UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"ANÁLISIS DEL DISEÑO DE CONCRETO $f'c = 210kg/cm^2$ CON CEMENTO PORTLAND TIPO I (ANDINO) Y CEMENTO PORTLAND TIPO GU (APU), CON AGREGADOS DE LA CANTERA NUEVA PIURA DEL DISTRITO DE CAMPO VERDE, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO DE UCAYALI-2019"

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE

INGENIERO CIVIL

ELI BUSTAMANTE ILATOMA

PUCALLPA – PERÚ

2022

INFORME N° 03 -DAGML-AT/2021

Srta.
Ing. Mg. DIANA MARGARITA DIAZ ESTRADA

PRESIDENTE - COMISION DE GRADOS Y TITULOS DE LA FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS E ING. CIVIL

Asunto : Asesoría - Tesis

Fecha : Pucallpa, 10 de Mayo del 2021

Es grato dirigirme a usted para saludarlo coordialmente y al mismo tiempo comunicar que a través de la Resolución Comité de Planeamiento N° 121/2019-CP-FIS e IC- UNU, me designaron Asesor de la tesis titulado:

"ANÁLISIS DEL DISEÑO DE CONCRETO f'c=210kg/〖cm〗^2 CON CEMENTO PORTLAND TIPO I (ANDINO) Y CEMENTO PORTLAND TIPO GU (APU), CON AGREGADOS DE LA CANTERA NUEVA PIURA DEL DISTRITO DE CAMPO VERDE, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO DE UCAYALI - 2019.", del Bachiller en Ingeniería Civil:

- **ELI BUSTAMANTE ILATOMA.**

De conformidad con el Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali, directiva vigente y el sistema anti-plagio (URKUND) cuyo reporte es el 7 %.

Por lo que mi asesoría declara **APROBADO** y encontrándose apto para ser presentado y evaluado por la Comisión de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería de Sistemas e Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ucayali.

Es todo cuanto informo a Ud. para su conocimiento y demás fines.

Atentamente

Dr. Ing. David Abel Gonzalez Manrique de Lara.
Docente Ordinario - Asesor de Tesis
C.c.
Reporte: URKUND

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS E INGENIERIA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
COMISION DE GRADOS Y TITULOS

ACTA DE EVALUACION DE SUSTENTACION DE TESIS N° 001-2022

GRADUANDO : **Bach.** BUSTAMANTE ILATOMA, ELÍ
TEMA : "ANÁLISIS DEL DISEÑO DE CONCRETO f'c=210kg / ⟦cm⟧ ^2 CON CEMENTO PORTLAND TIPO I (ANDINO) Y CEMENTO PORTLAND TIPO GU (APU), CON AGREGADOS DE LA CANTERA NUEVA PIURA DEL DISTRITO DE CAMPO VERDE, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO DE UCAYALI - 2019".
ASESOR : Dr. GONZÁLEZ MANRIQUE DE LARA, DAVID ABEL

CRITERIOS	PUNTAJE			
	3	2	1	0
I- PRESENTACION				
* MOTIVACION		X		
* TONO DE VOZ		X		
* CALIDAD DE MATERIAL AUDIOVISUAL		X		
II- DESARROLLO DE CONTENIDO				
* SECUENCIA		X		
* DOMINIO DE VOZ		X		
* USO ADECUADO DEL MATERIAL		X		
* VALIDEZ DE LOS HALLAZGOS			X	
III- ABSOLUCION DE PREGUNTAS				
* RESPONDE A LAS PREGUNTAS FORMULADAS POR EL JURADO		X		
IV- APORTE CIENTIFICO Y TECNOLOGICO				
* AL DESARROLLO DE LA COMUNIDAD			X	
* A LA PROFESION			X	

EVALUACION

- EXCELENCIA 26 A 30 PUNTOS
- UNANIMIDAD 21 A 25 PUNTOS
- MAYORIA 16 A 20 PUNTOS
- DESAPROBADO 15 A MENOS

CALIFICACION FINAL:
PUNTAJE : 17/ 30

CONCLUSIONES:
APROBADO POR : MAYORIA
DESAPROBADO POR :

JURADO EVALUADOR

- ING Mg. HORACIO SORIANO ALAVA Presidente
- ING. MG. DEVYN OMAR DONAYRE HERNANDEZ Miembro
- ING. MG. MIJAEL MERCADO ROJAS Miembro

SECRETARIA ACADÉMICA: ING. MSC. CLOTILDE RÍOS HIDALGO DE CERNA

PUCALLPA, 14 De Enero Del 2022

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

COMISION DE GRADOS Y TITULOS

TESIS TITULADA:

"ANÁLISIS DEL DISEÑO DE CONCRETO F`C=210KG/CM2 CON CEMENTO PORTLAND TIPO I (ANDINO) Y CEMENTO PORTLAND TIPO GU (APU), CON AGREGADOS DE LA CANTERA NUEVA PIURA DEL DISTRITO DE CAMPO VERDE, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO DE UCAYALI – 2019"

ELABORADO POR:

BACH. BUSTAMANTE ILATOMA ELI

APROBADO POR:

Ing. Mg. HORACIO SORIANO ALAVA.
JURADO PRESIDENTE.

ING. MG. DEVYN OMAR DONAYRE HERNANDEZ
JURADO MIEMBRO

Ing. Mg. MIJAEL GABRIEL MERCADO ROJAS.
JURADO MIEMBRO.

Dr. DAVID ABEL GONZALEZ MANRIQUE DE LARA
JURADO MIEMBRO

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
DIRECCION GENERAL DE PRODUCCION INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION

SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

N°0215-2021

La **Dirección de Producción Intelectual**, hace constar por la presente, que el Informe Final (Tesis), titulado:

"ANÁLISIS DEL DISEÑO DE CONCRETO f'c=210kg/〖cm〗^2 CON CEMENTO PORTLAND TIPO I (ANDINO) Y CEMENTO PORTLAND TIPO GU (APU), CON AGREGADOS DE LA CANTERA NUEVA PIURA DEL DISTRITO DE CAMPO VERDE, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO DE UCAYALI - 2019".

Cuyo autor (es)	:	**BUSTAMANTE ILATOMA, ELÍ**
Facultad	:	INGENIERIA DE SISTEMAS Y DE INGENIERIA CIVIL
Escuela Profesional	:	INGENIERIA CIVIL
Asesor(a)	:	Dr. GONZÁLEZ MANRIQUE DE LARA, DAVID ABEL

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio URKUND, dicho documento presenta un **porcentaje de similitud de 7%.**

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND, el cual indica que no se debe superar el 10%. Se declara, que el trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud, por lo que SI se aprueba su originalidad.

En señal de conformidad y verificación se FIRMA Y SELLA la presente constancia.

Fecha: 08/06/2021

Dr. ABRAHAM ERMITANIO HUAMAN ALMIRON
Dirección de Producción Intelectual

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

REPOSITORIO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

Yo, Elí Bustamante Ilatoma
Autor de la TESIS titulada:
"Análisis del diseño de concreto f'c = 210 Kg/cm² con cemento Portland Tipo I (Andino) y Cemento Portland Tipo GU (APU), con agregados de la cantera Nueva Pivra del distrito de Campo Verde, provincia de coronel Portillo, departamento de Ucayali - 2019"

Sustentada el año: 2022
Con la asesoría de: Dr. Gonzales Manrique de Lara, David Abel
En la Facultad de: Ingeniería de Sistemas e Ingeniería civil
Carrera Profesional de: Ingeniería civil

Autorizo la publicación:

PARCIAL [ ] Significa que se publicará en el repositorio institucional solo La caratula, la dedicatoria y el resumen de la tesis. Esta opción solo es válida marcar **si su tesis o documento presenta material patentable**, para ello deberá presentar el trámite de CATI y/o INDECOPI cuando se lo solicite la DGPI UNU.

TOTAL [X] Significa que todo el contenido de la tesis y/o documento será publicada en el repositorio institucional.

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali **licencia no exclusiva** para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la **tesis es una creación de mi autoría** y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando qué la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali y del Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 14 / 01 / 2022

Email: ingcivil.ebilatoma@gmail.com
Firma:

Teléfono: 930824574
DNI: 48312531

DEDICATORIA

A Dios por guiar mi camino y hacer que supere todas las dificultades presentadas en mi vida. A mis padres, Domingo y Doraliza quienes fueron el pilar fundamental en mi formación y educación, por su amor y su apoyo constante durante el largo camino de mi preparación profesional a pesar de las adversidades. A mis 7 hermanos y a mi novia Berita por hacer de este camino uno con mucha alegría.

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento al señor todopoderoso por la vida y salud, ya que sin ello nada hubiera sido posible.

Mi agradecimiento profundo al decano de la facultad de Ingeniería de Sistemas e Ingeniería Civil, por brindarme las facilidades para así desarrollar esta investigación.

Mi agradecimiento a los docentes de la escuela de Ingeniería Civil, por el apoyo que he recibido a través de sus críticas en relación a este tema de investigación.

Mi agradecimiento a los especialistas encargados del Laboratorio de Ensayos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ucayali por el tiempo y guía en el diseño de esta investigación.

Mi agradecimiento profundo al Dr. David Abel Gonzalez Manrique de Lara por su asesoría efectiva y por sus críticas y sugerencias para la realización de esta investigación.

RESUMEN

El trabajo de investigación denominado “Análisis del diseño de concreto f`c=210kg/cm2 con cemento Portland tipo I (Andino) y cemento Portland tipo GU (APU), con agregados de la cantera Nueva Piura del distrito de Campo Verde, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali – 2019”, consiste en una investigación bajo un diseño experimental en laboratorio, donde se determinó las propiedades esenciales del concreto tanto en estado fresco como en el estado endurecido, para un diseño de concreto con ambos tipos de cemento, luego se procede a comparar estas para saber cuál tiene las mejores propiedades y así responder a las hipótesis planteadas.

Para diseñar la mezcla materia de estudio, se ha usado el Método del Comité del ACI, considerando como agregados al hormigón proveniente de la cantera Nueva Piura que es la más explotada en la región de Ucayali. Los ensayos realizados demuestran que el diseño con cemento Portland tipo I goza de mayor rendimiento y mayor resistencia; mientras que el diseño con cemento Portland tipo GU goza de una mejor trabajabilidad y consistencia. Los ensayos fueron rigurosos y se utilizó 18 muestras cilíndricas de concreto para el análisis de resistencia a compresión; bajo esto quedó demostrado que con una relación agua cemento de 0.547 no se puede llegar a alcanzar un concreto de f`c=210 kg/cm2 y disminuir esta relación generaría un concreto poco trabajable lo cual nos indica que se debe optar por el uso de aditivos.

Palabras claves: cemento portland, diseño de mezcla del concreto y norma técnica peruana (NTP).

ABSTRACT

The research work called Analysis of the concrete design F`c = 210kg/cm2 with Portland cement type I (Andino) and Portland cement type GU (APU), with aggregates from the Nueva Piura quarry in the Campo Verde district, Coronel Portillo province, department of Ucayali consists of an investigation under an experimental design in the laboratory, where the essential properties of concrete were determined both in the fresh state and in the hardened state, for a concrete design with Andean cement type I and also for the APU cement. , then proceed to compare these properties to find out which has the best properties and thus respond to the hypotheses raised.

To design the mixed study material, the ACI Committee Method has been used, considering as aggregates the concrete from the Nueva Piura quarry, which is the most exploited in the Ucayali region. The tests carried out show that the design with Andean cement enjoys higher performance and greater resistance; while the design with APU cement enjoys better workability and consistency. The tests were rigorous and 18 cylindrical concrete samples were used for the analysis of compressive strength; Under this, it was shown that with a water-cement ratio of 0.547, a concrete of f`c = 210 kg/cm2 cannot be reached and reducing this ratio would generate a concrete that is not very workable, which indicates that the use of additives.

Keywords: Portland cement, concrete mix design and Peruvian technical standard (NTP).

ÍNDICE DE CONTENIDO

Pág.

DEDICATORIA…….....vii

AGRADECIMIENTO…… ……viii

RESUMEN……ix

ABSTRACT……..….xi

INDICE DE CONTENIDO ……..xv

INDICE DE TABLAS……..…..xiv

INDICE DE FIGURAS…….....xix

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN Y FUNDAMENTACIÓN DEL PROBLEMA .....……1

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA……..……...2

1.2.1 Problema General……2

1.2.2 Problemas Específicos……....3

1.3 OBJETIVOS……...……..3

1.3.1. Objetivo General…….…….…….3

1.3.2. Objetivo Específico…….……..4

1.4 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA…….....4

1.5. LIMITACIONES Y ALCANCES……6

1.6. HIPÓTESIS ……..…….....7

1.6.1. Hipótesis general……...7

1.6.2. Hipótesis específica ……..……...8

1.7. SISTEMA DE VARIABLES DIMENSIONES E INDICADORES……8

1.7.1. Variable Independiente……..…...8

1.7.2. Variable Dependiente……8

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO……11

2.1 ANTECEDENTES O REVISIÓN DE ESTUDIOS REALIZADOS……..11

2.1.1. Antecedentes Internacionales……..…..11

2.1.2. Antecedentes Nacionales…….……...12

2.1.3. Antecedentes Locales……...14

2.2. BASES TEÓRICAS…….....16

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS…..……....51

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN……..56

3.1 METODOLOGÍA Y TÉCNICAS UTILIZADAS……...56

3.1.1. Tipo y Nivel de Investigación…… .56

3.1.2. Diseño de investigación……..56

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA……...57

3.2.1. Población ……...57

3.2.2. Muestra……58

3.3 Metodologías y técnicas utilizadas…….....59

3.4 Descripción de procedimientos……....60

CAPÍTULO IV: RESULTADOS…….....61

4.1 Estudio de la Cantera…….....61

4.2 Estudio de las propiedades físicas de los agregados…….....65

4.2.1. Granulometría……...66

4.2.2. Tamaño……...76

4.2.3. Módulo de fineza…….....77
4.2.4. Peso por unidad de volumen……..78
4.3 Diseño de Mezcla……....82
4.4 Contrastación de Hipótesis……....93
4.5 Análisis de Consistencia normal del concreto…….95
4.6 Análisis de la Trabajabilidad del concreto……...98
4.7 Análisis del Peso unitario del concreto fresco…….99
4.8 Análisis de la Resistencia a compresión del concreto……..102
4.7.1. Análisis a los 7 días de edad del concreto……..102
4.7.2. Análisis a los 14 días de edad del concreto…….104
4.7.3. Análisis a los 28 días de edad del concreto…….106
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS……..110
CONCLUSIONES……....110
RECOMENDACIONES Y/O SUGERENCIAS…….....111
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS…….....112
MATRIZ DE CONSISTENCIA……..…..116
ANEXOS…….....125

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables ……....9

Tabla 2. Tamices que se utilizan para el análisis granulométrico……..…….17

Tabla 3. Agregados clasificados por su densidad…….....18

Tabla 4. Agregados por la forma……...…..…….19

Tabla 5. Agregados por la textura…….....20

Tabla 6. Granulometría del agregado fino tamiz porcentaje que pasa…….....21

Tabla 7. Granulometría del agregado grueso tamiz porcentaje que pasa; huso Nº4…….....22

Tabla 8. Granulometría del agregado grueso tamiz porcentaje que pasa……23

Tabla 9. Precisión de los resultados de absorción de los agregados grueso y fino…….....26

Tabla 10. Precisión de los resultados de sustancias perjudiciales en el agregado..

……...27

Tabla 11. Precisión de los resultados de densidad y densidad relativa del agregado grueso…….30

Tabla 12. Precisión de los resultados de densidad y densidad relativa del agregado fino……...32

Tabla 13. Precisión de los resultados de densidad de masa de los agregados gruesos y finos…….34

Tabla 14. Principales productores de cemento en el Perú y los tipos de cemento por empresa…….38

Tabla 15. Características físico-mecánicas del cemento Portland tipo I……....39

Tabla 16. Características físico-mecánicas del cemento tipo GU……..40

Tabla 17. Límites permisibles para el uso del agua de mezcla y curado……..41

Tabla 18. Densidad del agua de acuerdo a la temperatura……42

Tabla 19. Resistencia promedio a la compresión……..43

Tabla 20. Relación agua / cemento de acuerdo a la resistencia……....43

Tabla 21. Cuadro de relación agua/cemento por durabilidad (condiciones especiales de exposición)…….…44

Tabla 22. Concretos según su consistencia…….……..44

Tabla 23. Asentamientos recomendados para cada tipo de estructura…….45

Tabla 24. Estimación del agua para la mezcla (l/m3)……..45

Tabla 25. Porcentaje de aire atrapado (%)…….…46

Tabla 26. Contenido del agregado grueso con relación al módulo de fineza del agregado fino…….…….46

Tabla 27. Números de capas requeridas en la elaboración de la muestra……...49

Tabla 28. Diámetro de la varilla y numero de golpes por capa……...50

Tabla 29. Tolerancia de rotura de especímenes de concreto……..51

Tabla 30. Muestreo no probabilístico para el análisis de la consistencia del concreto ……...60

Tabla 31. Muestreo no probabilístico para el análisis del peso unitario del concreto ……..……60

Tabla 32. Muestreo no probabilístico para el análisis de la trabajabilidad del concreto ……...61

Tabla 33. Muestreo no probabilístico para el análisis de la resistencia del concreto. ……..61

Tabla 34. Requisitos granulométricos para el agregado fino……..69

Tabla 35. Análisis granulométrico del agregado fino……..…….70

Tabla 36. Requisitos granulométricos para el agregado grueso…….71

Tabla 37. Análisis granulométrico del agregado grueso……..71

Tabla 38. Requisitos granulométricos para el agregado global……..72

Tabla 39. Análisis granulométrico del agregado global……72

Tabla 40. Análisis granulométrico del agregado fino……74

Tabla 41. Cantera Nueva Piura: análisis granulométrico de agregado corregido……75

Tabla 42. Tamaño máximo nominal……79

Tabla 43. Módulo de fineza……...80

Tabla 44. Peso unitario del agregado hormigón global……81

Tabla 45. Peso específico y absorción del agregado grueso……..82

Tabla 46. Peso específico y absorción del agregado fino……...83

Tabla 47. Cálculo del contenido de humedad del hormigón global……...85

Tabla 48. Resultados: propiedades físicas del agregado global……...86

Tabla 49. Parámetros de diseño de mezcla……..87

Tabla 50. Resistencia promedio a la compresión……88

Tabla 51. Estimación del agua de mezclado (l/m3)……89

Tabla 52. Porcentaje de aire atrapado……89

Tabla 53. Determinación de a/c en relación a la resistencia requerida……90

Tabla 54. Contenido de hormigón con cemento Andino tipo I…….91

Tabla 55. Contenido de hormigón con cemento APU……..91

Tabla 56. Mezcla en estado seco…….92

Tabla 57. Corrección de cantidad de hormigón por humedad……92

Tabla 58. Corrección del aporte de agua en la mezcla……93

Tabla 59. Cálculo de la cantidad de agua efectiva……93

Tabla 60. Diseño de mezcla definitivo por m3 (kg/m3)…….94

Tabla 61. Dosaje por bolsa de cemento en peso (kg)……..94

Tabla 62. Proporción por bolsa de cemento en peso……...94

Tabla 63. Proporción por tanda de una bolsa de cemento……..95

Tabla 64. Diseño de mezcla para concreto con cemento Andino tipo I…….96

Tabla 65. Diseño de mezcla para concreto con cemento APU……...97

Tabla 66. Asentamientos de cada diseño de concreto con los distintos cementos....102

Tabla 67. Cuadro comparativo de asentamiento en porcentaje…….102

Tabla 68. Slump de cada muestra……...104

Tabla 69. Grado de trabajabilidad……104

Tabla 70. Cuadro comparativo de la trabajabilidad en cada mezcla……..105

Tabla 71. Peso unitario del concreto……...107

Tabla 72. Cuadro comparativo de peso unitario de concreto……..107

Tabla 73. Resultados de la rotura de probetas a los 7 días de edad…….109

Tabla 74. Comparación de la resistencia a compresión del concreto a los 7 días…..110

Tabla 75. Resultados de la rotura de probetas a los 14 días de edad…….. 111

Tabla 76. Comparación de la resistencia a compresión del concreto a los 14 días ……..…..112
Tabla 77. Resultados de la rotura de probetas a los 28 días de edad……...114
Tabla 78. Comparación de la resistencia a compresión del concreto a los 28 días… ……...115
Tabla 79. Resultados de la rotura de probetas a los 28 días de edad en porcentajes ……116
Tabla 80. Resultados de la rotura de probetas a los 28 días de edad en kg/cm2…116
Tabla 81. Matriz de consistencia……..…126

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Esquema de los patrones de acuerdo a los tipos de fractura……52

Figura 2: Imagen satelital de ubicación……..65

Figura 3: Mapa de ubicación de la cantera Nueva Piura……..65

Figura 4: Imagen satelital de ubicación……..66

Figura 5. Vista panorámica de rampa para la entrada y salida de maquinaria de extracción de hormigón……66

Figura 6. Vista del rio Aguaytia del centro poblado Nueva Piura……..67

Figura 7. Trocha de ingreso a la cantera Nueva Piura……...67

Figure 8. Hormigón para ser transportado a Pucallpa……68

Figura 9: Curva granulométrica del agregado fino……..70

Figura 10: Curva granulométrica del agregado fino……74

Figura 11: Curva granulométrica del agregado global corregido……..75

Figura 12. Cuarteando la muestra para el análisis granulométrico……...76

Figura 13. Pesando la muestra de agregados finos……76

Figura 14. Pesando la muestra para el porcentaje de humedad de agregados gruesos…. ……76

Figura 15. Lavando los agregados para el análisis granulométrico……...77

Figura 16. Proceso de secado al horno de los agregados para el análisis granulométrico ……77

Figura 17. Retirando los agregados del horno ya seco……77

Figura 18. Separando los tamices para el análisis granulométrico……77

Figura 19. Tamizando los agregados finos……78

Figura 20. Tamizando los agregados en el tamizador mecánico……....78

Figura 21. Separando los agregados de los diferentes tamices……78

Figura 22. Pesando la muestra para el análisis del grado de absorción de los agregados finos……83

Figura 23. Calculando el grado de absorción……84

Figura 24. Muestra para el análisis del grado de absorción de los agregados gruesos.....84

Figura 25. Pesando la muestra para el análisis de contenido de humedad de los Agregados……85

Figura 26. Insumos listos para la mezcla……98

Figura 27. Mezclando los insumos en la mezcladora mecánica……98

Figura 29. Chuceando la muestra……...103

Figura 30. Midiendo el Slump……..103

Figura 30. Usando el cono de Abrams……...105

Figura 33. Chuceando la muestra……108

Figura 32. Pesando la muestra……108

Figura 33. Muestras de 18 probetas de concreto……108

Figura 34. Curva de resistencia a compresión a los 7 días del concreto……109

Figura 35. Probetas para su rotura a los 7 días……..……110

Figura 36. Rotura a los 7 días……....111

Figura 37. Curva de resistencia a compresión a los 14 días del concreto……...112

Figura 38. Rotura a los 14 días……113

Figura 39. Curva de resistencia a compresión a los 28 días del concreto……...114

Figura 40. Curva de resistencia a compresión a los 28 días del concreto en kg/cm2…

……..115

Figura 41. Rotura a los 28 días……116

INTRODUCCIÓN

El cemento Portland tipo I y el cemento Portland tipo GU son muy usados en la construcción en nuestra región, pero uno en comparación del otro tiene un mayor costo, ¿esto tendrá que ver con sus mejores propiedades?, en nuestra región se ve cada vez más construcciones de concreto y el uso del Hormigón va en aumento, la Norma E. 060 del Reglamento Nacional de Edificaciones en el Capítulo 3. Materiales, numeral 3.3.10 señala que el hormigón sólo podrá emplearse en la elaboración de concretos con resistencia en compresión no mayor de 10 MPa que equivale según el Anexo 2 de la Norma E.060 a $f'c \leq 100 kg/cm^2$, por lo tanto no autoriza su uso de manera directa para un concreto estructural y mucho menos existe una dosificación estándar, entonces me pregunto ¿se podrá alcanzar un concreto estructural con hormigón de la cantera Nueva Piura sin el uso de aditivos? Frente a estas preguntas, pues se basa este trabajo de investigación, teniendo como objetivo comparar el diseño del concreto con cemento tipo I (Andino) y cemento tipo GU (APU) utilizando los agregados de la cantera Nueva Piura, y así poder analizar al concreto en estado fresco y endurecido. Para ello la investigación estuvo sujeta a 4 objetivos específicos:

- Medir las consistencias normales al comparar los concretos utilizando cemento Portland tipo I y cemento Portland tipo GU, con los agregados de la cantera Nuevo Piura.
- Medir los pesos unitarios al comparar los concretos utilizando cemento Portland tipo I y cemento Portland tipo GU, con los agregados de la cantera Nuevo Piura.

- Medir las resistencias a compresión al comparar los concretos utilizando cemento Portland tipo I y cemento Portland tipo GU, con los agregados de la cantera Nuevo Piura.
- Medir la trabajabilidad al comparar los concretos utilizando cemento Portland tipo I y cemento Portland tipo GU, con los agregados de la cantera Nuevo Piura.

Lo que motivó a realizar esta investigación es identificar el problema en estudio y describir los objetivos a seguir que están plasmados en el Capítulo I, en el Capítulo II se aborda toda la parte teórica del concreto y de sus componentes. En el capítulo III se plantea la metodología que se siguió, en el Capítulo IV planteamos los gráficos de nuestros resultados e interpretamos los mismos y discutimos la veracidad de este y en el Capítulo V concluimos y se plantean algunas recomendaciones; como anexos o complementos se han adicionado los estudios realizados en laboratorio, fuentes de información, panel fotográfico y datos técnicos.

CAPITULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN Y FUNDAMENTACIÓN DEL PROBLEMA

En nuestra región se han venido construyendo a lo largo de los años obras de gran transcendencia, tanto para el sector público como el sector privado y todas estas usando agregados de canteras que se encuentran en la región, conocidos como hormigón, que según la NTP 400.011, lo define como un "material mixto de piedra, arena y finos, que se encuentra generalmente en canteras y se utiliza en algunos casos en concretos no estructurales" (NTP 400.011, 2008), esto conlleva a preguntarnos ¿Cuándo un concreto es estructural?, pues la respuesta nos da el Reglamento Nacional de Edificaciones donde señala que "es todo concreto utilizado con propósitos estructurales incluyendo al concreto simple y al concreto reforzado donde la resistencia mínima del concreto estructural, diseñado y construido de acuerdo con la Norma E. 060 del RNE no debe ser inferior a 17 MPa" que equivale según el Anexo 2 de la Norma E.060 a $f'c \geq 170 kg/cm^2$. Entonces ¿los agregados explotados en canteras de nuestra región y denominados hormigón no alcanza ni supera los $170 kg/cm^2$ de resistencia a compresión? Lo cierto es que siempre se ha usado estos agregados para la construcción de estructuras de concreto, basándose en esta misma norma, que especifica en el capítulo de materiales de la siguiente forma: "los agregados que no cumplan con los requisitos indicados en las NTP, podrán ser utilizados siempre que el Constructor demuestre, a través de ensayos y por experiencias de obra, que producen concretos con la resistencia y durabilidad requeridas" (Norma E. 060, 2016 del RNE). Bajo estas premisas me vuelvo a

preguntar ¿será que la relación agua cemento juega un papel importante en el diseño del concreto estructural, para los agregados de la región? ¿Qué papel juegan en el diseño del concreto estructural los cementos más usados en la región y existirá una notable variación en sus propiedades tanto en estado fresco como endurecido? ¿Las propiedades del concreto se siguen manteniendo de acuerdo a las NTP tanto para el estado fresco y endurecido? ¿Cuáles son las diferencias de usar un cemento de uso general con la NTP 334.009, 2016 y la NTP 334.082, 2018? al no encontrarse trabajos de investigación en el nivel de tesis sobre estos temas, nace la iniciativa de realizar una investigación a nivel de tesis que pueda responder a esta problemática.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema General

- ¿Cuáles son los resultados al comparar las propiedades esenciales del concreto $f'c = 210kg/cm^2$ utilizando cemento Portland tipo I y cemento Portland tipo GU con los agregados de la cantera Nueva Piura del Distrito de Campo Verde, Provincia de Coronel Portillo, Departamento de Ucayali - 2019?

1.2.2. Problemas Específicos

- ¿Cuáles son los resultados de la consistencia normal al comparar los concretos utilizando cemento Portland tipo I y cemento Portland tipo GU, con los agregados de la cantera Nueva Piura?

- ¿Cuáles son los resultados de los pesos unitarios al comparar los concretos utilizando cemento Portland tipo I y cemento Portland tipo GU, con los agregados de la cantera Nueva Piura?
- ¿Cuáles son los resultados de la trabajabilidad al comparar los concretos utilizando cemento Portland tipo I y cemento Portland tipo GU, con los agregados de la cantera Nueva Piura?
- ¿Cuáles son los resultados de resistencias a la compresión al comparar los concretos utilizando cemento Portland tipo I y cemento Portland tipo GU, con los agregados de la cantera Nueva Piura?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

- Realizar el análisis comparativo del concreto $f'c = 210 kg/cm^2$ utilizando cemento Portland tipo I y cemento Portland tipo GU con los agregados de la cantera Nueva Piura; y de esta manera conocer sus propiedades fundamentales en sus dos estados, tanto en el fresco como en el endurecido.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Medir las consistencias normales al comparar los concretos utilizando cemento Portland tipo I y cemento Portland tipo GU, con los agregados de la cantera Nueva Piura.
- Medir los pesos unitarios al comparar los concretos utilizando cemento Portland tipo I y cemento Portland tipo GU, con los agregados de la cantera Nueva Piura.

- Medir la trabajabilidad al comparar los concretos utilizando cemento Portland tipo I y cemento Portland tipo GU, con los agregados de la cantera Nueva Piura.
- Medir las resistencias a compresión al comparar los concretos utilizando cemento Portland tipo I y cemento Portland tipo GU, con los agregados de la cantera Nueva Piura.

1.4. JUSTIFICACION E IMPORTANCIA

A pesar de que siempre se ha usado el hormigón para la construcción de edificaciones, carreteras y otros, no existe un estudio que pueda orientarnos a su uso de la manera más sencilla posible, como es el caso de las tablas de dosificación y equivalencias que proporciona UNASEM donde especifica que la dosificación con hormigón solo puede llegar a alcanzar la resistencia a compresión de $f'c = 140kg/cm^2$ y que solo pueden ser empleados en cimientos, sobrecimientos y falsos pisos. Por tal motivo creo que es menester un estudio más específico del uso de estos agregados y que sirva para posibles estudios a raíz de este, que genere la ansiedad de seguir investigando el cómo innovar en la construcción, el cómo reducir los precios de transporte de estos materiales ya que rio abajo de la ciudad de Pucallpa no se encuentran canteras que puedan proporcionar ni los mínimos estándares requeridos según las NTP, pero sin embargo su uso es inminente para todo tipo de edificaciones. Es allí que nos damos cuenta el valor que tiene realizar un estudio de este nivel en nuestra región y que sirva como antecedente a otros posibles estudios enmarcados al hormigón.

En nuestra región y al igual que en la región Loreto la construcción de viviendas de material noble ha ido creciendo a gran escala, sin considerarse los parámetros estructurales del RNE, y en zonas alejadas a la capital de estas regiones se desconoce en su totalidad el esfuerzo a compresión que debe alcanzar un concreto estructural y se sigue construyendo viviendas solo usando arena fina para el vaciado de columnas, vigas, losas, etc. El cemento ha jugado un papel muy importante en la concepción de la gente, de creer que a mayor proporción de cemento respecto a la mezcla mayor es la resistencia, e incluso se cree que el cemento Portland tipo I es el que goza de las mejores propiedades para el concreto en todos sus estados, y es por esto que su costo es mayor en comparación al cemento Portland tipo GU ya que si hacemos una comparación de precios se encuentra una diferencia del 13.46%, es por ello que realizar un estudio que pueda comparar el comportamiento de un concreto estructural de una resistencia mínima para columnas según el RNE, conlleva a dar respuestas asertivas frente a la realidad de la construcción en la región.

Cabe recalcar que la investigación será realizada en la ciudad de Pucallpa, en los ambientes del Laboratorio de Ensayos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ucayali, por lo tanto, se considerara las condiciones climáticas de la zona, así como el uso del agua para la mezcla, con la diferencia de tener agregados de la cantera Nueva Piura que es uno de las canteras más explotadas en nuestro medio.

1.5. LIMITACIONES Y ALCANCES

La investigación se limita a evaluar las propiedades más comunes de los agregados desde el análisis granulométrico hasta el contenido de humedad y absorción; las propiedades del concreto tomándose en cuenta la resistencia $f'c = 210kg/cm^2$ que se quiere alcanzar, sin considerarse la durabilidad en condiciones de exposición ante procesos de congelación y deshielo, humedecimiento y secado, agentes químicos como cloruros y sulfatos; y sin considerar el uso de aditivos. Esta investigación abarca la evaluación de las propiedades del concreto fresco y endurecido (la resistencia a compresión de 18 especímenes cilíndricos del concreto que serán ensayados a los 7, 14 y 28 días).

Los datos de carácter cuantitativos serán recogidos de los ensayos realizados en el Laboratorio de Ensayos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ucayali, y comparados en gabinete de acuerdo a tablas y parámetros especificados en las NTP.

En esta investigación consideraremos pruebas y ensayos a los concretos en sus dos estados, tanto para el fresco y endurecido, tomándose como material conglomerante al cemento Andino Tipo I y cemento APU, para de esta manera encontrar los indicadores.

Los instrumentos para medir nuestras variables en el Laboratorio de Ensayos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ucayali son los siguientes: Prensa hidráulica a la compresión, Mezcladora de concreto, Balanza digital, Tamices, Briquetas y Cono de Abrams.

1.6. HIPÓTESIS

1.6.1. Hipótesis General

El Diseño de concreto $f'c = 210kg/cm^2$ con los agregados de la cantera Nueva Piura, utilizando cemento Portland tipo I logra mejores propiedades esenciales que utilizando cemento Portland tipo GU.

1.6.2. Hipótesis Específicas

- Al medir la consistencia normal del concreto con los agregados de la cantera Nueva Piura, utilizando cemento Portland tipo I es mejor que utilizando cemento Portland tipo GU.
- Al medir el peso unitario del concreto con los agregados de la cantera Nueva Piura, utilizando cemento Portland tipo I aumenta el rendimiento y calidad que utilizando cemento Portland tipo GU.
- Al medir la trabajabilidad del concreto con los agregados de la cantera Nueva Piura, utilizando cemento Portland tipo I es mejor que utilizando cemento Portland tipo GU
- Al medir la resistencia a la compresión del concreto con los agregados de la cantera Nueva Piura, utilizando cemento Portland tipo I es mayor que utilizando cemento Portland tipo GU.

1.7. SISTEMA DE VARIABLES DIMENSIONES E INDICADORES

1.7.1. Variable Independiente

- Concreto $f'c = 210 kg/cm^2$ con los agregados de la cantera Nueva Piura.

1.7.2. Variable Dependiente

- Propiedades del concreto con cemento Portland tipo I.
- Propiedades del concreto con cemento Portland tipo GU.

Tabla 1. *Operacionalización de variables*

HIPOTESIS	DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
		VARIABLE INDEPENDIENTE			
El Diseño de concreto $f'c = 210kg/cm^2$ con los agregados de la cantera Nueva Piura, utilizando cemento Portland tipo I (Andino) logra mejores propiedades esenciales que utilizando cemento Portland tipo GU (APU).	El Diseño de concreto $f'c = 210kg/cm^2$ con los agregados de la cantera Nueva Piura	Diseño de concreto $f'c = 210kg/cm^2$ y los Agregados	Granulometría	Husos granulométricos	%
			Absorción	NTP 400.017	%
			Densidad promedio de las partículas	NTP 400.017	Kg/m3
			Densidad de masa y vacíos	NTP 400.017	Kg/m3
			Contenido de humedad	NTP 400.017	%
		VARIABLE DEPENDIENTE			
	Análisis de las propiedades esenciales del concreto utilizando cemento Portland tipo I y cemento Portland tipo GU	Propiedades esenciales del concreto utilizando cemento Portland tipo I y propiedades esenciales del concreto utilizando cemento Portland tipo GU	**CONCRETO FRESCO**		
			Consistencia normal	SLUM	Pulgadas
			Peso unitario	Prueba de laboratorio	Kg/m3
			Trabajabilidad	ACI 211.1-91 – Tabla 6.3.1 vs SLUM	Clasificación
			CONCRETO ENDURECIDO		
			Resistencia a la compresión	Prueba de laboratorio	Kg/cm2

CAPITULO II: MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Existen antecedentes de tesis que han abordado temas relacionados al hormigón y a la comparación de propiedades del concreto utilizando dos a más tipos de cementos, estos lo realizaron en el ámbito local, nacional e internacional sobre investigaciones de diseño de concreto con diferentes métodos, como las siguientes:

2.1.1. Ámbito Internacional

Tesis: “Diseño y Comparación de Mezclas Artesanales del Concreto a Base de Cemento Portland Tipo I, Modificado con Puzolana Equivalentes a las Elaboradas a Base de Cemento Portland” del Ingeniero Josué Antonio Fernández Véliz, de la Universidad de San Carlos de Guatemala (mayo de 2010). El objetivo de esta tesis es el de comparar las resistencias iniciales a los concretos elaborados con cemento Portland tipo I y con cemento Portland modificado con Puzolana tipo I (PM) el cual es comercial en la actualidad, con tal de demostrar que agregando más cemento a la mezcla, se llega a alcanzar la misma resistencia mecánica; al final se llegó a las siguiente conclusión de que a edades avanzadas el cemento modificado con puzolana, alcanza mayor resistencia que el cemento sin adicionado de puzolana.

Tesis: “Estudio Comparativo de la Resistencia a la Compresión de los Concretos Elaborados con Cemento Tipo I y Tipo III, Modificado con Aditivos Acelerantes y Retardantes” de los Ingenieros: Karen de la Ossa Arias y Harold Castellón Corrales, de

la Universidad de Cartagena (noviembre de 2013). El objetivo de esta tesis es analizar cómo reacciona el concreto en su propiedad de resistencia usando aditivos (acelerantes y retardantes) en la elaboración de concretos de 4000psi preparados con cemento tipo I y tipo III; llegándose a las siguientes conclusiones de que la mezcla preparada con cemento tipo I, con o sin aditivos presenta resistencias a compresión en etapas tempranas y tardías de forma decreciente y en la mezcla de concreto elaborada con cemento Tipo III, con o sin aditivos se observó una resistencia a la compresión de tipo creciente.

Tesis: “Diseño de Mezclas de Concreto Utilizando Residuos Industriales y Escombros” de los Ingeniero: María Alejandra Bautista Moros y Katty Milena Parra Maya, de la Universidad Pontifica Bolivariana Seccional Bucaramanga (2010). El objetivo de este trabajo de investigación es poder llegar a diseñar una mezcla de concreto utilizando los residuos industriales y escombros; al finalizar el estudio se concluye que la adición de limilla y los escombros hace que aumentase la resistencia a compresión del concreto y además esto genera un ahorro del 30% en comparación al diseño de concretos de la manera tradicional.

2.1.2. Ámbito Nacional

Tesis: “Estudio del Concreto con Cemento tipo IP y Aditivo Superplastificante” del Ingeniero Miguel Armando Palomino Badillo, de la Universidad Nacional de Ingeniería (2017). En dicha investigación se estudia el comportamiento del concreto con aditivo superplastificante y con cemento Portland tipo IP para la reducción de la fisuración. La importancia de este trabajo recae en la investigación del comportamiento de un concreto diseñado con cemento portland tipo IP llamado concreto Patrón y luego el análisis de un concreto diseñado con cemento tipo IP adicionando un aditivo superplastificante y evaluando al concreto en sus dos estados, tanto en el endurecido como en el fresco.

Tesis: “Estudio de la Dosificación del Concreto Utilizando Agregados de la Cantera Figueroa en Huánuco con Aditivo Superplastificante” de los Ingenieros: Almonacid Quiroz Carlos Alberto y Prétel Casaico Max Klizman, de la Universidad Ricardo Palma (2015). En dicha investigación se busca determinar la dosificación del concreto de mediana resistencia para optimizar la calidad del concreto usando agregados de una cantera determinada, la importancia de este trabajo recae en tener un estudio que pueda recoger datos importantes de la cantera Figueroa, tomando en cuenta el análisis de las propiedades de sus agregados y además demostrar que si se puede obtener un concreto de calidad con estos agregados, y además si se adiciona

un aditivo superplastificante esta mejora aún más la resistencia del concreto.

Tesis: “Resistencia a la Compresión del Concreto f´c =175 kg / cm^2 con Fibras de Polipropileno” del Ingeniero Carlos Enrrique Intor Vásquez, de la Universidad Nacional de Cajamarca (octubre de 2015). En dicha investigación se pretende comparar la influencia del polipropileno en la resistencia del concreto de f´c=175 kg / cm^2. La importancia de este trabajo recae en la investigación de un nuevo material sintético que permite la mejora en los resultados a la compresión del concreto f´c= 175 kg / cm^2 a edades de 7, 14 y 28 días es la proporción de 1.00%, con respecto a las variaciones del 0.25% y 0.60 %.

Tesis: “Análisis Comparativo del Comportamiento de los Concretos Utilizando Cemento Blanco “Tolteca” y Cemento Gris “Sol”” de los Ingenieros: Alonso Jonathan Saavedra Castro y Fernando Javier Gallo Cubas, de la Universidad Nacional de San Martin de Porres (2015). En dicha investigación lo que se busca es realizar un análisis comparando las propiedades tanto del concreto con cemento Blanco Tolteca como del concreto diseñado con cemento Gris SOL, con el fin de medir sus propiedades más comunes y esenciales en sus dos estados, y de esta manera evaluar su comportamiento para ver cuál es el más adecuado para una determinada obra, llegándose a una conclusión de que el concreto diseñado con cemento Blanco Tolteca es mejor en: consistencia, compacidad, peso unitario, resistencia a la

compresión, trabajabilidad y flexión; el cemento Gris Sol es mejor en contenido de aire, tiempo de fragua y temperatura.

Tesis: “Evaluación del Diseño del Concreto Elaborado con Cemento Portland Tipo I Adicionando el Aditivo Sikament-290N, en la Ciudad de Lima-2016” del Ingeniero Fernando López Llanelid, de la Universidad Cesar Vallejo (julio de 2017). En dicha investigación el objetivo general es de medir la influencia de este aditivo en las propiedades del concreto, utilizando cemento Portland tipo I, llegándose a las conclusiones de que el aditivo incrementaba la resistencia de forma considerada, e incluso era mayor que el del concreto patrón, si se comparaba entre ambos, la resistencia era mayor cuando se reducía el agua; el estudio concluye afirmando que los aditivos siempre aumentan la resistencia a la compresión del concreto y con ello se lograría la mejor calidad en obra.

2.1.3. Ámbito Local

Tesis aprobada: “Análisis de la Resistencia del Concreto Utilizando Hormigón en el Distrito de Calleria, Provincia de Coronel Portillo, Departamento de Ucayali” de los Ingenieros: David Herson Chota Tafur y de Pedro Navarro Córdova, de la Universidad Nacional de Ucayali (2019). El objetivo general de esta tesis es analizar en qué medida las características físico-mecánicas del hormigón de las canteras de Curimana, Nueva Piura, San Alejandro y Huipoca, influyen en la resistencia a la compresión del concreto en las estructuras del distrito de Calleria, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali, la tesis

concluye que el hormigón puede ser usado para la elaboración de un concreto estructural.

2.2. BASES TEORICAS

2.2.1 Generalidades

- **Concreto.** Material para la construcción que está formada por cemento, agregados finos y gruesos, y agua, en algunos casos cuentan con aditivos y un volumen muy pequeñísimo de aire que se encuentra atrapado en la mezcla; además sus propiedades se pueden analizar en dos estados, uno fresco y otro endurecido.
- **Concreto estructural.** Según el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), un concreto estructural es aquel que puede ser utilizado con fines estructurales y que logre alcanzar como mínimo una resistencia a compresión de $f'c = 175kg/cm^2$ (Norma E.060 del RNE, 2016).
- **Cantera.** Es un lugar geográfico donde se detecta la presencia de un yacimiento de agregados para concreto, esta puede ser de solo material fino o solo material grueso o ambos a la vez.
- **Cantera Nueva Piura.** Se encuentra ubicado en el rio Aguaytía, en la comunidad Nueva Piura, ubicada sobre un meandro del rio; se encuentra ubicado a 33 km adentro del distrito de Campo Verde (km 37+700 carretera Federico Basadre), la explotación se realiza con maquinaria pesada (excavadora) desde el curso del rio Aguaytía, es una de las canteras de mayor explotación en la zona y se ha utilizado en la construcción de edificaciones e

infraestructura en general en Pucallpa, el periodo de explotación se realiza de abril a septiembre.

- **Agregados.** Son los que juegan un rol importantísimo en las propiedades y en el comportamiento del concreto sobre la trabajabilidad y consistencia en su estado fresco, así como sobre la durabilidad, resistencia, propiedades térmicas, cambios de volumen y densidad en su estado endurecido son aquellas características físico-mecánicas y químicas de los agregados.

Si necesitamos tener un concreto que sea trabajable y de buena calidad, deberíamos fijarnos en la distribución volumétrica de las partículas, ya que un concreto que tenga los agregados bien graduados generara una estructura mucho más densa, considerando que los agregados finos se introduzcan en aquellos espacios entre grueso y grueso (Pasquel, 1993, p. 69).

2.2.2 Clasificación de los agregados

a). Por su composición granulométrica. La norma técnica peruana NTP 400.011, de acuerdo a su composición granulométrica los divide en gruesos y finos, además nos da una tabla para poder determinar la composición granulométrica de los agregados y además de ello nos muestra los tamices que se deben emplear para poder medir los agregados gruesos y finos.

Tabla 2. *Tamices que se utilizan para el análisis granulométrico.*

Agregado	Tamices normalizados
Fino	150um (N° 100) 300um (N° 50) 600um (N° 30) 1.8mm (N° 16) 2.36mm (N° 8) 4.75mm (N° 4)
Grueso	9.50mm (3/8”) 12.5mm (1/2”) 19mm (1/4”) 25.0mm (1”) 37.5mm (1 1/2”) 50.0mm (2”) 63.0mm (2 1/2”) 75.0mm (3”) 90.0mm (3 1/2”)

Adaptado de: NTP 400.011, (2008)

b). Por su densidad. La norma NTP 400.011 clasifica a los agregados de acuerdo a su densidad en livianos y pesados, y la ASTM plantea los requisitos a cumplir estos agregados de acuerdo a esta clasificación y además nos proporciona una tabla donde se distingue la misma en grupos.

Tabla 3. *Agregados clasificados por su densidad*

Agregados	Clasificación
AGREGADO LIVIANO	**Uso en hormigón (concreto) aislante térmico.** • **Grupo I:** Agregados resultantes de productos expandidos, tales como perlitas o vermiculitas. • **Grupo II:** agregados resultantes de productos expandidos, calcinados o sinterizados, tales como escoria de altos hornos, arcillas, diatomitas, esquistos o pizarras y agregados preparados del procesamiento de materiales naturales, tales como pumitas, escorias o tufos.
	Uso en hormigón (concreto) estructural • **Tipo I:** agregados resultantes de productos expandidos, paletizados o sinterizados, tales como escoria de altos hornos, arcillas diatomitas, esquistos o pizarras. • **Tipo II:** agregados resultantes del procesamiento de materiales naturales, tales como pumitas, escorias o tufos
	Uso en unidades de albañilería • **Tipo I:** agregados resultantes de productos expandidos, paletizados o sinterizados, tales como escoria de altos hornos, arcillas diatomitas, esquistos o pizarras. • **Tipo II:** agregados resultantes del procesamiento de materiales naturales, tales como pumitas, escorias o tufos. • **Tipo III:** agregados resultantes de la combustión final de productos de carbón o coque
AGREGADO PESADO	**1.** Agregados minerales naturales de alta densidad o alto contenido de agua: Barita, magnetita, hematina, ilmanita y serpentina.
	2. Agregado sintéticos: acero, hierro ferro fosforoso, fritas de boro y otros compuestos de boro.
	3. Agregados finos consistentes de arenas naturales o manufacturadas incluyendo minerales de alta densidad. El agregado grueso puede consistir de mineral triturado, piedra chancada, productos sintéticos y combinaciones o mezcla de éstos.

Adaptado de: NTP 400.011, (2008)

c) Por su constitución mineralógica. De acuerdo a la NTP 400.011 por su constitución mineralógica los agregados se clasifican en:

- Minerales de sílice: Cuarzo, Opalo, Calcedonia y Cristobalita.
- Feldespatos: Ferromagnesianos, Micasios, Arcillosos y Zeolitas.
- Carbonatos: Calcita y Dolomita
- Sulfatos: Anhidrita y Yeso
- Minerales de sulfuro de hierro: Pirita, Marcasita y Pirrotita.
- Oxido de fierro: Magnetita y Hematita.
- Rocas ígneas: rocas plutónicas y volcánicas
- Rocas sedimentarias
- Rocas metamórficas

d) Por la forma. De acuerdo a la forma de los agregados estos se clasifican de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 4. *Agregados por la forma*

Clasificación	Descripción	Ejemplos
Redondeado	Desgastada por fricción o agua	Grava de rio, arena del desierto.
Irregular	Naturalmente irregular, pero con bordes pulidos	Pedernal de tierra o excavado
Laminar	Posee espesores muy pequeños	Roca laminar
Angular	Tiene bordes bien definidos en sus intercepciones de sus caras.	Roca triturada de todos tipos.
Alargada	Posee longitudes mayores en comparación a las otras dimensiones.	----------

Adaptado de: NTP 400.011, (2008)

e) Por la textura. La norma NTP 400.011, clasifica a los arados considerando su textura de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 5*. Agregados por la textura*

Grupo	Textura	Características	Ejemplo
1	Vidriosa	Fractura concoidal	Escoria vítrea, pedernal negro
2	Lisa	Desgastado por agua o fracturas de lámina o roca de grano fino	gravas, esquistos, pizarra
3	Granulosa	Muestran granos uniformes más o menos pulidos	Arenisca, oolita
4	Rugosa	Fractura rugosa de roca	Felsita, Basalto, caliza
5	Cristalina	Contiene constituyentes cristalinos fácil de ver.	gnies, granito, gravo
6	Panal de abeja	Con cavidades y poros visibles	Ladrillo, barro, vítreo

Adaptado de: NTP 400.011, (2008)

f) Hormigón según la Norma E.060 del RNE. Es una mezcla entre arena y grava que solo puede usarcé en concretos con una resistencia a la compresión que no sea mayor a 100 MPa a los 28 días, y se tendrá en cuenta como mínimo 255 $kg\ /\ m^3$ de cemento; además no deberá contener sumas perjudiciales en polvo, escalones, terrones y otros según la NTP correspondiente, y cuando se usa hormigón se tendrá en cuenta los agregados finos y gruesos de acuerdo a las recomendaciones dadas por la NTP.

g). Granulometría. La granulometría es aquella distribución de los agregados tomando en cuenta los tamaños de las partículas que la componen, la NTP 400.012, reglamenta los procedimientos a

realizar a través del tamizado para encontrar esta distribución, considerándose fracciones además de los agregados que quedaron retenidos en cada tamiz; con ello podemos calcular la masa que pasa, los porcentajes tanto retenidos en cada número de tamiz como los acumulados (NTP 400.011, 2008).

h). Agregado fino. La NTP 400.011, (2008) establece que los agregados denominados finos provienen de la desintegración artificial o natural de las rocas y que para considerarse fino debe pasar el tamiz 3/8" y además cumplirá con la norma NTP 400.037. La Norma Técnica Peruana NTP 400.037, (2014) establece que un agregado fino es arena natural, arena manufacturad o la combinación entre ambos y debe estar enmarcado en la tabla 6, que está de acuerdo a los porcentajes que pasa en cada tamiz. También nos recomienda que el agregado fino tenga un módulo de fineza entre 2.3 y 3.1.

Tabla 6. *Granulometría del agregado fino tamiz porcentaje que pasa*

Tamiz	Porcentaje que pasa
9.5mm (3/8")	100
4.75mm (No. 4)	95 a 100
2.36mm (No. 8)	80 a 100
1.18mm (No. 16)	50 a 85
600um (No. 30)	25 a 60
300um (No. 50)	05 a 30
150um (No. 100)	0 a 10

Adaptado de: NTP 400.037, (2014)

i). Agregado grueso. La norma NTP 400.011, define a los agregados gruesos como aquellos que quedan retenidos en el tamiz N° 4 y que además deben cumplir con los requisitos de la norma NTP 400.037, estas pueden provenir de la desintegración natural de las rocas o artificial. Para encontrar los husos de acuerdo a su granulometría se usará la siguiente tabla:

Tabla 7. *Granulometría del agregado grueso tamiz porcentaje que pasa; huso nº4*

Tamiz	Porcentaje que pasa
63.5mm (2 ½”)	------
50mm (2”)	100
37.5mm (1 ½”)	90 a 100
25.4mm (1”)	20 a 55
19mm (3/4”)	0 a 05
12.5mm (1/2”)	------
9.5mm (3/8”)	0 a 5

Adaptado de: NTP 400.037, (2014)

Tabla 8. *Granulometría del agregado grueso tamiz porcentaje que pasa*

Huso	TMN	Porcentajes que logran pasar los tamices.													
		4”	**3 ½”**	**3”**	**2 ½”**	**2”**	**1 ½”**	**1”**	**¾”**	**½”**	**3/8”**	**N° 4**	**N° 8**	**N° 16**	**N° 50**
1	**3 1/2” a 1 1/2”**	100	90a 100	-	25 a 60	-	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-	-
2	**2 1/2” a 1 1/2”**	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-	-
3	**2” a 1”**	-	-	-	100	90a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-
357	**2” a N°4**	-	-	-	100	90a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	-	0 a 5	-	-	-
4	**1 1/2” a 3/4”**	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	-	0 a 5	-	-	-	-
467	**1/2” a N°4**	-	-	-	-	100	90 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	0 a 5	-	-	-
5	**1” a 1/2”**	-	-	-	-	-	100	90a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-	-	-
56	**1” a 3/8”**	-	-	-	-	-	100	90a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	-	-	-
57	**1″ a N°4**	-	-	-	-	-	100	95a 100	-	25 a 60	-	0 a 10	0 a 5	-	-
6	**3/4” a 3/8**	-	-	-	-	-	-	100	90a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	-	-	-
67	**3/4″ a N°4**	-	-	-	-	-	-	100	90a 100	-	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-
7	**1/2″ a N°4**	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	-	-
8	**3/8″ a N°8**	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	-
89	**1/2” a 3/8**	-	-	-	-	-	-	-	-	100	90a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9	**N°4 a N°16**	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Adaptado de: NTP 400.037, (2014)

2.2.2 Módulo de Fineza

- **Agrego Fino**. El módulo de fineza de los agregados finos viene a ser la sumatoria de los porcentajes retenido acumulados desde el tamiz número 4 hasta el tamiz número 100 y dividido entre 100, calculado de acuerdo a la siguiente formula:

$$MF_{af} = \frac{\sum \%retenido\ acumulado(N°\ 4 + N°8 + N°16 + N°30 + N°50 + N°100)}{100}$$

De acuerdo a la norma americana ASTM el módulo de fineza de la arena debe estar entre 2.3 y 3.1 e incluso si la arena posee un módulo de fineza entre 2.2 y 2,8 entonces generara una muy buena trabajabilidad y baja segregación a la mezcla de concreto, además si el módulo se encuentra entre 2.8 y 3.1 entonces estaríamos produciendo un concretos de alta resistencia.

- **Agrego Grueso.** El módulo de fineza de los agregados gruesos viene a ser la sumatoria de los porcentajes retenido acumulados desde el tamiz ¼" hasta el agregado más grande 1" o más y dividido entre 100, calculado de acuerdo a la siguiente formula:

$$MF_{ag} = \frac{\sum \%retenido\ acumulado(2" + 1\ 1/2" + 1"+ 3/4" + 1/2" + 3/8"\ )}{100}$$

- **Contenido de humedad.** Viene a ser el porcentaje de agua superficial que retiene la partícula, esta nos servirá para poder determinar la cantidad de agua que se necesitaría para el diseño de mezcla, la NTP

339.185, (2002) establece el procedimiento para el cálculo de la humedad total evaporable de los agregados con la siguiente formula:

$$W(\%) = \frac{w_h - w_s}{W_s} x(100\%)$$

Dónde:

w_h= Masa de la muestra húmeda inicial en gramos

w_s= Masa de la muestra seca en gramos

- **Absorción.** Es la cantidad de agua que un agregado necesita para pasar de la condición seca a la condición saturada superficialmente seco que se expresa en porcentaje. La absorción se obtiene sumergiendo el agregado en estado seco en agua durante un tiempo definido. El cálculo de la absorción está determinado por las normas NTP 400. 021 y NTP 400.022, la primera para el agregado grueso y la segunda para el agregado fino:

  - **Para un agregado grueso**, la absorción se determina de la siguiente manera:

$$Absorcion\,.\,a_g(\%) = \frac{(B - A)}{A} \text{ x } 100\%$$

Dónde:

A = masa de la muestra secada en el aire en gramos.

B = masa de la muestra de ensayo de superficie saturada seca en aire en gramos.

- Para un agregado fino, la absorción será determinada por la siguiente formula:

$$Absorcion.a_f\ (\%) = \frac{(S-A)}{A}\text{x}100\%$$

Dónde:

A: masa de la muestra secada al horno en gramos

S: masa de muestra saturada superficialmente seca en gramos

Tabla *9*. Precisión de los resultados de absorción de los agregados grueso y fino

	Agregado grueso		**Agregado fino**	
	Desviación Estándar	Rango aceptable de dos resultados	Desviación Estándar	Rangos aceptables de dos resultados
Precisión de un solo operador Absorción, %	0.088	0.25	0.11	0.31

Adaptado de: NTP 400.021 & NTP 400.022, (2013).

- **Sustancias perjudiciales en el agregado**

Según Osorio, (2013) la resistencia del concreto puede estar expuesta a la cantidad de sustancias perjudiciales como limo, arcillas y polvo; finos que son inferiores a los 75um que hacen que se pierda el enlace entre pasta y partícula del agregado, eso le restaría resistencia a compresión y baja adherencia al concreto, llevándolo a distorsionar la relación agua cemento ya que el polvo absorbería el agua de la mezcla.

La Norma NTP 400.018, (2013) establece los procedimientos para medir aquellos materiales finos que pasan el tamiz N° 200 o 75um de diámetro, el cual es calculado de la siguiente manera:

$$A(\%) = \left(\frac{P_1 - P_2}{P_1}\right) x100\%$$

Dónde:

A= % de material fino que pasa el tamiz N° 200 por vía húmeda.

P_1: Masa seca de la muestra inicial en gramos

P_2: Masa seca de la muestra lavada en gramos

Los resultados son aceptados de acuerdo a la precisión indicada en la siguiente Tabla:

Tabla 10. Precisión de los resultados de sustancias perjudiciales en el agregado

	Agregado grueso		**Agregado fino**	
	Desviación Estándar	Rango aceptable de dos resultados	Desviación Estándar	Rangos aceptables de dos resultados
Precisión de un solo operador %	0.10	0.28	0.15	0.43

Adaptado de: NTP 400.018 (2002).

2.2.3 Clasificación de densidades

La Densidad promedio de partículas (no incluye orificios entre partículas), densidad relativa (peso específico). Las Normas NTP 400.021 y NTP 400.022, establecen los procedimientos para calcular la densidad promedio de las partículas (sin incluir los orificios entre ellas), la absorción y la densidad relativa de los agregados; ya dependerá del procedimiento para expresar la densidad promedio de partículas en ($kg\ /\ m^3$) y la densidad relativa (adimensional) en este caso se expresan como secado al horno con las siglas SH, saturada

superficialmente seca con las siglas SSS o también conocida como densidad aparente.

Cuando hablamos de densidad promedio de partículas nos referimos a esa densidad de la proporción solida de un grupo muy grande de agregados y que representaría a la muestra. Esta nos sirve para encontrar la densidad relativa que nos servirá para el cálculo en volumen de concreto de los agregados. La densidad relativa (SSS) se utiliza si la absorción del agregado se ha cumplido. Por el contrario, la densidad o densidad relativa (SH) se utiliza para el cálculo cuando se conoce que el agregado se encuentra seco. Para las densidades relativas y densidades de partículas del agregado grueso se calcularán de la siguiente manera:

- **Densidad relativa.** *g (SH).* El cálculo de la densidad relativa (SH) se determina con el agregado secado al horno de la forma siguiente:

$$Densidad\ relativa.g\ (SH) = \frac{A}{B - C}$$

- **Densidad relativa***. g (SSS).* El cálculo de la densidad relativa (SSS) se determina con el agregado saturado de superficie seca de la siguiente manera:

$$Densidad\ relativa.g\ (SSS) = \frac{B}{B - C}$$

- **Densidad relativa aparente***. g.* El cálculo de la densidad relativa aparente se determina con el agregado secado al horno de la siguiente forma:

$$Densidad\ relativa\ \ aparente = \frac{A}{A - C}$$

- **Densidad. g** *(SH).* El cálculo de la densidad (SH) se determina con el agregado secado al horno de la siguiente manera:

$$Densidad\ (SH), \mathrm{kg}\ /\ \mathrm{m}^3 = \frac{999.1xA}{B - C}$$

- **Densidad. g** *(SSS).* El cálculo de la densidad (SSS) se determina con el agregado de superficie seca saturado de la manera siguiente:

$$Densidad\ (SSS), \mathrm{kg}\ /\ \mathrm{m}^3 = \frac{999.1xB}{B - C}$$

- **Densidad aparente. g**. El cálculo de la densidad relativa aparente se determinó en base al agregado secado al horno de la siguiente manera:

$$Densidad\ \ aparente\ \mathrm{kg}\ /\ \mathrm{m}^3\ = \frac{999.1xA}{A - C}$$

Dónde:

A= masa de la muestra secada al horno en aire en gramos.

B= masa de la muestra de ensayo de superficie saturada seca en aire en gramos.

C= masa aparente de la muestra de ensayo saturada en agua en gramos.

Tabla 11. precisión de los resultados de densidad y densidad relativa del agregado grueso.

	Agregado grueso	
	Desviación Estándar	Rangos aceptables de dos resultados
Precisión considerando un solo operador:		
$Densidad\ (SH)\ en\ Kg/m^3$	9	25
$Densidad\ (SSS)\ en\ Kg/m^3$	7	20
$Densidad\ aparente\ en\ Kg/m^3$	7	20
$Densidad\ \ relativa\ (SH)$	0.009	0.025
$Densidad\ relativa\ (SSS)$	0.007	0.020
$Densidad\ relativa\ aparente$	0.007	0.020

Adaptado de: NTP 400.021, (2013)

Por otro lado, el cálculo de las densidades relativas y densidades de partículas en los agregados finos se realiza de la siguiente manera:

- **Densidad relativa. f** *(SH).* El cálculo de la densidad relativa (SH) se determina con el agregado secado al horno de la forma siguiente:

$$Densidad\ relativa.f\ (SH) = \frac{A}{V - W}$$

- **Densidad relativa. f** *(SSS).* El cálculo de la densidad relativa (SSS) se determina con el agregado saturado de superficie seca de la siguiente manera:

$$Densidad\ relativa.f\ (SSS) = \frac{500}{V - W}$$

- **Densidad relativa aparente. f.** El cálculo de la densidad relativa aparente se determina con el agregado secado al horno de la siguiente manera:

$$Densidad\ relativa\ \ aparente = \left(\frac{\boldsymbol{A}}{(\boldsymbol{V}-\boldsymbol{W})-(\boldsymbol{500}-\boldsymbol{A})}\right)$$

Dónde:

A = masa de la muestra secada al horno en gramos

V= volumen de la fiola

W = peso del agua

- **Densidad. f (SH).** El cálculo de la densidad (SH) se determina con el agregado secado al horno de acuerdo a la formula siguiente:

$$Densidad\ (SH), \mathrm{kg}\ /\ \mathrm{m}^3 = \frac{999.1xA}{B+S-C}$$

- **Densidad. f (SSS).** El cálculo de la densidad (SSS) se determina con el agregado de superficie seca saturado de acuerdo a la siguiente formula:

$$Densidad\ (SSS), kg\ /\ m^3 = \frac{999.1xS}{B+S-C}$$

- **Densidad aparente. f.** El cálculo de la densidad relativa aparente se determina con el agregado secado al horno de la siguiente forma:

$$Densidad\ \ aparente\ \mathrm{kg}\ /\ \mathrm{m}^3\ = \frac{999.1xA}{B + A - C}$$

Dónde:

A = masa de la muestra secada al horno en gramos

B = masa de la fiola llenada de agua hasta la marca de calibración en gramos

C = masa de la fiola llena de muestra y agua hasta la marca de calibración en gramos

S = masa de la muestra saturada superficialmente seca en gramos

991.1= densidad del agua a los 15 °C

Tabla 12. precisión de los resultados de densidad y densidad relativa del agregado fino.

	Agregado fino	
	Desviación Estándar	Rangos aceptables de dos resultados
Precisión considerando un solo operador:		
$Densidad\ (SH)\ en\ Kg/m^3$	11	13
$Densidad\ (SSS)\ en\ Kg/m^3$	9.5	27
$Densidad\ aparente\ en\ Kg/m^3$	9.5	27
$Densidad\ \ relativa\ (SH)$	0.011	0.032
$Densidad\ relativa\ (SSS)$	0.0095	0.027
$Densidad\ relativa\ aparente$	0.0095	0.027

Adaptado de: NTP 400.022, (2013)

Densidad de masa y vacíos de los agregados. Viene a ser aquella masa de unidad de volumen de la masa material del agregado, donde se incluye el volumen de cada partícula más el volumen de vacíos entre partículas, que quedara expresado en Kg/m3**.** La Norma NTP 400.017, (2016) establece el procedimiento para determinar la masa por unidad de volumen (peso unitario) y vacíos de los agregados en condición suelto y compactado sobre una base seca para agregados que no excedan los 125 mm del TMN.

La densidad de masa será calculada de la siguiente manera:

$$M = \frac{G - T}{V}$$

Dónde:

M= Densidad de masa del agregado en $kg\ /\ m^3$

G= Masa total (recipiente más agregados) en kg

T= masa del recipiente en kg

V= volumen del recipiente en m^3

Por otro lado, el contenido de vacíos del agregado será calculado usando la densidad de masa como sigue:

$$\%Vacios = \frac{100^{(S.W-M)}}{S.W}$$

Dónde:

M= Densidad de masa del agregado en $kg\ /\ m^3$

S= Densidad relativa de masa (SH)

W= Densidad del agua

Además, el volumen del recipiente debe ser calculado como sigue:

$$V = \frac{W - M}{D}$$

Dónde:

V= volumen del recipiente en m^3

W= masa del agua más la placa de vidrio más recipiente en kg

D= Densidad del agua

***Tabla 13*. precisión de los resultados de densidad de masa de los agregados gruesos y finos.**

	Agregado grueso		**Agregado fino**	
	Desviación Estándar	Rango aceptable de dos resultados	Desviación Estándar	Rango aceptable de dos resultados
Precisión considerando un solo operador Densidad de masa en $kg\ /\ m^3$	14	40	14	44

Adaptado de: NTP 400.017, (2016).

El RNE, en la Norma E. 060 nos especifica que: “el TMN del agregado grueso no debe ser superior a: 1/5 de la menor separación entre los lados del encofrado; 1/3 de la altura de la losa; ¾ del espaciamiento

mínimo libre entre las barras o alambres de refuerzo" (Norma E. 060 del RNE, 2016).

Además, también se pueden hacer excepciones según esta misma norma si se demuestra que la trabajabilidad y los métodos de compactación son tales que el concreto se pueda colocar sin la formación de vacíos o las llamadas cangrejeras (Norma E.060 del RNE, 2016).

Cemento. Riva (2010), en su libro sobre diseño de concreto define al cemento como aquellos materiales pulverizados (Clinker más yeso) que poseen las propiedades que al adicionar agua de la forma conveniente genera una pasta conglomerante que puede endurecerse tanto bajo el agua o al aire.

Cemento Portland. Según la NTP 334.009, define al cemento Portland como: "cemento hidráulico producido mediante la pulverización del Clinker, compuesto esencialmente de silicatos de calcio hidráulicos y que contiene generalmente sulfato de calcio y eventualmente caliza como adición durante la molienda" (NTP 334.009, 2016).

2.2.4 Tipos de Cemento Portland

según la NTP 334.009, publicada el 2016:

- ✓ *Cemento Portland Tipo I.* Para usos donde no se requieran propiedades especiales de cualquier otro tipo (NTP 334.009, 2016).

- ✓ *Cemento Portland Tipo II.* Para uso general, y específicamente cuando se desea moderada resistencia a los sulfatos o moderada calor de hidratación.
- ✓ *Cemento Portland Tipo II (MH).* Para uso general, especialmente cuando se desea moderada resistencia a los sulfatos o moderada calor de hidratación. (NTP 334.009, 2016).
- ✓ *Cemento Portland Tipo III.* Esta se utiliza cuando se desea altas resistencias iniciales. (NTP 334.009, 2016).
- ✓ *Cemento Portland Tipo IV.* Esta se emplea cuando se desea bajo calor de hidratación. (NTP 334.009, 2016).
- ✓ *Cemento Portland Tipo V.* Esta se emplea cuando se desea alta resistencia a los sulfatos. (NTP 334.009, 2016).

2.2.5 Cemento Portland Especificaciones de la Performance

La NTP 334.082 clasifica a los cementos por performance (de acuerdo a la actuación del cemento) basados en sus requerimientos específicos para uso general, alta resistencia inicial, resistencia al ataque por sulfatos y calor de hidratación (NTP 334.082, 2008). Se estipulan requisitos opcionales para propiedades de baja reactividad con agregados álcali-sílice-reactivos.

En esta NTP se establece todos los requisitos de performance o actuación que cubren a los cementos Portland para aplicaciones especiales y generales, donde no existen restricciones de la composición de los cementos y sus constituyentes.

Nota 1: Existen dos normas relacionadas al cemento hidráulico, NTP 334.009 para cemento Portland y NTP 334.090 para cementos Portland adicionados, ambas contienen prescripciones y requisitos de performance.

- **Tipos de cementos Portland de acuerdo a la especificación de la performance o actuación del cemento.**

- *Tipo GU:* Cemento Portland para construcciones generales. Usar cuando no se requieran propiedades especiales (NTP 334.082, 2008).
- *Tipo HE:* De alta resistencia inicial.
- *Tipo MS:* De moderada resistencia a los sulfatos.
- *Tipo HS:* De alta resistencia a los sulfatos.
- *Tipo MH:* De moderado calor de hidratación.
- *Tipo LH:* De bajo calor de hidratación.

En este trabajo abordaremos el diseño de la mezcla tomando en cuenta dos tipos de cemento uno con la NTP 334.009 y la otra con la NTP 334.082, para ello profundizaremos el estudio de las propiedades de las mismas, pero antes de esto investigaremos la fabricación de los cementos de acuerdo a sus tipos y productores.

Tabla 14. ***Principales productores de cemento en el perú y los tipos de cemento por empresa.***

Empresas	Cemento Portland Tipo (1)		Cemento hidráulico para uso general	Cemento Portland Puzolánico Tipos (2)		Cemento antisalitre (3)	Cemento extradurable (3)	Cemento compuesto tipo ICo (2)	Cemento de Albañilería (4)
	I	V	Tipo GU (3)	IP	I(PM)	MS	HS	ICo	
UNACEM	✓ (*)	✓ (*)	✓	✓ (*)	✓ (*)				
Cementos Pacasmayo S.A.A	✓	✓		✓		✓		✓	
Cal &Cemento Sur S.A.				✓					
Yura S.A	✓			✓			✓		✓
Mixercom S.A. cemento Nacional	✓							✓	

(*) Bajo contenido de álcalis; (1) NTP 334. 009; (2) NTP 334. 090; (3) NTP 334. 082; (4) NTP 334. 069

Adaptado de: ASOCEM, **www.asocem.gob.pe**

Como ya conocemos los diferentes productores de cemento en el Perú, analizaremos las propiedades de acuerdo a sus fichas técnicas comparándolas con las NTP.

- **Cemento Portland Tipo I.** De acuerdo a la Asociación de Productores de Cemento (ASOCEM), el cemento Portland tipo I es fabricado por UNACEM, Cemento Pacasmayo S.A.A y Yura S.A.

Tabla 15. ***Características físico-mecánicas del cemento portland tipo i***

CARACTERISTICAS	CEMENTO TIPO I
Densidad (gr/cm3)	No especifica(*)
Finura: Malla N° 100 (%)	No especifica(*)
Finura: Malla N° 200 (%)	No especifica(*)
Superficie Específica (m2/Kg)	Mínimo 260
Contenido de aire (%)	Máximo 12
Expansión autoclave (%)	Máximo 0.8
Fragua inicial (vicat) min	Mínimo 45
Fragua final (vicat) Max	Máximo 375
Resistencia a compresión ($\boldsymbol{kg / cm^2}$)	
f´c = 3 días	122
f´c = 7 días	194
f´c = 28 días	285
Resistencia al ataque de sulfatos	0.10 % máx. a 180 días
Composición Química	
MgO %	Máximo 6.0
SO3 %	Máximo 3.0
Pérdida al fuego %	Máximo 3.0
Residuo insoluble %	Máximo 1.5

Adaptado de: NTP 334.009, (2016). *Estos datos serán especificadas por el fabricante.

Cemento Portland Tipo GU. Según la ASOCEM indica que el cemento Portland tipo GU tiene un único productor que es UNACEM, y esta tiene única presentación al CEMENTO APU.

Tabla 16. ***Características físico-mecánicas del cemento tipo gu***

CARACTERISTICAS	CEMENTO PORTLAND TIPO GU
Densidad (gr/cm3)	No especifica(*)
Finura: Malla N° 100 (%)	No especifica(*)
Finura: Malla N° 200 (%)	No especifica(*)
Superficie Específica (m2/Kg)	No especifica(*)
Contenido de Aire (%)	No especifica(*)
Expansión Autoclave (%)	Máximo 0.8
Fragua inicial (vicat) min	Mínimo 45
Fragua final (vicat) Max	Máximo 420
Resistencia a compresión ($\boldsymbol{kg}$ / $\boldsymbol{cm^2}$)	
f´c = 3 días	133
f´c = 7 días	204
f´c = 28 días	285
Resistencia al ataque de sulfatos	No especifica(*)
Composición Química	
MgO %	No especifica(*)
SO3 %	No especifica(*)
Pérdida al fuego %	No especifica(*)
Residuo insoluble %	No especifica(*)

Adaptado de: NTP 334.082, (2008). *Estos datos serán especificadas por el fabricante.

Agua. Es uno de los componentes infaltable en la mezcla del concreto, esta le proporciona trabajabilidad a la mezcla y actúa con el cemento para el endurecimiento, en nuestra región se usan aguas no potables ya que es muy difícil y costoso usarlo y peor en lugares alejados de la ciudad, por ello es que el agua de mezcla para el concreto debe cumplir con las normas de calidad adecuadas NTP 339.088.

Tabla 17. ***límites permisibles para el uso del agua de mezcla y curado***

DESCRIPCIÓN	LIMITE PERMISIBLE
Sólidos en suspensión (residuos insolubles)	5000 ppm como máximo
Materia orgánica	3 ppm como máximo
Alcalinidad (NaCHCO3)	1000 ppm como máximo
Sulfatos (ion SO4)	600 ppm como máximo
Cloruros (ion CI-)	1000 ppm como máximo
pH	5 a 8 ppm como máximo

Adaptado de: Torres, A, Cachay, R. (2004)

Según el RNE, en la Norma E.060 nos indica que el agua para la preparación del concreto y curado del mismo debe ser potable de preferencia, pero si se usan otras aguas estas deberán cumplir que: deberán ser limpias y libres de sustancias perjudiciales de aceite, de ácidos, de sales, materia orgánica y otras; cuando se realicen los ensayos de concreto estas deberán tener la misma agua del mismo lugar de donde se usara en obra; los ensayo hechos con agua no potable deberán tener resistencias a los 7 y 28 días, de por lo menos 90% de las resistencias de las muestras ensayadas con agua potable, y estas deberán ser ensayados de acuerdo a la norma NTP 334.051.

Para los cálculos correspondientes en el diseño de mezcla del concreto se considerarán la densidad del agua de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 18. ***Densidad del agua de acuerdo a la temperatura.***

Temperatura, ºC	Densidad del agua, kg/m3
15.6	999.01
18.3	998.54
21.1	997.97
23.0	997.54
23.9	997.32
26.7	996.59
29.4	995.83

Adaptado de: NTP 400.017, (2016)

Diseño de mezcla. El diseño de mezcla de concreto estructural viene a ser la dosificación de cada uno de los componentes del concreto en cantidades exactas para alcanzar la resistencia a compresión de acuerdo a lo determinado en los expedientes técnicos; existen varios métodos para el diseño de mezcla, entre americanos y europeos, en este trabajo usaremos el método del ACI el cual se ajusta a la normatividad peruana Norma E.060 del RNE y para ello debemos conocer las especificaciones técnicas de cada factor involucrado en el diseño, como: los materiales, los elementos que se van a vaciar en obra, el tamaño y forma de estos, la resistencia que queremos alcanzar, la trabajabilidad que se requiere, las condiciones ambientales y otros.

Cuando no contamos con los datos necesarios de acuerdo a la cantidad de ensayos que nos piden para realizar una desviación estándar, el RNE, plantea la siguiente tabla para el diseño por resistencia.

Tabla 19. ***Resistencia promedio a la compresión.***

Resistencia específica a la compresión en MPa.	Resistencia promedio requerida a la compresión en MPa
$f'c < 21$	$f'cr = f'c + 7.0$
$21 \leq f'c \leq 35$	$f'cr = f'c + 8.5$
$f'c > 35$	$f'cr = 1.1f'c + 5.0$

Adaptado de: Norma E. 060 del RNE, (2016)

Para el cálculo de la cantidad de agua que se necesitara para la mezcla en relación al cemento, para un metro cubico de concreto y tomando en cuenta la resistencia promedio requerida a la compresión, se usara la tabla 20.

Tabla 20. ***Relación agua / cemento de acuerdo a la resistencia***

f´c a 28 días en unidades de $kg\ /\ cm^2$	Relación agua/cemento en peso (a/c)	
	Sin aire incorporado	Con aire incorporado
450	0.38	---
400	0.42	---
350	0.47	0.39
300	0.54	0.45
250	0.61	0.52
200	0.69	0.6
150	0.79	0.7

Adaptado de: ICG, (2010)

En la Norma E.060 del RNE nos especifica que, si necesitamos obtener un concreto de baja permeabilidad, o este se encuentre en un estado de bajo congelación y deshielo, se deberá escoger la relación agua cemento de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 21. ***Cuadro de relación agua/cemento por durabilidad (condiciones especiales de exposición)***

Condición de exposición	Relación a/c en peso para concreto de peso normal*	f´c mínimo en MPa para concreto de peso normal*
- Concreto que se pretende tena baja permeabilidad en exposición al agua.	0.5	28
- Concreto expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo en condiciones húmedas.	0.45	31
- Concreto expuesto a cloruros provenientes de productos descongelantes, sal, agua de mar.	0.4	35

*se debe utilizar la menor relación máxima agua-material cementante aplicable y el mayor f'c mínimo (Norma E. 060 del RNE, 2016).

Trabajabilidad: viene a ser la facilidad de poder mezclar el concreto, de poder transportarlo y así colocar en obra de manera fácil en los encofrados fluyendo alrededor del acero de refuerzo, se determina la trabajabilidad del concreto fresco mediante el ensayo de slump usando el cono de Abrams.

Tabla 22. Concretos según su consistencia.

Consistencia	Asentamiento (Slump)	Compactación
Seca	0" a 2"	Vibrado normal
Plástica	3" a 4"	Vibrado ligera chuseado
fluida	≥5"	chuseado

Adaptado de: Samuel Laura Huanca, Diseño De Mezclas De Concreto, (2006).

Cada tipo de estructura requiere de un determinado slump para que sea trabajable y así no tener inconvenientes al momento de colocar la mezcla en el encofrado, en esta tabla se muestra los slump máximos y mínimos de acuerdo a cada tipo de estructura.

Tabla 23. ***Asentamientos recomendados para cada tipo de estructura.***

Tipo de estructura	Slump	
	Máximo*	**Mínimo**
- Zapatas y muros de cimentación reforzada	3”	1”
- Cimentaciones simples	3”	1”
- Vigas y muros armados	4”	1”
- columnas	4”	2”
- Losas y pavimentos	3”	1”
- Concreto ciclópeo	2”	1”
*El máximo permitido para el asentamiento es de ±20 mm para las mezclas realizadas como pruebas.		
Si en la compactación no usamos vibrador entonces nuestro slum puede incrementarse en 1”		

Adaptado de: ACI 211.1-91 – Tabla 6.3.1

Estimación de agua de mezcla: Es la estimación de la cantidad de agua en litros para un metro cubico de concreto considerando el tamaño máximo nominal del agregado y además tomando en cuenta el slump requerido y es asumida de la siguiente tabla:

Tabla 24. ***Estimación del agua para la mezcla (l/m3)***

SLUMP	Tamaño Máximo de Agregado							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	4"
Concreto Sin Aire Incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	---
Concreto Con Aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	---

Porcentaje de Aire atrapado: Es el porcentaje de aire atrapado por metro cubico de concreto tomando en cuenta el tamaño máximo nominal de los agregados y es asumida de la siguiente tabla:

Tabla 25. ***Porcentaje de aire atrapado (%)***

CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO								
Tamaño Máximo Nominal (Pulg)	3/8	1/2	3/4	1	1 1/2	2	3	4
Aire atrapado (%)	3.00	2.50	2.00	1.50	1.00	0.50	0.30	0.20

Contenido de agregado grueso. El contenido de agregado grueso con relación al módulo de fineza del agregado fino por metro cubico de concreto es asumida de la siguiente tabla:

Tabla 26. ***Contenido del agregado grueso con relación al módulo de fineza del agregado fino***

TMN del agregado grueso	**Módulo de fineza del agregado fino**			
	2.40	**2.60**	**2.80**	**3.00**
10mm-(3/8”)	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5mm-(1/2”)	0.59	0.57	0.55	0.53
20mm-(3/4”)	0.66	0.64	0.62	0.6
25mm-(1”)	0.71	0.69	0.67	0.65
40mm-(1½”)	0.76	0.74	0.72	0.7
50mm-(2”)	0.78	0.76	0.74	0.72
70mm-(3”)	0.81	0.79	0.77	0.75
150mm-(6”)	0.87	0.85	0.83	0.81

Adaptado de: ACI 211.1-91 – Tabla 6.3.6

Peso unitario del concreto. La NTP 339.046 al igual que la ASTM C138 nos especifican como calcular el peso unitario del concreto para de esta poder calcular y comprobar el rendimiento de la mezcla y así determinar el contenido de materiales en cantidades exactas por metro cubico de concreto, así también podemos encontrar a través de este el contenido de aire, como también podemos idearnos como sería la calidad del concreto y cuál sería el grado de su compactación.

Según Pasquel, E. (1999) el peso unitario del concreto ($kg\ /\ cm^3$) se determinará por la siguiente formula:

$$P.U.Concreto\ fresco = \frac{Peso\ total - Peso\ del\ molde}{volumen\ del\ molde}$$

Si el valor se encuentra entre 0.98 a 1.02, entonces se consideraría un rendimiento aceptable y ya no se tendría que realizar correcciones a aquellas proporciones hasta obtener un valor estable, y luego con una regla de tres simples, se calcularan las proporciones para así obtener la tanda que uno desee (Pasquel E, 1999)

Calidad del concreto. La calidad del concreto dependerá de los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio, pero el que determine si es un concreto estructural o no lo es, estará ligado a su resistencia que no deberá ser menor de 17 MPa, para ello se realizaran ensayos de probetas cilíndricas considerando la misma relación a/c en cada una y además se considerar las edades necesarias para su rotura de acuerdo a la NTP.

Según el Manual de Ensayo de Materiales del MTC E702, (mayo 2016); nos dice que debemos elaborar por cada edad, de tres a más especímenes; considerándose las edades a los 7, 14 y 28 días y si las mezclas es con cemento tipo III entonces se consideraría a las edades de 1, 3, 7 y 28 días.

Compactación de la muestra según el Manual de Ensayo de Materiales MTC E.702. Existen dos métodos de compactación, en el proceso de muestreo o puesta obra de la mezcla del concreto y para elegir uno de ellos se tiene que tener en cuenta el asentamiento de la mezcla uno de los métodos es el de apisonado (por varillado), el cual será empleado cuando tengamos asentamientos mayores a 3”, si el asentamiento es de 1” a 3” se debe usar el método de apisonado o el de vibrador, el método de vibrador es usado cuando el asentamiento es menor a 1”; no se puede usar vibrador cuando los cilindros tengan diámetros menores a 100mm.

Tabla 27. ***Números de capas requeridas en la elaboración de la muestra***

Tipo de tamaño de la muestra en mm y pulgadas	Método de compactación	Numero de capas	Altura aproximada de la capa en mm y pulgadas
CILINDROS			
hasta 300 (12”)	Apisonado (varillado)	3 iguales	100 (4”)
mayor que 300 (12”)	Apisonado (varillado)	Las requeridas	200 (4”)
hasta 460 (18”)	Vibrador	2 iguales	
mayor que 460 (18”)	vibrador	3 o mas	
PRISMAS			
hasta 200 (8”)	Apisonado (varillado)	2 iguales	
mayor que 200 (8”)	Apisonado (varillado)	3 o mas	100 (4”)
hasta 200 (8”)	Vibrador	1	200 (8”)
mayor que 200 (8”)	vibrador	2 a mas	

Adaptado de: Manual de Ensayo de Materiales MTC E.702, (mayo de 2016)

Apisonado por varillado. Según el MTC E.702 nos indica que el apisonado por varillado se debe realizar apisonando cada capa con parte redonda de la varilla, utilizando el número de golpes y el tamaño de la varilla de acuerdo a la tabla 27, en la capa inicial se introducirá la varilla hasta el fondo del molde; cada varillado se debe hacer distribuyendo el apisonado en toda el área transversal del molde; cuando apisonamos la segunda capa se debe introducir la varilla tratando de que logre pasar hasta la primera capa en ½” de esta cuando la profundidad de la capa sea menor a 4” ; cuando la profundidad de la capa es mayor a 4” se debe pasar 1” de la capa anterior; y en los huecos que queda de la varilla estos serán tapados golpeando ligeramente los lados del cilindro.

Tabla 28. ***Diámetro de la varilla y numero de golpes por capa***

CILINDROS		
Diámetro del cilindro en mm (pulgadas)	Diámetro de varilla en mm (pulgadas)	Número de golpes por capa
50 (2) a 150 (6)	10 (3/8)	25
150 (6)	16 (5/8)	25
200(8)	16 (5/8)	50
250(10)	16 (5/8)	75
VIGAS Y PRISMAS		
Área de la superficie superior de la muestra en cm2 (pulg2)	Diámetro de varilla en mm (pulgada)	Numero de golpes por capa
160(25)	10(3/8)	25
165(26) a 310 (49)	10(3/8)	1 por cada 7 cm2 (1 pulg2) de área
320(50) o más	16(5/8)	1 por cada14m2 (2pulg2) de área

Adaptado de: Manual de Ensayo de Materiales MTC E.702, (mayo de 2016)

Curado del concreto según el MTC E.702. Después del acabado y ya teniendo las briquetas llenas con concreto, se deberá evitar la evaporación del agua del espécimen antes de que endurezca, y se cubrirán estas con impermeable tratando de que no choquen tanto la muestra con el impermeable. Se deberán remover las muestras después de su elaboración en un tiempo no mayor de 48 horas ni menor de 20 horas, y estas se deben mantener en humedad en temperaturas 23°C con una variación de ±2°C desde el momento del molde hasta el momento del ensayo.

Evaluación y aceptación del concreto. Se considerará satisfactoria la resistencia esperada del concreto si logra cumplir los siguientes requisitos: 1) Al promediar la resistencia de cada tres ensayos esta

debe ser igual o mayor al f´c; 2) Ningún resultado individual del ensayo de resistencia es menor que f´c en más de 3.5 MPa cuando f´c es 35 MPa o menor, o en más de 0.1f´c cuando f´c es mayor a 35 MPa.

Tabla 29. ***Tolerancia de rotura de especímenes de concreto***

Edad de ensayo	Tolerancia permisible
24d	± 0.5 h
3 d	± 2 h
7 d	± 6 h
28 d	± 20 h
90 d	± 48 h

Adaptado de: NTP 339.034, (2013)

La lectura de carga máxima que se obtiene del equipo o prensa hidráulica es la carga máxima que logra soportar el testigo en compresión. Para determinar el f´c del concreto ensayado se deberá dividir la cara máxima entre el área de aplicación de la fuerza, de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$f´c = \frac{4xP}{\pi x d^2}$$

Dónde:

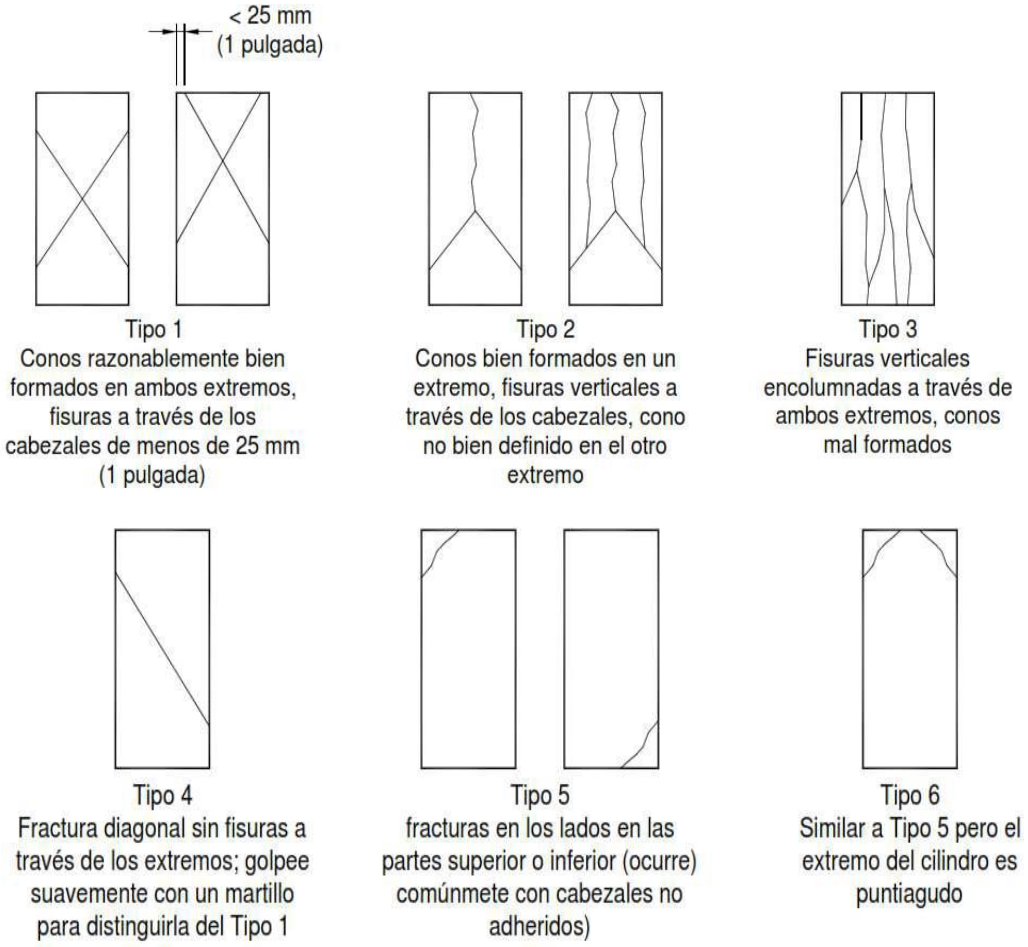
f´c= Resistencia de rotura a la compresión ($kg\ /\ cm^2$)

P= Carga máxima de rotura en Kg

d= Diámetro de la probeta cilíndrica en cm.

Tipos de fractura

Figura 1: Esquema de los patrones de acuerdo a los tipos de fractura



Adaptado de: NTP 339.034, (2008).

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- **Absorción:** Proceso por el cual un líquido se introduce en los poros permeables de un cuerpo sólido poroso y tiende a llenarlos (NTP 339.047, 2014).
- **Agregado de densidad normal (agregado de peso normal):** Agregado que no es de alta ni baja densidad (Densidad relativa oscila entre 2.4 y 4.0 o con una densidad aparente que típicamente varía entre 1120 $kg\ /\ m^3$ y 1920 $kg\ /\ m^3$).
- **Agregados:** Material granular (arena, grava, piedra triturada, o escoria de hierro de alto horno) que se utiliza con un medio de cementación para formar concreto de cemento hidráulico o mortero (NTP 339.047, 2014).
- **Agregado denominado hormigón:** Material mixto de piedra, arena y finos, que se encuentra generalmente en canteras y se utiliza en algunos casos en concretos no estructurales (NTP 400.011, 2008).
- **Agregado fino:** Agregado artificial de rocas o piedras proveniente de la disgregación natural o artificial, que pasa el tamiz normalizado 9,5 mm (3/8 pulg) y que cumple con los límites establecidos en la NTP 400.037 (NTP 400.011, 2008).
- **Agregado global**: Mezcla de agregado fino y agregado grueso, normalizado por una granulometría (NTP 400.011, 2008).
- **Agregado grueso**: Agregado retenido en el tamiz normalizado 4,75 mm (Nº4) que cumple los límites establecidos en la NTP 400.037, proveniente de la disgregación natural o artificial de la roca (NTP 400.011, 2008).

- **Aire atrapado:** Burbujas de aire (1 mm o más grandes) de forma irregular que se incorporan de forma no intencionada en una mezcla de cemento durante la mezcla y la manipulación (NTP 339.047, 2014).
- **Aire, contenido de:** Volumen de poros de aire en la pasta de cemento, mortero, y concreto, excluyendo el espacio de los poros de las partículas de agregado (NTP 339.047, 2014).
- **Apisonamiento:** Consolidación de una mezcla de cemento fresco por golpes repetidos a la superficie de la mezcla con una herramienta (NTP 339.047, 2014).
- **Arena manufacturada:** Agregado fino producido por la trituración de roca, grava, escoria de alto horno, o de concreto de cemento hidráulico (NTP 339.047, 2014).
- **Cantera:** Lugar geográfico donde se detecta la presencia de un yacimiento de agregado para concreto.
- **canto rodado**: En geología, fragmento de roca entre 2 1/2 y 10 pulg de diámetro (NTP 339.047, 2014).
- **Cemento Portland:** Cemento hidráulico producido mediante la pulverización del clinker de Portland compuesto esencialmente de silicatos de calcio hidráulicos y que contiene generalmente una o más de las formas de sulfato de calcio como una adición durante la molienda (NTP 339.047, 2014).
- **Compactación:** Proceso manual o mecánico que tiende a reducir el volumen total de vacíos de una mezcla de mortero o de concreto fresco (NTP 339.047, 2014).

- **Concreto:** Mezcla de material aglomerante y agregados. En el concreto normal comúnmente se usa el cemento Portland y el agua como medio aglomerante (NTP 339.047, 2014).
- **Concreto estructural:** Todo concreto utilizado con propósitos estructurales incluyendo al concreto simple y al concreto reforzado (RNE. E.060).
- **Concreto de peso normal:** Concreto producido con agregados de densidad normal, frecuentemente piedra triturada o grava, y que tiene una densidad aproximada de 2,300 kg/m3 (RNE. E.060).
- **Curva granulométrica**: Representación gráfica de la granulometría y proporciona una visión objetiva de la distribución de tamaños del agregado. Se obtiene llevando en abscisas los logaritmos de las aberturas de los tamices y en las ordenadas los porcentajes que pasan o sus complementos a 100, que son los retenidos acumulados (NTP 400.011, 2008).
- **Densidad:** Es la masa por unidad de volumen de un material, (preferido a la expresión peso unitario) (NTP 339.047, 2014).
- **Densidad aparente del agregado:** Masa de una unidad de volumen de material de agregado (el volumen de la unidad incluye el volumen de las partículas individuales y el volumen de los poros entre las partículas) (NTP 339.047, 2014). NOTA: Este término sustituye a la unidad de peso del agregado, término obsoleto.
- **Densidad relativa:** Relación de la densidad del material a una temperatura señalada con la densidad del agua destilada a la misma temperatura. Por lo general 23 ºC (NTP 339.047, 2014). Antiguamente conocido como peso específico.

- **Granulometría**: Es distribución de los tamaños que posee el agregado, la NTP 400.012 establece el procedimiento para su distribución mediante el tamizado, obteniéndose la masa de las fracciones del agregado retenidas en cada uno de los tamices. Eventualmente se calcula la masa retenida y/o que pasa, también los porcentajes parciales y acumulados (NTP 400.011, 2008).
- **Masa unitaria (masa volumétrica, densidad):** Masa volumétrica del concreto fresco o del agregado, que normalmente se determina pesándose un volumen conocido de concreto o agregado (la densidad a granel o suelta de los agregados incluye los vacíos entre las partículas) (NTP 339.047, 2014).
- **Módulo de finura (MF):** Factor que se obtiene por la suma de los porcentajes acumulados de material de una muestra de agregado en cada uno de los tamices de la serie especificada y dividido por 100 (NTP 400.011, 2008).
- **Resistencia a la compresión del concreto (f'c):** La resistencia a la compresión es la resistencia que se emplea como control de calidad del cemento. El ensayo se hace preparando un mortero hecho de una parte de cemento y 2,75 partes de agregados naturales, normalizada para el ensayo. (Rivera G., 1992).
- **Tamaño Máximo:** Es el que corresponde al menor tamiz por el que pasa toda la muestra de agregado grueso (NTP 400.011, 2008).
- **Tamaño Máximo Nominal**: Es el que corresponde al menor tamiz de la serie utilizada que produce el primer retenido (NTP 400.011, 2008).

- **Tiempo de fraguado:** Fraguado se refiere al paso de la mezcla del estado fluido o plástico al estado sólido (Rivera G., 1992).
- **vacíos:** En unidad de volumen del agregado, espacio entre partículas en una masa de agregado no ocupado por la materia sólida del mineral (NTP 400.017, 2011).

CAPITULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. Tipo y nivel de Investigación

El enfoque de la investigación a desarrollar es del tipo hibrido o mixto (Cuantitativo y Cualitativo); puesto que se requiere de la medición numérica, tablas de comparación y la estadística.

3.1.2. Nivel de Investigación

- **Descriptiva.** Puesto que se analizarán y determinará las propiedades y características del concreto estructural, utilizando el hormigón como insumo principal.
- **Experimental.** Puesto que se determinará las características físicas y mecánicas de las muestras de concreto estructural, con el uso de hormigón, a través de ensayos en un laboratorio.
- **Analítico.** Los diferentes tópicos serán analizados ampliamente mediante sus correspondientes variables, los mismos que nos permitirán llegar a conclusiones, para contrastar la hipótesis de trabajo.

3.1.3. Diseño de Investigación

- **Experimental.** Es experimental puesto que se hizo uso del Laboratorio de Ensayos de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Ucayali para sustentar la investigación.

- **Prospectivos.** Es prospectiva puesto que las pruebas y ensayos determinan la veracidad de la hipótesis general en un futuro cercano.
- **Longitudinal.** Es longitudinal porque todas las pruebas y ensayos se realizan en laboratorio para obtener las características que sirvieron para diferenciar o asemejar los dos tipos de concretos.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. Población

El diseño del concreto $f'c = 210kg\ /\ cm^2$ a ser analizado provendrá de 2 mezclas con diferentes tipos de cemento y usando los agregados de la cantera Nueva Piura, uno con cemento Portland tipo I y el otro con cemento Portland tipo GU, de las cuales se tomarán las muestras que se crean convenientes.

3.2.2. Muestra

Se tomarán muestras del diseño de mezcla con cemento Portland tipo I y luego con el diseño de mezcla con el cemento Portland tipo GU, las cuales serán utilizadas para el diseño de concreto estructural, estas serán sometidas a pruebas de ensayo en el laboratorio en el estado fresco para medir su consistencia normal, peso unitario y trabajabilidad; en el estado endurecido se medirá la resistencia a compresión a los 7 días, a los 14 días y a los 28 días, a través de 18 especímenes cilíndricos (se ensayan 3 especímenes cilíndricos por cada diseño de mezcla con cada tipo de cemento, en los 3 periodos diferentes. El tipo de muestreo es no probabilístico y por cuotas, el cual asegura una representación equitativa y

proporcionada de cada diseño, en función de qué rasgo es considerado base de la cuota. Se considera que se tomarán 03 muestras por diseño. A continuación, se muestra la distribución de la muestra y los días de la realización de los ensayos.

Tabla 30. ***Muestreo no probabilístico para el análisis de la consistencia del concreto***

Método de ensayo	**Agregados de la Cantera Nueva Piura**		
	Nº de Ensayos		Fecha de toma de muestra
	Con Cemento Andino Tipo I	Con Cemento APU Tipo GU	
Ensayo del Cono de Abrams	2	2	27/11/2020
Total:	02	02	

Tabla 31. ***Muestreo no probabilístico para el análisis del peso unitario del concreto***

Ensayo en laboratorio	**Agregados de la Cantera Nueva Piura**		
	Nº de ensayos		Fecha de toma de muestra
	Con Cemento Andino Tipo I	Con Cemento APU Tipo GU	
Ensayo de peso unitario	2	2	27/11/2020
Total:	02	02	

Tabla 32. ***Muestreo no probabilístico para el análisis de la trabajabilidad del concreto***

Comparación	Agregados de la Cantera Nueva Piura		
	Nº de comparaciones		Fecha de rotura
	Con Cemento Andino Tipo I	Con Cemento APU Tipo GU	
Slump/consistencia	2	2	27/11/2020
Total:	02	02	

Tabla 33. ***Muestreo no probabilístico para el análisis de la resistencia del concreto***

Edad de probetas	Agregados de la Cantera Nueva Piura		
	Nº de Probetas		Fecha de rotura
	Con Cemento Andino Tipo I	Con Cemento APU Tipo GU	
Moldeo			27/11/2020
7 días	3	3	04/12/2020
14 días	3	3	11/12/2020
28 días	3	3	25/12/2020
Total:	09	09	

3.3. MÉTODOS Y TÉCNICAS UTILIZADAS

Para la presente investigación se empleó estadística aplicada, a fin de analizar los resultados obtenidos en las pruebas y ensayos siguientes.

- Ensayo para medir la consistencia.
- Ensayo para medir el peso unitario.
- Ensayo para medir la trabajabilidad.
- Resistencia a la comprensión.

Los instrumentos que se utilizó para la recolección de datos fueron los siguientes:

- Consistencia normal. Indicador de prueba, medición del Slump a través del Cono de Abrams.
- Peso unitario. Indicador de prueba, Balanza digital.
- Ensayo para medir la trabajabilidad. Indicador de prueba, Tabla para determinar la Trabajabilidad relacionada con el Slump obtenido.
- Resistencia a la compresión. Indicador de prueba, medición de la resistencia del concreto a la compresión a través de Prensa hidráulica.

3.4. DESCRIPCIÓN DE PROCEDIMIENTOS

- La muestra será recolectada de la cantera Nueva Piura.
- Se llevará a laboratorio esta muestra para analizar sus propiedades físicas.
- Se usará el método ACI para el diseño de mezcla, a través del método del agregado global.
- Se realizará dos diseños de mezcla con estos agregados, uno con cemento Portland tipo I y otro con cemento Portland tipo GU.
- Se registrarán estos resultados en fichas técnicas.

CAPITULO V: RESULTADOS

4.1. ESTUDIO DE LA CANTERA

Para poder tener un concreto estructural, que me genere una consistencia, trabajabilidad, rendimiento y resistencia adecuada, los agregados a utilizar deben ser de buena calidad y tener un estricto control entre las cantidades de cada insumo a usar.

Para realizar esta investigación, me base en una cantera que es muy explotada en nuestra región, como es la cantera Nueva Piura.

4.1.1. Cantera Nueva Piura.

- **Ubicación.** Se encuentra ubicado cerca al centro poblado Nuevo Piura, en el distrito de Campo Verde, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali.
- **Coordenadas Geográficas:**

  Latitud 8°21'23.35"S; **Longitud** 74°59'24.16"W
- **Coordenadas UTM:**

  X: 501,096.21 E

  Y: 9’076,291.76 N
- **Accesibilidad.** El ingreso a esta cantera se ubica en el distrito de Campo Verde por la progresiva Km. 34+000 de la Carretera Jorge Basadre, desde el cual se ingresa hacia la mano derecha al centro poblado de Nuevo Piura a 33.01 kilómetros encontrándose en el borde del rio Aguaytia esta cantera.

- **Propietario**. El terreno es propiedad de la Municipalidad Distrital de Campo Verde.
- **Volumen explotable.** Se ha considerado la altura de explotación promedio de 1.7m, un área explotable aproximada de 10,177 m2, con un volumen bruto aproximado de 17,300 m3.
- **Usos**. Concreto de Cemento Portland, Base (Sb), Relleno (R).
- **Periodo de explotación.** Época de estiaje.
- **Explotación.** La extracción y explotación se efectúa con cargador frontal y tractor oruga.
- **Origen.** Depósito fluvial, playas del río Aguaytía.
- **Material.** La cantera está provista de gravas y arenas mal graduadas de clasificación SUCS: GP, SP; no presenta bloques o Bolones (Agregado con tamaño máximo > 12”), no presenta cantos o pedrones (Agregado con tamaño máximo entre 3” y 12”).

Presenta gravas redondeadas 100% de tamaño máximo 3”, poca cantidad de chatas y alargadas, No plástica, presenta una estructura homogénea, color gris claro.

Figura 2: *Imagen Satelital de Ubicación*

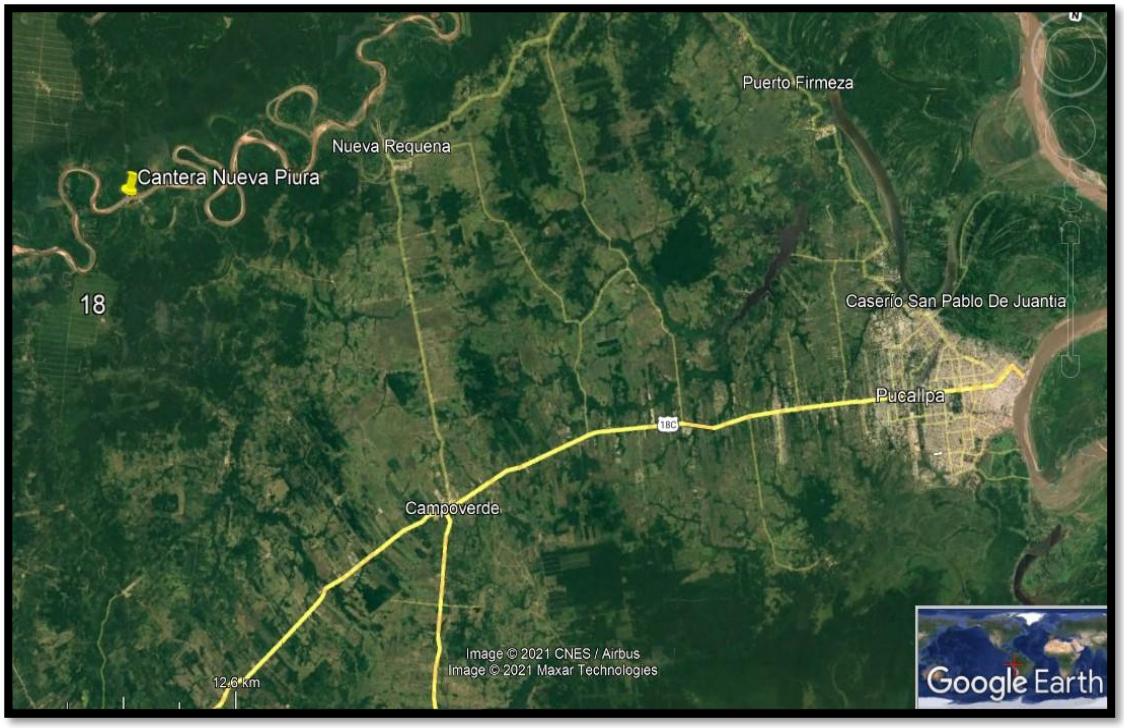


Figura 3: *Mapa de Ubicación de la Cantera Nueva Piura*

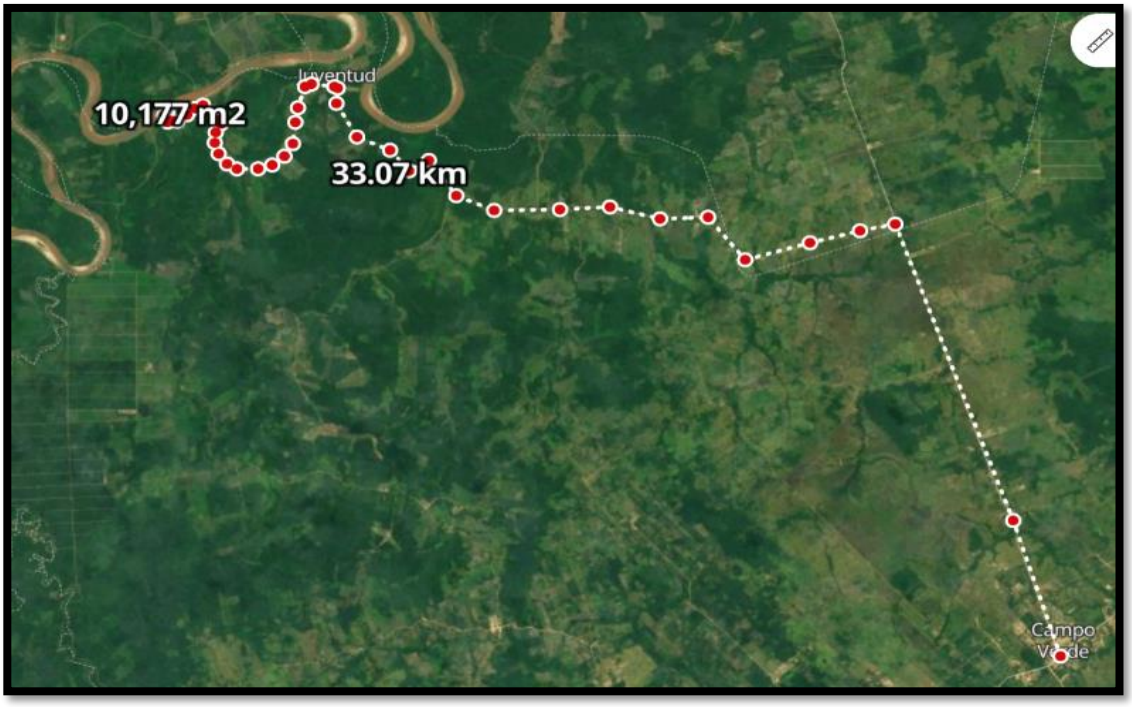


Figura 4: *Imagen Satelital de Ubicación*



Figura 5. *Vista panorámica de rampa para la entrada y salida de maquinaria de extracción de hormigón.*



Figura 6. *Vista del rio Aguaytia del centro poblado Nueva Piura*



Figura 7. *Trocha de ingreso a la cantera Nueva Piura.*



Figura 8. *Hormigón para ser transportado a Pucallpa*



4.2. ESTUDIO DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS AGREGADOS

Las propiedades físicas de los agregados de esta cantera nos generaran los datos esenciales para el diseño de la mezcla del concreto. Sobre el uso del hormigón en la elaboración del concreto, indica en el numeral 3.3.10 de la Norma E.060, que “El hormigón sólo podrá emplearse en la elaboración de concretos con resistencia en compresión no mayor de 10 MPa (100 Kg/cm2) a los 28 días”. En esta investigación he asumido que el hormigón puede ser usado para la elaboración de un concreto estructural, ya que según el Numeral 3.1.1 de la Norma E.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones, en donde se indica que “Los agregados que no cumplan con los requisitos indicados en las NTP, podrán ser utilizados siempre que el Constructor demuestre, a través de ensayos y por experiencias de obra, que producen concretos con la resistencia y durabilidad requeridas”.

4.2.1. Granulometría.

En la Norma Técnica Peruana NTP 400.037: 2014, se determinan los límites granulométricos, donde deben enmarcarse el agregado fino, el agregado grueso y el agregado global (hormigón), con el fin de que sean apto para la elaboración de concretos.

A continuación, se muestran los requisitos granulométricos para los agregados:

Tabla 34. ***Requisitos granulométricos para el agregado fino***

Tamiz	Porcentaje que pasa
9.5mm (3/8”)	100
4.75mm (No. 4)	95 a 100
2.36mm (No. 8)	80 a 100
1.18mm (No. 16)	50 a 85
600um (No. 30)	25 a 60
300um (No. 50)	5 a 30
150um (No. 100)	0 a 10

Adaptado de: NTP 400.037, (2014)

Tabla 35. *Análisis granulométrico del agregado fino*

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI							
	FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS E INGENIERIA CIVIL				CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		
	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES						
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO						
TIPO DE AGREGADO:	ARENA FINA				NORMA:	NTP 400.037	
PROCEDENCIA:	NUEVA PIURA				FECHA:	27/11/2020	
PESO DE LA MUESTRA :	10620gr				MUESTRA N:		
					HECHO POR:	ELI BUSTAMANTE ILATOMA	
Malla	**Peso Retenido (gr)**	**% Retenido**	**% Retenido Acumulado**	**% que pasa**		**Especificaciones**	
3/8"	0	0	0	100	CUMPLE	100	100
N° 4	1020	9.60	9.6	90.4	NO CUMPLE	95	100
N° 8	420	3.95	13.55	86.45	CUMPLE	80	100
N° 16	280	2.64	16.19	83.81	CUMPLE	50	85
N° 30	7320	68.93	85.12	14.88	NO CUMPLE	25	60
N°50	1340	12.62	97.74	2.26	NO CUMPLE	5	30
N° 100	200	1.88	99.62	0.38	CUMPLE	0	10
N° 200	40	0.38	100	0	CUMPLE	0	0
TOTAL:	10620	100			MÓDULO DE FINEZA	mg	3.22

Figura 9: *Curva granulométrica del agregado fino*

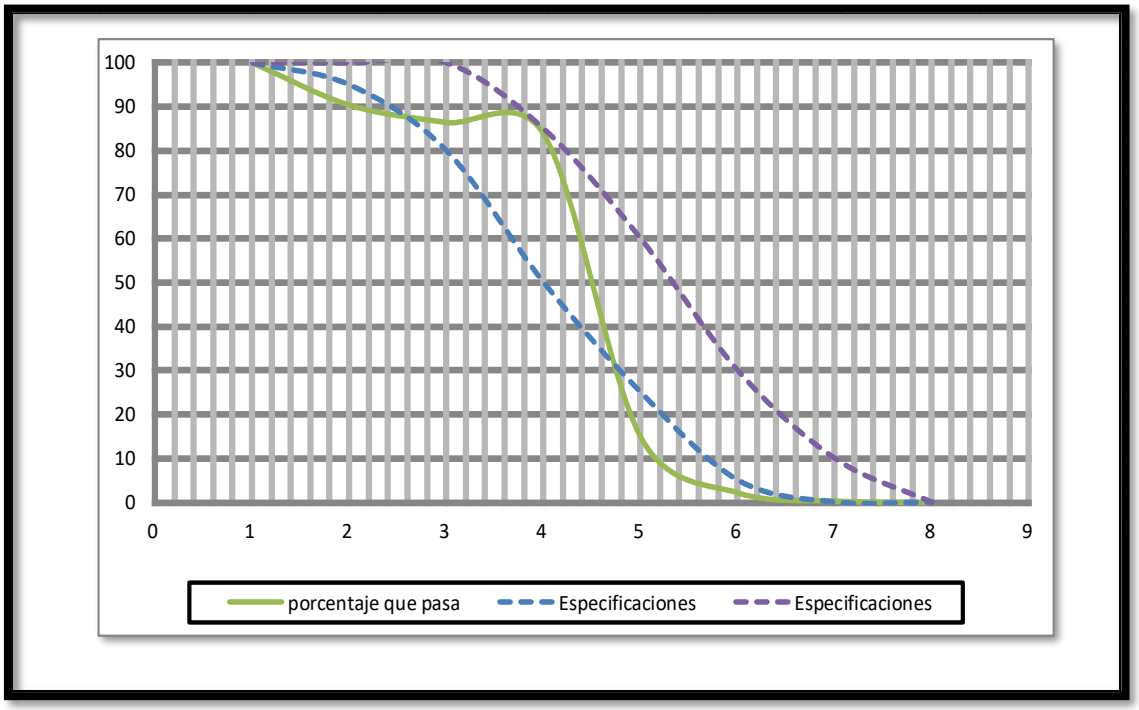


Tabla 36. *Requisitos granulométricos para el agregado grueso*

Tamiz	Porcentaje que pasa
63.50mm (2 ½")	100
50.80mm (2")	90 a 100
37.50mm (1 ½")	35 a 70
25.40mm (1")	0 a 15
19.00mm (3/4")	-------
12.50mm (1/2")	0 a 5

Adaptado de: NTP 400.037, (2014)

Tabla 37. *Análisis granulométrico del agregado grueso*

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI						
	FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS E INGENIERIA CIVIL				**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**		
	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES						
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO						
TIPO DE AGREGADO:	**PIEDRA**				NORMA:	NTP 400.037	
PROCEDENCIA:	NUEVA PIURA				FECHA:	27/11/2020	
PESO DE LA MUESTRA :	5400gr				MUESTRA N:		
					HECHO POR:	ELI BUSTAMANTE ILATOMA	
Malla	**Peso Retenido (gr)**	**% Retenido**	**% Retenido Acumulado**	**% que pasa**		**Especificaciones**	
2"	**0**	0	0	100		100	100
1 1/2"	**120**	2.22	2.22	97.78	CUMPLE	90	100
1"	**1120**	20.74	22.96	77.04	NO CUMPLE	20	55
3/4"	**960**	17.78	40.74	59.26	NO CUMPLE	0	5
1/2"	**1420**	26.3	67.04	32.96	NO CUMPLE	0	5
3/8"	**760**	14.07	81.11	18.89	NO CUMPLE	0	5
Nº4	**1020**	18.89	100	0			
TOTAL:	5400	100			**MÓDULO DE FINURA**	mg	**3.86**

Los requisitos granulométricos para un tamaño Máximo Nominal de 1 1/2", se muestran a continuación:

Tabla 38. *Requisitos granulométricos para el agregado global.*

Tamiz	Porcentaje que pasa
50.80mm (2”)	100
37.50mm (1 ½”)	95 a 100
25.40mm (1”)	--------
19.00mm (3/4”)	45 a 80
12.50mm (1/2”)	-------
9.5mm (3/8”)	-------
4.75mm (No. 4)	25 a 50
2.36mm (No. 8)	---------
1.18mm (No. 16)	--------
600um (No. 30)	8 a 30
300um (No. 50)	------
150um (No. 100)	0 a 8

Adaptado de: NTP 400.037, (2014)

Tabla 39. *Análisis granulométrico del agregado global*

			UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI					
			FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS E INGENIERIA CIVIL			CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		
			LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES					
			ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GLOBAL					
TIPO DE AGREGADO:			HORMIGON			NORMA:	NTP 400.037	
PROCEDENCIA:			NUEVO PIURA			FECHA:	27/11/2020	
PESO DE LA MUESTRA :			15000gr			MUESTRA N:		
						HECHO POR:	ELI BUSTAMANTE ILATOMA	
Malla	**abertura(mm)**	**Peso Retenido (gr)**	**% Retenido**	**% Retenido Acumulado**	**% que pasa**		**Especificaciones**	
					100		_	_
2 1/2"	63.5	0	0	0	100		_	_
2"	50.8	0	0	0	100	CUMPLE	100	100
1 1/2"	37.5	120	0.79	0.79	99.21	CUMPLE	95	100
1"	25.4	1120	7.47	8.26	91.74	NO CUMPLE	60	90
3/4"	19	960	6.4	14.66	85.34	NO CUMPLE	45	80
1/2"	12.5	1420	9.47	24.13	75.87	NO CUMPLE	35	68
3/8"	9.5	760	5.07	29.20	70.80	NO CUMPLE	30	58
N° 4	4.75	1020	6.8	36.00	64.00	NO CUMPLE	25	50
N° 8	2.38	420	2.8	38.80	61.20	NO CUMPLE	20	45
N° 16	1.19	280	1.87	40.67	59.33	NO CUMPLE	14	38
N° 30	0.6	7320	48.8	89.47	10.53	CUMPLE	8	30
N°50	0.3	1340	8.93	98.40	1.60	NO CUMPLE	3	20
N° 100	0.15	200	1.33	99.73	0.27	CUMPLE	0	8
N° 200	0.075	40	0.27	100.00	0.00		0	0
TOTAL:		15000	100			MÓDULO DE FINEZA	mg	4.8

Los resultados obtenidos del análisis granulométrico del agregado de la cantera Nueva Piura no reúne los requisitos granulométricos mínimos establecidos, puesto que los porcentajes que pasan por los tamices normalizados, no se encuentran dentro de los límites recomendados en la Norma Técnica Peruana NTP 400.037:2014, tal como se observa en la tabla anterior.

Del análisis granulométrico podemos asegurar que la cantera Nueva Piura posee más agregados finos que gruesos, si analizamos cada proporción pues de 15 Kg de la muestra, 10.60kg son finos y el resto es piedra; por lo tanto, el 70% de la muestra era arena y el 30% restante era piedra.

Ante esto necesariamente he tenido que zarandear el hormigón y separar los agregados finos de los gruesos con el tamiz 3/8”, para así poder obtener una muestra que cumpla con la normatividad peruana para la elaboración de un concreto estructural. Bajo este análisis y decisión pues logre obtener resultados cumpliendo al 85 % lo que indica la norma y al que lo considera pasable.

Tabla 40. *Análisis granulométrico del agregado fino*

			UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI					
			FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS E INGENIERIA CIVIL			CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		
			LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES					
			ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GLOBAL					
TIPO DE AGREGADO:			HORMIGON			NORMA:	NTP 400.037	
PROCEDENCIA:			NUEVO PIURA			FECHA:	27/11/2020	
PESO DE LA MUESTRA :			15000			MUESTRA N:		
						HECHO POR:	ELI BUSTAMANTE ILATOMA	
Malla	**abertura(mm)**	**Peso Retenido (gr)**	**% Retenido**	**% Retenido Acumulado**	**% que pasa**		**Especificaciones**	
							_	_
2 1/2"	63.5	**0**	0	0	**100**		_	_
2"	50.8	**441**	2.94	2.94	**97.06**	**NO CUMPLE**	100	100
1 1/2"	37.5	**582**	3.88	6.82	**93.18**	**NO CUMPLE**	95	100
1"	25.4	**910.5**	6.07	12.89	**87.11**	**CUMPLE**	60	90
3/4"	19	**1402.5**	9.35	22.24	**77.76**	**CUMPLE**	45	80
1/2"	12.5	**1503**	10.02	32.26	**67.74**	**CUMPLE**	35	68
3/8"	9.5	**1632**	10.88	43.14	**56.86**	**CUMPLE**	30	58
N° 4	4.75	**1098**	7.32	50.46	**49.54**	**CUMPLE**	25	50
N° 8	2.38	**1002**	6.68	57.14	**42.86**	**CUMPLE**	20	45
N° 16	1.19	**966**	6.44	63.58	**36.42**	**CUMPLE**	14	38
N° 30	0.6	**1914**	12.76	76.34	**23.66**	**CUMPLE**	8	30
N°50	0.3	**2298**	15.32	91.66	**8.34**	**CUMPLE**	3	20
N° 100	0.15	**948**	6.32	97.98	**2.02**	**CUMPLE**	0	8
N° 200		**303**	2.02	100.00	**0.00**		0	0
TOTAL:		**15000**	**100**			**MÓDULO DE FINEZA**	mg	**5.57**

Figura 10: *Curva granulométrica del agregado fino*

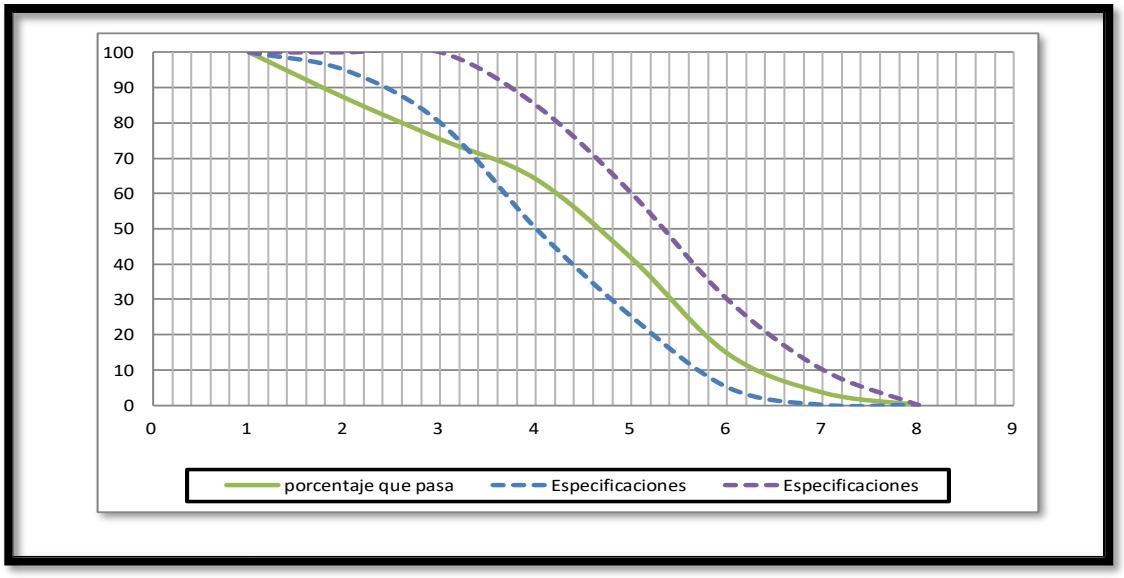


Tabla 41. *Cantera Nueva Piura: Análisis granulométrico de agregado corregido*

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI						
	FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS E INGENIERIA CIVIL				CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		
	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES						
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO						
TIPO DE AGREGADO:	ARENA FINA				NORMA:	NTP 400.037	
PROCEDENCIA:	NUEVA PIURA				FECHA:	27/11/2020	
PESO DE LA MUESTRA :	8529gr				MUESTRA N:	CORREGIDA	
					HECHO POR:	ELI BUSTAMANTE ILATOMA	
Malla	**Peso Retenido (gr)**	**% Retenido**	**% Retenido Acumulado**	**% que pasa**		**Especificaciones**	
3/8"	0	0	0	100	CUMPLE	100	100
N° 4	1098	12.87	12.87	87.13	NO CUMPLE	95	100
N° 8	1002	11.75	24.62	75.38	CUMPLE	80	100
N° 16	966	11.33	35.95	64.05	CUMPLE	50	85
N° 30	1914	22.44	58.39	41.61	CUMPLE	25	60
N°50	2298	26.94	85.33	14.67	CUMPLE	5	30
N° 100	948	11.12	96.45	3.55	CUMPLE	0	10
N° 200	303	3.55	100	0		0	0
TOTAL:	8529	100			MÓDULO DE FINEZA	mg	3.14

Figura 11*: Curva granulométrica del agregado global corregido*

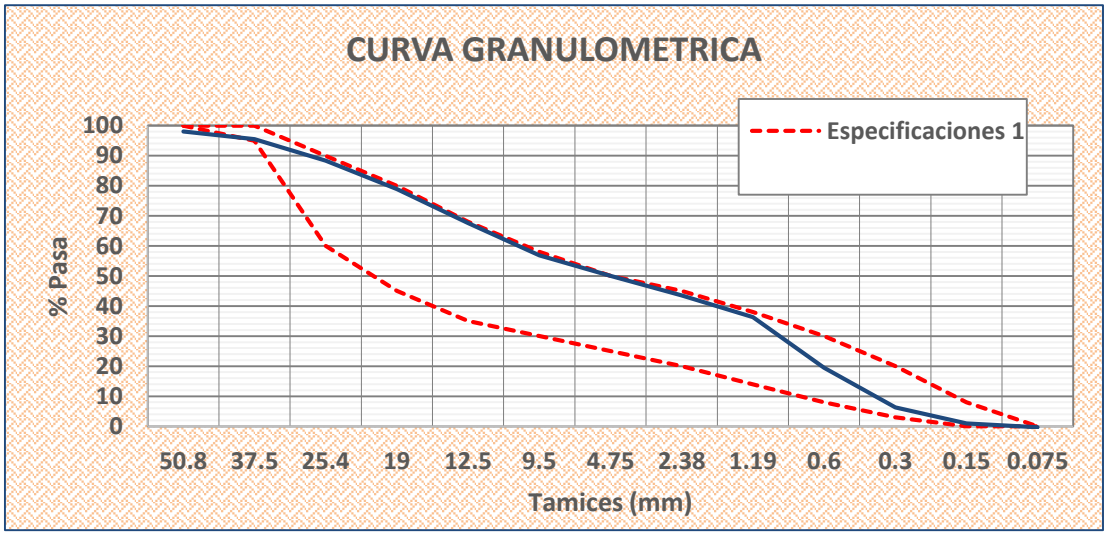


Figura 12. *Cuarteando la muestra para el análisis granulométrico*





Figura 13. *Pesando la muestra de agregados finos*



Figura 14. *Pesando la muestra para el porcentaje de humedad de agregados gruesos*



Figura 15. *Lavando los agregados para el análisis granulométrico.*



Figura 16. *Proceso de secado al horno de los agregados para el análisis granulométrico.*



Figura 17. *Retirando los agregados del horno ya seco.*



Figura 18. *Separando los tamices para el análisis granulométrico.*



Figura 19. *Tamizando los agregados finos*



Figura 20. *Tamizando los agregados en el tamizador mecánico.*



Figura 21. *Separando los agregados de los diferentes tamices.*

4.2.2. Tamaño

El tamaño de los agregados es necesario conocer para saber cuan trabajable será el concreto a elaborar y como están estos repartidos proporcionalmente en la mezcla para alcanzar la resistencia requerida. En el análisis granulométrico podemos encontrar el tamaño de agregado máximo y el Tamaño Máximo Nominal de la muestra. Según los datos obtenidos podemos decir que el Tamaño Máximo Nominal de los agregados de la cantera Nueva Piura es de 1 ½".

Tabla 42. *Tamaño máximo nominal*

TAMIZ	ABERTURA	MASA	
2 1/2"	63.5	0	
2"	50.8	441	TM=2"
1 1/2"	37.5	582	TMN=1 ½"
1"	25.4	910	
3/4"	19	1403	
1/2"	12.5	1503	
3/8"	9.5	1632	
N° 4	4.75	1098	
N° 8	2.38	1002	
N° 16	1.19	966	
N° 30	0.6	1914	
N°50	0.3	2298	
N° 100	0.15	948	
N° 200		303	
EL TAMAÑO MAXIMO NOMINAL SERA 1 ½"			

4.2.3. Módulo de Fineza.

El Módulo de Finura es una constante adimensional, que representa un volumen promedio ponderado del agregado. El cálculo del Módulo de Finura en la cantera estudiada, se muestra a continuación:

Tabla 43. *Módulo de fineza*

Malla	abertura(mm)	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% que pasa		Especificaciones	
							_	_
2 1/2"	63.5	0	0	0	100		_	_
2"	50.8	441	2.94	2.94	97.06	NO CUMPLE	100	100
1 1/2"	37.5	582	3.88	6.82	93.18	NO CUMPLE	95	100
1"	25.4	910	6.07	12.89	87.11	CUMPLE	60	90
3/4"	19	1403	9.35	22.24	77.76	CUMPLE	45	80
1/2"	12.5	1503	10.02	32.26	67.74	CUMPLE	35	68
3/8"	9.5	1632	10.88	43.14	56.86	CUMPLE	30	58
N° 4	4.75	1098	7.32	50.46	49.54	CUMPLE	25	50
N° 8	2.38	1002	6.68	57.14	42.86	CUMPLE	20	45
N° 16	1.19	966	6.44	63.58	36.42	CUMPLE	14	38
N° 30	0.6	1914	12.76	76.34	23.66	CUMPLE	8	30
N°50	0.3	2298	15.32	91.66	8.34	CUMPLE	3	20
N° 100	0.15	948	6.32	97.98	2.02	CUMPLE	0	8
N° 200		303	2.02	100.00	0.00		0	0
TOTAL:		15000	100			MÓDULO DE FINEZA	mg	5.57

Los agregados de la cantera Nueva Piura poseen un Módulo de Fineza de 5.57.

4.2.4. Peso por Unidad de Volumen.

Encontrar los pesos por unidad de volumen de los agregados es indispensable para diseñar nuestra mezcla de concreto y para ello calcularemos el Peso Unitario Suelto (PUS), Peso Unitario Compactado (PUC) y el Peso Específico del hormigón.

En los ensayos realizados, se determinó que el Peso Unitario Suelto promedio del hormigón de la cantera estudiada es de 1,864.80 kg/m3.

Tabla 44. *Peso unitario del agregado hormigón global*

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI				
	FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS E INGENIERIA CIVIL			CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES				
	PESO UNITARIO DE AGREGADO HORMIGON GLOBAL				
TIPO DE AGREGADO:	AGREGADO GLOBAL			METODO:	NORMA ASTM C-138
PROCEDENCIA DE HORMIGON:	CANTERA NUEVO PIURA			FECHA:	26/11/2020
OBRA: "ANÁLISIS DEL DISEÑO DE CONCRETO f'c=210kg/[cm]^2 CON CEMENTO PORTLAND TIPO I (ANDINO) Y CEMENTO PORTLAND TIPO GU (APU), CON AGREGADOS DE LA CANTERA NUEVO PIURA DEL DISTRITO DE CAMPO VERDE, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO DE UCAYALI."				PROPIETARIO:	
				ELI BUSTAMANTE ILATOMA	
A) PESO UNITARIO SUELTO (PUS)					
PUS=Ws/Wa					
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		27.98	27.88	27.7	kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.08	5.08	5.58	kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	22.9	22.8	22.12	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		19.06	19.06	19.06	kg
PESO DEL AGUA	Wa	13.98	13.98	13.48	kg
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1638.05	1630.9	1640.95	kg/ m3
PESO UNITARIO SUELTO PROMEDIO=		1636.63			kg/ m3
B) PESO UNITARIO COMPACTADO (PUC)					
PUC = Ws/Wa					
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		29.69	29.86	29.77	kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.08	5.08	5.08	kg
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	Wc	24.61	24.78	24.69	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		19.06	19.06	19.06	kg
PESO DEL AGUA	Wa	13.98	13.98	13.98	kg
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1760.37	1772.53	1766.09	kg/ m3
PESO UNITARIO COMPACTADO PROMEDIO=		1766.33			kg/ m3

Tabla 45. *Peso específico y absorción del agregado grueso*

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI		
	FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS E INGENIERIA CIVIL	CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES		
	PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO		
TIPO DE AGREGADO:	ARENA FINA	NORMA:	NTP 400.022
PROCEDENCIA:	NUEVO PIURA	FECHA:	26/11/2020
PESO DE LA MUESTRA :	500 gr	MUESTRA N:	
MEDIDAD DEL RECIPIENTE:	500 ml	HECHO POR:	ELI BUSTAMANTE ILATOMA

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA FIOLA		149.1	g
PESO DE LA ARENA SUPERFICIALMENTE SECA		500	g
PESO DE LA ARENA SSS + PESO DE LA FIOLA		649.1	g
PESO DE LA ARENA SSS + PESO DE LA FIOLA + PESO DEL AGUA		963	g
PESO DEL AGUA	*W*	313.9	g
PESO DE LA ARENA SECA AL HORNO	*A*	494	g
VOLUMEN DE LA FIOLA	*V*	500	ml
1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA	$\left(\frac{A}{V-W}\right)$ =	2.65	g/cm3
2.- PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	$\left(\frac{500}{V-W}\right)$ =	2.69	g/cm3
3.- PESO ESPECÍFICO APARENTE	$\left(\frac{A}{(V-W)-(500-A)}\right)$ =	2.74	g/cm3
4.-PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	$\left(\frac{500-A}{A}\right)x100$ =	1.21	%

Tabla 46. *Peso específico y absorción del agregado fino*

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI		
	FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS E INGENIERIA CIVIL	CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES		
	PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO		
TIPO DE AGREGADO:	PIEDRA	NORMA:	NTP 400.022
PROCEDENCIA:	NUEVA PIURA	FECHA:	26/11/2020
PESO DE LA MUESTRA :		MUESTRA N:	
HUSO:		HECHO POR:	ELI BUSTAMANTE ILATOMA

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SATURADA SSS	**B**	5000	g
PESO DE LA MUESTRA SSS DENTRO DEL AGUA + CANASTILLA		3521	g
PESO DE LA CANASTILLA DENTRO DEL AGUA		639	g
PESO DE LA MUESTRA SATURADA DENTRO DEL AGUA	**C**	**2882**	g
PESO DE LA MUESTRA SECA AL HORNO	***A***	4941	g
1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA	$\left(\frac{A}{B-C}\right)$ =	2.4	g/cm3
2.- PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	$\left(\frac{B}{B-C}\right)$ =	2.36	g/cm3
3.- PESO ESPECÍFICO APARENTE	$\left(\frac{A}{A-C}\right)$ =	2.4	g/cm3
4.-PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	$\left(\frac{B-A}{A}\right) x100$ =	1.19	%



Figura 22. *Pesando la muestra para el análisis del grado de absorción de los agregados finos.*



Figura 23. *Calculando el grado de absorción*



Figura 24. *Muestra para el análisis del grado de absorción de los agregados gruesos.*

Tabla 47. *Cálculo del contenido de humedad del hormigon global*

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI				
	FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS E INGENIERIA CIVIL		CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		
	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES				
	CONTENIDO DE HUMEDAD DE HORMIGON GLOBAL				
TIPO DE AGREGADO:	AGREGADO GLOBAL		METODO:	NORMA ASTM C-138	
PROCEDENCIA DE HORMIGON:	CANTERA NUEVA PIURA		FECHA:	27/11/2020	
OBRA: "ANÁLISIS DEL DISEÑO DE CONCRETO f'c=210kg/[cm]^2 CON CEMENTO PORTLAND TIPO I (ANDINO) Y CEMENTO PORTLAND TIPO GU (APU), CON AGREGADOS DE LA CANTERA NUEVO PIURA DEL DISTRITO DE CAMPO VERDE, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO DE UCAYALI."			PROPIETARIO:		
			ELI BUSTAMANTE ILATOMA		
ENSAYO	SIMBOLO	M-1	M-2	M-3	UNID
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA	A	**1500**	**1500**	**1500**	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	B	**1454**	**1448**	**1451**	g
CONTENIDO DE AGUA	A-B	**46**	**52**	**49**	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	$\%H=\left(\frac{A-B}{B}\right)x100$	**3.16**	**3.59**	**3.38**	%
PROMEDIO %H =			**3.38**		%



Figura 25. *Pesando la muestra para el análisis de contenido de humedad de los agregados.*

4.3. DISEÑO DE MEZCLA

Los resultados encontrados de los agregados (hormigón) de la cantera Nueva Piura se muestran a continuación:

Tabla 48. *Resultados: Propiedades físicas del agregado global*

PROPIEDADES	ENSAYOS REALIZADOS	CANTERA NUEVA PIURA
Granulometría de los agregados	Análisis granulométrico	Cumple
	Tamaño Máximo (pulg)	2”
	Tamaño Máximo Nominal (pulg)	1 ½”
	Módulo de Fineza del agregado global	5.57
Absorción	% de absorción agregado fino	1.21
	% de absorción agregado grueso	1.19
Densidad promedio de las partículas	Peso Específico finos (gr/cm3)	2.65
	Peso Específico gruesos(gr/cm3)	2.40
Densidad de masa y vacíos	Peso Unitario Suelto (kg/m3)	1636.63
	Peso Unitario Compactado (kg/m3)	1766.33
Humedad en los agregados	Contenido de humedad del agregado global (%)	3.38

Los parámetros y características de cada uno de los componentes del concreto por cada una de las muestras de hormigón analizadas, se muestran a continuación:

Tabla 49. *Parámetros de diseño de mezcla*

COMPONENTES	UNIDADES	CANTERA NUEVA PIURA
I. AGREGADO GLOBAL		
Tamaño Máximo Nominal	pulg	1 1/2"
Módulo de Fineza	-------	5.57
Peso Unitario Suelto	kg/m3	1636.63
Peso Unitario Compactado	kg/m3	1766.33
Peso Específico promedio	kg/m3	2.53
Porcentaje de Absorción promedio	%	1.20%
Porcentaje de Humedad	%	3.38%
II. AGUA		
Peso Específico del Agua	kg/m3	1,000.00
III. CEMENTO		
Peso Específico del Cemento Andino Tipo I	kg/m3	3,000.00
Peso Específico del Cemento APU Tipo GU	kg/m3	3,030.00
IV. PARAMETROS DE DISEÑO		
Resistencia a la compresión	kg/cm2	210
Asentamiento (Slump)	Pulg	3” a 4”

Para el diseño de la muestra materia de estudio se tomarán en cuenta los pasos siguientes:

Paso 1: Determinación de la Resistencia a la Compresión Promedio requerida (f’cr). Para ello se consideran 2 casos:

a. Desviación Estándar (S) conocida. Si el número de muestras es mayor a 30, se utiliza las siguientes fórmulas:

f’cr = f’c + 1.34 S I

f’cr = f’c + 2.33 S – 35 ….II

De I y II se asume el mayor valor.

b. Si el número de muestra es menor a 15 o no se cuenta con registros sobre la Desviación Estándar del concreto. En estos casos el ACI recomienda el uso de la siguiente tabla:

Tabla 50. *Resistencia promedio a la compresión.*

Resistencia específica a la compresión en kg/cm2	Resistencia promedio requerida a la compresión en kg/cm2
$f'c < 210$	$f'cr = f'c + 70$
$210 \leq f'c \leq 350$	$f'cr = f'c + 85$
$f'c > 350$	$f'cr = 1.1\,f'c + 50$

Ya que no se cuenta con información sobre la Desviación Estándar del concreto, ni se ha realizado control de calidad de obra alguno, se tendrá en cuenta la tabla 50 para el cálculo de la resistencia requerida. Por tanto, la resistencia a la compresión especificada del concreto (f'c) es de 210 kg/cm2 y la resistencia a la compresión requerida será de:

f'cr = f'c + 85 = 210 + 85 = 295 kg/cm2

f'cr = 295 kg/cm2

Paso 2: Determinación de Volumen Unitario de Agua. Para el cálculo del volumen de agua el Comité 211 del ACI tiene normada el uso de la siguiente tabla:

Tabla 51. *Estimación del agua de mezclado (l/m3)*

SLUMP	Tamaño Máximo de Agregado							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 ½"	2"	3"	4"
Concreto Sin Aire Incorporado								
1" a 2"	207	199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	**181**	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	---
Concreto Con Aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	---

Por tanto, tomando en cuenta el Tamaño Máximo Nominal (TMN) del agregado global y el asentamiento (slump) del diseño, tendremos el volumen de agua (l/m3) para el diseño de mezcla, y será de 181 L/m3.

Paso 3: Determinación del Contenido de Aire. Para la determinación del contenido de aire, se tomará en cuenta lo normado por el Comité 211 del ACI en la siguiente tabla:

Tabla 52. *Porcentaje de aire atrapado*

CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO								
Tamaño Máximo Nominal (Pulg)	3/8"	½"	¾"	1"	1 ½"	2"	3"	4"
Aire atrapado (%)	3.00	2.50	2.00	1.50	**1.00**	0.50	0.30	0.20

Según tabla se tiene: AIRE ATRAPADO=1.00%

Paso 4: Determinación de la Relación Agua/Cemento. Las consideraciones de relación Agua/Cemento se encuentran normadas por el Comité 211 del ACI, lo cual queda representada en el siguiente cuadro:

Tabla 53. *Determinación de a/c en relación a la resistencia requerida*

f´c a 28 días en unidades de $kg\ /\ cm^2$	**Relación agua/cemento en peso (a/c)**	
	Sin aire incorporado	Con aire incorporado
450	0.38	---
400	0.42	---
350	0.47	0.39
300	**0.54**	0.45
250	**0.61**	0.52
200	0.69	0.6
150	0.79	0.7

El f'cr calculado es de 295 kg/cm2 para el diseño de muestra, por tanto, la relación Agua/Cemento para concreto sin aire incorporado es de 0.547, el cual fue calculado Interpolando de la siguiente forma:

250……0.61

295……X

300……0.54

$$\frac{300-250}{0.54-0.61}=\frac{300-295}{0.54-X}\ldots\ldots\ldots X=0.547$$

Por lo tanto, la relación a/c será de 0.547.

Paso 5: Cálculo del contenido de cemento. Contando con los valores del volumen unitario de agua y la relación agua/cemento, procedemos a calcular el contenido de cemento.

$$\frac{a}{c} = 0.547 ====> cemento\ (c) = \frac{agua\ (a)}{0.547} = \frac{181}{0.547} = 330.90Kg.$$

Paso 6: Cálculo del contenido de Hormigón. En primer lugar, será necesario calcular el volumen que ocupan el agua, el cemento y el aire, y por diferencia se encontrará el volumen del hormigón y consecuentemente su peso.

Tabla 54. *Contenido de hormigón con cemento andino TIPO I*

MATERIAL	PESO SECO (Kg)	PESO ESPECIFICO(Kg/m3)	VOLUMEN(m3)
CEMENTO ANDINO TIPO I	330,90	3,000	0.1103
AGUA	181	1,000	0.1810
AIRE	1%	-------	0.0100
TOTAL			**0.3013**
HORMIGON	1,816.62	2,600	0.6987

Tabla 55. *Contenido de hormigón con cemento Apu Tipo Gu*

MATERIAL	PESO SECO (Kg)	PESO ESPECIFICO(Kg/m3)	VOLUMEN(m3)
CEMENTO APU	330,90	3,030	0.1092
AGUA	181	1,000	0.1810
AIRE	1%	-------	0.0100
TOTAL			**0.3002**
HORMIGON	1,819.48	2,600	0.6998

Paso 7: Representación del diseño de mezcla en estado seco. Las cantidades en estado seco de cada uno de los componentes del concreto, se muestran a continuación:

Tabla 56. *Mezcla en estado seco*

COMPONENTES	CON CEMENTO ANDINO TIPO I	CON CEMENTO APU
CEMENTO	330,90 Kg	330,90 Kg
AGUA	181 Lt	181 Lt
HORMIGON	1,816.62 Kg	1,819.48 Kg

No obstante, estas cantidades no son las definitivas, toda vez que necesitan ser ajustadas por los factores de humedad propios de los agregados.

Paso 8: Corrección de cantidad de hormigón por humedad. Para el ajuste correspondiente, se utilizará la siguiente fórmula:

$$peso\ humedo = peso\ seco.\left(\frac{\%\ de\ humedad\ del\ hormigon}{100} + 1\right)$$

Tabla 57. *Corrección de cantidad de hormigón por humedad*

COMPONENTES	CON CEMENTO ANDINO TIPO I	CON CEMENTO APU
Hormigón seco	1,816.62 Kg	1,819.48 Kg
Contenido de humedad	3.38%	3.38%
HORMIGON HUMEDO	1,828.24Kg	1,830.86Kg

Paso 9: Corrección del Aporte de Agua en la mezcla. Para este cálculo se utilizará la siguiente fórmula:

$$correccion\ aporte\ agua = peso\ seco\ hormigon.\ (\frac{\%\ de\ humedad - \%Absorción}{100})$$

Tabla 58. *Corrección del aporte de agua en la mezcla*

COMPONENTES	CON CEMENTO ANDINO TIPO I	CON CEMENTO APU TIPO GU
Hormigón seco	1,768.47	1,771.00
Contenido de humedad	3.38%	3.38%
Porcentaje de absorción	1.20%	1.20%
APORTE DE AGUA (L)	38.55	38.61

Paso 10: Cálculo de la cantidad de Agua Efectiva. A la cantidad de agua determinada con anterioridad, se le resta el aporte de agua calculada, obteniendo de esta forma la cantidad de agua efectiva por cada diseño de mezcla, los cuales se muestran a continuación:

Tabla 59. *Cálculo de la cantidad de agua efectiva*

COMPONENTES	CON CEMENTO ANDINO TIPO I	CON CEMENTO APU
AGUA	181 Lt	181 Lt
APORTE DE AGUA	38.55 Lt	38.61 Lt
AGUA EFECTIVA	142.45 Lt	142.39 Lt

Paso 11: Representación del Diseño de Mezcla Definitivo. Finalmente, contamos con el diseño de mezcla definitivo, cuyas cantidades por cada componente se presentan a continuación:

Tabla 60. *Diseño de mezcla definitivo por m3 (kg/m3)*

COMPONENTES	CON CEMENTO ANDINO TIPO I	CON CEMENTO APU
CEMENTO (1Bolsa = 42.5Kg)	330,90 Kg 7.80 bolsas	330,90 Kg 7.80 bolsas
AGUA	142.45 Lt	142.39 Lt
HORMIGON	1,828.24Kg	1,830.86Kg
Total:	2,301.59 Kg	2,304.15 Kg

Paso 12: Determinación de los dosajes en peso y volumen. Los dosajes por bolsa de cemento en peso y volumen aparente, se muestran a continuación:

Tabla 61. *Dosaje por bolsa de cemento en peso (kg)*

Diseños De Concreto Con Tipos De Cemento	Cemento (Kg)	Hormigón (Kg)	Agua(L)
Cemento Andino tipo I	42.50	234.82	18.30
Cemento APU tipo GU	42.50	235.15	18.29

Tabla 62. *Proporción por bolsa de cemento en peso*

Diseños De Concreto Con Tipos De Cemento	Cemento (Bolsas)	Hormigón (Bolsas)	Agua(L)
Cemento Andino tipo I	1	5.53	18.30
Cemento APU tipo GU	1	5.53	18.29

Tabla 63. *Proporción por tanda de una bolsa de cemento.*

Diseños De Concreto Con Tipos De Cemento	cemento (Bolsa)	Agua (Lt/Bolsa)	Hormigón (Kg/Bolsa)	Hormigón (P3/Bolsa)	Hormigón (Baldes/Bolsa)
Cemento Andino tipo I	1	18.30	234.82	5.07	7.14
Cemento APU tipo GU	1	18.29	235.15	5.10	7.19

Finalmente, obtenemos las tablas con un resumen de la dosificación de la mezcla a estudiar con los dos tipos de cemento, estos se muestran en la tabla 64 y 65; en el diseño lo único que varía es la densidad de los cementos.

Con esta dosificación se procede a pesar los insumos antes estudiados y se lleva a mezclar en la mezcladora mecánica para posteriormente encontrar sus propiedades en sus dos estados tanto fresco como endurecido.

Tabla 64. *Diseño de mezcla para concreto con cemento andino TIPO I.*

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI			
	FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS E INGENIERIA CIVIL		**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**	
	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES			
	DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO			
TIPO DE AGREGADO:	AGREGADO GLOBAL		METODO:	COMITÉ 211-ACI
PROCEDENCIA DE HORMIGON:	CANTERA NUEVA PIURA		FECHA:	27/11/2020
OBRA: "ANÁLISIS DEL DISEÑO DE CONCRETO f'c=210kg/[cm]^2 CON CEMENTO PORTLAND TIPO I (ANDINO) Y CEMENTO PORTLAND TIPO GU (APU), CON AGREGADOS DE LA CANTERA NUEVO PIURA DEL DISTRITO DE CAMPO VERDE, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO DE UCAYALI."			**PROPIETARIO:**	
			ELI BUSTAMANTE ILATOMA	
F'cr = F'c = 210 + 85 = 295 kg/cm2				
MATERIALES	**PESOS PARCIALES**		**TOTAL EN PESO**	**U. MEDIDA**
A). AGREGADO HORMIGON				
Tamaño Maximo Nominal			1 1/2"	Pulg
Peso Unitario Suelto			1,636.63	kg/m3
Peso Unitario Compactado			1,766.33	kg/m3
Peso Especifico			2.53	kg/cm3
Contenido de Humedad			3.38%	
Porcentaje de Absorsión			1.20%	
Modulo de Fineza			5.57	
B). CEMENTO				
Portland ASTM tipo I - Andino				
Peso Especifico			3,000.00	kg/m3
C). AGUA				
Peso Especifico			1,000.00	kg/m3
D). VALORES DE DISEÑO				
Asentamiento SLUMP -Mezcla Plastica			3" a 4"	Pulg
Volumen Unitario de Agua			181	Litros
Contenido de Aire			1%	
Relacion Agua Cemento a/c			0.547	
Contenido de Cemento			330.90	kg/m3
Contenido de Hormigon			1,768.47	kg
E). DISEÑO DE MEZCLA EN ESTADO SECO				
Cemento			330.90	kg
Agua			181	kg
Hormigon			1,768.47	kg
F). CORRECCION POR FACTOR HUMEDAD				
Contenido de Hormigon			1828.24	kg
Aporte de Agua			38.55	kg
Volumen Unitario Agua Efectiva			142.45	kg
G). DISEÑO DE MEZCLA DEFINITIVO PARA 1M3				
Cemento			330.90	kg
Agua			142.45	kg
Hormigon			1,828.24	kg
	TOTAL:		**2,301.59**	**kg**
H). DOSAJE POR BOLSA DE CEMENTO				
Cemento			42.50	kg
Agua			18.30	kg
Hormigon			234.82	kg
PROPORCION	**CEMENTO**	**AGUA**	**HORMIGON**	
	1	0.43	5.53	Bolsas
I). DOSAJE DE CEMENTO EN VOLUMEN APARENTE				
Cemento			0.14	m3
Agua			0.06	m3
Hormigon			1.12	m3
J). PROPORCION POR TANDA DE UNA BOLSA DE CEMENTO				
	CEMENTO	**AGUA**	**HORMIGON**	
	1	18.30 *litros*	234.82 *kg*	
	CEMENTO	**AGUA**	**HORMIGON**	
	1	18.30 *litros*	5.07 *p3*	
	CEMENTO	**AGUA**	**HORMIGON**	
	1	18.30 *litros*	7.14 *baldes*	

Tabla 65. *Diseño de mezcla para concreto con cemento APU*

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI		
	FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS E INGENIERIA CIVIL	**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**	
	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES		
	DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO		
TIPO DE AGREGADO:	AGREGADO GLOBAL	METODO:	COMITÉ 211-ACI
PROCEDENCIA DE HORMIGON:	CANTERA NUEVO PIURA	FECHA:	27/11/2020
OBRA: "ANÁLISIS DEL DISEÑO DE CONCRETO f'c=210kg/〖cm〗^2 CON CEMENTO PORTLAND TIPO I (ANDINO) Y CEMENTO PORTLAND TIPO GU (APU), CON AGREGADOS DE LA CANTERA NUEVO PIURA DEL DISTRITO DE CAMPO VERDE, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO DE UCAYALI."		**PROPIETARIO:**	
		ELI BUSTAMANTE ILATOMA	

F'cr = F'c = 210 + 85 = 295 kg/cm2

MATERIALES	PESOS PARCIALES	TOTAL EN PESO	U. MEDIDA
A). AGREGADO HORMIGON			
Tamaño Maximo Nominal		1 1/2"	Pulg
Peso Unitario Suelto		1,636.63	kg/m3
Peso Unitario Compactado		1,766.33	kg/m3
Peso Especifico		2.53	kg/cm3
Contenido de Humedad		3.38%	
Porcentaje de Absorsión		1.20%	
Modulo de Fineza		5.57	
B). CEMENTO			
Portland ASTM tipo GU - APU			
Peso Especifico		3,030.00	kg/m3
C). AGUA			
Peso Especifico		1,000.00	kg/m3
D). VALORES DE DISEÑO			
Asentamiento SLUMP -Mezcla Plastica		3" a 4"	Pulg
Volumen Unitario de Agua		181	Litros
Contenido de Aire		1%	
Relacion Agua Cemento a/c		0.547	
Contenido de Cemento		330.90	kg/m3
Contenido de Hormigon		1,771.00	kg
E). DISEÑO DE MEZCLA EN ESTADO SECO			
Cemento		330.90	kg
Agua		181	kg
Hormigon		1,771.00	kg
F). CORRECCION POR FACTOR HUMEDAD			
Contenido de Hormigon		1830.86	kg
Aporte de Agua		38.61	kg
Volumen Unitario Agua Efectiva		142.39	kg
G). DISEÑO DE MEZCLA DEFINITIVO PARA 1M3			
Cemento		330.90	kg
Agua		142.39	kg
Hormigon		1,830.86	kg
	TOTAL:	**2,304.15**	**kg**
H). DOSAJE POR BOLSA DE CEMENTO			
Cemento		42.50	kg
Agua		18.29	kg
Hormigon		235.15	kg
PROPORCION	**CEMENTO** **AGUA**	**HORMIGON**	
	1 18.29	5.53	Bolsas
I). DOSAJE DE CEMENTO EN VOLUMEN APARENTE			
Cemento		0.14	m3
Agua		0.06	m3
Hormigon		1.12	m3
J). PROPORCION POR TANDA DE UNA BOLSA DE CEMENTO			
	CEMENTO **AGUA**	**HORMIGON**	
	1 18.29 *litros*	235.15 *kg*	
	CEMENTO **AGUA**	**HORMIGON**	
	1 18.29 *litros*	5.10 $p3$	
	CEMENTO **AGUA**	**HORMIGON**	
	1 18.29 *litros*	7.19 *baldes*	

Figura 26. *Insumos listos para la mezcla*



Figura 27. *Mezclando los insumos en la mezcladora mecánica*



4.4. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

4.4.1. Hipótesis general

- Hipótesis alterna (Ha): El Diseño de concreto $f'c = 210kg/cm^2$ con los agregados de la cantera Nueva Piura, utilizando cemento Portland tipo I logra mejores propiedades esenciales que utilizando cemento Portland tipo GU.
- Hipótesis nula (Ho): El Diseño de concreto $f'c = 210kg/cm^2$ con los agregados de la cantera Nueva Piura, utilizando cemento Portland tipo I no logra mejores propiedades esenciales que utilizando cemento Portland tipo GU.

4.4.2. Hipótesis especificas

- Hipótesis alterna 1 (H1): Al medir la consistencia normal del concreto con los agregados de la cantera Nueva Piura, utilizando cemento Portland tipo I es mejor que utilizando cemento Portland tipo GU.

- Hipótesis nula 1 (Ho): Al medir la consistencia normal del concreto con los agregados de la cantera Nueva Piura, utilizando cemento Portland tipo I no es mejor que utilizando cemento Portland tipo GU.

- Hipótesis alterna 2 (H2): Al medir el peso unitario del concreto con los agregados de la cantera Nueva Piura, utilizando cemento Portland tipo I aumenta el rendimiento y calidad que utilizando cemento Portland tipo GU.

- Hipótesis nula 2 (Ho): Hipótesis alterna 2 (H2): Al medir el peso unitario del concreto con los agregados de la cantera Nueva Piura, utilizando cemento Portland tipo I no aumenta el rendimiento y calidad que utilizando cemento Portland tipo GU.

- Hipótesis alterna 3 (H3): Al medir la trabajabilidad del concreto con los agregados de la cantera Nueva Piura, utilizando cemento Portland tipo I es mejor que utilizando cemento Portland tipo GU.

- Hipótesis nula 3 (Ho): Al medir la trabajabilidad del concreto con los agregados de la cantera Nueva Piura, utilizando cemento Portland tipo I no es mejor que utilizando cemento Portland tipo GU.

- Hipótesis alterna 4 (H4): Al medir la resistencia a la compresión del concreto con los agregados de la cantera Nueva Piura, utilizando cemento Portland tipo I es mayor que utilizando cemento Portland tipo GU.

- Hipótesis nula 4 (Ho): Al medir la resistencia a la compresión del concreto con los agregados de la cantera Nueva Piura, utilizando cemento Portland tipo I no es mayor que utilizando cemento Portland tipo GU.

4.5. ANÁLISIS DE CONSISTENCIA NORMAL DEL CONCRETO

El análisis de consistencia normal del concreto se mide con el slump y para el rango plástico debe estar entre 3” y 4” pulgadas, con una tolerancia de +-2.54cm o +-1”; para medir esta consistencia se ha tomado dos muestras de cada diseño con cada uno de los cementos obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 66. *Asentamientos de cada diseño de concreto con los distintos cementos*

TIPO DE CEMENTO	RELACION a/c=0.547	PESO X TANDA DE 160 Kg			PESO TOTAL DE MATERIALES	SLUMP	RANGO PLASTICO	RANGO PLASTICO	TOLERANCIA ASTM C94
		CEMENTO	HORMIGON	AGUA					
		kg	kg	lts	kg	cm	cm	pulg	cm
CEMENTO ANDINO TIPO I	M-1A	23	127.09	9.9	**160**	**6.3**	6.60 – 10.15	3" - 4"	. +/- 2.54
	M-2A	23	127.09	9.9	**160**	**6.5**	6.60 – 10.15	3" - 4"	. +/- 2.54
CEMENTO APU TIPO GU	M-1APU	22.98	127.14	9.89	**160**	**7.8**	6.60 – 10.15	3" - 4"	. +/- 2.54
	M-2APU	22.98	127.14	9.89	**160**	**7.7**	6.60 – 10.15	3" - 4"	. +/- 2.54

Tabla 67. *Cuadro comparativo de asentamiento en porcentaje*

TIPO DE CONCRETO	RELACION a/c = 0.547
	% DE CONSISTENCIA
Cemento Andino Tipo I	100%
Cemento APU Tipo GU	121%

Interpretación: De la Tabla 67 se interpreta que para la relación a/c 0.547, el Cemento Portland tipo GU es mayor en un 21.00%. El concreto con Cemento Portland tipo GU tiene mayor consistencia que el concreto con Cemento Portland tipo I, se acepta la hipótesis nula 1 (Ho)

Figura 28. *Chuceando la muestra*



Figura 29. *Midiendo el Slump*



4.6. ANÁLISIS DE LA TRABAJABILIDAD DEL CONCRETO

La trabajabilidad del concreto fresco será medida con el ensayo del cono de Abrams, el cual mide el asentamiento y con este dato de acuerdo a la tabla 69 cruzamos información para saber si su trabajabilidad es muy baja, baja, media o alta y ver donde se puede usar este concreto.

Tabla 68. *Slump de cada muestra*

TIPO DE CEMENTO	RELACION a/c=0.547	SLUMP
		cm
CEMENTO ANDINO TIPO I	M-1A	6.3
	M-2A	6.5
CEMENTO APU TIPO GU	M-1APU	7.8
	M-2APU	7.7

Tabla 69. *Grado de trabajabilidad*

GRADO DE TRABAJABILIDAD	ASENTAMIENTO mm	ASENTAMIENTO pulg	Uso conveniente del concreto
Muy baja	0 - 25	0 – 2	En caminos vibrados por maquinarias de poder. En el final más trabajable de este grupo, el concreto se puede compactarse en ciertos con máquinas manuales
Baja	25 - 50	2 - 3	En caminos vibrados con máquinas manuales. En el final más trabajable de este grupo, el concreto se puede compactar manualmente en caminos usando agregado de forma redonda o irregular. Cimentaciones de concreto en masa sin vibración o secciones reforzadas ligeramente con vibración.
Media	50 - 100	3 – 4	En el final menos trabajable de este grupo, se encuentran las losas planas compactadas manualmente que usan agregados triturados, concreto reforzado normal compactado manualmente y secciones muy reforzadas con vibración
Alta	100 - 175	4 - 7	Para secciones con refuerzo aglomerado. Normalmente no es adecuado para ser vibrado

Tabla 70. *Cuadro comparativo de la trabajabilidad en cada mezcla*

TIPO DE CONCRETO	RELACION a/c = 0.547
	% DE CONSISTENCIA
Cemento Andino Tipo I	100%
Cemento APU Tipo GU	121%

Interpretación: De la Tabla 70 se interpreta que para la relación a/c 0.547, el Cemento Portland tipo GU es mayor en un 21.00%, aunque ambos concretos

tienen grados de trabajabilidad media ya que sus asentamientos se encuentran entre 50 y 100 centímetros. El concreto con cemento Portland tipo GU tiene mayor trabajabilidad que el concreto con Cemento Portland tipo I, se acepta la hipótesis nula 2 (Ho)

Figura 30. *Usando el cono de abrams*



4.7. ANÁLISIS DE PESO UNITARIO DEL CONCRETO EN ESTADO FRESCO.

El análisis del peso unitario del concreto sirve para saber cuánto rinde un determinado concreto en obra y para ello estudiaremos el peso de la mezcla diseñada con diferente cemento pesándolo en un mismo molde, se sabe que el que llega a pesar menos es el que más rinde por simple lógica, ya que a menor peso existirá menor cantidad de cemento y demás insumos.

Tabla 71. *Peso unitario del concreto*

TIPO DE CEMENTO	RELACION a/c=0.547	PESO DE MOLDE + CONCRETO	PESO DE MOLDE	PESO DE CONCRETO	VOLUMEN DE MOLDE	PESO UNITARIO	PESO TOTAL DE MATERIALES	RENDIMIENTO
		A (kg)	B (kg)	P=A-B (Kg)	V (m3)	PU=(A-B)/V (Kg/m2)	PT (kg)	S=PT/PU (m3)
CEMENTO ANDINO TIPO I	M-1A	**35.90**	**5.08**	30.82	**0.01369**	2251.278305	2,301.59	1.022348093
	M-2A	**35.83**	**5.08**	30.75	0.01369	2246.165084	2,301.59	1.024675389
CEMENTO APU TIPO GU	M-1APU	**36.48**	**5.08**	31.4	0.01369	2293.644996	2,304.15	1.004578127
	M-2APU	**36.52**	**5.08**	31.44	0.01369	2296.566837	2,304.15	1.003300038

Tabla 72. *Cuadro comparativo de peso unitario de concreto*

TIPO DE CONCRETO	RELACION a/c = 0.547
	% DE PESO UNITARIO
Cemento Andino Tipo I	100.00%
Cemento APU Tipo GU	102.06%

Interpretación: De la tabla 72 se interpreta que para la relación a/c 0.547, el Cemento Portland tipo GU es mayor en 2.06%. El concreto con cemento Portland tipo GU tiene mayor peso unitario que el concreto con Cemento Portland tipo I, pero el rendimiento del concreto con cemento Portland tipo I es mayor en comparación del cemento Portland tipo GU, se acepta la hipótesis alterna 2 (H2).

Figura 31. *Chuceando la muestra*



Figura 32. *Pesando la muestra*



Figura 33. *Muestras de 18 probetas de concreto*



4.8. ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO

4.8.1. Análisis a los 7 días de edad del concreto.

Tabla 73. *Resultados de la rotura de probetas a los 7 días de edad*

	EDAD (dias)	7 DIAS		FECHA DE INICIO:	27/11/2020	FECHA FINAL:	4/12/2020
	CEMENTO	CEMENTO ANDINO TIPO I			CEMENTO APU TIPO GU		
	ENSAYO	PROBETA 1	PROBETA 2	PROBETA 3	PROBETA 1	PROBETA 2	PROBETA 3
	CARGA MAXIMA DE ROTURA P(Kg)	17138.3	17840	17145	16900	16891.7	16171.4
a/c =0.547	altura L(cm)	30	30	30	30	30	30
DISEÑO PARA F'c	diametro promedio D(cm)	15.054	14.996	15.03	15.04	15.02	15.018
= 210Kg/cm2	esfuerzo alcanzado (Kg/cm2)	96.29	101.01	96.64	95.13	95.34	91.29
	F'c prom (Kg/cm2)	97.98			93.92		
	F'c (Kg/cm2)	142.8			142.8		
	porcentaje obtenido	47.00%			45.00%		
	porcentaje minimo	68.00%			68%		

Figura 34. *Curva de resistencia a compresión a los 7 días del concreto*

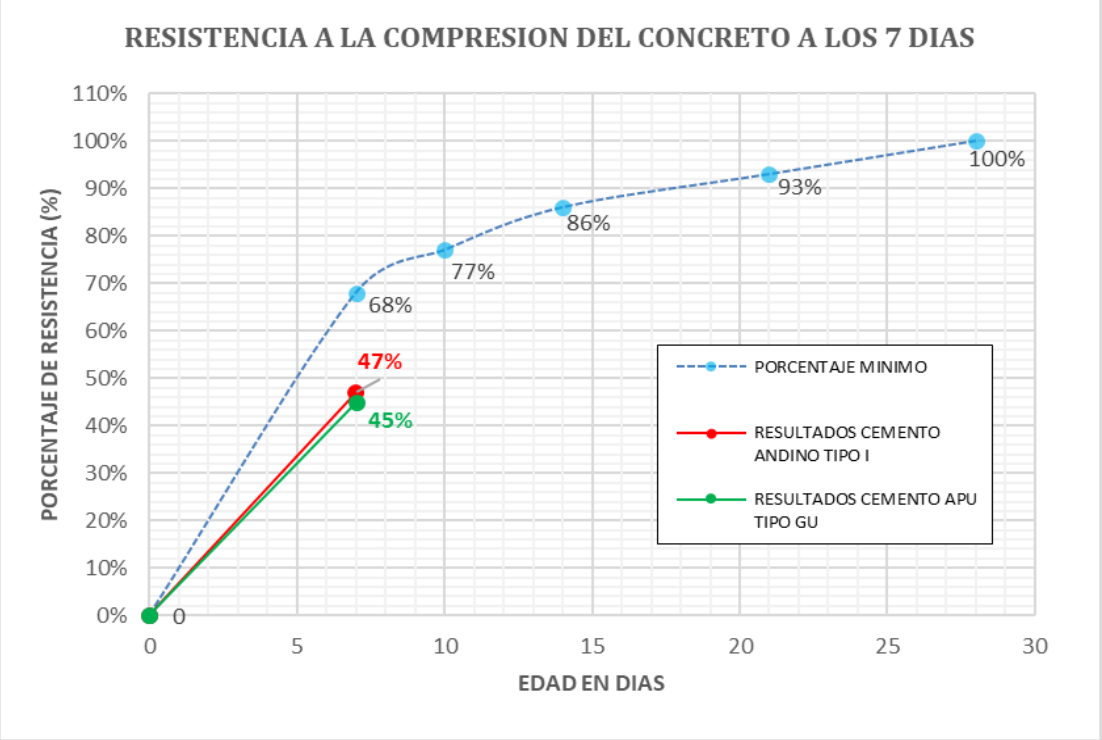


Tabla 74. *Comparación de la resistencia a compresión del concreto a los 7 días*

TIPO DE CONCRETO	RELACION a/c = 0.547
	% DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
Cemento Andino Tipo I	100%
Cemento APU Tipo GU	95.74%

Interpretación: De la tabla 74 se interpreta que para la relación a/c 0.547, el Cemento Portland tipo GU es menor en 4.26%. El concreto con cemento Portland tipo GU tiene menor resistencia a comprensión que el concreto con Cemento Portland tipo I, se acepta la hipótesis alterna 4 (H4)

Figura 35. *Probetas para su rotura a los 7 días*



Figura 36. *Rotura a los 7 días*



4.8.2. Análisis a los 14 días de edad del concreto

Tabla 75. *Resultados de la rotura de probetas a los 14 días de edad*

	EDAD (dias)	14 DIAS		FECHA DE INICIO:	27/11/2020	FECHA FINAL:	11/12/2020
	CEMENTO	CEMENTO ANDINO TIPO I			CEMENTO APU TIPO GU		
	ENSAYO	PROBETA 1	PROBETA 2	PROBETA 3	PROBETA 1	PROBETA 2	PROBETA 3
	CARGA MAXIMA DE ROTURA P(Kg)	19798.4	19750	18249.5	18136.1	18140	17998
a/c =0.547	altura L(cm)	30	30	30	30	30	30
DISEÑO PARA F'c	diametro promedio D(cm)	15.04	15.06	15.045	15.035	14.95	15.07
= 210Kg/cm2	esfuerzo alcanzado (Kg/cm2)	111.44	110.88	102.66	102.16	103.34	100.91
	F'c prom (Kg/cm2)	108.33			102.14		
	F'c (Kg/cm2)	180.6			180.6		
	porcentaje obtenido	52.00%			49.00%		
	porcentaje minimo	86.00%			86.00%		

Figura 37. *Curva de resistencia a compresión a los 14 días del concreto*

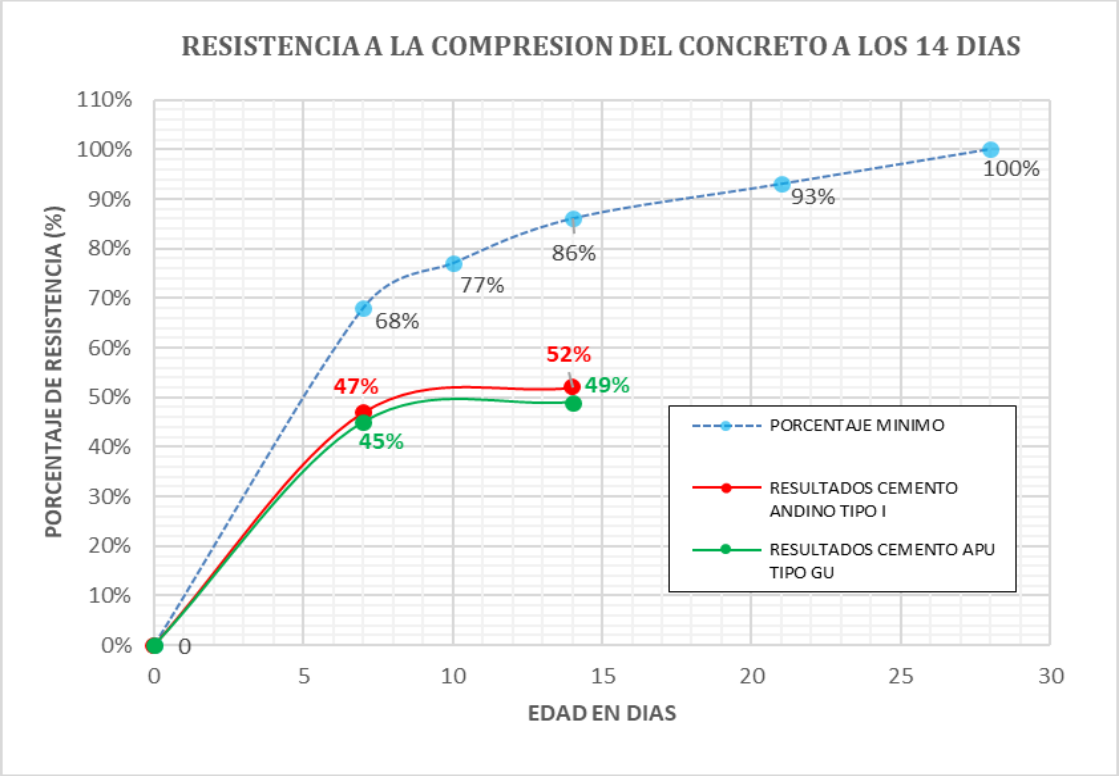


Tabla 76. *Comparación de la resistencia a compresión del concreto a los 14 días*

TIPO DE CONCRETO	RELACION a/c = 0.547
	% DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
Cemento Andino Tipo I	100%
Cemento APU Tipo GU	94.23%

Interpretación: De la tabla 76 se interpreta que para la relación a/c 0.547, el Cemento Portland tipo GU es menor en 5.77%. El concreto con cemento Portland tipo GU tiene menor resistencia a compresión que el concreto con Cemento Portland tipo I, se acepta la hipótesis alterna 4 (H4).

Figura 38. *Rotura a los 14 días*

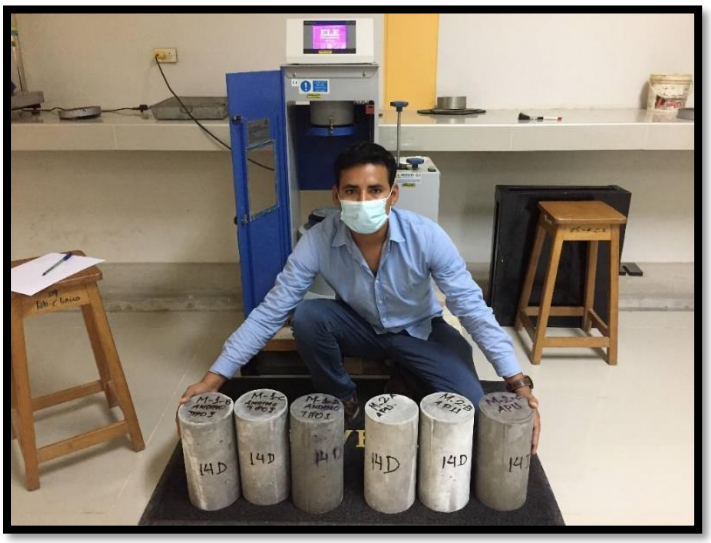


Figura 39. *Rotura a los 14 días*



4.8.3. Análisis a los 28 días de edad del concreto

Tabla 77. *Resultados de la rotura de probetas a los 28 días de edad*

	EDAD (dias)	28 DIAS		FECHA DE INICIO:	27/11/2020	FECHA FINAL:	26/12/2020
	CEMENTO	CEMENTO ANDINO TIPO I			CEMENTO APU TIPO GU		
	ENSAYO	PROBETA 1	PROBETA 2	PROBETA 3	PROBETA 1	PROBETA 2	PROBETA 3
	CARGA MAXIMA DE ROTURA P(Kg)	23123.5	22144.6	22935.5	19950.5	21060	19923.2
a/c =0.547	altura L(cm)	30	30	30	30	30	
DISEÑO PARA F'c	diametro promedio D(cm)	15.025	15.027	15.059	15.075	15.03	15.02
= 210Kg/cm2	esfuerzo alcanzado (Kg/cm2)	130.42	124.87	128.78	111.78	118.7	112.45
	F'c prom (Kg/cm2)	128.02			114.31		
	F'c (Kg/cm2)	210			210		
	porcentaje obtenido	61.00%			54.00%		
	porcentaje minimo	100.00%			100%		

Figura 40. *Curva de resistencia a compresión a los 28 días del concreto*

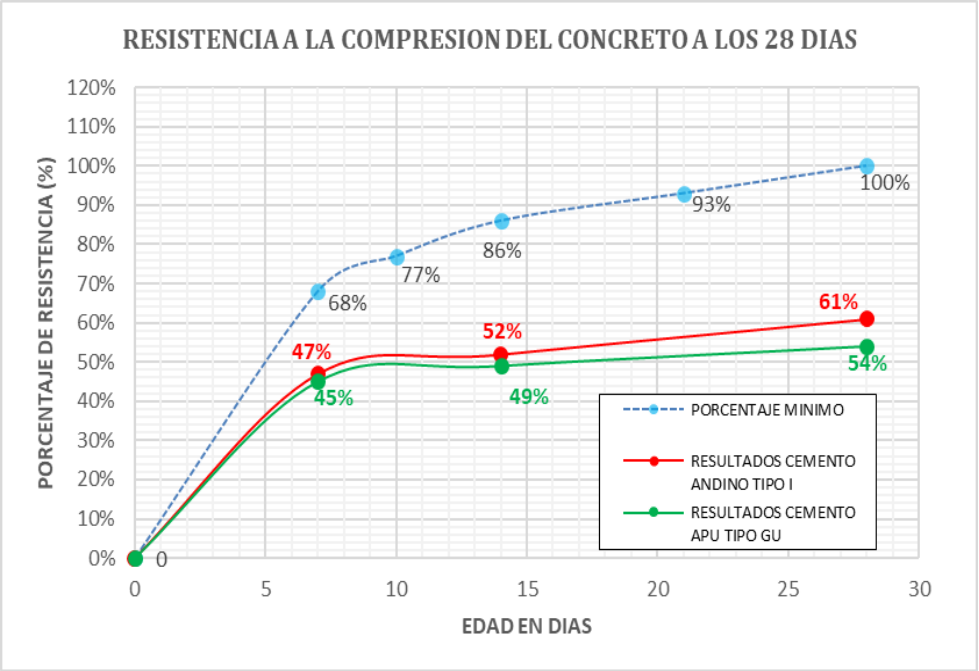


Tabla 78. *Comparación de la resistencia a compresión del concreto a los 28 días*

TIPO DE CONCRETO	RELACION a/c = 0.547
	% DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN
Cemento Andino Tipo I	100%
Cemento APU Tipo GU	88.52%

Interpretación: De la tabla 78 se interpreta que para la relación a/c 0.547, el Cemento Portland tipo GU es menor en 11.48%. El concreto con cemento Portland tipo GU tiene menor resistencia a compresión que el concreto con Cemento Portland tipo I, se acepta la hipótesis alterna 4 (H4).

Figura 41. *Curva de resistencia a compresión a los 28 días del concreto en kg/cm2*

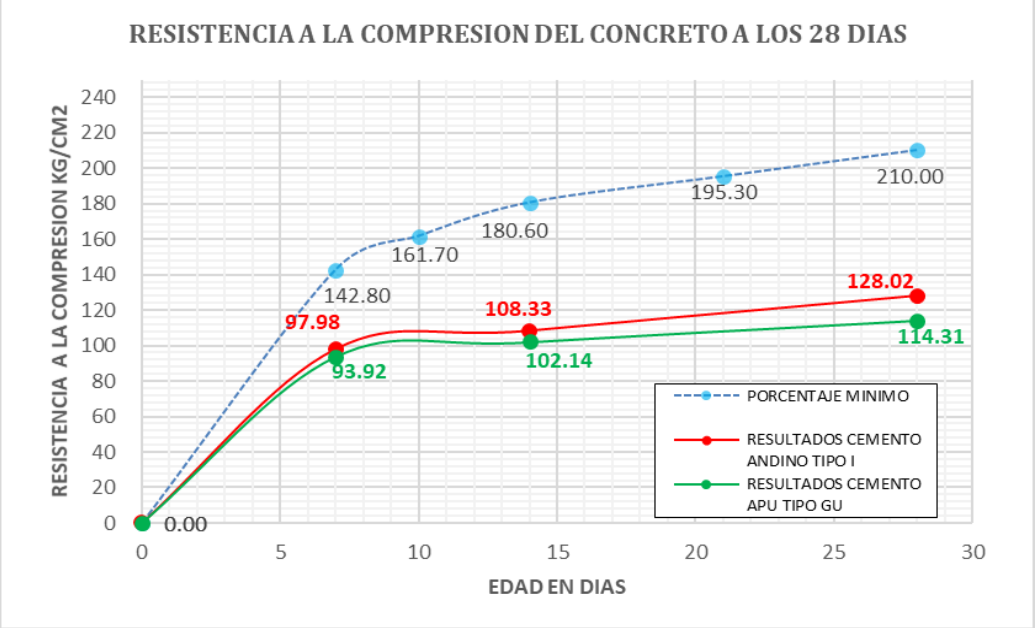


Tabla 79. *Resultados de la rotura de probetas a los 28 días de edad en porcentajes*

PARAMETROS		RESULTADOS CEMENTO ANDINO TIPO I	RESULTADOS CEMENTO APU TIPO GU
Dias	Porcentaje	Porcentaje	Porcentaje
0	0	0	0
7	68%	47%	45%
10	77%	-----	------
14	86%	52%	49%
21	93%	-----	-----
28	100%	61%	54%

Tabla 80. *Resultados de la rotura de probetas a los 28 días de edad en kg/cm2*

PARAMETROS		RESULTADOS CEMENTO ANDINO TIPO I	RESULTADOS CEMENTO APU TIPO GU
Dias	f`c	f`c	f`c
0	0	0	0
7	142.80	97.98	93.92
10	161.70	-----	------
14	180.60	108.33	102.14
21	195.30	-----	-----
I 28	210	128.02	114.31

Interpretación: De la tabla se interpreta que para la relación a/c 0.547, el Cemento Portland tipo I, alcanzo mayores resistencias a comprensión tanto a los 7 días, 14 días y 28 días, se acepta la hipótesis alterna 4 (H4).

Figura 42. *Rotura a los 28 días*



CAPITULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Esta investigación tuvo como propósito realizar el análisis comparativo del concreto utilizando cemento Portland tipo I (Andino) y cemento tipo GU (APU), con los agregados de la cantera Nueva Piura, cantera que es muy explotada en nuestra región de Ucayali. Posteriormente se busca determinar o medir las propiedades de los mismos para saber cuál de ambos es más eficiente tanto en estado fresco como en el estado endurecido, comparados tomando como referencia o como concreto patrón al que fue diseñado con el cemento Andino Tipo I.

Para poder aceptar o afirmar las hipótesis se tuvo que realizar diferentes ensayos del concreto como es en el estado fresco: consistencia normal, pesos unitarios y trabajabilidad; en el estado endurecido: el ensayo de resistencia a compresión. Una vez finalizado estos ensayos he recolectado los resultados que eran necesarios para así poder encontrar la diferencia que existía entre un concreto con cemento Portland tipo I y un concreto con cemento Portland tipo GU.

Para los ensayos de consistencia y trabajabilidad he utilizado el cono de Abrams como instrumento de medición, arrojando como resultado que el concreto diseñado con cemento Portland tipo GU posee mayor trabajabilidad y consistencia, esto nos quiere decir que requiere de menor cantidad de agua para llegar a alcanzar un mismo asentamiento y trabajabilidad respecto al concreto diseñado con cemento Portland tipo I. Para discutir el por qué un concreto diseñado con un determinado cemento y utilizando los mismos agregados es más

trabajable que otro, pues tenemos que revisar algunos estudios realizados, según Maguiña I., Huansha D., y Caceres F, en su interpretación sostiene que un concreto tiene mayor trabajabilidad y consistencia normal debido a dos factores: El primero por la finura del concreto y el segundo por la textura del agregado. Maguiña I., Huansha D., y Caceres F. (2010).

Como ambos concretos fueron elaborados con los mismos agregados con texturas redondeadas, entonces podemos decir que la trabajabilidad y consistencia tuvo que ver con la finura del concreto, por lo tanto, a mayor fineza, existirá mayor trabajabilidad y consistencia.

Para el ensayo de peso unitario he obtenido como resultado que el concreto elaborado con cemento Portland tipo I es más ligero en comparación con el concreto elaborado con cemento Portland tipo GU, pues revisando las fichas técnicas de ambos cementos nos damos cuenta que el cemento APU posee 3030 kg/m3 de densidad y el cemento Andino 3000 kg/m3 de densidad y además el cemento Portland tipo I tiene 4.7% de aire y el cemento Portland tipo GU solo 3.71% de aire, esto es en función a la relación agua cemento de 0.547, con ello podemos decir que el cemento Portland tipo I tiene mayor rendimiento que el cemento Portland tipo GU ya que el rendimiento está sujeto a la menor cantidad de materiales a utilizar en función a un metro cúbico de concreto.

En los ensayos de resistencia a compresión del concreto, los resultados para una relación agua cemento de 0.547 según el Comité ACI y diseñado con agregado global de la cantera Nueva Piura, pues el concreto elaborado con cemento

Portland tipo I tiene mayor resistencia tanto a los 7 días, a los 14 días y a los 28 días, en comparación al concreto con cemento Portland tipo GU; incluso no llegó a alcanzar la resistencia de diseño, esto es debido a que los agregados son poco graduados y debido al tiempo de explotación de la cantera que fue en el mes de noviembre encontrándose demasiados finos, y esto se puede ver en el análisis granulométrico; llegar a obtener una resistencia mayor generaría reducir la relación agua cemento, llegando está a generar menores asentamientos y poca trabajabilidad.

He observado que las propiedades del concreto con cemento Portland tipo I tanto en estado fresco y endurecido varían de acuerdo al control de los materiales usados, además posee mayor rendimiento y esto nos indica que en comparación a su precio pues no existiría diferencia económica considerable, ya que puede tener un mayor costo, pero a la vez esta se compensa con su mayor rendimiento y mayor resistencia. Poder elaborar un concreto con hormigón y que llegue a la resistencia deseada, utilizando el método de diseño del Comité ACI, con agregado global y sin usar aditivos, va a depender de tener los agregados bien graduados y una relación agua cemento por debajo de 0.547, al no alcanzar con los asentamientos deseados se tendría que usar aditivos que logren satisfacer dicha necesidad importante.

CONCLUSIONES

1. Se concluye que la consistencia normal del concreto elaborado con cemento Portland tipo GU tiende a aumentar en un 21% lo que indica que el concreto podrá adaptarse de manera más fácil al encofrado a comparación del concreto elaborado con cemento Portland tipo I. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis de la investigación.
2. Se concluye que el peso unitario del concreto con cemento Portland tipo GU tiende a aumentar en un 2.06%, lo que indica que el concreto con cemento Portland tipo I tiene mayor rendimiento por metro cubico. Por lo tanto, se acepta la hipótesis de la investigación.
3. De la trabajabilidad del concreto con cemento Portland tipo GU tiende a aumentar en un 21% con respecto al concreto con cemento Portland tipo I, lo que nos genera una mayor facilidad de trasladar y colocar el concreto. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis de la investigación.
4. De la interpretación de resultados podemos concluir que la resistencia a compresión del concreto con cemento Portland tipo I tiende a aumentar y es mayor en un 11.48%, esto indica que alcanza mayores resistencias a los 7, 14 y 28 días con respecto al concreto con cemento Portland tipo GU. Po tanto se acepta la hipótesis de la investigación.
5. Concluimos finalmente con esta investigación que al comparar las propiedades de los concretos que el concreto con cemento Portland tipo I es mejor que el concreto con cemento Portland tipo GU en: rendimiento y resistencia a la compresión; pero no en consistencia normal y trabajabilidad.

RECOMENDACIONES O SUGERENCIAS

1. Se recomienda usar el cemento Portland tipo GU cuando se desea obtener un mejor asentamiento y trabajabilidad; pero si deseamos mayor rendimiento, pues con el cemento Portland tipo I nos bastaría.
2. Se recomienda no usar los agregados de la cantera Nueva Piura directamente, así como se encontró in situ; si no por lo contrario zarandear separando finos y gruesos y recién utilizarlo considerando su área superficial; ya que si consideramos como agregado global este contará con agregados demasiados finos y disminuirá la resistencia del concreto.
3. Se recomienda utilizar una relación agua cemento menor a 0.547 para así obtener un concreto estructural y además de ello usar aditivos, ya que queda demostrado que con esta relación no se llega a obtener dicho concreto.
4. Se sugiere a la facultad de Ingeniería de Sistemas y de Ingeniería Civil, se siga realizando investigaciones a nivel de tesis sobre este tema, ya que no podemos estar buscando o inventándose nuevos productos para la construcción sin antes analizar y determinar si el hormigón que es un material muy empleado en nuestra región, puede alcanzar la resistencia recomendable para un concreto estructural o dar soluciones con la aplicación de aditivos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACI Committee. (2009). ACI 211.1-91: Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete. USA: ACI.

Cachay, R., & Torres, A. (2004). Curso básico de tecnología del concreto. Lima - Perú: UNI.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016). Manual de Ensayo de Materiales (Edición 2016.). Lima, Perú: MTC

Normas Técnicas Peruanas. (2013). NTP 339.185: Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. LIMA: INDECOPI.

NTP 339.088. Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland. Requisitos. Lima, 2006: INDECOPI

NTP 334.009. (2016). CEMENTO. Cemento Portland. Requisitos (6ta Edición ed.). Lima, Perú: INACAL.

NTP 334.082. (2008). CEMENTOS. Cementos Portland. Especificación de la performance (3ra Edición ed.). Lima, Perú: INACAL.

NTP 339.034. (2008). CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas (3ra Edición ed.). Lima, Perú: INACAL.

NTP 400.018. (2013). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar materiales más finos que pasan por el tamiz normalizado Nº 200 por lavado en agregados. (3ra Edición ed.). Lima: INACAL.

NTP 400.019. (2014). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles (3ra Edición ed.). Lima, Perú: INACAL.

NTP 339.035. (2009). CONCRETO. Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland (3ra Edición ed.). Lima, Perú: INACAL.

NTP 339.046. (2008). CONCRETO. Método de ensayo para determinar la densidad (peso unitario), rendimiento y contenido de aire (método gravimétrico) del concreto. 2da Edición. Lima, Perú: INACAL

NTP 339.047. (2014). CONCRETO. Definiciones y terminología relativas al concreto y agregados (3ra Edición ed.). Lima, Perú: INACAL.

NTP 339.183. (2013). CONCRETO. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio (2da ed.). Lima, Perú: INACAL.

NTP 400.010. (2016). AGREGADOS. Extracción y preparación de las muestras (3ra Edición ed.). Lima, Perú: INACAL.

NTP 400.011. (2008). AGREGADOS. Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concreto) (2da Edición ed.). Lima, Perú: INDECOPI.

NTP 400.012. (2013). AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global (3ra Edición ed.). Lima, Perú. INACAL

NTP 400.017. (2016). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (Peso Unitario) y los vacíos en los agregados (3ra Edición ed.). Lima, Perú: INACAL

NTP 400.021. (2013). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso (3ra Edición ed.). Lima, Perú: INACAL.

NTP 400.022. (2013). AGREGADOS: Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino (3ra Edición ed.). Lima, Perú: INACAL.

NTP 400.037. (2014). CONCRETO. Especificaciones normalizadas para agregados en concreto (3ra Edición ed.). Lima, Perú: INACAL.

Osorio, J. D. (20 de mayo de 2013). Reacción álcali agregado: Un ensayo importante en la tecnología del concreto. Ocaña, Norte de Santander, Colombia: Blog 360º en concreto.

Pasquel, E. (1999). Tópicos de Tecnología del Concreto. (2da ed.). Perú: CIP

RIVVA, Enrique. Diseño de mezclas. Lima: Capitulo peruano ICG, 2010.

Rivva López, E. (2014). Concreto: Materiales para el concreto (3ra Edición ed., Vol. I). Lima: ICG

Rivera, G. (1992). Concreto Simple. Popayán-Colombia: Universidad del Cauca.

Reglamento Nacional de Edificaciones, E.0 60 Lima – Perú, 2016

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

<table>
<tr><th>PROBLEMA</th><th>OBJETIVOS</th><th>HIPOTESIS</th><th>VARIABLES</th><th>DIMENSIONES</th><th>INDICADORES</th><th>INSTRUMENTOS</th><th>METODOLOGIA</th><th>POBLACION Y MUESTRA</th></tr>
<tr><td colspan="3">General</td><td colspan="2">VARIABLE INDEPENDIENTE</td><td rowspan="8">Reglamento Nacional de Edificaciones E.060, Manual de Ensayo de Materiales (MTC. E), Normas Técnicas Peruanas (NTP) y/o Estándares ASTM de agregados, concreto fresco y endurecido correspondientes.</td><td rowspan="8">Tipo: Hibrido o mixto (Cuantitativo y Cualitativo).
Nivel: Descriptivo Experimental.

Método: Experimental</td><td rowspan="8">Población: Todos los ensayos de laboratorio que se le realizara al concreto $f'c = 210kg/cm^2$ con los agregados de la cantera Nuevo Piura, usando cemento Andino y cemento APU.
Muestra: Ensayo de consistencia, peso unitario, a compresión y trabajabilidad

Unidad de análisis: Slump, Espécimen de concreto cilíndrico de 6” x 12” (ASTM C470).</td></tr>
<tr><td rowspan="2">¿Cuáles son los resultados al comparar las propiedades esenciales del concreto $f'c = 210kg/cm^2$ utilizando cemento Portland tipo I (Andino) y cemento Portland tipo GU (APU) con los agregados de la cantera Nuevo Piura del Distrito de Campo Verde, Provincia de Coronel Portillo, Departamento de Ucayali?</td><td rowspan="2">Realizar el análisis comparativo del concreto $f'c = 210kg/cm^2$ utilizando cemento Portland tipo I (Andino) y cemento Portland tipo GU (APU) con los agregados de la cantera Nuevo Piura</td><td rowspan="2">El Diseño de concreto $f'c = 210kg/cm^2$ con los agregados de la cantera Nuevo Piura, utilizando cemento Portland tipo I (Andino) logra mejores propiedades esenciales que utilizando cemento Portland tipo GU (APU).</td><td rowspan="2">Diseño de concreto $f'c = 210kg/cm^2$ y agregados</td><td>Granulometría</td><td>Husos granulométricos</td></tr>
<tr><td>Absorción</td><td>NTP 400. 017</td></tr>
<tr><td colspan="3">Específicos</td><td colspan="2">VARIABLE DEPENDIENTE</td></tr>
<tr><td>- ¿Cuáles son los resultados de la consistencia normal al comparar los concretos utilizando cemento Andino I y cemento APU, con los agregados de la cantera Nuevo Piura?

- ¿Cuáles son los resultados de los pesos unitarios al comparar los concretos utilizando cemento Andino I y cemento APU, con los agregados de la cantera Nuevo Piura?

- ¿Cuáles son los resultados de resistencias a la compresión al comparar los concretos utilizando cemento Andino I y cemento APU, con los agregados de la cantera Nuevo Piura?

- ¿Cuáles son los resultados de la trabajabilidad al comparar los concretos utilizando cemento Andino I y cemento APU, con los agregados de la cantera Nuevo Piura?</td><td>• Medir las consistencias normales al comparar los concretos utilizando cemento Andino I y cemento APU, con los agregados de la cantera Nuevo Piura.

• Medir los pesos unitarios al comparar los concretos utilizando cemento Andino I y cemento APU, con los agregados de la cantera Nuevo Piura.

• Medir las resistencias a compresión al comparar los concretos utilizando cemento Andino I y cemento APU, con los agregados de la cantera Nuevo Piura.

• Medir la trabajabilidad al comparar los concretos utilizando cemento Andino I y cemento APU, con los agregados de la cantera Nuevo Piura.</td><td>•Al medir la consistencia normal del concreto con los agregados de la cantera Nuevo Piura, utilizando cemento Andino I es mejor que utilizando cemento APU.

•Al medir el peso unitario del concreto con los agregados de la cantera Nuevo Piura, utilizando cemento Andino I aumenta el rendimiento y calidad que utilizando cemento APU.

•Al medir la resistencia a la compresión del concreto con los agregados de la cantera Nuevo Piura, utilizando cemento Andino I es mayor que utilizando cemento APU.

•Al medir la trabajabilidad del concreto con los agregados de la cantera Nuevo Piura, utilizando cemento Andino I es mejor que utilizando cemento APU</td><td>Propiedades esenciales del concreto utilizando cemento Andino I y propiedades esenciales del concreto utilizando cemento APU</td><td colspan="2">CONCRETO FRESCO</td></tr>
<tr><td>Consistencia normal</td><td>SLUM</td></tr>
<tr><td>Peso unitario</td><td>Prueba de laboratorio</td></tr>
<tr><td>Trabajabilidad</td><td>SLUM</td></tr>
<tr><td colspan="2">CONCRETO ENDURECIDO</td></tr>
<tr><td>Resistencia a compresión</td><td>Prueba de laboratorio</td></tr>
</table>

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

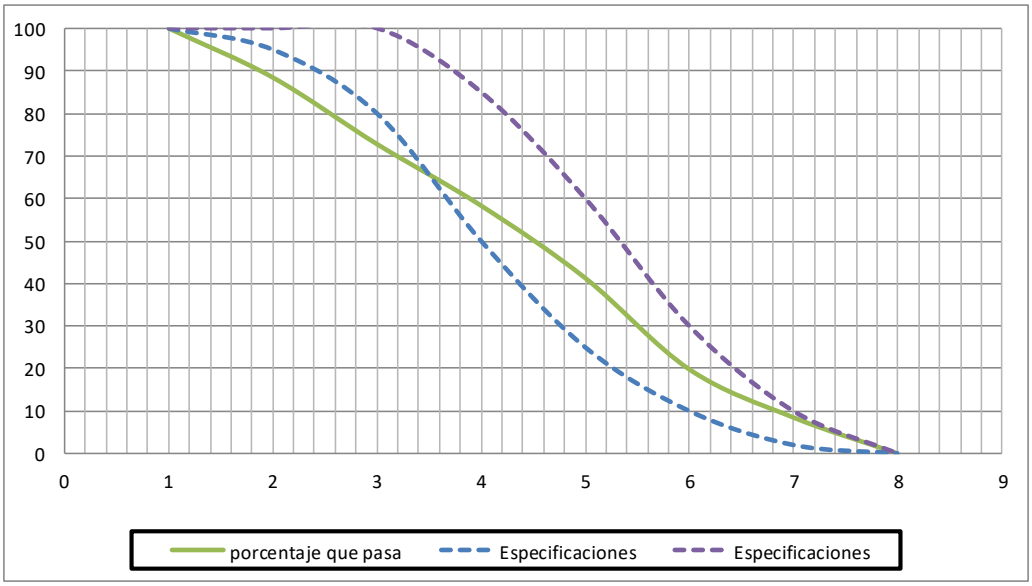
FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS E INGENIERIA CIVIL | **CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO

TIPO DE AGREGADO:	ARENA FINA	NORMA:	NTP 400.012
PROCEDENCIA:	NUEVO PIURA	FECHA:	3/08/2019
PESO DE LA MUESTRA :	500gr	MUESTRA N:	1
		HECHO POR:	ELI BUSTAMANTE ILATOMA

Malla	Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% que pasa		Especificaciones	
3/8"	0	0	0	100		100	100
N° 4	57.8	11.56	11.56	88.44		95	100
N° 8	78.3	15.66	27.22	72.78		80	100
N° 16	72.4	14.48	41.7	58.3		50	85
N° 30	85.1	17.02	58.72	41.28		25	60
N°50	107.4	21.48	80.2	19.8		10	30
N° 100	56.6	11.32	91.52	8.48		2	10
N° 200	42.4	8.48	100	0		0	0
TOTAL:	500	100			MÓDULO DE FINURA	mg	3.89



	UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI		
	FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS E INGENIERIA CIVIL	**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**	
	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES		
	PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO		
TIPO DE AGREGADO:	ARENA FINA	NORMA:	NTP 400.017
PROCEDENCIA:	NUEVO PIURA	FECHA:	3/08/2019
PESO DE LA MUESTRA :	12000 gr	MUESTRA N:	1
MEDIDAD DEL RECIPIENTE:	1/10 PS^3	HECHO POR:	ELI BUSTAMANTE ILATOMA
A) PESO UNITARIO SUELTO (PUS)			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		6.437	kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.749	kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	4.688	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.53	kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.781	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	359.58	m-3
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1686	kg/ m3
PUS = f x Ws			
B) PESO UNITARIO COMPACTADO (PUC)			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		6.929	kg
PESO DEL RECIPIENTE		1.749	kg
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	Wc	5.18	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		4.53	kg
PESO DEL AGUA	Wa	2.781	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	359.58	m-3
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1863	kg/ m3
PUC = f x Wc			

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI		
	FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS E INGENIERIA CIVIL	**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**	
	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES		
	PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO		
TIPO DE AGREGADO:	ARENA FINA	NORMA:	NTP 400.022
PROCEDENCIA:	NUEVO PIURA	FECHA:	3/08/2019
PESO DE LA MUESTRA :	500 gr	MUESTRA N:	1
MEDIDAD DEL RECIPIENTE:	500 ml	HECHO POR:	ELI BUSTAMANTE ILATOMA

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA FIOLA		147.8	g
PESO DE LA ARENA SUPERFICIALMENTE SECA		500	g
PESO DE LA ARENA SSS + PESO DE LA FIOLA		647.8	g
PESO DE LA ARENA SSS + PESO DE LA FIOLA + PESO DEL AGUA		956	g
PESO DEL AGUA	***W***	308.2	g
PESO DE LA ARENA SECA	***A***	493.92	g
VOLUMEN DE LA FIOLA	***V***	500	ml
1.- PESO ESPECÍFICO DE MASA	$\left(\frac{A}{V-W}\right)$ =	**2.58**	g/cm3
2.- PESO ESPECÍFICO DE MASA SATURADO SUPERFICIALMENTE SECO	$\left(\frac{500}{V-W}\right)$ =	**2.61**	g/cm3
3.- PESO ESPECÍFICO APARENTE	$\left(\frac{A}{(V-W)-(500-A)}\right)$ =	**2.66**	g/cm3
4.-PORCENTAJE DE ABSORCIÓN	$\left(\frac{500-A}{A}\right) x100$ =	**1.23**	%

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI				
	FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS E INGENIERIA CIVIL		CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		
	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES				
	PROMEDIO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO				
TIPO DE AGREGADO:	ARENA FINA		NORMA:	NTP339.185	
PROCEDENCIA:	NUEVO PIURA		FECHA:	3/08/2019	
PESO DE LA MUESTRA :	500 gr		MUESTRA N:	Promedio	
			HECHO POR:	ELI BUSTAMANTE ILATOMA	

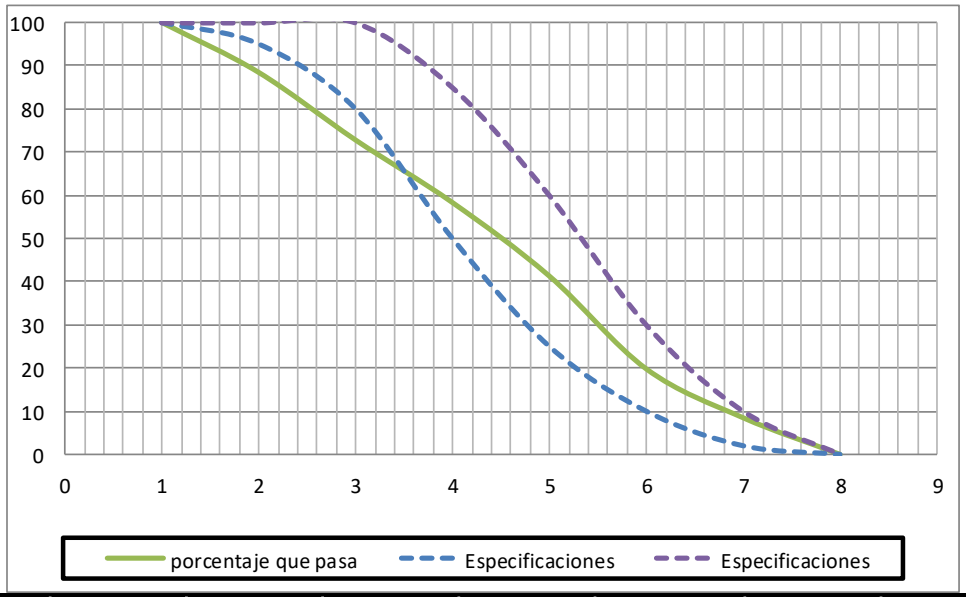
ENSAYO	SIMBOLO	M-1	M-2	M-3	UNID
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA	A	500	500	500	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	B	485.1	484.5	485.3	g
CONTENIDO DE AGUA	A-B	14.9	15.5	14.7	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	$\%H=\left(\frac{A-B}{B}\right)x100$	3.07	3.2	3.03	%
PROMEDIO		**3.1**			%

Tabla 20. Material que Pasa la Malla #200 del Agregado Fino

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI				
	FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS E INGENIERIA CIVIL		CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		
	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES				
	MATERIAL QUE PASA LA MALLA # 200 FINO				
TIPO DE AGREGADO:	ARENA FINA		NORMA:	NTP 400.018	
PROCEDENCIA:	NUEVO PIURA		FECHA:	3/08/2019	
PESO DE LA MUESTRA :	500 gr		MUESTRA N:	Promedio	
			HECHO POR:	ELI BUSTAMANTE ILATOMA	

ENSAYO	SIMBOLO	M-1	M-2	M-3	UNID
PESO DE LA MUESTRA	P1	500	500	500	g
PESO DE LA MUESTRA LAVADA Y SECADA	P2	455.55	458.91	456.15	g
MATERIAL QUE PASA LA MALLA N°200	P1-P2	44.45	41.09	43.85	g
% QUE PASA LA MALLA N°200	$A=\left(\frac{P1-P2}{P1}\right)x100$	8.89	8.22	8.77	%
PROMEDIO	**8.63**				%

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI						
	FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS E INGENIERIA CIVIL				CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		
	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES						
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO						
TIPO DE AGREGADO:		PIEDRA			NORMA:	NTP 400.012	
PROCEDENCIA:		NUEVO PIURA			FECHA:	3/08/2019	
PESO DE LA MUESTRA :		8Kg			MUESTRA N:	1	
HUSO N° :	67				HECHO POR:	ELI BUSTAMANTE ILATOMA	
Malla	**Peso Retenido (gr)**	**% Retenido**	**% Retenido Acumulado**	**% que pasa**		**Especificaciones**	
3"	0	0	0	100		100	100
2 1/2"	0	0	0	100		95	100
2"	0	0	0	100		100	100
1 1/2"	0	0	0	100		100	100
1"	0	0	0	100		100	100
3/4"	0	0	0	100		90	100
1/2"	1.4	38.9972145	38.9972145	61.0027855		55	78
3/8"	2.19	61.0027855	100	0		20	55
TOTAL:	3.59	100			MÓDULO DE FINURA	mg	6.61



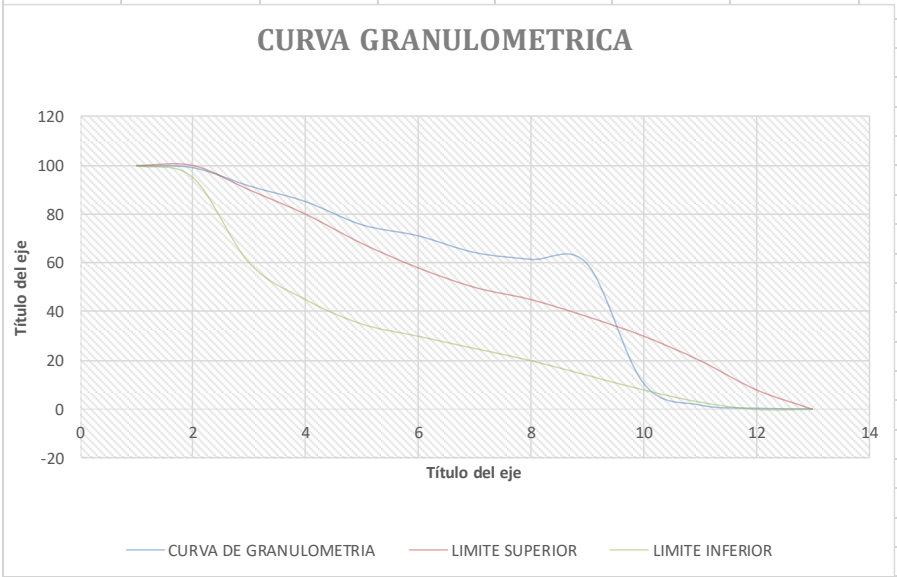
UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS E INGENIERIA CIVIL | **CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**

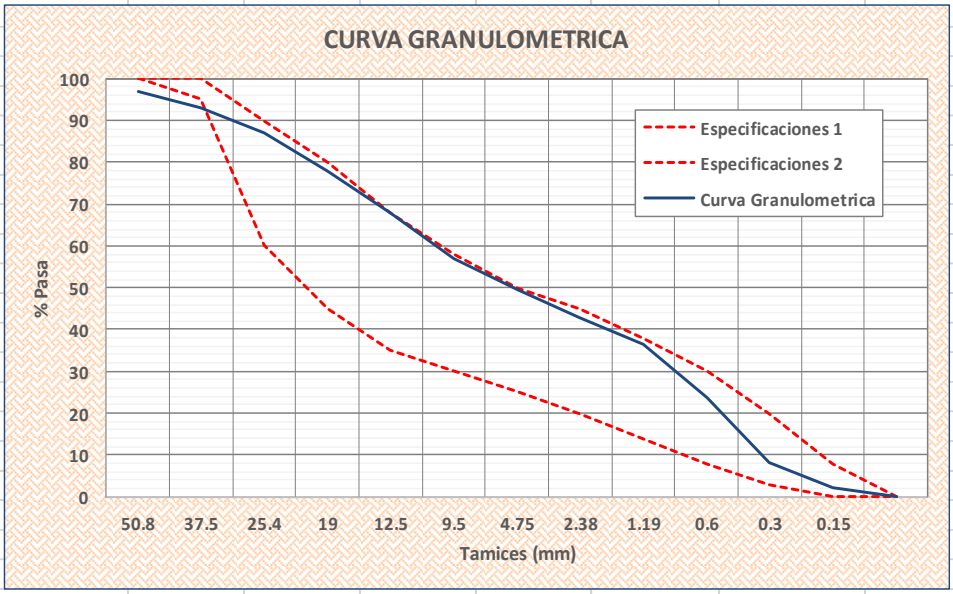
LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GLOBAL

TIPO DE AGREGADO:			AGREGADO GLOBAL			NORMA:	NTP 400.012	
PROCEDENCIA:			NUEVO PIURA			FECHA:	3/08/2019	
PESO DE LA MUESTRA :			15000gr			MUESTRA N:	1	
HUSO N° :		67				HECHO POR:	ELI BUSTAMANTE ILATOMA	
Malla	**abertura(mm)**	**Peso Retenido (gr)**	**% Retenido**	**% Retenido Acumulado**	**% que pasa**		**Especificaciones**	
					100		_	_
2 1/2"	63.5	0	0	0	100		_	_
2"	50.8	0	0	0	100		100	100
1 1/2"	37.5	120	0.79	0.79	99.21		95	100
1"	25.4	1120	7.51	8.30	91.70		60	90
3/4"	19	960	6.43	14.73	85.27		45	80
1/2"	12.5	1420	9.52	24.25	75.75		35	68
3/8"	9.5	680	4.56	28.81	71.19		30	58
N° 4	4.75	1020	6.84	35.65	64.35		25	50
N° 8	2.38	420	2.82	38.47	61.53		20	45
N° 16	1.19	280	1.88	40.35	59.65		14	38
N° 30	0.6	7320	49.06	89.41	10.59		8	30
N°50	0.3	1340	8.98	98.39	1.61		3	20
N° 100	0.15	200	1.34	99.73	0.27		0	8
N° 200	0.075	40	0.27	100.00	0.00		0	0
TOTAL:		14920	100			MÓDULO DE FINEZA	mg	4.79



			UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI					
			FACULTAD DE INGENIERIA DE			CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		
			LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES					
			ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO GRUESO					
TIPO DE AGREGADO:			AGREGADO GLOBAL			NORMA:	NTP 400.012	
PROCEDENCIA:			NUEVO PIURA			FECHA:	3/08/2019	
PESO DE LA MUESTRA :			14920			MUESTRA N:		
HUSO N° :						HECHO POR:	ELI BUSTAMANTE ILATOMA	
Malla	**abertura(mm)**	**Peso Retenido (gr)**	**% Retenido**	**% Retenido Acumulado**	**% que pasa**		**Especificaciones**	
							_	_
2 1/2"	63.5	**0**	0	0	**100**		_	_
2"	50.8	**438.648**	2.94	2.94	**97.06**		100	100
1 1/2"	37.5	**578.896**	3.88	6.82	**93.18**		95	100
1"	25.4	**905.644**	6.07	12.89	**87.11**		60	90
3/4"	19	**1395.02**	9.35	22.24	**77.76**		45	80
1/2"	12.5	**1494.984**	10.02	32.26	**67.74**		35	68
3/8"	9.5	**1623.296**	10.88	43.14	**56.86**		30	58
N° 4	4.75	**1092.144**	7.32	50.46	**49.54**		25	50
N° 8	2.38	**996.656**	6.68	57.14	**42.86**		20	45
N° 16	1.19	**960.848**	6.44	63.58	**36.42**		14	38
N° 30	0.6	**1903.792**	12.76	76.34	**23.66**		8	30
N°50	0.3	**2285.744**	15.32	91.66	**8.34**		3	20
N° 100	0.15	**942.944**	6.32	97.98	**2.02**		0	8
N° 200		**301.384**	2.02	100.00	**0.00**		0	0
TOTAL:		**14920**	**100**			**MÓDULO DE FINEZA**	mg	**5.57**



	UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI		
	FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS E INGENIERIA CIVIL	CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES		
	PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO		
TIPO DE AGREGADO:	ARENA FINA	NORMA:	NTP 400.017
PROCEDENCIA:	NUEVO PIURA	FECHA:	3/08/2019
PESO DE LA MUESTRA :	20000 gr	MUESTRA N:	1
HUSO:	67	HECHO POR:	ELI BUSTAMANTE ILATOMA
MEDIDAD DEL RECIPIENTE:	1/10 PS^3		
A) PESO UNITARIO SUELTO (PUS)			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		18.44	kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.58	kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	12.86	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		14.78	kg
PESO DEL AGUA	Wa	9.2	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	108.7	m-3
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1398	kg/ m3
PUS = f x Ws			
B) PESO UNITARIO COMPACTADO (PUC)			
DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	CANTIDAD	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA + RECIPIENTE		19.78	kg
PESO DEL RECIPIENTE		5.58	kg
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	Wc	14.2	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		14.78	kg
PESO DEL AGUA	Wa	9.2	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	108.7	m-3
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1544	kg/ m3
PUC = f x Wc			

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI			
	FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS E INGENIERIA CIVIL		**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**	
	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES			
	DISEÑO DE MEZCLA PARA CONCRETO			
TIPO DE AGREGADO:	AGREGADO GLOBAL		METODO:	COMITÉ 211-ACI
PROCEDENCIA DE HORMIGON:	CANTERA NUEVO PIURA		FECHA:	3/08/2019
OBRA: "ANÁLISIS DEL DISEÑO DE CONCRETO f'c=210kg/⟦cm⟧^2 CON CEMENTO PORTLAND TIPO I (ANDINO) Y CEMENTO PORTLAND TIPO GU (APU), CON AGREGADOS DE LA CANTERA NUEVO PIURA DEL DISTRITO DE CAMPO VERDE, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO DE UCAYALI."			**PROPIETARIO:**	
			ELI BUSTAMANTE ILATOMA	

F'cr = F'c = 210 + 85 = 295 kg/cm2

MATERIALES	PESOS PARCIALES	TOTAL EN PESO	U. MEDIDA
A). AGREGADO HORMIGON			
Tamaño Maximo Nominal		1 1/2"	Pulg
Peso Unitario Suelto		1,869.12	kg/m3
Peso Unitario Compactado		1,965.54	kg/m3
Peso Especifico		2.6	kg/cm3
Contenido de Humedad		6.46%	
Porcentaje de Absorsión		1.10%	
Modulo de Fineza		5.59	
B). CEMENTO			
Portland ASTM tipo I - Andino			
Peso Especifico		3,000.00	kg/m3
C). AGUA			
Peso Especifico		1,000.00	kg/m3
D). VALORES DE DISEÑO			
Asentamiento SLUMP -Mezcla Plastica		3" a 4"	Pulg
Volumen Unitario de Agua		181	Litros
Contenido de Aire		1%	
Relacion Agua Cemento a/c		0.547	
Contenido de Cemento		330.90	kg/m3
Contenido de Hormigon		1,817.40	kg
E). DISEÑO DE MEZCLA EN ESTADO SECO			
Cemento		330.90	kg
Agua		181	kg
Hormigon		1,817.40	kg
F). CORRECCION POR FACTOR HUMEDAD			
Contenido de Hormigon		1934.80	kg
Aporte de Agua		97.41	kg
Volumen Unitario Agua Efectiva		83.59	kg
G). DISEÑO DE MEZCLA DEFINITIVO PARA 1M3			
Cemento		330.90	kg
Agua		83.59	kg
Hormigon		1,934.80	kg
	TOTAL:	**2,349.29**	**kg**
H). DOSAJE POR BOLSA DE CEMENTO			
Cemento		42.50	kg
Agua		10.74	kg
Hormigon		248.50	kg

PROPORCION	CEMENTO	AGUA	HORMIGON	
	1	0.25	5.85	Bolsas

I). DOSAJE DE CEMENTO EN VOLUMEN APARENTE			
Cemento		0.14	m3
Agua		0.04	m3
Hormigon		1.04	m3

J). PROPORCION POR TANDA DE UNA BOLSA DE CEMENTO

CEMENTO	AGUA	HORMIGON
1	10.74 *litros*	248.50 *kg*
CEMENTO	**AGUA**	**HORMIGON**
1	10.74 *litros*	4.69 *p3*
CEMENTO	**AGUA**	**HORMIGON**
1	10.74 *litros*	6.61 *baldes*

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI				
	FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS E INGENIERIA CIVIL		CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		
	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES				
	PESO UNITARIO DE AGREGADO HORMIGON GLOBAL				
TIPO DE AGREGADO:	AGREGADO GLOBAL			METODO:	NORMA ASTM C-138
PROCEDENCIA DE HORMIGON:	CANTERA NUEVO PIURA			FECHA:	3/08/2019
OBRA: "ANÁLISIS DEL DISEÑO DE CONCRETO f'c=210kg/⟦cm⟧^2 CON CEMENTO PORTLAND TIPO I (ANDINO) Y CEMENTO PORTLAND TIPO GU (APU), CON AGREGADOS DE LA CANTERA NUEVO PIURA DEL DISTRITO DE CAMPO VERDE, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO DE				PROPIETARIO:	
				ELI BUSTAMANTE ILATOMA	

A) PESO UNITARIO SUELTO (PUS)

PUS = f x Ws; PUS=Ws/Wa

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA SUELTA + RECIPIENTE		17	18	18.44	kg
PESO DEL RECIPIENTE		5	6	5.58	kg
PESO DE LA MUESTRA SUELTA	Ws	12	12	12.86	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		14	15	14.78	kg
PESO DEL AGUA	Wa	9	10	9.2	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL RECIPIENTE	f	108.7	108.7	108.7	m-3
PESO UNITARIO SUELTO	PUS	1304	1304	1398	kg/ m3
PESO UNITARIO SUELTO PROMEDIO=		**1335.33**			kg/ m3

B) PESO UNITARIO COMPACTADO (PUC)

PUC = f x Ws; PUC = Ws/Wa

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	MUESTRA 1	MUESTRA 2	MUESTRA 3	UNIDAD
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA		19.8	20	19.78	kg
PESO DEL RECIPIENTE		6	5	5.58	kg
PESO DE LA MUESTRA COMPACTADA	Wc	13.8	15	14.2	kg
PESO DEL AGUA + RECIPIENTE		14.5	15	14.78	kg
PESO DEL AGUA	Wa	9.2	9.2	9.2	kg
FACTOR DE CALIBRACIÓN DEL	f	108.7	108.7	108.7	m-3
PESO UNITARIO COMPACTADO	PUC	1500	1631	1544	kg/ m3
PESO UNITARIO COMPACTADO PROMEDIO=		**1558.33**			kg/ m3

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI				
	FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS E INGENIERIA CIVIL		**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**		
	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES				
	CONTENIDO DE HUMEDAD DE HORMIGON GLOBAL				
TIPO DE AGREGADO:	AGREGADO GLOBAL		METODO:	NORMA ASTM C-138	
PROCEDENCIA DE HORMIGON:	CANTERA NUEVO PIURA		FECHA:	3/08/2019	
OBRA: "ANÁLISIS DEL DISEÑO DE CONCRETO f'c=210kg/⟦cm⟧^2 CON CEMENTO PORTLAND TIPO I (ANDINO) Y CEMENTO PORTLAND TIPO GU (APU), CON AGREGADOS DE LA CANTERA NUEVO PIURA DEL DISTRITO DE CAMPO VERDE, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO DE UCAYALI."			**PROPIETARIO:**		
			ELI BUSTAMANTE ILATOMA		

ENSAYO	SIMBOLO	M-1	M-2	M-3	UNID
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA	A	**1500**	**500**	**500**	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	B	**1409**	**484.5**	**485.3**	g
CONTENIDO DE AGUA	A-B	**91**	**15.5**	**14.7**	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	$\%H=\left(\frac{A-B}{B}\right)x100$	**6.46**	**3.2**	**3.03**	%
PROMEDIO %H =			**4.23**		%

Tabla 27. Porcentaje de Absorcion del agregado Global

	UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI				
	FACULTAD DE INGENIERIA DE SISTEMAS E INGENIERIA CIVIL		**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**		
	LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES				
	PORCENTAJE DE ABSORCION DE HORMIGON GLOBAL				
TIPO DE AGREGADO:	AGREGADO GLOBAL		METODO:	NORMA ASTM C-138	
PROCEDENCIA DE HORMIGON:	CANTERA NUEVO PIURA		FECHA:	3/08/2019	
OBRA: "ANÁLISIS DEL DISEÑO DE CONCRETO f'c=210kg/⟦cm⟧^2 CON CEMENTO PORTLAND TIPO I (ANDINO) Y CEMENTO PORTLAND TIPO GU (APU), CON AGREGADOS DE LA CANTERA NUEVO PIURA DEL DISTRITO DE CAMPO VERDE, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO DE UCAYALI."			**PROPIETARIO:**		
			ELI BUSTAMANTE ILATOMA		

ENSAYO	SIMBOLO	M-1	M-2	M-3	UNID
PESO DE LA MUESTRA HÚMEDA	A	**500**	**500**	**500**	g
PESO DE LA MUESTRA SECA	B	**485.1**	**484.5**	**485.3**	g
CONTENIDO DE AGUA	A-B	**14.9**	**15.5**	**14.7**	g
CONTENIDO DE HUMEDAD	$\%H=\left(\frac{A-B}{B}\right)x100$	**3.07**	**3.2**	**3.03**	%
PROMEDIO %H =			**3.1**		%