que se deberá usar desde el diseño de mezcla hasta su uso del concreto en la construcción de una infraestructura y superestructura respectivamente, esto ocurre generalmente pensando en el producto (cemento) más barato, o por la oferta en el mercado que conlleva finalmente a una mala elección y consecuencia no se logrará la resistencia esperada y que por necesidad deberá tener para el buen desempeño de una obra, (Castellón y Osa, 2013).

Siendo la causa principal de que esto suceda es que las empresas productoras y distribuidoras de cemento que no brindan la información específica y precisa de cuando es necesario el uso de sus productos, mucho menos se preocupan en invertir por un programa integral de asesoría para el gran sector de la construcción informal que existe en la región, lo que conlleva a la población a seguir recomendaciones de constructores netamente empíricos. (Ponce y Tapia, 2015).

Los expertos realizan el control de calidad en obra, por medio de testigos cilíndricos elaborados in situ para corroborar si se cumple con la resistencia a la compresión diseñada y necesaria para la obra, siendo esto realizado solo por grandes empresas constructoras más no por el resto del sector constructivo de la región y de manera general en todo el Perú; otro aspecto importante a tomar en cuenta es la preparación de la mezcla, la cual es alterada por los obreros ya que ellos buscan una supuesta mejor

trabajabilidad, alterando la relación agua cemento, sin saber que al momento de realizar esto comprometen la resistencia a la compresión de la mezcla. (Sánchez y Tapia, 2015).

El poco interés por el control de calidad en las obras del sector informal de construcción se debe en su mayoría a que las personas suelen contratar personal no calificado para dicha actividad con el fin de realizar un menor costo, la cual es una decisión que a largo plazo puede tener consecuencias económicas mayores, ya que pueden ocurrir pérdidas materiales o incluso humanas; lo que remarca una vez más la importancia de la intervención profesional responsable del cumplimiento de las normas y reglamentos en las obras de construcción civil, ya sean de gran o pequeña envergadura. (Cortes y Perilla, 2014).

Actualmente en el mercado de la ciudad de Yurimaguas, la oferta está conformada por dos marcas nacionales: Cemento Pórtland Tipo I, Cemento ICo y el Mochica y distribuidos por la empresa DINO SELVA, las cuales a su vez suplen la demanda en la región Loreto y San Martín; cada marca tiene una planta de producción independiente, distintas fuentes de materia prima y diferentes maneras de procesar el producto, debido a estos factores se pretende estudiar las diferencias de la resistencia a la compresión de cada marca mencionada.

Por lo tanto, en la presente investigación se evaluará y permitirá comparar la resistencia a la compresión simple de ambos productos, previo diseño de mezcla y control de calidad mediante la rotura de probetas cilíndricas y los ensayos de laboratorio e identificación de las características físicas del material agregado, nos permitirá inferir en la influencia en la determinación de la resistencia del concreto, con el propósito de dar las recomendaciones técnicas necesarias, con los resultados de la resistencia obtenidos en el laboratorio, servirá para replicar en las recomendaciones de adquirir un producto, puesto que hasta la fecha es común construir sin tener en cuenta la resistencia a la compresión.

3.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

3.2.1 PROBLEMA GENERAL

¿Será posible hacer el análisis comparativo de la resistencia, de los concretos elaborados con cementos Mochica tipo GU y Pórtland Tipo I, en la construcción de edificaciones, en la ciudad de Yurimaguas - Alto Amazonas - Loreto?

3.2.2 PROBLEMAS ESPECIFICOS

¿Cuáles son las diferencias de las características físicas entre los cementos Pórtland Tipo I y Mochica tipo GU, en elaboración del concreto?

¿Cuál será el cambio en la resistencia del concreto elaborado con los cementos Pórtland Tipo I y Mochica GU, la misma que será evaluada con especímenes elaborados y sometidos a compresión a los 7, 14 y 28 días de fraguado?

¿Existen diferencias importantes entre las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, elaborado a base de cemento tipo ICO y GU?

3.3 OBJETIVOS

3.3.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar el análisis comparativo de la resistencia de los concretos elaborados con cementos Mochica tipo GU y Pórtland Tipo I, en la construcción de edificaciones, en la ciudad de Yurimaguas - Alto Amazonas - Loreto.

3.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar las diferencias de las características físicas entre los cementos Pórtland Tipo I y Mochica tipo GU, que causan el cambio

en elaboración del concreto.

- Determinar cuánto cambia la resistencia del concreto elaborado con los cementos Pórtland Tipo I y Mochica GU, la misma que será evaluada con especímenes elaborados y sometidos a compresión a los 7, 14 y 28 días de fraguado.
- Analizar los resultados obtenidos sobre las propiedades físicas y mecánicas de concretos $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ elaborados con cemento tipo ICO y GU.
- Determinar el cemento de mejor desempeño entre los tipos ICO y GU.

3.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El presente estudio de investigación se justifica técnicamente, por lo que en la construcción se busca un concreto más resistente, por lo cual se debe indagar que material ayudará a lograr esta resistencia, en este caso con cual cemento se trabajaría mejor para la resistencia $f'c$ requerida. A la vez presenta una justificación práctica, ya que permitirá dar solución o esclarecer dudas respecto al cemento y así lograr mejorar la calidad del concreto y por ende tener como resultado construcciones más resistentes y seguras. Se presenta una justificación metodológica, debido a la forma en que se da la investigación, la cual permite aplicar diferentes procedimientos y metodologías aprendidos, lo cual servirá como ejemplo para futuras investigaciones relacionadas al tema en estudio. Por último, presenta relevancia social, con la investigación se conocerá cual aglomerante trabaja mejor, lo cual será de gran beneficio para la sociedad al momento de llevar a cabo un proyecto de ingeniería civil.

3.5 HIPÓTESIS

3.5.1 HIPÓTESIS GENERAL

- **H1:** La utilización de los cementos, Pórtland tipo I y Mochica Tipo GU **sí causan** efecto en la resistencia del concreto, lo cual nos permitirá comparar los beneficios de su utilización en la construcción de edificaciones en la ciudad de Yurimaguas - Alto amazonas - Loreto.
- **H0:** La utilización de los cementos, Pórtland tipo I y Mochica Tipo GU **no causan** efecto en la resistencia del concreto, lo cual nos permitirá comparar los beneficios de su utilización en la construcción de edificaciones en la ciudad de Yurimaguas - Alto amazonas - Loreto.

3.5.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- **H1:** Las diferencias de las características físicas, entre los cementos Pórtland tipo I y Mochica tipo GU, **producen cambio** en la elaboración del concreto.
- **H0:** Las diferencias de las características físicas, entre los cementos Pórtland tipo I y Mochica tipo GU, **no producen cambio** en la elaboración del concreto.
- **H1:** La resistencia del concreto **será diferente** para cada uno de los cementos, la misma que será evaluada con especímenes elaborados y sometidos a compresión a los 7, 14 y 28 días de fraguado.
- **H0:** La resistencia del concreto **no será diferente** para cada uno de los cementos, la misma que será evaluada con especímenes elaborados y sometidos a compresión a los 7, 14 y 28 días de fraguado

3.6 VARIABLES

3.6.1 Identificación de las variables

Variable Independiente:

Características de los Cementos Pórtland Tipo I y Mochica Tipo GU.

Variable dependiente:

Resistencia del concreto.

3.6.2 Definición Conceptual y Operacionalización de las Variables

Tabla 4: Definición Conceptual y Operacionalización de las Variables

<i>Variable</i>	<i>Definición conceptual</i>
VI: Características de los Cementos Pórtland Tipo I y Mochica Tipo GU	Las Características físicas y químicas de los cementos Pórtland Tipo I y Mochica GU, actúan como factores que afectan la resistencia del concreto.
VD: Resistencia del Concreto	La resistencia a la compresión simple es costumbre considerarlo como parámetro de la calidad y es medible con ensayos de laboratorio, con la rotura de probetas y es directamente proporcional a la máxima carga vertical ejercida por un pistón e inversamente proporcional al área o sección transversal de la probeta.

Fuente: Elaboración Propia

3.6.3 Operacionalización de las Variables

Tabla 5: Operacionalización de las Variables

VARIABLES	DEFINICIÓN TEÓRICA	DEFINICIÓN OPERATIVA	DIMENSIONES	INDICADOR	TIPO ESTADÍSTICO	ESCALA	DATO	INSTRUMENTO
VARIABLE INDEPENDIENTE: Características de los Cementos Pórtland Tipo I y Mochica Tipo GU	Cemento Porpland Tipo I: Es un producto obtenido por mezcla de calizas y arcillas, entre otros productos químicos. Que al combinarse con los agregados y el agua forman una pasta de concreto.	Se realiza para la efecto en la resistencia que ha sido elaborado con un tipo de cemento	Comparación de la resistencia del concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, haciendo uso en el diseño de los cementos indicados.	<ul style="list-style-type: none"> . Peso específico del cemento . Superficie específica del cemento . Tipo y marca del cemento 	Cuantitativo	Rango o intervalo	De cero a uno	Ficha técnicas para los ensayos de las propiedades del de Cemento (NTP)
	El Cemento MOCHICA (GU) Es un producto que se obtiene mediante la pulverización conjunta de clinker, yeso, filler calizo, puzolana y/o escoria. Que al combinarse con el agua forman una pasta de concreto.	Se analiza la variación de la resistencia en función al tipo de cemento.	Cual de ellos tiene mejores atributos de resistencia en beneficio de los construcciones.					
VARIABLE DEPENDIENTE: Resistencia del Concreto	La resistencia a la compresión del concreto que se emplea en el diseño y se evalúa según su dosificación y los efectos que generan el uso del tipo de cemento.	Es el proceso metodológico que se realiza para la intervención de los materiales en el diseño de mezcla del concreto	Diseño de mezcla para un concreto de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$	<ul style="list-style-type: none"> . Dosificación de la mezcla de concreto . Consistencia . Relación Agua Cemento . Granulometría de los agregados . Tiempo de fraguado . Resistencia del concreto 	Cuantitativo	Rango o intervalo	En porcentaje	Fichas técnicas para los ensayos de laboratorio de las propiedades (NTP) Fichas técnicas para determinar las propiedades del concreto. (NTP)
		Es una propiedad que depende entre otras del tipo de cemento	Valores de la resistencia del concreto con las marcas de cemento					

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA

4.1 TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

4.1.1 Tipo de Investigación

La presente investigación será del tipo experimental, porque se busca determinar el efecto que causa en la resistencia del concreto elaborado, con el uso de cemento Pórtland Tipo I y Mochica GU y establecer cuál de estos tiene mayor significancia en el comportamiento.

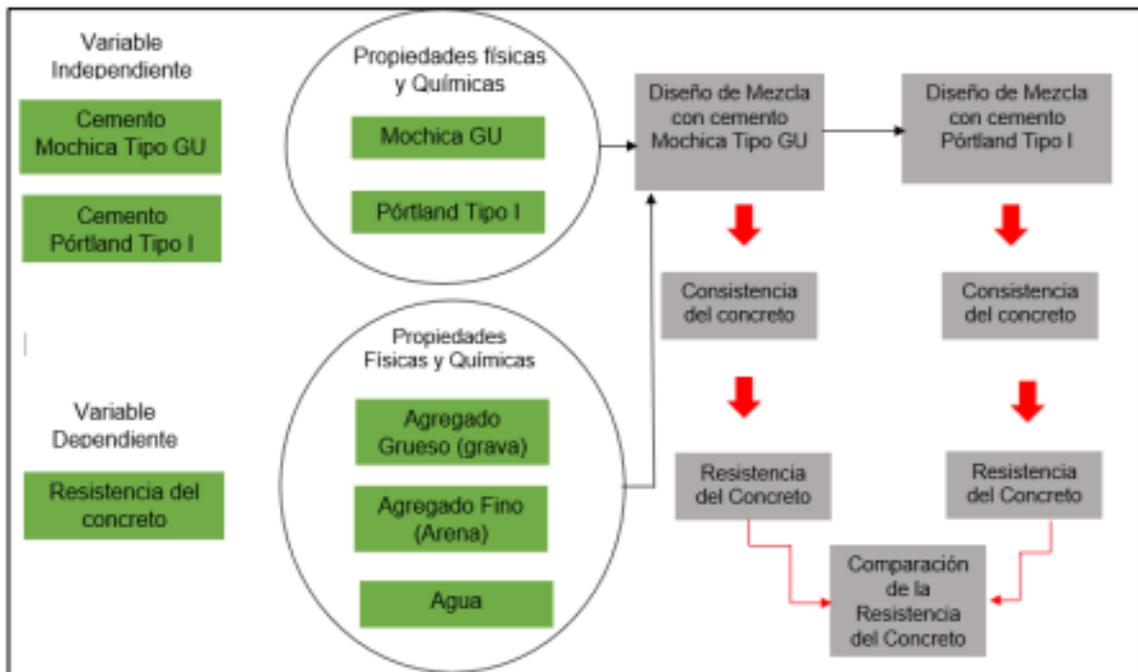
También porque permitirá detallar el comportamiento de la resistencia del concreto, en el tiempo (7, 14 y 28 días), elaborado con cada una de las marcas utilizadas, siguiendo una metodología establecida.

El tipo investigación tendrá el carácter de cuantitativo, porque haremos una relación estadística ascendente, entre la edad y el efecto que causa en la resistencia a la compresión simple del concreto y establecer por comparación con cuál de los cementos se logra mejores resultados ya que está centrada en encontrar mecanismos o estrategias que permitan lograr un objetivo concreto. Además, debido a que se centra en el estudio y análisis de la realidad a través de diversos procedimientos basados en la medición permite un mayor nivel de control e inferencia que otros tipos de investigación.

4.1.2 Diseño de Investigación

En el diseño de investigación se usará una metodología experimental, que nos permita determinar el efecto que causa en la resistencia del concreto, el uso de cemento Mochica GU y Pórtland tipo I.

Figura 5: Diseño de la Investigación



Fuente: Elaboración Propia

4.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

4.2.1 POBLACIÓN

El Universo para la presente investigación se encuentra conformado por tres observaciones, éstas en total por cada una es de 30 especímenes de ensayo de laboratorio, para determinar la resistencia a la compresión $f'c = 210 \text{ kg cm}^2$ a los 7, 14 y 28 días, utilizando los cementos Pórtland Tipo I y Mochica Tipo GU.

4.2.2 MUESTRA

La presente investigación utilizará un muestreo no probabilístico como técnica de muestreo, debido a que algunos elementos de la población no tienen en cuenta todos los parámetros que considera esta tesis; es por ello por lo que se optó por un muestreo por conveniencia. Lo que dará como resultado una muestra que constará de cinco trabajos de investigación por cada tipo de cemento, considerando los tipos ICO y GU, se tendrá un total de 10 investigaciones seleccionadas, las cuales tienen que haber evaluado las propiedades físicas y mecánicas del concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, elaborado con

cemento tipo ICO y GU

Para la elección de la muestra en nuestra investigación se tiene la población finita, la muestra se tomará siguiendo la siguiente fórmula estadística.

$$m = \frac{N Z^2 p q}{d^2(N - 1) + Z^2 p q} \dots \dots$$

Dónde:

m: es la muestra, *N*: Es la población, *Z*: es el nivel de confianza, *p*: es la probabilidad de éxito o proporción esperada, *q*: es la probabilidad de fracaso, *d*: es la precisión o error admisible.

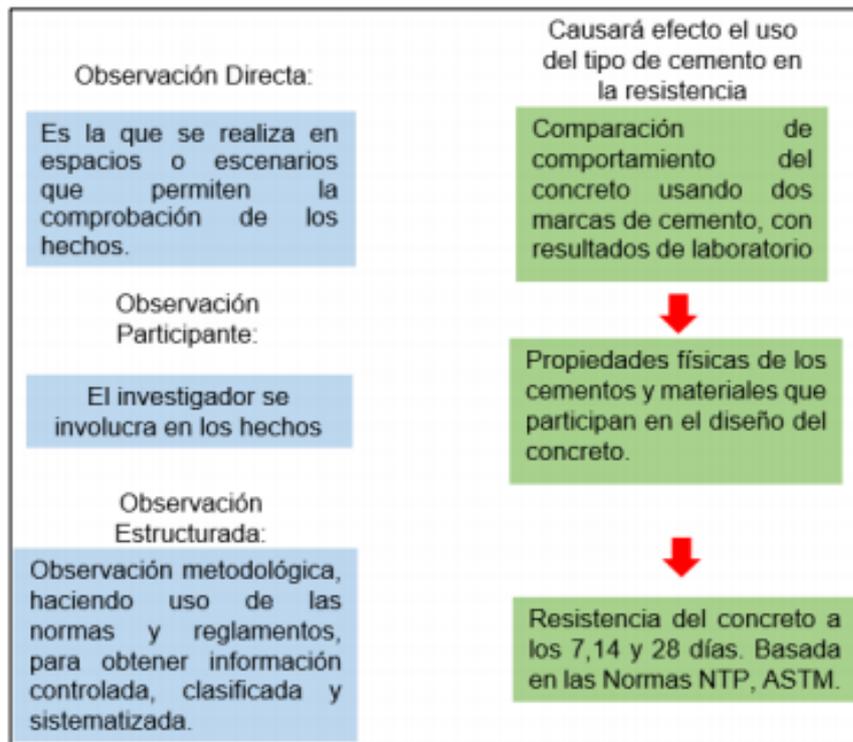
4.3 TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

4.3.1 Técnicas de Recolección de datos

La técnica que se utilizará en esta investigación será la de observación, siguiendo un proceso científico, de planificación, control y comprobación, con los datos de campo y de laboratorio y se plasmarán en registros o fichas técnicas, para luego procesarlos y sistematizarlos. (Lule, N. y Campos, G. (2012).

También es importante elaborar fichas para poder registrar los datos en forma sistemática y valorar su utilidad, esto significa que hay que realizar una revisión consciente de los resultados observados y que guarden concordancia con las normas técnicas y se agruparán los datos por grupos en función del diseño, lo cual se hará en función de las variables. (Lule, N. y Campos, G. (2012).

Figura 6: Tipos de observación en la Investigación



Fuente: Elaboración Propia

4.3.2 Instrumentos de Recolección de Datos

Se denomina instrumento de recolección de datos a cualquier recurso de que se vale el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información, en la presente utilizaremos las fichas técnicas.

Tabla 6: Instrumentos de Recolección de Datos

Actividades		Instrumentos de Recolección de Datos	
Propiedades del Cemento	Mochica Tipo GU	NTP 334.082	ASTM C 1157
	Pórtland Tipo I	NTP 334.009	ASTM C 150
	Granulometría	NTP 400.012	ASTM C-136
	Peso unitario suelto	NTP 400.017	ASTM C-29
Propiedades del Agregado grueso y fino	Peso unitario compactado	NTP 400.017	NTP 400.022
	Gravedad específica	NTP 400.021	NTP 400.022
	Capacidad de absorción	NTP 400.021	NTP 400.022
	Humedad total	NTP 339.185	ASTM C-535
	Pasante del tamiz N° 200	NTP 400.018	
	Tamaño max. Nominal	NTP 400.037	ASTM C 33
Propiedades del Agua	Agua	NTP 339.088	
	Consistencia	NTP 339.035	ASTM C 143
Concreto fresco	Aire atrapado	NTP 334.083	ASTM C 231
Edad del Concreto	Resistencia del concreto	NTP 339.034	ASTM C 039

Fuente: Elaboración Propia

4.3.3 Procedimiento de Recolección de Datos

Para la recolección de información en la determinación de las características físicas y mecánicas del concreto, es necesario primero conocer las propiedades o atributos cualitativos y cuantitativos de los materiales que intervienen en la elaboración mediante un diseño de la mezcla, por lo tanto debemos recurrir a procedimientos establecidos en las normas técnicas, que como instrumentos y conjuntamente con las técnicas de observación, permitirá validar la recolección de datos para la caracterización y análisis de las muestras que se vayan a ensayar en el laboratorio, siguiendo procedimientos descritos en las normas NTP, ASTM.

En esta investigación se cumplirá el siguiente procedimiento:

4.3.3.1. Revisión bibliográfica

Revisar los procedimientos de cada uno de los ensayos de identificación y toma de muestras, para la determinación de las propiedades de los materiales que intervienen en la elaboración del concreto, recurriendo a investigar en manuales, libros, reglamentos en concordancia con las normas establecidas.

4.3.3.2. Ubicación de la cantera de materiales

Los materiales fueron adquiridos de la Empresa familia Delgado, quien distribuye a gran parte del mercado de la industria de la construcción, en el sector urbano de Yurimaguas y alrededores, materiales de los cuales se necesita conocer sus atributos para la mezcla de concreto.

Agregado grueso (grava), corresponde al uso de la piedra del río Huallaga distrito de Yurimaguas – Alto Amazonas - Loreto, transportada y transformada en su producto grava o piedra triturada en fábrica de propiedad de la familia Delgado.

Agregado Fino (Arena), corresponde al uso de la arena de origen natural del río de la ciudad de Yurimaguas – Alto Amazonas - Loreto, transportada y comercializada por la Empresa de la familia Delgado.4.3.3.1.

4.3.3.1. Ensayos de materiales y del concreto

4.3.3.1.1. Ensayo para el Cemento

➤ Ensayo del peso específico (Ref. ASTM C 188)

Equipo y materiales: Cemento Portland tipo I (64 g aproximadamente), Gasolina o Nafta con gravedad no menor de 62 API, Hielo, Frasco Le Chatelier, Balanza de 0.01 g de precisión, Aparato Baño María a temperatura constante, Termómetro de 0.2 °C de precisión, espátula y embudo.

Procedimiento

- a) Lavar el frasco Le Chatelier y secar su interior.
- b) Llenar el frasco Le Chatelier entre las marcas de 0 y 1 ml. Secar el cuello del frasco si es necesario.
- c) Sumergir el frasco en Baño María, llenar éste con una pipeta entre las marcas de 0 y 1 ml. Registrar el volumen de líquido dentro del frasco y la temperatura de ensayo.

- d) Colocar en el frasco de 64 ± 0.05 gr. De muestra. Debe tener cuidado al depositar el cemento de evitando perder muestra y tener cuidado que el cemento no se adhiera al interior del frasco por encima del líquido.
- e) Colocar el tapón al frasco y provocar movimientos, girarlo horizontal y suavemente en círculo, para liberar aire del cemento. 6. Sumergir el frasco en el Baño María y controlar la temperatura, medir y registrar el volumen.
- f) Para desalojar el cemento del frasco que contiene el líquido utilizado, colocar éste invertido, sin retirar la tapa. Mover el frasco, y el cemento se ubicará en las cercanías de la boca de éste.

4.3.3.1.2. Ensayo de materiales Pétreos

4.3.3.1.3. Ensayo de granulometría (Ref. NTP 400.012 - ASTM C136)

- **Muestra:** Se empleará una muestra seca de aproximadamente de 5 a 6 kg para agregado grueso y de 2 a 3kg para agregado fino, que debe obtenerse por cuarteo.
- **Equipo:** Este ensayo se realiza usando un vibrador mecánico y mallas y colocadas en forma descendente el mayor diámetro en la parte superior con tapa y cazoleta respectivamente, para gravas de 2", 1 1/2", 1", 3/4", 1/2", 3/8" y N°4 y arenas de 3/8", N°4, 8, 16, 30, 50 y 100.
- **Procedimiento:**
 - a) Preparar y colocar en forma descendente las mallas según el tamaño del grano de material a ensayar.
 - b) Colocar la muestra seca y lavada evitando perder partículas de material y luego llevar al agitador mecánico y agitar por un tiempo de 10 minutos.
 - c) Pesarse los porcentajes retenidos en cada tamiz y calcular el porcentaje que pasa en cada malla, con estos valores vs el diámetro de la malla

correspondiente graficar la curva granulométrica.

- d) Identificar el tamaño máximo y tamaño máximo nominal en el caso de agregado grueso y se determinará el módulo de fineza de la arena.4.3.3.2.

4.3.3.2. Peso unitario suelto húmedo (Ref. NTP 400.017 - ASTM C-29)

Según la NTP se determina el peso unitario suelto el cual viene a ser el volumen que ocupa el agregado más los vacíos intergranulares y el peso unitario compacto el cual a diferencia del suelto, es que hace un trabajo de compactación manual.

➤ **Equipo utilizado:** Se utiliza un recipiente de mayor dimensión para el agregado grueso y de menor dimensión para la arena, una varilla de acero lisa de 5/8" de diámetro y 60 cm de longitud y una balanza.

➤ **Procedimiento**

- a) Se determina el volumen del recipiente y se registra.
- b) Se procede al llenado con el agregado al recipiente, dejándolo caer libremente, una vez lleno se pesa y se registra con una aproximación de 0.05 kg.
- c) Cálculo del peso unitario suelto será determinado dividiendo el peso sobre el volumen que ocupa.
- d) Cálculo para el peso unitario compactado se realiza lo mismo que para el suelto, con la diferencia que se llena el material en el recipiente en tres capas compactando con 25 golpes empleando una varilla de acero lisa y luego el peso unitario compactado, resultara de dividir el peso sobre el volumen compactado.

4.3.3.3. Contenido de Humedad (Ref. NTP 339.185 - ASTM C-535)

Según la NTP es la cantidad de agua que contiene el material, con relación al peso de los sólidos en su estado natural.

- **Equipo utilizado:** Se utiliza recipientes apropiados para colocar la muestra y luego llevarlo horno con capacidad de $110 \pm 5^{\circ}C$ para el proceso de secado.
- **Procedimiento**
 - a) Colocar una muestra representativa en los recipientes y pesar, será el peso de la muestra húmeda y registrar.
 - b) Llevar al horno la muestra y luego de 24 horas, pesar a peso constante y registrar.
 - c) Determinar el peso del agua.
 - d) Calcular el contenido de humedad.

4.3.3.4. Peso específico y porcentaje de absorción (NTP 400.021- NTP 400.022)

El peso específico es un indicador de la calidad del material, si es alto el agregado absorbe menor cantidad de agua por lo tanto serán más densos y de buena calidad, la absorción es propiedad de los materiales de absorber agua según la presencia de poros accesibles que tiene el agregado, la cual genera un aumento de peso y el agregado llega a su condición de saturada con superficie seca.

- **Equipo utilizado:** Se utiliza una balanza hidrostática, un horno con capacidad de $110 \pm 5^{\circ}C$ para secar las muestras, una canastilla con capacidad 4kg para agregado grueso y fiolas para el agregado fino.
- **Muestra:** Seleccionar por medio del método del cuarteo, aproximadamente de 2 a 3 kg de agregado fino que pasa la malla N°4 y 5.0 kg de agregado grueso que se va a ensayar y que sea retenido en la malla N°4.
- **Procedimiento**
 - a. La muestra lavada, se seca en el horno hasta masa constante durante

24 horas, se pesa y se registra el peso seco.

- b. Saturar muestra de agregado grueso aproximadamente 4kg, durante 24 horas, después secar la superficie con una franela, obteniendo el peso de la muestra saturada superficialmente seca.
- c. Colocar el material en la canastilla y suspender con un hilo de peso despreciable dentro de un depósito con agua y registrar el peso del material suspendido en el agua.
- d. Luego el material es colocado en un recipiente y secar en el horno durante 24 horas.

➤ **Procedimiento para el Agregado fino**

- a) Saturar la muestra de 2 a 3 kg durante 24 horas, pasado este tiempo secar la superficie y se toma 500 gr de esta muestra.
- b) Esta muestra se introduce en el frasco (fiola), luego se llena con agua de preferencia destilada para alcanzar la marca de 500 cm³, agitar hasta eliminar todas las burbujas con el equipo de la bomba de vacíos por 15 minutos y luego dejar reposar el mismo tiempo.
- c) Pesar la muestra más recipiente con una aproximación de 0.1 gr., y registrar este peso, extraer el material a otro recipiente para proceder a secar durante 24 horas en el horno.
- d) Se emplea la siguiente expresión para determinar el peso específico del agregado.

4.3.3.5. Ensayo del concreto fresco

➤ **Ensayo de Consistencia (Ref. NTP 339.035)**

El ensayo de consistencia se considera un indicador de la trabajabilidad del concreto fresco.

- **Equipo:** Un envase con la forma tronco de cono, para compactar el

concreto una barra de acero liso de 5/8" y 60 cm de longitud.

➤ **Procedimiento**

- a) El molde se coloca en una superficie plana e inmóvil. Seguidamente se vierte la primera capa de concreto 1/3 del volumen y se apisona aplicando 25 golpes con la varilla.
- b) Luego se disponen las 2 capas siguientes con el mismo procedimiento, llenando la tercera con exceso, para ser enrasada al término de la compactación. Luego se levanta el molde verticalmente en 5 segundos.
- c) Se observará que el concreto fresco se asentará, la diferencia de la altura inicial y final se denomina Slump, considerando entre el retiro del molde y la operación de asentamiento debe transcurrir 2 minutos.

4.3.3.6. Aire Atrapado

Es una propiedad que permite identificar la cantidad de aire atrapado en el concreto.

- **Equipo utilizado:** Se emplea la olla de Washington y una varilla compactadora de acero lisa.

➤ **Procedimiento**

- a) Llenar de concreto fresco en tres capas la olla de Washington y compactar con 25 golpes cada, enrasando la superficie del recipiente con la varilla de acero lisa.
- b) Luego tapar la olla de Washington, colocar agua hasta que llegue a la superficie y por último presionar, con ello saber la cantidad de aire atrapado en el concreto.

4.3.3.7. Peso Unitario (NTP 339.046 o ASTM C-138)

Es una propiedad que nos sirve como control de la uniformidad del concreto y nos permite comprobar el rendimiento de la mezcla.

➤ **Equipo utilizado:** Se emplea un recipiente con peso y volumen conocido, como la olla de Washington y una varilla de acero lisa.

➤ **Procedimiento**

- a) Llenar el recipiente de volumen conocido con concreto en tres capas, cada una compactada por la varilla de acero lisa por 25 golpes en forma helicoidal.
- b) Enrasar la superficie y se pesa en una balanza, encontrando el peso unitario multiplicando el peso neto del concreto por el factor de calibración del recipiente.

4.3.3.8. Ensayo del concreto en estado de endurecimiento

Ensayo de resistencia a la compresión simple (Ref. NTP 039.034) Se mide rompiendo probetas cilíndricas de concreto en una máquina de ensayos de compresión, cuyo valor queda determinado al dividir la carga máxima de rotura entre el área de la sección de la probeta y se registra en *Kg/cm²*.

➤ **Equipo utilizado:** Se empleará moldes de 15" x 30", una varilla de acero lisa de 5/8" de diámetro y 60 cm de longitud y una comba de goma. Para estimar la carga máxima y con ello obtener la resistencia a la compresión del concreto se empleó el equipo de compresión.

➤ **Procedimiento**

- a) Se mezcla el concreto de acuerdo con la dosificación del diseño.
- b) Se coloca en moldes en tres capas compactando cada una con 25 golpes empleando una varilla de acero lisa de 5/8" y con una comba de goma con 15 golpes por la parte exterior del molde.
- c) Enrasar la superficie con la misma varilla de acero, dejarlo fraguar por 24 horas, luego desmoldarlo y curar hasta que cumpla su edad de rotura. La resistencia del concreto.

4.3.4 Procesamiento y Análisis de Datos

Considerando las técnicas de observación en los procesos, validando los instrumentos de recolección de datos en concordancia con las normas técnicas peruanas (NTP), las normas ASTM y siguiendo los procedimientos técnicos en la recolección de datos, tenemos las herramientas para procesar los datos y siguiendo el diseño de la investigación se plantea usar el método del ACI 211.1, sobre el cual elaboraremos el procesamiento de la metodología y analizando los datos obtenidos en el procedimiento y debidamente sistematizados serán los que intervienen en el diseño de mezclas de los concretos con el uso del cemento Pórtland Tipo I y Mochica Tipo GU. En este contexto diseñaremos la mezcla del concreto procesando y analizando los datos obtenidos.4.3.4.1.

4.3.4.1. Diseño de Mezcla

El concreto es la mezcla de cemento, agregados y agua, contendrá una cierta cantidad de aire atrapado. La selección de las proporciones para la elaboración del concreto también implica hacer un balance entre el requerimiento de ciertas características y la economía los cuales están regidos por el uso y tiempo de servicio en obra.

Del uso de los materiales en la elaboración del concreto de tal manera que en su estado fresco algunos factores no afecten la resistencia como la trabajabilidad, la consistencia, la relación agua cemento, el tipo de cemento y en el estado de su proceso de endurecimiento llegue a su resistencia de diseño, para obtener el diseño de mezcla se debe contar con los datos de las propiedades de los agregados como peso específico, humedad, peso unitario, granulometría, tamaño máximo nominal y módulo de fineza, del cemento empleado se debe conocer el peso específico, peso unitario, fineza, del elemento estructural a vaciar y la resistencia de diseño a compresión, especificada y requerida. (Abanto, T. 2017 pág. 59).

4.3.4.2. Método empleado

Para el trabajo de investigación en el diseño de mezcla se empleó el método del ACI 211.1, para cumplir nuestro objetivo se realiza el procesamiento de los datos:

➤ Recolección de datos de las propiedades de los materiales

Tabla 7: Propiedades físicas de los materiales

Descripción	Agregados	
	Fino	Grueso
Textura		
Peso unitario suelto Kg/m³		
Peso unitario compactado kg/m³		
Peso específico Kg/m³		
Módulo de fineza		
Tamaño máximo nominal (TMN)		
% absorción		
Contenido d humedad (%ω)		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8: Propiedades físicas de los Cementos

Descripción	Tipo	Peso específico	Superficie específica (cm²/gr)
Cemento Pórtland	I		
Cemento Mochica	GU		

Fuente: Elaboración propia

- Determinación de la resistencia promedio requerida, para esta investigación, por no contar con datos estadísticos, se tomará según el cuadro siguiente:

Tabla 9: Intervalos para la Resistencia Promedio

$f'c$	$f'cr$
< 210	$f'c + 70$
210 - 350	$f'c + 84$
>350	$f'c + 98$

Fuente: ACI comité 211

- Con los datos de granulometría identificar el tamaño máximo nominal y establecer con este valor el contenido de aire atrapado.

Tabla 10: Contenido de aire atrapado

TMN, del AG	Aire atrapado %
3/8"	3.000
1/2"	2.500
3/4"	2.000
1"	1.500
1 1/2"	1.000
2"	0.500
3"	0.300
4"	0.200

Fuente: ACI comité 211

- Se determina el volumen de agua la cual depende del tamaño máximo nominal y el asentamiento.

Tabla 11: Volumen Unitario de agua en litros/m3 de concreto, para los TMN y Consistencia indicada

SLUMP (PULG)		TAMAÑO MAXIMO NOMINAL							
		3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2	3	4
1"	2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3"	4"	228	216	205	193	181	169	145	124
4"	7"	243	228	216	202	190	178	160	

1"	2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3"	4"	202	193	184	175	165	157	133	119
4"	7"	216	205	197	184	174	166	154	

Fuente: ACI comité 211

- Calculamos la relación agua cemento (a/c), por resistencia promedio requerida.

Tabla 12: Determinación de la relación Agua Cemento

$f'c$ (kg/cm ²)	Relación agua cemento	
	concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4

Fuente: ACI comité 211

- Calculamos el contenido de cemento, con la ayuda de la tabla 9, de la relación agua cemento.
- Calculamos el peso del agregado grueso.

Tabla 13: Peso del Agregado grueso por unidad de volumen del concreto

TMN, del AG	Volumen de agregado grueso en (m ³), seco y compactado por unidad de volumen del concreto, para diversos módulos de fineza del fino (arena)			
	2.40	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	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.68
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
4"	0.87	0.85	0.83	0.79

Fuente: ACI comité 211

- Calculamos el volumen absoluto de los materiales.

Estos valores lo convertimos a volumen:

$$V. \text{Cemento} = \frac{\text{peso del cemento}}{\text{peso específico del cemento}} = \text{en } m^3$$

$$V. \text{Agua} = \frac{\text{peso del agua}}{\text{peso específico del agua}} = \text{en } m^3$$

$$\text{Volumen del Aire incorporado} = \text{en } m^3$$

$$\text{Volumen del a. g.} = \frac{\text{peso del a. g.}}{\text{peso específico del a. g.}} \text{ en } m^3$$

$$\sum \text{de volúmenes} = \text{en } m^3$$

- Calculamos el volumen de agregado fino

$$\text{Volumen del a. f.} = \left(1 - \sum \text{volumenes}\right) m^3 = \text{en } m^3$$

- Pesos de los materiales

Tabla 14: Pesos de materiales

Agua	kg
Cemento	kg
Peso (a.g.)	kg
Peso del a.f.	kg

Fuente: Elaboración propia

- Corrección por humedad de los materiales, no ayudamos del paso anterior:

$$\text{Peso seco del Agregado fino.} = kg(1 + \omega) = \text{en } kg$$

$$\text{Peso seco del Agregado grueso.} = kg(1 + \omega) = \text{en } kg$$

- Aporte de agua a la mezcla

$$\text{Aporte de agua del a. f.} = \frac{\omega\% - \%abs}{100} (W) kg = \text{en } kg$$

$$\text{Aporte de agua del a. g.} = \frac{\omega\% - \%abs}{100} 1(W) kg = \text{en } kg$$

$$\sum \text{Aporte de agua del a} = \text{en } lts$$

- Cálculo del agua efectiva

$$\text{Agua efectiva} = \text{del paso 4} - \text{paso 12} = \text{en } lt$$

- Cálculo de la proporción del diseño por metro cubico de concreto

CAPÍTULO V: RESULTADOS

5.1 PROPIEDADES DE LOS CEMENTOS PÓRTLAND I Y MOCHICA GU

Tabla 15: Cuadro Comparativo de las Propiedades Físicas y Mecánicas del Cemento Mochica Tipo GU y Cemento Pacasmayo Portland Tipo I

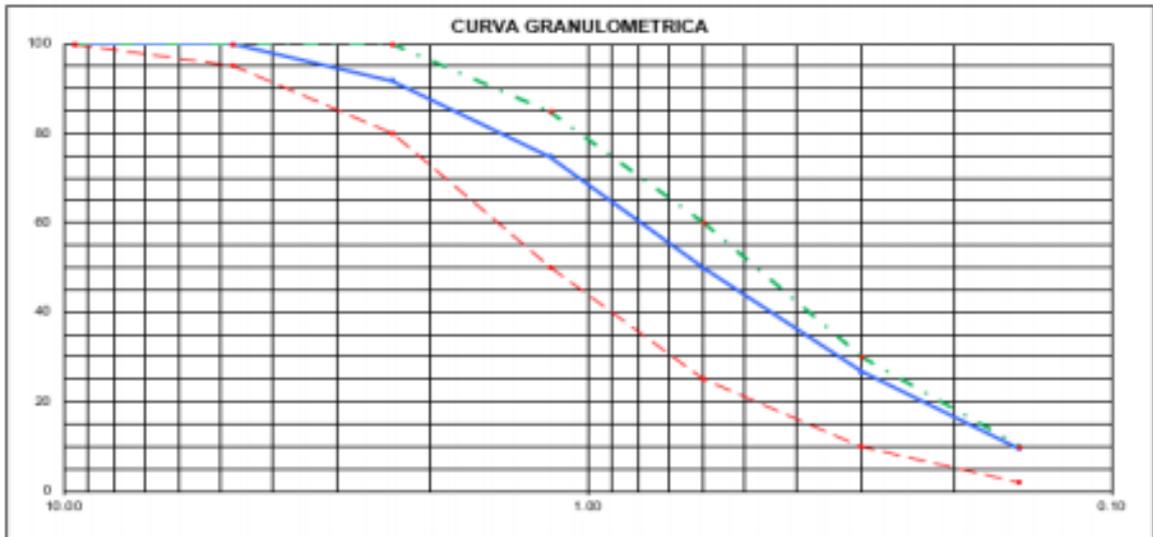
Propiedades Físicas	Unid.	CPSAA Mochica GU	CPSAA Portland Tipo I	Requisito NTP 334.009/ASTM C 150
<i>Contenido de Aire</i>	%	5	7	Máximo 12
<i>Expansión en Autoclave</i>	%	0.06	0.09	Máximo 0.80
<i>Superficie Específica</i>	cm ² /gr	5180	3750	Min. 2800
<i>Densidad</i>	gr/ml	2.98	3.10	NO ESPECIFICA
Resistencia a la compresión				
<i>Resistencia Compresión a 3 días</i>	MPa (kg/cm ²)	21.0 (214)	26.1 (266)	Mínimo 13.0 (Mínimo 133)
<i>Resistencia Compresión a 7 días</i>	MPa (kg/cm ²)	27.1 (276)	33.9 (346)	Mínimo 20.0 (Mínimo 204)
<i>Resistencia Compresión a 14 días</i>	MPa (kg/cm ²)	33.4 (340)	42.3 (431)	Mínimo 28.0 (Mínimo 286)
Tiempo de Fraguado Vicat:				
<i>Fraguado Inicial</i>	min	124	138	Mínimo 45
<i>Fraguado Final</i>	min	255	267	Máximo 420

Fuente: Elaboración propia

- Las características de los cementos utilizados en la investigación (Pacasmayo Portland Tipo I y Mochica GU), fueron recabadas directamente de sus fichas técnicas, distribuida por el fabricante.
- Comparando los valores de la Tabla N°15 recabada de las fichas técnicas de los dos tipos de cemento, podemos confirmar que cumplen los requisitos solicitados por la NTP 334.009/ASTM C 150.

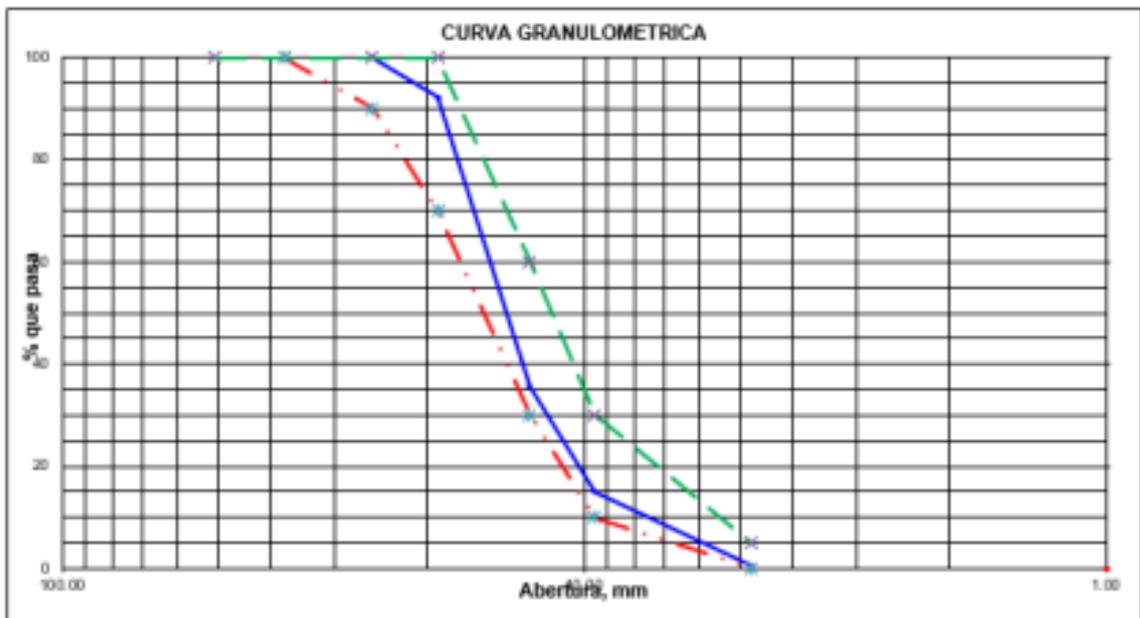
5.2 PROPIEDADES DE LOS AGREGADOS FINOS Y GRUESOS

Gráfico 1: Curva Granulométrica Agregado Fino



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 2: Curva Granulométrica Agregado Grueso



Fuente: Elaboración propia

- Del Gráfico N°1, curva granulométrica Agregado Fino, podemos corroborar que el material destinado para la elaboración de las mezclas en estudio, se encuentran dentro de los límites inferior y superior de

granulometría según la NTP 400.037.

- Del Grafico N°2, curva granulométrica Agregado Grueso, podemos corroborar que el material destinado para la elaboración de las mezclas en estudio se encuentra dentro de los límites inferior y superior del Huso 467 de granulometría según la NTP 400.037.

Tabla 16: Características Físicas y Mecánicas de los Agregados

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DE LOS AGREGADOS			
CARACTERÍSTICAS	AGREG. FINO	AGREG. GRUESO	Und.
Perfil	-	Angular	
Tamaño máximo nominal	-	3/4"	
Peso específico de masa	2.697	2.66	gr/cm ³
Peso específico saturado super. Seco	2.704	2.671	gr/cm ³
Peso específico aparente	2.697	2.695	gr/cm ³
Peso unitario suelto	1408	1356	Kg/m ³
Peso unitario compacto	1545	1492	Kg/m ³
Contenido de humedad (%)	0.34	0.10	
Absorción (%)	0.28	0.53	
Módulo de finura	2.50	-	
Abrasión (%)	-	-	
% que pasa malla N° 200	-	-	

Fuente: Elaboración propia

Las características físicas y mecánicas obtenidos de los agregados gruesos y finos, se encuentran detallados en el Tabla N°16. Las canteras de donde se obtuvieron las muestras para los ensayos de determinación de sus características físicas y mecánicas fueron elegidas por no presentar impurezas que comprometan su calidad.

El análisis y discusión de las características físico mecánicas de los agregados, se realizó de acuerdo con los requerimientos de la NTP 400.037 expresados en la tabla siguiente:

Tabla 17: Requerimientos Agregado Grueso

AGREGADO GRUESO		
ENSAYO	Requisitos - NTP 400.037	Otras Especificaciones
Muestreo	Medida: NTP 400.010	-
Forma y textura superficial	Las que generen > durabilidad y resistencia al concreto	
Análisis granulométrico	Husos granulométricos	-
Tamaño máximo	En el °C no se encontrarán partículas más grandes. Será el pasante por el tamiz de 2 ½" (según RNE)	
Material < pasa tamiz N° 200	Máx. 1%	-
Partículas deleznales	Máx. 5%	-
Resistencia a la abrasión	Máx. Pérdida 50%	-
Peso específico (gr/cm³)	-	(2.3 - 2.9)
Absorción (%)	-	(0.2 – 3.5)
Contenido de humedad	-	4 Aprox.
Peso unitario (kg/m³):		
Compacto	-	(1620 – 2016)
Suelto	-	(1350 – 1680)

FUENTE: Normas ASTM C33/C33M-11, NTP 400.037

Tabla 18: Requerimiento Agregado Fino

AGREGADO FINO			
ENSAYO		Requisitos - NTP 400.037	Otras Especificac.
Muestreo		Muestra mínima \geq 10 kg	-
Forma y textura superficial		Las que generen > durabilidad y resistencia al concreto	
Análisis granulométrico		Husos granulométricos	-
Módulo de finura		2.3 – 3.2	
Material < pasa tamiz N° 200	Agregado fino	Máx. 3% (Concreto sujeto a abrasión)	-
	Agregado fino chancado	Máx. 5% (otros concretos)	
Partículas deleznales		Máx. 3%	-
Resistencia a la abrasión		Máx. Pérdida 50%	-
Peso específico (gr/cm³)		-	(2.3 - 2.9)
Absorción (%)		-	(0.2 – 3.5)
Contenido de humedad		-	8 aprox.
Peso unitario (kg/m³):			
Compacto		-	(1550 – 1750)
Suelto		-	(1240 – 1400)

FUENTE: Normas ASTM C33/C33M-11, NTP 400.037

Comparando los resultados de la Tabla N°16, con los requerimientos que deberían cumplir los agregados para el concreto según la norma NTP 400.037 de la Tabla N°17 y N°18, podemos afirmar lo siguiente:

En relación con el agregado grueso:

- La granulometría del agregado grueso se ajustó adecuadamente a los usos granulométricos establecidos por la norma NTP 400.037, aproximándose cercanamente al huso 467.
- El tamaño máximo del agregado grueso fue elegido a criterio propio, adoptando el requisito establecido en el RNE.
- El porcentaje de partículas menores que pasa el tamiz N° 200, es 0 y se encuentra dentro de los rangos establecidos en la NTP 400.037.
- El peso específico del agregado grueso es de 2.66 kg/cm³ se encuentra dentro de los rangos establecidos en la NTP 400.037. La absorción del agregado grueso es de 0.53 % lo que indica que cumplió con los requerimientos establecidos en la NTP 400.037.
- El contenido de humedad es de 0.10 % lo cual indica que cumplió con los requerimientos establecidos en la NTP 400.037.
- El peso unitario suelto es de 1356 kg/m³ lo cual indica que cumplió con los requerimientos establecidos en la NTP 400.037.

En relación con el agregado fino:

- Comparando los resultados de la tabla N°16, con los datos de la tabla N°18, apreciamos que el agregado fino se ajustó al huso granulométrico "F" establecido en la norma NTP 400.037.
- El módulo de finura del agregado fino es de 2.50 y se encuentra dentro del rango de los requisitos establecidos en la NTP 400.037.
- El porcentaje de partículas menores que pasa el tamiz N° 200, es 0 y se

encuentra dentro de los rangos establecidos en la NTP 400.037.

- El peso específico del agregado es 2.70 gr/cm³ y se encuentra dentro de los rangos establecidos en la NTP 400.037.
- La absorción del agregado fino es 0.28 y cumplió con los rangos de la NTP 400.037. El contenido de humedad es 0.34% y cumplió con los requisitos establecidos en la NTP 400.037.

5.3 PROPIEDADES DEL AGUA

Agua potable de la red pública de la localidad de Tarapoto, que cumplen los requisitos de la norma NTP 339.088.

Tabla 19: Límites químicos opcionales para el agua de mezcla combinada

	<i>Límite</i>	<i>Métodos de Ensayo</i>
Concentración máxima en el agua de mezcla combinada. ppm^A		
A. Cloruro como Cl, ppm		
1. En concreto pretensado, tableros de puentes, o designados de otra manera.	500 ^B	NTP 339.076
2. Otros concretos reforzados en ambientes húmedos o que contengan aluminio embebido o metales diversos o con formas metálicas galvanizadas permanentes.	1000 ^B	NTP 339.076
B. Sulfatos como SO₂, ppm.	3000	NTP 339.074
C. Álcalis como (Na₂O+0.658K₂O), ppm.	600	ASTM C 114
D. Sólidos totales por masa, ppm.	50000	ASTM C 1603
^A ppm es la abreviatura de partes por millón. ^B Cuando el productor pueda demostrar que estos límites para el agua de mezcla pueden ser excedidos los requerimientos para el concreto del Código ACI 318 regirán. Para condiciones que permiten utilizar cloruro de calcio (CaCl ₂) como aditivo acelerador, se permitirá que el comprador pueda prescindir de la limitación del cloruro.		

Fuente: NTP 339.088

5.4 DISEÑO DE MEZCLA

5.4.1 PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS DE LOS DISEÑOS DE MEZCLA $f'c=210$ KG/CM², CON CEMENTO PORTLAND TIPO I Y MOCHICA GU.

Se realizaron diseños de mezclas para un $f'c=210$ kg/cm², utilizando los materiales descritos en los ítems 5.1, 5.2 y 5.3.

5.4.1.1 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS DE LAS MEZCLAS RESPECTO A LA CANTIDAD DE MATERIALES POR METRO CUBICO DE CONCRETO.

Tabla 20: Cantidad de Materiales por m² de Concreto

CANTIDAD DE MATERIALES POR METRO CÚBICO DE CONCRETO			
DESCRIPCIÓN			CANTIDAD
TIPO DE CEMENTO	CEMENTO MOCHICA TIPO GU	CEMENTO	367.38 kg
		AGUA EFECTIVA	208.70 lt
		AGREGADO FINO	785.00 kg
		AGREGADO GRUESO	960.00 kg
	CEMENTO PACASMAYO PORTLAND TIPO I	CEMENTO	367.38 kg
		AGUA EFECTIVA	208.70 lt
		AGREGADO FINO	791.00 kg
		AGREGADO GRUESO	967.00 kg

Fuente: Elaboración propia

De la tabla podemos observar que existen dos diseños de mezclas para un

$f'_c=210$ kg/cm², el diseño de mezcla con cemento Mochica Tipo GU y el diseño de mezcla con cemento Pacasmayo Portland Tipo I. Cuyas diferencias se encuentran en las proporciones de agregado fino y grueso.

5.4.1.2 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO PARA LOS GRUPOS DE CONTROL Y EXPERIMENTALES

Tabla 21: Peso Unitario del Concreto Fresco y Seco

PESO UNITARIO DEL CONCRETO FRESCO Y SECO		
PESO UNITARIO	TIPO DE CEMENTO	
	CEMENTO MOCHICA TIPO GU	CEMENTO PACASMAYO PORTLAND TIPO I
PUC° Fresco kg/m³	2321.08	2334.08
PUC° Seco kg/m³	2290	2302

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N°21 se puede apreciar que la mezcla elaborada con Cemento Mochica GU y Cemento Pacasmayo Portland tipo I, presentan diferencias en el peso unitario de concreto fresco y seco. La diferencia del Peso Unitario Fresco entre los dos diseños de mezcla es de 13 kilogramos por metro cúbico. La diferencia del Peso Unitario Seco entre los dos diseños de mezcla es de 12 kilogramos por metro cúbico.

5.5 ANÁLISIS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

El ensayo de resistencia a la compresión se llevó a los 7, 14 y 28 días de elaborada la mezcla, para cada diseño. Los datos se registraron de acuerdo con la norma NTP 339.034.

5.5.1 RESULTADOS DE LOS ENSAYOS Y DISCUSIÓN

5.5.1.1 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN PARA LOS DISEÑOS DE MEZCLA CON CEMENTO MOCHICA TIPO GU Y EL CEMENTO

PACASMAYO PORTLAND TIPO I.

Tabla 22: Resultados del Ensayo de Resistencia a Compresión con los dos tipos de cemento a los 7 días

RESULTADOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN CON CEMENTO MOCHICA GU Y PACASMAYO TIPO I, PROPORCIÓN ÓPTIMA OBTENIDA.								
Tipo de Cemento	PROB.	DIAM. (cm)	ALT. (cm)	ÁREA (cm²)	ESFUERZOS (kg/cm²)	% Obten.	TIPO DE FALLA	
CEMENTO MOCHICA TIPO GU	1	15.00	30.00	176.71	167.95	168.10	80.05%	Cono
	2	15.00	30.00	176.71	174.77			Cono
	3	15.00	30.00	176.71	166.72			Cono
	4	15.00	30.00	176.71	164.88			Cono
	5	15.00	30.00	176.71	168.29			Cono
	6	15.00	30.00	176.71	168.79			Cono
	7	15.00	30.00	176.71	167.62			Cono
	8	15.00	30.00	176.71	167.73			Cono
	9	15.00	30.00	176.71	169.53			Cono
	10	15.00	30.00	176.71	164.71			Cono
CEMENTO PACASMAYO PORTLAND TIPO I	11	15.00	30.00	176.71	208.08	209.39	99.71%	Cono
	12	15.00	30.00	176.71	209.87			Cono
	13	15.00	30.00	176.71	210.60			Cono
	14	15.00	30.00	176.71	208.75			Cono
	15	15.00	30.00	176.71	209.59			Cono
	16	15.00	30.00	176.71	212.11			Cono
	17	15.00	30.00	176.71	208.00			Cono
	18	15.00	30.00	176.71	209.03			Cono
	19	15.00	30.00	176.71	209.20			Cono
	20	15.00	30.00	176.71	208.70			Cono

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N°22 se muestran los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión a los 7 días, se realizaron con 10 probetas de 15 cm diámetro por 30 de alto por cada uno de los diseños. Obteniendo una resistencia promedio de 168.10 kg/cm² para el cemento Mochica Tipo GU el cual representa el 80.05% del diseño de mezcla 210 kg/cm², mientras que para el cemento Pacasmayo Portland Tipo I se obtuvo 209.39 kg/cm² representando el 99.71% del diseño de mezcla 210 kg/cm².

Tabla 23: Resultados del Ensayo de Resistencia a Compresión con los dos tipos de cemento a los 14 días

RESULTADOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN CON CEMENTO MOCHICA GU Y PACASMAYO TIPO I, PROPORCIÓN ÓPTIMA OBTENIDA								
Tipo de Cemento	PROB.	DIAM. (cm)	ALT. (cm)	ÁREA (cm²)	ESFUERZOS (kg/cm²)	% Obten.	TIPO DE FALLA	
CEMENTO MOCHICA TIPO GU	1	15.00	30.00	176.71	192.10	190.65	90.79%	Cono
	2	15.00	30.00	176.71	190.28			Cono
	3	15.00	30.00	176.71	190.12			Cono
	4	15.00	30.00	176.71	190.13			Cono
	5	15.00	30.00	176.71	189.55			Cono
	6	15.00	30.00	176.71	188.76			Cono
	7	15.00	30.00	176.71	192.42			Cono
	8	15.00	30.00	176.71	190.13			Cono
	9	15.00	30.00	176.71	191.18			Cono
	10	15.00	30.00	176.71	191.81			Cono
CEMENTO PACASMAYO PORTLAND TIPO I	11	15.00	30.00	176.71	229.24	235.88	112.32%	Cono
	12	15.00	30.00	176.71	240.43			Cono
	13	15.00	30.00	176.71	237.70			Cono
	14	15.00	30.00	176.71	240.61			Cono
	15	15.00	30.00	176.71	243.27			Cono
	16	15.00	30.00	176.71	229.15			Cono
	17	15.00	30.00	176.71	232.23			Cono
	18	15.00	30.00	176.71	230.61			Cono
	19	15.00	30.00	176.71	228.87			Cono
	20	15.00	30.00	176.71	246.70			Cono

Fuente: Elaboración Propia

De la Tabla N°23 se observan los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión a los 14 días, se realizaron con 10 probetas de 15 cm diámetro por 30 de alto por cada uno de los diseños. Obteniendo una resistencia promedio de 190.65 kg/cm² para el cemento Mochica Tipo GU el cual representa el 90.79% del diseño de mezcla 210 kg/cm², mientras que para el cemento Pacasmayo Portland Tipo I se obtuvo 235.88 kg/cm² representando el 112.32% del diseño de mezcla 210 kg/cm².

Tabla 24: Resultados del Ensayo de Resistencia a Compresión con los dos tipos de cemento a los 28 días

RESULTADOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN CON CEMENTO MOCHICA GU Y PACASMAYO TIPO I, PROPORCIÓN ÓPTIMA OBTENIDA								
Tipo de Cemento	PROB.	DIAM. (cm)	ALT. (cm)	ÁREA (cm ²)	ESFUERZOS (kg/cm ²)	% Obten.	TIPO DE FALLA	
CEMENTO MOCHICA TIPO GU	41	15.00	30.00	176.71	237.76	243.73	116.06%	Cono
	42	15.00	30.00	176.71	246.42			Cono
	43	15.00	30.00	176.71	240.43			Cono
	44	15.00	30.00	176.71	243.24			Cono
	45	15.00	30.00	176.71	244.86			Cono
	46	15.00	30.00	176.71	240.56			Cono
	47	15.00	30.00	176.71	248.16			Cono
	48	15.00	30.00	176.71	245.42			Cono
	49	15.00	30.00	176.71	241.62			Cono
	50	15.00	30.00	176.71	248.83			Cono
CEMENTO PACASMAYO PORTLAND TIPO I	51	15.00	30.00	176.71	255.11	258.79	123.23%	Cono
	52	15.00	30.00	176.71	257.55			Cono
	53	15.00	30.00	176.71	260.06			Cono
	54	15.00	30.00	176.71	255.93			Cono
	55	15.00	30.00	176.71	256.88			Cono
	56	15.00	30.00	176.71	260.65			Cono
	57	15.00	30.00	176.71	262.69			Cono
	58	15.00	30.00	176.71	261.79			Cono
	59	15.00	30.00	176.71	262.80			Cono
	60	15.00	30.00	176.71	254.47			Cono

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla N^o24 se observan los resultados de los ensayos de resistencia a la compresión a los 28 días, se realizaron con 10 probetas de 15 cm diámetro por 30 de alto por cada uno de los diseños. Obteniendo una resistencia promedio de 243.73 kg/cm² para el cemento Mochica Tipo GU el cual representa el 116.06% del diseño de mezcla 210 kg/cm², mientras que para el cemento Pacasmayo Portland Tipo I se obtuvo 258.79 kg/cm² representando el 123.23% del diseño de mezcla 210 kg/cm².

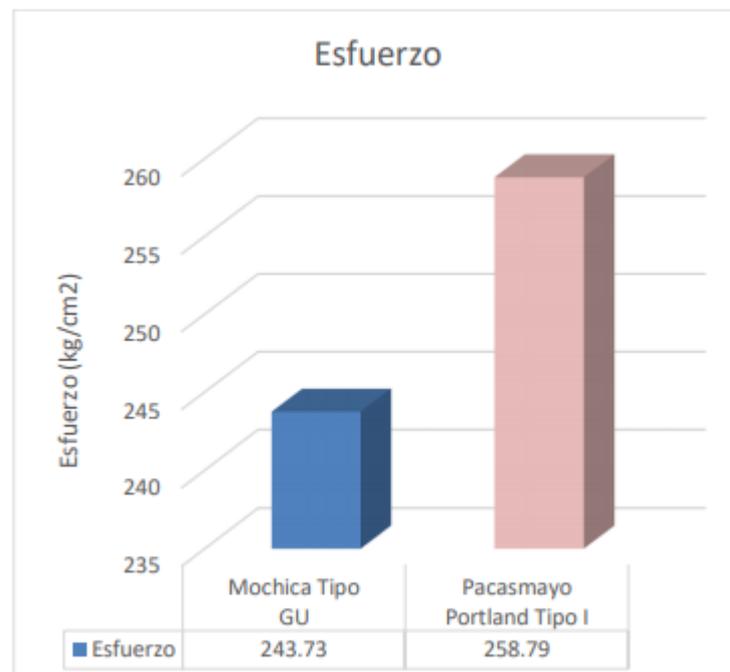
Tabla 25: Resistencia a la Compresión Promedio para Diferentes Tipos de Cemento a los 28 Días

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN PROMEDIO		
PROBETA	CEMENTO MOCHICA TIPO GU	CEMENTO PACASMAYO PORTLAND TIPO I
ESFUERZO PROM. (kg/cm ²)	243.73	258.79

Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia en el cuadro resumen de resistencia a la compresión promedio a los 28 días de especímenes de concreto elaborado con el cemento Mochica Tipo GU y Pacasmayo Portland Tipo I, este último presenta una superioridad de 15.06 kg/cm², que representa un 6.18% mayor resistencia, respecto del diseño de mezcla elaborado con cemento Mochica Tipo GU.

Gráfico 3: Diagrama de Barras Comparativo de Esfuerzo de Concreto Elaborado con Cemento Mochica GU y Pacasmayo Portland Tipo I



Fuente: Elaboración propia

5.5.1.2 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN PARA LA MEZCLA CON CEMENTO MOCHICA TIPO GU Y CEMENTO PACASMAYO PORTLAND TIPO I.

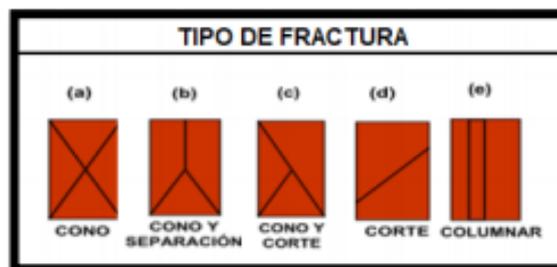
Tabla 26: Resultados del Ensayo de Resistencia a Compresión

RESULTADOS DEL ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN CON CEMENTO MOCHICA TIPO GU Y PACASMAYO PORTLAND TIPO I							
TIPO DE CEMENTO	PROB.	ALT. (cm)	AREA (cm ²)	PESO (kg)	CARGA MAX. (kg)	ESFUER.	TIPO DE FALLA
CEMENTO MOCHICA TIPO GU	41	30.00	176.71	13.03	42015.78	237.76	Cono
	42	30.00	176.71	13.04	43546.68	246.42	Cono
	43	30.00	176.71	13.03	42487.89	240.43	Cono
	44	30.00	176.71	13.03	42983.70	243.24	Cono
	45	30.00	176.71	13.04	43270.13	244.86	Cono
	46	30.00	176.71	13.04	42509.61	240.56	Cono
	47	30.00	176.71	13.04	43852.86	248.16	Cono
	48	30.00	176.71	13.03	43368.89	245.42	Cono
	49	3.00	176.71	13.04	42697.27	241.62	Cono
	50	30.00	176.71	13.03	43971.38	248.83	Cono
CEMENTO PACASMAYO PORTLAND TIPO I	51	30.00	176.71	13.06	45082.51	255.11	Cono
	52	30.00	176.71	13.06	45512.15	257.55	Cono
	53	30.00	176.71	13.06	45956.61	260.06	Cono
	54	30.00	176.71	13.06	45225.73	255.93	Cono
	55	30.00	176.71	13.06	45393.63	256.88	Cono
	56	3.00	176.71	13.06	46060.31	260.65	Cono
	57	30.00	176.71	13.06	46420.82	262.69	Cono
	58	30.00	176.71	13.06	46262.79	261.79	Cono
	59	30.00	176.71	13.06	46440.57	262.80	Cono
	60	30.00	176.71	13.06	44968.93	254.47	Cono

Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia en la Tabla N°26 de resistencia a la compresión promedio a los 28 días de especímenes de concreto elaborado con el cemento Mochica Tipo GU y Pacasmayo Portland Tipo I, estos presentan un tipo de falla en forma de cono y los pesos de las probetas se encuentran entre 13.06 – 13.03 kg.

Figura 7: Tipos de fracturas



FUENTE: Elaboración Propia

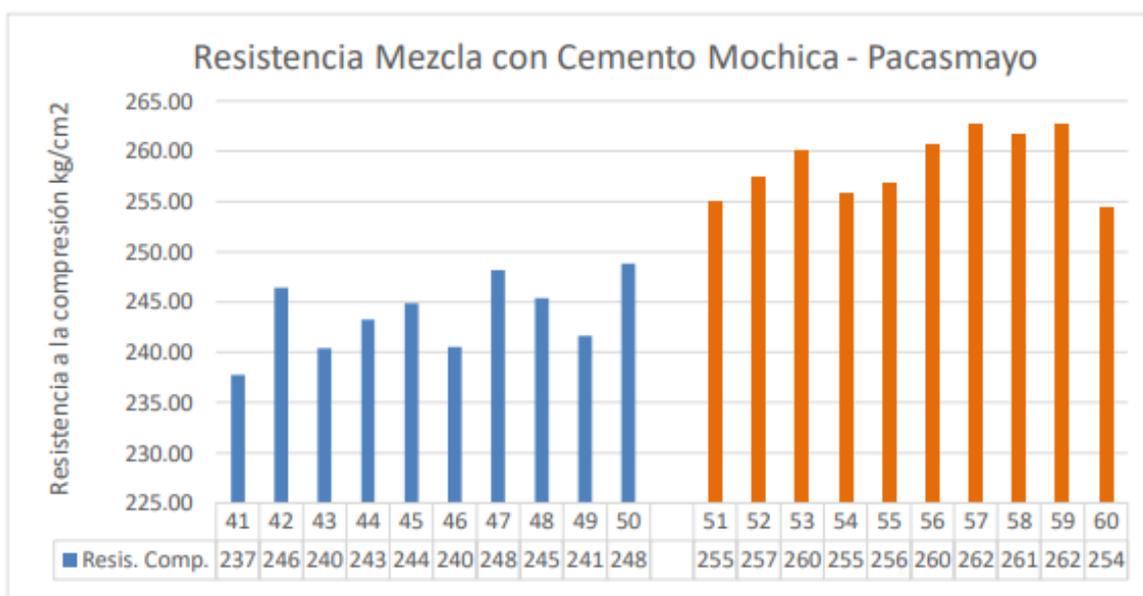
Tabla 27: Análisis de Resultados de los Ensayos a Compresión de los Especímenes

ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE LOS ESPECÍMENES					
RANGOS	ALTURA (cm)	ÁREA (cm²)	PESO (kg)	CARGA MAX. (kg)	ESFUERZO (kg/cm²)
CEMENTO MOCHICA TIPO GU					
Valor Min	30.00	176.71	13.03	42015.78	237.76
Valor Max	30.00	176.71	13.04	43971.38	248.83
Valor Prom	30.00	176.71	13.035	42993.58	243.30
Variación	0.00	0.00	0.01	1955.60	0.12
CEMENTO PACASMAYO PORTLAND TIPO I					
Valor Min	30.00	176.71	13.06	44968.93	254.47
Valor Max	30.00	176.71	13.06	46440.57	262.80
Valor Prom	30.00	176.71	13.06	45704.75	258.64
Variación	0.00	0.00	0.00	1471.64	8.33

Fuente: Elaboración propia

De este cuadro se observa las diferencias entre el valor mínimo, el valor máximo, el valor promedio y el rango de variación existente entre el valor mínimo y máximo de los datos de altura, área, peso, carga máxima y esfuerzo de la mezcla con Cemento Mochica Tipo GU y cemento Portland Tipo I.

Gráfico 4: Resistencia de los especímenes de Mezcla con Cemento Mochica Tipo Gu y Pacasmayo Portland Tipo I a los 28 días



Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. CONCLUSIONES

- Al realizar el análisis comparativo de la resistencia a la compresión de los especímenes elaborados con Cemento Mochica Tipo GU y Pacasmayo Portland Tipo I, se concluye que la resistencia a la compresión final alcanzada por el concreto elaborado con Cemento Mochica Tipo GU fue de 243 kg/cm², y la resistencia a la compresión final alcanzada por el concreto elaborado con Cemento Pacasmayo Portland Tipo I fue de 258.79 kg/cm². Significando esto una mayor resistencia del concreto elaborado con cemento Pacasmayo Portland Tipo I con 15.06 kg/cm². Es decir, el cemento Pacasmayo Portland Tipo I genera una resistencia de 6.18% mayor, respecto del cemento Mochica Tipo GU.
- Realizando el análisis de las características físicas entre los cementos Mochica Tipo GU y Pacasmayo Portland Tipo I que generan cambios en la elaboración del concreto, concluimos que la propiedad física que influyen en el proceso de diseño y elaboración de concreto es la densidad. el Cemento Mochica Tipo GU cuenta con una densidad de 2.98 gr/ml y el Cemento Portland Tipo I 3.10 gr/ml, estos valores son utilizados por el método ACI en el diseño de la mezcla lo cual influye ligeramente en las proporciones de los materiales.

Tabla 28: Diferencias de las Propiedades Físicas Cemento Mochica Tipo GU y Cemento Portland Tipo I

Propiedades Físicas	Unid.	CPSAA Mochica GU	CPSAA Portland Tipo I
Contenido de Aire	%	5	7
Expansión en Autoclave	%	0.06	0.09
Superficie Específica	cm ² /gr	5180	3750
Densidad	gr/ml	2.98	3.10
Resistencia a la compresión			
Resistencia Compresión a 3 días	MPa (kg/cm ²)	21.0 (214)	26.1 (266)
Resistencia Compresión a 7 días	MPa (kg/cm ²)	27.1 (276)	33.9 (346)
Resistencia Compresión a 14 días	MPa (kg/cm ²)	33.4 (340)	42.3 (431)
Tiempo de Fraguado Vicat:			
Fraguado Inicial	min	124	138
Fraguado Final	min	255	267

Fuente: Ficha Técnica Mochica GU Pacasmayo Portland Tipo

- A partir de cada diseño de mezclas obtenido, se elaboraron las probetas, las cuales fueron ensayadas y curadas bajo los requisitos de la normativa vigente de 3, 7, 14 y 28 días para cada marca de cemento que se utilizó. En nuestro caso la rotura de probetas se realizó a partir de los 7 días, 14 días y 28 días, donde se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 29: Resistencia a la Compresión a los 7, 14, 28 días

Cemento	Resistencia a la Compresión Kg/cm²					
	7 días		14 días		28 días	
	Kg/cm²	%	Kg/cm²	%	Kg/cm²	%
Mochica Tipo GU	168.10	80.05	190.65	90.79	243.73	116.06
Pacasmayo Portland Tipo I	209.39	99.71	235.88	112.32	258.79	123.23

Fuente: Elaboración propia

- Del cuadro podemos concluir que el diseño de mezcla con cemento Pacasmayo Portland Tipo I, tuvo una clara superioridad en lo que a resistencia se refiere, respecto al diseño de mezcla con cemento

Mochica GU. Así mismo podemos apreciar que el diseño de mezcla con cemento Pacasmayo Portland Tipo I adquirió mayor resistencia en el mismo periodo de tiempo de curado que el diseño con Cemento Mochica Tipo UG. También concluimos que los dos diseños de mezcla cumplieron con el requerimiento mínimo que contempla la norma que son, resistencia del 80% de diseño a los 7 días, 90% de resistencia de diseño a los 14 días y 100% de resistencia a los 28 días.

- Luego de haber realizado el análisis comparativo, se llega a la conclusión que los concretos $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ hechos con cemento tipo ICO presentan un ligero mejor desempeño que los concretos hechos con cemento tipo GU, considerando que ambos cementos presentan propiedades físicas y mecánicas con valores muy similares, cuyas diferencias no son tan importantes; además que cumplen con los requisitos solicitados para concretos que no soliciten requerimientos especiales. Sin embargo, la calidad del concreto no depende exclusivamente del tipo de cemento; sino también, de la temperatura, del diseño de mezcla y de la calidad de los agregados grueso y fino, los cuales deben tener un adecuado estudio de sus propiedades previo a la elaboración del concreto, ya que son estos los que definen su trabajabilidad, consistencia, cohesión, fluidez, contenido de aire, peso unitario, resistencia a la compresión, entre otros.
- Finalmente, se fueron encontrando algunas limitaciones durante el desarrollo de esta tesis, la más importante fue la imposibilidad de desarrollar esta tesis de manera experimental, debido a la crisis sanitaria por la que atraviesa el mundo entero. Otra de las limitaciones y no menos importante, fue el reducido tamaño de la muestra, debido a la poca cantidad de investigaciones que han evaluado las mismas variables que esta tesis, ya que la mayoría de las investigaciones de concreto evalúan el efecto que tienen los aditivos en las propiedades del concreto.

6.2. RECOMENDACIONES

- Para la selección de un buen agregado grueso y agregado fino, es recomendable llevar a cabo los ensayos correspondientes en un laboratorio de mecánica de suelos y así analizar su comportamiento mecánico y físico, teniendo en cuenta siempre la normativa vigente para agregados grueso y fino.
- Realizar investigaciones con otros tipos de cementos y otros tipos de aditivos a diferentes temperaturas, debido a que la ciudad de Tarapoto se encuentra en una zona de incrementos significativos de temperatura llegando hasta los 34° C.
- Se recomienda seguir cada uno de los pasos para la elaboración de probetas de concreto. Al momento del vaciado del concreto en las probetas, se deberá varillar toda el área del cilindro uniformemente, teniendo en cuenta que al finalizar el varillado, la superficie de la muestra de concreto necesariamente debe ser lisa con la finalidad que al ser colocada en la máquina de ensayo de compresión sea lo más uniforme y preciso posible.
- Se recomienda hacer un análisis de costos y beneficios en la utilización de ambos cementos, ya que, en cantidades considerables, vamos a tener significativas diferencias de precios.

CAPÍTULO VII: REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Argos. (2010). Control de calidad del concreto en obra. Recuperado de: http://blog.360gradosenconcreto.com/wp-content/uploads/2016/02/WEB_controlcalidad.pdf.
- Asociación Colombiana de Productores de Concreto. (2020). Control de las temperaturas en el concreto. Recuperado de <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/buenaspracticas/control-de-las-temperaturas-en-el-concreto>.
- Asociación de Productores de Cemento. (2016). Proceso de fabricación del cemento. Recuperado de <http://www.asocem.org.pe/productos-a/cual-es-el-proceso-defabricacion-del-cemento>.
- Bermúdez, D. & Cadena, H. (2015). Correlación entre la resistencia al esfuerzo de compresión y tracción del hormigón, utilizando agregados de las canteras de Pifo y San Antonio, cemento Holcim tipo GU. (Tesis de Titulación). Universidad Central de Ecuador, Quito, Ecuador.
- Castellón, H. & Ossa, K. (2013). Estudio comparativo de la resistencia a la compresión de los concretos elaborados con cemento tipo I y tipo III, modificados con aditivos acelerantes y retardantes. (Tesis de Titulación). Universidad de Cartagena, Cartagena, Colombia.
- Cementos Pacasmayo S.A.A. (2017). Política de calidad. Recuperado de: <http://www.cementospacasmayo.com.pe/desarrollo-sostenible/calidad/>.
- Construrama. (2020). Cemex, Cemento gris Cpc40 Granel, Tonelada [Gráfico]. Recuperado de <https://www.construrama.com/acisa/catalogo/cemento/cemento-granel/cemexcemento-gris-cpc40-granel-tonelada/p/0104000002>.
- Cortes, E. & Perilla, J. (2014). Estudio comparativo de las características físico - mecánicas de cuatro cementos comerciales portland tipo I. (Tesis de

Titulación). Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia.

- Acevedo & Martínez, (2017). En su tesis titulada “Desempeño de las propiedades físicas y mecánicas del concreto dosificado con cemento “Nacional” comparado con el concreto dosificado con cemento Sol” de la universidad San Martin de Porres – Lima.
- Arauca, (2010). En la tesis titulada “Estudio de las propiedades del concreto en estado fresco y endurecido utilizando cemento de la república dominicana Quisqueya portland tipo 1” para optar el título de ingeniería civil de la Universidad Nacional de Ingeniería.
- CAPECO (2009), Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), Decreto Supremo N°063-70-VI pág. 35.
- Chunga & Hugo, (2016). En su tesis titulada “Evaluación de la calidad del concreto a usar en construcciones informales en la ciudad de Pimentel” para optar el título de ingeniero civil de la universidad nacional Pedro Ruiz Gallo – Lambayeque.
- Cortes & Perilla, (2014). En su tesis titulada “Estudio Comparativo de las características físico – mecánicas de cuatro cementos portland tipo I” para optar el título de ingeniería civil de la universidad militar de Granada.
- Gallo & Saavedra, (2015). En la tesis titulada “Análisis comparativo del comportamiento de los concretos utilizando cemento blanco Tolteca y cemento gris Sol” para optar el título de ingeniería civil de la universidad San Martin de Porres – Lima.
- Martínez, Lorena (2016). En la tesis titulada “Análisis comparativo de la edad vs la resistencia a la compresión del hormigón elaborado con diferentes marcas de cemento portland” para optar el título de ingeniería civil de la Universidad Técnica de Ambato.
- Sánchez Guzmán Diego (2001). Tecnología del concreto y del mortero, Quinta edición, Editorial Bhandar Editores.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA				
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	INDICADORES	VARIABLES
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL		
¿Será posible hacer la evaluación y comparación de las propiedades de la resistencia del concreto fabricado con los cementos, Pórtland tipo I y Mochica tipo GU, de uso masivo en la construcción de edificaciones,	Determinar las propiedades de la resistencia del concreto fabricado con los cementos, Pórtland tipo I y Mochica tipo GU, de uso masivo en la construcción de edificaciones,	La evaluación y comparación de las propiedades de la resistencia del concreto fabricado con los cementos, Pórtland tipo I y Mochica tipo GU, si permitirá evitar la generación de patologías en la construcción de las edificaciones.	<p>Porosidad del material agregados</p> <p>Modulo de finura del agregado fino</p> <p>Granulometría de los agregados</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE:</p> <p>Cemento Pórtland Tipo I y Mochica GU</p>
PROBLEMAS ESPECÍFICOS				
¿De qué manera se puede caracterizar los agregados utilizados en la elaboración del concreto?	1. Identificar mediante ensayos de laboratorio las características físicas, mecánicas e hidráulicas de los agregados.	1. Evaluar con ensayos de laboratorio permitirá determinar las características físicas, mecánicas e hidráulicas de los agregados conformantes del concreto.	Peso volumétrico del concreto	VARIABLE DEPENDIENTE:
¿De qué manera evaluaremos la resistencia del concreto, elaborado con los cementos, Pórtland tipo I y Mochica GU?	2. Determinar la resistencia a la compresión simple del concreto para los cementos, Pórtland tipo I y Mochica tipo GU, mediante la rotura de especímenes cilindricos a los 7, 14 y 28 días respectivamente.	Con ensayos de laboratorio mediante la rotura de probetas permitirá determinar la resistencia del concreto, elaborado con los cementos, Pórtland tipo I y Mochica GU a los 7, 14 y 28 días	Consistencia del concreto	Resistencia del concreto

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2: Ficha técnica de los cementos utilizados



CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.

Calle La Colonia Nro. 150 Urb. El Vivero de Monterrico Santiago de Surco - Lima
Carretera Panamericana Norte Km. 699 Pacasmayo - La Libertad
Teléfono 317 - 6000



G-CC-F-04
Versión 03

CEMENTO MOCHICA

Cemento Portland Tipo GU

Conforme a la NTP 334.062 / ASTM C1157

Pacasmayo, 20 de Setiembre del 2017

PROPIEDADES FISICAS		CPSAA	Requisito NTP 334.062 / ASTM C1157
Contenido de Aire	%	5	Máximo 12
Expansión en Autoclave	%	0.06	Máximo 0.80
Superficie Específica	cm ² /g	9180	NO ESPECIFICA
Retenido M305	%	3.7	NO ESPECIFICA
Densidad	g/mL	2.96	NO ESPECIFICA
Resistencia Compresión :			
Resistencia Compresión a 3días	MPa (kg/cm ²)	21.0 (214)	Mínimo 13.0 (Mínimo 133)
Resistencia Compresión a 7días	MPa (kg/cm ²)	27.1 (276)	Mínimo 20.0 (Mínimo 204)
Resistencia Compresión a 28días	MPa (kg/cm ²)	33.4 (340)	Mínimo 28.0 (Mínimo 286)
Tiempo de Fraguado Vicat :			
Fraguado Inicial	min	124	Mínimo 45
Fraguado Final	min	268	Máximo 420
Expansión Barra de Mortero a 14 días	%	0.006	Máximo 0.020

Los resultados arriba mostrados, corresponden al promedio del cemento despachado durante el periodo del 01-08-2017 al 31-08-2017.

La resistencia a la compresión a 28 días corresponde al mes de Julio 2017.

La expansión de la barra del mortero corresponde al mes de Julio 2017.

Cemento Portland Tipo I

Conforme a la NTP 334.009 / ASTM C150
Pacasmayo, 20 de Setiembre del 2017

COMPOSICIÓN QUÍMICA		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
MgO	%	2.3	Máximo 6.0
SO ₃	%	2.7	Máximo 3.0
Pérdida por Ignición	%	3.0	Máximo 3.5
Residuo Insoluble	%	0.92	Máximo 1.5

PROPIEDADES FÍSICAS		CPSAA	Requisito NTP 334.009 / ASTM C150
Contenido de Aire	%	7	Máximo 12
Expansión en Autoclave	%	0.09	Máximo 0.80
Superficie Específica	cm ² /g	3750	Mínimo 2800
Densidad	g/mL	3.10	NO ESPECIFICA

Resistencia Compresión :

Resistencia Compresión a 3 días	MPa (Kg/cm ²)	28.1 (266)	Mínimo 12.0 (Mínimo 122)
Resistencia Compresión a 7 días	MPa (Kg/cm ²)	33.9 (348)	Mínimo 19.0 (Mínimo 194)
Resistencia Compresión a 28 días (*)	MPa (Kg/cm ²)	42.3 (431)	Mínimo 28.0 (Mínimo 286)

Tiempo de Fraguado Vicat :

Fraguado Inicial	min	138	Mínimo 45
Fraguado Final	min	267	Máximo 375

Los resultados arriba mostrados, corresponden al promedio del cemento despachado durante el periodo del 01-08-2017 al 31-08-2017.

La resistencia a la compresión a 28 días corresponde al mes de Julio 2017.

(*) Requisito opcional.

Anexo 3: Ensayos de agregados grueso y fino



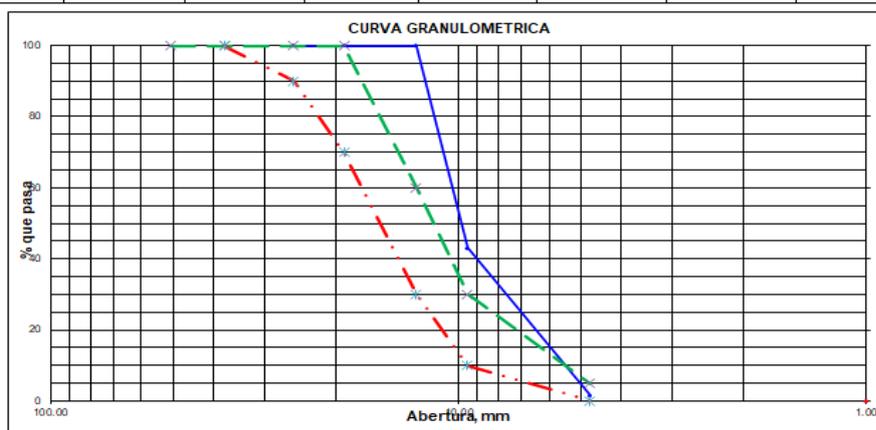
RUC 10447335315

CONSULTORA Y CONSTRUCTORA

- * Estudio de mecánica de Suelos
- * Servicio de Ingeniería en General
- * Elaboración de Expedientes técnicos y Perfiles
- * y otros..

TESIS:	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ELABORADO CON CEMENTO MOCHICA Y CEMENTO PACASMAYO PORTLAND TIPO I, EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES, EN LA CIUDAD DE YURIMAGUAS-ALTO AMAZONAS-LORETO
UBICACIÓN :	DISTRITO DE YURIMAGUAS, ALTO AMAZONAS - LORETO
REALIZADO :	TESISTAS: PIPA LECCA MARCOS KENNEDI - ROJAS LINARES MAE NORFIT
CANTERA :	AGREGADOS GRUESO - FAMILIA DELGADO

PESO INICIAL SECO. [GR]		5000.00					ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ASTM C-33 HUSO 467		CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
MALLAS	ABERTURA [MM]	PESO RETENIDO [GRS]	PORCENT. RET. [%]	PORCENT. RET. AGJULADO [%]	PORCENT. AJUM. PASANTE [%]					
2"	50.800								DIÁMETRO NOMINAL MÁXIMO.	1/2"
1 1/2"	37.500								MÓDULO DE FINURA.	-
1"	25.400								PESO ESPECÍFICO SECO (GR/CC)	2.66
3/4"	19.050						70	100	ABSORCIÓN (%)	0.53
1/2"	12.700					100.00	30	60	HUMEDAD (%)	0.98
3/8"	9.525	2850.00	57.00	57.00	43.00		10	30	PESO UNITARIO SUBLTO (KG/M3)	1355.0
Nº 4	4.760	2072.00	41.40	98.40	1.60		0	5	PESO UNITARIO COMPACTADO (KG/M3)	1492.0
< Nº 4	0.000	72.65	1.50	99.90	0.10					



2.0 PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO GRUESO (NORMA ASTM C 128)

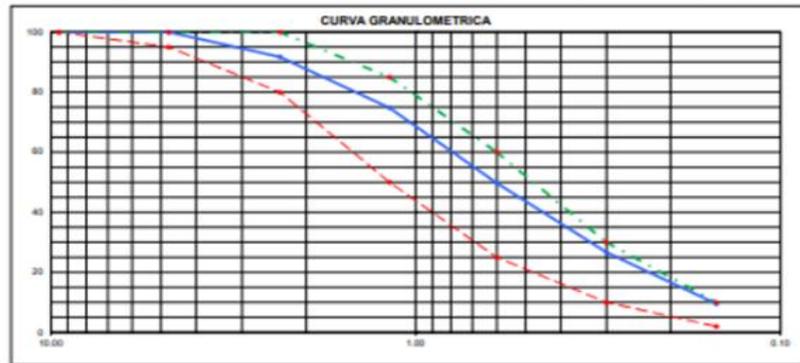
PROCEDIMIENTO		
1. PESO DE MUESTRA SECADA AL HORNO	[GR]	2997.0
2. PESO DE MUESTRA SATURADA CON SUPERFICIE SECA	[GR]	3013.0
3. PESO DE MUESTRA SATURADA DENTRO DEL AGUA	[GR]	1885.0
4. PESO ESPECÍFICO DE MASA	[GR/CC]	2.660
5. PESO ESPECÍFICO DE MASA SUPERFICIALMENTE SECO	[GR/CC]	2.671
6. PESO ESPECÍFICO APARENTE	[GR/CC]	2.695
7. PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	[%]	0.53

3.0 PESO UNITARIO (NORMA ASTM C 29)

PROCEDIMIENTO		P.U.S.		P.U.C.	
1. PESO MOLDE + MATERIAL	[Kg]	25.125	25.135	26.910	27.245
2. PESO MOLDE	[Kg]	5.890	5.890	5.890	5.890
3. PESO DEL MATERIAL	[Kg]	19.235	19.245	21.020	21.355
4. VOLUMEN DEL MOLDE	[M³]	0.0142	0.0142	0.0142	0.0142
5. PESO UNITARIO	[Kg/M³]	1355.00	1355.00	1480.00	1504.00
6. PESO UNITARIO PROMEDIO	[Kg/M³]	1355.00		1492.00	

TESIS:	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ELABORADO CON CEMENTO MOCHICA Y CEMENTO PACASMAYO PORTLAND TIPO I, EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES, EN LA CIUDAD DE YURIMAGUAS-ALTO AMAZONAS-LORETO
UBICACIÓN :	DISTRITO DE YURIMAGUAS, ALTO AMAZONAS - LORETO
REALIZADO :	TESISTAS: PIPA LECCA MARCOS KENNEDI - ROJAS LINARES MAE NORFIT
CANTERA :	AGREGADOS FINO - FAMILIA DELGADO

PESO INICIAL SECO. [GR]		500.000				ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ASTM C-33		CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
MALLAS	ABERTURA [mm]	PESO RETENIDO [GRS]	FORCENT. RET. [%]	FORCENT. RET. ACUMULADO [%]	FORCENT. ACUM. PASANTE [%]				
3/8"	9.525								
N° 4	4.760	0.00	0.00	0.00	100.00	95	100	DIÁMETRO NOMINAL MÁXIMO.	2.36
N° 8	2.360	41.23	8.25	8.25	91.75	80	100	MÓDULO DE FINURA	2.50
N° 16	1.180	85.11	17.02	25.27	74.73	50	85	PESO ESPECÍFICO SECO (GR/CC)	2.70
N° 30	0.600	125.09	25.02	50.29	49.71	25	60	ABSORCIÓN (%)	0.28
N° 50	0.300	115.25	23.05	73.34	26.66	10	30	HUMEDAD (%)	0.34
N° 100	0.150	85.63	17.13	90.47	9.53	2	10	PESO UNITARIO SUELTO (KG/M ³)	1408.0
<N° 100	0.000	47.69	9.53	100.00	0.00			PESO UNITARIO COMPACT.	1545.0



2.0 PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADO FINO (NORMA ASTM C 127)

PROCEDIMIENTO		
1. PESO DE ARENA S.S.S. + FIOLA + PESO DEL AGUA	[GR]	1194.75
2. PESO DE ARENA S.S.S. + PESO DE FIOLA	[GR]	668.33
3. PESO AGUA	[GR]	526.42
4. PESO DE ARENA SECADA AL HORNO + FIOLA	[GR]	666.95
5. PESO DE LA FIOLA N° 01	[GR]	169.33
6. PESO DE ARENA SECADA AL HORNO	[GR]	497.62
7. PESO DE ARENA S. S. S.	[GR]	499.00
8. VOLUMEN DEL BALÓN	[CC]	184.54
9. PESO ESPECÍFICO DE MASA	[GR/CC]	2.697
10. PESO ESPECÍFICO DE MASA SUP. SECO	[GR/CC]	2.704
11. PESO ESPECÍFICO APARENTE	[GR/CC]	2.697
12. PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	[%]	0.28

3.0 PESO UNITARIO (NORMA ASTM C 29)

PROCEDIMIENTO		P.U.S.		P.U.C.	
1. PESO MOLDE + MATERIAL	[Kg]	25.945	25.785	27.865	27.775
2. PESO MOLDE	[Kg]	5.890	5.890	5.890	5.890
3. PESO DEL MATERIAL	[Kg]	20.055	19.895	21.975	21.885
4. VOLUMEN DEL MOLDE	[M ³]	0.0142	0.0142	0.0142	0.0142
5. PESO UNITARIO	[Kg/M ³]	1414.00	1401.00	1548.00	1541.00
6. PESO UNITARIO PROMEDIO	[Kg/M ³]	1408.00		1545.00	

Anexo 4: Diseño de Mezcla

DISEÑO DE MEZCLA CEMENTO MOCHICA TIPO GU 210 kg/cm²



**CONSULTORA Y
CONSTRUCTORA**

- * Estudio de mecanica de Suelos
- * Servicio de Ingenieria en General
- * Elavoracion de Expedientes tecnicos y Perfiles
- * y otros..

TESIS:	ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ELABORADO CON CEMENTO MOCHICA Y CEMENTO PACASMAYO PORTALND TIPO I, EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES, EN LA CIUDAD DE YURIMAGUAS-ALTO AMAZONAS-LORETO
UBICACIÓN :	DISTRITO DE YURIMAGUAS, ALTO AMAZONAS - LORETO
REALIZADO :	TESISTAS: PIPA LECCA MARCOS KENNEDI - ROJAS LINARES MAE NORFIT
CANTERA :	AGREGADOS GRUESOS Y FINOS DE CANTERA FAMILIA DELGADO - YURIMAGUAS

PROCEDIMIENTO DE DOSIFICACION
SECUENCIA DE DISEÑO f_c =210

SLUMP REQUERIDO	3" a 4"	
TAM. MAX. AGREGADO	3/4"	
VOL. UNIT. DE AGUA	205.0	Ll
RELACION a/c	0.558	
CONTENIDO DE CEMENTO	367.38	kg/m ³
VOL. AGREGADO GRUESO	0.65	
PORCENT. AIRE ATRAPADO	2.00	%

CARACTERISTICAS FISICAS DE AGREGADOS

CRACTERISTICAS FISICAS		Ag. Fino	Ag. Grueso
PESO ESPECIFICO	[gr/cc]	2.70	2.66
ABSORCION	[%]	0.28	0.55
PESO UNIT. SUELTO	[Kg/m ³]	1408.00	1356.00
PESO UNIT. COMPACTADO	[Kg/m ³]	1545.00	1492.00
TAM. MAX.	[pulg]		3/4"
TAM. MAX. NOMINAL	[pulg]		3/4"
MOD. FINEZA		2.50	
CONT. HUMEDAD	[%]	0.34	0.10
PORCENT DE AGREG.	[%]	0.35	0.65

CEMENTO MOCHICA GU

PESO ESPECIFICO	[gr/cc]	2.98
-----------------	---------	------

RELACION A/C	0.56
--------------	------

VOLUMEN DE LA MEZCLA

CEMENTO	0.123	m ³
AGUA	0.205	m ³
AIRE	0.020	m ³
VOLUMEN DE PIEDRA	0.365	m ³
	0.713	
VOL. PARCIAL DE MEZCLA	0.287	m ³

PESOS SECOS DE AGREGADOS

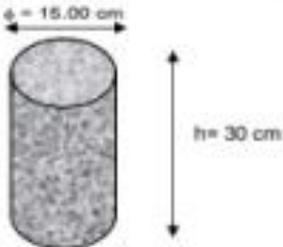
ARENA	775.00	m ³
PIEDRA	970.00	m ³
	1745.00	

HUMEDAD SUPERFICIAL DE AGREGADOS					
HUMEDAD - ABSORCION					
ARENA				0.06	
PIEDRA				-0.43	
APORTE DE HUMEDADES DE LOS AGREGADOS					
ARENA				0.50	Ll.
PIEDRA				<u>-4.20</u>	
				-3.70	
AGUA EFECTIVA					
				208.70	Ll.
DISEÑO EFECTIVO [EN LABORATORIO]					
CEMENTO		367.38			Kg/m ³
AGUA		208.70			Lt/m ³
ARENA		785.00			Kg/m ³
PIEDRA		960.00			Kg/m ³
TANDA DE LABORATORIO en m ³					
CEMENTO		9.920			Kg
AGUA		5.630			Ll.
ARENA		21.200			Kg
PIEDRA		25.920			Kg
PROPORCION EN PESO					
	CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA	
	1.00	2.10	2.60	24.10	Ll./bolsa
PESO UNITARIO DE AGREGADOS					
ARENA		1413.00			Kg/m ³
PIEDRA		1357.00			Kg/m ³
PESOS POR PIE CUBICO DE MATERIALES					
CEMENTO		42.50			Kg/p ³
AGUA		24.10			Lt/p ³
ARENA		40.40			Kg/p ³
PIEDRA		38.80			Kg/p ³
PESOS POR TANDA DE UN SACO					
CEMENTO		42.50			Kg/saco
AGUA		24.10			Lt/saco
ARENA		89.30			Kg/saco
PIEDRA		110.50			Kg/saco
PIES CUBICOS POR SACO [DOSIFICACION EN VOLUMEN]					
CEMENTO		1.00			pie ³ /saco
AGUA		24.10			Lt/saco
ARENA		2.20			pie ³ /saco
PIEDRA		2.80			pie ³ /saco
DOSIFICACION PARA OBRA					
CEMENTO	ARENA	PIEDRA	AGUA	SLUMP	RES. A LOS 7 DIAS
1.00 P ³	2.20 P ³	2.80 P ³	24.10 Lt	3" - 4"	168.10 Kg/cm ²

DOSIFICACIÓN PARA ELABORACIÓN DE PROBETA CEMENTO MOCHICA TIPO UG

DOSIFICACION Y ELABORACIÓN DE PROJETAS DE CONCRETO

1.- Cálculo de áreas y volúmenes:
a).- MOLDE PARA LA ELABORACION DE PROBETA:



a).- Cálculo del Área del Molde (Especimen de concreto)

$$Ae = \pi \cdot D^2 / 4$$

$$Ae = (3.1416)(15)^2 / 4 = 176.72 \text{ cm}^2$$

Datos:	
Ae = área del espécimen	176.72
$\pi = 3.1416$	3.1416
D = Diámetro del Molde	15

b).- Cálculo del Volumen del Molde

$$Ve = (\pi \cdot D^2 / 4) \cdot h$$

$$Vm = ((3.1416)(15)^2) \times 30 / 4 = 5301.45 \text{ cm}^3 = 0.00530 \text{ m}^3$$

Datos:	
Ae = área del espécimen	176.72
$\pi = 3.1416$	3.1416
D = Diámetro del Molde	15
h = Altura del Molde	30

2.- Dosificación:

a) Diseño efectivo de Laboratorio

CEMENTO =	367.38	Kg/m ³	
AGUA =	208.70	Kg/m ³	
ARENA =	785.00	Kg/m ³	
PIEDRA =	960.00	Kg/m ³	
P. Unitario C* =	2321.08	Kg/m ³	

P. Unitario C* x Unidad =	2315.17 x 0.00530
P. Unitario C* x Unidad =	12.31 Kg

b) Proporción por espécimen

CEMENTO =	1.95	Kg	= 367.38 * 0.00530
AGUA =	1.11	Kg	= 208.70 * 0.00530
ARENA =	4.16	Kg	= 785.00 * 0.00530
PIEDRA =	5.09	Kg	= 960.00 * 0.00530
P. Especimen =	12.31	Kg	

Se deberá adicionar un % de Desperdicio se Recomienda 30% = 1.3

CEMENTO =	2.53	Kg	= 1.95 * 1.30
AGUA =	1.44	Kg	= 1.11 * 1.30
ARENA =	5.41	Kg	= 4.16 * 1.30
PIEDRA =	6.62	Kg	= 5.09 * 1.30

Cantidad por N° de Probetas 30

CEMENTO =	75.96	Kg	= 2.53 * 30
AGUA =	43.15	Kg o Litros	= 1.44 * 30
ARENA =	162.30	Kg	= 5.41 * 30
PIEDRA =	198.49	Kg	= 6.62 * 30

DISEÑO DE MEZCLA CEMENTO PACASMAYO PORTLAND TIPO I 210 kg/cm²



**CONSULTORA Y
CONSTRUCTORA**

- * Estudio de mecanica de Suelos
- * Servicio de Ingenieria en General
- * Elavoracion de Expedientes tecnicos y Perfiles
- * y otros..

TESIS:	ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ELABORADO CON CEMENTO MOCHICA Y CEMENTO PACASMAYO PORTLAND TIPO I, EN LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES, EN LA CIUDAD DE YURIMAGUAS-ALTO AMAZONAS-LORETO
UBICACIÓN :	DISTRITO DE YURIMAGUAS, ALTO AMAZONAS - LORETO
REALIZADO :	TESISTAS: PIPA LECCA MARCOS KENNEDI - ROJAS LINARES MAE NORFIT
CANTERA :	AGREGADOS GRUESOS Y FINOS DE CANTERA FAMILIA DELGADO - YURIMAGUAS

**PROCEDIMIENTO DE DOSIFICACION
SECUENCIA DE DISEÑO f'c =210**

SLUMP REQUERIDO	3" a 4"	
TAM. MAX. AGREGADO	3/4"	
VOL. UNIT. DE AGUA	205.0	Lt.
RELACION a/c	0.558	
CONTENIDO DE CEMENTO	367.4	kg/m ³
VOL. AGREGADO GRUESO	0.65	
PORCENT. AIRE ATRAPADO	2.00	%

CARACTERISTICAS FISICAS DE AGREGADOS

CRACTERISTICAS FISICAS		Ag. Fino	Ag. Grueso
PESO ESPECIFICO	[gr/cc]	2.70	2.66
ABSORCION	[%]	0.28	0.53
PESO UNIT. SUELTO	[Kg/m ³]	1408.00	1356.00
PESO UNIT. COMPACTADO	[Kg/m ³]	1545.00	1492.00
TAM. MAX.	[pulg]		3/4"
TAM. MAX. NOMINAL	[pulg]		3/4"
MOD. FINEZA		2.50	
CONT. HUMEDAD	[%]	0.34	0.10
PORCENT DE AGREG.	[%]	0.35	0.65

CEMENTO PACASMAYO TIPO I

PESO ESPECIFICO [gr/cc] 3.1

RELACION A/C 0.56

VOLUMEN DE LA MEZCLA

CEMENTO	0.119	m ³
AGUA	0.205	m ³
AIRE	0.020	m ³
VOLUMEN DE PIEDRA	<u>0.365</u>	m ³
	0.708	
VOL. PARCIAL DE MEZCLA	0.292	m ³

PESOS SECOS DE AGREGADOS

ARENA	788.00	m ³
PIEDRA	970.00	m ³
	1758.00	

HUMEDAD SUPERFICIAL DE AGREGADOS					
HUMEDAD - ABSORCION					
ARENA			0.06		
PIEDRA			-0.43		
APORTE DE HUMEDADES DE LOS AGREGADOS					
ARENA			0.50		Lt.
PIEDRA			-1.20		
			-3.70		
AGUA EFECTIVA					
			208.70		Lt.
DISEÑO EFECTIVO [EN LABORATORIO]					
CEMENTO		367.38			Kg/m ³
AGUA		208.70			L/m ³
ARENA		791.00			Kg/m ³
PIEDRA		967.00			Kg/m ³
TANDA DE LABORATORIO en m ³					
CEMENTO		9.920			Kg
AGUA		5.630			Lt.
ARENA		21.360			Kg
PIEDRA		26.110			Kg
					0.0270
PROPORCION EN PESO					
CEMENTO		ARENA	PIEDRA	AGUA	
1.00		2.20	2.00	24.10	Lt/bolsa
PESO UNITARIO DE AGREGADOS					
ARENA		1413.00			Kg/m ³
PIEDRA		1357.00			Kg/m ³
PESOS POR PIE CUBICO DE MATERIALES					
CEMENTO		42.50			Kg/p ³
AGUA		24.10			Lt/p ³
ARENA		40.40			Kg/p ³
PIEDRA		38.80			Kg/p ³
PESOS POR TANDA DE UN SACO					
CEMENTO		42.50			Kg/saco
AGUA		24.10			Lt/saco
ARENA		93.50			Kg/saco
PIEDRA		110.50			Kg/saco
PIES CUBICOS POR SACO [DOSIFICACION EN VOLUMEN]					
CEMENTO		1.00			pie ³ /saco
AGUA		24.10			Lt/saco
ARENA		2.30			pie ³ /saco
PIEDRA		2.80			pie ³ /saco
DOSIFICACION PARA OBRA					
CEMENTO	ARENA	PIEDRA	Agua	SLUMP	RES. A LOS 7 DIAS
1.00 P ³	2.30 P ³	2.80 P ³	24.10 Lt	3" - 4"	209.40 Kg/cm ²

DOSIFICACIÓN PARA ELABORACIÓN DE PROBETA CEMENTO PACASMAYO PORTLAND TIPO I

DOSIFICACION Y ELABORACIÓN DE PROBETAS DE CONCRETO

1.- Cálculo de áreas y volúmenes:
a).- MOLDE PARA LA ELABORACION DE PROBETA:

a).- Cálculo del Área del Molde (Especimen de concreto)

$$Ae = \pi \cdot D^2 / 4$$

Datos:	
Ae = área del espécimen	176.72
$\pi = 3.1416$	3.1416
D = Diámetro del Molde	15

$$Ae = (3.1416)(15)^2 / 4 = \boxed{176.72} \text{ cm}^2$$

b).- Cálculo del Volumen del Molde

$$Ve = (\pi \cdot D^2 / 4) \cdot h$$

Datos:	
Ae = área del espécimen	176.72
$\pi = 3.1416$	3.1416
D = Diámetro del Molde	15
h = Altura del Molde	30

$$Vm = ((3.1416)(15)^2) \times 30 / 4 = \boxed{5301.45} \text{ cm}^3 \quad 0.00530$$

$$\boxed{0.00530} \text{ m}^3$$

2.- Dosificación:

a) Diseño efectivo de Laboratorio

CEMENTO =	367.38	Kg/m ³	
AGUA =	208.70	Kg/m ³	
ARENA =	791.00	Kg/m ³	
PIEDRA =	967.00	Kg/m ³	
P. Unitario C ^o =	2334.08	Kg/m ³	

P. Unitario C^o x Unidad = 2334.08 x 0.00530

P. Unitario C^o x Unidad = **12.37 Kg**

b) Proporción por espécimen

CEMENTO =	1.95	Kg	= 367.38 * 0.00530
AGUA =	1.11	Kg	= 208.70 * 0.00530
ARENA =	4.19	Kg	= 791.00 * 0.00530
PIEDRA =	5.13	Kg	= 967.00 * 0.00530
P. Especimen =	12.37	Kg	

Se deberá adicionar un % de Desperdicio se Recomienda 30% = 1.3

CEMENTO =	2.53	Kg	= 1.95 * 1.30
AGUA =	1.44	Kg	= 1.11 * 1.30
ARENA =	5.45	Kg	= 4.19 * 1.30
PIEDRA =	6.66	Kg	= 5.13 * 1.30

Cantidad por N^o de Probetas 30

CEMENTO =	75.96	Kg	= 2.53 * 30
AGUA =	43.15	Kg o Litros	= 1.44 * 30
ARENA =	163.54	Kg	= 5.45 * 30
PIEDRA =	199.83	Kg	= 6.66 * 30

Anexo 5: Pruebas de rotura de probetas

		CONSULTORA Y CONSTRUCTORA				* Estudio de mecánica de Suelos * Servicio de Ingeniería en General * Elaboración de Expedientes técnicos y Perfiles * y otros..								
<p align="center">PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO</p> <p align="center">ASTM : C 39 - 2004</p>														
ASTM : C 39-2004										TESTISTAS : PLMK - RLMN-001-2021				
TESIS : ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ELABORADO CON CEMENTO MOCHICA Y CEMENTO PORTLAND TIPO I, EN LA CONSTRUCCION DE EDIFICACIONES, EN LA CIUDAD DE YURIMAGUAS - ALTO AMAZONAS - LORETO														
UBICACION : DISTRITO DE YURIMAGUAS - ALTO AMAZONAS - LORETO														
MATERIAL : ESPECIMENES DE CONCRETO DE 6" X 12"														
DISPOSITIVO : AUTOMATICO A 1.33 MMMIN										FECHA : 13/06/2021		HORA : 7:12 am a 7:22 am		
RESISTENCIA : 210 Kg/cm ²														
N° DE CILINDRO	DESCRIPCION	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	ASENT. (P.U.G.)	DIAMETRO (cm)	DENSIDAD (kg/cm ³)	CARGA Kg-f	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	F' C DISEÑO (kg/cm ²)	% OBTENIDO %	Tipo de Rotura	
1.00	D01-CEMENTO MOCHICA GU	06/06/2021	13/06/2021	7.00	0.04	15.00	1.47	29,679.69	176.71	167.95	210	79.98	E	
2.00	D01-CEMENTO MOCHICA GU	06/06/2021	13/06/2021	7.00	0.04	15.00	1.47	30,884.66	176.71	174.77	210	83.22	E	
3.00	D01-CEMENTO MOCHICA GU	06/06/2021	13/06/2021	7.00	0.04	15.00	1.47	29,462.40	176.71	166.72	210	79.39	E	
4.00	D01-CEMENTO MOCHICA GU	06/06/2021	13/06/2021	7.00	0.04	15.00	1.44	29,136.47	176.71	164.88	210	78.51	E	
5.00	D01-CEMENTO MOCHICA GU	06/06/2021	13/06/2021	7.00	0.04	15.00	1.44	29,738.95	176.71	168.29	210	80.14	E	
6.00	D01-CEMENTO MOCHICA GU	06/06/2021	13/06/2021	7.00	0.04	15.00	1.44	29,827.84	176.71	168.79	210	80.38	E	
7.00	D01-CEMENTO MOCHICA GU	06/06/2021	13/06/2021	7.00	0.04	15.00	1.44	29,620.43	176.71	167.62	210	79.82	E	
8.00	D01-CEMENTO MOCHICA GU	06/06/2021	13/06/2021	7.00	0.04	15.00	1.44	29,640.18	176.71	167.73	210	79.87	E	
9.00	D01-CEMENTO MOCHICA GU	06/06/2021	13/06/2021	7.00	0.04	15.00	1.44	29,959.20	176.71	169.53	210	80.73	E	
10.00	D01-CEMENTO MOCHICA GU	06/06/2021	13/06/2021	7.00	0.04	15.00	1.44	29,106.84	176.71	164.71	210	78.43	E	
11.00	D02-CEMENTO PACASMAYO TIPO I	06/06/2021	13/06/2021	7.00	0.04	15.00	1.44	36,771.21	176.71	208.08	210	99.09	E	
12.00	D02-CEMENTO PACASMAYO TIPO I	06/06/2021	13/06/2021	7.00	0.04	15.00	1.44	37,087.27	176.71	209.87	210	99.94	E	
13.00	D02-CEMENTO PACASMAYO TIPO I	06/06/2021	13/06/2021	7.00	0.04	15.00	1.44	37,215.67	176.71	210.60	210	100.28	E	
14.00	D02-CEMENTO PACASMAYO TIPO I	06/06/2021	13/06/2021	7.00	0.04	15.00	1.44	36,889.73	176.71	208.75	210	99.41	E	
15.00	D02-CEMENTO PACASMAYO TIPO I	06/06/2021	13/06/2021	7.00	0.04	15.00	1.44	37,037.88	176.71	209.59	210	99.81	E	
16.00	D02-CEMENTO PACASMAYO TIPO I	06/06/2021	13/06/2021	7.00	0.04	15.00	1.44	37,482.34	176.71	212.11	210	101.00	E	
17.00	D02-CEMENTO PACASMAYO TIPO I	06/06/2021	13/06/2021	7.00	0.04	15.00	1.44	36,756.40	176.71	208.00	210	99.05	E	
18.00	D02-CEMENTO PACASMAYO TIPO I	06/06/2021	13/06/2021	7.00	0.04	15.00	1.44	36,939.12	176.71	209.03	210	99.54	E	
19.00	D02-CEMENTO PACASMAYO TIPO I	06/06/2021	13/06/2021	7.00	0.04	15.00	1.44	36,968.75	176.71	209.20	210	99.62	E	
20.00	D02-CEMENTO PACASMAYO TIPO I	06/06/2021	13/06/2021	7.00	0.04	15.00	1.44	36,879.86	176.71	208.70	210	99.38	E	
OBSERVACIONES:										TIPO DE FRACTURA				
1.- Las roturas de los especimenes de concreto han sido verificados en prensa de velocidad constante 1.33 mm/min.														
2.- Cilindros sometidos a las pruebas sin refrentado														
3.- El concreto se encuentran con falla adecuada														
														
														

PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO

ASTM : C 39 - 2004

ASTM : C 39-2004

TESTISTAS : PLMK - PLMN-001-2021

TESIS : ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ELABORADO CON CEMENTO MOCHICA Y CEMENTO PORTLAND TIPO I, EN LA CONSTRUCCION DE EDIFICACIONES, EN LA CIUDAD DE YURIMAGUAS - ALTO AMAZONAS - LORETO

UBICACION : DISTRITO DE YURIMAGUAS - ALTO AMAZONAS - LORETO

MATERIAL : ESPECIMENES DE CONCRETO DE 6" X 12"

DISPOSITIVO : AUTOMATICO A 1.33 MM/MIN

FECHA : 16/06/2021

RESISTENCIA : 210 Kg/cm²

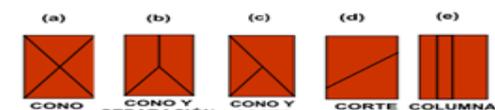
HORA : 7:10 am a 7:20 am

N° DE CILINDRO	DESCRIPCION	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	ASENT. (PULG.)	DIAMETRO (cm)	DENSIDAD (kg/m ³)	CARGA (kg-f)	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	F'CDISEÑO (kg/cm ²)	% OBTENIDO	Tipo de Rotura
1.00	D01-CEMENTO MOCHICA GU	06/06/2021	20/06/2021	14.00	0.04	15.00	1.86	33,946.45	176.71	192.10	210	91.48	D
2.00	D01-CEMENTO MOCHICA GU	06/06/2021	20/06/2021	14.00	0.04	15.00	1.86	33,625.11	176.71	190.28	210	90.61	D
3.00	D01-CEMENTO MOCHICA GU	06/06/2021	20/06/2021	14.00	0.04	15.00	1.86	33,597.45	176.71	190.12	210	90.53	D
4.00	D01-CEMENTO MOCHICA GU	06/06/2021	20/06/2021	14.00	0.04	15.00	1.86	33,598.12	176.71	190.13	210	90.54	D
5.00	D01-CEMENTO MOCHICA GU	06/06/2021	20/06/2021	14.00	0.04	15.00	1.86	33,496.56	176.71	189.55	210	90.26	D
6.00	D01-CEMENTO MOCHICA GU	06/06/2021	20/06/2021	14.00	0.04	15.00	1.86	33,356.14	176.71	188.76	210	89.88	D
7.00	D01-CEMENTO MOCHICA GU	06/06/2021	20/06/2021	14.00	0.04	15.00	1.86	34,003.14	176.71	192.42	210	91.63	D
8.00	D01-CEMENTO MOCHICA GU	06/06/2021	20/06/2021	14.00	0.04	15.00	1.86	33,598.02	176.71	190.13	210	90.54	D
9.00	D01-CEMENTO MOCHICA GU	06/06/2021	20/06/2021	14.00	0.04	15.00	1.86	33,784.26	176.71	191.18	210	91.04	D
10.00	D01-CEMENTO MOCHICA GU	06/06/2021	20/06/2021	14.00	0.04	15.00	1.86	33,896.45	176.71	191.81	210	91.34	D
11.00	D02-CEMENTO PACASMAYO TIPO I	06/06/2021	20/06/2021	14.00	0.04	15.00	1.86	40,509.57	176.71	229.24	210	109.16	D
12.00	D02-CEMENTO PACASMAYO TIPO I	06/06/2021	20/06/2021	14.00	0.04	15.00	1.86	42,487.89	176.71	240.43	210	114.49	D
13.00	D02-CEMENTO PACASMAYO TIPO I	06/06/2021	20/06/2021	14.00	0.04	15.00	1.86	42,005.90	176.71	237.70	210	113.19	D
14.00	D02-CEMENTO PACASMAYO TIPO I	06/06/2021	20/06/2021	14.00	0.04	15.00	1.86	42,519.49	176.71	240.61	210	114.58	D
15.00	D02-CEMENTO PACASMAYO TIPO I	06/06/2021	20/06/2021	14.00	0.04	15.00	1.86	42,988.64	176.71	243.27	210	115.84	D
16.00	D02-CEMENTO PACASMAYO TIPO I	06/06/2021	20/06/2021	14.00	0.04	15.00	1.86	40,494.75	176.71	229.15	210	109.12	D
17.00	D02-CEMENTO PACASMAYO TIPO I	06/06/2021	20/06/2021	14.00	0.04	15.00	1.86	41,037.98	176.71	232.23	210	110.58	D
18.00	D02-CEMENTO PACASMAYO TIPO I	06/06/2021	20/06/2021	14.00	0.04	15.00	1.86	40,751.55	176.71	230.61	210	109.81	D
19.00	D02-CEMENTO PACASMAYO TIPO I	06/06/2021	20/06/2021	14.00	0.04	15.00	1.86	40,445.37	176.71	228.87	210	108.99	D
20.00	D02-CEMENTO PACASMAYO TIPO I	06/06/2021	20/06/2021	14.00	0.04	15.00	1.86	43,596.06	176.71	246.70	210	117.48	D

OBSERVACIONES:

- Las roturas de los especimenes de concreto han sido verificados en prensa de velocidad constante 1.33 mm/min.
- Cilindros sometidos a las pruebas sin refrentado
- El concreto se encuentran con falla adecuada

TIPO DE FRACTURA



PRUEBAS DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN TESTIGOS CILINDRICOS DE CONCRETO

ASTM : C 39 - 2004

ASTM : C 39-2004

TESTISTAS : PLMK - RLMN-001-2021

TESIS : ANALISIS COMPARATIVO DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO ELABORADO CON CEMENTO MOCHICA Y CEMENTO PORTLAND TIPO I, EN LA CONSTRUCCION DE EDIFICACIONES, EN LA CIUDAD DE YURIMAGUAS - ALTO AMAZONAS - LORETO

UBICACION : DISTRITO DE YURIMAGUAS - ALTO AMAZONAS - LORETO

MATERIAL : ESPECIMENES DE CONCRETO DE 6" X 12"

DISPOSITIVO : AUTOMATICO A 1.33 MM/MIN

RESISTENCIA : 210 Kg/cm²

FECHA : 30/06/2021
HORA : 8:20 am a 8:31 am

N° DE CILINDRO	DESCRIPCION	FECHA DE MOLDEO	FECHA DE ROTURA	EDAD DIAS	ASENT. (PULG.)	DIAMETRO (cm)	DENSIDAD (kg/m ³)	CARGA Kg-f	AREA (cm ²)	RESISTENCIA (kg/cm ²)	F.C. DISEÑO (kg/cm ²)	% OBTENIDO %	Tipo de Rotura
1.00	D01-CEMENTO MOCHICA GU	06/06/2021	04/07/2021	28.00	0.04	15.00	2.06	42,015.78	176.71	237.76	210	113.22	C
2.00	D01-CEMENTO MOCHICA GU	06/06/2021	04/07/2021	28.00	0.04	15.00	2.06	43,546.58	176.71	246.42	210	117.34	C
3.00	D01-CEMENTO MOCHICA GU	06/06/2021	04/07/2021	28.00	0.04	15.00	2.06	42,487.89	176.71	240.43	210	114.49	C
4.00	D01-CEMENTO MOCHICA GU	06/06/2021	04/07/2021	28.00	0.04	15.00	2.06	42,983.70	176.71	243.24	210	115.83	C
5.00	D01-CEMENTO MOCHICA GU	06/06/2021	04/07/2021	28.00	0.04	15.00	2.06	43,270.13	176.71	244.86	210	116.60	C
6.00	D01-CEMENTO MOCHICA GU	06/06/2021	04/07/2021	28.00	0.04	15.00	2.06	42,509.61	176.71	240.56	210	114.55	C
7.00	D01-CEMENTO MOCHICA GU	06/06/2021	04/07/2021	28.00	0.04	15.00	2.06	43,852.86	176.71	248.16	210	118.17	C
8.00	D01-CEMENTO MOCHICA GU	06/06/2021	04/07/2021	28.00	0.04	15.00	2.06	43,368.89	176.71	245.42	210	116.87	C
9.00	D01-CEMENTO MOCHICA GU	06/06/2021	04/07/2021	28.00	0.04	15.00	2.06	42,697.27	176.71	241.62	210	115.06	C
10.00	D01-CEMENTO MOCHICA GU	06/06/2021	04/07/2021	28.00	0.04	15.00	2.06	43,971.38	176.71	248.83	210	118.49	C
11.00	D02-CEMENTO PACASMAYO TIPO I	06/06/2021	04/07/2021	28.00	0.04	15.00	2.06	45,082.51	176.71	255.11	210	121.48	C
12.00	D02-CEMENTO PACASMAYO TIPO I	06/06/2021	04/07/2021	28.00	0.04	15.00	2.06	45,512.15	176.71	257.55	210	122.64	C
13.00	D02-CEMENTO PACASMAYO TIPO I	06/06/2021	04/07/2021	28.00	0.04	15.00	2.06	45,956.61	176.71	260.06	210	123.84	C
14.00	D02-CEMENTO PACASMAYO TIPO I	06/06/2021	04/07/2021	28.00	0.04	15.00	2.06	45,225.73	176.71	255.93	210	121.87	C
15.00	D02-CEMENTO PACASMAYO TIPO I	06/06/2021	04/07/2021	28.00	0.04	15.00	2.06	45,393.63	176.71	256.88	210	122.32	C
16.00	D02-CEMENTO PACASMAYO TIPO I	06/06/2021	04/07/2021	28.00	0.04	15.00	2.06	46,060.31	176.71	260.65	210	124.12	C
17.00	D02-CEMENTO PACASMAYO TIPO I	06/06/2021	04/07/2021	28.00	0.04	15.00	2.06	46,420.86	176.71	262.69	210	125.09	C
18.00	D02-CEMENTO PACASMAYO TIPO I	06/06/2021	04/07/2021	28.00	0.04	15.00	2.06	46,262.79	176.71	261.79	210	124.66	C
19.00	D02-CEMENTO PACASMAYO TIPO I	06/06/2021	04/07/2021	28.00	0.04	15.00	2.06	46,440.57	176.71	262.80	210	125.14	C
20.00	D02-CEMENTO PACASMAYO TIPO I	06/06/2021	04/07/2021	28.00	0.04	15.00	2.06	44,968.93	176.71	254.47	210	121.18	C

OBSERVACIONES:

- Las roturas de los especimenes de concreto han sido verificados en prensa de velocidad constante 1.33 mm/min.
- Cilindros sometidos a las pruebas sin refrentado
- El concreto se encuentran con falla adecuada

TIPO DE FRACTURA

