UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E

INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL USO DE CONCRETO RECICLADO EN REEMPLAZO DEL AGREGADO GLOBAL PARA EL CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2, EN CALLERÍA – UCAYALI

Tesis para optar al título profesional de

INGENIERO CIVIL

MIGUEL HUMBERTO RUIZ AYALA

VÍCTOR EFUS CORONEL

Pucallpa, Perú

2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL
COMISIÓN DE GRADOS Y TÍTULOS

ACTA DE EVALUACIÓN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 009-2024

GRADUANDO : RUIZ AYALA, Miguel Humberto
EFUS CORONEL, Víctor.

TEMA : ***"ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL USO DE CONCRETO RECICLADO EN REEMPLAZO DEL AGREGADO GLOBAL PARA EL CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2, EN CALLERÍA – UCAYALI"***

ASESOR : DR. DAVID ABEL GONZALEZ MANRIQUE DE LARA

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 : **25** / 30

CONCLUSIONES:
APROBADO POR : UNANIMIDAD
DESAPROBADO POR :

JURADO EVALUADOR

Mg. HORACIO SORIANO ALAVA
PRESIDENTE

Dr. FERNANDO RAFAEL LEAN
MIEMBRO

Mg. DEVYN OMAR DONAYRE HERNANDEZ
MIEMBRO

M.SC. CLOTILDE RÍOS HIDALGO DE CERNA
SECRETARIA ACADÉMICA

PUCALLPA, 20 DE MAYO DEL 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

COMISIÓN DE GRADOS Y TÍTULOS

TESIS TITULADO: "ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL USO DE CONCRETO RECICLADO EN REEMPLAZO DEL AGREGADO GLOBAL PARA EL CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2, EN CALLERÍA – UCAYALI"

ELABORADO POR:

Bach. MIGUEL HUMBERTO RUIZ AYALA

Bach. VICTOR EFUS CORONEL

APROBADO POR:

Mg. HORACIO SORIANO ALAVA
PRESIDENTE

Dr. FERNANDO RAFAEL LEAN
MIEMBRO

Mg. DEVYN OMAR DONAYRE HERNANDEZ
MIEMBRO

Dr. DAVID ABEL GONZALEZ MANRIQUE DE LARA
ASESOR DE TESIS

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Nº **V/0180-2024**.

La Dirección de Producción Intelectual de la Universidad Nacional de Ucayali, hace constar por la presente, que el trabajo académico de investigación, titulado:

"**ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL USO DE CONCRETO RECICLADO EN REEMPLAZO DEL AGREGADO GLOBAL PARA EL CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2, EN CALLERÍA – UCAYALI**"

Autor(es)	:	**RUIZ AYALA, MIGUEL HUMBERTO**
		EFUS CORONEL, VÍCTOR
Facultad	:	**INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL**
Escuela	:	**ING. CIVIL**
Asesor(a)	:	**Dr. GONZÁLEZ MANRIQUE DE LARA, DAVID ABEL**

Presenta un **porcentaje de similitud de 10%,** verificado en el Sistema Antiplagio COMPILATIO,

De acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO, el cual indica que todo trabajo de investigación no debe superar el 10%. **En tal sentido, se declara, que el presente trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud,** procediéndose a emitir la presente Constancia de Originalidad de Trabajo de Investigación (COTI) a solicitud del asesor.

En señal de conformidad se firma y sella el presente documento.

Fecha: 17/04/2024

Mg. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNAOLA
Director de Producción Intelectual

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Repositorio de la Universidad Nacional de Ucayali

Yo, MIGUEL HUMBERTO RUIZ AYALA

Autor de la tesis titulada : ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL USO DE CONCRETO RECICLADO EN REEMPLAZO DEL AGREGADO GLOBAL PARA EL CONCRETO DE F'C= 175 KG/CM2, EN CALLERÍA-UCAYALI

Sustentada el año 2024

Asesor(a): Dr. DAVID ABEL GONZALEZ MANRIQUE DE LARA

Facultad: INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERIA CIVIL

Escuela Profesional: INGENIERIA CIVIL

Autorizo la publicación:

PARCIAL [ ] TOTAL [X]

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 que 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, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 20 / 05 / 2024

Email: miguel humberto ruiz ayala@g.mail.c Firma: _____

Teléfono: 962303316 DNI: 76963209

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Repositorio de la Universidad Nacional de Ucayali

Yo, VÍCTOR EFUS CORONEL

Autor de la tesis titulada : ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL USO DE CONCRETO RECICLADO EN REEMPLAZO DEL AGREGADO GLOBAL PARA EL CONCRETO DE F'C = 175 KG/CM2, EN CALLERÍA – UCAYALI

Sustentada el año 2024

Asesor(a): DR. DAVID ABEL GONZÁLEZ MANRIQUE DE LARA

Facultad: INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL

Escuela Profesional: INGENIERÍA CIVIL

Autorizo la publicación:

PARCIAL [ ] TOTAL [X]

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 que 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, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 20 / 05 / 2024

Email: victorefuscoronel@gmail.com Firma:

Teléfono: 929018216 DNI: 47833142

DEDICATORIA

La presente investigación está dedicada a Dios, gracias a él he logrado concluir mi carrera. A mis Padres, Teodoro y Virginia porque ellos siempre estuvieron brindándome su apoyo sincero, desinteresado en todo sentido y sus consejos para hacer de mí una mejor persona, a mis 2 hermanos Luis y Esther, a mi cuñado Carlos por sus apoyos y consejos que me brindaron. Para todas aquellas personas que de una u otra manera han contribuido para el logro de mis objetivos.

MIGUEL HUMBERTO RUIZ AYALA

Dedico esta investigación en primer lugar a Dios, porque sin él nada de esto sería posible. Gracias a mis padres Filomeno y Aurora por su cariño y apoyo. Finalmente, gracias a mis hermanos, familiares y amigos que me apoyaron y que directa o indirectamente me motivaron a culminar la presente.

VÍCTOR EFUS CORONEL

AGRADECIMIENTO

- Agradecer a Dios por guiarnos en todo este camino para cumplir con este objetivo.
- A nuestros padres por su amor y apoyo incondicional en nuestras vidas.
- Gracias a nuestra alma mater, la Universidad Nacional de Ucayali, por habernos formado como ingenieros civiles y a nuestros profesores por los conocimientos compartidos.
- Al Dr. David Abel González Manrique de Lara, catedrático de la Universidad Nacional de Ucayali, por su asesoría durante el desarrollo de la presente investigación.
- A los integrantes de GEOINGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C. que siempre estaban dispuestos a ayudarnos, en la realización de los ensayos a los agregados y los concretos producidos.
- A Moisés Morón, por apoyarnos en el desarrollo de los ensayos realizados tanto de los agregados, como a los diseños de mezcla realizados.
- Al sr. Fredy por facilitarnos las instalaciones de su planta trituradora y apoyarnos con la trituración del material reciclado.
- A todos los familiares y amigos que nos ayudaron en esta investigación.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación denominado “Análisis de la influencia del uso de concreto reciclado en reemplazo del agregado global para el concreto de f´c=175 kg/cm2, en Callería – Ucayali”, cuyo objetivo principal es Determinar la influencia de los agregados de Concretos Reciclados en la Resistencia a la Compresión sobre el concreto de f’c =175 kg/cm2 elaborado con agregado global, para ello se hicieron sustituciones parciales del agregado global extraído de las canteras Pachitea y Nuevo Piura por concreto reciclado proveniente de demolición de veredas ubicadas en el distrito de Callería. Se determinó las propiedades físicas de los agregados globales de cada cantera y el concreto reciclado, posteriormente se realizó los diseños de mezcla con las siguientes sustituciones parciales: Para la cantera Pachitea se sustituyó un 15% y 25% de concreto reciclado y para la cantera Nuevo Piura se sustituyó un 25% de reciclado y un 24.61% de reciclado grueso. Se evaluó la resistencia a la compresión que presentaron los testigos (probetas) de concreto a los 7, 14, 21 y 28 días de curado. Donde se comprobó para la cantera Pachitea a medida que se incrementa la sustitución de agregado, sus valores de resistencia a la compresión tienden a aumentar, pero por debajo de los valores del concreto patrón a la edad de 28 días, a su vez, a medida que aumenta la proporción de sustitución reciclado, la trabajabilidad del concreto es incierta porque el módulo de fineza del agregado combinado se aleja de los parámetros normativos. Por este motivo se limitó realizar solo las sustituciones mencionadas anteriormente. Y para la Cantera Nuevo Piura con la sustitución de 25% de reciclado y 24.61 de reciclado grueso, los valores de resistencia a la compresión, están ligeramente por encima del concreto patrón a los 28 días. Finalmente se concluye que ambas canteras con sus respectivas sustituciones cumplen con la resistencia de diseño (f’c= 175 kg/cm2).

Palabras claves**:** agregados, agregado global, agregado reciclado, concreto, concreto reciclado, resistencia, combinación

ABSTRACT

The present research work called “Analysis of the influence of the use of recycled concrete in replacement of the global aggregate for concrete of f´c=175 kg/cm2, in Callería – Ucayali”, whose main objective is to Determine the influence of the aggregates of Recycled Concrete in the Compressive Strength on the concrete of f'c = 175 kg/cm2 made with global aggregate, for this partial replacements were made of the global aggregate extracted from the Pachitea and Nuevo Piura quarries with recycled concrete from the demolition of sidewalks located in the Calleria district. The physical properties of the global aggregates of each quarry and the recycled concrete were determined, subsequently the mix designs were carried out with the following partial substitutions: For the Pachitea quarry, 15% and 25% of recycled concrete was replaced and for the Nuevo Piura quarry, 25% recycling and 24.61% coarse recycling were replaced. The compressive strength presented by the concrete witnesses (specimens) at 7, 14, 21 and 28 days of curing was evaluated. Where it was verified for the Pachitea quarry, as aggregate substitution increases, its compressive strength values tend to increase, but below the values of the standard concrete at the age of 28 days, in turn, as As the proportion of recycled substitution increases, the workability of the concrete is uncertain because the fineness modulus of the combined aggregate departs from the normative parameters. For this reason, it was limited to making only the substitutions mentioned above. And for the Nuevo Piura Quarry with the replacement of 25% recycled and 24.61 coarse recycled, the compressive strength values are slightly above the standard concrete at 28 days. Finally, it is concluded that both quarries with their respective substitutions comply with the design resistance (f'c= 175 kg/cm2).

Keywords**:** *aggregates, global aggregate, recycled aggregate, concrete, recycled concrete, resistance, combination.*

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA ..... **vii**

AGRADECIMIENTO ..... **viii**

RESUMEN ..... **ix**

ABSTRACT ..... **x**

ÍNDICE GENERAL ..... **xi**

ÍNDICE DE TABLAS ..... **xvii**

ÍNDICE DE FIGURAS ..... **xxiv**

CAPÍTULO I **1**

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA **1**

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 2

1.3 Objetivos **2**

1.3.1 Objetivo General 2

1.3.2 Objetivos Específicos 2

1.4 Justificación e Importancia **3**

1.5 Limitaciones y Alcances **6**

1.5.1 Limitaciones 6

1.5.2 Alcances 7

1.6 Hipótesis **8**

1.6.1 Hipótesis General 8

1.6.2 Hipótesis Especificas 8

1.7 Sistema de Variables, Dimensiones e Indicadores **8**

1.7.1 Variable Independiente 8

1.7.2 Variable Dependiente 8

1.7.3 Definición operacional de variables, dimensiones e indicadores 9

CAPÍTULO II 10

MARCO TEÓRICO 10

2.1 Antecedentes y Revisión de Estudios Realizados 10

2.1.1 Antecedentes 10

2.1.1.1. Antecedentes a Nivel Internacional. 10

2.1.1.2. Antecedentes en el Contexto Nacional. 10

2.1.1.3. Antecedentes en el contexto local. 12

2.1.2 Revisión de Estudios Realizados 12

2.2 Bases Teóricas 13

2.2.1 Consideraciones sobre el diseño de mezcla 13

2.2.2 Resistencia del concreto a la compresión 13

2.2.3 Propiedades físicas de los agregados 14

2.2.3.1. Granulometría 14

2.2.3.2. Densidad. 19

2.2.3.3. Peso unitario 21

2.2.3.4. Peso específico 22

2.2.3.5. Absorción 23

2.2.3.6. Humedad. 24

2.2.4 Consideraciones del concreto con agregados reciclados 24

2.2.4.1. Dosificación 24

2.2.4.2. Contenido de agua. 24

2.2.4.3. Contenido de cemento 25

2.2.4.4. Relación agua/cemento 25

2.2.4.5. Dosificación del agregado de concreto reciclado 25

2.2.5 Procedimiento para la obtención de agregados reciclados 26
2.2.6 Agregado de concreto reciclado 26
2.3 Definición de Términos Básicos 27
CAPÍTULO III 29
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 29
3.1 Tipo y Nivel de Investigación 29
3.1.1 Tipo de Investigación 29
3.1.2 Nivel de Investigación 29
3.2 Diseño de la investigación 29
3.3 Población y Muestra 31
3.3.1 Población 31
3.3.2 Muestra 31
3.4 Técnicas de Recolección y tratamiento de Datos 32
3.4.1 Fuentes, Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos 32
3.4.2 Procedimientos Para el Desarrollo de la Investigación 34
3.4.2.1. Elección de canteras 34
3.4.2.2. Elección de los lugares de donde se obtuvo el concreto reciclado 36
3.4.2.3. Obtención de muestras del agregado global 37
3.4.2.4. Obtención de agregados de concreto reciclado. 42
3.4.2.5. Ensayos realizados 45
3.4.2.6. Diseño de Mezcla 62
3.4.2.7. Elaboración de la mezcla y verificación de slump 82
3.4.2.7.1 Concretos Patrones 82
3.4.2.7.2 Concretos con determinado porcentaje de reciclado .84
3.4.2.8. Moldeo y curado de probetas 89

3.4.2.8.1 Moldeo de Probetas.....89

3.4.2.8.2 Curado de Probetas.....91

3.4.2.9. Rotura de probetas 92

3.4.2.9.1 Rotura de probetas de los concretos patrones.....92

3.4.2.9.2 Rotura de probetas concretos con determinado porcentaje de reciclado.....95

CAPÍTULO IV 101

RESULTADOS 101

4.1 Características físicas de los agregados 101

4.1.1 Contenido de humedad 101

4.1.2 Granulometría 102

4.1.3 peso unitario.....128

4.1.4 peso específico y absorción 132

4.2 Diseño de mezcla.....137

4.2.1 Diseño de mezcla del patrón- cantera Nuevo Piura.....137

4.2.2 Diseño de mezcla del patrón- cantera Pachitea.....138

4.2.3 Diseño de mezcla de la combinación de reciclado con cantera Nuevo Piura 139

4.2.4 Diseño de mezcla de la combinación de reciclado con cantera Pachitea 140

4.3 Resistencia a la compresión 141

4.3.1 Resistencia a la compresión del concreto patrón (Pachitea) y las combinaciones.....141

4.3.1.1. Resistencia a la compresión del concreto patrón 141

4.3.1.2. Resistencia a la compresión del concreto de la combinación 85% hormigón y 15% reciclado 145

4.3.1.3. Resistencia a la compresión del concreto de la combinación 75% hormigón y 25 % reciclado 148

4.3.1.4. Comparativo de la resistencia a la compresión del concreto patrón y las combinaciones 151

4.3.2 Resistencia a la compresión del concreto patrón (Nuevo Piura) y las combinaciones.....158

4.3.2.1. Resistencia a la compresión del concreto patrón 158

4.3.2.2. Resistencia a la compresión del concreto de la combinación 75% hormigón corregido y 25% reciclado.....161

4.3.2.3. Resistencia a la compresión del concreto de la combinación 75.39% hormigón y 24.61 % reciclado grueso.....164

4.3.2.4. Comparativo de la resistencia a la compresión del concreto patrón y las combinaciones 167

4.4 Tipos de Fallas.....174

4.4.1 Tipo de falla de los concretos patrones 175

4.4.2 Tipo de falla de las probetas de concretos con determinado porcentaje de reciclado. 177

4.5 Análisis de costos 181

4.5.1 Costo de 1m3 de concreto con agregados naturales de la cantera Pachitea 181

4.5.2 Costo de 1m3 de concreto de la combinación 85% hormigón (Pachitea) y 15% de agregado reciclado 181

4.5.3 Costo de 1m3 de concreto de la combinación 75% hormigón (Pachitea) y 25% de agregado reciclado 182

4.5.4 Costo de 1m3 de concreto con agregados naturales de la cantera Nuevo Piura 182

4.5.5 Costo de 1m3 de concreto de la combinación 75% hormigón corregido (Nuevo Piura) 25% de agregado reciclado.....183

4.5.6 Costo de 1m3 de concreto de la combinación 75.39% hormigón (Nuevo Piura) y 24.61% de agregado reciclado grueso.....183

CAPÍTULO V 184

DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....184

5.1 Análisis estadístico de los resultados obtenidos.....184

5.1.1 Contrastación de hipótesis 184

CONCLUSIONES 204

RECOMENDACIONES.....206

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....207

ANEXOS.....212

ANEXO 01 MATRIZ DE CONSISTENCIA.....213

ANEXO 02: ENSAYOS REALIZADOS 214

ANEXO 03: DISEÑOS DE MEZCLA.....235

ANEXO 04: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS CONCRETOS ELABORADOS.....241

ANEXO 05: CERTIFICACIONES DE EQUIPO 249

ANEXO 06: PANEL FOTOGRÁFICO 282

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tasa de crecimiento promedio anual de la población censada 4

Tabla 2 Generación de RSC por departamento para el año 2007..... 5

Tabla 3 Composición porcentual de los componentes de escombros-2007..... 6

Tabla 4 Definición operacional de variables, dimensiones e indicadores. 9

Tabla 5 Requisitos Granulométricos del agregado fino (NTP 400.037).....16

Tabla 6 Requisitos Granulométricos del agregado grueso.....18

Tabla 7 Granulometría del agregado global.....19

Tabla 8 Ubicación geográfica 35

Tabla 9 Ubicación geográfica 35

Tabla 10 Ubicación geográfica del primer punto de recojo del material reciclado 36

Tabla 11 Ubicación geográfica del segundo punto de recojo del material reciclado.....37

Tabla 12 Ecuaciones para calcular la resistencia promedio requerida.....63

Tabla 13 Ecuaciones para calcular la resistencia promedio requerida.....63

Tabla 14 Elección de la consistencia por asentamiento.....64

Tabla 15 Estimación del agua de mezclado (l/m3).....65

Tabla 16 Contenido de aire atrapado.....66

Tabla 17 Relación agua-cemento por resistencia 66

Tabla 18 Valores de diseño en estado seco de la cantera Pachitea 69

Tabla 19 Valores de diseño en estado seco de la cantera Nuevo Piura.....69

Tabla 20 Diseño de mezcla por m3 de la cantera Pachitea 71

Tabla 21 Diseño de mezcla por m3 de la cantera Nuevo Piura.....71

Tabla 22 Valores de diseño ajustados en estado seco de la cantera Nuevo Piura 72

Tabla 23 Diseño de mezcla final por m3 de la cantera Nuevo Piura 72

Tabla 24 Valores de diseño en estado seco reemplazando un 15% de agregado reciclado en la composición del agregado global de la cantera Pachitea.....75

Tabla 25 Diseño de mezcla por m3 del concreto de la combinación 85% del hormigón y 15% de reciclado 78

Tabla 26 Valores finales de diseño en estado seco de la combinación 85% del hormigón y 15% de reciclado 78

Tabla 27 Diseño de mezcla final por m3 del concreto de la combinación 85% del hormigón y 15% de reciclado 79

Tabla 28 Diseño de mezcla final por m3 del concreto de la combinación 75% del hormigón y 25% de reciclado 80

Tabla 29 Diseño de mezcla final por m3 del concreto Diseño de mezcla final por m3 del concreto de la combinación 75% del hormigón y 25% de reciclado 80

Tabla 30 Diseño de mezcla final por m3 del concreto de la combinación 75.39% de hormigón tal como viene de la cantera y 24.61% de reciclado grueso.....81

Tabla 31 Contenido de humedad de la cantera Pachitea.....101

Tabla 32 Contenido de humedad de la cantera nuevo Piura.....101

Tabla 33 Contenido de humedad del agregado grueso reciclado 102

Tabla 34 Contenido de humedad del agregado fino reciclado 102

Tabla 35 Análisis granulométrico del hormigón de la cantera Pachitea.....103

Tabla 36 Porcentaje de agregado grueso y fino del hormigón 104

Tabla 37 Módulo de fineza del agregado fino Pachitea.....104

Tabla 38 Análisis granulométrico del hormigón de la cantera Nuevo Piura.....107

Tabla 39 Porcentaje de agregado grueso y fino del hormigón 108

Tabla 40 Agregado grueso adicional y nuevos retenidos en cada tamiz.....109

Tabla 41 Granulometría corregida Nuevo Piura.....110

Tabla 42 Peso total del agregado grueso adicional y hormigón corregido 111

Tabla 43 Módulo de fineza del agregado fino de la granulometría corregida 111

Tabla 44 Retenidos y porcentajes que pasan del reciclado global.....113

Tabla 45 Módulo de fineza del agregado fino reciclado 114

Tabla 46 Granulometría de reciclado grueso 115

Tabla 47 Granulometría de la combinación 75% - 25% 117

Tabla 48 Cálculo del módulo de fineza de la combinación 75% fino natural – 25% fino reciclado 118

Tabla 49 Granulometría de la combinación 75.39% - 24.61% 120

Tabla 50 Cálculo del módulo de fineza del fino conformante del hormigón tal como viene de la cantera.....121

Tabla 51 Granulometría de la combinación 85% - 15% 123

Tabla 52 Cálculo del módulo de fineza de la combinación 85% fino natural – 15% fino reciclado 124

Tabla 53 Granulometría de la combinación 75% - 25% 126

Tabla 54 Cálculo del módulo de fineza de la combinación 75% fino natural – 25% fino reciclado 127

Tabla 55 Cálculo del volumen de la olla Washington 129

Tabla 56 Peso unitario suelto 129

Tabla 57 Peso unitario compactado del hormigón 129

Tabla 58 Cálculo del peso unitario suelto 130

Tabla 59 Cálculo del peso unitario compactado.....130

Tabla 60 Cálculo del peso unitario suelto 130

Tabla 61 Cálculo del peso unitario compactado.....131

Tabla 62 Cálculo del peso unitario suelto 131

Tabla 63 Cálculo del peso unitario compactado.....131

Tabla 64 Cálculo del peso unitario suelto 132

Tabla 65 Cálculo del peso unitario compactado.....132

Tabla 66 peso específico y absorción del agregado grueso.....133

Tabla 67 peso específico y absorción del agregado fino.....133

Tabla 68 Peso específico y absorción del hormigón 134

Tabla 69 Peso y absorción del agregado grueso 134

Tabla 70 Peso específico y absorción del agregado fino 135

Tabla 71 Peso específico y absorción del hormigón 136

Tabla 72 Peso específico y absorción del agregado grueso reciclado 136

Tabla 73 Peso específico y absorción del agregado fino reciclado 137

Tabla 74 Valores del diseño de mezcla por m3 138

Tabla 75 Valores finales del diseño de mezcla por m3 138

Tabla 76 Valores finales de Diseño de mezcla por m3 138

Tabla 77 Valores del diseño de mezcla por m3 de la combinación 75% hormigón corregido y 25% de reciclado global. 139

Tabla 78 Valores finales del diseño de mezcla de la combinación 75% hormigón corregido y 25% de reciclado global por m3 139

Tabla 79 Diseño de mezcla final por m3 del concreto de la combinación 75.39 % de hormigón tal como viene de la cantera y 24.61% de reciclado grueso 140

Tabla 80 Diseño de mezcla final por m3 del concreto de la combinación 85% del hormigón y 15% de reciclado 140

Tabla 81 Diseño de mezcla final por m3 del concreto de la combinación 75% del hormigón y 25% de reciclado 141

Tabla 82 Resistencia a la compresión a los 7 días de edad.....142

Tabla 83 Resistencia a la compresión a los 14 días de edad.....142

Tabla 84 Resistencia a la compresión a los 21 días de edad.....143

Tabla 85 Resistencia a la compresión a los 28 días de edad.....143

Tabla 86 Resistencia a la compresión a los 7 días de edad.....145

Tabla 87 Resistencia a la compresión a los 14 días de edad.....145

Tabla 88 Resistencia a la compresión a los 21 días de edad.....146

Tabla 89 Resistencia a la compresión a los 28 días de edad.....146

Tabla 90 Resistencia a la compresión a los 7 días de edad.....148

Tabla 91 Resistencia a la compresión a los 14 días de edad.....148

Tabla 92 Resistencia a la compresión a los 21 días de edad.....149

Tabla 93 Resistencia a la compresión a los 28 días de edad.....149

Tabla 94 Resistencia a la compresión (kg/cm2) y % alcanzado (respecto al f´c de diseño)...151

Tabla 95 Resistencia a la compresión (Kg/cm2) del concreto patrón vs concreto con 15% de reciclado. 154

Tabla 96 Resistencia a la compresión (Kg/cm2) del concreto patrón vs concreto con 25% de reciclado. 156

Tabla 97 Resistencia a la compresión a los 7 días de edad.....158

Tabla 98 Resistencia a la compresión a los 14 días de edad.....158

Tabla 99 Resistencia a la compresión a los 21 días de edad.....159

Tabla 100 Resistencia a la compresión a los 28 días de edad.....159

Table 101 Resistencia a la compresión a los 7 días de edad.....161

Tabla 102 Resistencia a la compresión a los 14 días de edad.....161

Tabla 103 Resistencia a la compresión a los 21 días de edad.....162

Tabla 104 Resistencia a la compresión a los 28 días de edad.....162

Tabla 105 Resistencia a la compresión a los 7 días de edad.....164

Tabla 106 Resistencia a la compresión a los 14 días de edad.....164

Tabla 107 Resistencia a la compresión a los 21 días de edad.....165

Tabla 108 Resistencia a la compresión a los 28 días de edad.....165

Tabla 109 Resistencia a la compresión (kg/cm2) y % alcanzado (respecto al f´c de diseño) .167

Tabla 110 Resistencia a la compresión del concreto patrón vs concreto con 25% de reciclado. 170

Tabla 111 Resistencia a la compresión del concreto patrón vs concreto con 24.61 % de reciclado grueso.....172

Tabla 112 Tipo de falla de cada probeta.....175

Tabla 113 Tipo de falla de cada probeta.....176

Tabla 114 Tipo de falla de cada probeta.....177

Tabla 115 Tipo de falla de cada probeta.....178

Tabla 116 Tipo de falla de cada probeta.....179

Tabla 117 Tipo de falla de cada probeta.....180

Tabla 118 Costo de m3 de concreto f'c=175 kg/cm2 con agregado natural.....181

Tabla 119 Costo de m3 del agregado reciclado puesto en obra.....181

Tabla 120 Costo de m3 de concreto f'c=175 kg/cm2 con agregado reciclado.....182

Tabla 121 Costo de m3 de concreto f'c=175 kg/cm2 con agregado reciclado.....182

Tabla 122 Costo de m3 de concreto f'c=175 kg/cm2 con agregado natural.....182

Tabla 123 Costo de m3 de concreto f'c=175 kg/cm2 con agregado reciclado.....183

Tabla 124 Costo de m3 de concreto f'c=175 kg/cm2 con agregado reciclado.....183

Tabla 125 Resistencia a la compresión a los 28 días del patrón vs reciclado.....184

Tabla 126 Desviación estándar del patrón vs reciclado.....185

Tabla 127 Datos para la elaboración de la campana de Gauss.....186

Tabla 128 Resistencia a la compresión a los 28 días del patrón vs reciclado.....187

Tabla 129 Desviación estándar del patrón vs reciclado.....187

Table 130 Datos para la elaboración de la campana de Gauss.....188

Tabla 131 Resistencia a la compresión a los 28 días del patrón vs reciclado.....189

Tabla 132 Desviación estándar del patrón vs reciclado.....190

Tabla 133 Datos para la elaboración de la campana de Gauss.....190

Tabla 134 Resistencia a la compresión a los 28 días del patrón vs reciclado.....191

Tabla 135 Desviación estándar del patrón vs reciclado.....192

Tabla 136 Datos para la elaboración de la campana de Gauss 193

Tabla 137 Valores del contenido de humedad (%) 194

Tabla 138 Valores del porcentaje de absorción (%).....194

Tabla 139 Valores del módulo de fineza.....194

Tabla 140 Resistencia a la compresión (kg/cm2) a los 28 días.....195

Tabla 141 Valores del contenido de humedad (%) 196

Tabla 142 Valores del porcentaje de absorción (%).....196

Tabla 143 Valores del módulo de fineza.....196

Tabla 144 Resistencia a la compresión (kg/cm2) a los 28 días.....196

Tabla 145 Resistencia a la compresión a los 28 días del patrón vs reciclado 198

Tabla 146 Desviación estándar del patrón vs reciclado 199

Tabla 147 Datos para la elaboración de la campana de Gauss 199

Tabla 148 Costo de m3 de concreto f'c=175 kg/cm2 con agregado natural 201

Tabla 149 Costo de m3 de concreto f'c=175 kg/cm2 con agregado reciclado (85% hormigón y 15% agregado reciclado) 201

Tabla 150 Costo de m3 de concreto f'c=175 kg/cm2 con agregado reciclado (75% hormigón y 25% agregado reciclado) 202

Tabla 151 Costo de m3 de concreto f'c=175 kg/cm2 con agregado natural 202

Tabla 152 Costo de m3 de concreto f'c=175 kg/cm2 con agregado reciclado (75% hormigón corregido y 25% de agregado reciclado. 203

Tabla 153 Costo de m3 de concreto f'c=175 kg/cm2 con agregado reciclado (75.39% hormigón y 24.61% de agregado reciclado grueso) 203

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de diseño de la investigación 30

Figura 2 dimensiones de la probeta 31

Figura 3 Ubicación de la cantera nuevo Piura 34

Figura 4 Ubicación de la cantera Pachitea 35

Figura 5 Ubicación del primer punto de recojo del material de concreto reciclado (veredas)..36

Figura 6 Ubicación del segundo punto de recojo del material de concreto reciclado (veredas) 37

Figura 7 Vía que conduce al Centro poblado Nuevo Piura ingresando por Nueva Requena ..37

Figura 8 Reconocimiento del lugar 38

Figura 9 Obtención del agregado global Cantera Nuevo Piura.....39

Figura 10 Llegada a la orilla del río Pachitea, al frente del caserío La Paz.....40

Figura 11 Reconocimiento del lugar 40

Figura 12 Obtención del agregado global Cantera 41

Figura 13 Identificación de lugares de extracción de material reciclado 42

Figura 14 Traslado y acopio a la chancadora.....42

Figura 15 Clasificación de los materiales 43

Figura 16 Material reciclado listo para ser triturado 43

Figura 17 Material triturado recogido en sacos, para evitar que se contamine. 44

Figura 18 Traslado del agregado reciclado a laboratorio.....44

Figura 19 Agregado reciclado acopiado en el laboratorio.....45

Figura 20 Realizando el ensayo de contenido de humedad de las canteras Pachitea y Nuevo Piura. 46

Figura 21 Realizando el ensayo de contenido de humedad del concreto reciclado 46

Figura 22 cuarteo de muestras.....47

Figura 23 Tamizado y pesado de la muestra retenida en cada tamiz 48

Figura 24 Cuarteo de las muestras 49

Figura 25 Tamizado y pesado de la muestra retenida en cada tamiz 49

Figura 26 Cuarteo de las muestras 50

Figura 27 Peso equivalente de muestra tomado después del cuarteo, tamizado y peso retenido 51

Figura 28 Peso de la olla y peso de la olla llena con agua 52

Figura 29 Realizando el ensayo de peso volumétrico suelto. 54

Figura 30 Realizando el ensayo de peso volumétrico compactado. 54

Figura 31 Realizando el ensayo de peso volumétrico suelto 55

Figura 32 Realizando el ensayo de peso volumétrico compactado 55

Figura 33 Peso unitario suelto y compactado del agregado de concreto reciclado como global 56

Figura 34 Peso unitario suelto y compactado del agregado de concreto reciclado fino 56

Figura 35 Peso unitario suelto y compactado del agregado de concreto reciclado grueso 57

Figura 36 Peso específico y absorción del agregado grueso de la cantera de Nuevo Piura 58

Figura 37 Peso específico y absorción del agregado grueso de la cantera de Pachitea.....59

Figura 38 Peso específico y absorción del agregado grueso de concreto reciclado 59

Figura 39 Peso específico y absorción del agregado fino de la cantera de Nuevo Piura 61

Figura 40 Peso específico y absorción del agregado fino de la cantera de Pachitea.....61

Figura 41 Peso específico y absorción del agregado fino de concreto reciclado 62

Figura 42 Pesado de los materiales y mezclado de los concretos patrones 83

Figura 43 Verificación de Slump de los concretos patrones 84

Figura 44 Realizando la mezcla con hormigón y concreto reciclado.....85

Figura 45 Verificación de Slump de la mezcla con hormigón y reiclado.....86

Figura 46 Realizando la mezcla con hormigón y concreto reciclado.....88

Figura 47 Verificación del Slump 89

Figura 48 Moldeo de probetas de los concretos patrones 89

Figura 49 Moldeo de probetas con hormigón y concreto reciclado 90

Figura 50 Moldeo de probetas con hormigón y concreto 90

Figura 51 Realizando el curado de probetas 91

Figura 52 Rotura de probetas en diferentes edades de curado 92

Figura 53 Verificando el tipo de falla 93

Figura 54 Realizando la rotura de probetas.....93

Figura 55 Verificación de tipo de falla.....94

Figura 56 Realizando la ruptura de probetas.....95

Figura 57 Verificación del tipo de falla 96

Figura 58 Realizando la rotura de probetas.....96

Figura 59 Verificación del tipo de falla 97

Figura 60 Realizando la rotura de probetas.....98

Figura 61 Verificación del tipo de falla 99

Figura 62 Realizando la rotura de probetas.....99

Figura 63 Verificando el tipo de falla 100

Figura 64 Curva granulométrica del hormigón.....105

Figura 65 Curva granulométrica del hormigón corregido 112

Figura 66 Curva granulométrica de la combinación 75% hormigón – 25% reciclado 119

Figura 67 Curva granulométrica de la combinación 75.39% hormigón – 24.61 % reciclado grueso 122

Figura 68 Curva granulométrica de la combinación 85% hormigón – 15% reciclado 125

Figura 69 Curva granulométrica de la combinación 75% hormigón – 25% reciclado 128

Figura 70 Curva del % de resistencia a compresión del concreto patrón.....144

Figura 71 Curva del % de resistencia a compresión del concreto de la combinación 85% de hormigón y 15% de reciclado 147

Figura 72 Curva del % de resistencia a compresión del concreto de la combinación 75% de hormigón y 25% de reciclado 150

Figura 73 Resistencia a la compresión (kg/cm2) del Concreto Patrón vs Concreto con 15% y 25% de reciclado global 152

Figura 74 Resistencias de los concretos en el tiempo 153

Figura 75 Resistencia a la compresión (kg/cm2) del Concreto Patrón vs Concreto con 15% de reciclado 155

Figura 76 Resistencia a la compresión (kg/cm2) del Concreto Patrón vs Concreto con 25% de reciclado 157

Figura 77 Curva del % de resistencia a compresión del concreto patrón.....160

Figura 78 Curva del % de resistencia a compresión del concreto de la combinación 75% de hormigón corregido y 25% de reciclado 163

Figura 79 Curva del % de resistencia a compresión del concreto de la combinación 75.39% de hormigón y 24.61% de reciclado grueso 166

Figura 80 Resistencia a la compresión (kg/cm2) del concreto patrón vs concreto con 25% reciclado global y 24.614% de reciclado grueso.....168

Figura 81 Resistencia de los concretos en el tiempo.....169

Figura 82 Resistencia a la compresión (kg/cm2) del concreto patrón vs concreto con 25% de reciclado 171

Figura 83 Resistencia a la compresión (kg/cm2) del concreto patrón vs concreto con 24.61% de reciclado grueso.....173

Figura 84 Tipos de fallas 174

Figura 85 Verificando el tipo de falla 175

Figura 86 Verificación de tipo de falla.....176

Figura 87 Verificación del tipo de falla 177

Figura 88 Verificación del tipo de falla 178

Figura 89 Verificación del tipo de falla.....179

Figura 90 Verificando el tipo de falla 180

Figura 91 Gráfico de la campana de Gauss 186

Figura 92 Gráfico de la campana de Gauss 188

Figura 93 Gráfico de la campana de Gauss 191

Figura 94 Gráfico de la campana de Gauss 193

Figura 95 Gráfico de la campana de Gauss 200

Figura 96 contenido de humedad de la cantera Nuevo Piura y Pachitea.....214

Figura 97 contenido de humedad de reciclado grueso y fino.....215

Figura 98 Análisis granulométrico de la cantera Pachitea 216

Figura 99 Análisis granulométrico de la cantera Nuevo Piura.....217

Figura 100 Granulometría del reciclado.....218

Figura 101 Granulometría del reciclado fino y grueso 219

Figura 102 Análisis granulométrico de la combinación 75% hormigón corregido cantera nuevo Piura y 25% reciclado 220

Figura 103 Análisis granulométrico de la combinación 75.39% hormigón cantera nuevo Piura y 24.61% reciclado grueso.....221

Figura 104 Análisis granulométrico de la combinación 85% hormigón cantera pachite y 15% reciclado 222

Figura 105 Análisis granulométrico de la combinación 75% hormigón cantera pachite y 25% reciclado 223

Figura 106 Peso unitario suelto y compactado de la cantera Pachitea.....224

Figura 107 Peso unitario suelto y compactado del hormigón de la cantera Nuevo Piura.....225

Figura 108 Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso de la cantera Nuevo Piura 226

Figura 109 Peso unitario suelto y compactado del reciclado grueso 227

Figura 110 Peso unitario suelto y compactado del reciclado fino 228

Figura 111 Peso específico y absorción del agregado grueso de la cantera Pachitea.....229

Figura 112 Peso específico y absorción del agregado fino de la cantera Pachitea.....230

Figura 113 Peso específico y absorción del agregado grueso de la cantera Nuevo Piura.....231

Figura 114 Peso específico y absorción del agregado fino de la cantera Nuevo Piura.....232

Figura 115 Peso específico y absorción del reciclado grueso 233

Figura 116 Peso específico y absorción del reciclado fino 234

Figura 117 Diseño de mezcla del concreto patrón-cantera Pachitea.....235

Figura 118 Diseño de mezcla del concreto patrón-cantera Nuevo Piura 236

Figura 119 Diseño de mezcla del concreto con 75% hormigón corregido (cantera Nuevo Piura) y 25% reciclado.....237

Figura 120 Diseño de mezcla del concreto con 75.39% hormigón (cantera Nuevo Piura) y 24.61% reciclado grueso.....238

Figura 121 Diseño de mezcla del concreto con 85% hormigón (cantera Pachitea) y 15% reciclado 239

Figura 122 Diseño de mezcla del concreto con 75% hormigón (cantera Pachitea) y 25% reciclado 240

Figura 123 Resistencia a la compresión del concreto patrón – cantera Nuevo Piura (hormigón corregido).....241

Figura 124 Resistencia a la compresión del concreto con 75% hormigón corregido y 25% de reciclado 242

Figura 125 Resistencia a la compresión del concreto con 75.39 % hormigón y 24.61 % de reciclado grueso.....243

Figura 126 Resistencia a la compresión del concreto patrón – cantera Pachitea 244

Figura 127 Resistencia a la compresión del concreto con 85% hormigón y 15% de reciclado 245

Figura 128 Resistencia a la compresión del concreto con 75% hormigón y 25% de reciclado 246

Figura 129 Cálculo de la cantidad de materiales para la elaboración de 1 m3 de concreto...247

Figura 130 Cálculo de la cantidad de materiales para la elaboración de 1 m3 de concreto...248

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción y Fundamentación del Problema

Con el surgimiento de nuevas ciudades y el crecimiento de las ciudades existentes, estas poblaciones necesitan vivienda, servicios básicos, vías de acceso, etc. Para cubrir estas necesidades debe haber materias primas naturales para la producción de concreto, aunque son suficientes en este momento, estas se agotaran porque no son renovables. Los recursos se agotarán en el futuro, por lo que es necesario reciclar los residuos de construcción y demolición (RCD) y ver la posibilidad de utilizarlos como áridos reciclados en la producción de concreto.

Los RCD por lo general no son clasificados de manera individual y cualquier residuo, de cualquier origen son desechados en botaderos informales, esto se debe en gran parte a que no existe la infraestructura necesaria para hacer frente a estos residuos, lo que genera problemas ambientales, sociales y económicos. Por ello, el uso de partículas de concreto reciclado para producir nuevas mezclas tendrá un impacto positivo en el medio ambiente, porque cada día se generan una gran cantidad de RCD y podemos utilizarlos ampliamente de esta manera.

La NTP 400.053 “Manejo de Residuos de la Actividad de la Construcción” es una de las normas técnicas que menciona este tema, y lo define de manera bastante general, su uso para aplicaciones no estructurales tales como: muros no portantes, veredas, prefabricación de adoquines, ladrillos, bloques, postes, bermas, separadores, etc. No especifica los requisitos mínimos que deben considerarse para su correcto uso, por ello para la presente investigación se está tomando como referencia NTP E-060 en la cual en su capítulo 5 indica que la resistencia mínima del concreto estructural, f’c diseñado y construido de acuerdo con esta Norma no debe ser inferior a 17 MPa (170 kg/cm2). Para el análisis granulométrico del agregado de concreto reciclado se analizará como agregado global considerando la NTP 400.037.

1.2 Formulación del Problema

1.2.1 Problema General

¿De qué manera influye los agregados de concreto reciclado en la resistencia a la compresión sobre el Concreto f'c = 175 kg/cm2, elaborado con agregado global en el distrito de Callería – Ucayali?

1.2.2 Problemas Específicos

- ¿De qué manera influye las propiedades físicas de los agregados reciclados de concreto en la resistencia de diseño f'c=175 kg/cm2.?
- ¿De qué manera influye el agregado grueso reciclado en la resistencia a la compresión sobre el concreto de f'c = 175 kg/cm2 elaborado con agregado global?.
- ¿De qué manera difiere el costo del concreto elaborado con agregados naturales y reciclados respecto a un concreto de f'c = 175 kg/cm2 elaborado con agregado global?.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Determinar la influencia de los agregados de Concretos Reciclados en la Resistencia a la Compresión sobre el concreto de f'c =175 kg/cm2 elaborado con agregado global en el distrito de Callería - Ucayali.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Analizar la influencia de las propiedades físicas de los agregados reciclados de concreto en la resistencia de diseño f'c=175 kg/cm2.
- Determinar la influencia del agregado grueso reciclado en la resistencia a la compresión sobre el concreto de f'c = 175 kg/cm2, elaborado con agregado global.
- Determinar la diferencia en costo del concreto elaborado con agregados naturales y reciclados respecto a un concreto de f'c = 175 kg/cm2 elaborado con agregado global?

1.4 Justificación e Importancia

En las ciudades, el continuo desarrollo, reconstrucción y demolición de edificios, carreteras, acueductos, alcantarillas, canales, etc. que han completado su ciclo de vida generan una gran cantidad de residuos, que ahora se han convertido en un grave problema de contaminación ambiental. Por tanto, el uso de concreto reciclado como agregados para la producción de una nueva mezcla de concreto ayudará a reducir la contaminación provocada por estos residuos.

El municipio es responsable de la recolección, transporte y disposición final segura de los desechos sólidos dentro de su jurisdicción. Deben evaluar y determinar el espacio adecuado para lograr el relleno sanitario, o determinar dónde se pueden seleccionar adecuadamente los residuos sólidos. El uso de concreto reciclado para obtener agregado reciclado necesario para producir un nuevo diseño de mezcla que pueda ser empleado en la construcción de elementos no estructurales como veredas, muros no portantes, postes, etc. esto contribuiría a evacuar los lugares de almacenamiento y poder recoger nuevas cantidades de residuos de construcción para su selección apropiada, lo cual es muy necesario para poder hacer un mejor aprovechamiento de estos materiales de desecho en diferentes regiones de nuestro país.

De acuerdo al Informe Anual de Residuos Sólidos Municipales y No Municipales realizado por el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2014) en el que se afirma que existe una fuerte relación entre crecimiento poblacional (tasa de crecimiento poblacional) y generación de residuos sólidos (toneladas/año). Por ello se va a tener en cuenta información del Compendio Estadístico del año 2018 publicado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2018), en el que las regiones (departamentos) de nuestro país presentan un crecimiento poblacional importante, no siendo una excepción el departamento de Ucayali, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 1

Tasa de crecimiento promedio anual de la población censada

Departamento	Tasa de Crecimiento Promedio Anual (%)					
	1940-1961	1961-1972	1972-1981	1981-1993	1993-2007	2007-2017
Amazonas	2,9	4,6	3,0	2,4	0,8	0,1
Ancash	1,5	2,0	1,4	1,2	0,8	0,2
Apurímac	0,5	0,6	0,5	1,4	0,4	0,04
Arequipa	1,9	2,9	3,2	2,2	1,6	1,8
Ayacucho	0,6	1,0	1,1	-0,2	1,5	0,1
Cajamarca	2,0	1,9	1,2	1,7	0,7	-0,3
Prov. Const. del Callao	4,6	3,8	3,6	3,1	2,2	1,3
Cusco	1,1	1,4	1,7	1,8	0,9	0,3
Huancavelica	1,0	0,8	0,5	0,9	1,2	-2,7
Huánuco	1,6	2,1	1,6	2,7	1,1	-0,6
Ica	2,9	3,1	2,2	2,2	1,6	1,8
Junín	2,1	2,7	2,2	1,6	1,2	0,2
La Libertad	2,0	2,8	2,5	2,2	1,7	1,0
Lambayeque	2,8	3,8	3,0	2,6	1,3	0,7
Lima	4,4	5,0	3,5	2,5	2,0	1,2
Loreto	2,8	2,9	2,8	3,0	1,8	-0,1
Madre de Dios	5,4	3,3	4,9	6,1	3,5	2,6
Moquegua	2,0	3,4	3,5	2,0	1,6	0,8
Pasc	2,0	2,3	2,0	0,5	1,5	-1,0
Piura	2,4	2,3	3,1	1,8	1,3	1,0
Puno	1,1	1,1	1,5	1,6	1,1	-0,8
San Martín	2,6	3,0	4,0	4,7	2,0	1,1
Tacna	2,9	3,4	4,5	3,6	2,0	1,3
Tumbes	3,7	2,9	3,4	3,4	1,8	1,2
Ucayali	6,8	5,9	3,4	5,6	2,2	1,4

Fuente: Tasa de Crecimiento Promedio Anual de la Población Censada, según departamento. Adaptado de “Compendio Estadístico 2018”, por INEI, 2014.

Se puede apreciar que Ucayali, Lima, Arequipa, la Provincia Constitucional del Callao, entre otros departamentos presentan una tasa de crecimiento poblacional similar, siendo estas significativas y por ende también la generación de residuos sólidos peligrosos, no peligrosos y residuos provenientes de C&D. Por ello es necesario ir seleccionando y acopiando los residuos de construcción, para que en el futuro se pueda aplicar de forma masiva la elaboración de concreto con agregado reciclado.

De acuerdo al diagnóstico sobre Residuos Sólidos de Construcción y Demolición del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento presentado en marzo del 2008, en el año 2007 se tuvo una producción nacional de Residuos Sólidos de Construcción igual a 5 663 062 TM; distribuidos por departamentos de la siguiente manera:

Tabla 2

Generación de RSC por departamento para el año 2007

Nº	Departamento	Población 2007	Producción de RSC (Tm/Año)
1	Amazonas	421,064	52,757
2	Ancash	1 123,070	339,826
3	Apurímac	452,595	76,426
4	Arequipa	1 232,625	427,042
5	Ayacucho	669,184	93,281
6	Cajamarca	1 468,401	182,809
7	Cusco	1 265,790	209,909
8	Huancavelica	483,034	101,376
9	Huánuco	789,694	62,314
10	Ica	719,161	53,233
11	Junín	1 241,400	147,564
12	La Libertad	1 663,699	178,912
13	Lambayeque	1 179,385	222,102
14	Lima	9 324,567	2 098,562
15	Loreto	955,303	220,461
16	Madre de Dios	95,742	11,996
17	Moquegua	172,127	40,367
18	Pasco	288,233	99,147
19	Piura	1 762,021	127,664
20	Puno	1 345,750	316,812
21	San Martín	723,895	367,377
22	Tacna	296,588	137,040
23	Tumbes	207,143	33,880
24	Ucayali	434,836	62,203
Total			**5 663,062**

Fuente: Diagnostico Residuos Sólidos de la Construcción y Demoliciones en el Perú. Marzo 2008. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

La composición de los RCDs los que llegan al vertedero contiene un 75% de escombros desglosados en:

Tabla 3

Composición porcentual de los componentes de escombros-2007

Material	Porcentaje (%)
Ladrillos, azulejos y otros cerámicos	54
Hormigón	12
Piedra	5
Arena, grava y otros áridos	4
Madera	4
Vidrio	0.5
Plásticos	1.5
Metales	2.5
Asfalto	5
Yeso	0.2
Papel	0.3
Basura	7
Otros	4

Fuente: Diagnostico Residuos Sólidos de la Construcción y Demoliciones en el Perú. Marzo 2008.Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

1.5 Limitaciones y Alcances

1.5.1 Limitaciones

Al momento de elaborar la presente investigación se encontraron las siguientes limitaciones:

- El concreto reciclado utilizado en la presente investigación para la obtención del agregado de concreto reciclado (fino y grueso) fue de veredas que estaban siendo demolidas en el distrito de Callería.
- Los materiales utilizados en la producción del concreto son: cemento Portland tipo I, agregado fino y grueso reciclado, hormigón y agua.
- Se limito analizar la influencia del uso del agregado de concreto reciclado como sustituto parcial del hormigón de la cantera Pachitea y Nuevo Piura

- A medida que aumenta la proporción de sustitución reciclado, la trabajabilidad del concreto es incierta ya que el módulo de fineza del agregado combinado se aleja de los parámetros normativos. Por este motivo se limitó a realizar sustituciones de hasta 25% de agregado de concreto reciclado al hormigón de las canteras Nuevo Piura y Pachitea
- La falta de investigaciones referidas a la elaboración de concreto con hormigón y agregado de concreto reciclado en la región y el país
- Se evaluarán las propiedades físicas del concreto reciclado mediante la Norma Técnica Peruana (NTP) y así poder ser utilizado en elementos estructurales que requieran una resistencia de diseño f’c= 175 kg/cm2 .
- Los instrumentos y/o equipos necesarios utilizados para evaluar las propiedades químicas de los agregados de concreto reciclado no permitieron realizar el experimento mencionado por no estar disponibles en el laboratorio.

1.5.2 Alcances

- Este estudio permitirá conocer la dosificación adecuada para que sustituyendo parcialmente el hormigón por agregado de concreto reciclado se obtenga un concreto con resistencia f'c = 175 kg/cm2.
- La importancia de este estudio es promover el reciclaje o reutilización de los residuos de construcción y demolición (RCD) y generar conciencia sobre su uso como agregado reciclado en la producción de concreto. Especialmente a los trabajadores implicados en el sector de la construcción que realizan estas actividades, y de alguna manera reducir el impacto ambiental que tendremos con el paso de los años.

1.6 Hipótesis

1.6.1 Hipótesis General

- El uso de agregados de Concretos Reciclados como un sustituto parcial del agregado global no influye de forma significativa en la resistencia a la compresión sobre el concreto de f'c =175 kg/cm2 elaborado con agregado global en el distrito de Callería - Ucayali.

1.6.2 Hipótesis Especificas

- Las propiedades físicas de los agregados de concreto reciclado influyen positivamente para cumplir con la resistencia de diseño f'c=175 kg/cm2.
- El uso de agregado de concreto reciclado grueso no influye de forma significativa en la resistencia a la compresión sobre el concreto de f'c =175 kg/cm2, elaborado con agregado global
- El costo del concreto realizado con agregado reciclado y agregados global (hormigón) es menor al del concreto elaborado sólo con agregado global.

1.7 Sistema de Variables, Dimensiones e Indicadores

1.7.1 Variable Independiente

- Adición o sustituto parcial de agregado de concreto reciclado

1.7.2 Variable Dependiente

- Resistencia a la compresión del concreto

1.7.3 Definición operacional de variables, dimensiones e indicadores

Tabla 4

Definición operacional de variables, dimensiones e indicadores.

Hipótesis	Variables	Indicadores	Dimensiones
El uso de agregados de Concretos Reciclados como un sustituto parcial del agregado global no influye de forma significativa en la resistencia a la compresión sobre el concreto de f'c =175 kg/cm2 elaborado con agre-gado global en el distrito de Callería - Ucayali.	**V.I** Adición o sustituto parcial de agregado de concreto reciclado. **V.D** Resistencia a la compresión del concreto.	✓ Durabilidad del concreto con agregado reciclado. ✓ Ductilidad ✓ Resistencia a la compresión.	✓ Calidad del concreto ✓ Agregados ✓ módulo de elasticidad
Hipótesis Específicas: Las propiedades físicas de los agregados de concreto reciclado influyen positivamente para cumplir con la resistencia de diseño f'c=175 kg/cm2.	**V.I** Propiedades físicas de los agregados reciclados. **V.D** Diseño de mezclas de concreto.	✓ Porcentaje de retenidos en tamices estandarizados. ✓ Suelto y compactado. ✓ Peso específico ✓ % de humedad. ✓ Agregado reciclado.	✓ Granulometría. ✓ Peso Unitario. ✓ Peso específico de agregado de peso normal ✓ Contenido de humedad. ✓ Tamaño
El uso de agregado de concreto reciclado grueso no influye de forma significativa en la resistencia a la compresión sobre el concreto de f'c =175 kg/cm2, elaborado con agregado global	**V.I** Proporciones adecuadas de agregado global y reciclados. **V.D** Obtención de un concreto con resistencia a la compresión f'c=175 kg/cm2.	✓ Proporción en peso de cemento, agregado natural (hormigón y arena), agregado reciclado y de agua.	✓ Nivel de trabajabilidad.
El costo del concreto realizado con agregado reciclado y agregados global (hormigón) es menor al del concreto elaborado sólo con agregado global.	**V.I** Costo de la producción de concreto con agregado global y reciclado. **V.D** Aplicación progresiva.	✓ Porcentaje de agregados naturales y reciclados a utilizar en la mezcla. ✓ Variación del costo de producción entre el concreto convencional y el concreto obtenido con agregados naturales y agregados reciclados.	✓ Propiedades físicas de los agregados. ✓ Costo de producción

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes y Revisión de Estudios Realizados

Para el presente trabajo de investigación la revisión de los estudios realizados y/o los antecedentes serán jerarquizadas en el contexto local y nacional.

2.1.1 Antecedentes

2.1.1.1. Antecedentes a Nivel Internacional.

Jimenez Cortes, W. A. y Lopez Rincon, A. M. (2017), en su investigación “Análisis Mecánico de la Utilización de Concreto Reciclado como Agregado Grueso en un Concreto de Alto Desempeño (6000 psi ó 42 mpa)” cuyo objetivo general es Evaluar un concreto de alta resistencia de 6000 psi (42 MPa) con la sustitución de agregado grueso por agregado de concreto reciclado al 10% y al 20%. Y finalmente concluye que La mezcla de concreto con la sustitución del 10% y 20% del agregado grueso por agregado reciclado proveniente de las demoliciones de construcción, no logra alcanzar la resistencia a la compresión de diseño a la edad de 28 días. En comparación con el concreto convencional de alto desempeño, éste disminuyó su resistencia de un 7% al 9%, lo cual se considera un porcentaje alto, por lo tanto, no se recomienda el reemplazo de este agregado en mezclas de alto desempeño (para una resistencia de 6000 psi). Sin embargo, se propone profundizar en el estudio del agregado reciclado y/o modificando el porcentaje de agregado reciclado.

2.1.1.2. Antecedentes en el Contexto Nacional.

Erazo Gonzales N. E. (2018), en su investigación desarrollada en la ciudad de Lima “Evaluación del diseño de concreto f’c=175 kg/cm2 utilizando agregados naturales y reciclados para su aplicación en elementos no estructurales”, uno de los aspectos evaluados es el económico en el que el costo total de material de 1 metro cúbico de concreto reciclado con IGV es de S /. 194,81, mientras que para 1m3 de concreto convencional se obtuvo un costo total

incluido IGV de S/. 211.08, siendo el costo de materiales en 1m3 de concreto reciclado un 8% menor que el de un concreto convencional, por lo que se concluye que el uso de agregados reciclados es económico y rentable.

Jordan Saldaña, J. C. y Viera Caballero, N. (2014), en su tesis “Estudio de la resistencia del concreto, utilizando como agregado el concreto reciclado de obra”, cuyo objetivo general es conocer los procesos de variación del comportamiento estructural del concreto, elaborados con diferentes porcentajes de agregados gruesos reciclados, para su respectiva utilización, determinando las resistencias a la compresión. Recomienda:

> El uso de concreto con una proporción del 25% de agregado de concreto reciclado y una resistencia a la compresión de f’c=210 kg/cm2, puede ser recomendable para usos de concreto estructural en casos especiales.
>
> El uso de concreto con una proporción del 50% de agregado de concreto reciclado y una resistencia a la compresión de f’c=210 kg/cm2, puede ser utilizados en concreto estructurales.
>
> La utilización de concreto con una proporción del 100% de agregado de concreto reciclado con una resistencia a la compresión de f’c=210 kg/cm2, puede ser recomendable para usos de concreto simple como pisos, sobrecimientos, veredas, etc.

Asencio Sangay, A. R. (2014), en su investigación “Efecto de los agregados de concreto reciclado en la resistencia a la comprensión sobre el concreto f'c=210 kglcm2”, determinó que el concreto elaborado con agregados de con-creto reciclado es relativamente más económico en un 6.5 % que el concreto elaborado con agregados naturales.

2.1.1.3. Antecedentes en el contexto local.

A nivel regional y local, no existen investigaciones similares de lo que se pretende estudiar, pero utilizaremos todas las fuentes primarias, secundarias y bibliográficas para la investigación.

2.1.2 Revisión de Estudios Realizados

Un estudio realizado en el Instituto de Tecnología de Roorkee en India por un estudiante de Ingeniería Civil, propuso como tesis el uso de finos reciclados obtenidos de losas de concreto demolidas en la construcción de concreto de calidad para pavimentos. El estudio examinó las propiedades mecánicas del concreto endurecido reemplazando la arena de río por finos reciclados en diferentes porcentajes (25%, 50%, 75% y 100%). Los resultados sugieren que se recomienda un porcentaje entre el 25% y el 50%, ya que no afecta significativamente las propiedades del concreto para pavimentos rígidos. Varios artículos también mencionan un porcentaje similar recomendado (Kumar, 2012)

En el artículo científico “Uso de agregado fino reciclado en concretos con requisitos duraderos”, se utilizaron diferentes dosificaciones de agregado fino reciclado. Los resultados indican que la dosificación óptima se encuentra entre el 20% y el 30% de sustitución del agregado fino, lo que puede tener un comportamiento similar al del agregado natural. (Zega & Di Maio, 2011).

Se reviso la investigación “Evaluación de concreto reciclado, proveniente de procesos de demolición y construcción de viviendas para su reúso en concreto simple en la ciudad de Juliaca”, en la cual se consideró la granulometría del agregado reciclado similar al agregado natural, tomándolo como agregado global considerando la NTP 400.037, encontrándose dentro de los parámetros, en el estado peruano no existe estándares establecidos para el agregado reciclado. (Machaca, 2019).

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Consideraciones sobre el diseño de mezcla

MACG INGENIERIA Y GEOTECNIA, (s.f). Diseño de Mezclas de Concreto y Morteros. El proporcionamiento de mezclas de concreto, comúnmente llamado diseño de mezclas es un proceso que consiste de pasos dependientes entre sí:

a) Selección de los ingredientes convenientes (cemento, agregados, agua y aditivos).
b) Determinación de sus cantidades relativas “proporciona miento” para producir un, tan económico como sea posible, concreto de trabajabilidad, resistencia a compresión y durabilidad apropiada.

2.2.2 Resistencia del concreto a la compresión

Según Eraso Gonzales (2018) cita a Etxeberria (2004): El concreto de resistencia a la compresión media fabricado con 50% o 100% de agregados gruesos reciclados necesita una relación eficaz de 4 a 10% menos y un 5-10% más de cemento que el concreto convencional para lograr la misma resistencia a la compresión a los 28 días. La elasticidad del módulo es menor que la del hormigón convencional. Sin embargo, la resistencia a la tracción del hormigón agregado reciclado puede ser mayor que el hormigón convencional (concreto que utiliza agregados en bruto). La capacidad de absorción de los áridos reciclados es la propiedad que realmente debe tenerse en cuenta durante la producción de hormigón. El hormigón fabricado con 100% de agregados gruesos reciclados tiene un 20-25% menos de resistencia a la compresión que el hormigón convencional a los 28 días, con la misma proporción eficaz de a/c =0,50 y cemento 325 kg de cemento por m3. El hormigón de media resistencia a la compresión hecho con un 25% de agregados gruesos reciclados alcanza las mismas propiedades mecánicas que el del hormigón convencional empleando la misma cantidad de cemento y la misma relación de a/c. (pag. 26 y 27)

2.2.3 Propiedades físicas de los agregados

Según Cubas Marquez, E. Diaz Alarcon, J., Tarrillo Huaman, J. y Valdiviezo Hernandez, A. (2019, setiembre). Informe de Trabajo Realizado. Scribd. Los agregados constituyen alrededor del 75% en volumen, de una mezcla típica de concreto. El papel que cumplen y sus diferentes tipos es muy variado en la construcción civil; para determinar su idoneidad es necesario conocer su procedencia y calidad; para eso, necesitamos hacer ensayos en laboratorio con la finalidad de conocer sus principales propiedades y las influencias de este para con la mezcla a realizar.

2.2.3.1. Granulometría

San Martin Alberca, R. (2019), en su investigación “Uso de Probetas Ensayadas Del Lemc como Agregado Grueso Reciclado en Mezclas Nuevas de Concreto” define a la granulometría o gradación de un agregado se refiere a la distribución de los tamaños de partículas. Esta propiedad es muy importante en términos del estado fresco del concreto. Mezclas cohesivas de concreto se obtienen siempre y cuando esté presente la suficiente cantidad de finos, y particularmente las mezclas con bajo contenido de cemento son las que requieren una granulometría de agregado con una adecuada cantidad de “finos”.

Bazalar La Puerta, L. y Cadenillas Calderon, M. (2019) cita a Fong, Yeung, & Poon (2004): en general, las granulometrías de los agregados de concreto reciclado se sitúan dentro de los límites que fijan las diferentes recomendaciones tanto para agregado natural como para agregado de concreto reciclado. El módulo granulométrico del agregado de concreto reciclado, para un mismo tamaño máximo del agregado, presenta pequeñas variaciones dependiendo principalmente del sistema de trituración empleado y en menor medida de la calidad del concreto original. En principio, el agregado de concreto reciclado genera finos durante su manipulación debido a la aparición de pequeñas partículas de mortero que se desprenden, la presencia de estas partículas en la superficie del agregado puede originar problemas de adherencia entre éste y la pasta de cemento, además de provocar un aumento de la cantidad de agua de amasado necesaria. Por otra parte, después de obtener la fracción gruesa en el agregado de concreto

reciclado, éste sigue presentando pequeños porcentajes de arena (partículas menores de 4mm) debido a la disgregación que sufre el agregado al manipularse. Los valores más frecuentes oscilan entre 0,5-2%.

- **Análisis granulométrico.** El análisis granulométrico se realiza mediante varios procedimientos en el laboratorio haciendo uso de tamices de diferentes numeraciones, que permiten separar los granos del mismo tamaño que conforman los agregados, estos van desde las partículas visibles a simple vista hasta los más pequeños, las cuales están descritas en la Norma Técnica Peruana NTP 400.012.Con este ensayo de granulometría para ambos agregados podemos determinar el módulo de fineza y el tamaño máximo, tanto para el agregado fino como para el agregado grueso respectivamente. La granulometría es determinada por análisis de tamices. Los tamices a utilizar: 3”,2”,1½”, 1”, ¾”, ½”, ⅜”, N°4, N°8, N°16, N°50, N°100, N°200, los cuales serán montados sobre armaduras construidas de tal manera que se prevea pérdida de material durante el tamizado. (norma NTP 400.012, 2018). p. 4.
- **Agregado fino.** Según Pari Balvin, J. (2021). Laboratorio 1 Materiales de Construcción. Scribd. https://es.scribd.com/document/680597201/Laboratorio-1-Materiales-de-construccion El agregado fino son las partículas que pasan por el tamiz 3/8 y queda retenido en la malla N° 200, debe ser limpia y libre de productos químicos que afecten al concreto. El agregado fino más común es la arena. Mientras que, al material que pasa el tamiz N°200 se le conoce como Fuller o “los finos”, entre este tipo de material se tienen partículas de arcilla, limo y triturado de roca, sin embargo, a la arcilla se le considera perjudicial para el concreto porque tiene carácter expansivo (hace tracciones y compresiones) y puede generar fisuras después del endurecimiento y afectar la estructura. Es por eso que es muy importante el análisis granulométrico del agregado, para determinar el porcentaje en cada tamiz, y que debe cumplir con los límites establecidos en la NTP 400.037.

Tabla 5

Requisitos Granulométricos del agregado fino (NTP 400.037)

Tamiz	Porcentaje que pasa
9,5 mm (3/8 pulg)	100
4,75 mm (No. 4)	95 a 100
2,36 mm (No. 8)	80 a 100
1,18 mm (No. 16)	50 a 85
600 µm (No. 30)	25 a 60
300 µm (No. 50)	05 a 30
150 µm (No. 100)	0 a 10

Fuente: NTP 400.037 (2018)

Así también en la NTP 400. 012 (2018), menciona que “Cuando se requiera, calcular el módulo de fineza, sumando el porcentaje acumulado retenido de material de cada uno de los siguientes tamices (porcentaje· acumulado retenido) y dividir la suma entre 100: 150 µm (N° 100); 300 µm (N° 50); 600 µm (N° 30); 1,18 mm (N° 16); 2,36 mm (N° 8); 4,75 mm (N° 4); 9,5 mm (3/8 de pulgada); 19,0 mm (3/4 de pulgada); 37,5 mm (1 1/2 pulgada) y mayores; incrementando en la relación 2 a 1”.

- **Agregado grueso.** El agregado grueso consistirá en grava, piedra chancada, concreto reciclado, o la combinación de ellos, conforme a los requisitos de esta norma. El agregado grueso reciclado puede necesitar precauciones adicionales, sobre todo en zonas donde existe el fenómeno de congelación y deshielo u otros agentes agresivos como sulfatos, cloruros o materia orgánica. (NTP 400.037, 2018, p. 13).
- **Tamaño:** Analizar el tamaño de los agregados es muy importante, ya que de ello va a depender el nivel de trabajabilidad del concreto en estado fresco y la resistencia del concreto en estado endurecido. (Chota & Navarro, 2019).
- **Tamaño Máximo.** Corresponde al menor tamiz por el que pasa toda la muestra de agregado grueso (NTP 400.037, 2018, p. 7).

- **Tamaño Máximo Nominal (TMN).** Corresponde al menor tamiz en el cual se produce el primer retenido. El tamiz de TMN debe retener entre 5 % y 10 % del agregado. (NTP 400.037, 2018, p. 7).

Tabla 6

Requisitos Granulométricos del agregado grueso

Huso	Tamaño máximo nominal	Porcentaje que pasa por los tamices													
		100 mm (4 pulg)	90 mm (3 ½ pulg)	75 mm (3 pulg)	63 mm (2 ½ pulg)	50 mm (2 pulg)	37,5 mm (1 ½ pulg)	25,0 mm (1 pulg)	19,0 mm (3/4 pulg)	12,5 mm (1/2 pulg)	9,5 mm (3/8 pulg)	4,75 mm (No. 4)	2,36 mm (No. 8)	1,18 mm (No. 16)	300 µm (No. 50)
1	90 mm a 37,5mm (3 ½ pulg a 1 ½ pulg)	100	90 a 100	...	25 a 60	...	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	...	...
2	63 mm a 37,5 mm (2 ½ pulg a 1 ½ pulg)	...	...	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	...	...
3	50 mm a 25,0 mm (2 pulg a 1 pulg)	...	...	...	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	...	0 a 5	...	...	...	...	...
357	50 mm a 4,75 mm (2 pulg a No. 4)	...	...	...	100	95 a 100	...	35 a 70	...	10 a 30	...	0 a 5	...	...	...
4	37,5 mm a 19,0 mm (1 ½ pulg a ¾ pulg)	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 5	...	0 a 5	...	...	...	...
467	37,5 mm a 4,75 mm (1 ½ pulg a No. 4)	...	...	...	...	100	95 a 100	...	35 a 70	...	10 a 30	0 a 5	...	...	...
5	25,0 mm a 12,5mm (1 pulg a ½ pulg)	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	...	...	...	...
56	25,0 mm a 9,5 mm (1 pulg a 3/8 pulg)	...	...	...	...	...	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	...	...	...
57	25,0 mm a 4,75mm (1 pulg a No. 4)	...	...	...	...	...	100	95 a 100	...	25 a 60	...	0 a 10	0 a 5	...	...
6	19,0 mm a 9,5 mm (3/4 pulg a 3/8 pulg)	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	...	...	...
67	19,0 mm a 4 mm (3/4 pulg a No. 4)	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	...	20 a 55	0 a 10	0 a 5	...	...
7	12,5 mm a 4,75 mm (1/2 pulg a No. 4)	...	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	...	...
8	9,5 mm a 2,36 mm (3/8 pulg a No. 8)	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	...
89	12,5 mm a 9,5 mm (1/2 pulg a 3/8 pulg)	...	...	...	...	...	...	...	...	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9[A]	4,75 mm a 1,18 mm (No. 4 a No. 16)	...	...	...	...	...	...	...	...	...	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

Fuente: NTP 400.037(2018)

- **Agregado global (hormigón).** La NTP 400.037 (2018) en su ANEXO A (INFORMATIVO), indica los requisitos necesarios para realizar el análisis granulométrico del agregado global (hormigón), cabe recordar que este anexo sólo es de carácter informativo, ya que en el Perú aún no está normado como ocurre en Inglaterra, Francia, Alemania. La Comisión Panamericana de Normas Técnicas (COPANT) también recoge estas consideraciones.

Tabla 7

Granulometría del agregado global

Tamiz	Tamaño máximo nominal		
	Tamaño máximo Nominal	Tamaño máximo nominal	Tamaño máximo nominal
	37,5 mm (1 ½ pulg)	19,9 mm (3/4 pulg)	9,5 mm (3/8 pulg)
50 mm (2 pulg)	100		
37,5 mm (1 ½ pulg)	95 a 100	100	
19,0 mm (3/4 pulg)	45 a 80	95 a 100	
12,5 mm (1/2 pulg)			100
9,5 mm (3/8 pulg)			95 a 100
4,75 mm (No. 4)	25 a 50	35 a 55	30 a 65
2,36 mm (No. 8)			20 a 50
1,18 mm (No. 16)			15 a 40
600 µm (No. 30)	8 a 30	10 a 35	10 a 30
300 µm (No. 50)			5 a 15
150 µm (No. 100)	0 a 8*	0 a 8*	0 a 8*
*Incrementar 10% para finos de roca triturada			

Fuente: NTP 400.037(2018)

2.2.3.2. Densidad.

San Martin Alberca, R. (2019). En su investigación “Uso de Probetas Ensayadas Del Lemc como Agregado Grueso Reciclado en Mezclas Nuevas de Concreto” menciona que “La densidad de un sólido se define como la relación entre masa que posee y el volumen que ocupa, la cual se expresa en la siguiente fórmula:

$$\rho = \frac{M_s}{V_s}$$

Donde, Ms y Vs son la masa y el volumen del sólido, respectivamente.

La densidad de los agregados es utilizada como base para la clasificación de estos en agregados de peso normal, livianos y pesados. Esta propiedad depende directamente de la naturaleza de la roca madre y, dado esto, las partículas del agregado están compuestas de minerales y espacios o poros que pueden estar vacíos, parcialmente saturados o llenos de agua según su permeabilidad interna; pero para términos de dosificación de las mezclas de concreto se desea conocer los espacios existentes dentro de las partículas del agregado, incluyendo los poros existentes dentro de estas. Por lo tanto, determinar la gravedad especifica aparente, que se define como la densidad que incluye los poros internos, es suficiente. La norma técnica peruana “NTP 400.021:2002 AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para el peso específico y absorción del agregado grueso” define al peso específico como la relación entre la masa de un volumen unitario y la masa de ese mismo volumen de agua a una temperatura establecida. También, establece otros 3 conceptos que es necesario mencionar:

Densidad real: Masa promedio de la unidad de volumen de las partículas del agregado, excluyendo sus poros permeables o saturables y los no saturables o impermeables.

Densidad nominal: Masa promedio de la unidad de volumen de las partículas del agregado, excluyendo únicamente los poros permeables o saturables.

Densidad aparente: Masa promedio de la unidad de volumen de las partículas del agregado, incluyendo tanto poros permeables o saturables como poros impermeables o no saturables (volumen aparente o absoluto).

De los tres tipos de densidades antes definidas, la densidad aparente es la que se emplea en el cálculo de mezclas, porque se parte que el material primero se satura.”

El mortero residual adherido en los agregados de concreto reciclado (ACR) es uno de los factores que afecta su densidad, porosidad y absorción. La densidad de los ACR es generalmente menor que la de los agregados naturales. Esto teniendo en cuenta que el mortero adherido es menos denso que la roca subyacente. En un estudio de McNeil & Kang (2000) se ha

demostrado que la densidad de los ACR en su condición saturado y superficialmente seco es aproximadamente un 7 - 9% menor que la de los agregados naturales (AN). (Bazalar & cadenillas, 2019)

2.2.3.3. Peso unitario

Es el resultado de dividir el peso de las partículas entre el volumen total incluyendo los vacíos. Este valor es requerido cuando se trata de clasificar agregados ligeros o pesados. El peso unitario del agregado varía de acuerdo a condiciones intrínsecas, como la forma, granulometría y tamaño máximo. (NTP 400.017, 2020).

San Martin Alberca, R. (2019). En su investigación “Uso de Probetas Ensayadas Del Lemc como Agregado Grueso Reciclado en Mezclas Nuevas de Concreto” comenta lo siguiente: “Esta propiedad se determina colocando una muestra de agregado dentro un recipiente con volumen y peso conocidos (ASTM C29). El grado de compactación cambiará la cantidad de espacios vacíos y, por lo tanto, el peso unitario también. Es por esto que existen dos tipos de pesos unitarios y los detallaremos a continuación:

- **Peso unitario suelto:** Para hallar el peso unitario suelto simplemente se llena el contenedor hasta rebosar con una pala, luego se nivela y se determina la masa del contenedor con su contenido. Se resta la masa del recipiente para hallar la masa del agregado, y peso unitario suelto se obtendrá dividiendo la masa resultante entre el volumen del recipiente.

$$PUS = \frac{masa\ del\ recipiente\ con\ \ agregado\ - masa\ del\ recipiente\ vacío}{volumen\ del\ recipiente}$$

- **Peso Unitario Compactado**: Este método requiere la colocación de tres capas de igual volumen aproximadamente de agregado seco en un recipiente de volumen conocido, cada una de las capas se empareja y se apisona con 25 golpes de varilla, distribuidos uniformemente en cada capa, se nivela la superficie, y luego se prosigue a determinar la

masa del contenedor con su contenido. Se resta la masa del recipiente para hallar la masa del agregado, y el peso unitario compactado se obtendrá dividiendo la masa resultante entre el volumen del recipiente. La varilla compactadora es de acero, cilíndrica de 5/8" de diámetro, con una longitud aproximada de 60 cm (24"), con un extremo redondeado."

$$PUC = \frac{masa\ del\ recipiente\ con\ agregado - masa\ del\ recipiente\ vacío}{volumen\ del\ recipiente}$$

En las arenas, el peso unitario compactado varía entre 1550 kg/m3 y 1750 kg/m3 disminuyendo cerca de un 30 % para el peso unitario suelto. (Melendez, 2016)

Se calculará el peso unitario suelto y compactado tanto de los agregados naturales como del agregado grueso reciclado.

Clasificación de los agregados por su peso unitario:

a) **Normales:** Son aquellos agregados de uso más común y general que se utilizan en el 90% de las construcciones Su peso unitario se encuentra entre 1000-1800 kg/m3. (Bazalar & cadenillas, 2019)
b) **Livianos:** Son aquellos agregados que tienen un peso unitario por debajo de 1000 kg/m3 y se encuentran en un rango de 700-800 kg/m3 y con su uso se obtienen concretos livianos. (Bazalar & cadenillas, 2019)
c) **Pesados:** Son aquellos agregados que tienen un peso unitario por encima de 2000 kg/m3 y provienen de rocas que contienen elementos pesados. Con su uso se obtienen concretos pesados para pantallas contra radiaciones. (Bazalar & cadenillas, 2019)

2.2.3.4. Peso específico

Chota Tafur, D. H. y Navarro Córdova, P. en su investigación "Análisis de la resistencia del concreto utilizando hormigón en el distrito de Callería, provincia de coronel Portillo, departamento de Ucayali" definen al peso específico de la manera siguiente: "Es el cociente de

dividir el peso de un agregado entre el volumen del mismo sin considerar los vacíos. Se usa para establecer la condición de volumen en diseños de mezcla. Los valores son adimensionales."

$$Pe = \frac{Peso\ seco}{Peso\ en\ agua\ del\ agregado\ ya\ saturado\ con\ superficie\ seca}$$

Se pueden clasificar en agregados de peso específico normal comprendidos entre 2.50 a 2.75, ligeros con pesos específicos menores a 2.5, y agregados pesados cuyos pesos específicos son mayores a 2.75.(Ana Torre, 2004)

2.2.3.5. Absorción

Coila y Loayza (2015) en su investigación "Influencia de la Relación Agua Cemento y el Agregado Fino en la Retracción y/o Contracción para Concretos en Arequipa", infiere lo siguiente: La absorción en los agregados, es el incremento en la masa del agregado por acción del agua en los poros del material, pero sin incluir el agua adherida a la superficie exterior de las partículas, expresado como un porcentaje de la masa seca. La capacidad de absorción del agregado se determina por el incremento de peso de una muestra secada al horno, luego de 24 horas de inmersión en agua y secado superficialmente. Esta condición se supone representa la que adquiere el agregado en el interior de una mezcla de concreto.

$$\%\ de\ absorción = \frac{Psss - Peso\ seco}{Peso\ seco} \times 100$$

Donde:

Psss: Peso saturado superficialmente seco de la muestra.

Peso seco: Peso secado al horno de la muestra.

San Martín (2019) cita R. Sri Ravindrarajah (1985): La absorción es una de las propiedades físicas del agregado de concreto reciclado que presenta una mayor diferencia con respecto al agregado natural (AN), esto es debido a la elevada capacidad de absorber agua que tiene la pasta que queda adherida. Generalmente, los agregados naturales tienen capacidad de

absorción entre 0.5 % y 2 %, lo cual es totalmente aceptable para la mayoría de las aplicaciones del concreto. Sin embargo, al referirse al uso de ACR en mezclas nuevas de concreto hay que tener ciertas precauciones debido a la mayor porosidad de sus partículas. Por lo tanto, para una mezcla con las mismas proporciones de materiales, pero empleando ACR requerirá mayor cantidad de agua (5% más, en promedio) para garantizar una trabajabilidad igual a la del concreto inicial con agregados naturales.

Los agregados provenientes de la trituración de concreto por lo general poseen una absorción mayor que los agregados naturales ya que son más porosos y ligeros.

2.2.3.6. Humedad.

Torre (2004) lo define de la manera siguiente: “Es la cantidad de agua superficial retenida por la partícula, su influencia esta en la mayor o menor cantidad de agua necesaria en la mezcla se expresa de la siguiente forma:

$$\%\ Humedad = \frac{Peso\ natural - Peso\ seco}{Peso\ seco} \times 100$$” p. (48)

2.2.4 Consideraciones del concreto con agregados reciclados

2.2.4.1. **Dosificación**.

Para la dosificación del concreto con agregado reciclado, en principio se pueden emplear los métodos convencionales de dosificación, aunque se han desarrollado algunas experiencias específicas respecto a la utilización de agregados de concreto reciclado. (Bazalar & cadenillas, 2019)

2.2.4.2. **Contenido de agua**.

Para determinar el contenido de agua de la dosificación de concreto con agregado de concreto reciclado, hay que tener en cuenta que la absorción de agua es mucho mayor en los agregados de concreto reciclado que en los convencionales, debido entre otros factores, al mortero adherido a los agregados originales. Para asumir este incremento en la demanda de agua se puede pre saturar el agregado o incrementar el agua de mezclado. (Bazalar & cadenillas,

2019)

2.2.4.3. Contenido de cemento

En principio, los tipos de cemento utilizados serán los mismos que se emplearían en un concreto convencional para las mismas prestaciones. Debido a la menor calidad del agregado de concreto reciclado, para mantener la misma resistencia y consistencia, el concreto con agregado grueso de concreto reciclado necesitará un mayor contenido de cemento en su dosificación. (Bazalar & cadenillas, 2019)

2.2.4.4. Relación agua/cemento

Como punto de partida, para un porcentaje de agregado de concreto reciclado reducido se puede considerar inicialmente que la relación agua/cemento necesario para alcanzar una categoría resistente será la misma para el concreto convencional y el concreto con agregado de concreto reciclado; aunque en la práctica, para sustituciones por encima del 50%, se deberá ajustar la relación agua/cemento en el concreto preparado con agregados de concreto reciclado mediante los ensayos correspondientes. (Bazalar & cadenillas, 2019).

2.2.4.5. Dosificación del agregado de concreto reciclado

Las propiedades del concreto fabricado con agregados de concreto reciclado tienden a empeorar a medida que aumenta el porcentaje de sustitución. En la práctica, los valores aconsejables de sustitución llegan hasta el 50%. Esto se recoge en diferentes normativas, estableciéndose limitaciones a su dosificación. (Bazalar & cadenillas, 2019).

En la mayor parte de las experiencias realizadas, no se ha considerado el empleo de agregado fino de concreto reciclado por las deficientes prestaciones que suele proporcionar, debido a sus características, que difieren en gran medida de las que posee el correspondiente agregado natural: elevada presencia de contaminantes, dificultad en el control del agua libre, acusadas pérdidas de resistencia y elevada absorción de agua con consecuencias negativas para las características del nuevo concreto. (Bazalar & cadenillas, 2019).

2.2.5 Procedimiento para la obtención de agregados reciclados

Para la obtención de agregados reciclados que se va utilizar en el diseño de mezcla, se va a seguir el siguiente procedimiento:

a) Identificar los lugares de los que se puede obtener los agregados reciclados.
b) Toma de muestras: Romper y extraer el concreto antiguo de los lugares seleccionados.
c) Transporte de los residuos sólidos de construcción y demolición al lugar donde se encuentra la chancadora.
d) Limpieza y clasificación del material: El material es acopiado en un lugar adecuado; se realiza la limpieza del material separando el plástico, acero, y otras impurezas para quedarnos sólo con residuos sólidos de concreto.
e) Triturar en una trituradora primaria y secundaria el concreto antiguo, retirar el refuerzo de acero u cualquier material embebido en él.
f) Realizar una gradación del agregado.
g) Almacenar el agregado resultante.

2.2.6 Agregado de concreto reciclado

Material granular proveniente de residuos de construcción y demolición de obras civiles, tiene características técnicas aplicadas en ingeniería de construcción e infraestructura.

Los agregados de concreto reciclado no tienen características homogéneas, es decir pueden variar según la fuente, por tanto, se considera necesario realizar ensayos, a cada una de las muestras tanto de agregados como de concreto para los casos en los que se pretenda utilizar ACR.

La N.T.P. 400.053 (1999) "Manejo de Residuos de Actividades de Construcción" se refiere a ellos como granulado de concreto y los define como materiales de construcción auxiliares para el procesamiento del concreto y mortero de demolición hasta que alcance partículas de tamaño similar a los agregados, el cual para ser usado como agregado reciclado

deberá estar libre de sustancias deletéreas de manera similar a los agregados convencionales. La utilización de granulado de concreto en losas de pavimentos de concreto y en concreto reciclado es el más compatible con el ambiente.

2.3 Definición de Términos Básicos

Cemento: Material pulverizado que mediante la adición de una cantidad adecuada de agua forma una pasta aglomerante que puede endurecerse tanto bajo el agua como en el aire. Quedan excluidas las cales hidráulicas, cales aéreas y yesos. (NTP 334.001, 2011).

Agua: Pasquel (1998) afirma que: “el agua es el elemento indispensable para la hidratación del cemento y el desarrollo de sus propiedades, por lo tanto, este componente debe cumplir ciertos requisitos para llevar a cabo su función en la combinación química, sin ocasionar problemas colaterales si tiene ciertas sustancias que puedan dañar al concreto” p. (59).

Agregado: Conjunto de partículas de origen natural o artificial, que pueden ser tratados o elaborados, y cuyas dimensiones están comprendidas entre los límites fijados por esta NTP. Se les llama también áridos. (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 grueso: Agregado retenido en el tamiz normalizado 4,75 mm (Nº 4) que cumple los límites establecidos en la NTP 400.037, proveniente de la disgregación natural o artificial de la roca (NTP 400.011, 2008).

Arena: es el agregado fino proveniente de la desintegración natural de las rocas. (NTP 400.037, 2018).

Concreto: mezcla de material aglomerante (conglomerante) y agregados fino y grueso. En el concreto normal, comúnmente se usan como medio aglomerante, el cemento

Portland y el agua, pero también se pueden contener puzolanas, escorias y/o aditivos químicos. (NTP 339.047, 2019).

Concreto reciclado. El concreto reciclado es aquel concreto cuyos agregados provengan parcial o completamente de granulados de concreto, gravas y arenas de reciclaje. (NTP 400.053, 1999).

Agregado reciclado: Agregado procedente de tratamiento de materiales inorgánicos usados en construcción. (NTP 400.011, 2008).

Agregado de concreto reciclado: Es un material obtenido de la trituración de concreto proveniente de la demolición de estructuras de concreto. (Cárdenas & Hernández, 2014).

Concreto de demolición: es el termino genérico aplicado a los fragmentos de concreto obtenidos por demolición de estructuras, simple o armado. (NTP 400.053, 1999).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Tipo y Nivel de Investigación

3.1.1 Tipo de Investigación

La presente investigación realizada fue de tipo cuantitativa, puesto que se realizó medición numérica (ensayos para determinar la resistencia a compresión del concreto) y el uso de la estadística.

3.1.2 Nivel de Investigación

Descriptiva. Puesto que se describirá las propiedades del agregado del concreto reciclado y también se describirá la resistencia a la compresión del concreto.

Experimental. Puesto que se determinará las características físicas y mecánicas de las muestras de concreto, con el uso de agregados naturales y reciclados, a través de ensayos en un laboratorio geotécnico.

Analítica: Porque los resultados obtenidos nos permitirán llegar a conclusiones y a la vez servirán para la solución de problemas relacionados a los materiales utilizados en la construcción. La hipótesis debe ser demostrable por medios matemáticos y estadísticos.

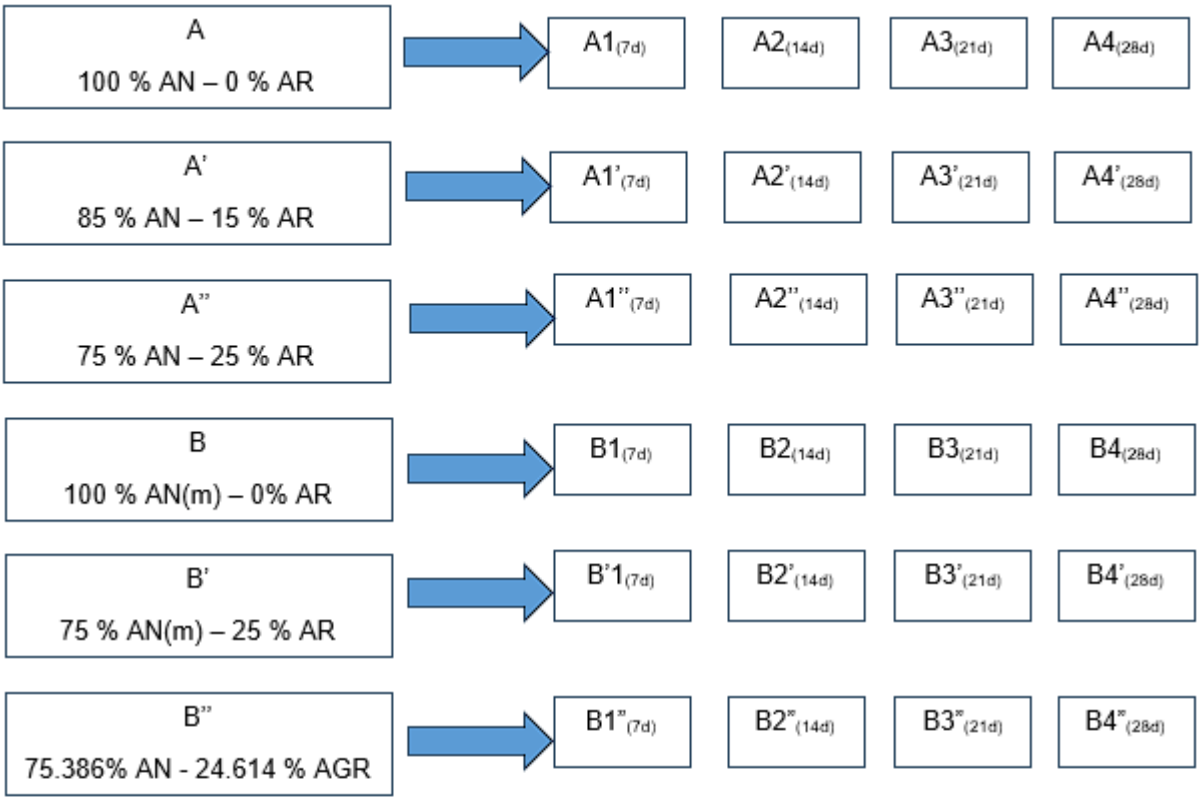
3.2 Diseño de la investigación

Según el problema planteado, la estrategia del diseño de la investigación es experimental, en donde se tiene como propósito comprobar una relación causal entre la resistencia de un concreto convencional y un concreto con determinado porcentaje de reciclado, haciendo así una comparación y posteriormente dando un uso en la construcción según los resultados logrados.

Esto se realizará siguiendo el siguiente diagrama de diseño de la investigación:

Figura 1

Diagrama de diseño de la investigación



Donde:

A: Concreto elaborado con agregado global de la cantera Pachitea.

A',A'': Concreto elaborado con agregado global de la cantera Pachitea y determinado porcentaje de reciclado.

B: Concreto elaborado con agregado global de la cantera Nuevo Piura.

B',B'': Concreto elaborado con agregado global de la cantera Nuevo Piura y determinado porcentaje de reciclado.

AN: Agregado natural (agregado global)

AR: Agregado reciclado (agregado global reciclado)

AN(m): Agregado natural con granulometría corregida

AGR: Agregado grueso reciclado

Fuente: Elaboración propia.

3.3 Población y Muestra

3.3.1 Población

La población está dada por la mezcla de concreto que se realiza con agregados naturales (hormigón de las canteras nuevo Piura y Pachitea) y adicionando cierto porcentaje de agregado reciclado (concreto reciclado) el cual es proveniente de concretos obtenidos de demoliciones y residuos sólidos de construcción del distrito de Callería - Ucayali.

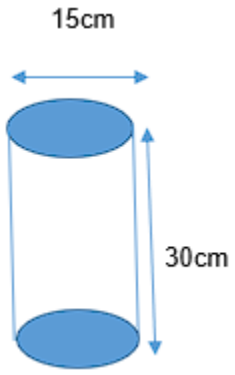
3.3.2 Muestra

Esta dado por testigos (probetas) de concreto endurecido que se extraerán de la mezcla de concreto elaborados con agregados globales u hormigón de las canteras de Nuevo Piura y Pachitea y de los agregados reciclados obtenidos, los que se someterán a pruebas de ensayos a la compresión en los días 7,14, 21 y 28.

Las dimensiones de la probeta de concreto serán de 15 cm de diámetro por 30 cm de alto, tal como se visualiza en la figura 2.

Figura 2

dimensiones de la probeta



Fuente: elaboración propia

3.4 Técnicas de Recolección y tratamiento de Datos

3.4.1 Fuentes, Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Fuentes Primarias: Información sobre las características granulométricas y físicas del hormigón (canteras Nuevo Piura y Pachitea) y los agregados reciclados provenientes de la trituración de bloques de concreto de demoliciones de pavimentos rígidos, demolición de viviendas, probetas de concreto, etc. Así como la resistencia a la compresión obtenida a través de ensayos en un laboratorio geotécnico, la cual será recopilada mediante guías de observación y notas de campo.

Fuentes Secundarias: libros, revistas, manuales, tesis, normas, material electrónico, entre otros.

Técnicas de recolección de datos: fue observar directamente los resultados que se obtuvieron en el laboratorio certificado los cuales fueron ensayos y pruebas que se le hicieron al agregado natural y agregado de concreto reciclado, para después emplear la estadística el cual nos permitirá analizarlos, compararlos y poder procesarlos los datos en hoja de cálculos de programas de office.

Instrumentos: la presente investigación experimental se realizó en el laboratorio de mecánica de materiales de la empresa Geoingeniería y Construcciones J&R S.A.C. en el cual nos brindó sus instalaciones, equipos, herramientas, aparatos e instrumentos. Para realizar algunos ensayos para la etapa de premezclado, así como también se hizo uso del laboratorio de tecnología de concreto de la escuela de ingeniería civil de la Universidad Nacional de Ucayali para realizar el diseño de mezcla. Por lo que se describe a continuación los aparatos empleados según el ensayo realizado.

- **Análisis Granulométrico:** dicho ensayo se hizo respetando la Norma Técnica Peruana 400.037, el cual nos permitió conocer las características de los agregados naturales y reciclado y los instrumentos empleados fueron los siguientes:

- Balanza electrónica
- Taras
- Estufa
- Tamices normalizados

- **Peso Unitario**: se realizó respetando la Norma Técnica Peruana 400.017. del cual se pudo calcular tanto el peso unitario suelto y compactado del agregado global como del reciclado y los instrumentos empleados fueron los siguientes:

- Balanza electrónica
- Recipiente
- Varilla de apisonado
- Pala

- **Peso específico y absorción**: este ensayo se realizó según la Norma Técnica Peruana 400.021 y 400.022. del cual se pudo obtener el peso específico y porcentaje de absorción del agregado global como del reciclado. los materiales e instrumentos empleados fueron los siguientes:

- Balanza
- taras
- balde
- tamices normalizados
- picnómetro
- martillo compactador
- molde

- estufa

- **Contenido de humedad:** ensayo realizado según la Norma Técnica Peruana 339.185 el cual proporciono el porcentaje de humedad que presenta el agregado global y reciclado de forma natural o tal cual fue extraído. Se utilizaron los siguientes instrumentos:

- Balanza electrónica

- Tara

- estufa

3.4.2 Procedimientos Para el Desarrollo de la Investigación

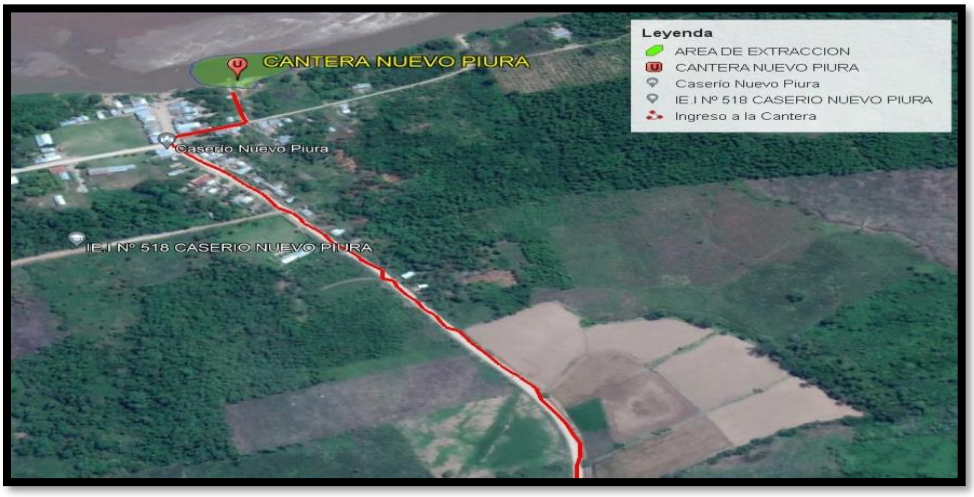
3.4.2.1. Elección de canteras

Las canteras seleccionadas para la obtención del agregado global son las canteras de Nuevo Piura y Pachitea. Según ensayos realizados por Chota y Navarro (2019), se conoce que al utilizar los agregados de estás han llegado a buenos resultados.

A. **Cantera Nuevo Piura:** se ubica en el centro poblado de Nuevo Piura, en el Distrito de Campo Verde, Provincia de coronel Portillo, Departamento de Ucayali.

Figura 3

Ubicación de la cantera nuevo Piura



Fuente: adaptado del Google Earth

Tabla 8

Ubicación geográfica

Coordenadas UTM		Coordenadas Geográficas	
Norte	**Este**	**Latitud**	**Longitud**
9076666.00N	501979.00E	8°21'11.16"S	74°58'55.29"O

Fuente: elaboración propia

B. Cantera Pachitea: Localizada a las orillas del río Pachitea, frente al Caserío la Paz, Distrito de Tournavista, Provincia de Puerto Inca, Departamento de Huánuco.

Figura 4

Ubicación de la cantera Pachitea



Fuente: adaptado del Google Earth

Tabla 9

Ubicación geográfica

Coordenadas UTM		Coordenadas Geográficas	
Norte	**Este**	**Latitud**	**Longitud**
9010696.00N	530026.00E	8°56'58.98"S	74°43'36.70"O

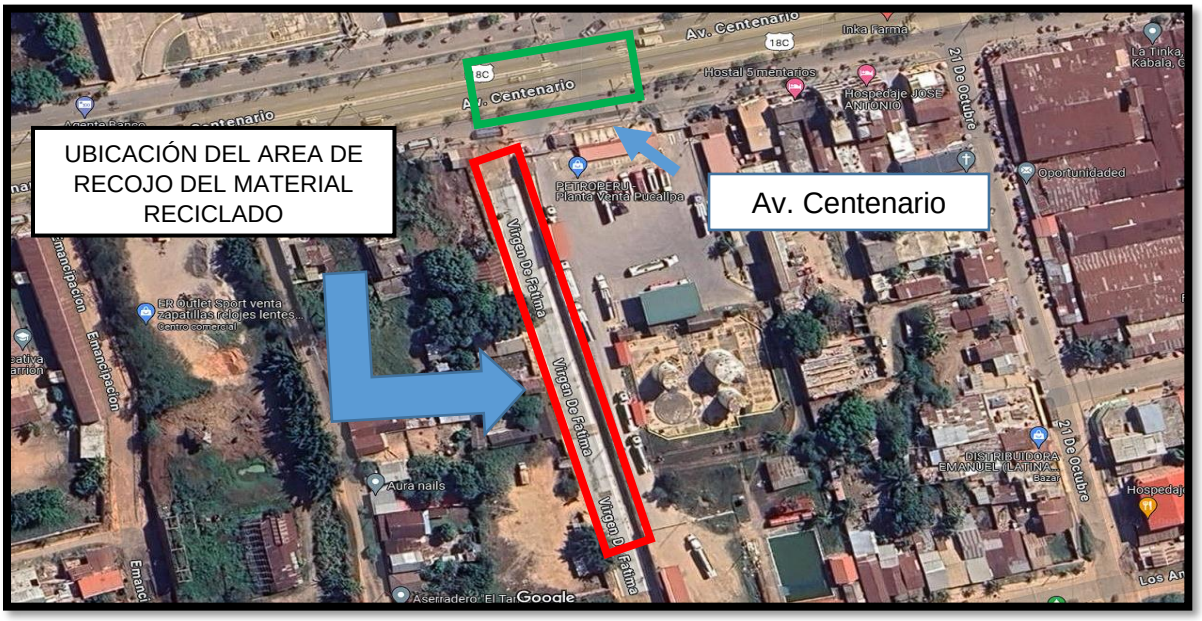
Fuente: elaboración propia

3.4.2.2. Elección de los lugares de donde se obtuvo el concreto reciclado

La obtención de material de concreto reciclado de veredas, se hizo de dos puntos ubicado el primero en el Jr. Virgen de Fátima (referencia por la planta de combustible Petro Perú) y el segundo en el Jr. Yurimaguas, ambos puntos se encuentran dentro de la jurisdicción del Distrito de Callería, Provincia de Coronel Portillo, Departamento de Ucayali. ya que en dichos jirones se encontraban realizando trabajos de demolición correspondiente a la ejecución del proyecto: “Mejoramiento de las Vías Transversales a la Av. Centenario Desde el Km 0+000 al 5+000, Distrito de Callería y Yarinacocha – Provincia de Coronel Portillo, Ucayali” – 2da Etapa.

Figura 5

Ubicación del primer punto de recojo del material de concreto reciclado (veredas)



Fuente: adaptado del Google maps

Tabla 10

Ubicación geográfica del primer punto de recojo del material reciclado

Coordenadas UTM		Coordenadas Geográficas	
Norte	**Este**	**Latitud**	**Longitud**
9072971.49N	549166.21E	8°23'10.57"S	74°33'12.31"O

Fuente: elaboración propia

Figura 6

Ubicación del segundo punto de recojo del material de concreto reciclado (veredas)



Fuente: adaptado del Google maps

Tabla 11

Ubicación geográfica del segundo punto de recojo del material reciclado

Coordenadas UTM		Coordenadas Geográficas	
Norte	**Este**	**Latitud**	**Longitud**
9073116.35N	550522.66E	8°23'5.80"S	74°32'27.97"O

Fuente: elaboración propia

3.4.2.3. Obtención de muestras del agregado global

- **Cantera Nuevo Piura**

Figura 7

Vía que conduce al Centro poblado Nuevo Piura ingresando por Nueva Requena



Fuente: Elaboración propia

Figura 8

Reconocimiento del lugar



Fuente: Elaboración propia

Figura 9

Obtención del agregado global Cantera Nuevo Piura



Nota. Extracción y traslado del agregado global de la cantera Nuevo Piura

Fuente: Elaboración propia.

- **Cantera Pachitea**

Figura 10

Llegada a la orilla del río Pachitea, al frente del caserío La Paz



Fuente: Elaboración propia

Figura 11

Reconocimiento del lugar



Fuente: Elaboración propia

Figura 12

Obtención del agregado global Cantera



Nota. Extracción del agregado global de la cantera Pachitea
Fuente: Elaboración propia.

3.4.2.4. Obtención de agregados de concreto reciclado.

Figura 13

Identificación de lugares de extracción de material reciclado



Fuente: Elaboración propia

Figura 14

Traslado y acopio a la chancadora



Fuente: Elaboración propia

Figura 15

Clasificación de los materiales



Fuente: elaboración propia

Figura 16

Material reciclado listo para ser triturado



Fuente: Elaboración propia

Figura 17

Material triturado recogido en sacos, para evitar que se contamine.



Fuente: elaboración propia

Figura 18

Traslado del agregado reciclado a laboratorio



Fuente: Elaboración propia

Figura 19

Agregado reciclado acopiado en el laboratorio



Fuente: Elaboración propia

3.4.2.5. Ensayos realizados

a) Contenido de humedad

a.1) Canteras Nuevo Piura y Pachitea

- Se tomo muestras húmedas de:

  Cantera Nuevo Piura: 5.014 kg y 5.025 kg de hormigón. En el caso de la cantera Pachitea se tomó dos muestras de hormigón de 5.104 kg y 5.1 kg.

- Se coloco las muestras en el horno durante 24 horas
- Se procedió a pesar las muestras secas.

Figura 20

Realizando el ensayo de contenido de humedad de las canteras Pachitea y Nuevo Piura.



Fuente: elaboración propia

a.2) Agregado de concreto reciclado

- Se tomo muestras húmedas de:

  1.5 kg como agregado global, 1.5 kg de agregado grueso y 1000 gr de agregado fino.

- Se coloco las muestras en el horno durante 24 horas
- Se procedió a pesar las muestras secas.

Figura 21

Realizando el ensavo de contenido de humedad del concreto reciclado



Fuente: Elaboración propia.

b) Análisis granulométrico

b.1) Cantera nuevo Piura

- Se tomo al azar dos muestras de hormigón.

- Se procede a realizar el cuarteo de las muestras para reducir su volumen y poder ensayarlas.
- Luego de realizar el cuarteo, se pesó cada muestra resultante, obteniéndose 10.952 kg y 8.307 kg respectivamente.
- Se tamiza el material con mallas estandarizadas, se registra los retenidos en cada tamiz. Al procesar estos se obtuvo el % retenido parcial y acumulado, el porcentaje que pasa y la curva granulométrica. El procesamiento de la información obtenida se realizará en el capítulo de resultados.

Figura 22

cuarteo de muestras



Fuente: Elaboración propia

Figura 23

Tamizado y pesado de la muestra retenida en cada tamiz



Fuente: Elaboración propia

b.2) Cantera Pachitea

- Se tomo al azar dos muestras de hormigón.
- Se procede a realizar el cuarteo de las muestras para reducir su volumen y poder ensayarlas.
- Luego de realizar el cuarteo, se pesó cada muestra resultante, obteniéndose 15.971 kg y 8783 kg respectivamente.
- Se tamiza el material con mallas estandarizadas, se registra los retenidos en cada tamiz. Al procesar estos se obtuvo el % retenido parcial y acumulado, el porcentaje que pasa y al analizarlo no se cumplía con los parámetros granulométricos establecidos por la norma 400.037 (2018), había un exceso de finos por lo fue necesario ir compensando cada tamiz y se determinó que se requería de un porcentaje adicional de agregado grueso. El procesamiento de la información obtenida se realizará en el capítulo de resultados.

Figura 24

Cuarteo de las muestras



Fuente: Elaboración propia

Figura 25

Tamizado y pesado de la muestra retenida en cada tamiz



Fuente: Elaboración propia

b.3) Agregado de concreto reciclado

- Se tomo al azar cuatro muestras de agregado proveniente de concreto reciclado.
- Se procede a realizar el cuarteo de las muestras para reducir su volumen y poder ensayarlas.
- Luego de realizar el cuarteo a cada una de las muestras, se tomó volúmenes equivalentes a las muestras analizadas en el agregado global. Dos muestras con un volumen equivalente a las de Nuevo Piura y dos a las de Pachitea, el peso equivalente de cada muestra a tomar se calculó teniendo en cuenta los pesos específicos tanto del agregado global como del reciclado y el peso de las muestras del hormigón, aplicando la regla de tres simple.
- Luego de realizar el cálculo correspondiente, se pesó cada muestra calculada.
- Se tamiza el material con mallas estandarizadas, se registra los retenidos en cada tamiz. Al procesar estos se obtuvo el % retenido parcial y acumulado, el porcentaje que pasa y la curva granulométrica. El procesamiento de la información obtenida se realizará en el capítulo de resultados.

Figura 26

Cuarteo de las muestras



Fuente: Elaboración propia

Figura 27

Peso equivalente de muestra tomado después del cuarteo, tamizado y peso retenido

Peso equivalente de muestra tomado después del cuarteo





Tamizado y peso retenido en cada tamiz











Fuente: Elaboración propia

c) Peso unitario volumétrico

❖ **Determinación del volumen del recipiente**

- Se peso la olla Washington vacía, en la cual se colocará la muestra.
- Se lleno con agua la olla Washington.
- Colocamos la olla Washington llena con agua en la balanza, con una jarra graduada pequeña agregamos agua hasta aseguramos que esté completamente llena con agua.
- Determinamos el peso de la olla Washington llena con agua.
- Con los datos obtenidos y la densidad del agua determinamos el volumen del recipiente. Donde:

$$V_{rec} = \frac{Peso\ de\ la\ olla\ \text{washington}\ llena\ con\ agua - Peso\ de\ la\ olla\ \text{washington}}{densidad\ del\ agua}$$

$$V_{rec} = \frac{Peso\ del\ agua}{densidad\ del\ agua}$$

Figura 28

Peso de la olla y peso de la olla llena con agua



Fuente: elaboración propia

❖ **Peso unitario volumétrico suelto**

- Se coloco en la balanza el recipiente y se tareo su peso.
- Se procedió a llenar con material el recipiente con una cuchara de aluminio, hasta que esté completamente lleno.
- Con una varilla de acero se procedió a nivelar y retirar el excedente de material, hasta que este quede al ras del recipiente, a dicho proceso se le conoce como enrasado.
- Pesar el material resultante después de enrasarlo.
- Para los agregados de las canteras Nuevo Piura y Pachitea: muestras de agregado global (2 muestras) y las muestras de agregado grueso (1 muestra) y agregado fino (1 muestra) conformantes del hormigón, se utilizó la malla # 4 para separar gruesos y finos.
- También para los de concreto reciclado: como global (2 muestras), agregado fino (1 muestra) y agregado grueso (1 muestra).

❖ **Peso unitario volumétrico compactado**

- Se coloco en la balanza el recipiente y se tareo su peso.
- Se procedió a llenar con agregado el recipiente en tres capas, de aproximadamente igual volumen.
- A cada capa se procede a apisonarlo con 25 golpes utilizando una varilla de acero.
- Luego del apisonado de la última capa, con la varilla de acero se realiza el enrasado.
- Pesar el material resultante después de enrasarlo.

c.1) Agregado de la cantera Nuevo Piura

Figura 29

Realizando el ensayo de peso volumétrico suelto.

Peso unitario suelto del hormigón	Peso unitario suelto del agregado grueso obtenido al zarandear con la malla # 4
	

Fuente: Elaboración propia

Figura 30

Realizando el ensayo de peso volumétrico compactado.

Peso unitario compactado del hormigón	Peso unitario compactado del agregado grueso obtenido al zarandear con la malla # 4
	

Fuente: Elaboración propia

c.2) Agregado de la cantera Pachitea

Figura 31

Realizando el ensayo de peso volumétrico suelto



Fuente: elaboración propia

Figura 32

Realizando el ensayo de peso volumétrico compactado



Fuente: elaboración propia

c.3) Agregado reciclado

Figura 33

Peso unitario suelto y compactado del agregado de concreto reciclado como global

Suelto:	Compactado:
	

Fuente: Elaboración propia

Figura 34

Peso unitario suelto y compactado del agregado de concreto reciclado fino

Suelto:	Compactado:
	

Fuente: Elaboración propia

Figura 35

Peso unitario suelto y compactado del agregado de concreto reciclado grueso

Suelto:	Compactado:
	

Fuente: Elaboración propia

d) Peso específico y absorción

Se procedió a tamizar el agregado con la malla # 4 para separar la fracción gruesa y fina (hormigón). En el caso del agregado de concreto reciclado este fue clasificado por la chancadora al momento de ser triturado.

d.1) Agregado grueso

- Se lavo el agregado y se sumergió en agua durante 24 horas.
- Luego haber permanecido 24 horas sumergido, se dividió en tres muestras visualmente proporcionales.
- Se procedió a secar con una franela cada muestra, hasta que estas queden en la condición de saturadas y superficialmente secas.
- Pesamos cada muestra.
- Se acondiciono el baño de agua y se fijó la canastilla en la balanza de tal manera que

quede completamente sumergida en el agua.

- Se registro el peso de la canastilla sumergida en agua.
- Colocar cada muestra dentro de la canastilla y sumergir en el baño de agua. Agitar la canastilla para eliminar posibles burbujas de aire atrapadas y registrar la masa aparente de cada muestra.
- Se procedió a secar cada muestra en el horno a una temperatura de 110 ± 5° C.
- Una vez secas se dejó que enfríen durante 3 horas y se registró la masa del agregado seco.

El procedimiento descrito líneas arriba se siguió para las canteras de Nuevo Piura, Pachitea y el agregado de concreto reciclado respectivamente.

Figura 36

Peso específico y absorción del agregado grueso de la cantera de Nuevo Piura



Fuente: Elaboración propia

Figura 37

Peso específico y absorción del agregado grueso de la cantera de Pachitea



Fuente: elaboración propia

Figura 38

Peso específico y absorción del agregado grueso de concreto reciclado



Fuente: Elaboración propia

d.2) Agregado fino

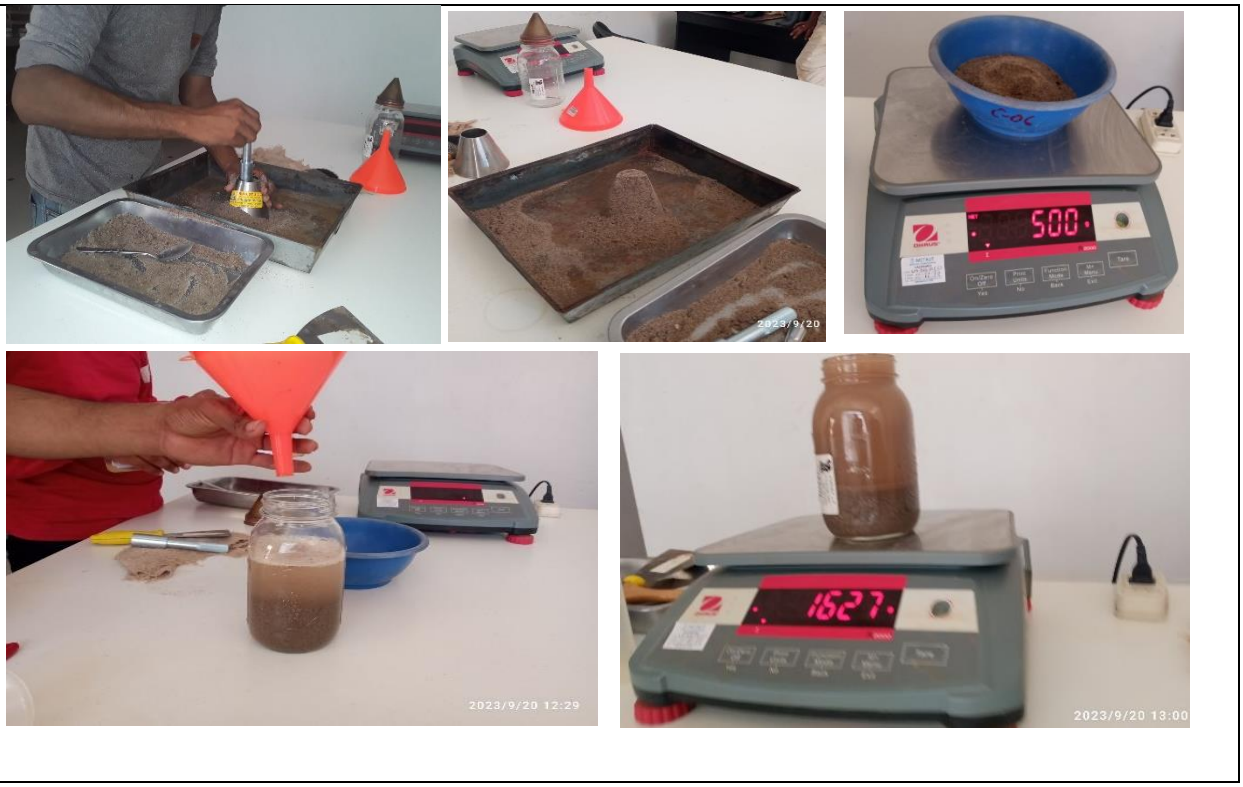
- Pesamos 1 kg de agregado, lo vaciamos en un recipiente, vertimos agua y lo dejamos

sumergido por 24 horas.

- Después de 24 horas retiramos el agua del recipiente, extendimos el agregado en una tara con superficie plana dejándolo expuesta a la luz solar y corriente de aire, íbamos removiéndolo constantemente para asegurar un secado homogéneo.
- Cuando el agregado se aproxime a la condición de saturado y superficialmente seco, verificamos esta condición utilizando el cono de absorción y un pilón. Para ello juntamos la muestra, colocamos el cono en la tara, vertimos el agregado en tres partes ejerciendo 25 golpes en cada capa con el pilón.
- Después de haber obtenido la condición SSS del agregado, tomamos 500 gr de muestra y pesamos el picnómetro.
- Colocamos la muestra dentro del picnómetro y lo llenamos con agua hasta el 90% de su capacidad.
- Tapar el picnómetro y agitarlo suavemente hasta lograr eliminar las burbujas.
- Llenar el picnómetro con agua hasta la marca de calibración.
- Determinar el peso del picnómetro con agua y muestra.
- Retirar la muestra del picnómetro vertiéndola en una tara, la cual previamente se debe pesar y lavar el picnómetro hasta retirar todo el material.
- Secar la muestra a una temperatura de 110 ± 5° C.
- Permitir que la muestra se enfríe y pesarlo.
- Finalmente, para determinar el volumen del picnómetro, lo llenamos con agua hasta la marca de calibración y lo pesamos. Para calcularlo tendremos en cuenta que 1g es 1 ml de agua.

Figura 39

Peso específico y absorción del agregado fino de la cantera de Nuevo Piura



Fuente: elaboración propia

Figura 40

Peso específico y absorción del agregado fino de la cantera de Pachitea



Fuente: elaboración propia

Figura 41

Peso específico y absorción del agregado fino de concreto reciclado



Fuente: Elaboración propia

3.4.2.6. Diseño de Mezcla

El procedimiento realizado para el diseño de mezcla, tanto del concreto patrón y con el reciclado fueron ciñéndose el método ACI 211.

Para lo cual a continuación se describe los procedimientos realizados de manera general para el concreto patrón de ambas canteras y concreto con reciclado.

A. Diseño de mezcla del concreto patrón (cantera Pachitea y nuevo Piura)

El procedimiento realizado para elaborar el concreto patrón, fue de la siguiente manera:

1. Resistencia promedio

La resistencia promedio viene hacer una resistencia requerida que debe cumplir el concreto, por lo que se considera un factor de seguridad y así poder llegar al valor de diseño que se requiera. Para calcularlo se tiene de dos formas.

1.1. Desviación estándar (Ss) conocida.

Para poder hallar la resistencia promedio requerida cuando hay datos disponibles para calcular la desviación estándar de muestra se usará la siguiente tabla:

Tabla 12

Ecuaciones para calcular la resistencia promedio requerida

Resistencia especifica a la compresión, MPa	Resistencia promedio requerida a la compresión, MPa
f'c≤35	Usar el mayor valor obtenido de las ecuaciones (5-1) y (5-2): *f'cr=f'c + 1.34 Ss* (5-1) *f'cr=f'c + 2.33 Ss – 3.5* (5-2)
f'c>35	Usar el mayor valor obtenido de las ecuaciones (5-1) y (5-3): *f'cr=f'c + 1.34 Ss* (5-1) *f'cr=0.9 f'c + 2.33 Ss – 3.5* (5-3)

Fuente: adaptado de la tabla 5.2 de la norma E060-concreto armado

1.2. Desviación estándar (Ss) desconocida.

Cuando no se tiene la desviación estándar, en este caso para hallar la resistencia promedio requerida se hará teniendo en cuenta la siguiente tabla:

Tabla 13

Ecuaciones para calcular la resistencia promedio requerida

Resistencia especifica a la compresión, MPa	Resistencia promedio requerida a la compresión, MPa
f'c< 21	*f'cr = f'c + 7.0*
21≤ f'c ≤ 35	*f'cr = f'c + 8.5*
f'c > 35	*f'cr =1.1 f'c + 5.0*

Fuente: adaptado de la tabla 5.3 de la norma E060-concreto armado

Para nuestro diseño elaborado se procedió a emplear la tabla 13, ya que no se tiene registro de ensayos de resistencia en obra para poder calcular la desviación estándar y por ende el valor de la resistencia promedio se calculará usando las ecuaciones descritas en la tabla 13

Así mismo, Teniendo en cuenta que la resistencia de diseño elegido es de 175 kg/cm2, entonces la resistencia promedio se calculara de la manera siguiente:

f'cr = f'c + 70

f'cr = 175 + 70

f'cr = 245 kg/ cm2

por lo tanto, el valor de la resistencia promedio para hacer el diseño de mezcla del concreto patrón resulta ser 245 kg/cm2.

2. Elección del asentamiento (Slump)

"La consistencia del concreto es una propiedad que define la humedad de la mezcla por el grado de fluidez de la mismas entendiéndose con ello que cuanto mas húmeda es la mezcla mayor será la facilidad con la que el concreto fluirá durante su colocación" (Rivva, 1992, p. 34).

Rivva (1992) afirma que "las normas alemanas clasifican al concreto, de acuerdo a su consistencia en tres grupos: concretos consistentes o secos, concretos plásticos, concretos fluidos" (p. 34), las cuales se describe en la tabla siguiente:

Tabla 14

Elección de la consistencia por asentamiento

CONSISTENCIA	SLUMP
Seca	0" a 2" (0cm a 5cm)
Plástica	3" a 4" (7.5cm a 10cm)
Fluida	≥ 5" (12.5cm)

Fuente: tomado de la "tabla 2.2.4 asentamiento o slump" elaborado por Asencio, S. 2014, efecto de los agregados de concreto reciclado en la resistencia a la compresión sobre el concreto F'C=210 kg/cm2, p. 43.

De la tabla 14, hemos optado por elegir una consistencia plástica a la cual le corresponde un SLUMP de 3" a 4".

3. Cemento

Para el diseño se optó por el cemento andino tipo I.

4. Tamaño máximo nominal

El tamaño máximo nominal para ambas canteras se obtuvo del ensayo granulométrico realizado al hormigón, el cual fueron los siguientes valores:

Cantera Pachitea = 1 ½"

Cantera Nuevo Piura= 1”

5. Estimación del agua

La estimación del agua se hizo teniendo en cuenta la tabla 15, que se muestra líneas abajo, de donde se pudo determinar el valor del agua de mezclado para el concreto por metro cubico, teniendo en cuenta los perfiles del agregado.

Tabla 15

Estimación del agua de mezclado (l/m3)

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Volumen unitario de agua, expresado en l/m3, para los asentamientos y perfiles de agregado grueso indicados.					
	1” a 2”		3” a 4”		6” a 7”	
	Agregado redondeado	Agregado angular	Agregado redondeado	Agregado angular	Agregado redondeado	Agregado angular
3/8”	185	212	201	227	230	250
1/2”	182	201	197	216	219	238
3/4”	170	189	185	204	208	227
1”	163	182	178	197	197	216
11/2”	155	170	170	185	185	204
2”	148	163	163	178	178	197
3”	136	151	151	167	163	182

Fuente: tomado de “tabla 10.2.2 volumen unitario de agua” por Rivva, E. 1992, diseño de mezcla, 1era edición, p. 79.

Luego de recolectar los agregados de cada cantera y llevarlos al laboratorio se pudo evidenciar que ambas canteras tienen agregados con características redondeadas, en merito a ello para la cantera Pachitea que cuenta con un tamaño máximo nominal de 1 ½ “le corresponde un volumen de agua de 170l/m3. de la misma manera para la cantera Nuevo Piura se tiene un tamaño nominal máximo de 1” por lo que le corresponde un volumen de agua de 178 l/m3.

6. Contenido de aire

Para hallar el valor de aire atrapado para ambas canteras, se tuvo en cuenta su tamaño máximo nominal de cada una de ellas para luego aplicar lo dispuesto por el método ACI 211, tal como se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 16

Contenido de aire atrapado

Tamaño Máximo Nominal	Aire Atrapado
3/8”	3.0%
1/2"	2.5%
3/4"	2.0%
1”	1.5%
1 1/2”	1.0%
2”	0.5%
3”	0.3%
6”	0.2%

Fuente: tomado de “tabla 11.2.1 contenido de aire atrapado” por Rivva, E. 1992, diseño de mezcla, 1era edición, p. 85.

7. Selección de la Relación agua-cemento

Se tuvo en cuenta lo dispuesto por el método ACI 211, para lo cual se tiene en cuenta el factor resistencia requerida que fue calculado anteriormente. Para más entender se muestra la tabla siguiente:

Tabla 17

Relación agua-cemento por resistencia

f’cr	**Relación agua-cemento de diseño en peso**	
(28 días)	**Concreto sin aire incorporado**	**Concreto con aire incorporado**
150	*0.80*	*0.71*
200	*0.70*	*0.61*
250	*0.62*	*0.53*
300	*0.55*	*0.46*

f'cr (28 días)	Relación agua-cemento de diseño en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
350	*0.48*	*0.4*
400	*0.43*	-------
450	*0.38*	-------

Fuente: tomado de "tabla 12.2.2 relación agua-cemento por resistencia" por Rivva, E. 1992, diseño de mezcla, 1era edición, p. 91.

Sabemos que nuestro f'cr calculado es 245 kg/cm2, por lo que en la tabla 7 se encuentra entre los valores de 200 y 250 y un concreto sin aire incorporado, para lo cual se tuvo que interpolar y así se pudo calcular la relación agua-cemento dando como valor de 0.628 para ambas canteras.

8. Contenido de cemento

Teniendo los valores de el volumen de agua y el factor de agua-cemento podemos calcular la cantidad de cemento de la siguiente manera:

$$cemento = \frac{\text{agua}}{\text{relacion agua} - \text{cemento}}$$

Ahora reemplazando los valores para cada cantera obtendremos el contenido de cemento, los cuales fueron para cantera Pachitea 270.7 kg/m3 y cantera Nuevo Piura 283.44 kg/m3

9. Cálculo del hormigón

para poder hallar la cantidad de hormigón para cada cantera se tendrá que restar un metro cubico menos la suma de la cantidad de agua, cemento y aire en volúmenes, tal como se muestra a continuación:

- cantera Pachitea:

$$volumen\ del\ hormigón = 1 - (volumen\ de\ agua + volumen\ de\ cemento + volumen\ de\ aire)$$

$$volumen\ del\ hormigón = 1 - (0.266)$$

$$volumen\ del\ hormigón = 0.734\ m3$$

- Cantera Nuevo Piura

$$volumen\ del\ hormigón = 1 - (volumen\ de\ agua + volumen\ de\ cemento + volumen\ de\ aire)$$

$$volumen\ del\ hormigón = 1 - (0.283)$$

$$volumen\ del\ hormigón = 0.717\ m3$$

Como estos valores están en metro cúbico y se requiere la cantidad de hormigón en peso, por lo tanto, se tiene que multiplicar dicho volumen por el peso específico del mismo para ambas canteras, tal como se indica a continuación:

- cantera Pachitea:

$$peso\ seco\ del\ hormigon = peso\ especifico\ del\ hormigon * volumen\ del\ hormigon$$

$$peso\ seco\ del\ hormigón = 2570 * 0.734$$

$$peso\ seco\ del\ hormigón = 1886.38\ kg/cm3$$

- cantera Nuevo Piura:

$$peso\ seco\ \ del\ hormigon = peso\ especifico\ del\ hormigon * volumen\ del\ hormigon$$

$$peso\ seco\ del\ hormigón = 2490 * 0.717$$

$$peso\ seco\ del\ hormigón =\ 1785.33 kg/cm3$$

10. Cálculo del diseño de mezcla en estado seco

En las tablas siguientes se muestra los valores de diseño en estado seco, obtenidos para cada cantera correspondientes al agua, cemento, y hormigón:

Tabla 18

Valores de diseño en estado seco de la cantera Pachitea

Materiales	cantidad	Peso especifico	volumen
Agua	170	1000	0.17
Cemento	270.7	3150	0.086
Hormigón	1886.38	2570	0.734

Fuente: elaboración propia

Tabla 19

Valores de diseño en estado seco de la cantera Nuevo Piura

Materiales	cantidad	Peso especifico	volumen
Agua	178	1000	0.17
Cemento	283.44	3150	0.09
Hormigón	*1785.33*	*2490*	*0.717*

Fuente: elaboración propia

Sabemos que estos valores obtenidos no son los definitivos, ya que necesitan ser corregidos por el contenido de humedad propias de los agregados.

11. Corrección por humedad

11.1. Corrección de la cantidad de hormigón por humedad

Para poder hacer dicha corrección, se tendrá en cuenta el porcentaje de humedad que se calculó anteriormente del ensayo de contenido de humedad y se aplicara la siguiente formula:

$$peso\ humedo\ del\ hormigón = peso\ seco\ del\ hormigón * (\%\ humedad\ del\ hormigón + 1)$$

- cantera Pachitea:

$$peso\ húmedo\ del\ hormigón = 1886.38 * (1.76\% + 1)$$

$$peso\ húmedo\ del\ hormigón = 1919.58kg$$

- cantera Nuevo Piura:

$$peso\ húmedo\ del\ hormigón = 1785.33 * (2.76\% + 1)$$

$$peso\ húmedo\ del\ hormigón = 1834.61kg$$

11.2. Corrección del aporte de agua

Para poder hacer dicha corrección, primero tenemos que calcular la humedad superficial, según la siguiente formula:

$$humedad\ superficial = \%humedad - \%absorción$$

- cantera Pachitea:

$$humedad\ superficial = 1.76\% - 1.48\%$$

$$humedad\ superficial = 0.28\%$$

- cantera Nuevo Piura:

$$humedad\ superficial = 2.76\% - 2.305\%$$

$$humedad\ superficial = 0.455\%$$

luego de tener la humedad superficial de cada cantera se procede a realizar la corrección del aporte de agua con la siguiente formula:

$$correccion\ de\ la\ estimacion\ de\ agua = peso\ seco\ del\ hormigon * humedad\ superficial$$

- cantera Pachitea:

$$corrección\ del\ aporte\ de\ agua = 1886.38 * 0.28\%$$

$$corrección\ del\ aporte\ de\ agua = 5.28\ l/m3$$

- cantera Nuevo Piura:

$$corrección\ del\ aporte\ de\ agua = 1785.33 * 0.455\%$$

$$corrección\ del\ aporte\ de\ agua = 8.13\ l/m3$$

Por lo tanto, el aporte de agua que necesita el hormigón de cada cantera en su estado natural para añadir al concreto es de 5.28 l/m3 para Pachitea y 8.13 l/m3 para Nuevo Piura.

11.3. Cálculo de la cantidad de agua efectiva

El cálculo del agua efectiva es el resultado de restar la estimación de agua con el aporte de agua, dichos valores se calcularon anteriormente. Para mayor entendimiento se muestra la formula a continuación:

$$agua\ efectiva = estimación\ de\ agua - corrección\ del\ aporte\ de\ agua$$

- cantera Pachitea:

$$agua\ efectiva = 170 - 5.28$$

$$agua\ efectiva = 164.72\ l/m3$$

- cantera Nuevo Piura:

$$agua\ efectiva = 178 - 8.13$$

$$agua\ efectiva = 169.87\ l/m3$$

Por lo tanto, estos valores son los que se utilizarán inicialmente en el diseño de mezcla del concreto patrón.

12. Diseño de mezcla por metro cúbico

Luego de hacer las correcciones respectivas de los agregados, los valores finales se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 20

Diseño de mezcla por m3 de la cantera Pachitea

Componentes	proporciones
Agua	164.72 l/m3
Cemento	270.7 kg/m3
Hormigón	1919.58 kg/m3

Fuente: elaboración propia

Tabla 21

Diseño de mezcla por m3 de la cantera Nuevo Piura

Componentes	proporciones
Agua	169.87 l/m3
Cemento	283.44 kg/m3

Componentes	proporciones
Hormigón	1834.61 kg/m3

Fuente: elaboración propia

13. Ajustes realizados al diseño de mezcla

Rivva (1992) afirma que “finalizando el diseño de una mezcla de concreto, las proporciones calculadas para la unidad cubica de concreto deberán ser comprobadas por medio de mezclas de prueba preparadas en el laboratorio y ensayadas de acuerdo a los requerimientos de la norma ASTM C 192 o por medio de tandas preparadas bajo condiciones de obra” p. (237).

En merito a ello, luego de realizar la mezcla de prueba en el laboratorio del diseño de mezcla calculadas previamente, se hizo ajustes solo en la cantera Nuevo Piura ya que presenta demasiado agregado fino tal como se muestra en el ensayo granulométrico por ende tiende a requerir más agua en la mezcla, y a su vez no cumplían con los parámetros de diseño de la consistencia y asentamiento (SLUMP). Por lo que se tuvo los nuevos valores finales de diseño en estado seco que a continuación se muestra:

Tabla 22

Valores de diseño ajustados en estado seco de la cantera Nuevo Piura

Materiales	Cantidad	Peso especifico	volumen
Agua	198	1000	0.198
cemento	315.29	3150	0.1
Hormigón	1710.63	2490	0.687

Fuente: elaboración propia

Luego se volverá hacer las correcciones por humedad y aporte de agua, las cuales ya se explicaron en el numeral 11, y como resultado se tuvieron tal como se muestra en la tabla 23:

Tabla 23

Diseño de mezcla final por m3 de la cantera Nuevo Piura

Componentes	Proporciones
Agua	190.22 l/m3
Cemento	315.29 kg/m3
Hormigón	1757.84 kg/m3

Fuente: elaboración propia

Para la cantera Pachitea no se tuvo que realizar ningún ajuste ya que cumplió con el diseño establecido al momento de hacer los ensayos de prueba.

B. Diseño de mezcla del concreto de la combinación 75% del hormigón (cantera Pachitea) y 25% de reciclado

El procedimiento realizado para elaborar el concreto reciclado, fue de la misma manera que se hizo con el concreto patrón y a su vez se utilizó las mismas proporciones de diseño que se determinó en el concreto patrón como son el agua, cemento, tamaño máximo nominal, contenido de aire, relación agua-cemento que se obtuvieron de las tablas y ecuaciones matemáticas antes de ser corregidas por humedad u absorción.

En base a eso se calculó los volúmenes del hormigón y agregado reciclado para el diseño de mezcla.

1. Cálculo del hormigón

para poder hallar la cantidad de hormigón, se tiene que tener en cuenta que ya no será el 100% sino el 85% ya que el 15% se reemplazará por agregado reciclado, entonces se tendrá que restar un metro cubico menos la suma de la cantidad de agua, cemento y aire en volúmenes, que se calcularon en el concreto patrón y a eso multiplicarlo por el 85% que es lo que representa el hormigón en el diseño, tal como se muestra a continuación:

$$volumen\ del\ hormigón = [1 - (VOL.de\ agua + VOL.de\ cemento + VOL.de\ aire)] * 0.85$$

$$volumen\ del\ hormigón = [1 - (0.266)] * 0.85$$

$$volumen\ del\ hormigón = 0.6239\ m3$$

2. Cálculo del agregado reciclado

Para poder hallar el volumen de agregado reciclado , sabemos que es un reciclado global donde contiene agregado reciclado fino y agregado reciclado grueso, para ello se dividió en calcular los volúmenes por separado tanto para el fino y grueso y a su vez se tiene que saber

que el agregado reciclado fino representa un porcentaje del agregado reciclado global de la misma manera con el agregado reciclado grueso representa un porcentaje del agregado reciclado global, tal como se muestra a continuación:

$$reciclado\ fino = 24.3\%\ del\ agregado\ reciclado\ global$$

$$reciclado\ grueso = 75.7\%\ del\ agregado\ reciclado\ global$$

Teniendo estos valores ahora si podemos calcular el volumen de agregado reciclado tanto para el agregado reciclado fino y agregado reciclado grueso, sabiendo que representa un 15% de reemplazo en el agregado patrón, para lo cual se presenta la siguiente formula:

- $vol.recilado\ fino = [1 - (VOL.de\ agua + VOL.de\ cemento + VOL.de\ aire)] * 0.15 * 0.243$

$$vol.del\ recilado\ fino = [1 - (0.266)] * 0.15 * 0.243$$

$$vol.del\ recilado\ fino = 0.0267\ m3$$

- $vol.recilado\ grueso = [1 - (VOL.de\ agua + VOL.de\ cemento + VOL.de\ aire)] * 0.15 * 0.757$

$$vol.del\ recilado\ grueso = [1 - (0.266)] * 0.15 * 0.757$$

$$vol.del\ recilado\ grueso = 0.0833\ m3$$

Por lo tanto, los valores de agregado reciclado fino es 0.0267 m3 y agregado reciclado grueso es 0.0833 m3

3. Cálculo del diseño de mezcla en estado seco

En las tablas siguientes se muestra los valores de diseño en estado seco, de las nuevas proporciones calculadas del hormigón, reciclado grueso y fino, así como también de las demás que ya fueron calculadas anteriormente en el concreto patrón (agua, cemento):

Tabla 24

Valores de diseño en estado seco reemplazando un 15% de agregado reciclado en la composición del agregado global de la cantera Pachitea

Materiales	cantidad	Peso especifico	Volumen
Agua	170	1000	0.17
Cemento	270.7	3150	0.01
Hormigón	1603.423	2570	0.734
reciclado grueso	185.027	2220	0.0833
reciclado fino	55.6031	2080	0.02673

Fuente: elaboración propia

Sabemos que estos valores obtenidos no son los definitivos, ya que necesitan ser corregidos por el contenido de humedad propias de los agregados.

4. Corrección por humedad

4.1. Corrección de la cantidad de hormigón y reciclado por humedad

Dichas correcciones se harán tal cual se describió para el concreto patrón, empleando la misma fórmula de cálculo, tal como se describe a continuación:

- Hormigón:

$$peso\ humedo\ del\ hormigon = peso\ seco\ del\ hormigon * (\%\ humedad\ del\ hormigon + 1)$$

$$peso\ húmedo\ del\ hormigón = 1603.423 * (1.76\% + 1)$$

$$peso\ húmedo\ del\ hormigón = 1631.643\ kg/m3$$

- Reciclado grueso:

$$peso\ húmedo\ del\ rec.grueso = peso\ seco\ del\ rec.grueso * (\%\ humedad\ del\ rec.grueso + 1)$$

$$peso\ húmedo\ del\ rec.grueso = 185.027 * (2.74\% + 1)$$

$$peso\ húmedo\ del\ rec.grueso = 190.097\ kg/m3$$

- Reciclado fino:

$$peso\ húmedo\ del\ rec.fino = peso\ seco\ del\ rec.fino * (\%\ humedad\ del\ rec.fino + 1)$$

$$peso\ húmedo\ del\ rec.fino = 55.6031 * (2.04\% + 1)$$

$$peso\ húmedo\ del\ rec.fino = 56.7331\ kg/m3$$

Por lo tanto, luego de hacer las correcciones por humedad se tiene los nuevos valores para el hormigón 1631.643 kg/m3, reciclado fino 56.6031 kg/m3 y reciclado grueso 190.097 kg/m3.

4.2. Corrección del aporte de agua del hormigón y reciclado

Dichas correcciones se harán tal cual se describió para el concreto patrón, empleando la misma fórmula de cálculo, tal como se describe a continuación:

$$humedad\ superficial = \%humedad - \%absorcion$$

- hormigón:

$$humedad\ superficial = 1.76\% - 1.48\%$$

$$humedad\ superficial = 0.28\%$$

- reciclado grueso:

$$humedad\ superficial = 2.74 - 5.72\%$$

$$humedad\ superficial = -2.98\%$$

- reciclado fino:

$$humedad\ superficial = 2.04\% - 13.64\%$$

$$humedad\ superficial = -11.6\%$$

luego de tener la humedad superficial de cada material se procede a realizar la corrección del aporte de agua con la siguiente formula:

$$correccion\ de\ la\ estimacion\ de\ agua = peso\ seco\ del\ agregado * humedad\ superficial$$

- hormigón:

$$correcci\acute{o}n\ del\ aporte\ de\ agua = 1603.423 * 0.28\%$$

$$correcci\acute{o}n\ del\ aporte\ de\ agua = 4.49\ l/m3$$

- agregado grueso:

$$correcci\acute{o}n\ del\ aporte\ de\ agua = 185.0274 * -2.98\%$$

$$correcci\acute{o}n\ del\ aporte\ de\ agua = -5.51\ l/m3$$

- agregado fino:

$$correcci\acute{o}n\ del\ aporte\ de\ agua = 55.6031 * -11.6\%$$

$$correcci\acute{o}n\ del\ aporte\ de\ agua = -6.45\ l/m3$$

Luego de hacer las correcciones, el aporte de agua que necesita el hormigón su estado natural para añadir al concreto es de 4.49 l/m3 y para el agregado reciclado grueso se puede ver un valor negativo lo que indica que no existe agua libre en el agregado y por el contrario le falta un 5.51 l/m3 para encontrarse en la condición ideal (sss) de la misma manera para el agregado fino se necesita un 6.45 l/m3 para encontrarse en la condición ideal (sss).

Como resultado final la corrección del aporte de agua total estará dado por la suma de las correcciones del aporte de agua del hormigón, agregado reciclado grueso y fino tal como se muestra a continuación:

$$correcci\acute{o}n\ del\ aporte\ de\ agua\ total = 4.49 - 5.51 - 6.45$$

$$correccion\ del\ aporte\ de\ agua\ total = -7.47\ l/m3$$

4.3. Cálculo de la cantidad de agua efectiva

Se hará tal cual se explicó en el diseño de concreto patrón. Para mayor entendimiento se muestra la formula a continuación:

$$agua\ efectiva = estimacion\ de\ agua - correccion\ del\ aporte\ de\ agua\ total$$

$$agua\ efectiva = 170 - (-7.47)$$

$$agua\ efectiva = 177.47\ l/m3$$

Por lo tanto, estos valores son los que se utilizaran inicialmente en el diseño de mezcla del concreto reciclado para un reemplazo del 15% del reciclado.

5. Diseño de mezcla por metro cúbico

Luego de hacer las correcciones respectivas del agregado patrón como del reciclado, los valores finales se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 25

Diseño de mezcla por m3 del concreto de la combinación 85% del hormigón y 15% de reciclado

Componentes	proporciones
Agua	*177.47 l/m3*
Cemento	*270.7 kg/m3*
Hormigón	*1631.64 kg/m3*
reciclado grueso	*190.09 kg/m3*
reciclado fino	*56.73 kg/m3*

Fuente: elaboración propia

6. Ajustes realizados al diseño de mezcla

Luego de realizar la mezcla de prueba en el laboratorio del diseño de mezcla calculadas previamente, se hizo ajustes del agua en el diseño de mezcla ya que no cumplían con los parámetros de diseño de la consistencia y asentamiento (SLUMP). Por lo que se tuvo los nuevos valores finales que a continuación se muestra:

Tabla 26

Valores finales de diseño en estado seco de la combinación 85% del hormigón y 15% de reciclado

Componentes	proporciones
Agua	*199.00 l/m3*
Cemento	*270.7 kg/m3*

Componentes	proporciones
Hormigón	*1540.07 kg/m3*
reciclado grueso	*177.71 kg/m3*
reciclado fino	*53.40 kg/m3*

Fuente: elaboración propia

Luego se volverá hacer las correcciones por humedad y aporte de agua las cuales ya se explicaron en el numeral 5, y como resultado se tuvieron tal como se muestra en la tabla 27:

Tabla 27

Diseño de mezcla final por m3 del concreto de la combinación 85% del hormigón y 15% de reciclado

Componentes	proporciones
Agua	*206.17 l/m3*
Cemento	*270.7 kg/m3*
Hormigón	*1567.18 kg/m3*
reciclado grueso	*182.59 kg/m3*
reciclado fino	*54.50 kg/m3*

Fuente: elaboración propia

Para los demás diseños de mezclas que se describen líneas abajo con ciertos porcentajes de reciclado tanto de la cantera Pachitea como de Nuevo Piura se seguirán los mismos procedimientos y fórmulas descritas para el diseño de concreto patrón como el diseño de mezcla del concreto reemplazando un 15% de la cantera Pachitea que ya se describió líneas arriba. Es por ello que por cuestiones de resumen solo se presentaran los valores finales de las dosificaciones calculadas.

C. Diseño de mezcla del concreto de la combinación 75% del hormigón (cantera Pachitea) y 25% de reciclado

Tabla 28

Diseño de mezcla final por m3 del concreto de la combinación 75% del hormigón y 25% de reciclado

Componentes	proporciones
Agua	*208.48 l/m3*
Cemento	*270.7 kg/m3*
Hormigón	*1394.57 kg/m3*
reciclado grueso	*306.90 kg/m3*
reciclado fino	*91.60 kg/m3*

Fuente: elaboración propia

D. Diseño de mezcla del concreto de la combinación 75% del hormigón (Nuevo Piura) y 25% de reciclado

Tabla 29

Diseño de mezcla final por m3 del concreto Diseño de mezcla final por m3 del concreto de la combinación 75% del hormigón y 25% de reciclado

Componentes	proporciones
Agua	*214.75 l/m3*
Cemento	*315.29 kg/m3*
Hormigón	*1310.70 kg/m3*
reciclado grueso	*294.81 kg/m3*
reciclado fino	*87.99 kg/m3*

Fuente: elaboración propia

E. Diseño de mezcla del concreto de la combinación 75.39% de hormigón tal como viene de la cantera (Nuevo Piura) y 24.61% de reciclado grueso

Se decidió reemplazar cierto porcentaje de solo agregado reciclado grueso para la cantera nuevo Piura ya que según el ensayo granulométrico dicha cantera contiene mucho agregado fino y para contrarrestar su granulometría se decidió por solo reemplazar agregado reciclado grueso y ver de qué manera influye en su resistencia.

El procedimiento del diseño es el mismo que se hizo para los demás diseños establecidos y descritos anteriormente, por lo que se presenta los valores finales en la tabla siguiente:

Tabla 30

Diseño de mezcla final por m3 del concreto de la combinación 75.39% de hormigón tal como viene de la cantera y 24.61% de reciclado grueso

Componentes	proporciones
Agua	*213.21 l/m3*
Cemento	*331.21 kg/m3*
Hormigón tal como viene de la cantera	*1296.23 kg/m3*
reciclado grueso	*377.26 kg/m3*

Fuente: elaboración propia

En el caso de la cantera Pachitea se optó por mantener la cantidad de cemento para la elaboración de los concretos con determinado porcentaje de reciclado, ya que mantener la misma relación a/c para concreto con 15% de reciclado implicaba aumentar 46.18 kg (1.09 bls) de cemento por cada m3 de concreto a elaborar y para el concreto con 25% requería 36.62 kg (0.86 bls) adicional. Por ello también para la cantera Nuevo Piura en la elaboración de concreto con 25% de reciclado se mantuvo la cantidad de cemento que se utilizó para el patrón; de esa manera ver con cuál de las canteras y % de reciclado se obtiene mejores resultados bajo las mismas condiciones: manteniendo la cantidad de cemento, agregados como global natural y global reciclado.

En la combinación de 75.39% de hormigón (nuevo Piura) tal como viene de la cantera y 24.61% se optó por mantener la relación a/c respecto al patrón pues la cantidad de cemento a añadir por m3 de concreto era de 15.92 kg (0.37 bls) que comparado con lo que se iba agregar en los concretos con agregado de la cantera Pachitea y un % de reciclado es mínima.

3.4.2.7. Elaboración de la mezcla y verificación de slump

a. Herramientas

- Baldes
- Taras
- Palas
- Carretillas
- Cono de Abrams
- Varilla de acero
- Wincha

b. Equipos

- Mezcladora de concreto

3.4.2.7.1 Concretos Patrones

a) Mezcla de concreto con agregado de la cantera Pachitea

- Se procedió a pesar los materiales necesarios: Cemento, Hormigón y Agua.
- Mezclado de los materiales previamente pesados.
- Verificación del Slump.

b) Mezcla de concreto con agregado de la cantera Nuevo Piura

- Se procedió a pesar los materiales necesarios: Cemento, Hormigón, Agregado grueso necesario para cumplir con los estándares granulométricos, obtenido al zarandear el hormigón con la malla # 4 y el Agua
- Mezclado de los materiales previamente pesados.
- Verificación del Slump.

Figura 42

Pesado de los materiales y mezclado de los concretos patrones

PACHITEA	NUEVO PIURA
	

Fuente: Elaboración propia

Figura 43

Verificación de Slump de los concretos patrones

Con hormigón de la cantera Pachitea	Con hormigón de la cantera Nuevo Piura
	

Fuente: Elaboración propia

3.4.2.7.2 Concretos con determinado porcentaje de reciclado

a) Concretos elaborados con hormigón de la cantera Pachitea y un % de concreto reciclado

Se siguió el siguiente procedimiento:

- ✓ Se procedió a pesar los materiales necesarios:
  - Cemento
  - Hormigón
  - Agua
  - Concreto reciclado como global
- ✓ Mezclado de los materiales previamente pesados.
- ✓ Verificación del Slump.

Figura 44

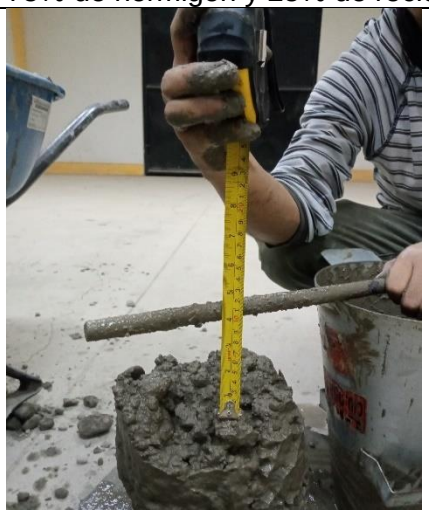
Realizando la mezcla con hormigón y concreto reciclado

85 % de hormigón y 15% reciclado	75% de hormigón y 25% de reciclado
   	       

Fuente: Elaboración propia

Figura 45

Verificación de Slump de la mezcla con hormigón y reiclado

85% de hormigón y 15% de reciclado	75% de hormigón y 25% de reciclado
	

Fuente: Elaboración propia

b) Concretos elaborados con hormigón de la cantera Nuevo Piura y un % de concreto reciclado

- **Con 25 % de concreto reciclado global**

Se siguió el siguiente procedimiento:

- ✓ Se procedió a pesar los materiales necesarios:
  - Cemento.
  - Hormigón tal como viene de la cantera.
  - Agregado grueso necesario para cumplir con los estándares granulométricos, obtenido al zarandear el hormigón con la malla # 4.
  - Concreto reciclado como global.
  - Agua.
- ✓ Mezclado de los materiales previamente pesados.
- ✓ Verificación del Slump.

- **Con 24.61 % de concreto grueso reciclado**

Dado que al tener un agregado natural al que se le corrigió su granulometría con agregado grueso proveniente del mismo. A este material con granulometría corregido ir reemplazándolo por reciclado se volvía un proceso tedioso, se optó por utilizar el hormigón tal como viene de la cantera y en vez de utilizar agregado grueso natural para corregir su granulometría se utilizó agregado grueso de concreto reciclado.

Se siguió el siguiente procedimiento:

- ✓ Se procedió a pesar los materiales necesarios:
  - Cemento.
  - Hormigón tal como viene de la cantera.
  - Agregado grueso reciclado necesario para cumplir con los estándares granulométricos.
  - Agua.
- ✓ Mezclado de los materiales previamente pesados.
- ✓ Verificación del Slump.

Figura 46

Realizando la mezcla con hormigón y concreto reciclado

75% de hormigón corregido y 25% reciclado	75.39% de hormigón y 24.61% de reciclado grueso
	

Fuente: Elaboración propia

Figura 47

Verificación del Slump

75% de hormigón corregido y 25% reciclado	75.39% de hormigón y 24.61% de reciclado grueso
	

Fuente: Elaboración propia

3.4.2.8. Moldeo y curado de probetas

3.4.2.8.1 Moldeo de Probetas

El llenado de las probetas se realiza en 3 capas, se coloca hormigón hasta cubrir la tercera parte de la altura del molde por cada capa. Una vez colocada cada capa, se la compacta con 25 golpes de la varilla, distribuidos uniformemente sobre la superficie.

a) Moldeo de probetas de los concretos patrones

Figura 48

Moldeo de probetas de los concretos patrones

Pachitea	**Nuevo Piura**
	

Fuente: Elaboración propia

b) Moldeo de probetas de los concretos con determinado porcentaje de reciclado

b.1) Moldeo de probetas del concreto elaborado con hormigón de la cantera Pachitea y un % de concreto reciclado

Figura 49

Moldeo de probetas con hormigón y concreto reciclado

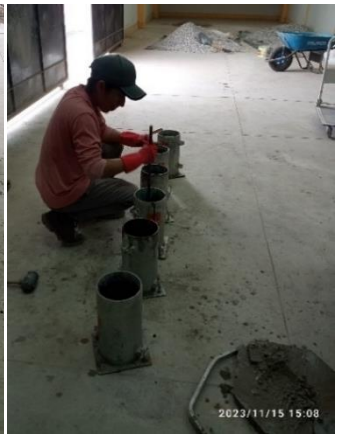
85 % de hormigón y 15% reciclado	75% de hormigón y 25% de reciclado
	 

Fuente: Elaboración propia

b.2) Concretos elaborados con hormigón de la cantera Nuevo Piura y un % de concreto reciclado

Figura 50

Moldeo de probetas con hormigón y concreto

75% de hormigón corregido y 25% reciclado	75.39% de hormigón y 24.61% de reciclado grueso
 	 

Fuente: Elaboración propia

3.4.2.8.2 Curado de Probetas

Figura 51

Realizando el curado de probetas

Concretos patrones	Con determinado % de reciclado
  	 

Fuente: Elaboración propia

3.4.2.9. Rotura de probetas

3.4.2.9.1 Rotura de probetas de los concretos patrones

a) Cantera Pachitea

Figura 52

Rotura de probetas en diferentes edades de curado

7 DÍAS	14 DÍAS	21 DÍAS	28 DÍAS
   	   	   	  

Fuente: Elaboración propia

Figura 53

Verificando el tipo de falla

7 DÍAS	14 DÍAS	21 DÍAS	28 DÍAS
			

Fuente: Elaboración propia

b) Cantera Nuevo Piura

Figura 54

Realizando la rotura de probetas

7 DÍAS	14 DÍAS	21 DÍAS	28 DÍAS
			



Fuente: Elaboración propia

Figura 55

Verificación de tipo de falla



Fuente: Elaboración propia

3.4.2.9.2 Rotura de probetas concretos con determinado porcentaje de reciclado

a) Rotura de probetas del concreto elaborado con hormigón de la cantera Pachitea y un % de concreto reciclado

- **Con 15%**

Figura 56

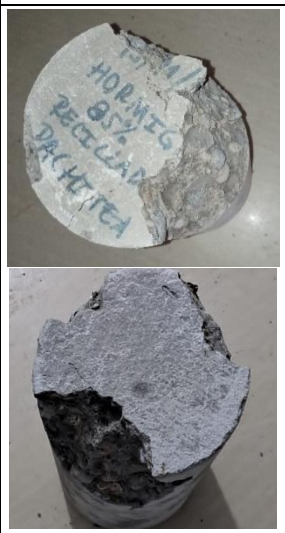
Realizando la ruptura de probetas

7 DÍAS	14 DÍAS	21 DÍAS	28 DÍAS
			

Fuente: Elaboración propia

Figura 57

Verificación del tipo de falla

7 DÍAS	14 DÍAS	21 DÍAS	28 DÍAS
			

Fuente: Elaboración propia

- **Con 25%**

Figura 58

Realizando la rotura de probetas

7 DÍAS	14 DÍAS	21 DÍAS	28 DÍAS
			



Fuente: Elaboración propia

Figura 59

Verificación del tipo de falla



Fuente: Elaboración propia

b) Rotura de probetas del concreto elaborado con hormigón de la cantera Nuevo Piura y un % de concreto reciclado

- **Con 25%**

Figura 60

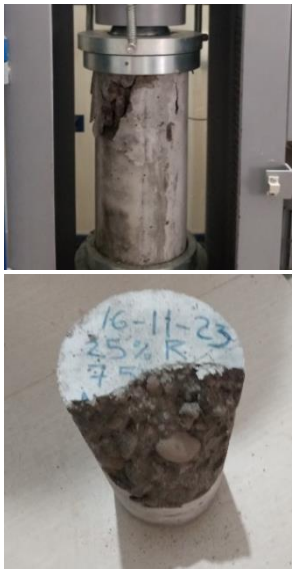
Realizando la rotura de probetas

7 DÍAS	14 DÍAS	21 DÍAS	28 DÍAS
			

Fuente: Elaboración propia

Figura 61

Verificación del tipo de falla

7 DÍAS	14 DÍAS	21 DÍAS	28 DÍAS
			

Fuente: Elaboración propia

- **Con 24.61% de reciclado grueso**

Figura 62

Realizando la rotura de probetas

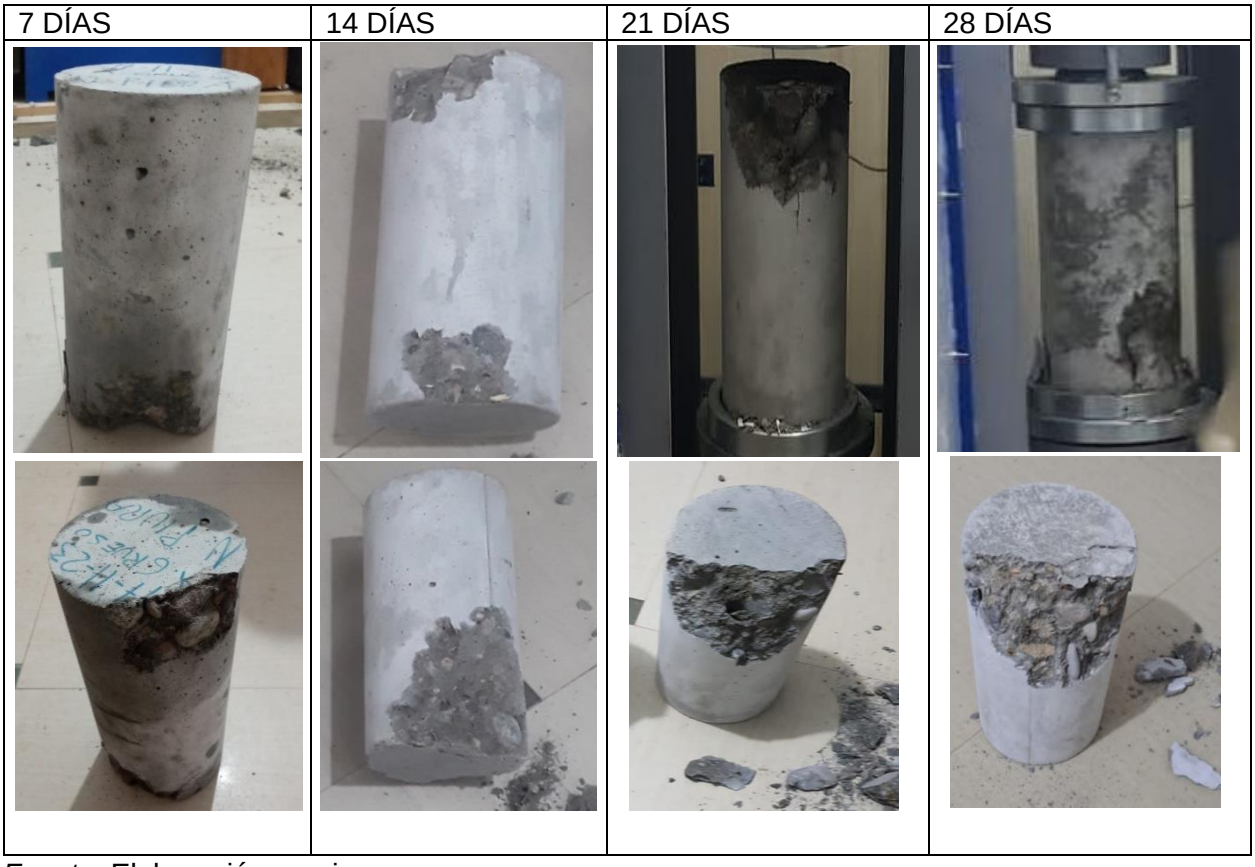
7 DÍAS	14 DÍAS	21 DÍAS	28 DÍAS
			



Fuente: elaboración propia

Figura 63

Verificando el tipo de falla



Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Características físicas de los agregados

Para poder determinar las características físicas se realizaron ensayos los cuales se describirán a continuación:

4.1.1 Contenido de humedad

Para calcular el porcentaje de humedad en su estado natural del hormigón, se siguió lo establecido en la norma técnica peruana 339.185 (2021), los resultados obtenidos de cada cantera y el reciclado se muestran a continuación:

A. Cantera Pachitea

Tabla 31

Contenido de humedad de la cantera Pachitea

ENSAYO	SÍMBOLO	MUESTRA 1	MUESTRA 2
Peso de la muestra húmeda	A	5104	5100
Peso de la muestra seca	B	5020	5008
Contenido de agua	A-B	84	92
Contenido de humedad	$\%H=\left(\frac{A-B}{B}\right)x100$	1.67	1.84
		Promedio %H= 1.76%	

Fuente: elaboración propia

B. Cantera nueva Piura

Tabla 32

Contenido de humedad de la cantera nuevo Piura

ENSAYO	SÍMBOLO	MUESTRA 1	MUESTRA 2
Peso de la muestra húmeda	A	5014	5025
Peso de la muestra seca	B	4880	4889
Contenido de agua	A-B	134	136
Contenido de humedad	$\%H=\left(\frac{A-B}{B}\right)x100$	2.74	2.78
		Promedio %H= 2.76%	

Fuente: elaboración propia

C. Reciclado

Tabla 33

Contenido de humedad del agregado grueso reciclado

ENSAYO	SÍMBOLO	MUESTRA 1
Peso de la muestra húmeda	A	1500
Peso de la muestra seca	B	1460
Contenido de agua	A-B	40
Contenido de humedad	$\%H=\left(\frac{A-B}{B}\right)x100$	2.74%

Fuente: elaboración propia

Tabla 34

Contenido de humedad del agregado fino reciclado

ENSAYO	SÍMBOLO	MUESTRA 1
Peso de la muestra húmeda	A	1000
Peso de la muestra seca	B	980
Contenido de agua	A-B	20
Contenido de humedad	$\%H=\left(\frac{A-B}{B}\right)x100$	2.04%

Fuente: elaboración propia

4.1.2 Granulometría

Se realizo el análisis granulométrico de acuerdo a la norma técnica peruana 400.037 (2018) y 400.012 (2018), los valores obtenidos se muestran en las tablas siguientes para cada cantera y el reciclado.

A. Cantera Pachitea.

Tabla 35

Análisis granulométrico del hormigón de la cantera Pachitea

Malla	Peso Retenido(gr)		Promedio del Peso retenido (gr)	% Retenido	% Retenido acumulado	% que pasa	Especificaciones		Control
	muestra 1	Muestra 2					mínimo	máximo	
2"	0	0	0	0	0	100	100	100	CUMPLE
1 1/2"	1575	311	943	7.62	7.62	92.38	95	100	NO CUMPLE
1"	2559	1357	1958	15.82	23.44	76.56			
3/4"	1397	1127	1262	10.20	33.64	66.36	45	80	CUMPLE
1/2"	1860	1219	1539.5	12.44	46.08	53.92			
3/8"	981	615	788	6.45	52.53	47.47			
N° 4	1970	1048	1509	12.19	64.72	35.28	25	50	CUMPLE
N° 8	1091	480	785.5	6.35	71.07	28.93			
N° 16	413	210	311.5	2.52	73.59	26.41			
N° 30	612	345	478.5	3.87	77.46	22.54	8	30	CUMPLE
N°50	1186	916	1051	8.49	85.95	14.05			
N° 100	786	505	645.5	5.22	91.17	8.83	0	8	NO CUMPLE
N° 200	675	283	479	3.87	95.04	4.96			
< N° 200	866	367	616.5	4.96	100	0.0			
TOTAL	15971	8783	12377	100	-	-	-	-	

Fuente: elaboración propia

De acuerdo a la Norma Técnica Peruana 400.037 (2018) se determinó el tamaño máximo y tamaño máximo nominal teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la tabla 35:

Tamaño máximo: 2”

Tamaño máximo nominal: 1 1/2”

Teniendo en cuenta el porcentaje retenido en cada uno de los tamices de la tabla 35 se pudo calcular la proporción de agregado grueso y fino que conforman el hormigón, los cuales se muestran en la siguiente tabla

Tabla 36

Porcentaje de agregado grueso y fino del hormigón

Agregado grueso	8009.5	64.71%
Agregado fino	4367.5	35.29%
Total	12377	100%

Fuente: elaboración propia

Para el agregado fino su módulo de fineza no debe ser menor de 2.3 ni mayor de 3.1 (NTP 400.037, 2018, p. 9), por ello teniendo en cuenta los valores obtenidos en la tabla 35 se elaboró la siguiente tabla:

Tabla 37

Módulo de fineza del agregado fino Pachitea

Malla	**Peso retenido (gr)**		**Promedio de peso (gr)**	**% retenido**	**% retenido acumulado**	**% que pasa**
	Muestra 1	**Muestra 2**				
3/8”	0	0	0	0	0	100
N° 4	1970	1048	1509	25.68	25.68	74.32
N° 8	1091	480	785.5	13.37	39.05	60.95
N° 16	413	210	311.5	5.3	44.35	55.65
N° 30	612	345	478.5	8.14	52.49	47.51

Malla	Peso retenido (gr)		Promedio de peso (gr)	% retenido	% retenido acumulado	% que pasa
	Muestra 1	Muestra 2				
N° 50	1186	916	1051	17.88	70.37	29.63
N° 100	786	505	645.5	10.98	81.35	18.65
N° 200	645	253	449	7.64	88.99	11.00
< N° 200	896	397	646.5	11	100	0
Total	7599	4154	5876.5	100	Módulo de fineza	3.1

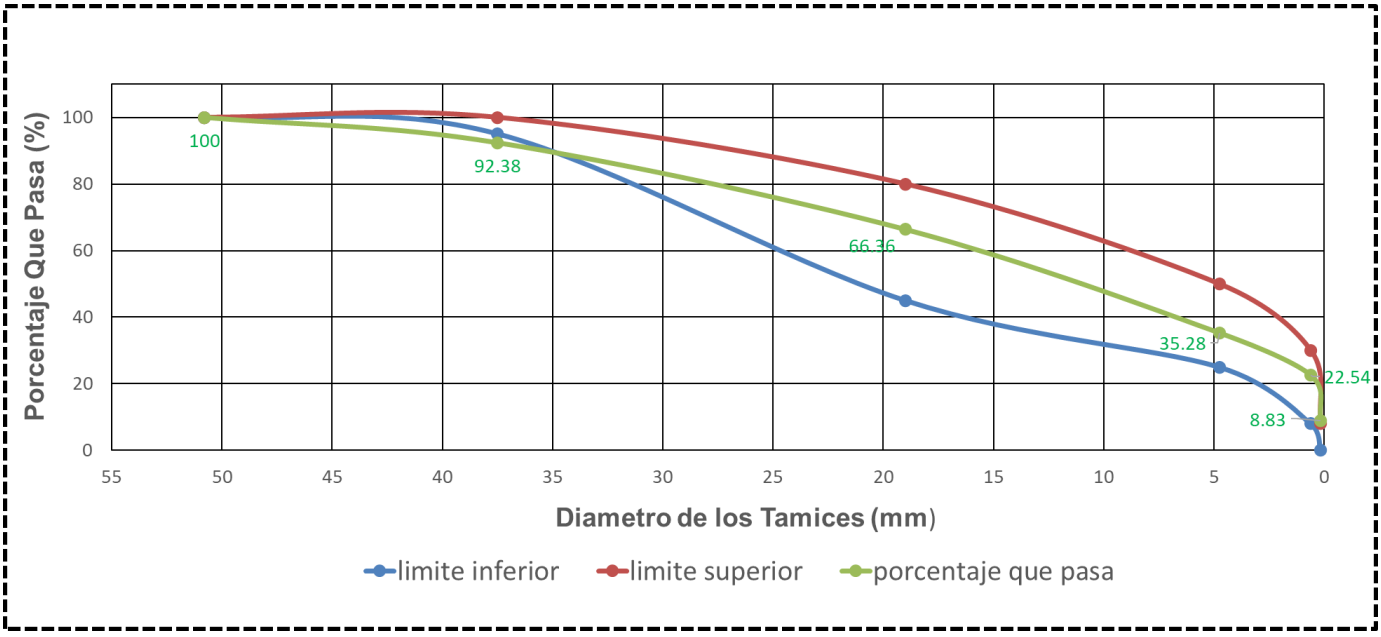
Fuente: elaboración propia

En la tabla 37 se calculó el módulo de fineza del agregado fino al sumar el porcentaje retenido acumulado desde el tamiz N° 4 hasta el N° 100 y dividirlo entre 100, cuyo resultado es 3.1. El cual se encuentra dentro de los límites establecidos por la NTP.

Teniendo en cuenta los limites mínimos y máximos del porcentaje que pasa establecidos en el anexo A (informativo) de la NTP 400.037 (2018) para agregado global, los cuales se presentaron en la tabla 35, se elaboró la curva granulométrica que se muestra a continuación:

Figura 64

Curva granulométrica del hormigón



Fuente: elaboración propia

De la curva granulométrica mostrada en la figura 64 podemos visualizar que la mayoría de los valores se encuentran dentro de los límites máximos y mínimos y los restantes están muy cercanos, considerándose permisibles. Por lo que se concluye que la granulometría de la cantera Pachitea cumple con los parámetros granulométricos establecidos en la Norma Técnica Peruana 400.037 (2018).

B. Cantera nueva Piura.

Tabla 38

Análisis granulométrico del hormigón de la cantera Nuevo Piura

Malla	Peso Retenido(gr)		Promedio del Peso retenido (gr)	% retenido	% retenido acumulado	% que pasa	Especificaciones		Control
	Muestra 1	Muestra 2					mínimo	máximo	
2"	0	0	0	0	0	100	100	100	CUMPLE
1 1/2"	0	0	0	0	0	100	95	100	CUMPLE
1"	884	622	753	7.82	7.82	92.18			
3/4"	760	675	717.5	7.45	15.27	84.73	45	80	NO CUMPLE
1/2"	1302	858	1080	11.22	26.49	73.51			
3/8"	538	397	467.5	4.85	31.34	68.66			
N° 4	792	587	689.5	7.16	38.5	61.5	25	50	NO CUMPLE
N° 8	374	289	331.5	3.44	41.94	58.06			
N° 16	199	154	176.5	1.83	43.67	56.23			
N° 30	506	389	447.5	4.65	48.42	51.58	8	30	NO CUMPLE
N°50	4227	3257	3742	38.86	87.28	12.72			
N° 100	778	632	705	7.32	94.60	5.4	0	8	CUMPLE
N° 200	285	215	250	2.60	97.20	2.8			
< N° 200	307	232	269.5	2.8	100	0.0			
TOTAL	10952	8307	9629.5	100	-	-	-	-	

Fuente: elaboración propia

De acuerdo a la Norma Técnica Peruana 400.037 (2018) se determinó el tamaño máximo y tamaño máximo nominal teniendo en cuenta los resultados obtenidos en la tabla 38:

Tamaño máximo: 11/2”

Tamaño máximo nominal: 1”

Teniendo en cuenta el porcentaje retenido en cada uno de los tamices de la tabla 38 se pudo calcular la proporción de agregado grueso y fino que conforman el hormigón, los cuales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 39

Porcentaje de agregado grueso y fino del hormigón

Agregado grueso	3707.5	38.5%
Agregado fino	5922	61.5%
Total	9629.5	100%

Fuente: elaboración propia

En la tabla 38 podemos visualizar que el hormigón tal como viene de la cantera no está dentro de los limites mínimos y máximos del porcentaje que debe pasar en cada tamiz. Esto se debe a que hay un déficit de gruesos tal como se evidencia en el tamiz N° 4, el porcentaje que pasa en este tamiz es mayor al límite máximo. Luego de determinar está deficiencia se calculó la cantidad de agregado grueso adicional (obtenido al zarandear con el tamiz N° 4) necesario para corregir la granulometría.

A continuación, se muestra el peso retenido inicial en cada tamiz, la cantidad adicional y el nuevo retenido:

Tabla 40

Agregado grueso adicional y nuevos retenidos en cada tamiz

Malla	Muestra 1			Muestra 2		
	Peso Retenido Inicial (gr)	**Cantidad adicional (gr)**	**Peso Retenido Corregido (gr)**	**Peso Retenido Inicial (gr)**	**Cantidad adicional (gr)**	**Peso Retenido Corregido (gr)**
2"	0	0	0	0	0	0
1 1/2"	0	0	0	0	0	0
1"	884	751.4	1635.4	622	528.7	1150.7
3/4"	760	646	1406	675	573.75	1248.75
1/2"	1302	1106.7	2408.7	858	729.3	1587.3
3/8"	538	457.3	995.3	397	337.45	734.45
N° 4	792	673.2	1465.2	587	498.95	1085.95
TOTAL	4276	3634.6		3139	2668.15	

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta la tabla 38 y la tabla 40 se presenta la granulometría corregida en la siguiente tabla:

Tabla 41

Granulometría corregida Nuevo Piura

Malla	Peso Retenido (gr)		Promedio del Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% que pasa	Especificaciones		Control
	Muestra 1	Muestra 2					Mínimo	Máximo	
2"	0	0	0	0	0	100	100	100	CUMPLE
1 1/2"	0	0	0	0	0	100	95	100	CUMPLE
1"	1635.4	1150.7	1393.05	10.9	10.9	89.10			
3/4"	1406	1248.75	1327.38	10.39	21.29	78.71	45	80	CUMPLE
1/2"	2408.7	1587.3	1998	15.63	36.92	63.08			
3/8"	995.3	734.45	864.88	6.77	43.69	56.31			
N° 4	1465.2	1085.95	1275.58	9.98	53.67	46.33	25	50	CUMPLE
N° 8	374	289	331.5	2.59	56.26	43.74			
N° 16	199	154	176.5	1.38	57.64	42.36			
N° 30	506	389	447.5	3.5	61.14	38.86	8	30	NO CUMPLE
N°50	4227	3257	3742	29.28	90.42	9.58			
N° 100	778	632	705	5.52	95.94	4.06	0	8	CUMPLE
N° 200	285	215	250	1.96	97.9	2.10			
< N° 200	307	232	269.5	2.11	100	0.00			
TOTAL	14586.6	10975.15	12780.89	100.00					

Fuente: Elaboración propia.

De las tablas 38 y 40 obtenemos el total de hormigón tal como viene de la cantera y el total de agregado grueso adicional de cada muestra. En la siguiente tabla se calcula los porcentajes que representan cada componente:

Tabla 42

Peso total del agregado grueso adicional y hormigón corregido

Componentes	Muestra 1		Muestra 2		% promedio
	Peso (gr)	% que representa	Peso (gr)	% que representa	
Total, de hormigón tal como viene de la cantera	10952	75.08	8307	75.69	75.39
Total, de agregado grueso adicional	3634.6	24.92	2668.15	24.31	24.61
Total, de hormigón corregido	14586.6	100	10975.15	100	100

Fuente: elaboración propia

El porcentaje promedio determina las proporciones tanto de agregado tal como viene de la cantera y el agregado grueso adicional. Los cuales se tendrán en cuenta para las dosificaciones en el diseño de mezcla.

En el agregado fino su módulo de fineza no debe ser menor de 2.3 ni mayor de 3.1 (NTP 400.037, 2018, p. 9), por ello teniendo en cuenta los valores obtenidos en la tabla 41 se elaboró la siguiente tabla:

Tabla 43

Módulo de fineza del agregado fino de la granulometría corregida

Malla	Peso retenido (gr)		Promedio de peso (gr)	% retenido	% Retenido acumulado	% que pasa
	Muestra 1	Muestra 2				
3/8"	0	0	0	0	0	100
N° 4	1465.2	1085.95	1275.98	17.72	17.72	82.28
N° 8	374	289	331.5	4.61	22.33	77.67
N° 16	199	154	176.5	2.45	24.78	75.22

Malla	Peso retenido (gr)		Promedio de peso (gr)	% retenido	% Retenido acumulado	% que pasa
	Muestra 1	Muestra 2				
N° 30	506	389	447.5	6.22	31	69
N°50	4227	3257	3742	51.99	82.99	17.01
N° 100	778	632	705	9.79	92.78	7.22
N° 200	285	215	250	3.47	96.25	3.75
< N° 200	307	232	269.5	3.74	100	
Total	8141.2	6253.95	7197.58	100	Módulo de fineza	2.72

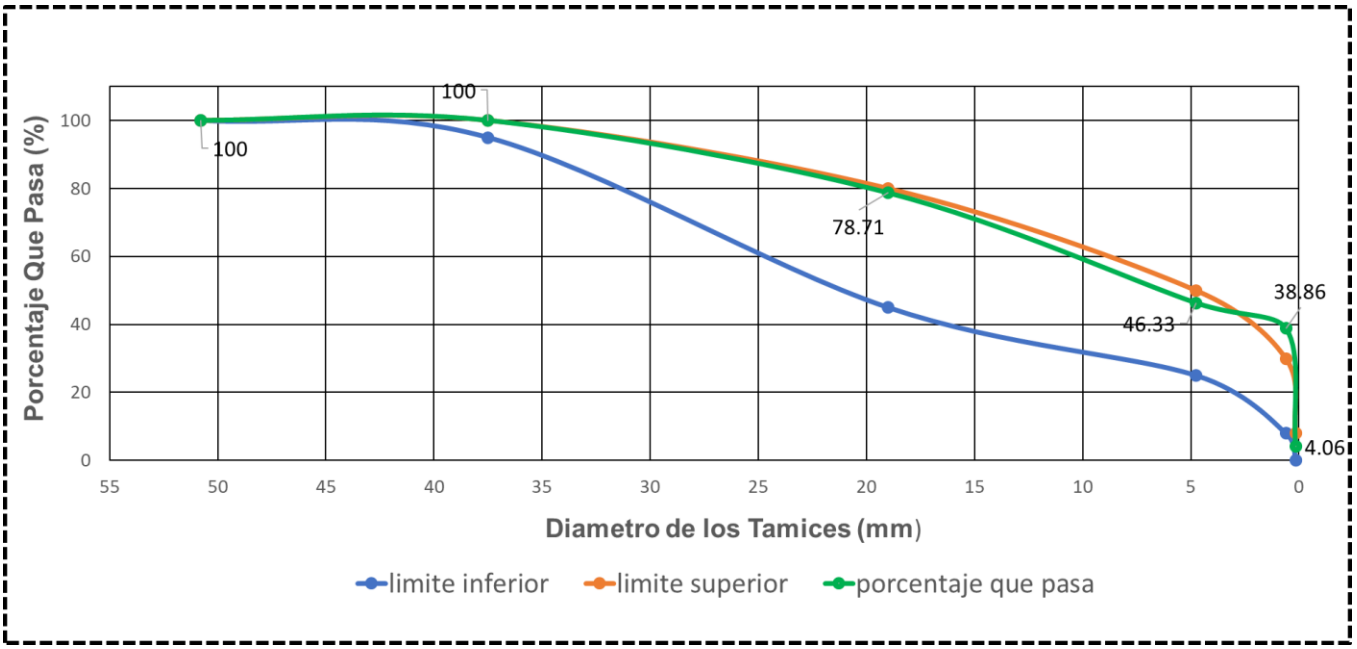
Fuente: elaboración propia

En la tabla 43 se calculó el módulo de fineza del agregado fino al sumar el porcentaje retenido acumulado desde el tamiz N° 4 hasta el N° 100 y dividirlo entre 100, cuyo resultado es 2.72. El cual se encuentra dentro de los límites establecidos por la NTP.

Teniendo en cuenta los limites mínimos y máximos del porcentaje que pasa establecidos en el anexo A (informativo) de la NTP 400.037 (2018) para agregado global, los cuales se presentaron en la tabla 41, se elaboró la curva granulométrica que se muestra a continuación:

Figura 65

Curva granulométrica del hormigón corregido



Fuente: elaboración propia

De la curva granulométrica mostrada en la figura 65 podemos visualizar que la mayoría de los valores se encuentran dentro de los límites máximos y mínimos y el restante es muy cercano, considerándose permisible. Por lo que se concluye que la granulometría de la cantera Nuevo Piura cumple con los parámetros granulométricos establecidos en la Norma Técnica Peruana 400.037 (2018).

C. Reciclado

Luego ser triturado se procedió a medir el volumen de grueso y fino que conforma el reciclado, resultando 75.72% de grueso y 24.28% de fino. La fracción gruesa está conformada por dos porciones una TMN 3/4” (31.42%) y la otra de TMN 1/2” (44.28%), y teniendo en cuenta que 1 balde de la porción cuyo TMN 3/4” pesa aproximadamente 23.94 kg, 1 balde de la porción de TMN 1/2” pesa 22.80 kg y 1 balde de la fracción fina pesa 26.42 kg, se procedió a tomar las muestras para realizar el análisis granulométrico del reciclado como global y de solamente reciclado grueso.

- **Granulometría del reciclado como global**

Luego de tamizar las muestras de reciclado gruesas y finas, se determinó los retenidos en cada tamiz, retenidos acumulados y porcentaje que pasa como global. Los cuales se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 44

Retenidos y porcentajes que pasan del reciclado global

Malla	Peso Retenido (gr)		Promedio del Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% que pasa
	muestra 1	muestra 2				
2"	0	0	0	0	0	100
1 1/2"	0	0	0	0	0	100
1"	100	160	130	1.16	1.16	98.84
3/4"	3900	1920	2910	25.94	27.1	72.9
1/2"	2660	1760	2210	19.71	46.81	53.19
3/8"	1420	880	1150	10.25	57.06	42.94
N° 4	2160	1920	2040	18.19	75.25	24.75
N° 8	1080	1000	1040	9.27	84.52	15.48

Malla	Peso Retenido (gr)		Promedio del Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% que pasa
	muestra 1	muestra 2				
N° 16	480	540	510	4.55	89.07	10.93
N° 30	280	380	330	2.94	92.01	7.99
N°50	340	500	420	3.74	95.75	4.25
N° 100	160	260	210	1.87	97.62	2.38
N° 200	60	80	70	0.62	98.24	1.76
< N° 200	162	232	197	1.76	100	0
TOTAL	12802	9632	11217	100		

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la Norma Técnica Peruana 400.037 (2018) se determinó el tamaño máximo y tamaño máximo nominal teniendo en cuenta los resultados obtenidos:

Tamaño máximo: 1 1/2”

Tamaño máximo nominal: 3/4”

En el agregado fino su módulo de fineza no debe ser menor de 2.3 ni mayor de 3.1 (NTP 400.037, 2018, p. 9), por ello teniendo en cuenta los valores obtenidos en la tabla 44 se elaboró la siguiente tabla:

Tabla 45

Módulo de fineza del agregado fino reciclado

Malla	Peso Retenido (gr)		Promedio Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% que pasa
	Muestra 1	Muestra 2				
3/8"	0	0	0	0	0	100
N° 4	2160	1920	2040	42.35	42.35	57.65
N° 8	1080	1000	1040	21.59	63.94	36.06
N° 16	480	540	510	10.59	74.53	25.47
N° 30	280	380	330	6.85	81.38	18.62
N°50	340	500	420	8.72	90.1	9.9
N° 100	160	260	210	4.36	94.46	5.54
N° 200	60	80	70	1.45	95.91	4.09
< N° 200	162	232	197	4.09	100	
TOTAL:	4722	4912	4817	100	Módulo de fineza	4.47

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 45 se calculó el módulo de fineza del agregado fino al sumar el porcentaje retenido acumulado desde el tamiz N° 4 hasta el N° 100 y dividirlo entre 100, cuyo resultado es 4.47. El cual no se encuentra dentro de los límites establecidos por la NTP. Así mismo el M.F influye en la trabajabilidad y resistencia por ello no se optó por utilizar el 100% de reciclado.

- **Granulometría de reciclado grueso**

En procedimientos se manifestó que se evaluara un diseño de mezcla en el que se utilizara hormigón tal como viene de la cantera y agregado grueso reciclado en vez del agregado grueso natural necesario para cumplir con los estándares granulométricos. Se cálculo los porcentajes retenidos y porcentajes que pasan en cada tamiz del agregado grueso reciclado, los cuales servirán más adelante para calcular granulometría combinada del hormigón y reciclado grueso. A continuación, se presenta los valores de retenidos y porcentajes que pasan del reciclado grueso.

Tabla 46

Granulometría de reciclado grueso

Malla	Peso Retenido (gr)		Promedio del Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% que pasa
	Muestra 1	Muestra 2				
2"	0	0	0	0	0	100
1 1/2"	0	0	0	0	0	100
1"	48.55	97.61	73.08	2.15	2.15	97.85
3/4"	1893.34	1171.35	1532.35	45.05	47.20	52.80
1/2"	1291.35	1073.74	1182.55	34.77	81.97	18.03
3/8"	689.37	536.87	613.12	18.03	100	0.00
TOTAL:	3922	2879	3401	100		

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la Norma Técnica Peruana 400.037 (2018) se determinó el tamaño máximo y tamaño máximo nominal teniendo en cuenta los resultados obtenidos:

Tamaño máximo: 1 1/2”

Tamaño máximo nominal: 3/4”

- **Para la combinación de hormigón y reciclado**

Como el agregado global natural y el reciclado tiene diferentes pesos específicos se calculó los porcentajes retenidos y porcentajes que pasan en cada tamiz de forma independiente de acuerdo al % utilizado de cada agregado, para luego sumarlos y obtener la granulometría combinada.

Para los agregados combinados se tuvo las mismas consideraciones que se utilizó para el análisis granulométrico de los agregados naturales (hormigón), ya que en los agregados combinados hay un predominio (mayor cantidad) de hormigón que de reciclados

D. Reciclado combinado con cantera nuevo Piura

Combinación 75% de hormigón y 25% de reciclado global

A los porcentajes retenidos acumulados y porcentajes que pasan descritos en las tablas 41 y 44 los multiplicamos por 0.75 y 0.25 respectivamente, al sumar los valores obtenidos al multiplicarlos se encuentra los retenidos acumulados combinados y porcentajes que pasan combinados. Los cuales se muestran a continuación:

Tabla 47

Granulometría de la combinación 75% - 25%

Malla	Global corregido natural al 75% (hormigón)		Reciclado al 25%		% retenido acumulado combinado	% que pasa combinado	Especificaciones		Control
	% Retenido Acumulado	% que pasa	% Retenido Acumulado	% que pasa			Mínimo	Máximo	
2"	0	75	0	25	0	100	100	100	CUMPLE
1 1/2"	0	75	0	25	0	100	95	100	CUMPLE
1"	8.17	66.83	0.29	24.71	8.46	91.54			
3/4"	15.96	59.04	6.78	18.22	22.74	77.26	45	80	CUMPLE
1/2"	27.68	47.32	11.71	13.29	39.39	60.61			
3/8"	32.76	42.24	14.27	10.73	47.03	52.97			
N° 4	40.25	34.75	18.82	6.18	59.07	40.93	25	50	CUMPLE
N° 8	42.2	32.8	21.14	3.86	63.34	36.66			
N° 16	43.24	31.76	22.28	2.72	65.52	34.48			
N° 30	45.87	29.13	23.02	1.98	68.89	31.11	8	30	NO CUMPLE
N°50	67.83	7.17	23.96	1.04	91.79	8.21			
N° 100	71.97	3.03	24.43	0.57	96.4	3.60	0	8	CUMPLE
N° 200	73.44	1.56	24.59	0.41	98.03	1.97			
< N° 200	75	0.00	25.00	0.00	100.00	0.00			

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la Norma Técnica Peruana 400.037 (2018) se determinó el tamaño máximo y tamaño máximo nominal teniendo en cuenta los resultados obtenidos:

Tamaño máximo: 1 1/2”

Tamaño máximo nominal: 1”

En el agregado fino su módulo de fineza no debe ser menor de 2.3 ni mayor de 3.1 (NTP 400.037, 2018, p. 9), por ello teniendo en cuenta los valores obtenidos en las tablas 43 y 45 se elaboró la siguiente tabla:

Tabla 48

Cálculo del módulo de fineza de la combinación 75% fino natural – 25% fino reciclado

Malla	Fino natural al 75%		Fino Reciclado al 25%		Fino Combinado	
	% Retenido Acumulado	% que pasa	% Retenido Acumulado	% que pasa	% Retenido Acumulado	% que pasa
3/8"	0.00	75.00	0.00	25.00	0.00	100.00
N° 4	13.29	61.71	10.59	14.41	23.88	76.12
N° 8	16.75	58.25	15.99	9.01	32.73	67.27
N° 16	18.59	56.41	18.63	6.37	37.22	62.78
N° 30	23.25	51.75	20.34	4.66	43.59	56.41
N°50	62.24	12.76	22.52	2.48	84.76	15.24
N° 100	69.59	5.41	23.61	1.39	93.20	6.80
N° 200	72.19	2.81	23.98	1.02	96.17	3.83
< N° 200	75.00	0.00	25.00	0.00	100.00	100.00
					Módulo de fineza	3.1

Fuente: Elaboración propia.

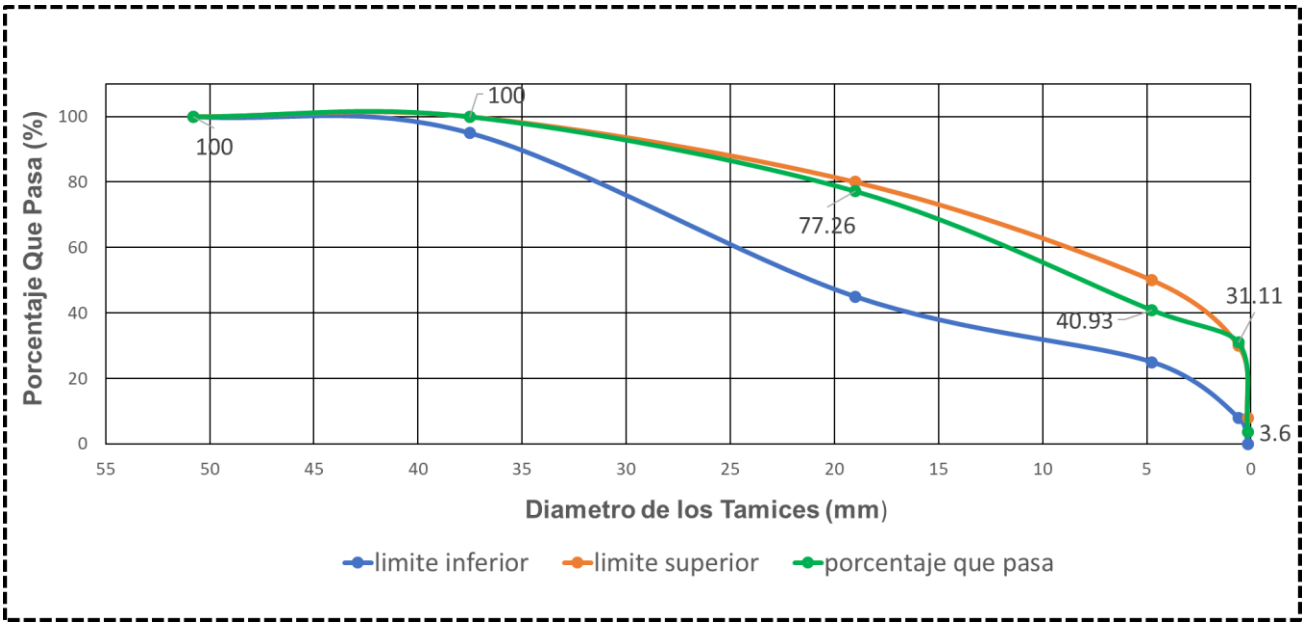
En la tabla 48 se calculó el módulo de fineza del agregado fino al sumar el porcentaje retenido acumulado desde el tamiz N° 4 hasta el N° 100 y dividirlo entre 100, cuyo resultado es 3.1. El cual se encuentra dentro de los límites establecidos por la NTP.

Teniendo en cuenta los limites mínimos y máximos del porcentaje que pasa establecidos en el anexo A (informativo) de la NTP 400.037 (2018) para agregado global, con los valores y

parámetros que se presentaron en la tabla 47, se elaboró la curva granulométrica que se muestra a continuación:

Figura 66

Curva granulométrica de la combinación 75% hormigón – 25% reciclado



Fuente: Elaboración propia

De la curva granulométrica mostrada en la figura 66 podemos visualizar que la mayoría de los valores se encuentran dentro de los límites máximos y mínimos y el restante es muy cercano, considerándose permisible. Por lo que se concluye que la granulometría de la combinación 75% de hormigón con granulometría corregida y 25% de reciclado cumple con los parámetros granulométricos establecidos en la Norma Técnica peruana 400.037 (2018).

Combinación 75.39% de hormigón y 24.61% de reciclado grueso

A los porcentajes retenidos acumulados y porcentajes que pasan descritos en las tablas 38 y 46 los multiplicamos por 0.75386 y 0.24614 respectivamente, al sumar los valores obtenidos al multiplicarlos se encuentra los retenidos acumulados combinados y porcentajes que pasan combinados. Los cuales se muestran a continuación:

Tabla 49

Granulometría de la combinación 75.39% - 24.61%

Malla	Global natural al 75.39% (hormigón)		Grueso reciclado al 24.61%		% retenido acumulado combinado	% que pasa combinado	Especificaciones		Control
	% Retenido Acumulado	% que pasa	% Retenido Acumulado	% que pasa			Mínimo	Máximo	
2"	0	75.39	0	24.61	0	100	100	100	CUMPLE
1 1/2"	0	75.39	0	24.61	0	100	95	100	CUMPLE
1"	5.90	69.49	0.53	24.08	6.43	93.57			
3/4"	11.51	63.88	11.62	12.99	23.13	76.87	45	80	CUMPLE
1/2"	19.97	55.42	20.18	4.43	40.15	59.85			
3/8"	23.63	51.76	24.61	0	48.24	51.76			
N° 4	29.03	46.36	24.61	0	53.64	46.36	25	50	CUMPLE
N° 8	31.62	43.77	24.61	0	56.23	43.77			
N° 16	33.00	42.39	24.61	0	57.61	42.39			
N° 30	36.51	38.88	24.61	0	61.12	38.88	8	30	NO CUMPLE
N°50	65.80	9.59	24.61	0	90.41	9.59			
N° 100	71.32	4.07	24.61	0	95.93	4.07	0	8	CUMPLE
N° 200	73.28	2.11	24.61	0	97.89	2.11			
< N° 200	75.386	0			100	0			

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la Norma Técnica Peruana 400.037 (2018) se determinó el tamaño máximo y tamaño máximo nominal teniendo en cuenta los resultados obtenidos:

Tamaño máximo: 1 1/2” **Tamaño máximo nominal: 1”**

En el agregado fino su módulo de fineza no debe ser menor de 2.3 ni mayor de 3.1 (NTP 400.037, 2018, p. 9), como al hacer la combinación el agregado fino lo conforma solo el fino natural tal como viene de la cantera se tuvo en cuenta los valores obtenidos en la tabla 38 para calcular su módulo de fineza, para lo cual se elaboró la siguiente tabla:

Tabla 50

Cálculo del módulo de fineza del fino conformante del hormigón tal como viene de la cantera

Malla	Peso Retenido (gr)		Promedio Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% que pasa
	Muestra 1	Muestra 2				
3/8"	0	0	0	0	0	100
N° 4	792	587	689.5	10.43	10.43	89.57
N° 8	374	289	331.5	5.01	15.44	84.56
N° 16	199	154	176.5	2.67	18.11	81.89
N° 30	506	389	447.5	6.77	24.88	75.12
N°50	4227	3257	3742	56.6	81.48	18.52
N° 100	778	632	705	10.66	92.14	7.86
N° 200	285	215	250	3.78	95.92	4.08
< N° 200	307	232	269.5	4.08	100	
TOTAL:	7468	5755	6611.5	100	Módulo fineza	2.42

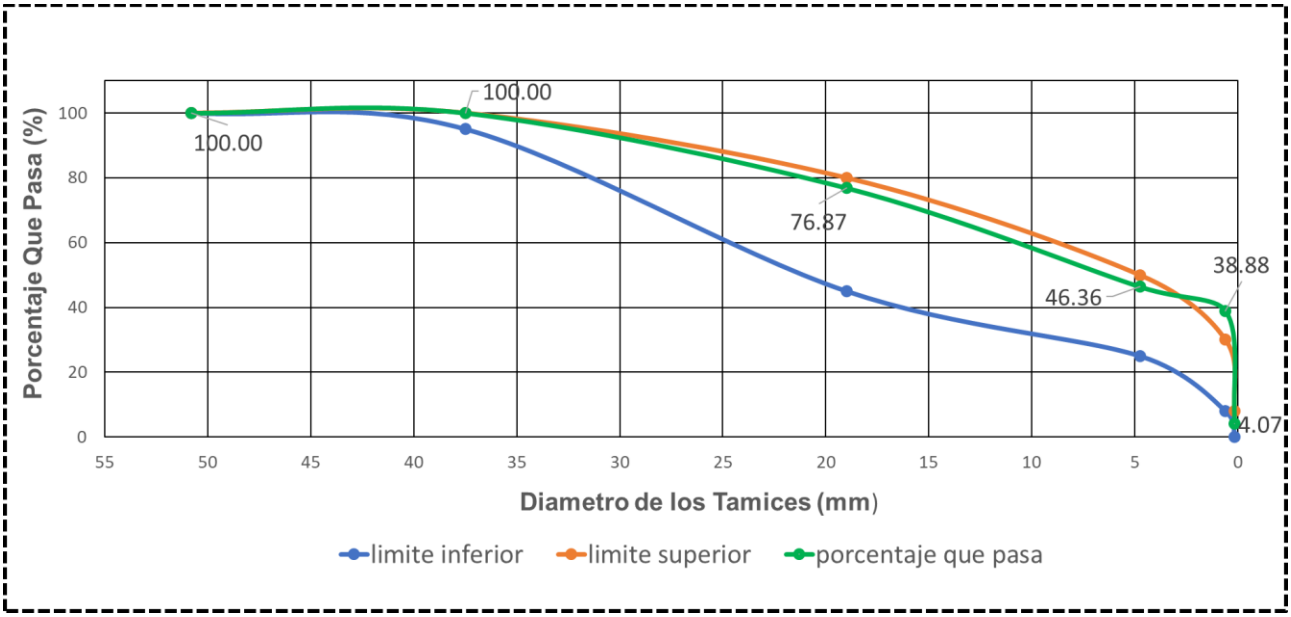
Fuente: Elaboración propia

En la tabla 50 se calculó el módulo de fineza del agregado fino al sumar el porcentaje retenido acumulado desde el tamiz N° 4 hasta el N° 100 y dividirlo entre 100, cuyo resultado es 2.42. El cual se encuentra dentro de los límites establecidos por la NTP.

Teniendo en cuenta los limites mínimos y máximos del porcentaje que pasa establecidos en el anexo A (informativo) de la NTP 400.037 (2018) para agregado global, con los valores y parámetros que se presentaron en la tabla 49, se elaboró la curva granulométrica que se muestra a continuación:

Figura 67

Curva granulométrica de la combinación 75.39% hormigón – 24.61 % reciclado grueso



Fuente: Elaboración propia.

De la curva granulométrica mostrada en la figura 67 podemos visualizar que la mayoría de los valores se encuentran dentro de los límites máximos y mínimos y el restante es muy cercano, considerándose permisible. Por lo que se concluye que la granulometría de la combinación 75.39% de hormigón con granulometría corregida y 24.61% de grueso reciclado cumple con los parámetros granulométricos establecidos en la Norma Técnica peruana 400.037 (2018).

E. Reciclado combinado con cantera Pachitea

Combinación 85% de hormigón y 15% de reciclado global

A los porcentajes retenidos acumulados y porcentajes que pasan descritos en las tablas 35 y 44 los multiplicamos por 0.85 y 0.15 respectivamente, al sumar los valores obtenidos al multiplicarlos se encuentra los retenidos acumulados combinados y porcentajes que pasan combinados. Los cuales se muestran a continuación:

Tabla 51

Granulometría de la combinación 85% - 15%

Malla	Global natural al 85% (hormigón)		Reciclado al 15%		% retenido acumulado combinado	% que pasa combinado	Especificaciones		Control
	% Retenido Acumulado	% que pasa	% Retenido Acumulado	% que pasa			Mínimo	Máximo	
2"	0	85	0	15	0	100	100	100	CUMPLE
1 1/2"	6.48	78.52	0	15	6.48	93.52	95	100	NO CUMPLE
1"	19.93	65.07	0.17	14.83	20.1	79.9			
3/4"	28.6	56.4	4.06	10.94	32.66	67.34	45	80	CUMPLE
1/2"	39.17	45.83	7.02	7.98	46.19	53.81			
3/8"	44.65	40.35	8.56	6.44	53.21	46.79			
N° 4	55.01	29.99	11.29	3.71	66.3	33.7	25	50	CUMPLE
N° 8	60.4	24.6	12.68	2.32	73.08	26.92			
N° 16	62.54	22.46	13.36	1.64	75.9	24.1			
N° 30	65.83	19.17	13.8	1.2	79.63	20.37	8	30	CUMPLE
N°50	73.05	11.95	14.36	0.64	87.41	12.59			
N° 100	77.48	7.52	14.64	0.36	92.12	7.88	0	8	CUMPLE
N° 200	80.56	4.44	14.73	0.27	95.29	4.71			
< N° 200	85	0	15	0	100	0.00			

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la Norma Técnica Peruana 400.037 (2018) se determinó el tamaño máximo y tamaño máximo nominal teniendo en cuenta los resultados obtenidos:

Tamaño máximo: 2”

Tamaño máximo nominal: 1 1/2”

En el agregado fino su módulo de fineza no debe ser menor de 2.3 ni mayor de 3.1 (NTP 400.037, 2018, p. 9), por ello teniendo en cuenta los valores obtenidos en la tabla 37 y tabla 45 se elaboró la siguiente tabla:

Tabla 52

Cálculo del módulo de fineza de la combinación 85% fino natural – 15% fino reciclado

Malla	Fino natural al 85%		Fino Reciclado al 15%		Fino Combinado	
	% Retenido Acumulado	% que pasa	% Retenido Acumulado	% que pasa	% Retenido Acumulado	% que pasa
3/8"	0	85	0	15	0	100
N° 4	21.83	63.17	6.35	8.65	28.18	71.82
N° 8	33.19	51.81	9.59	5.41	42.78	57.22
N° 16	37.69	47.31	11.18	3.82	48.87	51.13
N° 30	44.62	40.38	12.21	2.79	56.83	43.17
N°50	59.82	25.18	13.52	1.48	73.34	26.66
N° 100	69.15	15.85	14.17	0.83	83.32	16.68
N° 200	75.65	9.35	14.39	0.61	90.04	9.96
< N° 200	85	0	15	0	100	0
Módulo de fineza						3.33

Fuente: Elaboración propia.

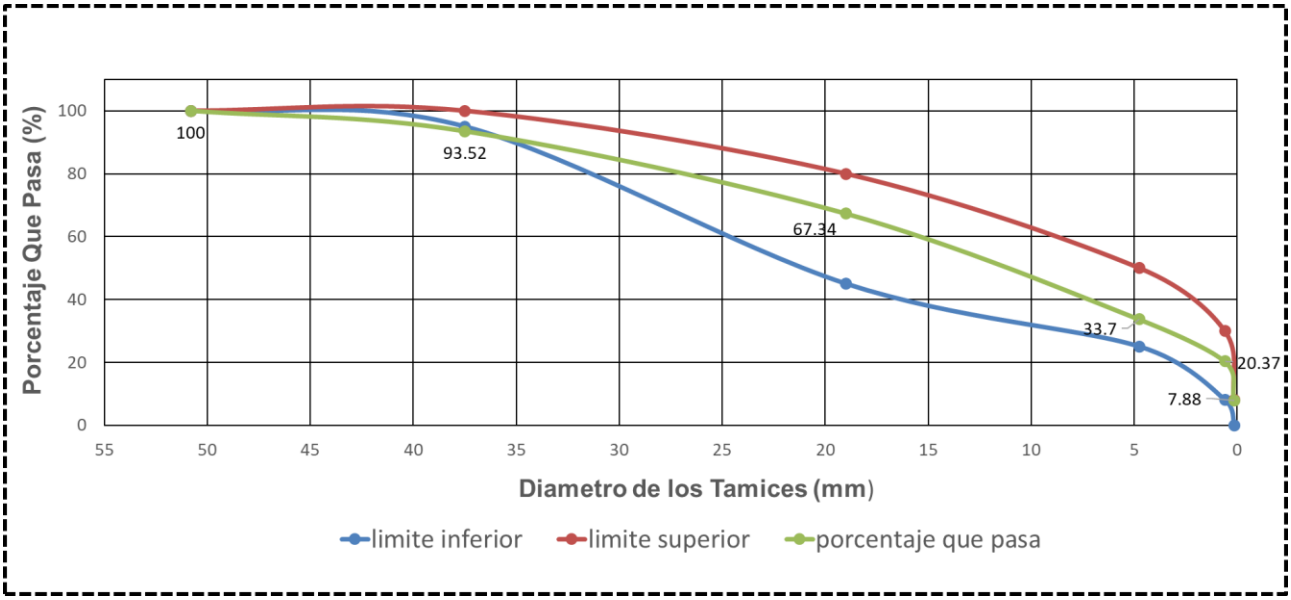
En la tabla 52 se calculó el módulo de fineza del agregado fino combinado al sumar el porcentaje retenido acumulado desde el tamiz N° 4 hasta el N° 100 y dividirlo entre 100, cuyo resultado es 3.33, al cual se le considero permisible.

Teniendo en cuenta los limites mínimos y máximos del porcentaje que pasa establecidos en el anexo A (informativo) de la NTP 400.037 (2018) para agregado global, con los valores y

parámetros que se presentaron en la tabla 51, se elaboró la curva granulométrica que se muestra a continuación:

Figura 68

Curva granulométrica de la combinación 85% hormigón – 15% reciclado



Fuente: Elaboración propia.

De la curva granulométrica mostrada en la figura 68 podemos visualizar que la mayoría de los valores se encuentran dentro de los límites máximos y mínimos y el restante es muy cercano, considerándose permisible. Por lo que se concluye que la granulometría de la combinación 85% de hormigón y 15% reciclado global cumple con los parámetros granulométricos establecidos en la Norma Técnica Peruana 400.037 (2018).

Combinación 75% de hormigón y 25% de reciclado global

A los porcentajes retenidos acumulados y porcentajes que pasan descritos en las tablas 35 y 44 los multiplicamos por 0.75 y 0.25 respectivamente, al sumar los valores obtenidos al multiplicarlos se encuentra los retenidos acumulados combinados y porcentajes que pasan combinados. Los cuales se muestran a continuación:

Tabla 53

Granulometría de la combinación 75% - 25%

Malla	Global natural al 75% (hormigón)		Reciclado al 25%		% retenido acumulado combinado	% que pasa combinado	Especificaciones		Control
	% Retenido Acumulado	% que pasa	% Retenido Acumulado	% que pasa			Mínimo	Máximo	
2"	0	75	0	25	0	100	100	100	CUMPLE
1 1/2"	5.71	69.29	0	25	5.71	94.29	95	100	NO CUMPLE
1"	17.57	57.43	0.29	24.71	17.86	82.14			
3/4"	25.22	49.78	6.78	18.22	32	68	45	80	CUMPLE
1/2"	34.55	40.45	11.71	13.29	46.26	53.74			
3/8"	39.39	35.61	14.27	10.73	53.66	46.34			
N° 4	48.53	26.47	18.82	6.18	67.35	32.65	25	50	CUMPLE
N° 8	53.29	21.71	21.14	3.86	74.43	25.57			
N° 16	55.18	19.82	22.28	2.72	77.46	22.54			
N° 30	58.08	16.92	23.02	1.98	81.1	18.9	8	30	CUMPLE
N°50	64.45	10.55	23.96	1.04	88.41	11.59			
N° 100	68.36	6.64	24.43	0.57	92.79	7.21	0	8	CUMPLE
N° 200	71.08	3.92	24.59	0.41	95.67	4.33			
< N° 200	75	0	25	0.00	100.00	0.00			

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a la Norma Técnica Peruana 400.037 (2018) se determinó el tamaño máximo y tamaño máximo nominal teniendo en cuenta los resultados obtenidos:

Tamaño máximo: 2”

Tamaño máximo nominal: 1 1/2”

En el agregado fino su módulo de fineza no debe ser menor de 2.3 ni mayor de 3.1 (NTP 400.037, 2018, p. 9), por ello teniendo en cuenta los valores obtenidos en la tabla 37 y tabla 45 se elaboró la siguiente tabla:

Tabla 54

Cálculo del módulo de fineza de la combinación 75% fino natural – 25% fino reciclado

Malla	Fino natural al 75%		Fino Reciclado al 25%		Fino Combinado	
	% Retenido Acumulado	% que pasa	% Retenido Acumulado	% que pasa	% Retenido Acumulado	% que pasa
3/8"	0	75	0	25	0	100
N° 4	19.26	55.74	10.59	14.41	29.85	70.15
N° 8	29.28	45.72	15.98	9.02	45.26	54.74
N° 16	33.26	41.74	18.63	6.37	51.89	48.11
N° 30	39.37	35.63	20.35	4.65	59.72	40.28
N°50	52.78	22.22	22.52	2.48	75.30	24.70
N° 100	61.02	13.98	23.61	1.39	84.63	15.37
N° 200	66.75	8.25	23.98	1.02	90.73	9.27
< N° 200	75	0	25	0	100	0
		Módulo de fineza				3.47

Fuente: Elaboración propia.

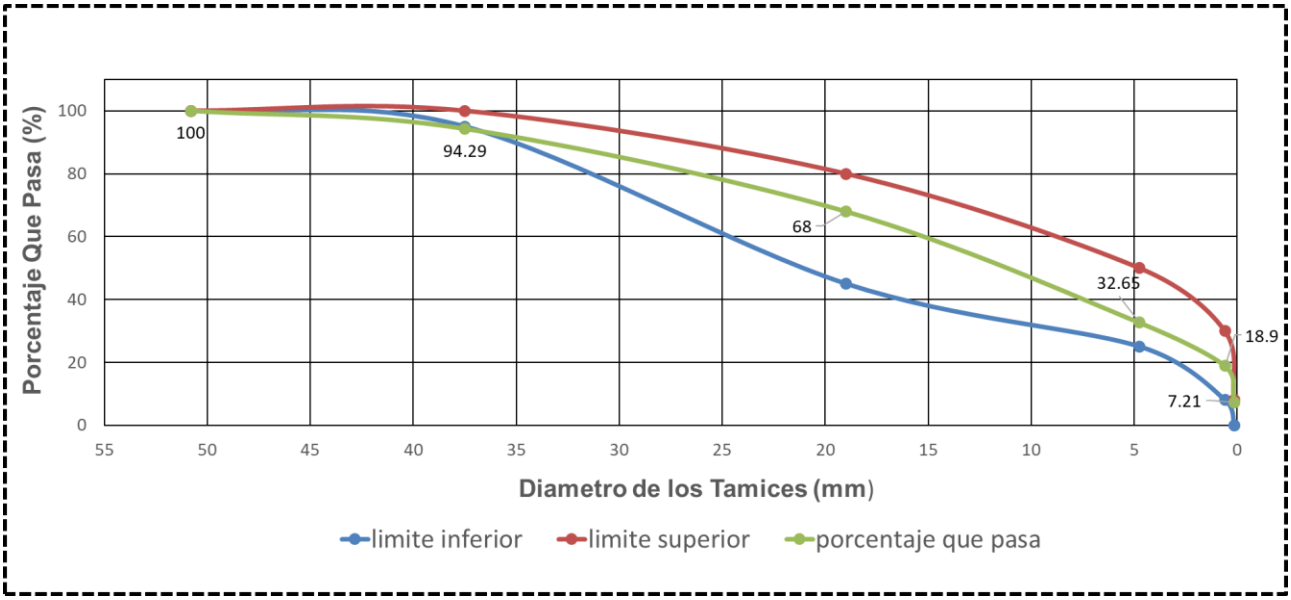
En la tabla 54 se calculó el módulo de fineza del agregado fino combinado al sumar el porcentaje retenido acumulado desde el tamiz N° 4 hasta el N° 100 y dividirlo entre 100, cuyo resultado es 3.47, al cual se le considero permisible.

Teniendo en cuenta los limites mínimos y máximos del porcentaje que pasa establecidos en el anexo A (informativo) de la NTP 400.037 (2018) para agregado global, con los valores y

parámetros que se presentaron en la tabla 53, se elaboró la curva granulométrica que se muestra a continuación:

Figura 69

Curva granulométrica de la combinación 75% hormigón – 25% reciclado



Fuente: Elaboración propia.

De la curva granulométrica mostrada en la figura 69 podemos visualizar que la mayoría de los valores se encuentran dentro de los límites máximos y mínimos y el restante es muy cercano, considerándose permisible. Por lo que se concluye que la granulometría de la combinación 75% de hormigón y 25% reciclado global cumple con los parámetros granulométricos establecidos en la Norma Técnica Peruana 400.037 (2018).

4.1.3 peso unitario

Para realizar este ensayo se tuvo en cuenta lo indicado por la Norma Técnica Peruana 400.017, (2020). Donde se calculó el peso unitario suelto y compactado del hormigón de cada cantera y del reciclado.

En la tabla 55 se muestra el volumen de la olla Washington, que servirá para el cálculo del peso unitario suelto y compactado.

Tabla 55

Cálculo del volumen de la olla Washington

Peso del Recipiente (kg)	Peso del Recipiente + Agua(kg)	Peso del Agua (kg/m3)	Densidad del Agua (kg/m3)	Volumen del Recipiente (m3)
5.1	19.08	13.98	1000	0.01398

Fuente: elaboración propia

A. Cantera Pachitea

En la siguiente tabla se muestra el cálculo del peso unitario suelto:

Tabla 56

Peso unitario suelto

Peso del Recipiente (kg)	Peso del Recipiente + Hormigón(kg)	Peso del Hormigón (kg/m3)	Volumen del Recipiente (m3)	Peso Unitario Suelto (kg/m3)
5.1	33.46	28.36	0.01398	2028.61
5.1	34	28.9	0.01398	2067.23
		Promedio		2047.92

Fuente: elaboración propia

En la siguiente tabla se muestra el cálculo del peso unitario compactado:

Tabla 57

Peso unitario compactado del hormigón

Peso del Recipiente (kg)	Peso del Recipiente + Hormigón(kg)	Peso del Hormigón (kg/m3)	Volumen del Recipiente (m3)	Peso Unitario Compactado(kg/m3)
5.1	35.4	30.3	0.01398	2167.38
5.1	34.46	29.36	0.01398	2100.14
		Promedio		2133.76

Fuente: elaboración propia

B. Cantera nueva Piura

❖ **Peso unitario suelto y compactado global**

En la siguiente tabla se muestra el cálculo del peso unitario suelto:

Tabla 58

Cálculo del peso unitario suelto

Peso del recipiente (kg)	Peso del recipiente + peso de la muestra suelta (kg)	Peso de la muestra suelta (kg)	Volumen del recipiente (M3)	Peso unitario suelto (Kg/m3)
5.1	30.12	25.02	0.01398	1789.70
5.1	30.08	24.98	0.01398	1786.84
		Promedio		1788.27

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se muestra el cálculo del peso unitario compactado:

Tabla 59

Cálculo del peso unitario compactado

Peso del recipiente (kg)	Peso del recipiente + peso de la muestra compactada (kg)	Peso de la muestra compactada (kg)	Volumen del recipiente (M3)	Peso unitario compactado (kg/m3)
5.1	31.58	26.48	0.01398	1894.13
5.1	31.70	26.60	0.01398	1902.72
			Promedio	1898.43

Fuente: Elaboración propia

❖ **Peso unitario suelto y compactado grueso**

En la siguiente tabla se muestra el cálculo del peso unitario suelto:

Tabla 60

Cálculo del peso unitario suelto

Peso del recipiente (kg)	Peso del recipiente + peso de la muestra suelta (kg)	Peso de la muestra suelta (kg)	Volumen del recipiente (M3)	Peso unitario suelto (Kg/m3)
5.1	27.32	22.22	0.01398	1589.41

Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se muestra el cálculo del peso unitario compactado:

Tabla 61

Cálculo del peso unitario compactado

Peso del recipiente (kg)	Peso del recipiente + peso de la muestra compactada (kg)	Peso de la muestra compactada (kg)	Volumen del recipiente (M3)	Peso unitario compactado (kg/m3)
5.1	29.18	24.08	0.01398	1722.46

Fuente: Elaboración propia

C. Reciclado

❖ **Peso unitario suelto y compactado grueso**

En la tabla siguiente se muestra el cálculo peso unitario suelto

Tabla 62

Cálculo del peso unitario suelto

Peso del Recipiente (kg)	Peso del Recipiente + Peso de la Muestra Suelta (kg)	Peso de la Muestra Suelta (kg)	Volumen del Recipiente (m3)	Peso Unitario Suelto (kg/m3)
5.1	22.5	17.4	0.01398	1244.63

Fuente: elaboración propia

En la tabla siguiente se muestra el cálculo del peso unitario compactado

Tabla 63

Cálculo del peso unitario compactado

Peso del Recipiente (kg)	Peso del Recipiente + Peso de la Muestra Compactada (kg)	Peso de la Muestra Compactada (kg)	Volumen del Recipiente (m3)	Peso Unitario Compactado (kg/m3)
5.1	23.46	18.36	0.01398	1313.30

Fuente: elaboración propia

- **Peso unitario suelto y compactado fino**

En la tabla siguiente se muestra el cálculo peso unitario suelto

Tabla 64

Cálculo del peso unitario suelto

Peso del Recipiente (kg)	Peso del Recipiente + Peso de la Muestra Suelta (kg)	Peso de la Muestra Suelta (kg)	Volumen del Recipiente (m3)	Peso Unitario Suelto (kg/m3)
5.1	21.78	16.68	0.01398	1193.13

Fuente: elaboración propia

En la tabla siguiente se muestra el cálculo del peso unitario compactado

Tabla 65

Cálculo del peso unitario compactado

Peso del Recipiente (kg)	Peso del Recipiente + Peso de la Muestra Compactada (kg)	Peso de la Muestra Compactada (kg)	Volumen del Recipiente (m3)	Peso Unitario Compactado (kg/m3)
5.1	23.5	18.4	0.01398	1316.16

Fuente: elaboración propia

4.1.4 peso específico y absorción

Para el cálculo del peso específico y absorción del agregado grueso se tuvo en cuenta lo recomendado por la norma técnica peruana 400.021 (2018) y para el agregado fino, según la norma técnica peruana 400.022 (2018). Dichos resultados se muestran a continuación:

A. Cantera Pachitea

En la tabla siguiente se muestra el cálculo del peso específico y absorción del agregado grueso.

Tabla 66

peso específico y absorción del agregado grueso

Descripción	Símbolo	Muestras			Unidad
		Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	
Peso de la muestra saturada sss	**B**	5100	5148	5100	g
Peso de la muestra sss dentro del agua + canastilla	---	4215	4241	4207	g
Peso de la canastilla dentro del agua	---	1098	1098	1098	g
Peso de la muestra saturada dentro del agua	**C**	3117	3143	3109	g
Peso de la muestra seca al horno	***A***	5060	5120	5060	g
Peso específico de masa	$\left(\frac{A}{B-C}\right)$ =	2.55	2.55	2.54	g/cm3
Porcentaje de absorción	$\left(\frac{B-A}{A}\right) x100$ =	0.79	0.55	0.79	%
Peso específico de masa Promedio			2.55		g/cm3
Porcentaje de absorción Promedio			0.71		%

Fuente: elaboración propia

En la tabla siguiente se muestra el cálculo del peso específico y absorción del agregado fino.

Tabla 67

peso específico y absorción del agregado fino

Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Peso del picnómetro		379	g
Peso de la arena superficialmente seca		500	g

Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Peso de la arena sss + peso del picnómetro		879	g
Peso de la arena sss + peso del picnómetro + peso del agua		1630	g
Peso del agua	***W***	751	g
Peso de la arena seca al horno	***A***	489.02	g
Volumen del picnómetro	***V***	940	ml
peso específico de masa	$\left(\frac{A}{V-W}\right) =$	2.59	g/cm3
porcentaje de absorción	$\left(\frac{500-A}{A}\right) x100 =$	2.25	%

Fuente: elaboración propia

Teniendo en cuenta las tablas 66 y 67 se calculó el peso específico y absorción del hormigón, los cuales se presentan a continuación:

Tabla 68

Peso específico y absorción del hormigón

Peso específico del hormigón	2.57	g/cm3
Porcentaje de absorción del hormigón	1.48	%

Fuente: Elaboración propia.

B. Cantera Nuevo Piura

Tabla 69

Peso y absorción del agregado grueso

Descripción	Símbolo	Muestras			Unidad
		Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	
Peso de la muestra saturada sss	**B**	5238	6107	5502	g
Peso de la muestra sss dentro del agua + canastilla	---	4217	4755	4385	g

Descripción	Símbolo	Muestras			Unidad
		Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	
Peso de la canastilla dentro del agua	---	1098	1098	1098	g
Peso de la muestra saturada dentro del agua	**C**	3119	3657	3287	g
Peso de la muestra seca al horno	***A***	5140	5800	5420	g
Peso específico de masa	$\left(\frac{A}{B-C}\right)$ =	2.43	2.37	2.45	g/cm3
Porcentaje de absorción	$\left(\frac{B-A}{A}\right) x100$ =	1.91	5.29	1.51	%
Peso específico de masa Promedio			2.42		g/cm3
Porcentaje de absorción Promedio			2.90		%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 70

Peso específico y absorción del agregado fino

Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Peso del picnómetro		379	g
Peso de la arena superficialmente seca		500	g
Peso de la arena sss + peso del picnómetro		879	g
Peso de la arena sss + peso del picnómetro + peso del agua		1627	g
Peso del agua	***W***	748	g
Peso de la arena seca al horno	***A***	491.59	g
Volumen del picnómetro	***V***	940	ml
peso específico de masa	$\left(\frac{A}{V-W}\right)$ =	2.56	g/cm3
porcentaje de absorción	$\left(\frac{500-A}{A}\right) x100$ =	1.71	%

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta las tablas 69 y 70 se calculó el peso específico y absorción del hormigón, los cuales se presentan a continuación:

Tabla 71

Peso específico y absorción del hormigón

Peso específico del hormigón	2.49	g/cm3
Porcentaje de absorción del hormigón	2.3	%

Fuente: Elaboración propia.

C. Reciclado

En la tabla siguiente se muestra el cálculo del peso específico y absorción del agregado grueso.

Tabla 72

Peso específico y absorción del agregado grueso reciclado

Descripción	símbolo	Muestras			Unidad
		Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	
Peso de la muestra saturada sss	**B**	5968	6744	5958	g
Peso de la muestra sss dentro del agua + canastilla	---	4490	4931	4460	g
Peso de la canastilla dentro del agua	---	1059	1059	1059	g
Peso de la muestra saturada dentro del agua	**C**	3431	3872	3401	g
Peso de la muestra seca al horno	***A***	5660	6380	5620	g
Peso específico de masa	$\left(\frac{A}{B-C}\right)$ =	2.23	2.22	2.2	g/cm3
Porcentaje de absorción	$\left(\frac{B-A}{A}\right) x100$ =	5.44	5.71	6.01	%
Peso específico de masa Promedio			2.22		g/cm3
Porcentaje de absorción Promedio			5.72		%

Fuente: elaboración propia

En la tabla siguiente se muestra el cálculo del peso específico y absorción del agregado fino:

Tabla 73

Peso específico y absorción del agregado fino reciclado

Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Peso del picnómetro		379	g
Peso de la arena superficialmente seca		500	g
Peso de la arena sss + peso del picnómetro		879	g
Peso de la arena sss + peso del picnómetro + peso del agua		1607	g
Peso del agua	***W***	728	g
Peso de la arena seca al horno	***A***	440	g
Volumen del picnómetro	***V***	940	ml
peso específico de masa	$\left(\frac{A}{V-W}\right) =$	2.08	g/cm3
porcentaje de absorción	$\left(\frac{500-A}{A}\right) x100 =$	13.64	%

Fuente: elaboración propia

4.2 Diseño de mezcla

Para calcular el diseño de mezcla se empleó el Método ACI 211 tal como se describió en el procedimiento de diseño descrito dentro del numeral 3.3.2.6 Diseño de Mezcla. para lo cual en este capítulo de resultados solo presentaremos los valores finales de diseño para cada cantera y reciclado, los cuales se muestran en los siguientes numerales.

4.2.1 Diseño de mezcla del patrón- cantera Nuevo Piura

En la siguiente tabla se muestra los valores de diseño de mezcla:

Tabla 74

Valores del diseño de mezcla por m3

Componentes	Proporciones
Agua	*190.22 l/m3*
Cemento	*315.29 kg/m3*
hormigón	*1757.84 kg/m3*

Fuente: Elaboración propia

Como se explicó en el ensayo de análisis granulométrico, el agregado corregido está conformado por un 75.39% de hormigón tal como viene de la cantera y 24.61% agregado grueso proveniente del mismo. Por ello a lo presentado en la tabla anterior se multiplico por dichos porcentajes para obtener la cantidad de hormigón tal como viene de la cantera y de grueso natural. A continuación, se presenta los valores finales de diseño:

Tabla 75

Valores finales del diseño de mezcla por m3

Componentes	Proporciones
Agua	*190.22 l/m3*
Cemento	*315.29 kg/m3*
Hormigón tal como viene de la cantera	*1325.24 kg/m3*
Grueso natural	*432.60 kg/m3*

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2 Diseño de mezcla del patrón- cantera Pachitea

En la tabla siguiente se muestra los valores finales de diseño de mezcla:

Tabla 76

Valores finales de Diseño de mezcla por m3

Componentes	Proporciones
Agua	*164.72 l/m3*
Cemento	*270.7 kg/m3*
hormigón	*1919.58 kg/m3*

Fuente: elaboración propia

4.2.3 Diseño de mezcla de la combinación de reciclado con cantera Nuevo Piura

- **Combinación 75% hormigón corregido y 25% reciclado global**

En la siguiente tabla se muestra los valores de diseño de mezcla:

Tabla 77

Valores del diseño de mezcla por m3 de la combinación 75% hormigón corregido y 25% de reciclado global.

Componentes	Proporciones
agua	*214.75 l/m3*
cemento	*315.29 kg/m3*
hormigón	*1310.70 kg/m3*
reciclado grueso	*294.81 kg/m3*
reciclado fino	*87.99 kg/m3*

Fuente: elaboración propia

Como el agregado natural corregido está conformado por un 75.39% de hormigón tal como viene de la cantera y 24.61% agregado grueso proveniente del mismo. Por ello a lo presentado en la tabla anterior se multiplico por dichos porcentajes para obtener la cantidad de hormigón tal como viene de la cantera y de grueso natural. A continuación, se presenta los valores finales de diseño:

Tabla 78

Valores finales del diseño de mezcla de la combinación 75% hormigón corregido y 25% de reciclado global por m3

Componentes	Proporciones
agua	*214.75 l/m3*
cemento	*315.29 kg/m3*
hormigón tal como viene de la cantera	*1051.93 kg/m3*
grueso natural	*258.77kg/m3*
reciclado grueso	*294.81 kg/m3*
reciclado fino	*87.99 kg/m3*

Fuente: elaboración propia

- **Combinación 75% hormigón y 24.61% de reciclado grueso**

Al realizar el análisis granulométrico del hormigón de la cantera Nuevo Piura, esta tenía un déficit de finos en su granulometría por lo que fue necesario ajustarla, quedando su granulometría corregida compuesta por hormigón tal como viene de la cantera (75.39%) y grueso natural (24.61%). En mérito a ello se decidió que en vez de grueso natural se utilice grueso reciclado, obteniéndose la siguiente combinación: hormigón tal como viene de la cantera (75.39%) y grueso reciclado (24.61%).

En la siguiente tabla se muestra los valores finales de diseño de mezcla:

Tabla 79

Diseño de mezcla final por m3 del concreto de la combinación 75.39 % de hormigón tal como viene de la cantera y 24.61% de reciclado grueso

Componentes	Proporciones
Agua	*213.21 l/m3*
Cemento	*331.21 kg/m3*
Hormigón tal como viene de la cantera	*1296.23 kg/m3*
reciclado grueso	*377.26 kg/m3*

Fuente: elaboración propia

4.2.4 Diseño de mezcla de la combinación de reciclado con cantera Pachitea

- **Combinación 85% hormigón y 15% reciclado global**

En la tabla siguiente se muestra los valores finales de diseño de mezcla de dicha combinación:

Tabla 80

Diseño de mezcla final por m3 del concreto de la combinación 85% del hormigón y 15% de reciclado

Componentes	Proporciones
agua	*206.17 l/m3*
cemento	*270.7 kg/m3*
hormigón	*1567.18 kg/m3*
reciclado grueso	*182.59 kg/m3*

Componentes	Proporciones
reciclado fino	*54.50 kg/m3*

Fuente: elaboración propia

- **Combinación 75% hormigón y 25% reciclado global**

En la tabla siguiente se muestra los valores finales de diseño de mezcla de dicha combinación:

Tabla 81

Diseño de mezcla final por m3 del concreto de la combinación 75% del hormigón y 25% de reciclado

Componentes	Proporciones
Agua	*208.48 l/m3*
Cemento	*270.7 kg/m3*
Hormigón	*1394.57 kg/m3*
reciclado grueso	*306.90 kg/m3*
reciclado fino	*91.60 kg/m3*

Fuente: elaboración propia

4.3 Resistencia a la compresión

Se presentará los valores de la resistencia a la compresión de los testigos para los concretos patrones y las combinaciones antes mencionadas a los 7días, 14 días, 21 días y 28 días de haber sido moldeados. Para el cálculo en % de la resistencia obtenida de cada muestra se consideró que f'c de diseño 175 kg/cm2 es el 100% de la resistencia mínima esperada (requerida). Además, de acuerdo a Chota y Navarro (2019) las resistencias mínimas que deben alcanzar los concretos en sus diferentes edades respecto al f'c de diseño son: a los 7 días 68%, a los 14 días 86%, a los 21 días 93% y a los 28 días 100%; lo cual se tuvo en cuenta para la elaboración de la curva de resistencia a compresión según su edad en cada uno de los diseños.

4.3.1 Resistencia a la compresión del concreto patrón (Pachitea) y las combinaciones

4.3.1.1. Resistencia a la compresión del concreto patrón

- **Resistencia a la compresión a los 7 días**

Tabla 82

Resistencia a la compresión a los 7 días de edad

Muestra	F'C de Diseño (kg/cm2)	Slump	Fecha		Carga Ultima (kgf)	Diámetro	Área	Resistencia Obtenida		Resistencia Promedio	
			Toma de Muestra	Rotura				kg/cm2	%	kg/cm2	%
1	175	3"-4"	13/10/2023	20/10/2023	20666.7	15	176.7146	116.9496	66.83%	110.29	63.02
2	175	3"-4"	13/10/2023	20/10/2023	18312.8	15	176.7146	103.6292	59.22%		

Fuente: elaboración propia

- **Resistencia a la compresión a los 14 días**

Tabla 83

Resistencia a la compresión a los 14 días de edad

Muestra	F'C de Diseño (kg/cm2)	Slump	Fecha		Carga Ultima (kgf)	Diámetro	Área	Resistencia Obtenida		Resistencia Promedio	
			Toma de Muestra	Rotura				kg/cm2	%	kg/cm2	%
1	175	3"-4"	13/10/2023	27/10/2023	29727	15	176.7146	168.2204	96.13%	166.19	94.97
2	175	3"-4"	13/10/2023	27/10/2023	29009	15	176.7146	164.1574	93.80%		

Fuente: elaboración propia

- **Resistencia a la compresión a los 21 días**

Tabla 84

Resistencia a la compresión a los 21 días de edad

Muestra	F'C de Diseño (kg/cm2)	Slump	Fecha		Carga Ultima (kgf)	Diámetro	Área	Resistencia Obtenida		Resistencia Promedio	
			Toma de Muestra	Rotura				kg/cm2	%	kg/cm2	%
1	175	3"-4"	13/10/2023	3/11/2023	30205	15	176.7146	170.9253	97.67%	191.37	109.35
2	175	3"-4"	13/10/2023	3/11/2023	37430	15	176.7146	211.8105	121.03%		

Fuente: elaboración propia

- **Resistencia a la compresión a los 28 días**

Tabla 85

Resistencia a la compresión a los 28 días de edad

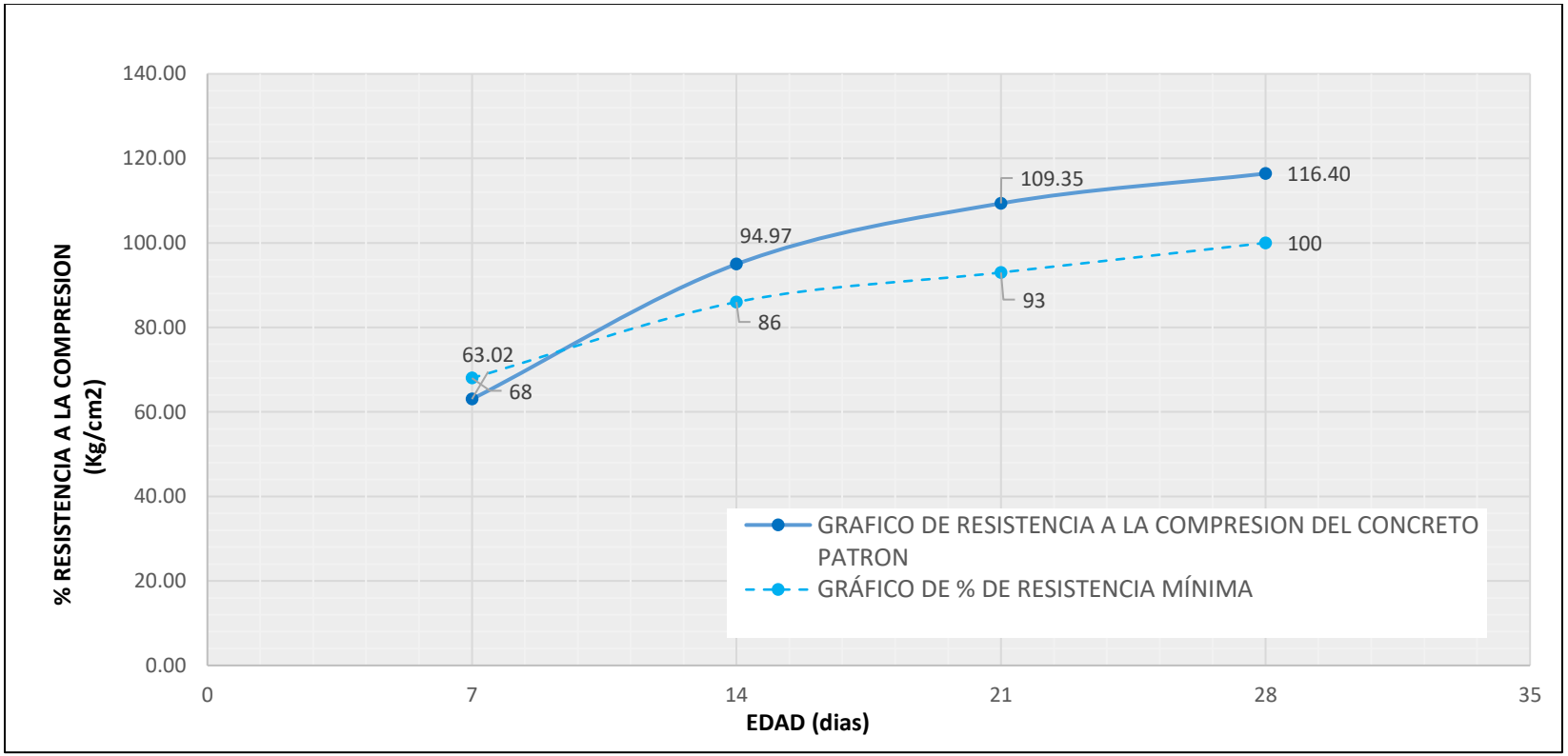
Muestra	F'C de Diseño (kg/cm2)	Slump	Fecha		Carga Ultima (kgf)	Diámetro	Área	Resistencia Obtenida		Resistencia Promedio	
			Toma de Muestra	Rotura				kg/cm2	%	kg/cm2	%
1	175	3"-4"	13/10/2023	10/11/2023	38796	15	176.7146	219.5404	125.45%	203.70	116.40
2	175	3"-4"	13/10/2023	10/11/2023	33199	15	176.7146	187.8679	107.35%		

Fuente: elaboración propia

Con los % promedios de resistencia a la compresión a los 7,14,21 y 28 días obtenidos en las tablas anteriores se elaboró la curva de resistencia del concreto patrón, la cual se muestra a continuación:

Figura 70

Curva del % de resistencia a compresión del concreto patrón



Fuente: elaboración propia

De las tablas anteriores y el gráfico de la figura 70 podemos inferir que la resistencia a la compresión del concreto patrón a los 28 días de edad, sobrepasaron la resistencia a la compresión mínima (f'c de diseño) de 175 kg/cm2 (100%). Logrando una resistencia promedio de 203.70 kg/cm2 (116.40%).

4.3.1.2. Resistencia a la compresión del concreto de la combinación 85% hormigón y 15% reciclado

- **Resistencia a la compresión a los 7 días**

Tabla 86

Resistencia a la compresión a los 7 días de edad

Muestra	F'C de Diseño (kg/cm2)	Slump	Fecha		Carga Ultima (kgf)	Diámetro	Área	Resistencia Obtenida		Resistencia Promedio	
			Toma de Muestra	Rotura				kg/cm2	%	kg/cm2	%
1	175	3"-4"	15/11/2023	22/11/2023	20678	15	176.7146	117.0135	66.86%	129.15	73.80
2	175	3"-4"	15/11/2023	22/11/2023	24968	15	176.7146	141.2900	80.74%		

Fuente: elaboración propia

- **Resistencia a la compresión a los 14 días**

Tabla 87

Resistencia a la compresión a los 14 días de edad

Muestra	F'C de Diseño (kg/cm2)	Slump	Fecha		Carga Ultima (kgf)	Diámetro	Área	Resistencia Obtenida		Resistencia Promedio	
			Toma de Muestra	Rotura				kg/cm2	%	kg/cm2	%
1	175	3"-4"	15/11/2023	29/11/2023	30110	15	176.7146	170.3877	97.36%	173.51	99.15
2	175	3"-4"	15/11/2023	29/11/2023	31215	15	176.7146	176.6408	100.94%		

Fuente: elaboración propia

- **Resistencia a la compresión a los 21 días**

Tabla 88

Resistencia a la compresión a los 21 días de edad

Muestra	F'C de Diseño (kg/cm2)	Slump	Fecha		Carga Ultima (kgf)	Diámetro	Área	Resistencia Obtenida		Resistencia Promedio	
			Toma de Muestra	Rotura				kg/cm2	%	kg/cm2	%
1	175	3"-4"	15/11/2023	6/12/2023	32613	15	176.7146	184.5518	105.46%	177.06	101.18
2	175	3"-4"	15/11/2023	6/12/2023	29967	15	176.7146	169.5785	96.90%		

Fuente: elaboración propia

- **Resistencia a la compresión a los 28 días**

Tabla 89

Resistencia a la compresión a los 28 días de edad

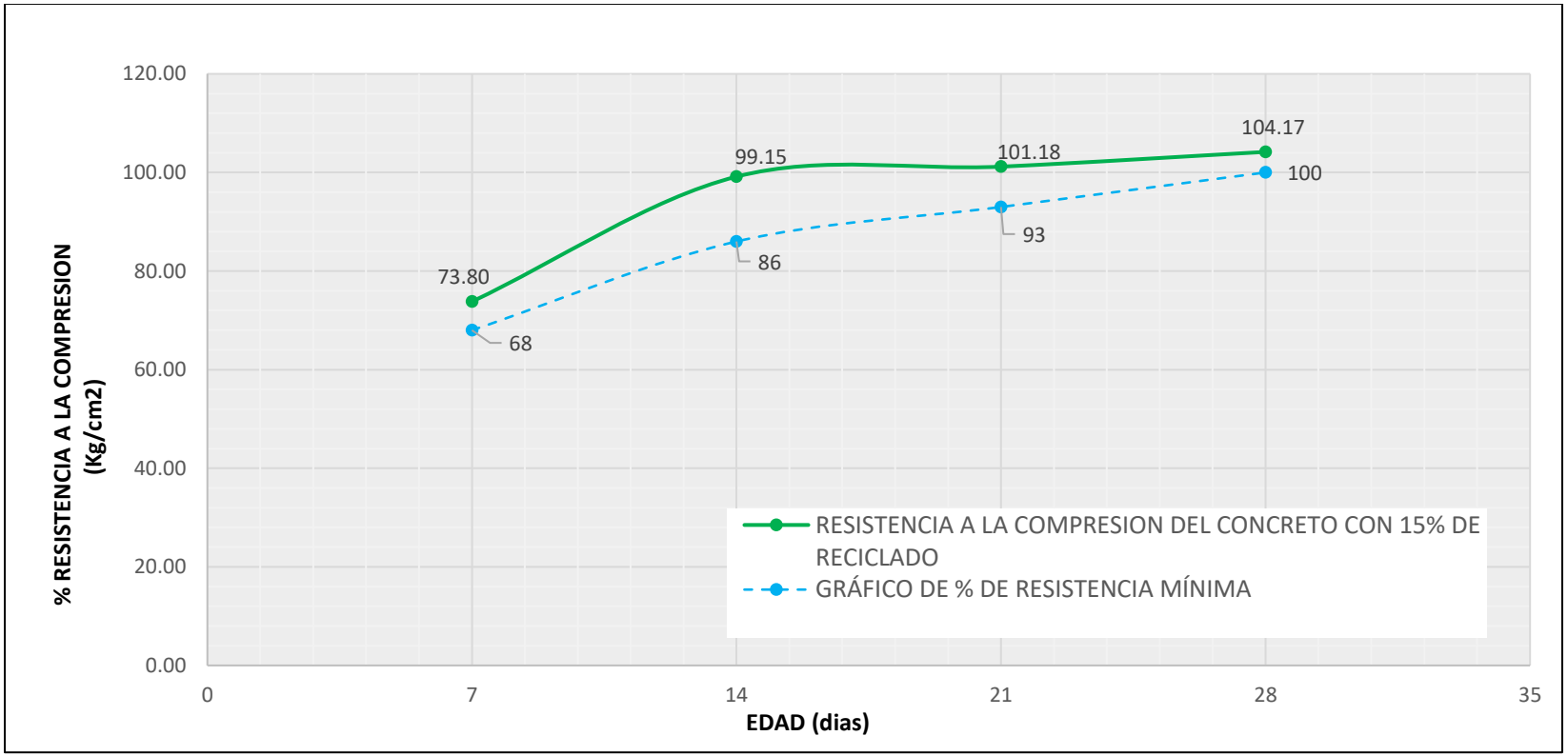
Muestra	F'C de Diseño (kg/cm2)	Slump	Fecha		Carga Ultima (kgf)	Diámetro	Área	Resistencia Obtenida		Resistencia Promedio	
			Toma de Muestra	Rotura				kg/cm2	%	kg/cm2	%
1	175	3"-4"	15/11/2023	13/12/2023	33337	15	176.7146	188.6488	107.80%	182.30	104.17
2	175	3"-4"	15/11/2023	13/12/2023	31094	15	176.7146	175.9560	100.55%		

Fuente: elaboración propia

Con los % promedios de resistencia a la compresión a los 7,14,21 y 28 días obtenidos en las tablas anteriores se elaboró la curva de resistencia del concreto de la combinación 85% de hormigón y 15% de reciclado, la cual se muestra a continuación:

Figura 71

Curva del % de resistencia a compresión del concreto de la combinación 85% de hormigón y 15% de reciclado



Fuente: elaboración propia

De las tablas anteriores y el gráfico de la figura 71 podemos inferir que la resistencia a la compresión del concreto de la combinación 85% de hormigón y 15% de reciclado a los 28 días de edad, sobrepasaron la resistencia a la compresión mínima (f'c de diseño) de 175 kg/cm2 (100%). Logrando una resistencia promedio de 182.30 kg/cm2 (104.17%).

4.3.1.3. Resistencia a la compresión del concreto de la combinación 75% hormigón y 25 % reciclado

- **Resistencia a la compresión a los 7 días**

Tabla 90

Resistencia a la compresión a los 7 días de edad

Muestra	F'C de Diseño (kg/cm2)	Slump	Fecha		Carga Ultima (kgf)	Diámetro	Área	Resistencia Obtenida		Resistencia Promedio	
			Toma de Muestra	Rotura				kg/cm2	%	kg/cm2	%
1	175	3"-4"	14/11/2023	21/11/2023	21178	15	176.7146	119.8430	68.48%	145.94	83.40
2	175	3"-4"	14/11/2023	21/11/2023	30403	15	176.7146	172.0458	98.31%		

Fuente: elaboración propia

- **Resistencia a la compresión a los 14 días**

Tabla 91

Resistencia a la compresión a los 14 días de edad

Muestra	F'C de Diseño (kg/cm2)	Slump	Fecha		Carga Ultima (kgf)	Diámetro	Área	Resistencia Obtenida		Resistencia Promedio	
			Toma de Muestra	Rotura				kg/cm2	%	kg/cm2	%
1	175	3"-4"	14/11/2023	28/11/2023	26152	15	176.7146	147.9900	84.57%	152.37	87.07
2	175	3"-4"	14/11/2023	28/11/2023	27701	15	176.7146	156.7556	89.57%		

Fuente: elaboración propia

- **Resistencia a la compresión a los 21 días**

Tabla 92

Resistencia a la compresión a los 21 días de edad

Muestra	F'C de Diseño (kg/cm2)	Slump	Fecha		Carga Ultima (kgf)	Diámetro	Área	Resistencia Obtenida		Resistencia Promedio	
			Toma de Muestra	Rotura				kg/cm2	%	kg/cm2	%
1	175	3"-4"	14/11/2023	5/12/2023	30132	15	176.7146	170.5122	97.44%	182.92	104.53
2	175	3"-4"	14/11/2023	5/12/2023	34519	15	176.7146	195.3376	111.62%		

Fuente: elaboración propia

- **Resistencia a la compresión a los 28 días**

Tabla 93

Resistencia a la compresión a los 28 días de edad

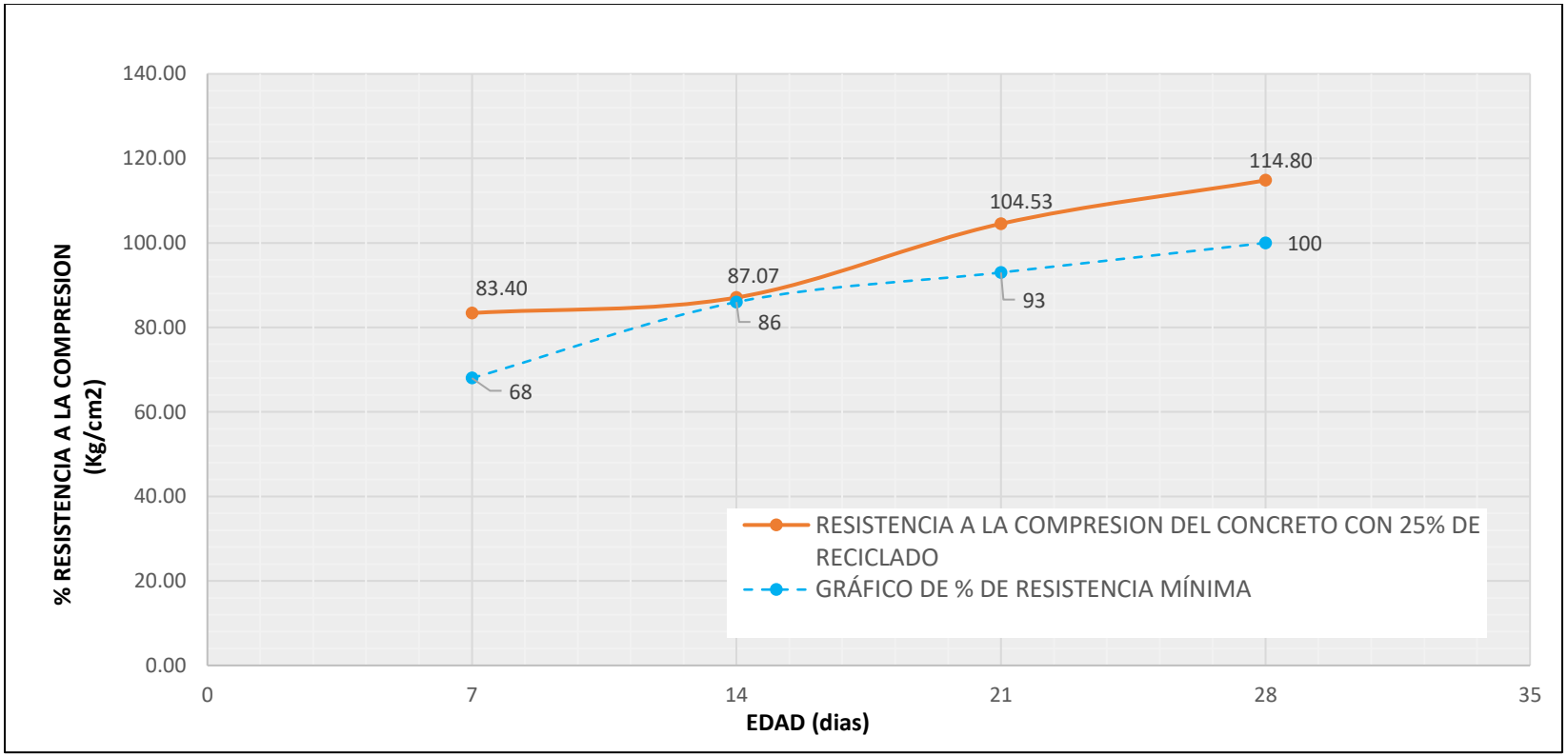
Muestra	F'C de Diseño (kg/cm2)	Slump	Fecha		Carga Ultima (kgf)	Diámetro	Área	Resistencia Obtenida		Resistencia Promedio	
			Toma de Muestra	Rotura				kg/cm2	%	kg/cm2	%
1	175	3"-4"	14/11/2023	12/12/2023	36328	15	176.7146	205.5744	117.47%	200.89	114.80
2	175	3"-4"	14/11/2023	12/12/2023	34674	15	176.7146	196.2147	112.12%		

Fuente: elaboración propia

Con los % promedios de resistencia a la compresión a los 7,14,21 y 28 días obtenidos en las tablas anteriores se elaboró la curva de resistencia del concreto de la combinación 75% de hormigón y 25% de reciclado, la cual se muestra a continuación:

Figura 72

Curva del % de resistencia a compresión del concreto de la combinación 75% de hormigón y 25% de reciclado



Fuente: elaboración propia

De las tablas anteriores y el gráfico de la figura 72 podemos inferir que la resistencia a la compresión del concreto de la combinación 75% de hormigón y 25% de reciclado a los 28 días de edad, sobrepasaron la resistencia a la compresión mínima (f'c de diseño) de 175 kg/cm2 (100%). Logrando una resistencia promedio de 200.89 kg/cm2 (114.80%).

4.3.1.4. Comparativo de la resistencia a la compresión del concreto patrón y las combinaciones

Para la elaboración de la siguiente tabla se tuvo en cuenta las resistencias a la compresión promedios obtenidas en las diferentes edades para cada diseño.

Tabla 94

Resistencia a la compresión (kg/cm2) y % alcanzado (respecto al f´c de diseño)

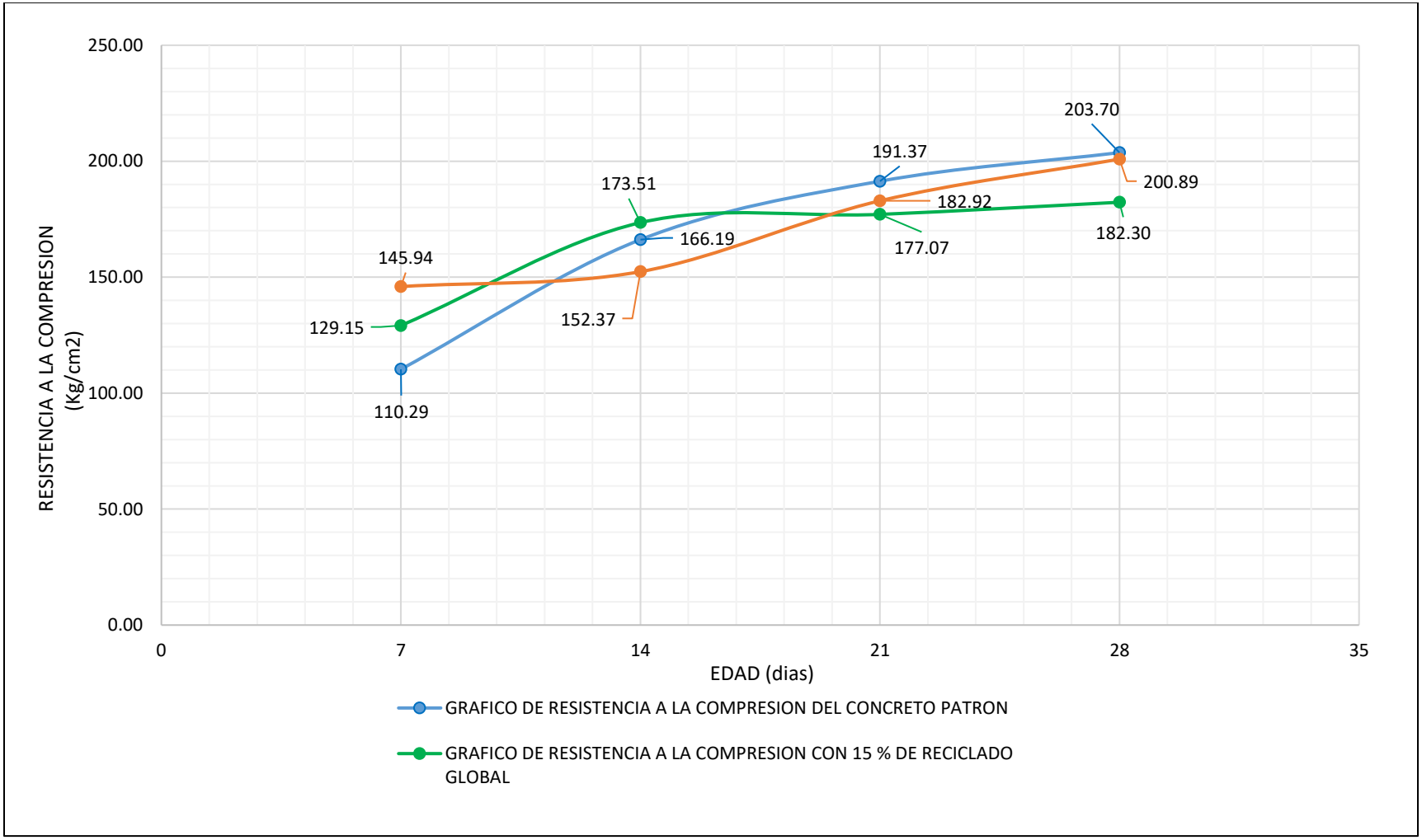
Tipo de concreto	Resistencia a la compresión del concreto patrón y cada combinación							
	Edad (días)							
	7		14		21		28	
	f´c	%	f´c	%	f´c	%	f´c	%
Concreto Patrón	110.29	63.02	166.19	94.97	191.37	109.35	203.70	116.40
Concreto de la combinación 85% de hormigón y 15% de reciclado	129.15	73.80	173.51	99.15	177.07	101.18	182.30	104.17
Concreto de la Combinación 75% de hormigón y 25% de reciclado	145.94	83.40	152.37	87.07	182.92	104.53	200.89	114.80

Fuente: Elaboración propia

Con los valores de la tabla 94 se elaboró el gráfico de curvas de resistencias a la compresión, el cual se muestra a continuación:

Figura 73

Resistencia a la compresión (kg/cm2) del Concreto Patrón vs Concreto con 15% y 25% de reciclado global

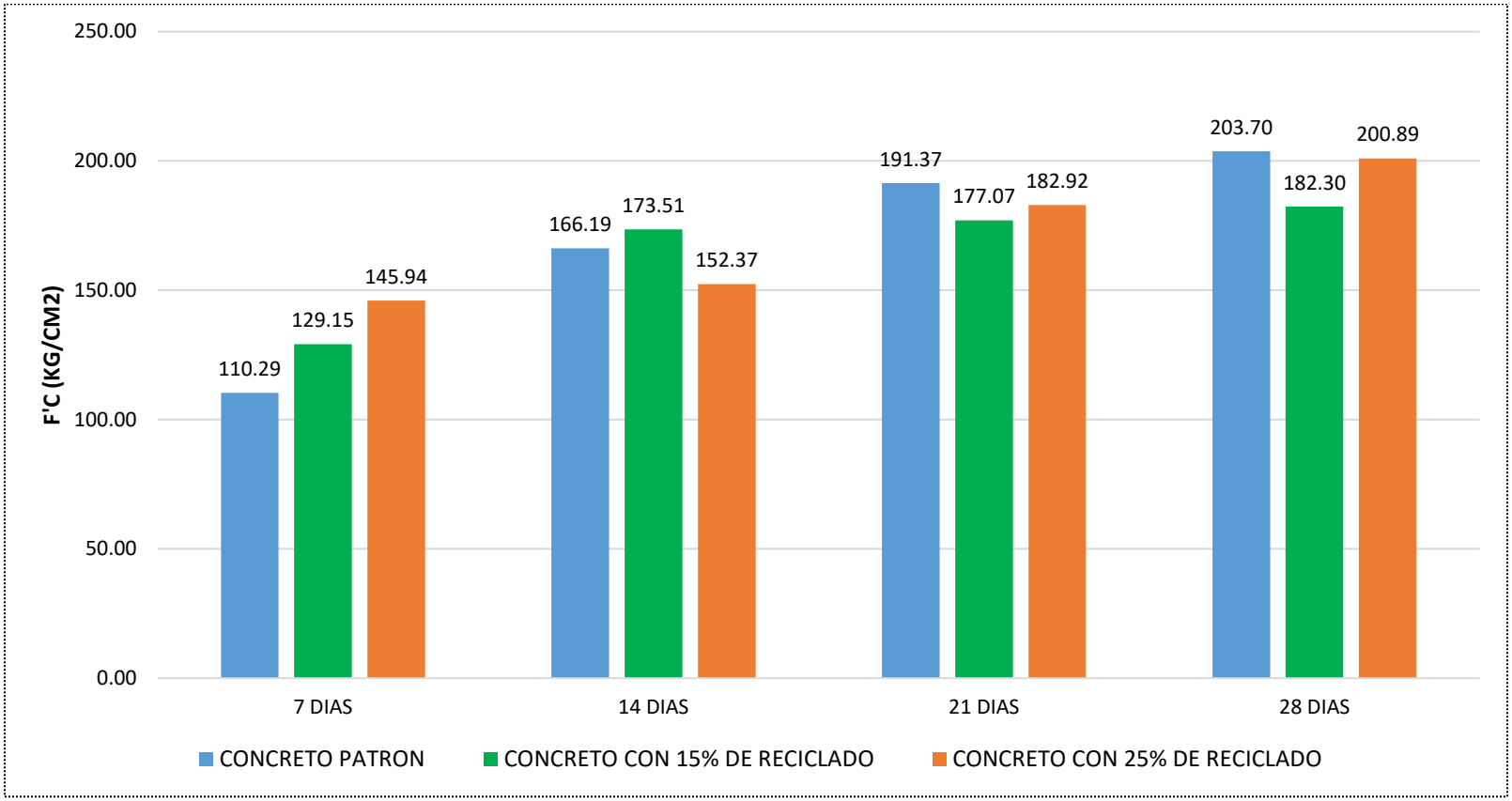


Fuente: Elaboración propia.

De igual manera teniendo en cuenta los valores de la tabla 94 se elaboró la siguiente gráfica, en la cual se puede ver la variación en el tiempo de los valores de resistencia a la compresión que tiene el concreto patrón vs el concreto elaborado con 15% y 25% de agregado reciclado.

Figura 74

Resistencias de los concretos en el tiempo



Fuente: Elaboración propia.

De las figuras 73 y 74 se puede inferir lo siguiente:

- A los 28 días el concreto patrón alcanza una resistencia promedio a la compresión de 203.70 kg/cm2, mientras el concreto con 15% de reciclado llega una resistencia promedio de 182.30 kg/cm2 y el concreto con 25% de reciclado presenta una resistencia promedio de 200.89 kg/cm2.
- El concreto con 25% de reciclado presenta una resistencia promedio a la compresión a los 28 días ligeramente inferior al patrón.
- El concreto con 15% de reciclado presenta una resistencia promedio por encima del patrón a los 7 y 14 días, a los 21 y 28 días logra una resistencia promedio inferior al patrón. En tanto el concreto con 25% de reciclado logra una resistencia promedio superior al patrón a los 7 días, mientras que a los 14; 21 y 28 días su resistencia promedio a la compresión es inferior al patrón, pero a los 28 días la resistencia promedio es cercana al patrón.

En la siguiente tabla se calculó la variación de resistencia a la compresión del concreto patrón vs con 15% de reciclado global para los diferentes tiempos de curado (7;14; 21 y 28 días).

Tabla 95

Resistencia a la compresión (Kg/cm2) del concreto patrón vs concreto con 15% de reciclado.

Tipo de concreto	**Resistencia a la compresión (kg/cm2)**			
	7 días	**14 días**	**21 días**	**28 días**
Concreto Patrón	110.29	166.19	191.37	203.70
Concreto de la Combinación 85% de hormigón y 15% de reciclado	129.15	173.51	177.07	182.30

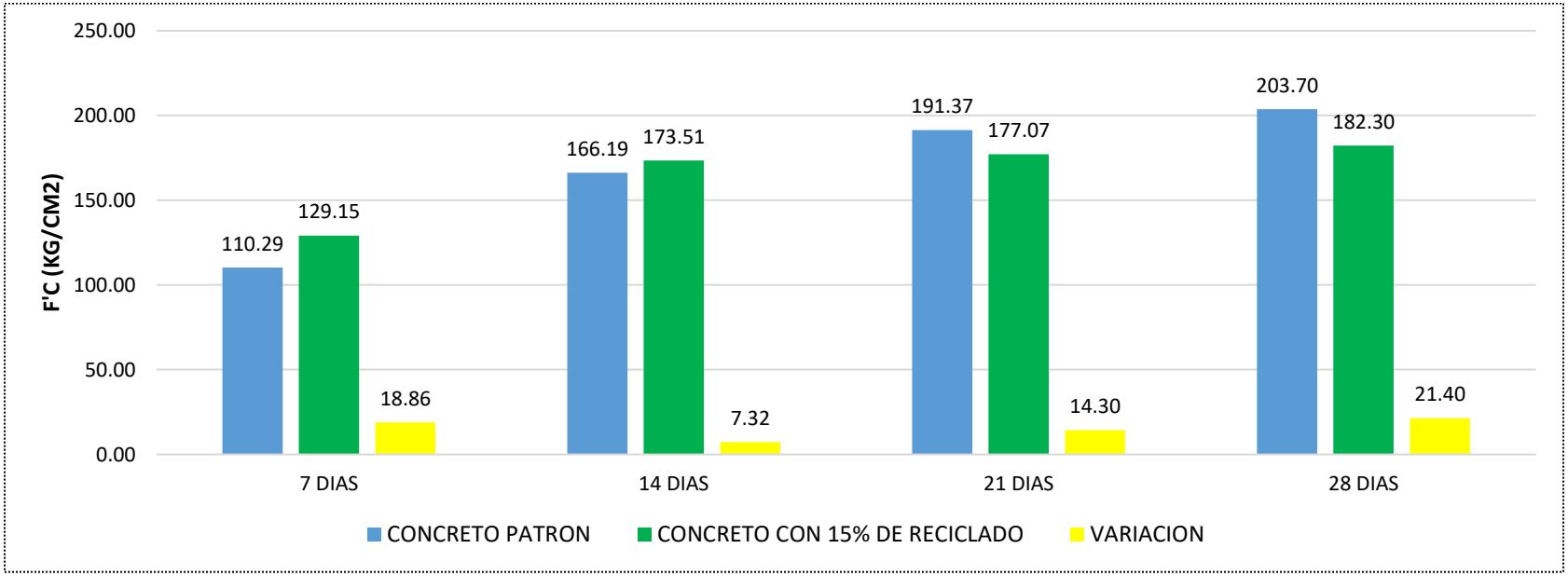
Tipo de concreto	Resistencia a la compresión (kg/cm2)			
	7 días	14 días	21 días	28 días
Variación (kg/cm2)	18.86	7.32	-14.3	-21.4
Variación (%)	17.1	4.4	-7.47	-10.51

Fuente: Elaboración propia

Con los valores obtenidos en la tabla 95, se elaboró el siguiente gráfico:

Figura 75

Resistencia a la compresión (kg/cm2) del Concreto Patrón vs Concreto con 15% de reciclado



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico se observa que el concreto con 85% hormigón y 15% de reciclado alcanza a los 28 días una resistencia de 21.40 kg/cm2 menos que el patrón, esto representa 10.51% menos que al patrón.

En la siguiente tabla se calculó la variación de resistencia a la compresión del concreto patrón vs con 25% de reciclado global para los diferentes tiempos de curado (7;14; 21 y 28 días).

Tabla 96

Resistencia a la compresión (Kg/cm2) del concreto patrón vs concreto con 25% de reciclado.

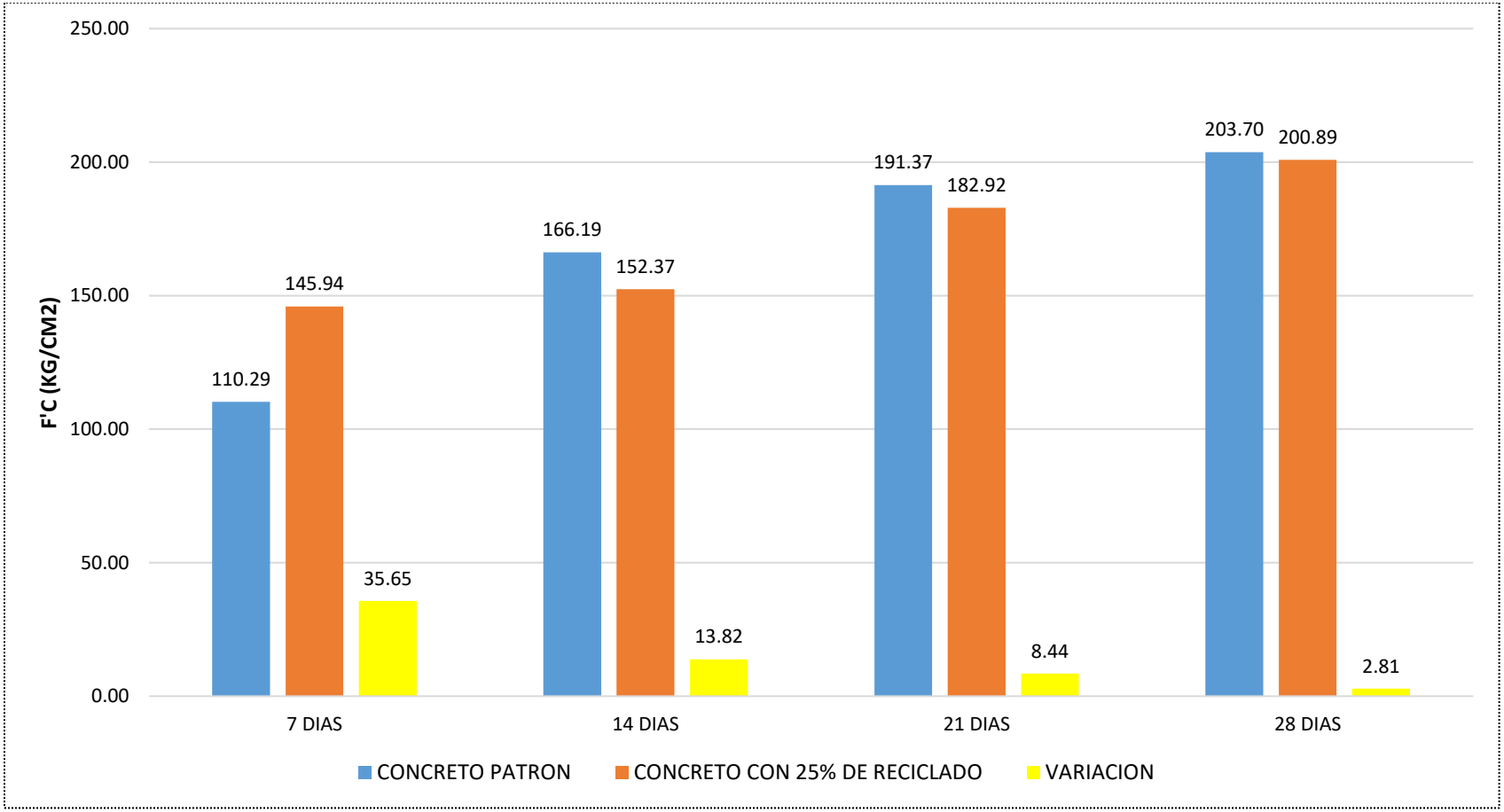
Tipo de concreto	**Resistencia a la compresión (kg/cm2)**			
	7 días	**14 días**	**21 días**	**28 días**
Concreto Patrón	110.29	166.19	191.37	203.70
Concreto de la Combinación 75% de hormigón y 25% de reciclado	145.94	152.37	182.92	200.89
Variación (kg/cm2)	35.65	13.82	8.44	2.81
Variación (%)	32.32	8.32	4.42	1.38

Fuente: Elaboración propia.

Teniendo en cuenta la tabla 96, se realizó el siguiente gráfico:

Figura 76

Resistencia a la compresión (kg/cm2) del Concreto Patrón vs Concreto con 25% de reciclado



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico se observa que el concreto con 75% hormigón y 25% de reciclado alcanza a los 28 días una resistencia de 2.81 kg/cm2 menos que el patrón, esto representa 1.38% menos que al patrón.

4.3.2 Resistencia a la compresión del concreto patrón (Nuevo Piura) y las combinaciones

4.3.2.1. Resistencia a la compresión del concreto patrón

- **Resistencia a la compresión a los 7 días**

Tabla 97

Resistencia a la compresión a los 7 días de edad

Muestra	f'c de diseño (kg/cm2)	Slump	Fecha		Carga ultima (kgf)	Diámetro	Área	Resistencia obtenida		Resistencia promedio	
			Toma de muestra	Rotura				kg/cm2	%	kg/cm2	%
1	175	3"-4"	12/10/2023	19/10/2023	27802	15	176.7146	157.3271	89.90%	159.18	90.96
2	175	3"-4"	12/10/2023	19/10/2023	28457	15	176.7146	161.0337	92.02%		

Fuente: Elaboración propia.

- **Resistencia a la compresión a los 14 días**

Tabla 98

Resistencia a la compresión a los 14 días de edad

Muestra	f'c de diseño (kg/cm2)	Slump	Fecha		Carga ultima (kgf)	Diámetro	Área	Resistencia obtenida		Resistencia promedio	
			Toma de muestra	Rotura				kg/cm2	%	kg/cm2	%
1	175	3"-4"	12/10/2023	26/10/2023	37711	15	176.7146	213.4006	121.94%	194.28	111.02
2	175	3"-4"	12/10/2023	26/10/2023	30952	15	176.7146	175.1525	100.09%		

Fuente: Elaboración propia.

- **Resistencia a la compresión a los 21 días**

Tabla 99

Resistencia a la compresión a los 21 días de edad

Muestra	f'c de diseño (kg/cm2)	Slump	Fecha		Carga ultima (kgf)	Diámetro	Área	Resistencia obtenida		Resistencia promedio	
			Toma de muestra	Rotura				kg/cm2	%	kg/cm2	%
1	175	3"-4"	12/10/2023	02/11/2023	37392	15	176.7146	211.5954	120.91%	225.35	128.77
2	175	3"-4"	12/10/2023	02/11/2023	42255	15	176.7146	239.1144	136.64%		

Fuente: Elaboración propia.

- **Resistencia a la compresión a los 28 días**

Tabla 100

Resistencia a la compresión a los 28 días de edad

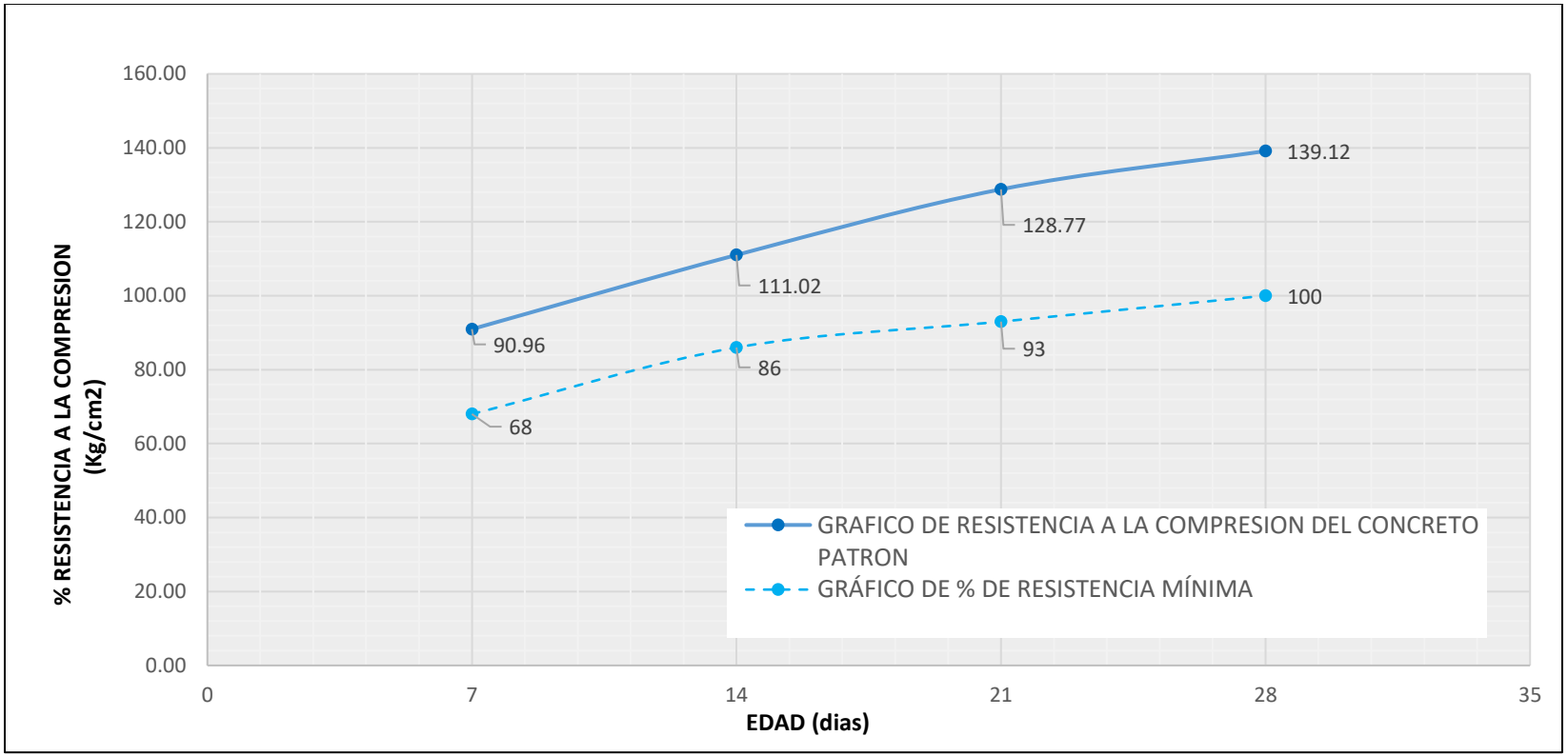
Muestra	f'c de diseño (kg/cm2)	Slump	Fecha		Carga ultima (kgf)	Diámetro	Área	Resistencia obtenida		Resistencia promedio	
			Toma de muestra	Rotura				kg/cm2	%	kg/cm2	%
1	175	3"-4"	12/10/2023	09/11/2023	42920	15	176.7146	242.8775	138.79%	243.46	139.12
2	175	3"-4"	12/10/2023	09/11/2023	43126	15	176.7146	244.0432	139.45%		

Fuente: Elaboración propia.

Con los % promedios de resistencia a la compresión a los 7,14,21 y 28 días obtenidos en las tablas anteriores se elaboró la curva de resistencia del concreto patrón, la cual se muestra a continuación:

Figura 77

Curva del % de resistencia a compresión del concreto patrón



Fuente: elaboración propia

De las tablas anteriores y el gráfico de la figura 77 podemos inferir que la resistencia a la compresión del concreto patrón a los 28 días de edad, sobrepasaron la resistencia a la compresión mínima (f'c de diseño) de 175 kg/cm2 (100%). Logrando una resistencia promedio de 243.46 kg/cm2 (139.12%).

4.3.2.2. Resistencia a la compresión del concreto de la combinación 75% hormigón corregido y 25% reciclado

- **Resistencia a la compresión a los 7 días**

Table 101

Resistencia a la compresión a los 7 días de edad

Muestra	f'c de diseño (kg/cm2)	Slump	Fecha		Carga ultima (kgf)	Diámetro	Área	Resistencia obtenida		Resistencia promedio	
			Toma de muestra	Rotura				kg/cm2	%	kg/cm2	%
1	175	3"-4"	16/11/2023	23/11/2023	31444	15	176.7146	177.9366	101.68%	169.49	96.85
2	175	3"-4"	16/11/2023	23/11/2023	28458	15	176.7146	161.0393	92.02%		

Fuente: Elaboración propia

- **Resistencia a la compresión a los 14 días**

Tabla 102

Resistencia a la compresión a los 14 días de edad

Muestra	f'c de diseño (kg/cm2)	Slump	Fecha		Carga ultima (kgf)	Diámetro	Área	Resistencia obtenida		Resistencia promedio	
			Toma de muestra	Rotura				kg/cm2	%	kg/cm2	%
1	175	3"-4"	16/11/2023	30/11/2023	34795	15	176.7146	196.8994	112.51%	203.09	116.05
2	175	3"-4"	16/11/2023	30/11/2023	36983	15	176.7146	209.2810	119.59%		

Fuente: Elaboración propia.

- **Resistencia a la compresión a los 21 días**

Tabla 103

Resistencia a la compresión a los 21 días de edad

Muestra	f'c de diseño (kg/cm2)	Slump	Fecha		Carga ultima (kgf)	Diámetro	Área	Resistencia obtenida		Resistencia promedio	
			Toma de muestra	Rotura				kg/cm2	%	kg/cm2	%
1	175	3"-4"	16/11/2023	07/12/2023	40422	15	176.7146	228.7417	130.71%	227.35	129.92
2	175	3"-4"	16/11/2023	07/12/2023	39931	15	176.7146	225.9632	129.12%		

Fuente: Elaboración propia.

- **Resistencia a la compresión a los 28 días**

Tabla 104

Resistencia a la compresión a los 28 días de edad

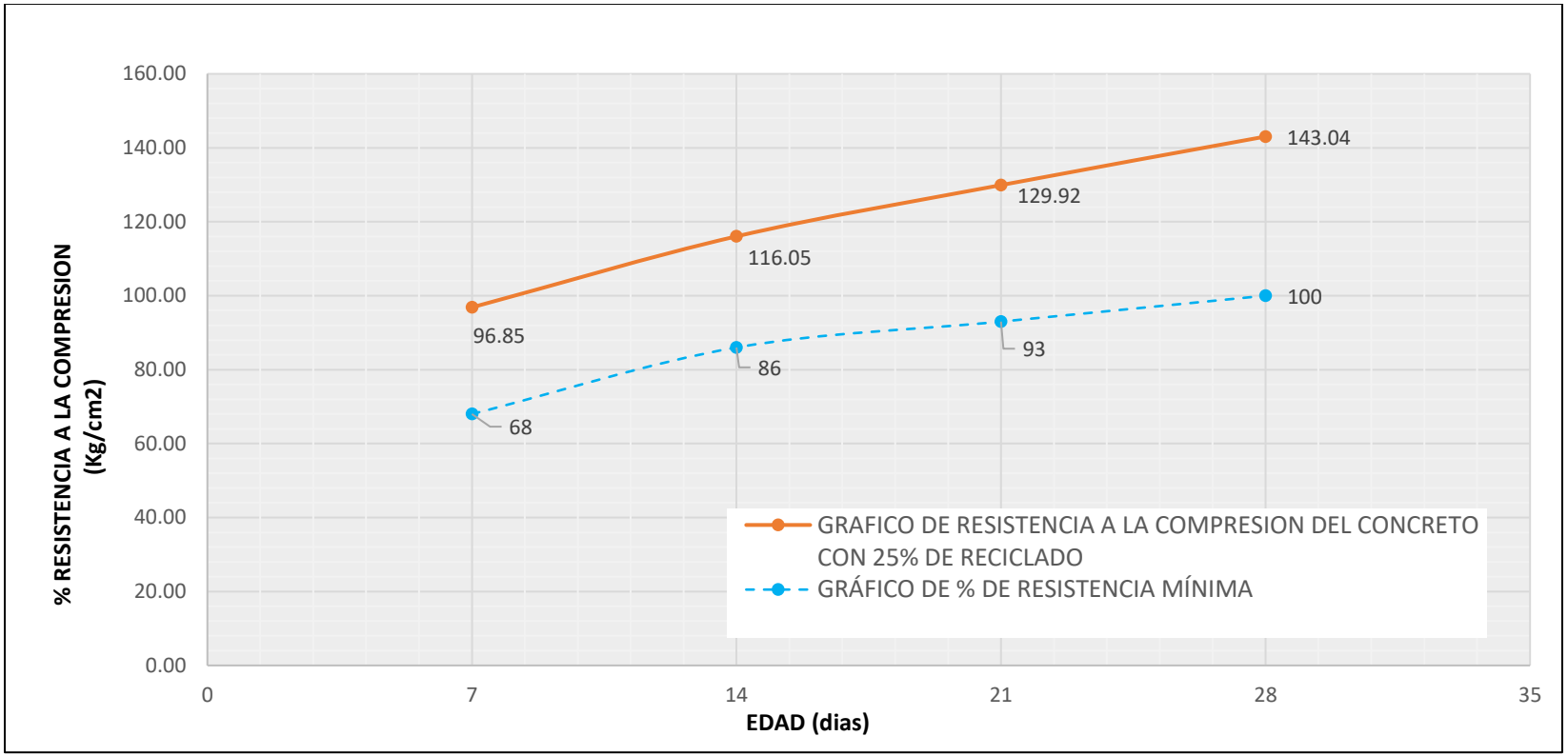
Muestra	f'c de diseño (kg/cm2)	Slump	Fecha		Carga ultima (kgf)	Diámetro	Área	Resistencia obtenida		Resistencia promedio	
			Toma de muestra	Rotura				kg/cm2	%	kg/cm2	%
1	175	3"-4"	16/11/2023	14/12/2023	43270	15	176.7146	244.8581	139.92%	250.32	143.04
2	175	3"-4"	16/11/2023	14/12/2023	45202	15	176.7146	255.7910	146.17%		

Fuente: Elaboración propia.

Con los % promedios de resistencia a la compresión a los 7,14,21 y 28 días obtenidos en las tablas anteriores se elaboró la curva de resistencia del concreto de la combinación 75% de hormigón corregido y 25% de reciclado, la cual se muestra a continuación:

Figura 78

Curva del % de resistencia a compresión del concreto de la combinación 75% de hormigón corregido y 25% de reciclado



Fuente: elaboración propia

De las tablas anteriores y el gráfico de la figura 78 podemos inferir que la resistencia a la compresión del concreto de la combinación 75% de hormigón corregido y 25% de reciclado a los 28 días de edad, sobrepasaron la resistencia a la compresión mínima (f'c de diseño) de 175 kg/cm2 (100%). Logrando una resistencia promedio de 250.32 kg/cm2 (143.04%).

4.3.2.3. Resistencia a la compresión del concreto de la combinación 75.39% hormigón y 24.61 % reciclado grueso

- **Resistencia a la compresión a los 7 días**

Tabla 105

Resistencia a la compresión a los 7 días de edad

Muestra	f'c de diseño (kg/cm2)	Slump	Fecha		Carga ultima (kgf)	Diámetro	Área	Resistencia obtenida		Resistencia promedio	
			Toma de muestra	Rotura				kg/cm2	%	kg/cm2	%
1	175	3"-4"	17/11/2023	24/11/2023	31279	15	176.7146	177.0029	101.14%	181.93	103.96
2	175	3"-4"	17/11/2023	24/11/2023	33021	15	176.7146	186.8606	106.78%		

Fuente: Elaboración propia.

- **Resistencia a la compresión a los 14 días**

Tabla 106

Resistencia a la compresión a los 14 días de edad

Muestra	f'c de diseño (kg/cm2)	Slump	Fecha		Carga ultima (kgf)	Diámetro	Área	Resistencia obtenida		Resistencia promedio	
			Toma de muestra	Rotura				kg/cm2	%	kg/cm2	%
1	175	3"-4"	17/11/2023	01/12/2023	40258	15	176.7146	227.8137	130.18%	231.94	132.53
2	175	3"-4"	17/11/2023	01/12/2023	41715	15	176.7146	236.0586	134.89%		

Fuente: Elaboración propia.

- **Resistencia a la compresión a los 21 días**

Tabla 107

Resistencia a la compresión a los 21 días de edad

Muestra	f'c de diseño (kg/cm2)	Slump	Fecha		Carga ultima (kgf)	Diámetro	Área	Resistencia obtenida		Resistencia promedio	
			Toma de muestra	Rotura				kg/cm2	%	kg/cm2	%
1	175	3"-4"	17/11/2023	08/12/2023	43092	15	176.7146	243.8508	139.34%	238.40	136.23
2	175	3"-4"	17/11/2023	08/12/2023	41164	15	176.7146	232.9406	133.11%		

Fuente: Elaboración propia.

- **Resistencia a la compresión a los 28 días**

Tabla 108

Resistencia a la compresión a los 28 días de edad

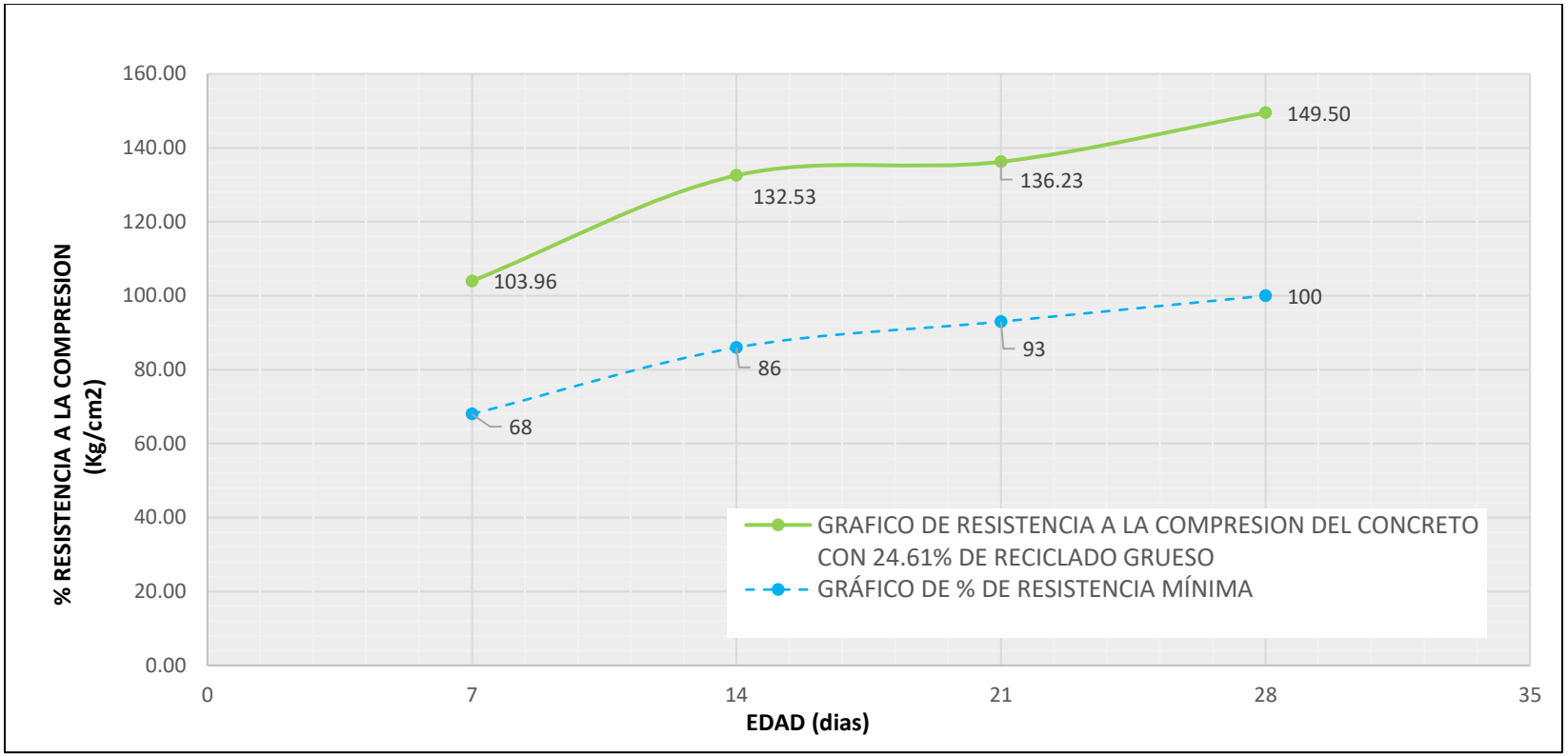
Muestra	f'c de diseño (kg/cm2)	Slump	Fecha		Carga ultima (kgf)	Diámetro	Área	Resistencia obtenida		Resistencia promedio	
			Toma de muestra	Rotura				kg/cm2	%	kg/cm2	%
1	175	3"-4"	17/11/2023	15/12/2023	45054	15	176.7146	254.9535	145.69%	261.62	149.50
2	175	3"-4"	17/11/2023	15/12/2023	47411	15	176.7146	268.2914	153.31%		

Fuente: Elaboración propia.

Con los % promedios de resistencia a la compresión a los 7,14,21 y 28 días obtenidos en las tablas anteriores se elaboró la curva de resistencia del concreto de la combinación 75.39% de hormigón y 24.61% de reciclado grueso, la cual se muestra a continuación:

Figura 79

Curva del % de resistencia a compresión del concreto de la combinación 75.39% de hormigón y 24.61% de reciclado grueso



Fuente: elaboración propia

De las tablas anteriores y el gráfico de la figura 79 podemos inferir que la resistencia a la compresión del concreto de la combinación 75.39% de hormigón y 24.61% de reciclado grueso a los 28 días de edad, sobrepasaron la resistencia a la compresión mínima (f'c de diseño) de 175 kg/cm2 (100%). Logrando una resistencia promedio de 261.62 kg/cm2 (149.50%).

4.3.2.4. Comparativo de la resistencia a la compresión del concreto patrón y las combinaciones

Para la elaboración de la siguiente tabla se tuvo en cuenta las resistencias a la compresión promedios obtenidas en las diferentes edades para cada diseño.

Tabla 109

Resistencia a la compresión (kg/cm2) y % alcanzado (respecto al f´c de diseño)

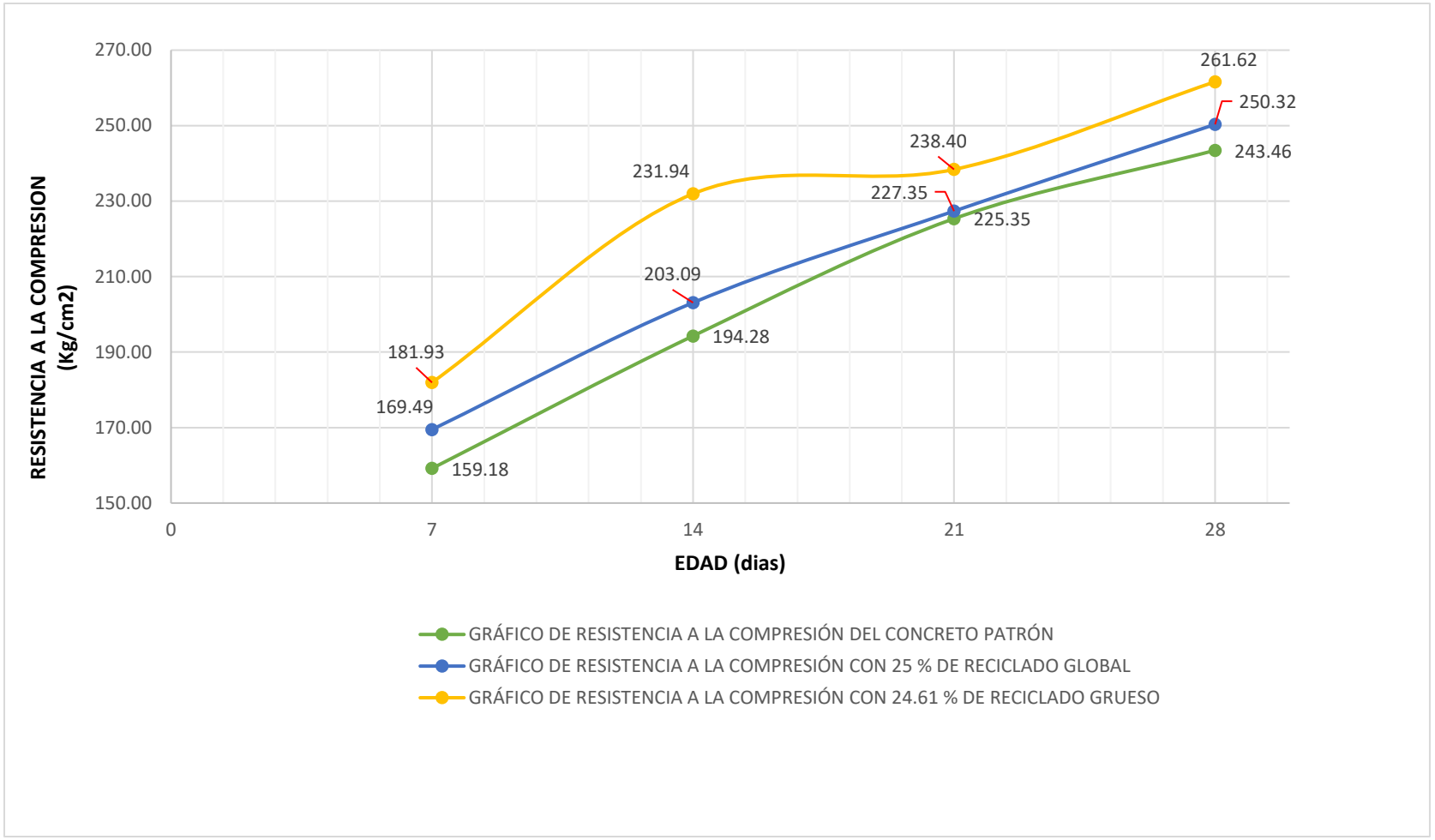
Tipo de concreto	Resistencia a la compresión del concreto patrón y cada combinación							
	Edad (días)							
	7		14		21		28	
	f´c	%	f´c	%	f´c	%	f´c	%
Concreto Patrón (hormigón corregido)	159.18	90.96	194.28	111.02	225.35	128.77	243.46	139.12
Concreto de la Combinación 75% de hormigón corregido y 25% de reciclado	169.49	96.85	203.09	116.05	227.35	129.92	250.32	143.04
Concreto de la Combinación 75.39% de hormigón y 24.61% de reciclado grueso	181.93	103.96	231.94	132.53	238.40	136.23	261.62	149.50

Fuente: Elaboración propia

Con valores de la tabla 109 se elaboró el grafico curva de resistencias, el cual se muestra a continuación:

Figura 80

Resistencia a la compresión (kg/cm2) del concreto patrón vs concreto con 25% reciclado global y 24.614% de reciclado grueso

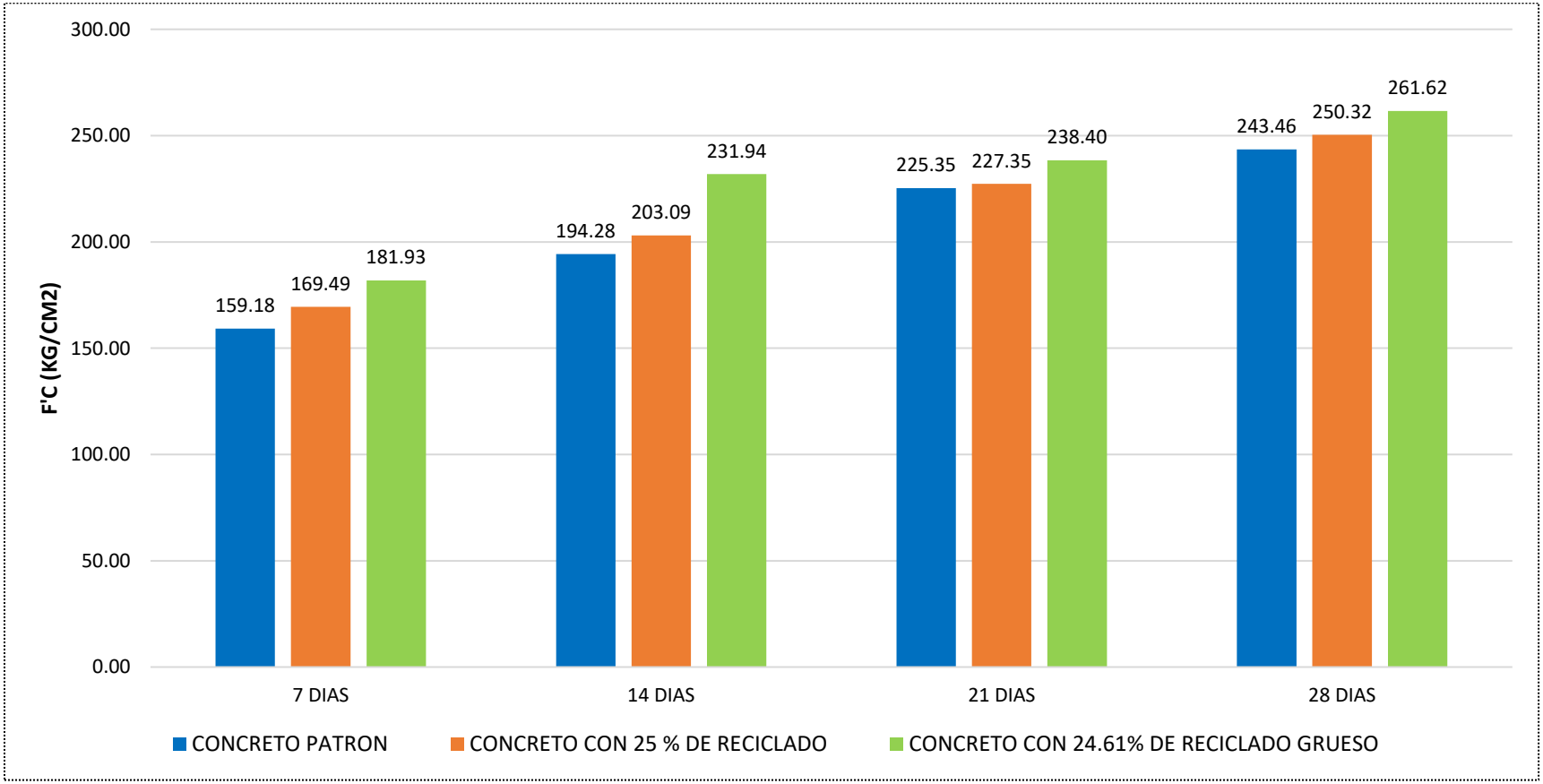


Fuente: Elaboración propia

Con valores de la tabla 109 se elaboró el siguiente gráfico:

Figura 81

Resistencia de los concretos en el tiempo



Fuente: Elaboración propia

De la figura podemos inferir lo siguiente:

- A los 28 días el concreto patrón alcanza una resistencia a la compresión 243.46 kg/cm2, mientras el concreto con 25%

de reciclado llega una resistencia de 250.32 kg/cm2 y el concreto con 24.61% de reciclado grueso presenta una resistencia de 261.62 kg/cm2.

- El concreto con 25% de reciclado presenta una resistencia a la compresión a los 28 días ligeramente superior al patrón.
- Tanto el concreto con 25% de reciclado y el con 24.61 % de reciclado grueso se mantuvieron con resistencias promedios por encima del patrón a lo largo del tiempo.
- Teniendo en cuenta los valores de la tabla 60 obtenemos la variación de resistencia (kg/cm2 y %) de los concretos de cada combinación respecto al concreto patrón. A continuación, se presenta el cálculo de dichas variaciones y su representación gráfica:

Tabla 110

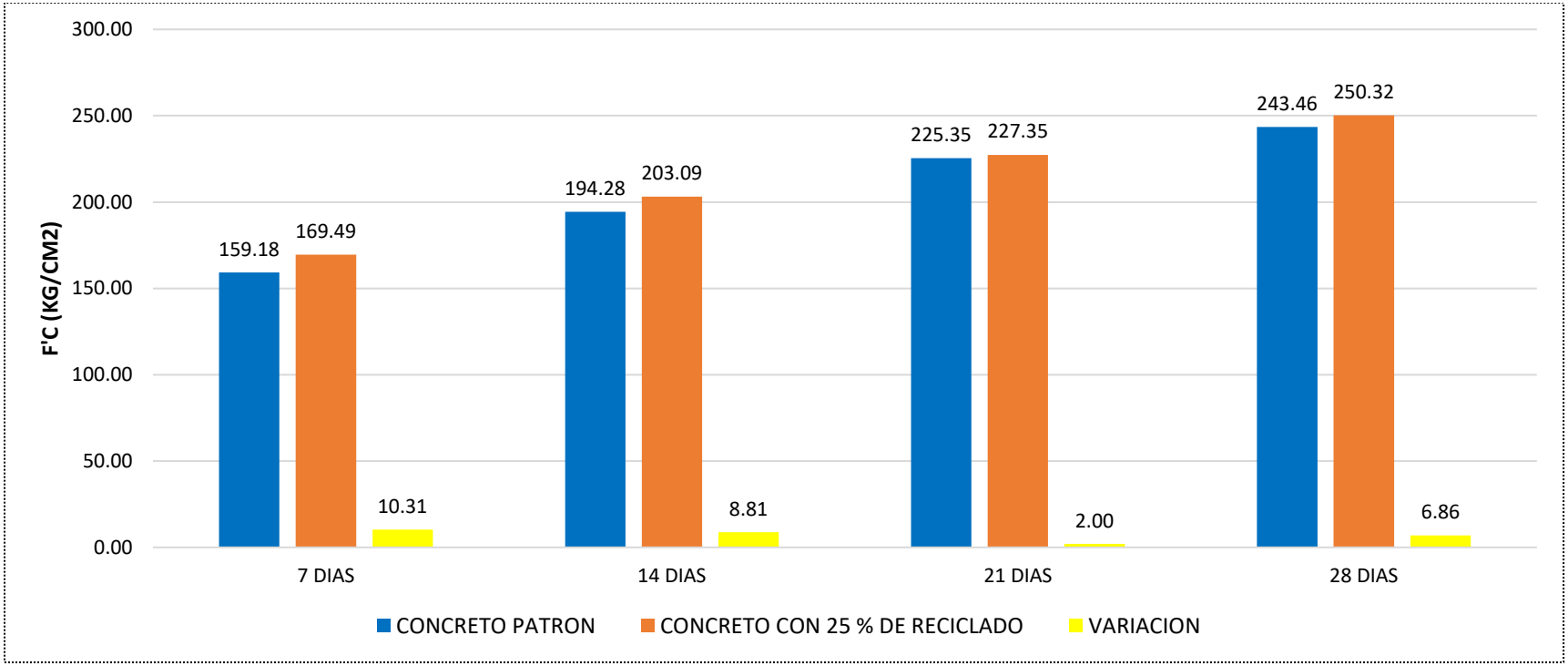
Resistencia a la compresión del concreto patrón vs concreto con 25% de reciclado.

Tipo de concreto	**Resistencia a la compresión (kg/cm2)**			
	7 días	14 días	21 días	28 días
Concreto Patrón (hormigón corregido)	159.18	194.28	225.35	243.46
Concreto de la Combinación 75% de hormigón corregido y 25% de reciclado	169.49	203.09	227.35	250.32
Variación (kg/cm2)	10.31	8.81	2	6.86
Variación (%)	6.48	4.53	0.89	2.82

Fuente: Elaboración propia

Figura 82

Resistencia a la compresión (kg/cm2) del concreto patrón vs concreto con 25% de reciclado



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico se observa que el concreto con 75% hormigón corregido y 25% de reciclado alcanza a los 28 días una resistencia de 6.86 kg/cm2 más en comparación con el patrón, esto representa 2.82% más que al patrón.

Tabla 111

Resistencia a la compresión del concreto patrón vs concreto con 24.61 % de reciclado grueso.

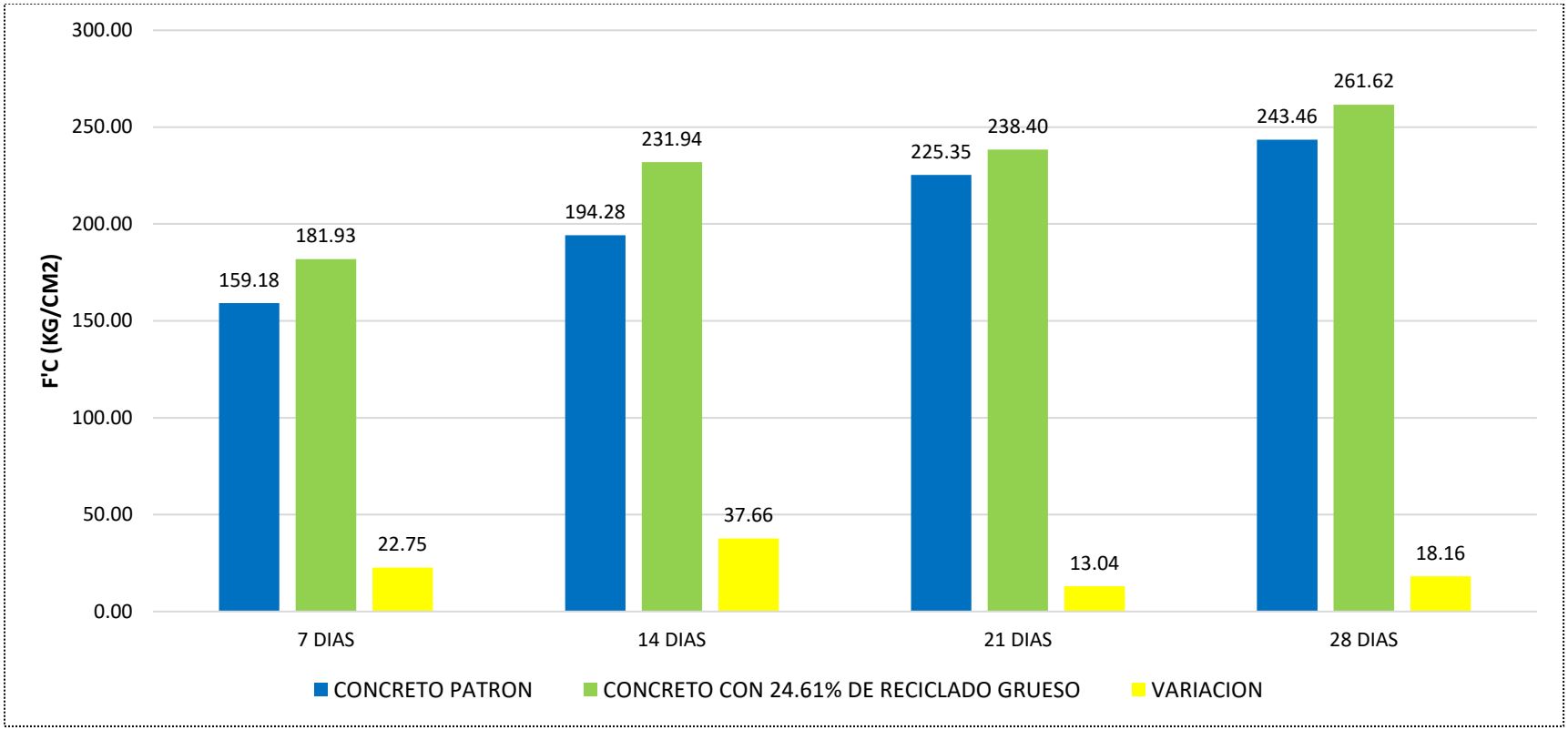
Tipo de concreto	Resistencia a la compresión (kg/cm2)			
	7 días	14 días	21 días	28 días
Concreto Patrón (hormigón corregido)	159.18	194.28	225.35	243.46
Concreto de la Combinación 75% de hormigón corregido y 25% de reciclado	181.93	231.94	238.4	261.62
Variación (kg/cm2)	22.75	37.66	13.05	18.16
Variación (%)	14.29	19.38	5.79	7.46

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta la tabla 111 se elaboró el siguiente gráfico:

Figura 83

Resistencia a la compresión (kg/cm2) del concreto patrón vs concreto con 24.61% de reciclado grueso.



Fuente: Elaboración propia

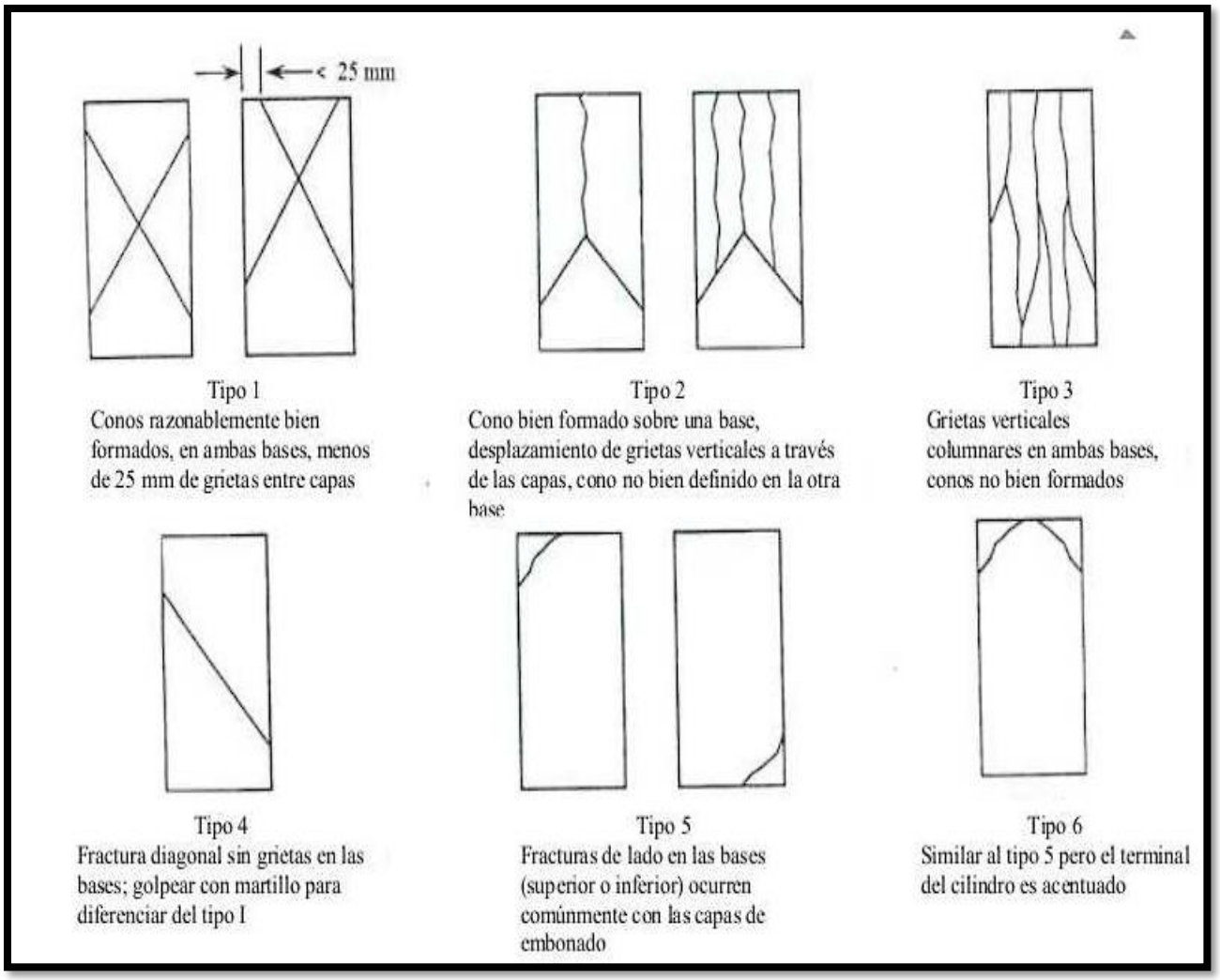
En el gráfico se observa que el concreto con 75.39% hormigón corregido y 24.61% de reciclado alcanza a los 28 días una resistencia de 18.16 kg/cm2 más en comparación con el patrón, esto representa 7.46% más que al patrón.

4.4 Tipos de Fallas

Para poder evaluar los tipos de fallas que presentaron luego de la rotura en la prensa hidráulica tanto las probetas de concreto patrón como las con determinado porcentaje de reciclado, se tuvo en cuenta los 6 tipos de fallas descritas en la Norma Técnica Peruana 339.034 2008, el cual se muestra en la siguiente figura:

Figura 84

Tipos de fallas



Fuente: tomado de “figura 2- esquema de los patrones de tipo de fracturas” HORMIGON (CONCRETO). Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilíndricas (NTP 339.034), 3a edición, p. 15.

A continuación, se identificará los tipos de fallas que presentaron las probetas de la cantera Pachitea, Nuevo Piura y del reciclado:

4.4.1 Tipo de falla de los concretos patrones

A. Cantera Pachitea

Figura 85

Verificando el tipo de falla

7 DÍAS	14 DÍAS	21 DÍAS	28 DÍAS
			
			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 112

Tipo de falla de cada probeta

7 DIAS	14 DIAS	21 DIAS	28 DIAS
Tipo 2	Tipo 6	Tipo 5	Tipo 6
Tipo 2	Tipo 6	Tipo 5	Tipo 6

Fuente: elaboración propia

B. Cantera Nuevo Piura

Figura 86

Verificación de tipo de falla

7 DÍAS	14 DÍAS	21 DÍAS	28 DÍAS
			
			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 113

Tipo de falla de cada probeta

7 DIAS	14 DIAS	21 DIAS	28 DIAS
Tipo 6	Tipo 3	Tipo 5	Tipo 6
Tipo 3	Tipo 5	Tipo 6	Tipo 5

Fuente: elaboración propia

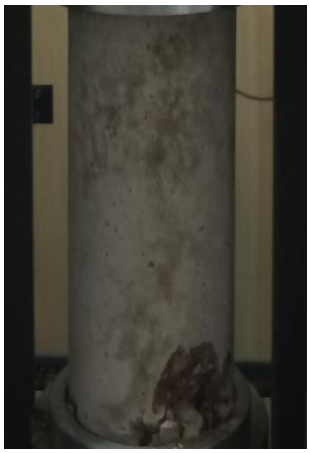
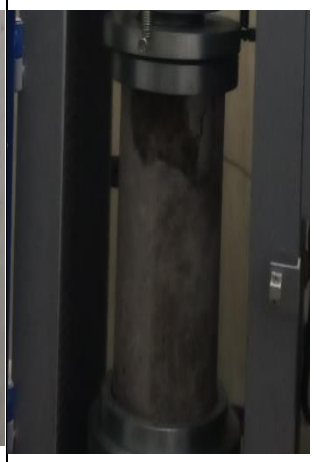
4.4.2 Tipo de falla de las probetas de concretos con determinado porcentaje de reciclado.

A. Tipo de falla de probetas de concreto elaborado con hormigón de la cantera Pachitea y un % de concreto reciclado.

- **Con 15%**

Figura 87

Verificación del tipo de falla

7 DÍAS	14 DÍAS	21 DÍAS	28 DÍAS
			
			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 114

Tipo de falla de cada probeta

7 DIAS	14 DIAS	21 DIAS	28 DIAS
Tipo 6	Tipo 5	Tipo 6	Tipo 3
Tipo 6	Tipo 5	Tipo 6	Tipo 5

Fuente: elaboración propia

- **Con 25%**

Figura 88

Verificación del tipo de falla

7 DÍAS	14 DÍAS	21 DÍAS	28 DÍAS
			
			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 115

Tipo de falla de cada probeta

7 DIAS	14 DIAS	21 DIAS	28 DIAS
Tipo 5	Tipo 3	Tipo 5	Tipo 6
Tipo 5	Tipo 3	Tipo 5	Tipo 6

Fuente: elaboración propia

B. Tipo de falla de las probetas del concreto elaborado con hormigón de la cantera Nuevo Piura y un % de concreto reciclado

- **Con 25%**

Figura 89

Verificación del tipo de falla

7 DÍAS	14 DÍAS	21 DÍAS	28 DÍAS
			
			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 116

Tipo de falla de cada probeta

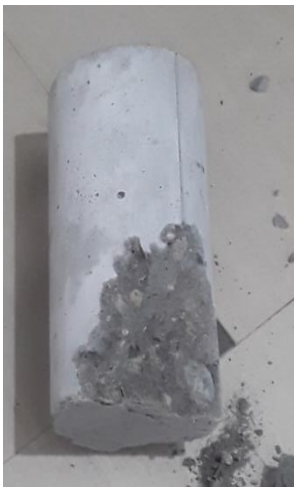
7 DIAS	14 DIAS	21 DIAS	28 DIAS
Tipo 5	Tipo 5	Tipo 3	Tipo 3
Tipo 5	Tipo 5	Tipo 6	Tipo 5

Fuente: elaboración propia

- **Con 24.61% de reciclado grueso**

Figura 90

Verificando el tipo de falla

7 DÍAS	14 DÍAS	21 DÍAS	28 DÍAS
			
			

Fuente: Elaboración propia

Tabla 117

Tipo de falla de cada probeta

7 DIAS	14 DIAS	21 DIAS	28 DIAS
Tipo 5	Tipo 5	Tipo 5	Tipo 6
Tipo 5	Tipo 5	Tipo 5	Tipo 5

Fuente: elaboración propia

4.5 Análisis de costos

A continuación, se analizará el costo de 1 m3 de concreto con agregados naturales y concretos con cierto porcentaje de agregado reciclado.

4.5.1 Costo de 1m3 de concreto con agregados naturales de la cantera Pachitea

Tabla 118

Costo de m3 de concreto f'c=175 kg/cm2 con agregado natural

MATERIALES	UND	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (S/.)	PARCIAL (S/.)
Cemento Portland tipo I	Bls	6.37	31.83	202.76
Agua	m3	0.16472	5.00	0.82
Hormigón	m3	0.93609	75	70.2
COSTO POR M3 DE CONCRETO (S/)				**273.78**

Fuente: elaboración propia

4.5.2 Costo de 1m3 de concreto de la combinación 85% hormigón (Pachitea) y 15% de agregado reciclado

Tabla 119

Costo de m3 del agregado reciclado puesto en obra

Actividad	Und	Cantidad	Precio Unitario (s/.)	Parcial (s/.)
Servicio de recojo y transporte del material reciclado a la chancadora	m3	15	17	255
Triturado y tamizado	m3	15	40	600
Transporte de agregado fino a la obra	m3	3.33	14	46.62
Transporte de agregado grueso 3/4" a la obra	m3	4.3	14	60.2
Transporte de agregado grueso 1/2" a la obra	m3	6.06	14	84.84
			Sub Total(s/.) =	**S/ 1046.66**
			Para 1m3 de Agregado Reciclado=	**S/. 76.45**

Fuente: elaboración propia

Tabla 120

Costo de m3 de concreto f'c=175 kg/cm2 con agregado reciclado

MATERIALES	UND	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (S/.)	PARCIAL (S/.)
Cemento Portland tipo I	Bls	6.37	31.83	202.76
Agua	m3	0.20617	5.00	1.03
Hormigón	m3	0.76447	75.00	57.33
Reciclado grueso 3/4"	m3	0.06332	76.45	4.84
Reciclado grueso 1/2"	m3	0.09368	76.45	7.16
Reciclado fino	m3	0.04125	76.45	3.15
COSTO POR M3 DE CONCRETO (S/)				**276.27**

Fuente: elaboración propia

4.5.3 Costo de 1m3 de concreto de la combinación 75% hormigón (Pachitea) y 25% de agregado reciclado

Tabla 121

Costo de m3 de concreto f'c=175 kg/cm2 con agregado reciclado

MATERIALES	UND	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (S/.)	PARCIAL (S/.)
Cemento Portland tipo I	Bls	6.37	31.83	202.76
Agua	m3	0.20848	5.00	1.04
Hormigón	m3	0.68028	75.00	51.02
Reciclado grueso 3/4"	m3	0.10643	76.45	8.14
Reciclado grueso 1/2"	m3	0.15746	76.45	12.04
Reciclado fino	m3	0.06934	76.45	5.30
COSTO POR M3 DE CONCRETO (S/)				**280.30**

Fuente: elaboración propia

4.5.4 Costo de 1m3 de concreto con agregados naturales de la cantera Nuevo Piura

Tabla 122

Costo de m3 de concreto f'c=175 kg/cm2 con agregado natural

MATERIALES	UND	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (S/.)	PARCIAL (S/.)
Cemento Portland tipo I	Bls	7.42	31.83	236.17
Agua	m3	0.19022	5	0.95
Hormigón	m3	0.95123	75	71.34
COSTO POR M3 DE CONCRETO (S/)				**308.47**

Fuente: elaboración propia

4.5.5 Costo de 1m3 de concreto de la combinación 75% hormigón corregido (Nuevo Piura) 25% de agregado reciclado

Tabla 123

Costo de m3 de concreto f'c=175 kg/cm2 con agregado reciclado

MATERIALES	UND	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (S/.)	PARCIAL (S/.)
Cemento Portland tipo I	Bls	7.42	31.83	236.17
Agua	m3	0.21475	5.00	1.07
Hormigón	m3	0.70927	75.00	53.19
Reciclado grueso 3/4"	m3	0.10223	76.45	7.81
Reciclado grueso 1/2"	m3	0.15126	76.45	11.56
Reciclado fino	m3	0.06661	76.45	5.09
COSTO POR M3 DE CONCRETO (S/)				**314.92**

Fuente: elaboración propia

4.5.6 Costo de 1m3 de concreto de la combinación 75.39% hormigón (Nuevo Piura) y 24.61% de agregado reciclado grueso

Tabla 124

Costo de m3 de concreto f'c=175 kg/cm2 con agregado reciclado

MATERIALES	UND	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (S/.)	PARCIAL (S/.)
Cemento Portland tipo I	Bls	7.79	31.83	247.95
Agua	m3	0.21321	5.00	1.06
Hormigón	m3	0.70144	75.00	52.60
Reciclado grueso 3/4"	m3	0.13083	76.45	10.00
Reciclado grueso 1/2"	m3	0.19356	76.45	14.79
COSTO POR M3 DE CONCRETO (S/)				**326.43**

Fuente: elaboración propia

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 Análisis estadístico de los resultados obtenidos

5.1.1 Contrastación de hipótesis

Para poder realizar la contrastación de la hipótesis se hará uso de la prueba t-student con un 95% de probabilidad**.**

Así mismo se evaluará las hipótesis en dos partes según el porcentaje sustituido de material reciclado respecto a cada cantera, comparándole con el concreto patrón.

A. Hipótesis General

- **Hipótesis Nula (H0):** El uso de agregados de Concretos Reciclados como un sustituto parcial del agregado global no influye de forma significativa en la resistencia a la compresión sobre el concreto de f'c =175 kg/cm2 elaborado con agregado global en el distrito de Callería - Ucayali.
- **Hipótesis Alternativa (H1):** El uso de agregados de Concretos Reciclados como un sustituto parcial del agregado global influye de forma significativa en la resistencia a la compresión sobre el concreto de f'c =175 kg/cm2 elaborado con agregado global en el distrito de Callería - Ucayali.

CANTERA PACHITEA

1) Contrastación de hipótesis general para la combinación 85% hormigón (Pachitea) y 15% de agregado reciclado.

Tabla 125

Resistencia a la compresión a los 28 días del patrón vs reciclado

Muestra N°	Resistencia a la Compresión a los 28 días (kg/cm2)	
	Patrón	**85% (hormigón) - 15% (reciclado)**
1	219.540	188.648
2	187.867	175.956

Fuente: elaboración propia

- **Definimos hipótesis**

H0 (u1=u2) y H1 (u1≠u2)

- **Grado de libertad (GL)**

GL=n1+n2-2 n1=2 ∧ n2=2

GL=2

- **Nivel de significancia (α)**

α=0.05 asumido

- **Cálculo de la desviación estándar (S)**

$$s = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Tabla 126

Desviación estándar del patrón vs reciclado

Descripción	Patrón	85% (hormigón) - 15% (reciclado)
Desviación estándar	22.396	8.974

Fuente: elaboración propia

- **Cálculo del valor de control (tc)**

Para

α	=	0.05
GL=		2

tc=4.3 (según tabla de valores porcentuales de t-student para niveles de significancia dos colas)

- **Calculamos el estadígrafo de prueba (t)**

$$t = \frac{\overline{x1} - \overline{x2}}{\sqrt{\frac{s1^2}{n1} + \frac{s2^2}{n2}}} = 0.887$$

- **Elaboración de la campana de Gauss**

Tabla 127

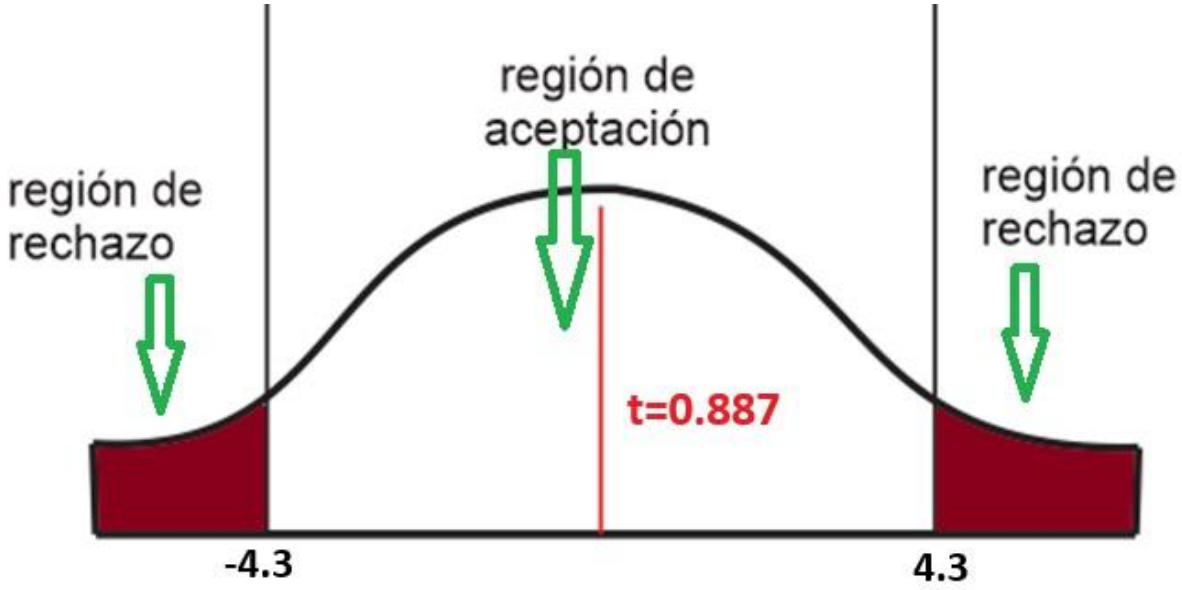
Datos para la elaboración de la campana de Gauss

Datos	Muestras	
	Patrón	**85% (hormigón) - 15%(reciclado)**
Nivel de significancia (α)		0.05
Valores de control (tc)		4.3
Estadígrafo de prueba (t)		0.887

Fuente: elaboración propia

Figura 91

Gráfico de la campana de Gauss



Fuente: elaboración propia

Interpretación: cómo se puede ver en el grafico que el valor de prueba “t” cae dentro de la región de aceptación, por lo tanto se acepta la hipótesis nula (H0) y se rechaza la hipótesis alternativa (H1), es decir la prueba es aceptable al sustituir 15% de material reciclado, en otras palabras el uso de agregados de Concretos Reciclados como un sustituto parcial del agregado global no influye de forma significativa en la resistencia a la compresión sobre el concreto de f’c =175 kg/cm2 elaborado con agregado global en el distrito de Callería - Ucayali.

2) Contrastación de hipótesis general para la combinación 75% hormigón (Pachitea) y 25% de agregado reciclado.

Tabla 128

Resistencia a la compresión a los 28 días del patrón vs reciclado

Muestra N°	Resistencia a la Compresión a los 28 días (kg/cm2)	
	Patrón	**75% (hormigón) - 25% (reciclado)**
1	219.540	205.574
2	187.867	196.214

Fuente: elaboración propia

- **Definimos hipótesis**

H0 (u1=u1) y H1 (u1≠u2)

- **Grado de libertad (GL)**

GL=n1+n1-2 n1=2 ∧ n2=2

GL=2

- **Nivel de significancia (α)**

α=0.05 asumido

- **Cálculo de la desviación estándar (S)**

$$s = \sqrt{\frac{\sum(x - \overline{x})^2}{n - 1}}$$

Tabla 129

Desviación estándar del patrón vs reciclado

Descripción	**Patrón**	**85%(hormigón)-15%(reciclado)**
Desviación estándar (s)	22.396	6.618

Fuente: elaboración propia

- **Cálculo del valor de control (tc)**

Para:

α =	0.05
GL=	2

tc=4.3 (según tabla de valores porcentuales de t-student para niveles de significancia dos colas)

- **Calculamos el estadígrafo de prueba (t)**

$$t = \frac{\overline{x1} - \overline{x2}}{\sqrt{\frac{s1^2}{n1} + \frac{s2^2}{n2}}} = 0.120$$

- **Elaboración de la campana de Gauss**

Table 130

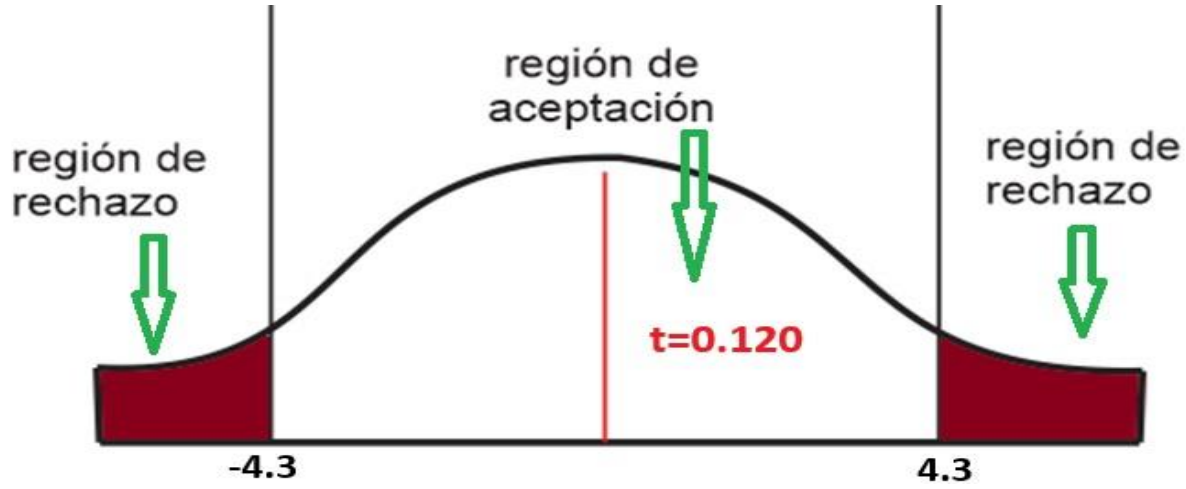
Datos para la elaboración de la campana de Gauss

Datos	Muestras	
	Patrón	75% (hormigón) - 25% (reciclado)
Nivel de significancia (α)		0.05
Valores de control (tc)		4.3
Estadígrafo de prueba (t)		0.120

Fuente: elaboración propia

Figura 92

Gráfico de la campana de Gauss



Fuente: elaboración propia

Interpretación: cómo se puede ver en el grafico que el valor de prueba “t” cae dentro de la región de aceptación, por lo tanto se acepta la hipótesis nula (H0) y se rechaza la hipótesis alternativa (H1), es decir la prueba es aceptable al sustituir 25% de material reciclado, en otras palabras el uso de agregados de Concretos Reciclados como un sustituto parcial del agregado global no influye de forma significativa en la resistencia a la compresión sobre el concreto de f’c =175 kg/cm2 elaborado con agregado global en el distrito de Callería - Ucayali.

CANTERA NUEVO PIURA

1) **Contrastación de hipótesis general para la combinación 75% hormigón corregido (Nuevo Piura) y 25% de agregado reciclado.**

Tabla 131

Resistencia a la compresión a los 28 días del patrón vs reciclado

Muestra N°	Resistencia a la Compresión a los 28 días (kg/cm2)	
	Patrón	75% (hormigón corregido)-25%(reciclado)
1	242.877	244.858
2	244.043	255.790

Fuente: elaboración propia

- **Definimos hipótesis**

H0 (u1=u2) y H1 (u1≠u2)

- **Grado de libertad (GL)**

GL=n1+n2-2 n1=2 ∧ n2=2 GL=2

- **Nivel de significancia (α)**

α=0.05 asumido

- **Cálculo de la desviación estándar (S)**

$$s = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Tabla 132

Desviación estándar del patrón vs reciclado

Descripción	Patrón	75% (hormigón corregido) - 25% (reciclado)
Desviación estándar	0.824	7.730

Fuente: elaboración propia

- **Cálculo del valor de control (tc)**

Para

α =	0.05
GL=	2

tc=4.3 (según tabla de valores porcentuales de t-student para niveles de significancia dos colas)

- **Calculamos el estadígrafo de prueba (t)**

$$t = \frac{\overline{x1} - \overline{x2}}{\sqrt{\frac{s1^2}{n1} + \frac{s2^2}{n2}}} = -0.882$$

- **Elaboración de la campana de Gauss**

Tabla 133

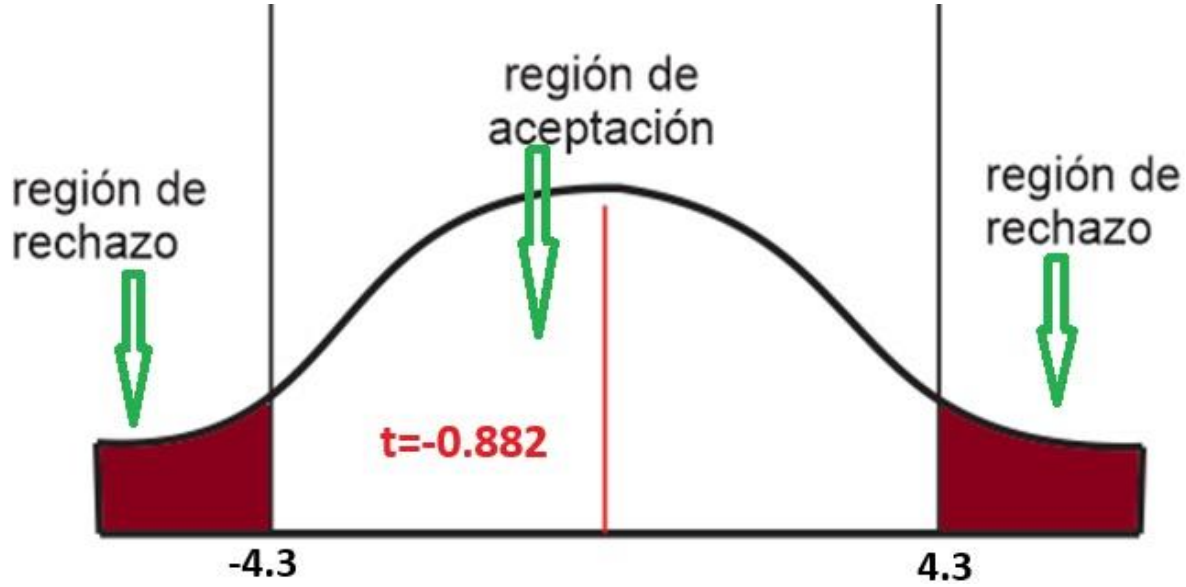
Datos para la elaboración de la campana de Gauss

Datos	Muestras	
	Patrón	75% (hormigón corregido) - 25% (reciclado)
Nivel de significancia (α)	0.05	
Valores de control (tc)	4.3	
Estadígrafo de prueba (t)	-0.882	

Fuente: elaboración propia

Figura 93

Gráfico de la campana de Gauss



Fuente: elaboración propia

Interpretación: cómo se puede ver en el grafico que el valor de prueba “t” cae dentro de la región de aceptación, por lo tanto se acepta la hipótesis nula (H0) y se rechaza la hipótesis alternativa (H1), es decir la prueba es aceptable al sustituir 25% de material reciclado, en otras palabras el uso de agregados de Concretos Reciclados como un sustituto parcial del agregado global no influye de forma significativa en la resistencia a la compresión sobre el concreto de f’c =175 kg/cm2 elaborado con agregado global en el distrito de Callería - Ucayali.

2) **Contrastación de hipótesis general para la combinación 75.39% hormigón (Nuevo Piura) y 24.61% de agregado reciclado grueso.**

Tabla 134

Resistencia a la compresión a los 28 días del patrón vs reciclado

Muestra N°	Resistencia a la Compresión a los 28 días (kg/cm2)	
	Patrón	**75.39 % (hormigón) - 24.61 % (reciclado grueso)**
1	242.877	254.953
2	244.043	268.291

Fuente: elaboración propia

- **Definimos hipótesis**

H0 (u1=u2) y H1 (u1≠u2)

- **Grado de libertad (GL)**

GL=n1+n2-2 n1=2 ∧ n2=2

GL=2

- **Nivel de significancia (α)**

α=0.05 asumido

- **Cálculo de la desviación estándar (S)**

$$s = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Tabla 135

Desviación estándar del patrón vs reciclado

Descripción	Patrón	75.39 % (hormigón) - 24.61 % (reciclado grueso)
Desviación estándar (s)	0.824	9.431

Fuente: elaboración propia

- **Cálculo del valor de control (tc)**

Para

α =	0.05
GL=	2

tc=4.3 (según tabla de valores porcentuales de t-student para niveles de significancia dos colas)

- **calculamos el estadígrafo de prueba (t)**

$$t = \frac{\overline{x1} - \overline{x2}}{\sqrt{\frac{s1^2}{n1} + \frac{s2^2}{n2}}} = -1.918$$

- **Elaboración de la campana de Gauss**

Tabla 136

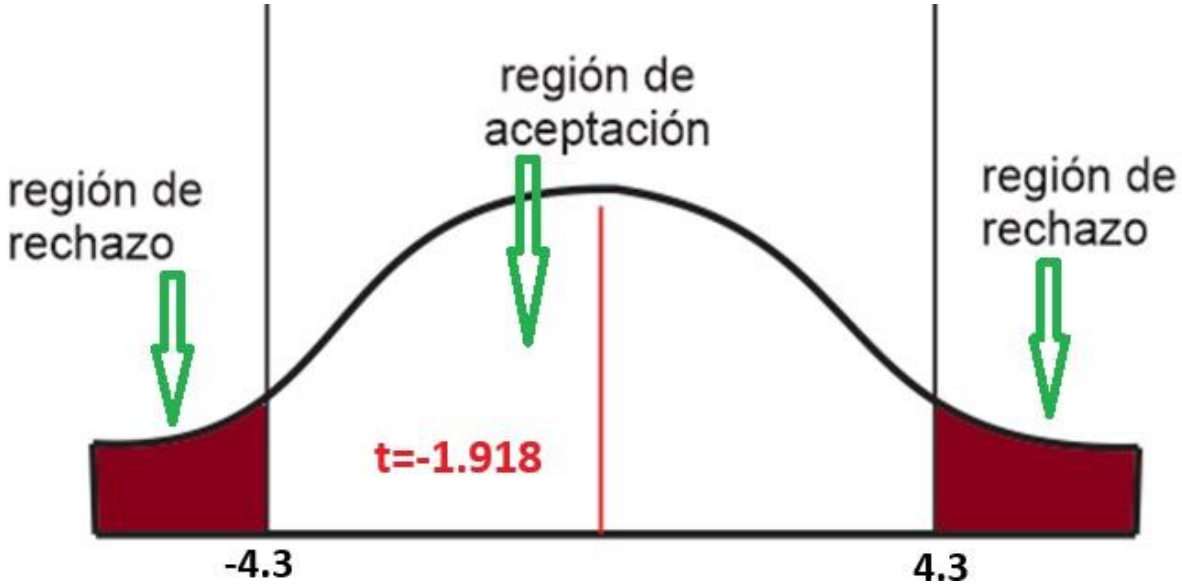
Datos para la elaboración de la campana de Gauss

Datos	Muestras	
	Patrón	**75.39% (hormigón) - 24.61 % (reciclado grueso)**
Nivel de significancia (α)	0.05	
Valores de control (tc)	4.3	
Estadígrafo de prueba (t)	-1.918	

Fuente: elaboración propia

Figura 94

Gráfico de la campana de Gauss



Fuente: elaboración propia

Interpretación: cómo se puede ver en el grafico que el valor de prueba “t” cae dentro de la región de aceptación, por lo tanto se acepta la hipótesis nula (H0) y se rechaza la hipótesis alternativa (H1), es decir la prueba es aceptable al sustituir 24.61% de material reciclado grueso, en otras palabras el uso de agregados de Concretos Reciclados como un sustituto parcial del agregado global no influye de forma significativa en la resistencia a la compresión sobre el concreto de f’c =175 kg/cm2 elaborado con agregado global en el distrito de Callería - Ucayali.

B. Hipótesis Especifica 1

- **Hipótesis Nula (H0):** Las propiedades físicas de los agregados de concreto reciclado influyen positivamente para cumplir con la resistencia de diseño f'c=175 kg/cm2.
- **Hipótesis Alternativa (H1):** Las propiedades físicas de los agregados de concreto reciclado no influyen positivamente para cumplir con la resistencia de diseño f'c=175 kg/cm2.

Contrastación de hipótesis especifica 1 para la cantera Pachitea.

De lo valores obtenidos en los ensayos y la resistencia descritos líneas arriba se demostrará la hipótesis especifica 1 para lo cual se explica a continuación.

1) Influencia de las propiedades físicas de los agregados del concreto reciclado respecto al agregado natural.

Tabla 137

Valores del contenido de humedad (%)

Humedad (%)		
Global natural	Reciclado	
	Grueso	Fino
1.76%	2.74%	2.04%

Fuente: elaboración propia

Tabla 138

Valores del porcentaje de absorción (%)

Absorción (%)		
Global natural	Reciclado	
	Grueso	Fino
1.48%	5.72%	13.64%

Fuente: elaboración propia

Tabla 139

Valores del módulo de fineza

Módulo de fineza		
Global natural	Con 15%	Con 25%
3.1	3.33	3.47

Fuente: elaboración propia

Tabla 140

Resistencia a la compresión (kg/cm2) a los 28 días

Resistencia a los 28 días		
Global natural	**Con 15%**	**Con 25%**
203.7	182.302	200.895

Fuente: elaboración propia

Interpretación: de la tabla 137 el porcentaje del contenido de humedad del agregado reciclado es mayor en comparación al agregado natural. Por lo que esto conllevo a que la resistencia a la compresión de determinado porcentaje de reciclado (15% y 25%) disminuya ya que mientras más contenido de humedad tenga el agregado, tiende a pasar esto, tal cual se puede evidenciar en los resultados obtenidos a los 28 días en la tabla 140. Así mismo en la tabla 138 el porcentaje de absorción del reciclado es mayor al del agregado natural por lo que esto conlleva a influenciar en la trabajabilidad en el diseño de mezcla ya que afectara en la cantidad de agua a utilizar, es por ello que su resistencia a la compresión de determinado porcentaje de reciclado (15% y 25%) tiende a disminuir. De la tabla 139 se ve que el valor del módulo de fineza de las combinaciones (15% y 25% de agregado reciclado) se encuentran cercanos a los parámetros establecidos por la norma técnica peruana 400.037 (2018), esto conllevo a que la resistencia a la compresión de determinado porcentaje de reciclado (15% y 25%) disminuya. A todo esto, se concluye que las propiedades físicas del agregado reciclado influyeron de manera positiva en la resistencia a compresión ya que llego a cumplir con la resistencia de diseño f'c=175 kg/cm2, pero con valores por debajo del concreto patrón. Por ello se acepta la hipótesis nula H0 y se rechaza la hipótesis alternativa H1, es decir Las propiedades físicas de los agregados de concreto reciclado influyen positivamente para cumplir con la resistencia de diseño f'c=175 kg/cm2.

Contrastación de hipótesis especifica 1 para la cantera Nuevo Piura.

De lo valores obtenidos en los ensayos y la resistencia descritos líneas arriba se demostrará la hipótesis especifica 1 para lo cual se explica a continuación.

1) **Influencia de las propiedades físicas de los agregados del concreto reciclado respecto al agregado natural.**

Tabla 141

Valores del contenido de humedad (%)

Humedad (%)		
Global natural	Reciclado	
	Grueso	Fino
2.76%	2.74%	2.04%

Fuente: elaboración propia

Tabla 142

Valores del porcentaje de absorción (%)

Absorción (%)		
Global natural	Reciclado	
	Grueso	Fino
2.305%	5.72%	13.64%

Fuente: elaboración propia

Tabla 143

Valores del módulo de fineza

Módulo de fineza		
Global natural	Con 25%	Con 24.61%
2.72	3.1	2.42

Fuente: elaboración propia

Tabla 144

Resistencia a la compresión (kg/cm2) a los 28 días

Resistencia a los 28 días		
Global natural	Con 25%	Con 24.61%
243.46	250.32	261.62

Fuente: elaboración propia

Interpretación: de la tabla 141 el porcentaje del contenido de humedad del agregado reciclado es menor en comparación al agregado natural. Por lo que esto conllevo a que la resistencia a la compresión de determinado porcentaje de reciclado (25% y 24.61% de reciclado grueso) aumenta ya que mientras menos contenido de humedad tenga el agregado, tiende a pasar esto, tal cual se puede evidenciar en los resultados obtenidos a los 28 días en la tabla 144. Así mismo en la tabla 142 el porcentaje de absorción del reciclado es mayor al del agregado natural por lo que esto conlleva a influenciar en la trabajabilidad en el diseño de mezcla ya que afectara en la cantidad de agua a utilizar, es por ello que su resistencia a la compresión de determinado porcentaje de reciclado (25% y 24.61% de reciclado grueso) debería de disminuir pero en este caso no ocurre esto, debido a muchos factores y uno de ellos es que al realizar el mezclado entre el natural con determinado porcentaje de reciclado tiende a tener mejor adherencia ya que la superficie del reciclado es rugosa, otro factor es el tamaño máximo nominal del natural y reciclado son similares, es por ello que estos factores contribuyeron a que la resistencia de determinado porcentaje de reciclado (25% y 24.61% de reciclado grueso) estén por encima del concreto patrón. De la tabla 143 se ve que el valor del módulo de fineza de las combinaciones (25% y 24.61% de reciclado grueso) se encuentran dentro de los parámetros establecidos por la norma técnica peruana 400.037 (2018), esto conllevo a que la resistencia a la compresión de determinado porcentaje de reciclado (25% y 24.61% de reciclado grueso) y los factores antes mencionados tienden a superar al concreto patrón. Por lo que se concluye que las propiedades físicas del agregado reciclado influyeron de manera positiva en la resistencia a compresión ya que llego a cumplir con la resistencia de diseño f’c=175 kg/cm2 con valores mayores a la del concreto patrón. Por ello se acepta la hipótesis nula H0 y se rechaza la hipótesis alternativa H1, es decir Las propiedades físicas de los agregados de concreto reciclado influyen positivamente para cumplir con la resistencia de diseño f’c=175 kg/cm2.

C. Hipótesis Especifica 2

- **Hipótesis Nula (H0)**: El uso de agregado de concreto reciclado grueso no influye de forma significativa en la resistencia a la compresión sobre el concreto de f'c =175 kg/cm2, elaborado con agregado global
- **Hipótesis Alternativa (H1):** El uso de agregado de concreto reciclado grueso no influye de forma significativa en la resistencia a la compresión sobre el concreto de f'c =175 kg/cm2, elaborado con agregado global

Contrastación de la hipótesis especifica 2 para la cantera Nuevo Piura

Se evaluará la hipótesis haciendo uso de la prueba t-student con un 95% de probabilidad, tal como se hizo para la hipótesis general.

Tabla 145

Resistencia a la compresión a los 28 días del patrón vs reciclado

Muestra N°	Resistencia a la Compresión a los 28 días (kg/cm2)	
	Patrón	**75.39% (hormigón) - 24.61% (reciclado grueso)**
1	242.877	254.953
2	244.043	268.291

Fuente: elaboración propia

- **Definimos hipótesis**

H0 (u1=u2) y H1 (u1≠u2)

- **Grado de libertad (GL)**

GL=n1+n2-2 n1=2 ∧ n2=2 GL=2

- **Nivel de significancia (α)**

α=0.05 asumido

- **Cálculo de la desviación estándar (S)**

$$s = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Tabla 146

Desviación estándar del patrón vs reciclado

Descripción	Patrón	75.39% (hormigón) - 24.61% (reciclado grueso)
Desviación estándar (s)	0.824	9.431

Fuente: elaboración propia

- **Cálculo del valor de control (tc)**

Para

α =	0.05
GL=	2

tc=4.3 (según tabla de valores porcentuales de t-student para niveles de significancia dos colas)

- **calculamos el estadígrafo de prueba (t)**

$$t = \frac{\overline{x1} - \overline{x2}}{\sqrt{\frac{s1^2}{n1} + \frac{s2^2}{n2}}} = -1.918$$

- **Elaboración de la campana de Gauss**

Tabla 147

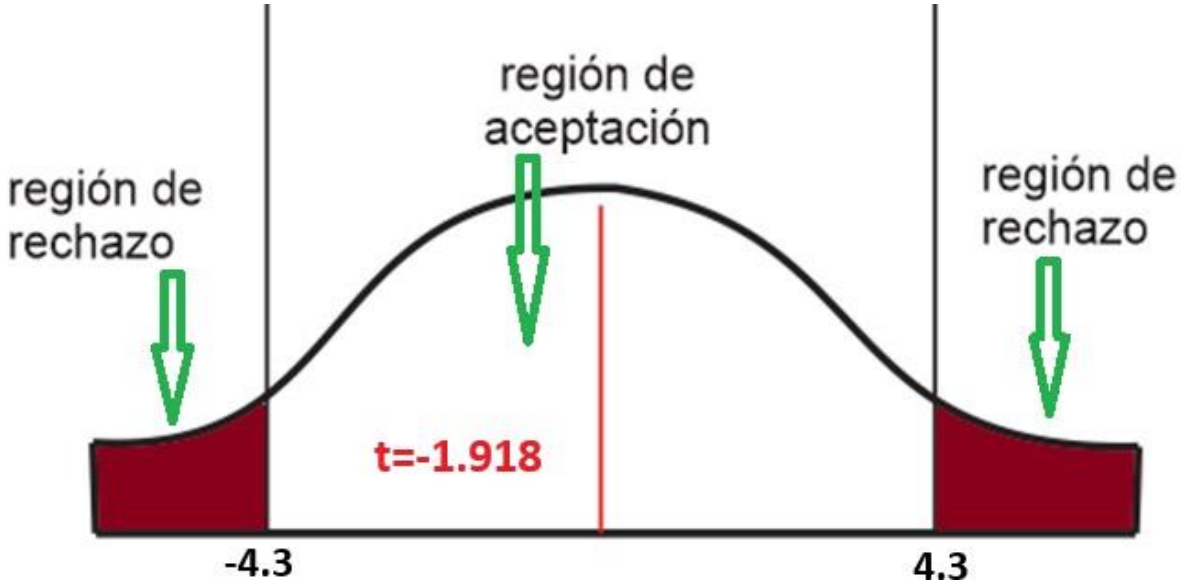
Datos para la elaboración de la campana de Gauss

	Muestras	
Datos	**Patrón**	**75.39% (hormigón)-24.61% (reciclado grueso)**
Nivel de significancia (α)	0.05	
Valores de control (tc)	4.3	
Estadígrafo de prueba (t)	-1.918	

Fuente: elaboración propia

Figura 95

Gráfico de la campana de Gauss



Fuente: elaboración propia

Interpretación: cómo se puede ver en el grafico que el valor de prueba “t” cae dentro de la región de aceptación, por lo tanto, se acepta la hipótesis nula (H0) y se rechaza la hipótesis alternativa (H1), es decir la prueba es aceptable al sustituir 24.61% de material reciclado grueso, en otras palabras, El uso de agregado de concreto reciclado grueso no influye de forma significativa en la resistencia a la compresión sobre el concreto de f’c =175 kg/cm2, elaborado con agregado global.

Por otro lado, no se elaboró la contrastación de la hipótesis especifica 2 para la cantera Pachitea ya que no se elaboró el diseño de mezcla con determinado porcentaje de reciclado grueso puesto que en su composición granulométrica dicha cantera tenía una mayor cantidad de agregados gruesos que finos y era innecesario compensar su granulometría con agregado reciclado grueso.

D. Hipótesis Especifica 3

- **Hipótesis Nula (H0)**: El costo del concreto realizado con agregado reciclado y agregados

global (hormigón) es menor al del concreto elaborado sólo con agregado global.

- **Hipótesis Alternativa (H1)**: El costo del concreto realizado con agregado reciclado y agregados global (hormigón) es mayor al del concreto elaborado sólo con agregado global.

Contrastación de la hipótesis especifica 3 para la cantera Pachitea

Tras realizar el análisis de costos por m3 para el concreto con agregado reciclado y concreto patrón se obtuvieron los siguientes resultados que se muestran en las tablas siguientes:

Tabla 148

Costo de m3 de concreto f'c=175 kg/cm2 con agregado natural

MATERIALES	UND	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (S/.)	PARCIAL (S/.)
Cemento Portland tipo I	Bls	6.37	31.83	202.76
Agua	m3	0.16472	5.00	0.82
Hormigón	m3	0.93609	75	70.2
COSTO POR M3 DE CONCRETO (S/)				**273.78**

Fuente: elaboración propia

Tabla 149

Costo de m3 de concreto f'c=175 kg/cm2 con agregado reciclado (85% hormigón y 15% agregado reciclado)

MATERIALES	UND	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (S/.)	PARCIAL (S/.)
Cemento Portland tipo I	Bls	6.37	31.83	202.76
Agua	m3	0.20617	5.00	1.03
Hormigón	m3	0.76447	75.00	57.33
Reciclado grueso 3/4"	m3	0.06332	76.45	4.84
Reciclado grueso 1/2"	m3	0.09368	76.45	7.16
Reciclado fino	m3	0.04125	76.45	3.15
COSTO POR M3 DE CONCRETO (S/)				**276.27**

Fuente: elaboración propia

Tabla 150

Costo de m3 de concreto f'c=175 kg/cm2 con agregado reciclado (75% hormigón y 25% agregado reciclado)

MATERIALES	UND	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (S/.)	PARCIAL (S/.)
Cemento Portland tipo I	Bls	6.37	31.83	202.76
Agua	m3	0.20848	5.00	1.04
hormigón	m3	0.68028	75.00	51.02
Reciclado grueso 3/4"	m3	0.10643	76.45	8.14
Reciclado grueso 1/2"	m3	0.15746	76.45	12.04
Reciclado fino	m3	0.06934	76.45	5.30
COSTO POR M3 DE CONCRETO (S/)				**280.30**

Fuente: elaboración propia

Interpretación: cómo podemos visualizar en las tablas 148, 149 y 150 se puede evidenciar que el costo de un m3 de concreto con determinado porcentaje de reciclado es ligeramente mayor respecto al costo del concreto patrón, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula H0 y se acepta la hipótesis alternativa H1. Es decir, El costo del concreto realizado con agregado reciclado y agregados global (hormigón) es mayor al del concreto elaborado sólo con agregado global.

Contrastación de la hipótesis especifica 3 para la cantera Nuevo Piura

Tras realizar el análisis de costos por m3 para el concreto con agregado reciclado y concreto patrón se obtuvieron los siguientes resultados que se muestran en las tablas siguientes:

Tabla 151

Costo de m3 de concreto f'c=175 kg/cm2 con agregado natural

MATERIALES	UND	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (S/.)	PARCIAL (S/.)
Cemento Portland tipo I	Bls	7.42	31.83	236.17
Agua	m3	0.19022	5	0.95
Hormigón	m3	0.95123	75	71.34
COSTO POR M3 DE CONCRETO (S/)				**308.47**

Fuente: elaboración propia

Tabla 152

Costo de m3 de concreto f'c=175 kg/cm2 con agregado reciclado (75% hormigón corregido y 25% de agregado reciclado.

MATERIALES	UND	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (S/.)	PARCIAL (S/.)
Cemento Portland tipo I	Bls	7.42	31.83	236.17
Agua	m3	0.21475	5.00	1.07
Hormigón	m3	0.70927	75.00	53.19
Reciclado grueso 3/4"	m3	0.10223	76.45	7.81
Reciclado grueso 1/2"	m3	0.15126	76.45	11.56
Reciclado fino	m3	0.06661	76.45	5.09
COSTO POR M3 DE CONCRETO (S/)				**314.92**

Fuente: elaboración propia

Tabla 153

Costo de m3 de concreto f'c=175 kg/cm2 con agregado reciclado (75.39% hormigón y 24.61% de agregado reciclado grueso)

MATERIALES	UND	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO (S/.)	PARCIAL (S/.)
Cemento Portland tipo I	Bls	7.79	31.83	247.95
Agua	m3	0.21321	5.00	1.06
Hormigón	m3	0.67337	75.00	50.50
Reciclado grueso 3/4"	m3	0.13083	76.45	10.00
Reciclado grueso 1/2"	m3	0.19356	76.45	14.79
COSTO POR M3 DE CONCRETO (S/)				**324.30**

Fuente: elaboración propia

Interpretación: cómo podemos visualizar en las tablas 151, 152 y 153 se puede evidenciar que el costo de un m3 de concreto con determinado porcentaje de reciclado es ligeramente mayor respecto al costo del concreto patrón, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula H0 y se acepta la hipótesis alternativa H1. Es decir, El costo del concreto realizado con agregado reciclado y agregados global (hormigón) es mayor al del concreto elaborado sólo con agregado global.

CONCLUSIONES

- Para el concreto elaborado con una sustitución del 15% y 25% de agregado reciclado al **hormigón** de la cantera **Pachitea** llego a cumplir la resistencia de diseño f'c= 175 kg/cm2 con valores aceptables por debajo del concreto **patrón**, de igual manera para la cantera Nuevo Piura con una sustitución del 25% de agregado reciclado y 24.61% de agregado reciclado grueso **también** llego a cumplir su resistencia de diseño con valores aceptables por encima del concreto **patrón**.
- En los concretos elaborados con sustituciones parciales del 15% y 25% de reciclado al hormigón de la cantera Pachitea, sus resistencias promedias a la compresión a los 28 días son menores respecto al patrón, esto se debe a que el contenido de humedad y absorción es más elevado. Otro factor que influyo es el módulo de fineza de los agregados combinados (85% hormigón - 15% reciclado y 75% hormigón - 25% reciclado) supera el 3.1 recomendado por la NTP 400.037 (2018). El concreto con 25% de reciclado alcanzo una resistencia mayor a la del 15%, pues la presencia de mayor cantidad de reciclado cuya superficie es rugosa contribuya a que haya una mejor adherencia.

  Los concretos elaborados con sustituciones parciales del 25% de reciclado y 24.61% de reciclado grueso al hormigón de la cantera Nuevo Piura, sus resistencias promedias a la compresión a los 28 días son mayores respecto al patrón, esto se debe a que el contenido de humedad del reciclado es menor al hormigón, la presencia de mayor cantidad de reciclado cuya superficie es rugosa, contribuye a que haya una mejor adherencia. El módulo de fineza de los agregados combinados está entre 2.3 y 3.1 recomendado por la NTP 400.037 (2018). El concreto con 24.61% de reciclado grueso alcanzo una resistencia mayor a la del 25% de reciclado, pues este último se ve afectado ligeramente por la presencia de finos (reciclado), que tienden a absorber mayor cantidad de agua.

- El concreto elaborado con sustitución parcial de 24.61% de agregado grueso reciclado por hormigón de la cantera Nuevo Piura tuvo mejor desempeño que el patrón y 25% de reemplazo, ya que arrojo valores mayores en su resistencia a la compresión. Esto se debe a muchos factores y el factor más importante fue que el reciclado grueso tiene una capacidad de absorción menor al reciclado compuesto por gruesos y finos (25%).
- Se concluye que el costo por m3 del concreto patrón comparándole con el concreto elaborado con sustituciones de agregado reciclado (15% y 25%) para la cantera Pachitea, tiene un ligero incremento ya que el patrón su m3 cuesta S/. 273.78, el con 15% cuesta S/. 276.27 y el con 25% cuesta S/. 280.30. y para la cantera Nuevo Piura el costo por m3 también es mayor a comparación con el patrón ya que el concreto patrón su m3 cuesta S/. 308.47, con 25% cuesta S/.314.92 y con 24.61% de reciclado grueso cuesta S/. 326.43

RECOMENDACIONES

- Se sugiere llevar a cabo este tipo de investigaciones con el objetivo de reducir los efectos negativos en el medio ambiente y fomentar el crecimiento sostenible en en el desarrollo de proyectos de construcción en la región de Ucayali.
- Se sugiere realizar la trituración en el lugar de la obra, ya que esto permite tener un mayor control sobre el origen del material de demolición y, además, resulta más económico que transportarlo a una planta trituradora.
- Realizar mayores estudios sobre el efecto del agregado de concreto reciclado como reemplazo parcial del hormigón de las diferentes canteras utilizadas en la región Ucayali para la elaboración de concreto, evaluando su efecto sobre las diferentes propiedades del concreto, tanto fresco como endurecido.
- Se recomienda realizar más investigaciones sobre la viabilidad de agregar reciclado grueso para corregir la composición granulométrica del hormigón con exceso de finos.
- Investigar más sobre el diseño de mezclas de concreto con hormigón y reciclado con el fin de regular su uso en concreto estructurales
- Se sugiere llevar a cabo una investigación que evalúe los aspectos técnicos y económicos de instalar una fábrica de reciclaje en la región de Ucayali, que se dedique a la producción de agregados reciclados

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Asencio Sangay, A. R. (2014). Efecto de los agregados de concreto reciclado en la resistencia a la comprensión sobre el concreto f'c=210 kg/cm2. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Cajamarca, Perú. Obtenido de: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUNC_692052e0af46e6ef642cf427d4ae45f3

Bazalar La Puerta, L. R. y Cadenillas Calderón, M. A. J. (2019). Propuesta de agregado reciclado para la elaboración de concreto estructural con f'c=280 kg/cm2 en estructuras aporticadas en la ciudad de Lima para reducir la contaminación ambiental. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Obtenido de: https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/628103/Bazalar_LPL.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Chota Tafur, D. H y Navarro Córdova, P. (2019). Análisis de la resistencia del concreto utilizando hormigón en el distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Ucayali]. Pucallpa, Peru. Obtenido de: http://repositorio.unu.edu.pe/handle/UNU/3714

CoilaTicona, N. a. y Loayza Cahua, J. D. (2015). Influencia de la Relación Agua Cemento y el Agregado Fino en la Retracción y/o Contracción para Concretos en Arequipa. [tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Agustin]. Obtenido de: https://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/3300

Conocc Alejos, J. C. (2019). Viabilidad del uso de agregado reciclado para la elaboración de concreto de f'c 210 kg/cm2 proveniente de la trituración de probetas del laboratorio de ensayos de materiales de una obra en el distrito de la Molina. [Tesis de pregrado]. Universidad Privada del Norte, Lima, Perú.

Cubas Marquez, E. Diaz Alarcon, J., Tarrillo Huaman, J. y Valdiviezo Hernandez, A. (2019, setiembre). Informe de Trabajo Realizado. Obtenido de: https://es.scribd.com/document/430796700/Ensayo-de-Los-Agregados

Cubas Resurrección, H. A. y Cabrera Herrera, J. (2019). Influencia de la adición de agregado grueso reciclado en la resistencia a compresión de un concreto convencional. [Tesis de pregrado, Universidad Peruana Unión]. Lima, Perú.

Erazo Gonzáles, N. E. (2018). Evaluación del diseño de concreto f'c=175 kg/cm2 utilizando agregados naturales y reciclados para su aplicación en elementos no estructurales. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Federico Villareal]. Obtenido de: https://www.studocu.com/es/document/universidad-pablo-de-olavide/ingenieria-de-proyectos/erazo-gonzales-nilo-elio/20575874

Instituto Nacional de Calidad (INACAL). (2018).AGREGADOS. Metodo de Ensayo Normalizado para Peso Especifico y Absorción del Agregado Grueso. (NTP 400.021), (3ª ed.). Lima, Peru: INACAL

Instituto Nacional de Calidad (INACAL). (2018). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino. (NTP 400.022), (3ª ed.). Lima, Peru: INACAL

Instituto Nacional de Calidad (INACAL). (2020). AGREGADOS. Método de ensayo normalizado paradeterminar la masa por unidad de volumen o densidad("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. (NTP 400.017), (4ª ed.). Lima, Peru: INACAL

Instituto Nacional de Calidad (INACAL). (2018). AGREGADOS. Agregados para concreto.Requisitos. (NTP 400.037), (4ª ed.). Lima, Peru: INACAL

Instituto Nacional de Calidad (INACAL). (2019). CONCRETO. Definiciones y terminología relativas al concreto y agregados. (NTP 339.047), (3ª ed.). Lima, Peru: INACAL

Instituto Nacional de Calidad (INACAL). (2021). AGREGADOS. Determinación del contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. Método de ensayo. (NTP 339.185), (3ª ed.). Lima, Peru: INACAL

Instituto Nacional de Calidad (INACAL). (2011). CEMENTOS. Definiciones y Nomenclatura. (NTP 334.001), (3ª ed.). Lima, Peru: INACAL

Instituto Nacional de Calidad (INACAL). (2018). AGREGADOS. Analisis Granulometrico del Agregado Fino, Grueso y Global. (NTP 400.012), (3ª ed.). Lima, Peru: INACAL

Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI). (2008). HORMIGON (CONCRETO). Metodo de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto, en muestras cilindricas. (NTP 339.034), (3ª ed.). Lima, Peru: INDECOPI

Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI). (2008). AGREGADOS. Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concretos). (NTP 400.011), (2ª ed.). Lima, Peru: INDECOPI

Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI). (1999).Manejo de Residuos de la Actividad de la Construcción. (NTP 400.053), (1ª ed.). Lima, Peru: INDECOPI

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). (2018) Compendio Estadístico 2018. Recuperado de: https://www.gob.pe/institucion/indeci/informes-publicaciones/861418-compendio-estadistico-2018

Jimenez Cortes, W. A. y Lopez Rincon, A. M. (2017), Análisis Mecánico de la Utilización de Concreto Recicladocomo Agregado Grueso en un Concreto de Alto Desempeño (6000 psi ó 42 mpa). [Tesis de Pregrado, Universidad Catolica de Colombia]. Bogota, Colombia. Obtenido de: https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/cbfbe96f-9147-4872-81c0-e44ab38ed4bf/content

Jordan Saldaña, J. C. y Viera Caballero, N. (2014), Estudio de la resistencia del concreto, utilizando como agregado el concreto reciclado de obra. [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional del Santa]. Chimbote, Peru. Obtenido de: https://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14278/2084/26791.pdf?sequence=1&isAllowed=y

MACG INGENIERIA Y GEOTECNIA. (s.f). Diseño de mezclas de concreto y morteros. Obtenido de: https://www.macgingenieriacivil.com/diseno-de-mezclas-de-concreto-y-morteros/

Machaca Iquiapaza, G. (2019), Evaluación de concreto reciclado, proveniente de procesos de demolición y construcción de viviendas para su reúso en concreto simple en la ciudad de Juliaca. [Tesis de Pregrado, Universidad Peruana Union]. Juliaca, Peru. Obtenido de: https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/2714

Meléndez Cueva, A. R. (2016). Utilización del concreto reciclado como agregado (grueso y fino) para un diseño de mezcla f´c = 210 kg/cm2 en la ciudad de Huaraz-2016. [Tesis de pregrado, Universidad San Pedro]. Huaraz, Perú.

Ministerio del Ambiente (MINAM). (2014). Informe Anual de Residuos Sólidos Municipales y no Municipales en el Perú gestión 2014. Lima, Perú.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2008). Diagnostico Residuos Sólidos de la Construcción y Demoliciones en el Perú. Lima, Perú.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2009). Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado. Recuperado de: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2686419/E.060%20Concreto%20Armado%20DS%20N%C2%B0%20010-2009.pdf?v=1641411372

Pari Balvin, J. (2021). Laboratorio 1 Materiales de Construccion.obtenido de: https://es.scribd.com/document/680597201/Laboratorio-1-Materiales-de-construccion

Pasquel Carbajal, E. (1998). Tópicos de tecnología del concreto en el Perú. (2ª ed.). Lima, Peru: Colegio de Ingenieros del Peru. Obtenido de: https://www.academia.edu/39738572/TopicosTecnologiaConcreto_EPasquel

Rivva López, E. (1992). Concreto Diseño de mezclas. (1ª ed.). Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingenieria.

San Martín Alberca, R. A. (2019). Uso de probetas ensayadas del LEMC como agregado grueso reciclado en mezclas nuevas de concreto. [Tesis de pregrado, Universidad de Piura]. Obtenido de: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/4085/ICI_279.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Torre, A. (2004). Curso Basico de Tecnologia del Concreto. Universidad Nacional de Ingenieria. Obtenido de: https://es.scribd.com/doc/143639665/Curso-Basico-de-Tecnologia-Del-Concreto

ANEXOS

ANEXO 01 MATRIZ DE CONSISTENCIA

TEMA	PLANTEMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS DEL ESTUDIO	HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN	VARIABLES DE ESTUDIO/ DIMENSIONES.	METODOLOGÍA
"Análisis de la influencia del uso de concreto reciclado en reemplazo del agregado global para el concreto de f´c=175 kg/cm2, en Callería – Ucayali"	**1. Problema General:** ¿De qué manera influye los agregados de concreto reciclado en la resistencia a la compresión sobre el Concreto f'c = 175 kg/cm2, elaborado con agregado global en el distrito de Callería – Ucayali? **2. Problema Específicos:** - ¿De qué manera influye las propiedades físicas de los agregados reciclados de concreto en la resistencia de diseño f'c=175 kg/cm2.? - ¿De qué manera influye el agregado grueso reciclado en la resistencia a la compresión sobre el concreto de f'c = 175 kg/cm2 elaborado con agregado global? - ¿De qué manera difiere el costo del concreto elaborado con agregados naturales y reciclados respecto a un concreto de f'c = 175 kg/cm2 elaborado con agregado global?	**1.Objetivo General:** Determinar la influencia de los agregados de Concretos Reciclados en la Resistencia a la Compresión sobre el concreto de f'c =175 kg/cm2 elaborado con agregado global en el distrito de Callería - Ucayali.. **2.Objetivos específicos:** - Analizar la influencia de las propiedades físicas de los agregados reciclados de concreto en la resistencia de diseño f'c=175 kg/cm2 - Determinar la influencia del agregado grueso reciclado en la resistencia a la compresión sobre el concreto de f'c = 175 kg/cm2, elaborado con agregado global. - Determinar la diferencia en costo del concreto elaborado con agregados naturales	**Hipótesis General:** El uso de agregados de Concretos Reciclados como un sustituto parcial del agregado global no influye de forma significativa en la resistencia a la compresión sobre el concreto de f'c =175 kg/cm2 elaborado con agre-gado global en el distrito de Callería - Ucayali.. **Hipótesis Específicas** - Las propiedades físicas de los agregados de concreto reciclado influyen positivamente para cumplir con la resistencia de diseño f'c=175 kg/cm2.. - El uso de agregado de concreto reciclado grueso no influye de forma significativa en la resistencia a la compresión sobre el concreto de f'c =175 kg/cm2, elaborado con agregado global. - El costo del concreto realizado con agregado reciclado y agregados global (hormigon) es menor al del concreto elaborado sólo con agregado global..	**Variables independientes** - Adición o sustituto parcial de agregado de concreto reciclado. - Propiedades físicas de los agregados reciclados. - Proporciones adecuadas de agregado global y reciclados. - Costo de la producción de concreto con agregado global y reciclado. **Variables dependientes** - Resistencia a la compresión del concreto. - Diseño de mezclas de concreto. - Obtención de un concreto con resistencia a la compresión f'c=175 kg/cm2. - Aplicación progresiva. **Dimensiones** X1: calidad del concreto X2: agregados X3: módulo de elasticidad X4: granulometría X5: peso unitario X6: nivel de trabajabilidad X7: propiedades físicas de los agregados X8: costo de producción **Indicadores** X1 Durabilidad del concreto con agregado reciclado X2: Ductilidad X3: Resistencia a la compresión. X4: Porcentaje de retenidos en tamices estandarizados. X5: Suelto y compactado. X6: Peso específico X7: % de humedad. X8: Agregado reciclado	**Tipo de Investigación:** Cuantitativa. **Nivel de Investigación:** Descriptiva, Experimental, Analítica **Método:** Recolección de información: Fuente: Primaria y secundaria. **Técnica:** Laboratorio. Procesamiento de la Información: Tablas, gráficos y cuadros. Uso de herramientas digitales como el word, Excel, etc. **Nivel de Contraste de Hipótesis:** **H0: i = 0: (nula)** Todos los coeficientes de las variables Xi no son significativos, es decir las variables independientes no influyen sobre la variable dependiente. **H1: i ≠ 0: (alternativa)** Al menos un coeficiente de las variables Xi son significativos por lo tanto las variables independientes sí influyen en la variable dependiente.

ANEXO 02: ENSAYOS REALIZADOS

Figura 96

contenido de humedad de la cantera Nuevo Piura y Pachitea

GEOINGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES -

PROYECTO	: "ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL USO DE CONCRETO RECICLADO EN REEMPLAZO DEL AGREGADO GLOBAL PARA EL CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2, EN CALLERÍA – UCAYALI"
UBICACIÓN	: DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI
SOLICITA	: Bach. MIGUEL HUMBERTO RUIZ AYALA
	: Bach. VICTOR EFUS CORONEL
JEFE DE LABORATORIO	: ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA
FECHA	: ENERO DEL 2024

Nombre del ensayo:	Contenido de Humedad-NTP 339.185		
Cantera:	Nuevo Piura	Tipo de Material:	Hormigón
Fecha de Muestreo:	28/08/2023	Tesistas:	Miguel Humberto Ruiz Ayala Víctor Efus Coronel
Fecha de ensayo:	31/08/2023	Orientado por:	Ing. Neil Florencio Alvarado Alipazaga
Ensayo	Simbolo	Muestra 1	Muestra 2
peso de la muestra húmeda	A	5014	5025
peso de la muestra seca	B	4880	4889
contenido de agua	A-B	134	136
contenido de humedad	$\%H=\left(\frac{A-B}{B}\right)x100$	2.74	2.78
Promedio %H= 2.76%			

GEOINGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES -

PROYECTO	: "ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL USO DE CONCRETO RECICLADO EN REEMPLAZO DEL AGREGADO GLOBAL PARA EL CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2, EN CALLERÍA – UCAYALI"
UBICACIÓN	: DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI
SOLICITA	: Bach. MIGUEL HUMBERTO RUIZ AYALA
	: Bach. VICTOR EFUS CORONEL
JEFE DE LABORATORIO	: ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA
FECHA	: ENERO DEL 2024

Nombre del ensayo:	Contenido de Humedad-NTP 339.185		
Cantera:	Pachitea	Tipo de Material:	Hormigón
Fecha de Muestreo:	29/08/2023	Tesistas:	Miguel Humberto Ruiz Ayala Víctor Efus Coronel
Fecha de ensayo:	31/08/2023	Orientado por:	Ing. Neil Florencio Alvarado Alipazaga
Ensayo	Simbolo	Muestra 1	Muestra 2
peso de la muestra húmeda	A	5104	5100
peso de la muestra seca	B	5020	5008
contenido de agua	A-B	84	92
contenido de humedad	$\%H=\left(\frac{A-B}{B}\right)x100$	1.67	1.84
Promedio %H= 1.76%			

Moisés Marín Tello
DNI N° 43541135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

NEIL F. ALVARADO ALIZAPAZA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 74428

Figura 97

contenido de humedad de reciclado grueso y fino

GEOINGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES -

PROYECTO	: "ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL USO DE CONCRETO RECICLADO EN REEMPLAZO DEL AGREGADO GLOBAL PARA EL CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2, EN CALLERÍA – UCAYALI"
UBICACIÓN	: DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI
SOLICITA	: Bach. MIGUEL HUMBERTO RUIZ AYALA
	: Bach. VICTOR EFUS CORONEL
JEFE DE LABORATORIO	: ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA
FECHA	: ENERO DEL 2024

Nombre del ensayo:	Contenido de Humedad-NTP 339.185		
Tipo De Material:		Reciclado Grueso	
Fecha de Muestreo:	26/10/2023	Tesistas:	Miguel Humberto Ruiz Ayala Victor Efus Coronel
Fecha de ensayo:	26/10/2023	Orientado por:	Ing. Neil Florencio Alvarado Alipazaga
Ensayo	Simbolo	Muestra 1	
peso de la muestra húmeda	A	1500	
peso de la muestra seca	B	1460	
contenido de agua	A-B	40	
contenido de humedad	$\%H=\left(\frac{A-B}{B}\right)x100$	2.74%	

GEOINGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES -

PROYECTO	: "ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL USO DE CONCRETO RECICLADO EN REEMPLAZO DEL AGREGADO GLOBAL PARA EL CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2, EN CALLERÍA – UCAYALI"
UBICACIÓN	: DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI
SOLICITA	: Bach. MIGUEL HUMBERTO RUIZ AYALA
	: Bach. VICTOR EFUS CORONEL
JEFE DE LABORATORIO	: ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA
FECHA	: ENERO DEL 2024

Nombre del ensayo:	Contenido de Humedad-NTP 339.185		
Tipo De Material:		Reciclado fino	
Fecha de Muestreo:	26/10/2023	Tesistas:	Miguel Humberto Ruiz Ayala Victor Efus Coronel
Fecha de ensayo:	26/10/2023	Orientado por:	Ing. Neil Florencio Alvarado Alipazaga
Ensayo	Simbolo	Muestra 1	
peso de la muestra húmeda	A	1000	
peso de la muestra seca	B	980	
contenido de agua	A-B	20	
contenido de humedad	$\%H=\left(\frac{A-B}{B}\right)x100$	2.04%	

Moises Morón Tello
DNI N° 46541135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

NEIL F. ALVARADO ALIZAPAZA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 74428

Figura 98

Análisis granulométrico de la cantera Pachitea

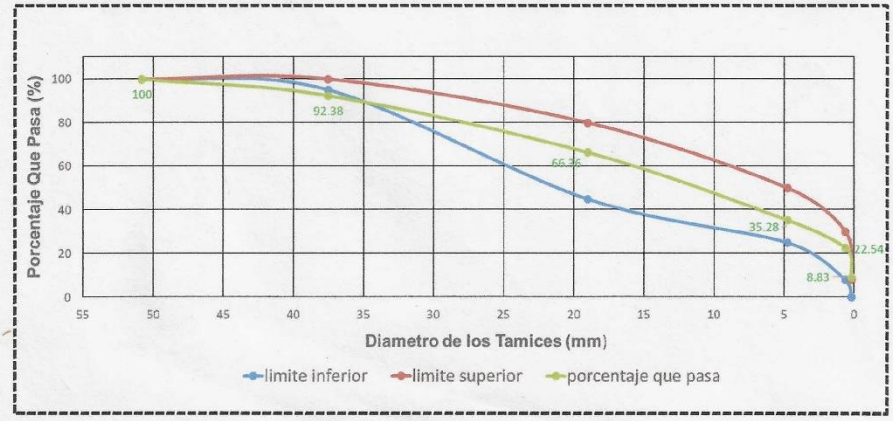
GEOINGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES -

PROYECTO	: "ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL USO DE CONCRETO RECICLADO EN REEMPLAZO DEL AGREGADO GLOBAL PARA EL CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2, EN CALLERÍA – UCAYALI"
UBICACIÓN	: DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI
SOLICITA	: Bach. MIGUEL HUMBERTO RUIZ AYALA
	: Bach. VICTOR EFUS CORONEL
JEFE DE LABORATORIO	: ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA
FECHA	: ENERO DEL 2024

Cantera:	Pachitea	Tipo de Material:	Hormigón
Fecha de ensayo:	05/09/2023	Tesistas:	Miguel Humberto Ruiz Ayala Víctor Efus Coronel
Orientado por:		Ing. Neil Florencio Alvarado Alipazaga	

Malla	Peso Retenido(gr)		Promedio del Peso retenido (gr)	% retenido	% retenido acumulado	% que pasa	Especificaciones		Control
	muestra 1	Muestra 2					minimo	maximo	
2"	0	0	0	0	0	100	100	100	CUMPLE
1 1/2"	1575	311	943	7.62	7.62	92.38	95	100	NO CUMPLE
1"	2559	1357	1958	15.82	23.44	76.56			
3/4"	1397	1127	1262	10.2	33.64	66.36	45	80	CUMPLE
1/2"	1860	1219	1539.5	12.44	46.08	53.92			
3/8"	981	615	788	6.45	52.53	47.47			
N° 4	1970	1048	1509	12.19	64.72	35.28	25	50	CUMPLE
N° 8	1091	480	785.5	6.35	71.07	28.93			
N° 16	413	210	311.5	2.52	73.59	26.41			
N° 30	612	345	478.5	3.87	77.46	22.54	8	30	CUMPLE
N°50	1186	916	1051	8.49	85.95	14.05			
N° 100	786	505	645.5	5.22	91.17	8.83	0	8	NO CUMPLE
N° 200	675	283	479	3.87	95.04	4.96			
< N° 200	866	367	616.5	4.96	100	0			
TOTAL	**15971**	**8783**	**12377**	**100**	-	-	-	-	

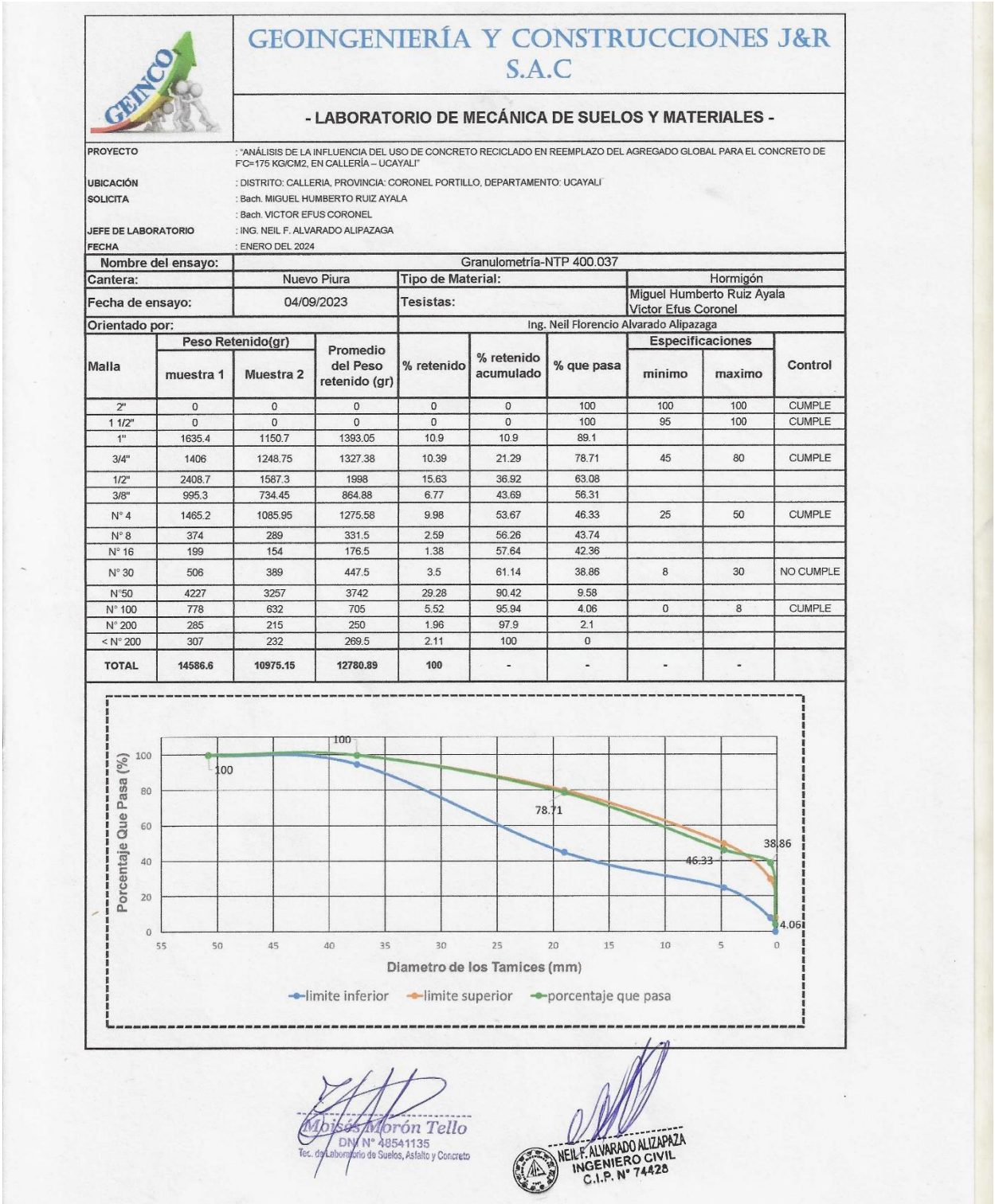


Moisés Morón Tello
DNI N° 48541135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

NEIL F. ALVARADO ALIZAPAZA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 74428

Figura 99

Análisis granulométrico de la cantera Nuevo Piura



GEOINGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES -

PROYECTO	: "ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL USO DE CONCRETO RECICLADO EN REEMPLAZO DEL AGREGADO GLOBAL PARA EL CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2, EN CALLERÍA – UCAYALI"
UBICACIÓN	: DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI
SOLICITA	: Bach. MIGUEL HUMBERTO RUIZ AYALA
	: Bach. VICTOR EFUS CORONEL
JEFE DE LABORATORIO	: ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA
FECHA	: ENERO DEL 2024

Nombre del ensayo:	Granulometría-NTP 400.037		
Cantera:	Nuevo Piura	Tipo de Material:	Hormigón
Fecha de ensayo:	04/09/2023	Tesistas:	Miguel Humberto Ruiz Ayala Victor Efus Coronel
Orientado por:	Ing. Neil Florencio Alvarado Alipazaga		

Malla	Peso Retenido(gr)		Promedio del Peso retenido (gr)	% retenido	% retenido acumulado	% que pasa	Especificaciones		Control
	muestra 1	Muestra 2					minimo	maximo	
2"	0	0	0	0	0	100	100	100	CUMPLE
1 1/2"	0	0	0	0	0	100	95	100	CUMPLE
1"	1635.4	1150.7	1393.05	10.9	10.9	89.1			
3/4"	1406	1248.75	1327.38	10.39	21.29	78.71	45	80	CUMPLE
1/2"	2408.7	1587.3	1998	15.63	36.92	63.08			
3/8"	995.3	734.45	864.88	6.77	43.69	56.31			
N° 4	1465.2	1085.95	1275.58	9.98	53.67	46.33	25	50	CUMPLE
N° 8	374	289	331.5	2.59	56.26	43.74			
N° 16	199	154	176.5	1.38	57.64	42.36			
N° 30	506	389	447.5	3.5	61.14	38.86	8	30	NO CUMPLE
N°50	4227	3257	3742	29.28	90.42	9.58			
N° 100	778	632	705	5.52	95.94	4.06	0	8	CUMPLE
N° 200	285	215	250	1.96	97.9	2.1			
< N° 200	307	232	269.5	2.11	100	0			
TOTAL	**14586.6**	**10975.15**	**12780.89**	**100**	-	-	-	-	

Moisés Morón Tello
DNI N° 48541135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

NEIL F. ALVARADO ALIZAPAZA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 74428

Figura 100

Granulometría del reciclado



GEOINGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES -

PROYECTO	: "ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL USO DE CONCRETO RECICLADO EN REEMPLAZO DEL AGREGADO GLOBAL PARA EL CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2, EN CALLERÍA – UCAYALI"
UBICACIÓN	: DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI
SOLICITA	: Bach. MIGUEL HUMBERTO RUIZ AYALA
	: Bach. VICTOR EFUS CORONEL
JEFE DE LABORATORIO	: ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA
FECHA	: ENERO DEL 2024

Nombre del ensayo:	Granulometría-NTP 400.037		
Cantera:	Reciclado	Tipo de Material:	Reciclado
Fecha de ensayo:	01/11/2023	Tesistas:	Miguel Humberto Ruiz Ayala Victor Efus Coronel
Orientado por:		Ing. Neil Florencio Alvarado Alipazaga	

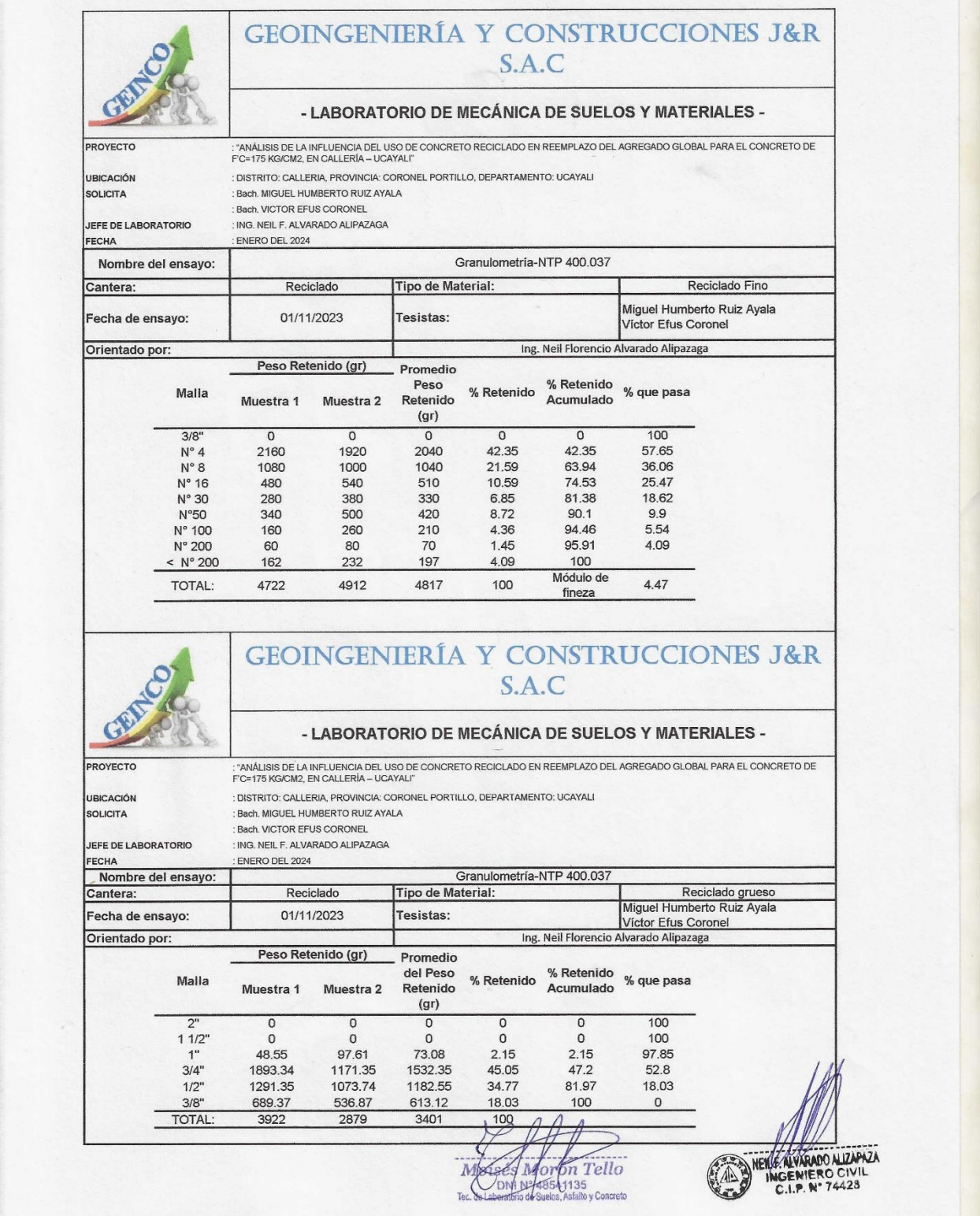
Malla	Peso Retenido (gr) MUESTRA 1	MUESTRA 2	Promedio del Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% que pasa
2"	0	0	0	0	0	100
1 1/2"	0	0	0	0	0	100
1"	100	160	130	1.16	1.16	98.84
3/4"	3900	1920	2910	25.94	27.1	72.9
1/2"	2660	1760	2210	19.71	46.81	53.19
3/8"	1420	880	1150	10.25	57.06	42.94
N° 4	2160	1920	2040	18.19	75.25	24.75
N° 8	1080	1000	1040	9.27	84.52	15.48
N° 16	480	540	510	4.55	89.07	10.93
N° 30	280	380	330	2.94	92.01	7.99
N°50	340	500	420	3.74	95.75	4.25
N° 100	160	260	210	1.87	97.62	2.38
N° 200	60	80	70	0.62	98.24	1.76
< N° 200	162	232	197	1.76	100	0
TOTAL	12802	9632	11217	100		

Moisés Morón Tello
DNI N° 48541135
Téc. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

NEIL F. ALVARADO ALIZAPAZA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 74428

Figura 101

Granulometría del reciclado fino y grueso



GEOINGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES -

PROYECTO	: "ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL USO DE CONCRETO RECICLADO EN REEMPLAZO DEL AGREGADO GLOBAL PARA EL CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2, EN CALLERÍA – UCAYALI"
UBICACIÓN	: DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI
SOLICITA	: Bach. MIGUEL HUMBERTO RUIZ AYALA
	: Bach. VICTOR EFUS CORONEL
JEFE DE LABORATORIO	: ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA
FECHA	: ENERO DEL 2024

Nombre del ensayo:	Granulometría-NTP 400.037		
Cantera:	Reciclado	Tipo de Material:	Reciclado Fino
Fecha de ensayo:	01/11/2023	Tesistas:	Miguel Humberto Ruiz Ayala Víctor Efus Coronel
Orientado por:		Ing. Neil Florencio Alvarado Alipazaga	

Malla	Peso Retenido (gr)		Promedio Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% que pasa
	Muestra 1	Muestra 2				
3/8"	0	0	0	0	0	100
N° 4	2160	1920	2040	42.35	42.35	57.65
N° 8	1080	1000	1040	21.59	63.94	36.06
N° 16	480	540	510	10.59	74.53	25.47
N° 30	280	380	330	6.85	81.38	18.62
N°50	340	500	420	8.72	90.1	9.9
N° 100	160	260	210	4.36	94.46	5.54
N° 200	60	80	70	1.45	95.91	4.09
< N° 200	162	232	197	4.09	100	
TOTAL:	4722	4912	4817	100	Módulo de fineza	4.47

GEOINGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES -

PROYECTO	: "ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL USO DE CONCRETO RECICLADO EN REEMPLAZO DEL AGREGADO GLOBAL PARA EL CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2, EN CALLERÍA – UCAYALI"
UBICACIÓN	: DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI
SOLICITA	: Bach. MIGUEL HUMBERTO RUIZ AYALA
	: Bach. VICTOR EFUS CORONEL
JEFE DE LABORATORIO	: ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA
FECHA	: ENERO DEL 2024

Nombre del ensayo:	Granulometría-NTP 400.037		
Cantera:	Reciclado	Tipo de Material:	Reciclado grueso
Fecha de ensayo:	01/11/2023	Tesistas:	Miguel Humberto Ruiz Ayala Víctor Efus Coronel
Orientado por:		Ing. Neil Florencio Alvarado Alipazaga	

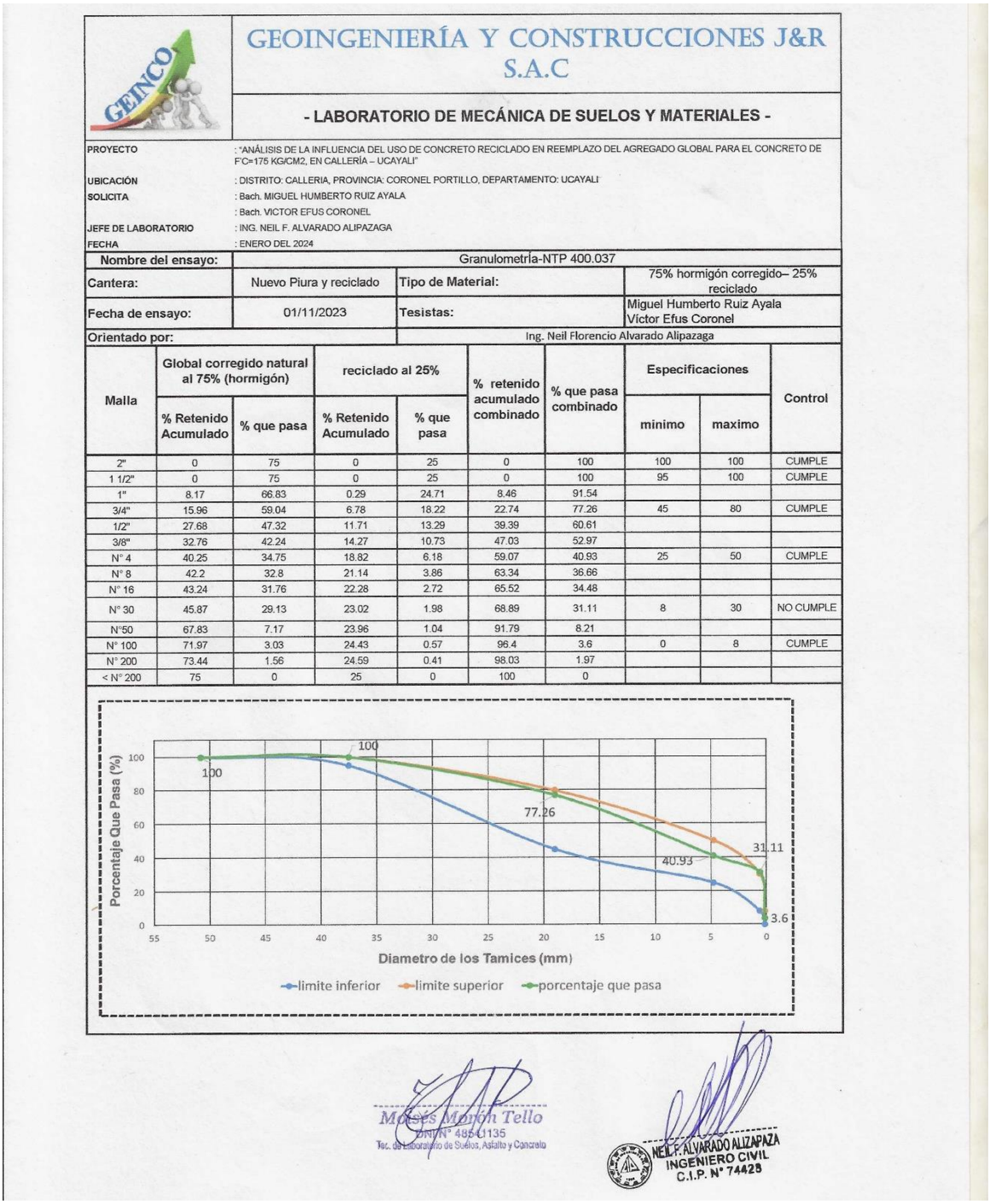
Malla	Peso Retenido (gr)		Promedio del Peso Retenido (gr)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% que pasa
	Muestra 1	Muestra 2				
2"	0	0	0	0	0	100
1 1/2"	0	0	0	0	0	100
1"	48.55	97.61	73.08	2.15	2.15	97.85
3/4"	1893.34	1171.35	1532.35	45.05	47.2	52.8
1/2"	1291.35	1073.74	1182.55	34.77	81.97	18.03
3/8"	689.37	536.87	613.12	18.03	100	0
TOTAL:	3922	2879	3401	100		

Moisés Morón Tello
DNI N°48541135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 74428

Figura 102

Análisis granulométrico de la combinación 75% hormigón corregido cantera nuevo Piura y 25% reciclado



GEOINGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES -

PROYECTO	: "ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL USO DE CONCRETO RECICLADO EN REEMPLAZO DEL AGREGADO GLOBAL PARA EL CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2, EN CALLERÍA – UCAYALI"
UBICACIÓN	: DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI
SOLICITA	: Bach. MIGUEL HUMBERTO RUIZ AYALA
	: Bach. VICTOR EFUS CORONEL
JEFE DE LABORATORIO	: ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA
FECHA	: ENERO DEL 2024

Nombre del ensayo:	Granulometría-NTP 400.037		
Cantera:	Nuevo Piura y reciclado	Tipo de Material:	75% hormigón corregido– 25% reciclado
Fecha de ensayo:	01/11/2023	Tesistas:	Miguel Humberto Ruiz Ayala Víctor Efus Coronel
Orientado por:	Ing. Neil Florencio Alvarado Alipazaga		

Malla	Global corregido natural al 75% (hormigón)		reciclado al 25%		% retenido acumulado combinado	% que pasa combinado	Especificaciones		Control
	% Retenido Acumulado	% que pasa	% Retenido Acumulado	% que pasa			mínimo	maximo	
2"	0	75	0	25	0	100	100	100	CUMPLE
1 1/2"	0	75	0	25	0	100	95	100	CUMPLE
1"	8.17	66.83	0.29	24.71	8.46	91.54			
3/4"	15.96	59.04	6.78	18.22	22.74	77.26	45	80	CUMPLE
1/2"	27.68	47.32	11.71	13.29	39.39	60.61			
3/8"	32.76	42.24	14.27	10.73	47.03	52.97			
N° 4	40.25	34.75	18.82	6.18	59.07	40.93	25	50	CUMPLE
N° 8	42.2	32.8	21.14	3.86	63.34	36.66			
N° 16	43.24	31.76	22.28	2.72	65.52	34.48			
N° 30	45.87	29.13	23.02	1.98	68.89	31.11	8	30	NO CUMPLE
N°50	67.83	7.17	23.96	1.04	91.79	8.21			
N° 100	71.97	3.03	24.43	0.57	96.4	3.6	0	8	CUMPLE
N° 200	73.44	1.56	24.59	0.41	98.03	1.97			
< N° 200	75	0	25	0	100	0			

Moises Marin Tello
DNI N° 48540135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

NEIL F. ALVARADO ALIZAPAZA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 74428

Figura 103

Análisis granulométrico de la combinación 75.39% hormigón cantera nuevo Piura y 24.61% reciclado grueso

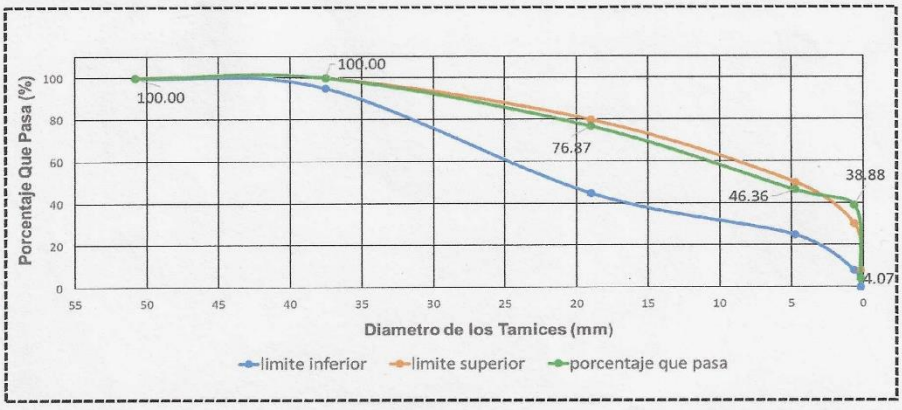
GEOINGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES -

PROYECTO	: "ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL USO DE CONCRETO RECICLADO EN REEMPLAZO DEL AGREGADO GLOBAL PARA EL CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2, EN CALLERÍA – UCAYALI"
UBICACIÓN	: DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI
SOLICITA	: Bach. MIGUEL HUMBERTO RUIZ AYALA
	: Bach. VICTOR EFUS CORONEL
JEFE DE LABORATORIO	: ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA
FECHA	: ENERO DEL 2024

Nombre del ensayo:	Granulometría-NTP 400.037		
Cantera:	Nuevo Piura y reciclado	Tipo de Material:	75.39% hormigón – 24.61% reciclado grueso
Fecha de ensayo:	01/11/2023	Tesistas:	Miguel Humberto Ruiz Ayala Víctor Efus Coronel
Orientado por:	Ing. Neil Florencio Alvarado Alipazaga		

Malla	Global natural al 75.39% (hormigón)		Grueso reciclado al 24.61%		% retenido acumulado combinado	% que pasa combinado	Especificaciones		Control
	% Retenido Acumulado	% que pasa	% Retenido Acumulado	% que pasa			minimo	maximo	
2"	0	75.39	0	24.61	0	100	100	100	CUMPLE
1 1/2"	0	75.39	0	24.61	0	100	95	100	CUMPLE
1"	5.9	69.49	0.53	24.08	6.43	93.57			
3/4"	11.51	63.88	11.62	12.99	23.13	76.87	45	80	CUMPLE
1/2"	19.97	55.42	20.18	4.43	40.15	59.85			
3/8"	23.63	51.76	24.61	0	48.24	51.76			
N° 4	29.03	46.36	24.61	0	53.64	46.36	25	50	CUMPLE
N° 8	31.62	43.77	24.61	0	56.23	43.77			
N° 16	33	42.39	24.61	0	57.61	42.39			
N° 30	36.51	38.88	24.61	0	61.12	38.88	8	30	NO CUMPLE
N°50	65.8	9.59	24.61	0	90.41	9.59			
N° 100	71.32	4.07	24.61	0	95.93	4.07	0	8	CUMPLE
N° 200	73.28	2.11	24.61	0	97.89	2.11			
< N° 200	75.386	0			100	0			



Moisés Morón Tello
DNI N° 48541135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

NEIL F. ALVARADO ALIZAPAZA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 74428

Figura 104

Análisis granulométrico de la combinación 85% hormigón cantera pachite y 15% reciclado

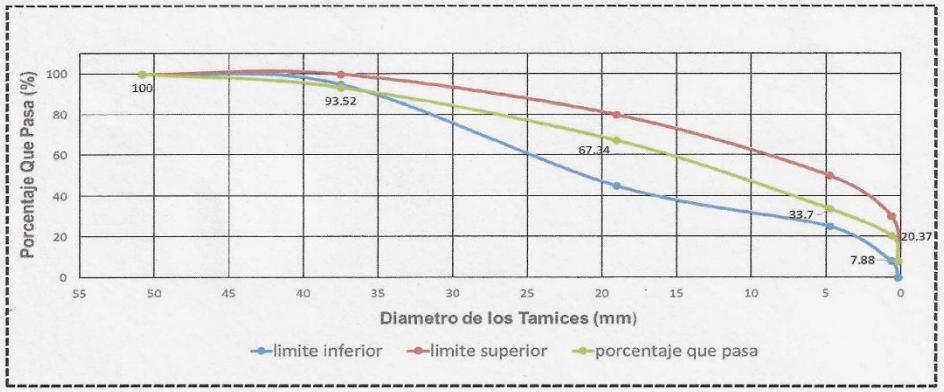
GEOINGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES -

PROYECTO	: "ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL USO DE CONCRETO RECICLADO EN REEMPLAZO DEL AGREGADO GLOBAL PARA EL CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2, EN CALLERÍA – UCAYALI"
UBICACIÓN	: DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI
SOLICITA	: Bach. MIGUEL HUMBERTO RUIZ AYALA
	: Bach. VICTOR EFUS CORONEL
JEFE DE LABORATORIO	: ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA
FECHA	: ENERO DEL 2024

Nombre del ensayo:	Granulometría-NTP 400.037			
Cantera:	Pachitea y reciclado	Tipo de Material:	85% hormigón – 15% reciclado	
Fecha de ensayo:	01/11/2023	Tesistas:	Miguel Humberto Ruiz Ayala Victor Efus Coronel	
Orientado por:		Ing. Neil Florencio Alvarado Alipazaga		

Malla	Global natural al 85% (hormigón)		reciclado al 15%		% retenido acumulado combinado	% que pasa combinado	Especificaciones		Control
	% Retenido Acumulado	% que pasa	% Retenido Acumulado	% que pasa			minimo	maximo	
2"	0	85	0	15	0	100	100	100	CUMPLE
1 1/2"	6.48	78.52	0	15	6.48	93.52	95	100	NO CUMPLE
1"	19.93	65.07	0.17	14.83	20.1	79.9			
3/4"	28.6	56.4	4.06	10.94	32.66	67.34	45	80	CUMPLE
1/2"	39.17	45.83	7.02	7.98	46.19	53.81			
3/8"	44.65	40.35	8.56	6.44	53.21	46.79			
N° 4	55.01	29.99	11.29	3.71	66.3	33.7	25	50	CUMPLE
N° 8	60.4	24.6	12.68	2.32	73.08	26.92			
N° 16	62.54	22.46	13.36	1.64	75.9	24.1			
N° 30	65.83	19.17	13.8	1.2	79.63	20.37	8	30	CUMPLE
N°50	73.05	11.95	14.36	0.64	87.41	12.59			
N° 100	77.48	7.52	14.64	0.36	92.12	7.88	0	8	CUMPLE
N° 200	80.56	4.44	14.73	0.27	95.29	4.71			
< N° 200	85	0	15	0	100	0			

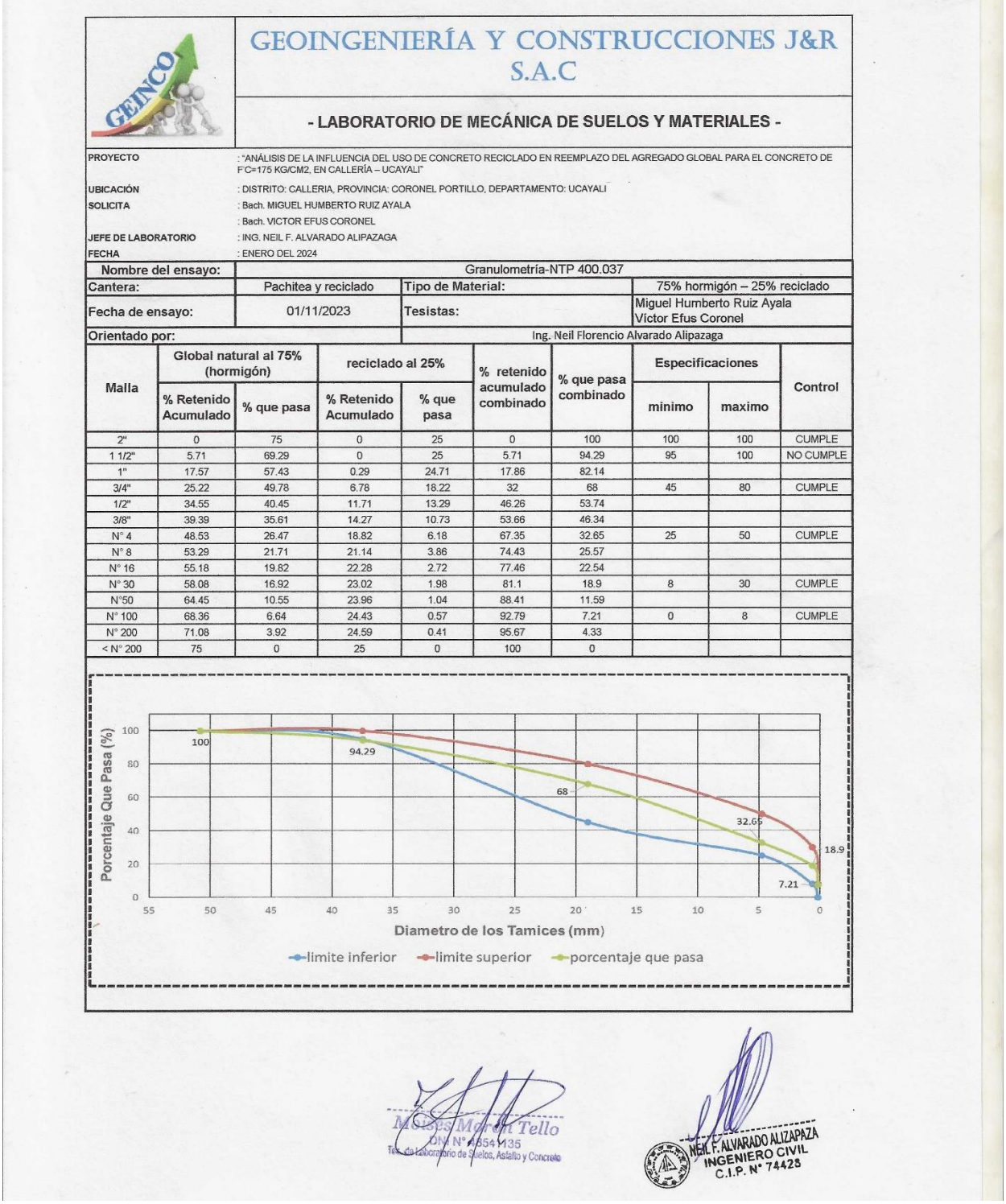


Moisés Morón Tello
DNI N° 44541135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

NEIL F. ALVARADO ALIZAPAZA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 74428

Figura 105

Análisis granulométrico de la combinación 75% hormigón cantera pachite y 25% reciclado



GEOINGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES -

PROYECTO	: "ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL USO DE CONCRETO RECICLADO EN REEMPLAZO DEL AGREGADO GLOBAL PARA EL CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2, EN CALLERÍA – UCAYALI"
UBICACIÓN	: DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI
SOLICITA	: Bach. MIGUEL HUMBERTO RUIZ AYALA
	: Bach. VICTOR EFUS CORONEL
JEFE DE LABORATORIO	: ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA
FECHA	: ENERO DEL 2024

Nombre del ensayo:	Granulometría-NTP 400.037		
Cantera:	Pachitea y reciclado	Tipo de Material:	75% hormigón – 25% reciclado
Fecha de ensayo:	01/11/2023	Tesistas:	Miguel Humberto Ruiz Ayala Víctor Efus Coronel
Orientado por:		Ing. Neil Florencio Alvarado Alipazaga	

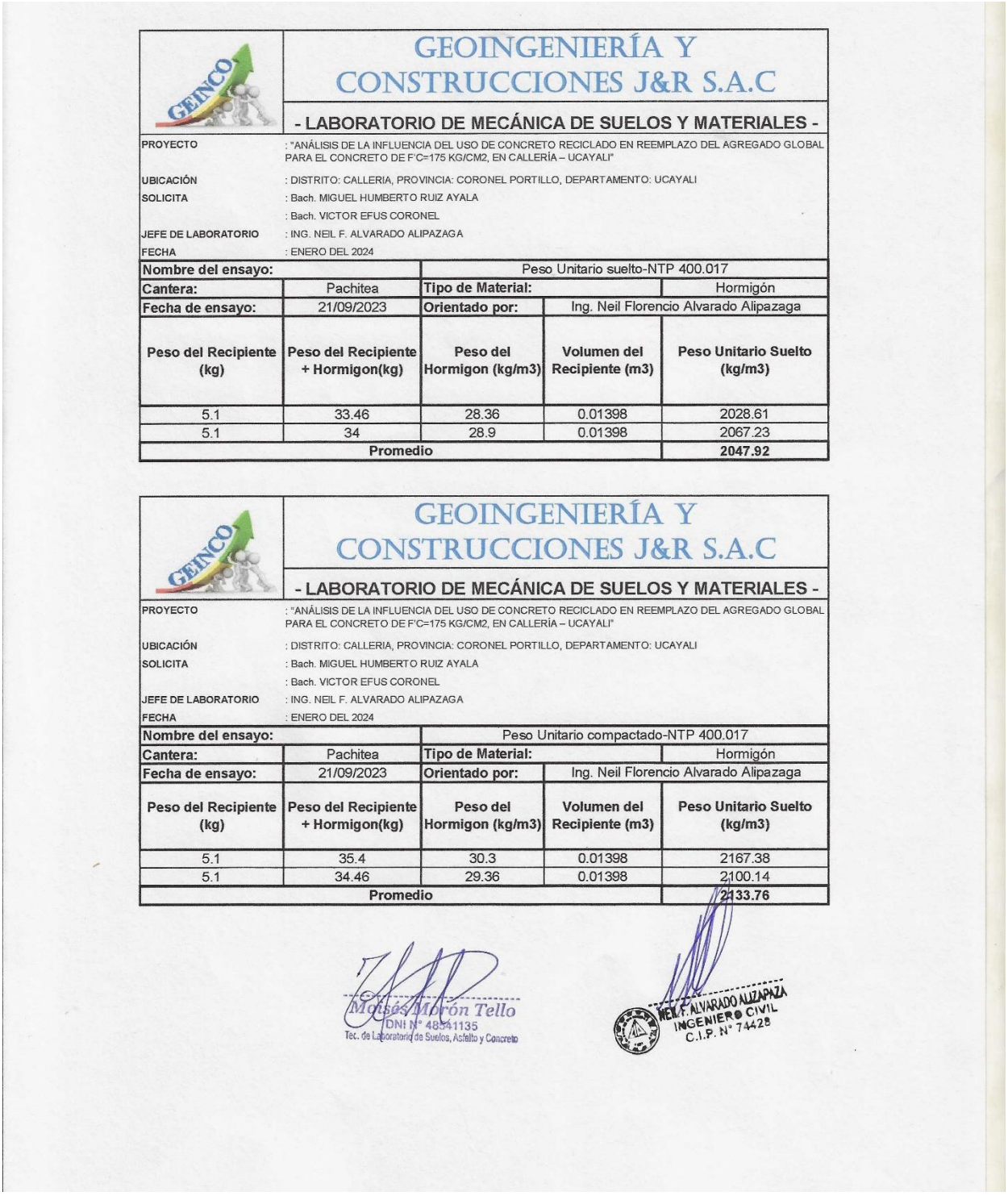
Malla	Global natural al 75% (hormigón)		reciclado al 25%		% retenido acumulado combinado	% que pasa combinado	Especificaciones		Control
	% Retenido Acumulado	% que pasa	% Retenido Acumulado	% que pasa			mínimo	maximo	
2"	0	75	0	25	0	100	100	100	CUMPLE
1 1/2"	5.71	69.29	0	25	5.71	94.29	95	100	NO CUMPLE
1"	17.57	57.43	0.29	24.71	17.86	82.14			
3/4"	25.22	49.78	6.78	18.22	32	68	45	80	CUMPLE
1/2"	34.55	40.45	11.71	13.29	46.26	53.74			
3/8"	39.39	35.61	14.27	10.73	53.66	46.34			
N° 4	48.53	26.47	18.82	6.18	67.35	32.65	25	50	CUMPLE
N° 8	53.29	21.71	21.14	3.86	74.43	25.57			
N° 16	55.18	19.82	22.28	2.72	77.46	22.54			
N° 30	58.08	16.92	23.02	1.98	81.1	18.9	8	30	CUMPLE
N°50	64.45	10.55	23.96	1.04	88.41	11.59			
N° 100	68.36	6.64	24.43	0.57	92.79	7.21	0	8	CUMPLE
N° 200	71.08	3.92	24.59	0.41	95.67	4.33			
< N° 200	75	0	25	0	100	0			

Miguel Mercado Tello
DNI N° 46541135
Téc. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

NEIL F. ALVARADO ALIZAPAZA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 74423

Figura 106

Peso unitario suelto y compactado de la cantera Pachitea



GEOINGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES -

PROYECTO	: "ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL USO DE CONCRETO RECICLADO EN REEMPLAZO DEL AGREGADO GLOBAL PARA EL CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2, EN CALLERÍA – UCAYALI"
UBICACIÓN	: DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI
SOLICITA	: Bach. MIGUEL HUMBERTO RUIZ AYALA
	: Bach. VICTOR EFUS CORONEL
JEFE DE LABORATORIO	: ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA
FECHA	: ENERO DEL 2024

Nombre del ensayo:		Peso Unitario suelto-NTP 400.017		
Cantera:	Pachitea	Tipo de Material:		Hormigón
Fecha de ensayo:	21/09/2023	Orientado por:	Ing. Neil Florencio Alvarado Alipazaga	
Peso del Recipiente (kg)	Peso del Recipiente + Hormigon(kg)	Peso del Hormigon (kg/m3)	Volumen del Recipiente (m3)	Peso Unitario Suelto (kg/m3)
5.1	33.46	28.36	0.01398	2028.61
5.1	34	28.9	0.01398	2067.23
Promedio				2047.92

GEOINGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES -

PROYECTO	: "ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL USO DE CONCRETO RECICLADO EN REEMPLAZO DEL AGREGADO GLOBAL PARA EL CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2, EN CALLERÍA – UCAYALI"
UBICACIÓN	: DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI
SOLICITA	: Bach. MIGUEL HUMBERTO RUIZ AYALA
	: Bach. VICTOR EFUS CORONEL
JEFE DE LABORATORIO	: ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA
FECHA	: ENERO DEL 2024

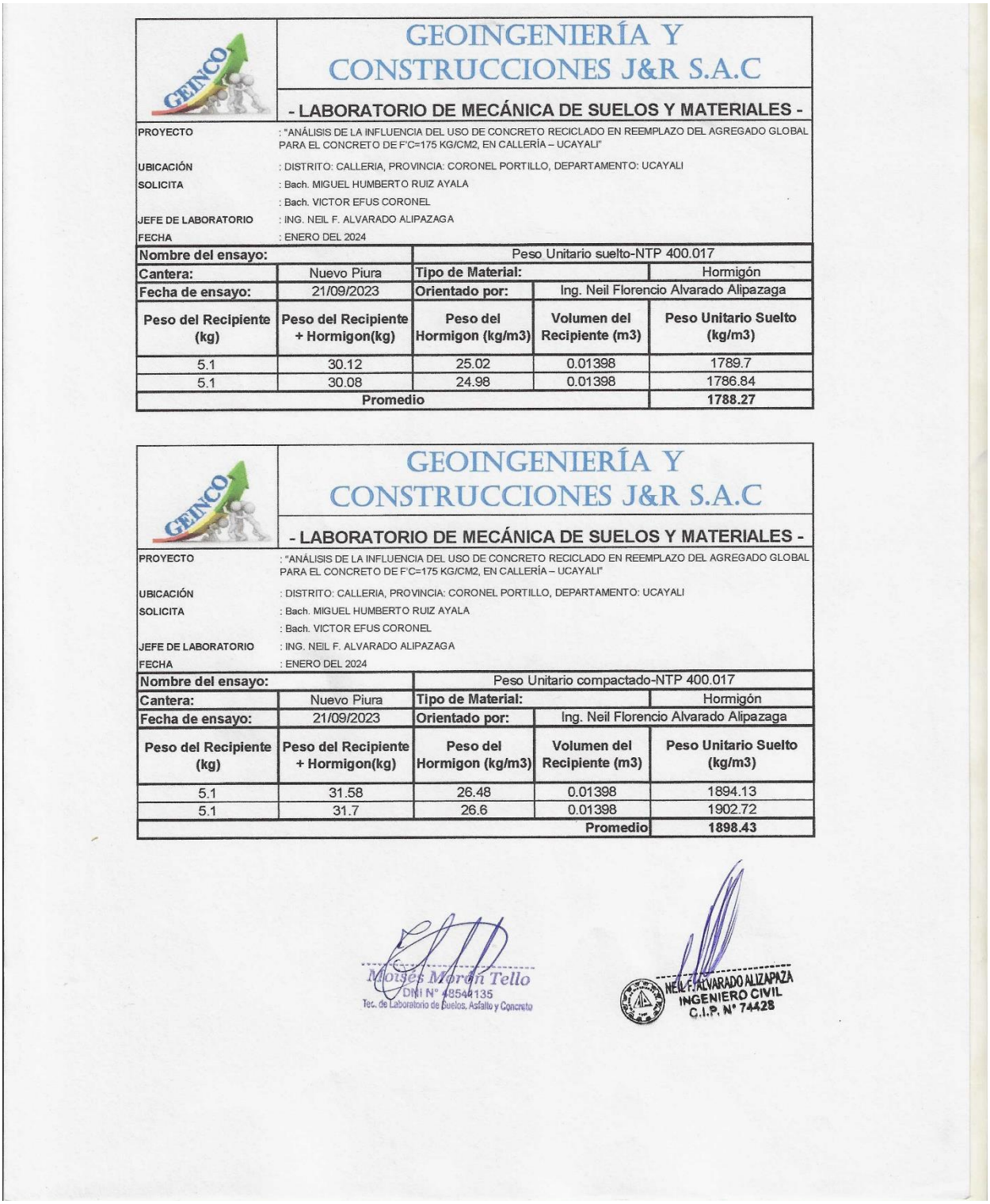
Nombre del ensayo:		Peso Unitario compactado-NTP 400.017		
Cantera:	Pachitea	Tipo de Material:		Hormigón
Fecha de ensayo:	21/09/2023	Orientado por:	Ing. Neil Florencio Alvarado Alipazaga	
Peso del Recipiente (kg)	Peso del Recipiente + Hormigon(kg)	Peso del Hormigon (kg/m3)	Volumen del Recipiente (m3)	Peso Unitario Suelto (kg/m3)
5.1	35.4	30.3	0.01398	2167.38
5.1	34.46	29.36	0.01398	2100.14
Promedio				2133.76

Moisés Morón Tello
DNI N° 48541135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

NEIL F. ALVARADO ALIZAPAZA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 74428

Figura 107

Peso unitario suelto y compactado del hormigón de la cantera Nuevo Piura



GEOINGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES -

PROYECTO	: "ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL USO DE CONCRETO RECICLADO EN REEMPLAZO DEL AGREGADO GLOBAL PARA EL CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2, EN CALLERÍA – UCAYALI"
UBICACIÓN	: DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI
SOLICITA	: Bach. MIGUEL HUMBERTO RUIZ AYALA
	: Bach. VICTOR EFUS CORONEL
JEFE DE LABORATORIO	: ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA
FECHA	: ENERO DEL 2024

Nombre del ensayo:		Peso Unitario suelto-NTP 400.017		
Cantera:	Nuevo Piura	**Tipo de Material:**		Hormigón
Fecha de ensayo:	21/09/2023	**Orientado por:**	Ing. Neil Florencio Alvarado Alipazaga	
Peso del Recipiente (kg)	**Peso del Recipiente + Hormigon(kg)**	**Peso del Hormigon (kg/m3)**	**Volumen del Recipiente (m3)**	**Peso Unitario Suelto (kg/m3)**
5.1	30.12	25.02	0.01398	1789.7
5.1	30.08	24.98	0.01398	1786.84
Promedio				**1788.27**

GEOINGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES -

PROYECTO	: "ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL USO DE CONCRETO RECICLADO EN REEMPLAZO DEL AGREGADO GLOBAL PARA EL CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2, EN CALLERÍA – UCAYALI"
UBICACIÓN	: DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI
SOLICITA	: Bach. MIGUEL HUMBERTO RUIZ AYALA
	: Bach. VICTOR EFUS CORONEL
JEFE DE LABORATORIO	: ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA
FECHA	: ENERO DEL 2024

Nombre del ensayo:		Peso Unitario compactado-NTP 400.017		
Cantera:	Nuevo Piura	**Tipo de Material:**		Hormigón
Fecha de ensayo:	21/09/2023	**Orientado por:**	Ing. Neil Florencio Alvarado Alipazaga	
Peso del Recipiente (kg)	**Peso del Recipiente + Hormigon(kg)**	**Peso del Hormigon (kg/m3)**	**Volumen del Recipiente (m3)**	**Peso Unitario Suelto (kg/m3)**
5.1	31.58	26.48	0.01398	1894.13
5.1	31.7	26.6	0.01398	1902.72
			Promedio	**1898.43**

Moises Morón Tello
DNI N° 48544135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

NEIL F. ALVARADO ALIZAPAZA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 74428

Figura 108

Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso de la cantera Nuevo Piura



GEOINGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES -

PROYECTO	: "ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL USO DE CONCRETO RECICLADO EN REEMPLAZO DEL AGREGADO GLOBAL PARA EL CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2, EN CALLERÍA – UCAYALI"
UBICACIÓN	: DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI
SOLICITA	: Bach. MIGUEL HUMBERTO RUIZ AYALA
	: Bach. VICTOR EFUS CORONEL
JEFE DE LABORATORIO	: ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA
FECHA	: ENERO DEL 2024

Nombre del ensayo:		Peso Unitario suelto-NTP 400.017		
Cantera:	Nuevo Piura	**Tipo de Material:**		agregado grueso
Fecha de ensayo:	21/09/2023	**Orientado por:**	Ing. Neil Florencio Alvarado Alipazaga	
Peso del Recipiente (kg)	**Peso del Recipiente + Agreg. grueso (kg)**	**Peso del Agreg. grueso (kg/m3)**	**Volumen del Recipiente (m3)**	**Peso Unitario Suelto (kg/m3)**
5.1	27.32	22.22	0.01398	**1589.41**

GEOINGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES -

PROYECTO	: "ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL USO DE CONCRETO RECICLADO EN REEMPLAZO DEL AGREGADO GLOBAL PARA EL CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2, EN CALLERÍA – UCAYALI"
UBICACIÓN	: DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI
SOLICITA	: Bach. MIGUEL HUMBERTO RUIZ AYALA
	: Bach. VICTOR EFUS CORONEL
JEFE DE LABORATORIO	: ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA
FECHA	: ENERO DEL 2024

Nombre del ensayo:		Peso Unitario compactado-NTP 400.017		
Cantera:	Nuevo Piura	**Tipo de Material:**		agregado grueso
Fecha de ensayo:	21/09/2023	**Orientado por:**	Ing. Neil Florencio Alvarado Alipazaga	
Peso del Recipiente (kg)	**Peso del Recipiente + Agreg. Grueso (kg)**	**Peso del Agreg. grueso (kg/m3)**	**Volumen del Recipiente (m3)**	**Peso Unitario Suelto (kg/m3)**
5.1	29.18	24.08	0.01398	**1722.46**

Moisés Morón Tello
DNI N° 48541135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

NEIL F. ALVARADO ALIZAPAZA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 74428

Figura 109

Peso unitario suelto y compactado del reciclado grueso



GEOINGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES -

PROYECTO	: "ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL USO DE CONCRETO RECICLADO EN REEMPLAZO DEL AGREGADO GLOBAL PARA EL CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2, EN CALLERÍA – UCAYALI"
UBICACIÓN	: DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI
SOLICITA	: Bach. MIGUEL HUMBERTO RUIZ AYALA
	: Bach. VICTOR EFUS CORONEL
JEFE DE LABORATORIO	: ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA
FECHA	: ENERO DEL 2024

Nombre del ensayo:		Peso Unitario suelto-NTP 400.017		
Tipo de Material:		reciclado grueso		
Fecha de ensayo:	02/11/2023	**Orientado por:**	Ing. Neil Florencio Alvarado Alipazaga	
Peso del Recipiente (kg)	**Peso del Recipiente + Reciclado grueso (kg)**	**Peso del Reciclado grueso (kg/m3)**	**Volumen del Recipiente (m3)**	**Peso Unitario Suelto (kg/m3)**
5.1	22.5	17.4	0.01398	**1244.63**

GEOINGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES -

PROYECTO	: "ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL USO DE CONCRETO RECICLADO EN REEMPLAZO DEL AGREGADO GLOBAL PARA EL CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2, EN CALLERÍA – UCAYALI"
UBICACIÓN	: DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI
SOLICITA	: Bach. MIGUEL HUMBERTO RUIZ AYALA
	: Bach. VICTOR EFUS CORONEL
JEFE DE LABORATORIO	: ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA
FECHA	: ENERO DEL 2024

Nombre del ensayo:		Peso Unitario compactado-NTP 400.017		
Tipo de Material:		reciclado grueso		
Fecha de ensayo:	02/11/2023	**Orientado por:**	Ing. Neil Florencio Alvarado Alipazaga	
Peso del Recipiente (kg)	**Peso del Recipiente + Reciclado grueso (kg)**	**Peso del Reciclado grueso (kg/m3)**	**Volumen del Recipiente (m3)**	**Peso Unitario Suelto (kg/m3)**
5.1	23.46	18.36	0.01398	**1313.3**

Moises Morón Tello
DNI N° 4854/1135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

NEIL F. ALVARADO ALIZAPAZA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 74428

Figura 110

Peso unitario suelto y compactado del reciclado fino



GEOINGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES -

PROYECTO	: "ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL USO DE CONCRETO RECICLADO EN REEMPLAZO DEL AGREGADO GLOBAL PARA EL CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2, EN CALLERÍA – UCAYALI"
UBICACIÓN	: DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI
SOLICITA	: Bach. MIGUEL HUMBERTO RUIZ AYALA
	: Bach. VICTOR EFUS CORONEL
JEFE DE LABORATORIO	: ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA
FECHA	: ENERO DEL 2024

Nombre del ensayo:		Peso Unitario suelto-NTP 400.017		
Tipo de Material:		reciclado fino		
Fecha de ensayo:	02/11/2023	**Orientado por:**	Ing. Neil Florencio Alvarado Alipazaga	
Peso del Recipiente (kg)	**Peso del Recipiente + Reciclado fino (kg)**	**Peso del Reciclado fino (kg/m3)**	**Volumen del Recipiente (m3)**	**Peso Unitario Suelto (kg/m3)**
5.1	21.78	16.68	0.01398	**1193.13**

GEOINGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES -

PROYECTO	: "ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL USO DE CONCRETO RECICLADO EN REEMPLAZO DEL AGREGADO GLOBAL PARA EL CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2, EN CALLERÍA – UCAYALI"
UBICACIÓN	: DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI
SOLICITA	: Bach. MIGUEL HUMBERTO RUIZ AYALA
	: Bach. VICTOR EFUS CORONEL
JEFE DE LABORATORIO	: ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA
FECHA	: ENERO DEL 2024

Nombre del ensayo:		Peso Unitario compactado-NTP 400.017		
Tipo de Material:		reciclado fino		
Fecha de ensayo:	02/11/2023	**Orientado por:**	Ing. Neil Florencio Alvarado Alipazaga	
Peso del Recipiente (kg)	**Peso del Recipiente + Reciclado fino (kg)**	**Peso del Reciclado fino (kg/m3)**	**Volumen del Recipiente (m3)**	**Peso Unitario Suelto (kg/m3)**
5.1	23.5	18.4	0.01398	**1316.16**

Moisés Alcrón Tello
DNI N° 48541135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

NEIL F. ALVARADO ALIZAPAZA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 74428

Figura 111

Peso específico y absorción del agregado grueso de la cantera Pachitea



GEOINGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES -

PROYECTO : "ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL USO DE CONCRETO RECICLADO EN REEMPLAZO DEL AGREGADO GLOBAL PARA EL CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2, EN CALLERÍA – UCAYALI"

UBICACIÓN : DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI

SOLICITA : Bach. MIGUEL HUMBERTO RUIZ AYALA

: Bach. VICTOR EFUS CORONEL

JEFE DE LABORATORIO : ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA

FECHA : ENERO DEL 2024

Nombre del ensayo:	Peso Específico y Absorción-NTP 400.021		
Cantera:	Pachitea	**Tipo de Material:**	agregado grueso
Fecha de Muestreo:	06/09/2023	**Tesistas:**	Miguel Humberto Ruiz Ayala Víctor Efus Coronel
Fecha de ensayo:	07/09/2023	**Orientado por:**	Ing. Neil Florencio Alvarado Alipazaga

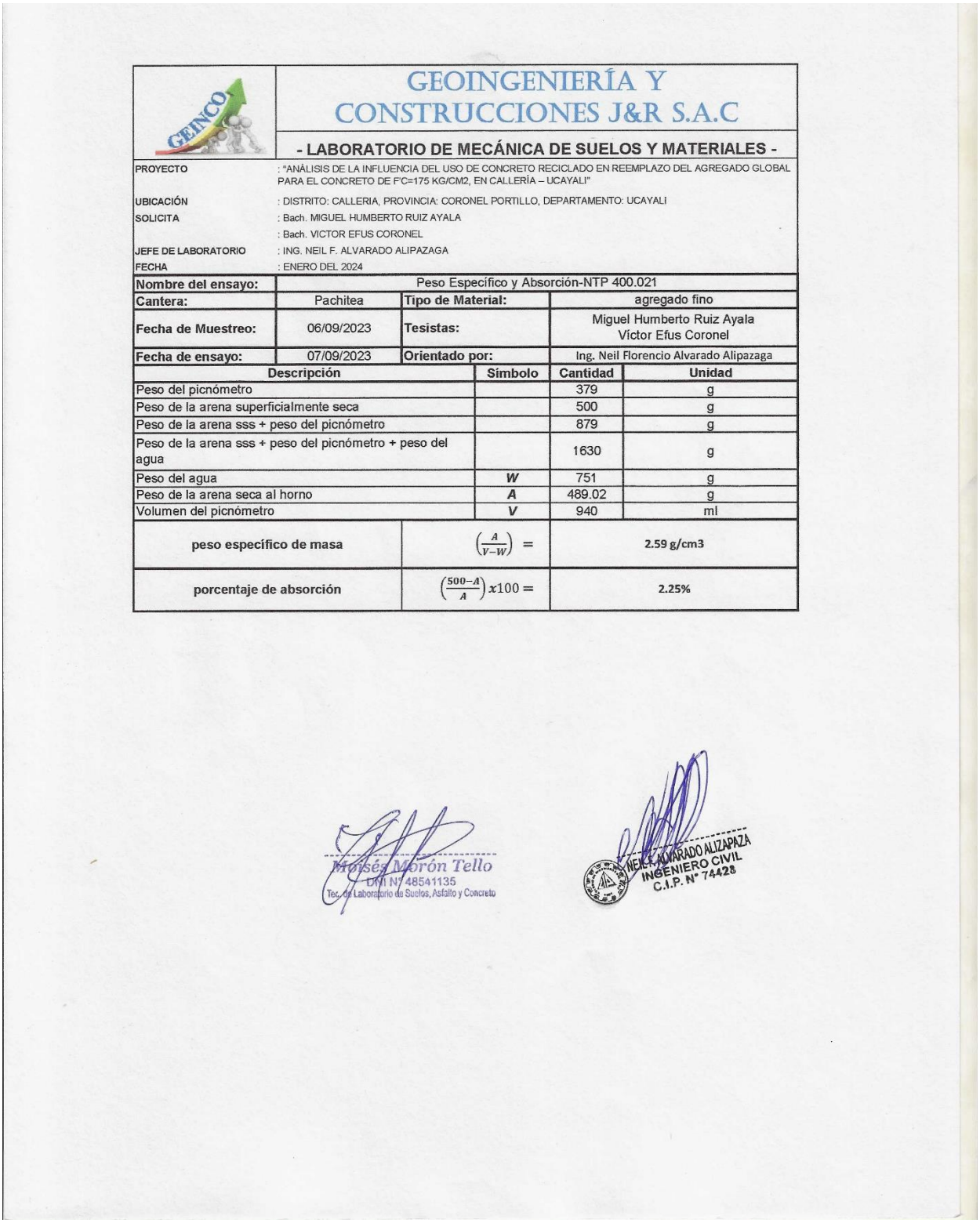
Descripción	símbolo	Muestras			Unidad
		Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	
Peso de la muestra saturada sss	B	5100	5148	5100	g
Peso de la muestra sss dentro del agua + canastilla	---	4215	4241	4207	g
Peso de la canastilla dentro del agua	---	1098	1098	1098	g
Peso de la muestra saturada dentro del agua	C	3117	3143	3109	g
Peso de la muestra seca al horno	A	5060	5120	5060	g
Peso específico de masa	$\left(\frac{A}{B-C}\right)$ =	**2.55**	**2.55**	**2.54**	**g/cm3**
Porcentaje de absorción	$\left(\frac{B-A}{A}\right) x100$ =	**0.79**	**0.55**	**0.79**	**%**
				Peso específico de masa Promedio=	**2.55 g/cm3**
				Porcentaje de absorción Promedio=	**0.71%**

Moisés Morón Tello
DNI N° 48541135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

NEIL F. ALVARADO ALIZAPAZA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 74428

Figura 112

Peso específico y absorción del agregado fino de la cantera Pachitea



GEOINGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES -

PROYECTO	: "ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL USO DE CONCRETO RECICLADO EN REEMPLAZO DEL AGREGADO GLOBAL PARA EL CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2, EN CALLERÍA – UCAYALI"
UBICACIÓN	: DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI
SOLICITA	: Bach. MIGUEL HUMBERTO RUIZ AYALA
	: Bach. VICTOR EFUS CORONEL
JEFE DE LABORATORIO	: ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA
FECHA	: ENERO DEL 2024

Nombre del ensayo:	Peso Específico y Absorción-NTP 400.021		
Cantera:	Pachitea	**Tipo de Material:**	agregado fino
Fecha de Muestreo:	06/09/2023	**Tesistas:**	Miguel Humberto Ruiz Ayala Víctor Efus Coronel
Fecha de ensayo:	07/09/2023	**Orientado por:**	Ing. Neil Florencio Alvarado Alipazaga

Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Peso del picnómetro		379	g
Peso de la arena superficialmente seca		500	g
Peso de la arena sss + peso del picnómetro		879	g
Peso de la arena sss + peso del picnómetro + peso del agua		1630	g
Peso del agua	*W*	751	g
Peso de la arena seca al horno	*A*	489.02	g
Volumen del picnómetro	*V*	940	ml

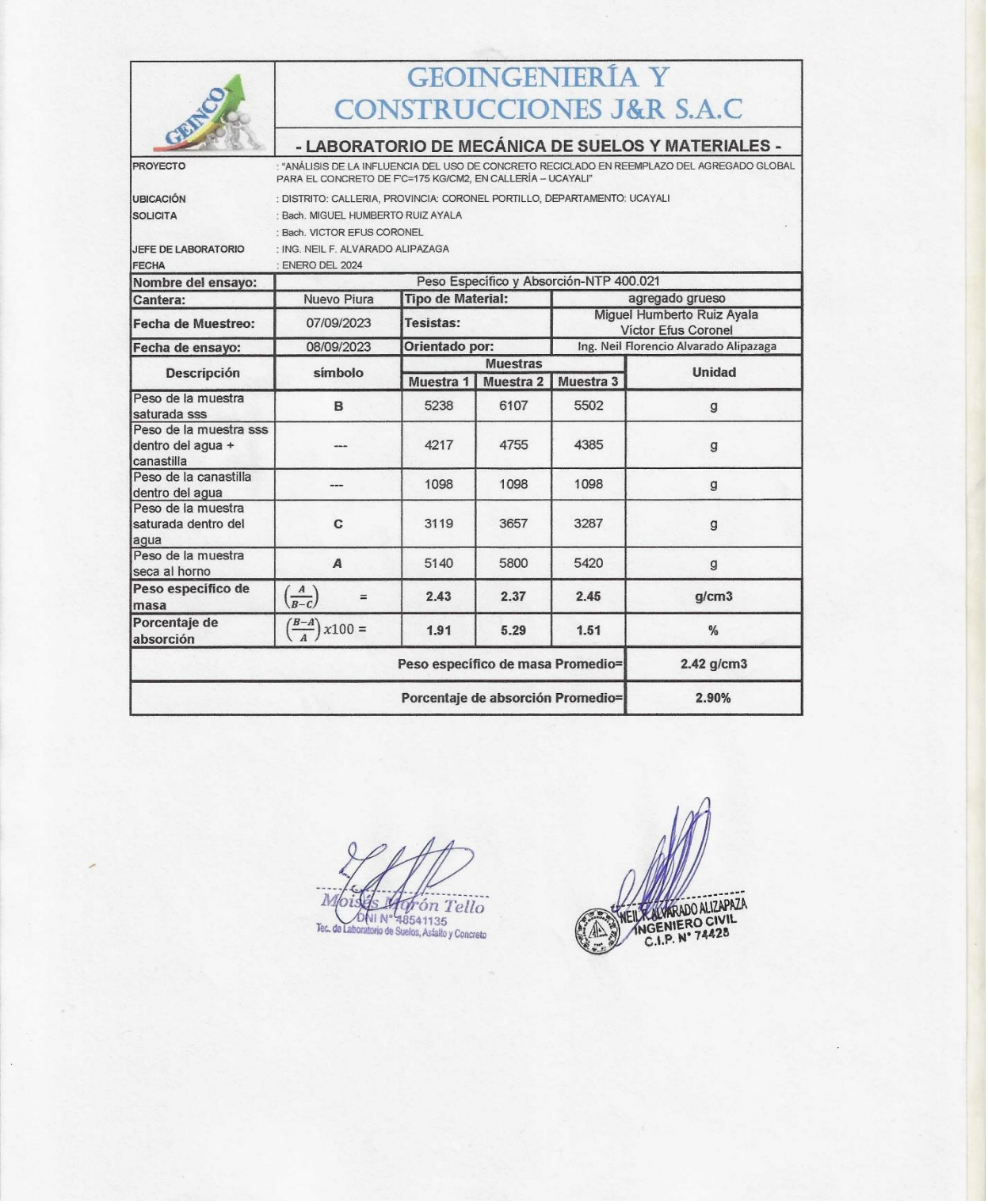
peso específico de masa	$\left(\frac{A}{V-W}\right) =$	**2.59 g/cm3**
porcentaje de absorción	$\left(\frac{500-A}{A}\right) x100 =$	**2.25%**

Moisés Morón Tello
DNI N° 48541135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

NEIL F. ALVARADO ALIZAPAZA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 74428

Figura 113

Peso específico y absorción del agregado grueso de la cantera Nuevo Piura



GEOINGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES -

PROYECTO	: "ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL USO DE CONCRETO RECICLADO EN REEMPLAZO DEL AGREGADO GLOBAL PARA EL CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2, EN CALLERÍA – UCAYALI"
UBICACIÓN	: DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI
SOLICITA	: Bach. MIGUEL HUMBERTO RUIZ AYALA
	: Bach. VICTOR EFUS CORONEL
JEFE DE LABORATORIO	: ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA
FECHA	: ENERO DEL 2024

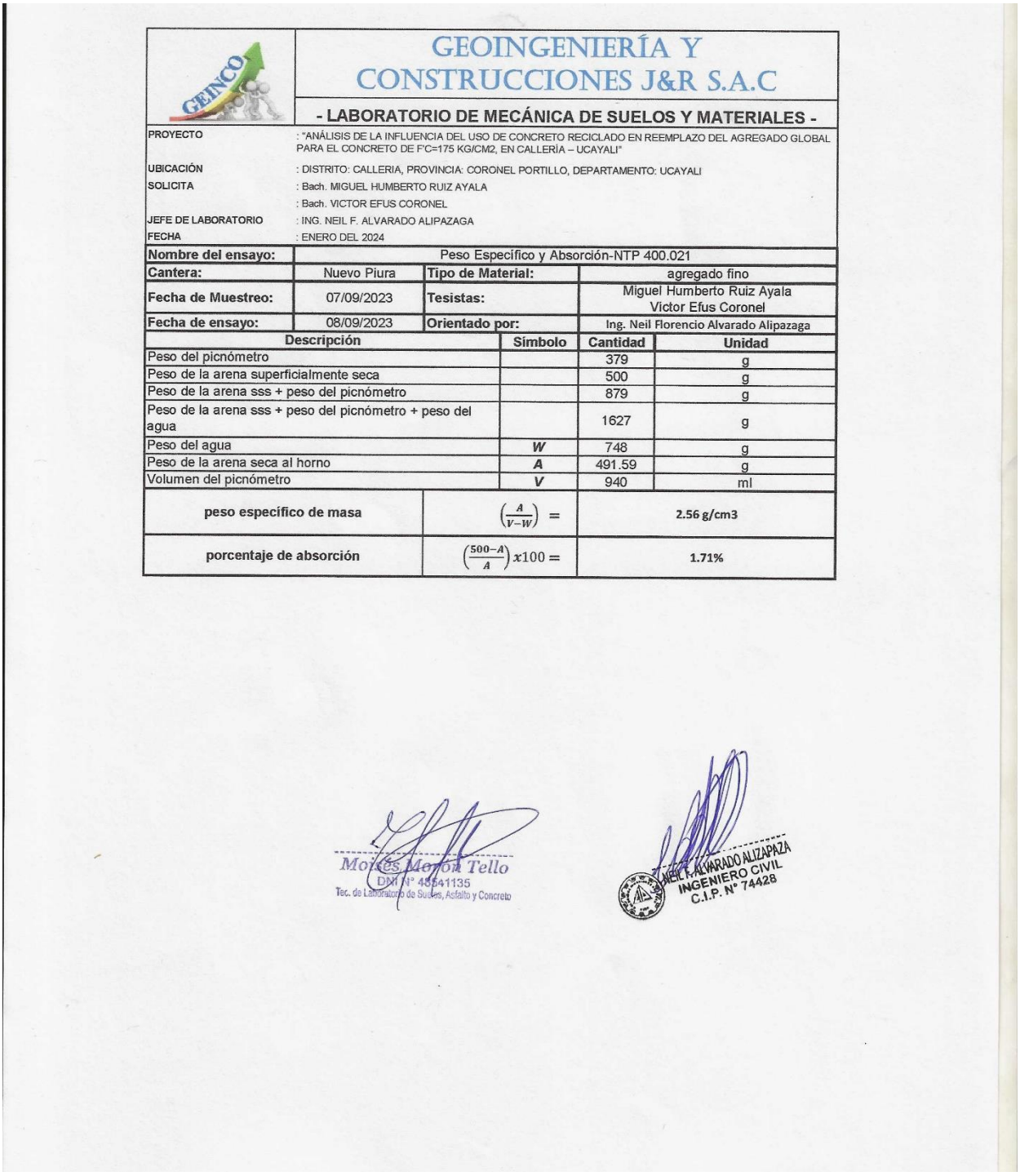
Nombre del ensayo:	Peso Específico y Absorción-NTP 400.021				
Cantera:	Nuevo Piura	**Tipo de Material:**		agregado grueso	
Fecha de Muestreo:	07/09/2023	**Tesistas:**		Miguel Humberto Ruiz Ayala Víctor Efus Coronel	
Fecha de ensayo:	08/09/2023	**Orientado por:**		Ing. Neil Florencio Alvarado Alipazaga	
Descripción	**símbolo**	**Muestras**			**Unidad**
		Muestra 1	**Muestra 2**	**Muestra 3**	
Peso de la muestra saturada sss	**B**	5238	6107	5502	g
Peso de la muestra sss dentro del agua + canastilla	---	4217	4755	4385	g
Peso de la canastilla dentro del agua	---	1098	1098	1098	g
Peso de la muestra saturada dentro del agua	**C**	3119	3657	3287	g
Peso de la muestra seca al horno	***A***	5140	5800	5420	g
Peso específico de masa	$\left(\frac{A}{B-C}\right)$ =	**2.43**	**2.37**	**2.45**	**g/cm3**
Porcentaje de absorción	$\left(\frac{B-A}{A}\right) x100$ =	**1.91**	**5.29**	**1.51**	**%**
				Peso específico de masa Promedio=	**2.42 g/cm3**
				Porcentaje de absorción Promedio=	**2.90%**

Moisés Marón Tello
DNI N° 48541135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

NEIL F. ALVARADO ALIZAPAZA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 74428

Figura 114

Peso específico y absorción del agregado fino de la cantera Nuevo Piura



GEOINGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES -

PROYECTO	: "ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL USO DE CONCRETO RECICLADO EN REEMPLAZO DEL AGREGADO GLOBAL PARA EL CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2, EN CALLERÍA – UCAYALI"
UBICACIÓN	: DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI
SOLICITA	: Bach. MIGUEL HUMBERTO RUIZ AYALA
	: Bach. VICTOR EFUS CORONEL
JEFE DE LABORATORIO	: ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA
FECHA	: ENERO DEL 2024

Nombre del ensayo:	Peso Específico y Absorción-NTP 400.021		
Cantera:	Nuevo Piura	**Tipo de Material:**	agregado fino
Fecha de Muestreo:	07/09/2023	**Tesistas:**	Miguel Humberto Ruiz Ayala Victor Efus Coronel
Fecha de ensayo:	08/09/2023	**Orientado por:**	Ing. Neil Florencio Alvarado Alipazaga

Descripción	Símbolo	Cantidad	Unidad
Peso del picnómetro		379	g
Peso de la arena superficialmente seca		500	g
Peso de la arena sss + peso del picnómetro		879	g
Peso de la arena sss + peso del picnómetro + peso del agua		1627	g
Peso del agua	***W***	748	g
Peso de la arena seca al horno	***A***	491.59	g
Volumen del picnómetro	***V***	940	ml

peso específico de masa	$\left(\frac{A}{V-W}\right) =$	**2.56 g/cm3**
porcentaje de absorción	$\left(\frac{500-A}{A}\right) x100 =$	**1.71%**

Moises Morón Tello
DNI N° 45541135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

NEIL F. ALVARADO ALIZAPAZA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 74428

Figura 115

Peso específico y absorción del reciclado grueso

GEOINGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES -

PROYECTO	: "ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL USO DE CONCRETO RECICLADO EN REEMPLAZO DEL AGREGADO GLOBAL PARA EL CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2, EN CALLERÍA – UCAYALI"
UBICACIÓN	: DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI
SOLICITA	: Bach. MIGUEL HUMBERTO RUIZ AYALA
	: Bach. VICTOR EFUS CORONEL
JEFE DE LABORATORIO	: ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA
FECHA	: ENERO DEL 2024

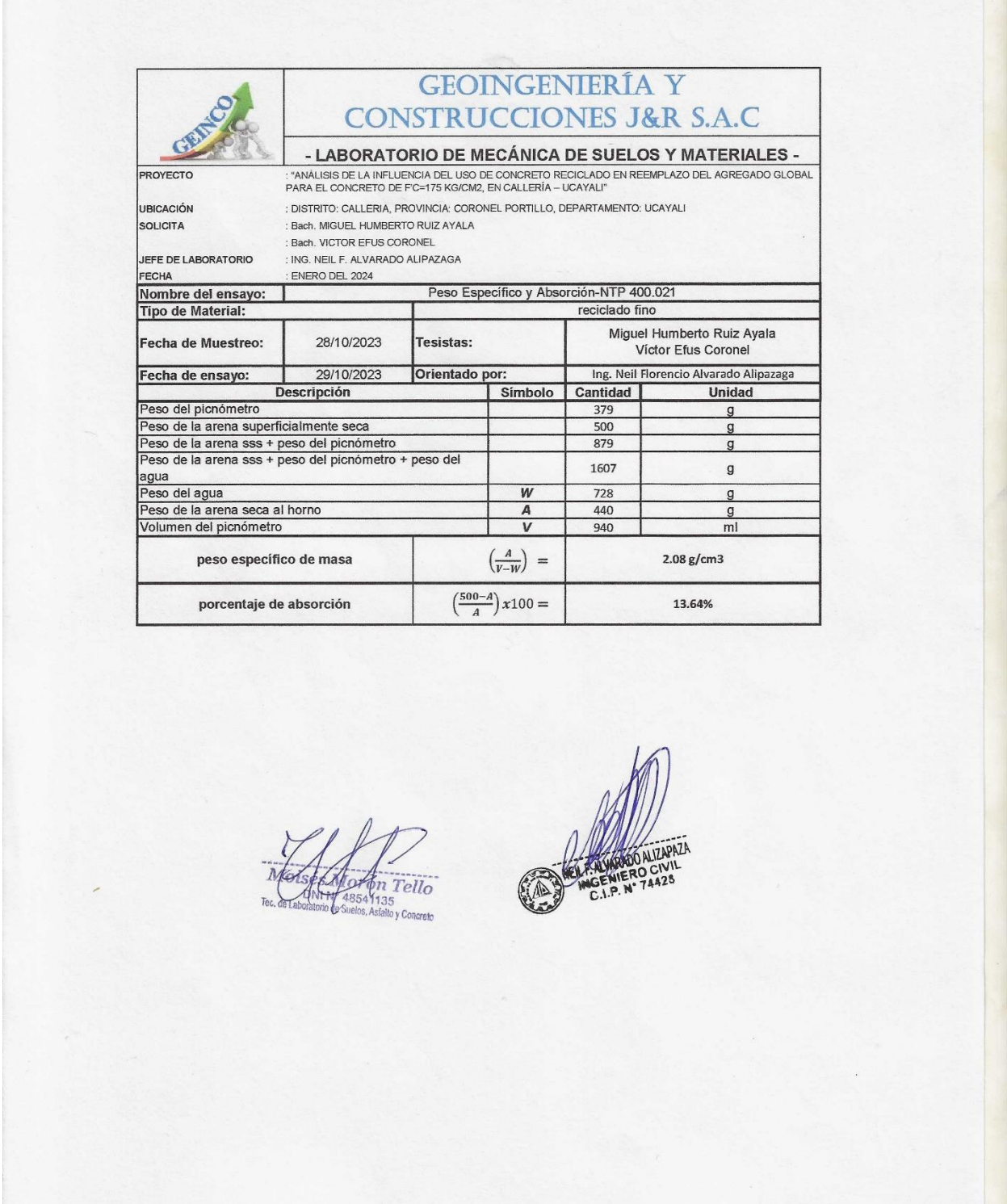
Nombre del ensayo:	Peso Específico y Absorción-NTP 400.021				
Tipo de Material:		reciclado grueso			
Fecha de Muestreo:	28/10/2023	**Tesistas:**		Miguel Humberto Ruiz Ayala Víctor Efus Coronel	
Fecha de ensayo:	29/10/2023	**Orientado por:**		Ing. Neil Florencio Alvarado Alipazaga	
Descripción	**símbolo**	**Muestras**			**Unidad**
		Muestra 1	**Muestra 2**	**Muestra 3**	
Peso de la muestra saturada sss	**B**	5968	6744	5958	g
Peso de la muestra sss dentro del agua + canastilla	---	4490	4931	4460	g
Peso de la canastilla dentro del agua	---	1059	1059	1059	g
Peso de la muestra saturada dentro del agua	**C**	3431	3872	3401	g
Peso de la muestra seca al horno	***A***	5660	6380	5620	g
Peso especifico de masa	$\left(\frac{A}{B-C}\right)$ =	**2.23**	**2.22**	**2.2**	**g/cm3**
Porcentaje de absorción	$\left(\frac{B-A}{A}\right)x100$ =	**5.44**	**5.71**	**6.01**	**%**
				Peso específico de masa Promedio=	**2.22 g/cm3**
				Porcentaje de absorción Promedio=	**5.72%**

Moises Mofón Tello
DNI N° 46541135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

NEIL F. ALVARADO ALIZAPAZA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 74428

Figura 116

Peso específico y absorción del reciclado fino



GEOINGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES -

PROYECTO	: "ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL USO DE CONCRETO RECICLADO EN REEMPLAZO DEL AGREGADO GLOBAL PARA EL CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2, EN CALLERÍA – UCAYALI"
UBICACIÓN	: DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI
SOLICITA	: Bach. MIGUEL HUMBERTO RUIZ AYALA
	: Bach. VICTOR EFUS CORONEL
JEFE DE LABORATORIO	: ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA
FECHA	: ENERO DEL 2024

Nombre del ensayo:	Peso Específico y Absorción-NTP 400.021		
Tipo de Material:		reciclado fino	
Fecha de Muestreo:	28/10/2023	**Tesistas:**	Miguel Humberto Ruiz Ayala Víctor Efus Coronel
Fecha de ensayo:	29/10/2023	**Orientado por:**	Ing. Neil Florencio Alvarado Alipazaga

Descripción	**Símbolo**	**Cantidad**	**Unidad**
Peso del picnómetro		379	g
Peso de la arena superficialmente seca		500	g
Peso de la arena sss + peso del picnómetro		879	g
Peso de la arena sss + peso del picnómetro + peso del agua		1607	g
Peso del agua	*W*	728	g
Peso de la arena seca al horno	*A*	440	g
Volumen del picnómetro	*V*	940	ml

peso específico de masa	$\left(\frac{A}{V-W}\right) =$	**2.08 g/cm3**
porcentaje de absorción	$\left(\frac{500-A}{A}\right) x100 =$	**13.64%**

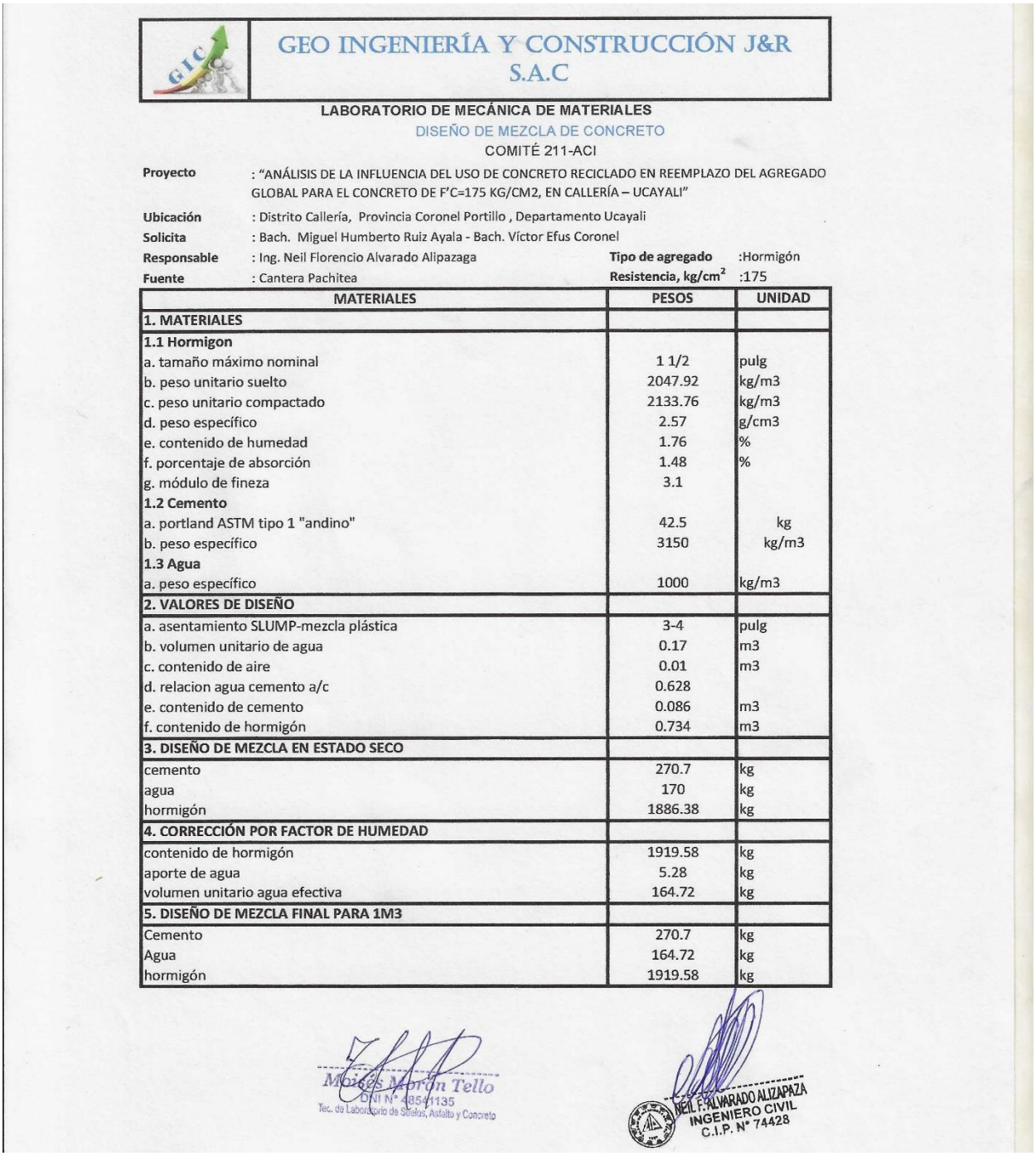
Moises Morón Tello
DNI N° 48541135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

NEIL F. ALVARADO ALIZAPAZA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 74425

ANEXO 03: DISEÑOS DE MEZCLA

Figura 117

Diseño de mezcla del concreto patrón-cantera Pachitea



GEO INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN J&R S.A.C

LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

COMITÉ 211-ACI

Proyecto : "ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL USO DE CONCRETO RECICLADO EN REEMPLAZO DEL AGREGADO GLOBAL PARA EL CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2, EN CALLERÍA – UCAYALI"

Ubicación : Distrito Callería, Provincia Coronel Portillo , Departamento Ucayali

Solicita : Bach. Miguel Humberto Ruiz Ayala - Bach. Víctor Efus Coronel

Responsable : Ing. Neil Florencio Alvarado Alipazaga **Tipo de agregado** :Hormigón

Fuente : Cantera Pachitea **Resistencia, kg/cm²** :175

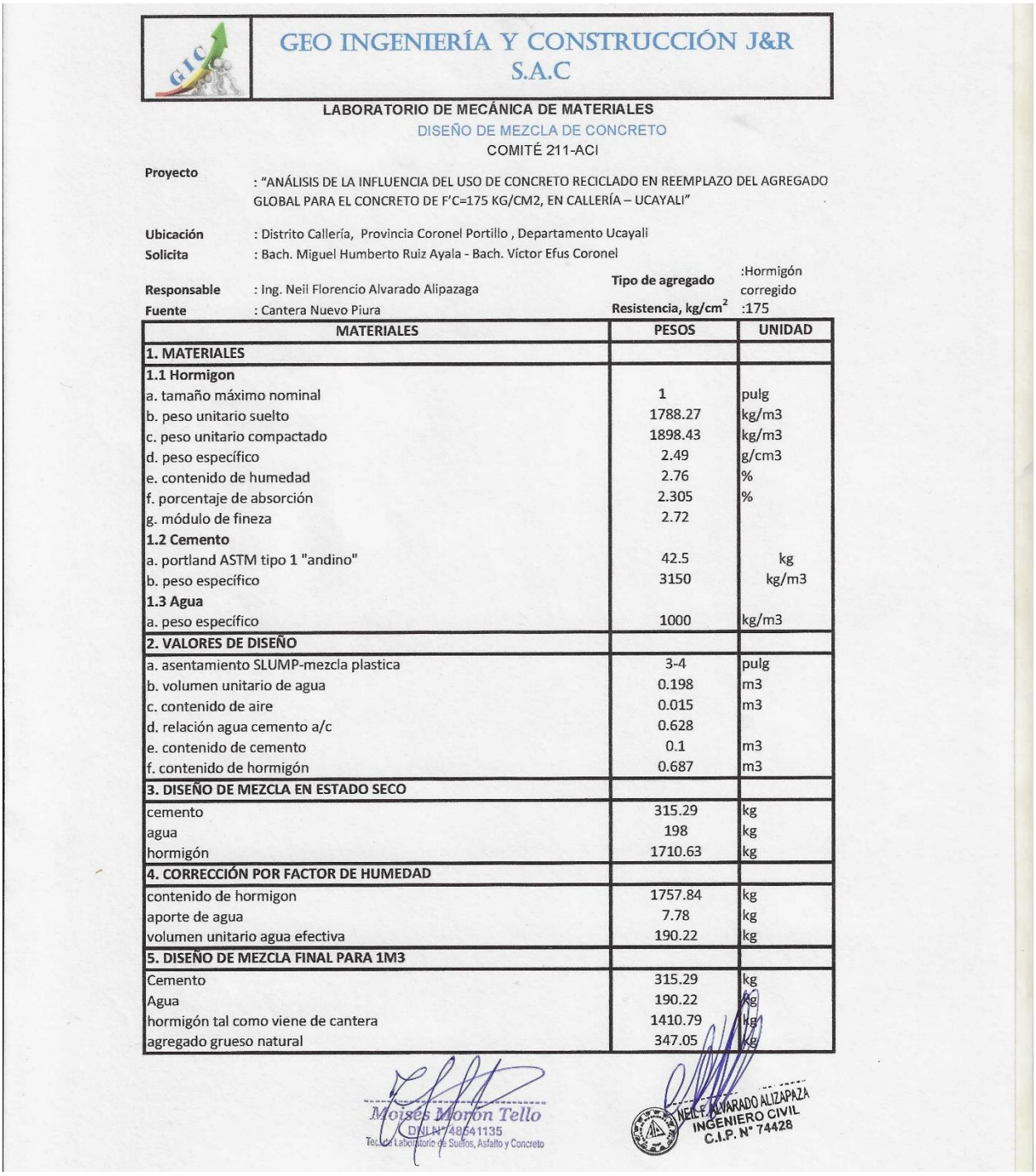
MATERIALES	PESOS	UNIDAD
1. MATERIALES		
1.1 Hormigon		
a. tamaño máximo nominal	1 1/2	pulg
b. peso unitario suelto	2047.92	kg/m3
c. peso unitario compactado	2133.76	kg/m3
d. peso específico	2.57	g/cm3
e. contenido de humedad	1.76	%
f. porcentaje de absorción	1.48	%
g. módulo de fineza	3.1	
1.2 Cemento		
a. portland ASTM tipo 1 "andino"	42.5	kg
b. peso específico	3150	kg/m3
1.3 Agua		
a. peso específico	1000	kg/m3
2. VALORES DE DISEÑO		
a. asentamiento SLUMP-mezcla plástica	3-4	pulg
b. volumen unitario de agua	0.17	m3
c. contenido de aire	0.01	m3
d. relacion agua cemento a/c	0.628	
e. contenido de cemento	0.086	m3
f. contenido de hormigón	0.734	m3
3. DISEÑO DE MEZCLA EN ESTADO SECO		
cemento	270.7	kg
agua	170	kg
hormigón	1886.38	kg
4. CORRECCIÓN POR FACTOR DE HUMEDAD		
contenido de hormigón	1919.58	kg
aporte de agua	5.28	kg
volumen unitario agua efectiva	164.72	kg
5. DISEÑO DE MEZCLA FINAL PARA 1M3		
Cemento	270.7	kg
Agua	164.72	kg
hormigón	1919.58	kg

Moisés Morán Tello
DNI N° 48541135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

NEIL F. ALVARADO ALIZAPAZA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 74428

Figura 118

Diseño de mezcla del concreto patrón-cantera Nuevo Piura



GEO INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN J&R S.A.C

LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

COMITÉ 211-ACI

Proyecto : "ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL USO DE CONCRETO RECICLADO EN REEMPLAZO DEL AGREGADO GLOBAL PARA EL CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2, EN CALLERÍA – UCAYALI"

Ubicación : Distrito Calleria, Provincia Coronel Portillo , Departamento Ucayali

Solicita : Bach. Miguel Humberto Ruiz Ayala - Bach. Víctor Efus Coronel

Responsable : Ing. Neil Florencio Alvarado Alipazaga

Fuente : Cantera Nuevo Piura

Tipo de agregado :Hormigón corregido

Resistencia, kg/cm² :175

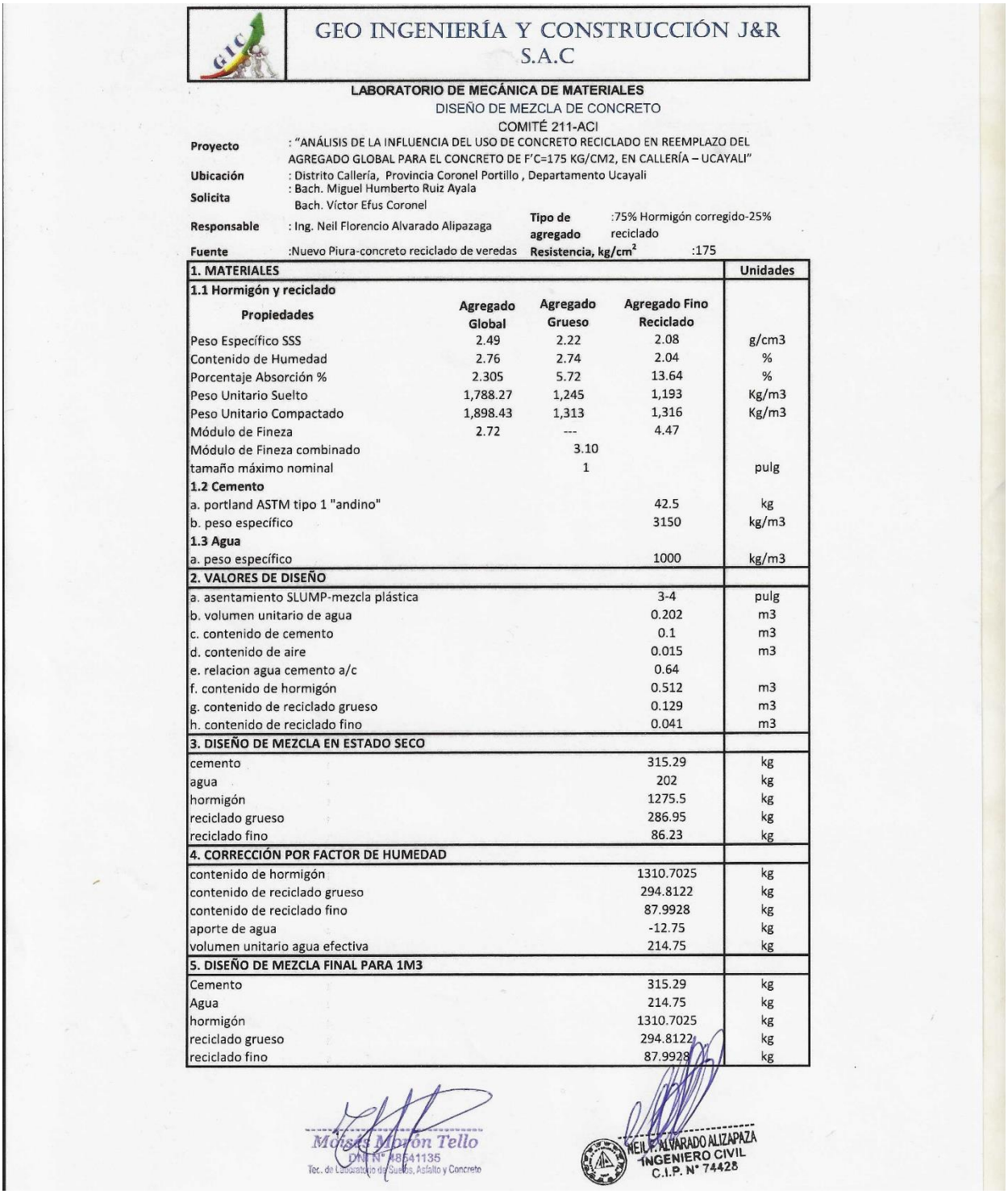
MATERIALES	PESOS	UNIDAD
1. MATERIALES		
1.1 Hormigon		
a. tamaño máximo nominal	1	pulg
b. peso unitario suelto	1788.27	kg/m3
c. peso unitario compactado	1898.43	kg/m3
d. peso específico	2.49	g/cm3
e. contenido de humedad	2.76	%
f. porcentaje de absorción	2.305	%
g. módulo de fineza	2.72	
1.2 Cemento		
a. portland ASTM tipo 1 "andino"	42.5	kg
b. peso específico	3150	kg/m3
1.3 Agua		
a. peso específico	1000	kg/m3
2. VALORES DE DISEÑO		
a. asentamiento SLUMP-mezcla plastica	3-4	pulg
b. volumen unitario de agua	0.198	m3
c. contenido de aire	0.015	m3
d. relación agua cemento a/c	0.628	
e. contenido de cemento	0.1	m3
f. contenido de hormigón	0.687	m3
3. DISEÑO DE MEZCLA EN ESTADO SECO		
cemento	315.29	kg
agua	198	kg
hormigón	1710.63	kg
4. CORRECCIÓN POR FACTOR DE HUMEDAD		
contenido de hormigon	1757.84	kg
aporte de agua	7.78	kg
volumen unitario agua efectiva	190.22	kg
5. DISEÑO DE MEZCLA FINAL PARA 1M3		
Cemento	315.29	kg
Agua	190.22	kg
hormigón tal como viene de cantera	1410.79	kg
agregado grueso natural	347.05	kg

Moises Morón Tello
DNI N° 48641135
Tecnico Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

NEIL F. ALVARADO ALIZAPAZA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 74428

Figura 119

Diseño de mezcla del concreto con 75% hormigón corregido (cantera Nuevo Piura) y 25% reciclado



GEO INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN J&R S.A.C

LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

COMITÉ 211-ACI

Proyecto : "ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL USO DE CONCRETO RECICLADO EN REEMPLAZO DEL AGREGADO GLOBAL PARA EL CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2, EN CALLERÍA – UCAYALI"

Ubicación : Distrito Callería, Provincia Coronel Portillo , Departamento Ucayali

Solicita : Bach. Miguel Humberto Ruiz Ayala
Bach. Víctor Efus Coronel

Responsable : Ing. Neil Florencio Alvarado Alipazaga

Tipo de agregado :75% Hormigón corregido-25% reciclado

Fuente :Nuevo Piura-concreto reciclado de veredas

Resistencia, kg/cm² :175

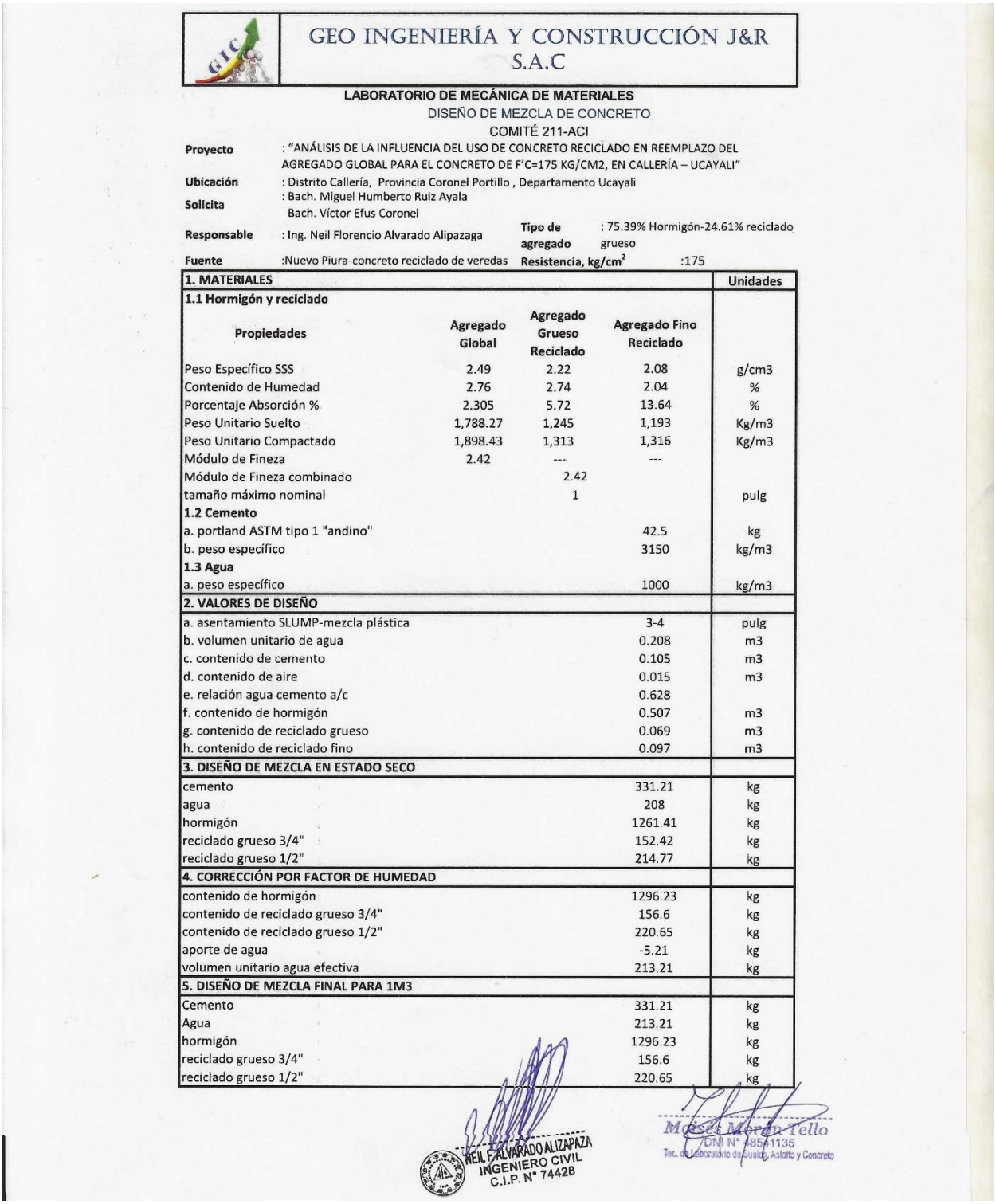
1. MATERIALES				**Unidades**
1.1 Hormigón y reciclado				
Propiedades	**Agregado Global**	**Agregado Grueso**	**Agregado Fino Reciclado**	
Peso Específico SSS	2.49	2.22	2.08	g/cm3
Contenido de Humedad	2.76	2.74	2.04	%
Porcentaje Absorción %	2.305	5.72	13.64	%
Peso Unitario Suelto	1,788.27	1,245	1,193	Kg/m3
Peso Unitario Compactado	1,898.43	1,313	1,316	Kg/m3
Módulo de Fineza	2.72	---	4.47	
Módulo de Fineza combinado		3.10		
tamaño máximo nominal		1		pulg
1.2 Cemento				
a. portland ASTM tipo 1 "andino"			42.5	kg
b. peso específico			3150	kg/m3
1.3 Agua				
a. peso específico			1000	kg/m3
2. VALORES DE DISEÑO				
a. asentamiento SLUMP-mezcla plástica			3-4	pulg
b. volumen unitario de agua			0.202	m3
c. contenido de cemento			0.1	m3
d. contenido de aire			0.015	m3
e. relacion agua cemento a/c			0.64	
f. contenido de hormigón			0.512	m3
g. contenido de reciclado grueso			0.129	m3
h. contenido de reciclado fino			0.041	m3
3. DISEÑO DE MEZCLA EN ESTADO SECO				
cemento			315.29	kg
agua			202	kg
hormigón			1275.5	kg
reciclado grueso			286.95	kg
reciclado fino			86.23	kg
4. CORRECCIÓN POR FACTOR DE HUMEDAD				
contenido de hormigón			1310.7025	kg
contenido de reciclado grueso			294.8122	kg
contenido de reciclado fino			87.9928	kg
aporte de agua			-12.75	kg
volumen unitario agua efectiva			214.75	kg
5. DISEÑO DE MEZCLA FINAL PARA 1M3				
Cemento			315.29	kg
Agua			214.75	kg
hormigón			1310.7025	kg
reciclado grueso			294.8122	kg
reciclado fino			87.9928	kg

Moisés Morón Tello
DNI N° 48641135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

NEIL F. ALVARADO ALIZAPAZA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 74428

Figura 120

Diseño de mezcla del concreto con 75.39% hormigón (cantera Nuevo Piura) y 24.61% reciclado grueso



GEO INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN J&R S.A.C

LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

COMITÉ 211-ACI

Proyecto : "ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL USO DE CONCRETO RECICLADO EN REEMPLAZO DEL AGREGADO GLOBAL PARA EL CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2, EN CALLERÍA – UCAYALI"

Ubicación : Distrito Callería, Provincia Coronel Portillo , Departamento Ucayali

Solicita : Bach. Miguel Humberto Ruiz Ayala
Bach. Víctor Efus Coronel

Responsable : Ing. Neil Florencio Alvarado Alipazaga

Tipo de agregado : 75.39% Hormigón-24.61% reciclado grueso

Fuente :Nuevo Piura-concreto reciclado de veredas

Resistencia, kg/cm² :175

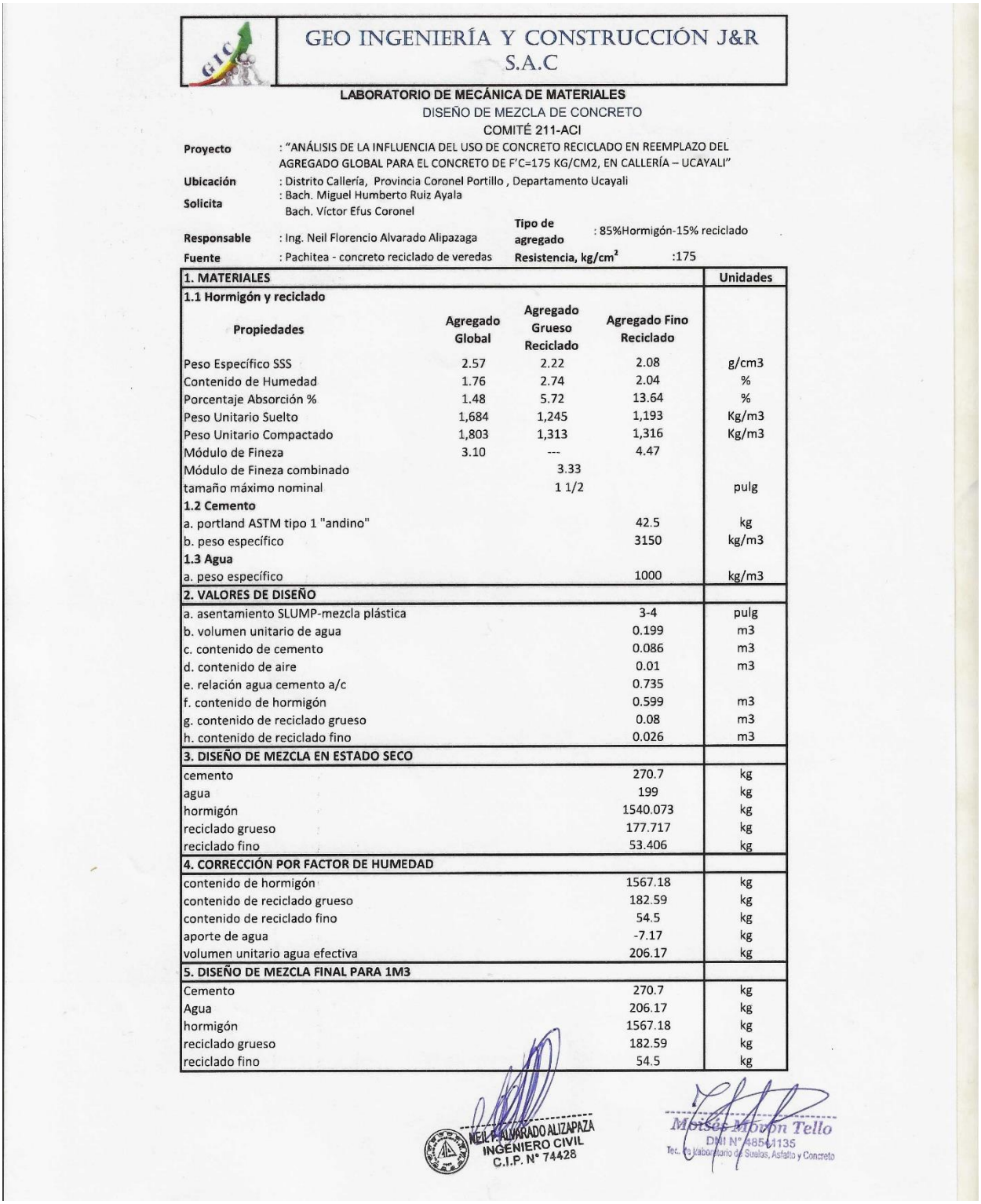
1. MATERIALES				**Unidades**
1.1 Hormigón y reciclado				
Propiedades	**Agregado Global**	**Agregado Grueso Reciclado**	**Agregado Fino Reciclado**	
Peso Específico SSS	2.49	2.22	2.08	g/cm3
Contenido de Humedad	2.76	2.74	2.04	%
Porcentaje Absorción %	2.305	5.72	13.64	%
Peso Unitario Suelto	1,788.27	1,245	1,193	Kg/m3
Peso Unitario Compactado	1,898.43	1,313	1,316	Kg/m3
Módulo de Fineza	2.42	---	---	
Módulo de Fineza combinado		2.42		
tamaño máximo nominal		1		pulg
1.2 Cemento				
a. portland ASTM tipo 1 "andino"			42.5	kg
b. peso específico			3150	kg/m3
1.3 Agua				
a. peso específico			1000	kg/m3
2. VALORES DE DISEÑO				
a. asentamiento SLUMP-mezcla plástica			3-4	pulg
b. volumen unitario de agua			0.208	m3
c. contenido de cemento			0.105	m3
d. contenido de aire			0.015	m3
e. relación agua cemento a/c			0.628	
f. contenido de hormigón			0.507	m3
g. contenido de reciclado grueso			0.069	m3
h. contenido de reciclado fino			0.097	m3
3. DISEÑO DE MEZCLA EN ESTADO SECO				
cemento			331.21	kg
agua			208	kg
hormigón			1261.41	kg
reciclado grueso 3/4"			152.42	kg
reciclado grueso 1/2"			214.77	kg
4. CORRECCIÓN POR FACTOR DE HUMEDAD				
contenido de hormigón			1296.23	kg
contenido de reciclado grueso 3/4"			156.6	kg
contenido de reciclado grueso 1/2"			220.65	kg
aporte de agua			-5.21	kg
volumen unitario agua efectiva			213.21	kg
5. DISEÑO DE MEZCLA FINAL PARA 1M3				
Cemento			331.21	kg
Agua			213.21	kg
hormigón			1296.23	kg
reciclado grueso 3/4"			156.6	kg
reciclado grueso 1/2"			220.65	kg

NEIL F. ALVARADO ALIZAPAZA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 74428

Moises Morán Tello
DNI N° 48541135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

Figura 121

Diseño de mezcla del concreto con 85% hormigón (cantera Pachitea) y 15% reciclado



GEO INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN J&R S.A.C

LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

COMITÉ 211-ACI

Proyecto : "ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL USO DE CONCRETO RECICLADO EN REEMPLAZO DEL AGREGADO GLOBAL PARA EL CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2, EN CALLERÍA – UCAYALI"

Ubicación : Distrito Callería, Provincia Coronel Portillo , Departamento Ucayali

Solicita : Bach. Miguel Humberto Ruiz Ayala
Bach. Víctor Efus Coronel

Responsable : Ing. Neil Florencio Alvarado Alipazaga

Tipo de agregado : 85%Hormigón-15% reciclado

Fuente : Pachitea - concreto reciclado de veredas

Resistencia, kg/cm² :175

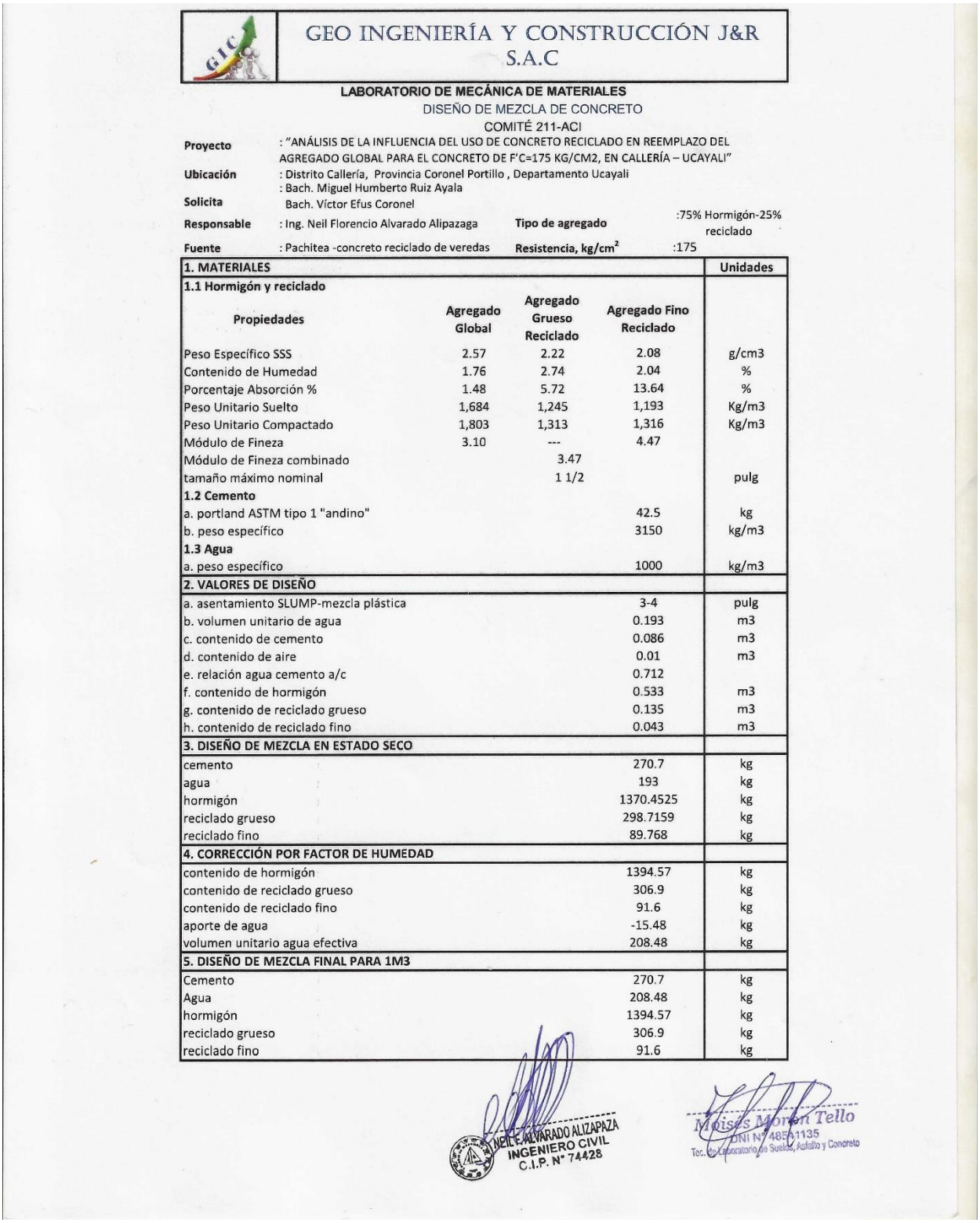
1. MATERIALES				**Unidades**
1.1 Hormigón y reciclado				
Propiedades	**Agregado Global**	**Agregado Grueso Reciclado**	**Agregado Fino Reciclado**	
Peso Específico SSS	2.57	2.22	2.08	g/cm3
Contenido de Humedad	1.76	2.74	2.04	%
Porcentaje Absorción %	1.48	5.72	13.64	%
Peso Unitario Suelto	1,684	1,245	1,193	Kg/m3
Peso Unitario Compactado	1,803	1,313	1,316	Kg/m3
Módulo de Fineza	3.10	---	4.47	
Módulo de Fineza combinado		3.33		
tamaño máximo nominal		1 1/2		pulg
1.2 Cemento				
a. portland ASTM tipo 1 "andino"			42.5	kg
b. peso específico			3150	kg/m3
1.3 Agua				
a. peso específico			1000	kg/m3
2. VALORES DE DISEÑO				
a. asentamiento SLUMP-mezcla plástica			3-4	pulg
b. volumen unitario de agua			0.199	m3
c. contenido de cemento			0.086	m3
d. contenido de aire			0.01	m3
e. relación agua cemento a/c			0.735	
f. contenido de hormigón			0.599	m3
g. contenido de reciclado grueso			0.08	m3
h. contenido de reciclado fino			0.026	m3
3. DISEÑO DE MEZCLA EN ESTADO SECO				
cemento			270.7	kg
agua			199	kg
hormigón			1540.073	kg
reciclado grueso			177.717	kg
reciclado fino			53.406	kg
4. CORRECCIÓN POR FACTOR DE HUMEDAD				
contenido de hormigón			1567.18	kg
contenido de reciclado grueso			182.59	kg
contenido de reciclado fino			54.5	kg
aporte de agua			-7.17	kg
volumen unitario agua efectiva			206.17	kg
5. DISEÑO DE MEZCLA FINAL PARA 1M3				
Cemento			270.7	kg
Agua			206.17	kg
hormigón			1567.18	kg
reciclado grueso			182.59	kg
reciclado fino			54.5	kg

NEIL F. ALVARADO ALIZAPAZA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 74428

Moisés Mbon Tello
DNI N° 4854 1135
Tec. en Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

Figura 122

Diseño de mezcla del concreto con 75% hormigón (cantera Pachitea) y 25% reciclado



GEO INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN J&R S.A.C

LABORATORIO DE MECÁNICA DE MATERIALES

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

COMITÉ 211-ACI

Proyecto : "ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL USO DE CONCRETO RECICLADO EN REEMPLAZO DEL AGREGADO GLOBAL PARA EL CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2, EN CALLERÍA – UCAYALI"

Ubicación : Distrito Callería, Provincia Coronel Portillo , Departamento Ucayali

Solicita : Bach. Miguel Humberto Ruiz Ayala
Bach. Víctor Efus Coronel

Responsable : Ing. Neil Florencio Alvarado Alipazaga **Tipo de agregado** :75% Hormigón-25% reciclado

Fuente : Pachitea -concreto reciclado de veredas **Resistencia, kg/cm²** :175

1. MATERIALES				Unidades
1.1 Hormigón y reciclado				
Propiedades	**Agregado Global**	**Agregado Grueso Reciclado**	**Agregado Fino Reciclado**	
Peso Específico SSS	2.57	2.22	2.08	g/cm3
Contenido de Humedad	1.76	2.74	2.04	%
Porcentaje Absorción %	1.48	5.72	13.64	%
Peso Unitario Suelto	1,684	1,245	1,193	Kg/m3
Peso Unitario Compactado	1,803	1,313	1,316	Kg/m3
Módulo de Fineza	3.10	---	4.47	
Módulo de Fineza combinado		3.47		
tamaño máximo nominal		1 1/2		pulg
1.2 Cemento				
a. portland ASTM tipo 1 "andino"			42.5	kg
b. peso específico			3150	kg/m3
1.3 Agua				
a. peso específico			1000	kg/m3
2. VALORES DE DISEÑO				
a. asentamiento SLUMP-mezcla plástica			3-4	pulg
b. volumen unitario de agua			0.193	m3
c. contenido de cemento			0.086	m3
d. contenido de aire			0.01	m3
e. relación agua cemento a/c			0.712	
f. contenido de hormigón			0.533	m3
g. contenido de reciclado grueso			0.135	m3
h. contenido de reciclado fino			0.043	m3
3. DISEÑO DE MEZCLA EN ESTADO SECO				
cemento			270.7	kg
agua			193	kg
hormigón			1370.4525	kg
reciclado grueso			298.7159	kg
reciclado fino			89.768	kg
4. CORRECCIÓN POR FACTOR DE HUMEDAD				
contenido de hormigón			1394.57	kg
contenido de reciclado grueso			306.9	kg
contenido de reciclado fino			91.6	kg
aporte de agua			-15.48	kg
volumen unitario agua efectiva			208.48	kg
5. DISEÑO DE MEZCLA FINAL PARA 1M3				
Cemento			270.7	kg
Agua			208.48	kg
hormigón			1394.57	kg
reciclado grueso			306.9	kg
reciclado fino			91.6	kg

NEIL F. ALVARADO ALIZAPAZA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 74428

Moisés Moreno Tello
DNI N° 48541135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

ANEXO 04: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LOS CONCRETOS ELABORADOS

Figura 123

Resistencia a la compresión del concreto patrón – cantera Nuevo Piura (hormigón corregido)

GEOINGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES -

- RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS -

NTP 339.034 / ASTM C 39

PROYECTO : "ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL USO DE CONCRETO RECICLADO EN REEMPLAZO DEL AGREGADO GLOBAL PARA EL CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2, EN CALLERÍA – UCAYALI"

UBICACIÓN : DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI

SOLICITA : Bach. MIGUEL HUMBERTO RUIZ AYALA

: Bach. VICTOR EFUS CORONEL

JEFE DE LABORATORIO : ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA

FECHA : ENERO DEL 2024

CONCRETO PATRÓN - CANTERA NUEVO PIURA (HORMIGÓN CORREGIDO)

MUESTRA	F'C DE DISEÑO (KG/CM2)	SLUMP	FECHA		EDAD	CARGA ULTIMA (KGF)	DIAMETRO	ÁREA	RESISTENCIA OBTENIDA		RESISTENCIA PROMEDIO (KG/CM2)	% FC EPECIFICADO	CONFORMIDAD % FC OBTENIDA
			TOMA DE MUESTRA	ROTURA					KG/CM2	%			
1	175	3"-4"	12/10/2023	19/10/2023	7 DÍAS	27802	15	176.71459	157.32714	89.90%	159.1804079	70%	Conforme
2	175	3"-4"	12/10/2023	19/10/2023	7 DÍAS	28457	15	176.71459	161.03368	92.02%		70%	Conforme
1	175	3"-4"	12/10/2023	26/10/2023	14 DÍAS	37711	15	176.71459	213.40061	121.94%	194.2765486	90%	Conforme
2	175	3"-4"	12/10/2023	26/10/2023	14 DÍAS	30952	15	176.71459	175.15249	100.09%		90%	Conforme
1	175	3"-4"	12/10/2023	02/11/2023	21 DÍAS	37392	15	176.71459	211.59544	120.91%	225.3549112	95%	Conforme
2	175	3"-4"	12/10/2023	02/11/2023	21 DÍAS	42255	15	176.71459	239.11439	136.64%		95%	Conforme
1	175	3"-4"	12/10/2023	09/11/2023	28 DÍAS	42920	15	176.71459	242.87752	138.79%	243.4603775	100%	Conforme
2	175	3"-4"	12/10/2023	09/11/2023	28 DÍAS	43126	15	176.71459	244.04324	139.45%		100%	Conforme

NEIL F. ALVARADO ALIZAPAZA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 74428

Moises Morón Tello
DNI N° 48541135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

Figura 124

Resistencia a la compresión del concreto con 75% hormigón corregido y 25% de reciclado

GEOINGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES -

- RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS -

NTP 339.034 / ASTM C 39

PROYECTO : "ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL USO DE CONCRETO RECICLADO EN REEMPLAZO DEL AGREGADO GLOBAL PARA EL CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2, EN CALLERÍA – UCAYALI"

UBICACIÓN : DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI

SOLICITA : Bach. MIGUEL HUMBERTO RUIZ AYALA

: Bach. VICTOR EFUS CORONEL

JEFE DE LABORATORIO : ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA

FECHA : ENERO DEL 2024

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON 75% HORMIGÓN CORREGIDO (NUEVO PIURA) Y 25% DE AGREGADO RECICLADO

MUESTRA	F'C DE DISEÑO (KG/CM2)	SLUMP	FECHA		EDAD	CARGA ULTIMA (KGF)	DIAMETRO	ÁREA	RESISTENCIA OBTENIDA		RESISTENCIA PROMEDIO (KG/CM2)	% FC EPECIFICADO	CONFORMIDAD % FC OBTENIDA
			TOMA DE MUESTRA	ROTURA					KG/CM2	%			
1	175	3"-4"	16/11/2023	23/11/2023	7 DÍAS	31444	15	176.71459	177.93664	101.68%	169.4879894	70%	Conforme
2	175	3"-4"	16/11/2023	23/11/2023	7 DÍAS	28458	15	176.71459	161.03934	92.02%		70%	Conforme
1	175	3"-4"	16/11/2023	30/11/2023	14 DÍAS	34795	15	176.71459	196.89942	112.51%	203.0901956	90%	Conforme
2	175	3"-4"	16/11/2023	30/11/2023	14 DÍAS	36983	15	176.71459	209.28097	119.59%		90%	Conforme
1	175	3"-4"	16/11/2023	07/12/2023	21 DÍAS	40422	15	176.71459	228.74173	130.71%	227.3524825	95%	Conforme
2	175	3"-4"	16/11/2023	07/12/2023	21 DÍAS	39931	15	176.71459	225.96324	129.12%		95%	Conforme
1	175	3"-4"	16/11/2023	14/12/2023	28 DÍAS	43270	15	176.71459	244.85811	139.92%	250.3245533	100%	Conforme
2	175	3"-4"	16/11/2023	14/12/2023	28 DÍAS	45202	15	176.71459	255.791	146.17%		100%	Conforme

NEIL F. ALVARADO ALIZAPAZA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 74428

Moisés Morón Tello
DNI N° 48541135
Téc. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

Figura 125

Resistencia a la compresión del concreto con 75.39 % hormigón y 24.61 % de reciclado grueso

GEOINGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES -

- RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS -

NTP 339.034 / ASTM C 39

PROYECTO : "ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL USO DE CONCRETO RECICLADO EN REEMPLAZO DEL AGREGADO GLOBAL PARA EL CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2, EN CALLERÍA – UCAYALI"

UBICACIÓN : DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI

SOLICITA : Bach. MIGUEL HUMBERTO RUIZ AYALA

: Bach. VICTOR EFUS CORONEL

JEFE DE LABORATORIO : ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA

FECHA : ENERO DEL 2024

RESISTENCIA A COMPRENSIÓN DEL CONCRETO CON 75.39% HORMIGÓN (NUEVO PIURA) Y 24.61% DE AGREGADO RECICLADO

MUESTRA	F'C DE DISEÑO (KG/CM2)	SLUMP	FECHA		EDAD	CARGA ULTIMA (KGF)	DIAMETRO	ÁREA	RESISTENCIA OBTENIDA		RESISTENCIA PROMEDIO (KG/CM2)	% FC EPECIFICADO	CONFORMIDAD % FC OBTENIDA
			TOMA DE MUESTRA	ROTURA					KG/CM2	%			
1	175	3"-4"	17/11/2023	24/11/2023	7 DÍAS	31279	15	176.71459	177.00293	101.14%	181.9317838	70%	Conforme
2	175	3"-4"	17/11/2023	24/11/2023	7 DÍAS	33021	15	176.71459	186.86064	106.78%		70%	Conforme
1	175	3"-4"	17/11/2023	01/12/2023	14 DÍAS	40258	15	176.71459	227.81368	130.18%	231.9361449	90%	Conforme
2	175	3"-4"	17/11/2023	01/12/2023	14 DÍAS	41715	15	176.71459	236.05861	134.89%		90%	Conforme
1	175	3"-4"	17/11/2023	08/12/2023	21 DÍAS	43092	15	176.71459	243.85084	139.34%	238.3957135	95%	Conforme
2	175	3"-4"	17/11/2023	08/12/2023	21 DÍAS	41164	15	176.71459	232.94059	133.11%		95%	Conforme
1	175	3"-4"	17/11/2023	15/12/2023	28 DÍAS	45054	15	176.71459	254.95349	145.69%	261.6224322	100%	Conforme
2	175	3"-4"	17/11/2023	15/12/2023	28 DÍAS	47411	15	176.71459	268.29138	153.31%		100%	Conforme

NEIL F. ALVARADO ALIZAPAZA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 74428

Moisés Morán Tello
DNI N° 46541135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

Figura 126

Resistencia a la compresión del concreto patrón – cantera Pachitea

GEOINGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES -

- RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS -

NTP 339.034 / ASTM C 39

PROYECTO : "ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL USO DE CONCRETO RECICLADO EN REEMPLAZO DEL AGREGADO GLOBAL PARA EL CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2, EN CALLERÍA – UCAYALI"

UBICACIÓN : DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI

SOLICITA : Bach. MIGUEL HUMBERTO RUIZ AYALA

: Bach. VICTOR EFUS CORONEL

JEFE DE LABORATORIO : ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA

FECHA : ENERO DEL 2024

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO PATRÓN - CANTERA PACHITEA

MUESTRA	F'C DE DISEÑO (KG/CM2)	SLUMP	FECHA		EDAD	CARGA ULTIMA (KGF)	DIAMETRO	ÁREA	RESISTENCIA OBTENIDA		RESISTENCIA PROMEDIO (KG/CM2)	% FC EPECIFICADO	CONFORMIDAD % FC OBTENIDA
			TOMA DE MUESTRA	ROTURA					KG/CM2	%			
1	175	3"-4"	13/10/2023	20/10/2023	7 DÍAS	20666.7	15	176.71459	116.9496	66.83%	110.2894241	70%	No Conforme
2	175	3"-4"	13/10/2023	20/10/2023	7 DÍAS	18312.8	15	176.71459	103.62925	59.22%		70%	No Conforme
1	175	3"-4"	13/10/2023	27/10/2023	14 DÍAS	29727	15	176.71459	168.22041	96.13%	166.1888842	90%	Conforme
2	175	3"-4"	13/10/2023	27/10/2023	14 DÍAS	29009	15	176.71459	164.15736	93.80%		90%	Conforme
1	175	3"-4"	13/10/2023	03/11/2023	21 DÍAS	30205	15	176.71459	170.92534	97.67%	191.3679036	95%	Conforme
2	175	3"-4"	13/10/2023	03/11/2023	21 DÍAS	37430	15	176.71459	211.81047	121.03%		95%	Conforme
1	175	3"-4"	13/10/2023	10/11/2023	28 DÍAS	38796	15	176.71459	219.54045	125.45%	203.7041801	100%	Conforme
2	175	3"-4"	13/10/2023	10/11/2023	28 DÍAS	33199	15	176.71459	187.86791	107.35%		100%	Conforme

NEIL F. ALVARADO ALIZAPAZA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 74428

Moises Moron Tello
DNI N° 43141135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

Figura 127

Resistencia a la compresión del concreto con 85% hormigón y 15% de reciclado

GEOINGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES -

- RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS -

NTP 339.034 / ASTM C 39

PROYECTO : "ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL USO DE CONCRETO RECICLADO EN REEMPLAZO DEL AGREGADO GLOBAL PARA EL CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2, EN CALLERÍA – UCAYALI"

UBICACIÓN : DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI

SOLICITA : Bach. MIGUEL HUMBERTO RUIZ AYALA

: Bach. VICTOR EFUS CORONEL

JEFE DE LABORATORIO : ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA

FECHA : ENERO DEL 2024

RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON 85% HORMIGÓN (PACHITEA) Y 15% DE AGREGADO RECICLADO

MUESTRA	F'C DE DISEÑO (KG/CM2)	SLUMP	FECHA		EDAD	CARGA ULTIMA (KGF)	DIAMETRO	ÁREA	RESISTENCIA OBTENIDA		RESISTENCIA PROMEDIO (KG/CM2)	% FC EPECIFICADO	CONFORMIDAD % FC OBTENIDA
			TOMA DE MUESTRA	ROTURA					KG/CM2	%			
1	175	3"-4"	15/11/2023	22/11/2023	7 DÍAS	20678	15	176.71459	117.01354	66.86%	129.1517606	70%	No Conforme
2	175	3"-4"	15/11/2023	22/11/2023	7 DÍAS	24968	15	176.71459	141.28998	80.74%		70%	Conforme
1	175	3"-4"	15/11/2023	29/11/2023	14 DÍAS	30110	15	176.71459	170.38775	97.36%	173.5142557	90%	Conforme
2	175	3"-4"	15/11/2023	29/11/2023	14 DÍAS	31215	15	176.71459	176.64077	100.94%		90%	Conforme
1	175	3"-4"	15/11/2023	06/12/2023	21 DÍAS	32613	15	176.71459	184.55183	105.46%	177.0651794	95%	Conforme
2	175	3"-4"	15/11/2023	06/12/2023	21 DÍAS	29967	15	176.71459	169.57853	96.90%		95%	Conforme
1	175	3"-4"	15/11/2023	13/12/2023	28 DÍAS	33337	15	176.71459	188.64883	107.80%	182.302438	100%	Conforme
2	175	3"-4"	15/11/2023	13/12/2023	28 DÍAS	31094	15	176.71459	175.95605	100.55%		100%	Conforme

NEIL F. ALVARADO ALIZAPAZA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 74428

Moises Moron Tello
DNI N° 48541135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

Figura 128

Resistencia a la compresión del concreto con 75% hormigón y 25% de reciclado

GEOINGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES -

- RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO EN MUESTRAS CILINDRICAS -

NTP 339.034 / ASTM C 39

PROYECTO : "ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL USO DE CONCRETO RECICLADO EN REEMPLAZO DEL AGREGADO GLOBAL PARA EL CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2, EN CALLERÍA – UCAYALI"

UBICACIÓN : DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI

SOLICITA : Bach. MIGUEL HUMBERTO RUIZ AYALA

: Bach. VICTOR EFUS CORONEL

JEFE DE LABORATORIO : ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA

FECHA : ENERO DEL 2024

RESISTENCIA A COMPRENSIÓN DEL CONCRETO CON 75% HORMIGÓN (PACHITEA) Y 25% DE AGREGADO RECICLADO

MUESTRA	F'C DE DISEÑO (KG/CM2)	SLUMP	FECHA		EDAD	CARGA ULTIMA (KGF)	DIAMETRO	ÁREA	RESISTENCIA OBTENIDA		RESISTENCIA PROMEDIO (KG/CM2)	% FC EPECIFICADO	CONFORMIDAD % FC OBTENIDA
			TOMA DE MUESTRA	ROTURA					KG/CM2	%			
1	175	3"-4"	14/11/2023	21/11/2023	7 DÍAS	21178	15	176.71459	119.84296	68.48%	145.9443755	70%	No Conforme
2	175	3"-4"	14/11/2023	21/11/2023	7 DÍAS	30403	15	176.71459	172.04579	98.31%		70%	Conforme
1	175	3"-4"	14/11/2023	28/11/2023	14 DÍAS	26152	15	176.71459	147.99005	84.57%	152.3728205	90%	No Conforme
2	175	3"-4"	14/11/2023	28/11/2023	14 DÍAS	27701	15	176.71459	156.75559	89.57%		90%	No Conforme
1	175	3"-4"	14/11/2023	05/12/2023	21 DÍAS	30132	15	176.71459	170.51224	97.44%	182.9249107	95%	Conforme
2	175	3"-4"	14/11/2023	05/12/2023	21 DÍAS	34519	15	176.71459	195.33758	111.62%		95%	Conforme
1	175	3"-4"	14/11/2023	12/12/2023	28 DÍAS	36328	15	176.71459	205.57443	117.47%	200.8945648	100%	Conforme
2	175	3"-4"	14/11/2023	12/12/2023	28 DÍAS	34674	15	176.71459	196.2147	112.12%		100%	Conforme

NEIL F. ALVARADO ALIZAPAZA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 74428

Moisés Manfoll Tello
DNI N° 48541735
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

Figura 129

Cálculo de la cantidad de materiales para la elaboración de 1 m3 de concreto

GEOINGENIERIA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES -

PROYECTO	: "ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL USO DE CONCRETO RECICLADO EN REEMPLAZO DEL AGREGADO GLOBAL PARA EL CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2, EN CALLERÍA – UCAYALI"
UBICACIÓN	: DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI
SOLICITA	: Bach. MIGUEL HUMBERTO RUIZ AYALA
	: Bach. VICTOR EFUS CORONEL
JEFE DE LABORATORIO	: ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA
FECHA	: ENERO DEL 2024

Cálculo de la cantidad de cada material para la elaboración de 1 m3 de concreto
CONCRETO PATRÓN (NUEVO PIURA)

Para ello se tuvo en cuenta el peso unitario húmedo en el cáculo cantidad de hormigón y agregado grueso adicional

Material	cantidad	peso unitario	cantidad	cantidad final	
cemento	315.29 kg	42.5 kg/bls	7.41859	7.41859	bls
hormigón	1410.79 kg	1925 kg/m3	0.73288	0.95123	m3
grueso adicional	347.05 kg	1589.41 kg/m3	0.21835		
Agua	190.22 kg	1000 kg/m3	0.19022	0.19022	m3

Cálculo de la cantidad de cada material para la elaboración de 1 m3 de concreto
CONCRETO CON 75% HORMIGÓN CORREGIDO (NUEVO PIURA) Y 25% RECICLADO

Para calcular la cantidad de los agregados : hormigón, agregado grueso natural adicional, agreagdo grueso y fino reciclado se tuvo en cuenta su peso unitario húmedo.

Material	cantidad	peso unitario	cantidad	cantidad final	
cemento	315.29 kg	42.5 kg/bls	7.41859	7.41859	bls
hormigón	1051.93 kg	1925 kg/m3	0.54646	0.70927	m3
grueso adicional	258.7725 kg	1589.41 kg/m3	0.16281		
grueso de 3/4"	122.3736 kg	1197 kg/m3	0.10223	0.10223	m3
grueso de 1/2"	172.4357 kg	1140 kg/m3	0.15126	0.15126	m3
fino reciclado	87.9928 kg	1321 kg/m3	0.06661	0.06661	m3

Cálculo de la cantidad de cada material para la elaboración de 1 m3 de concreto
CONCRETO CON 75.39 % HORMIGÓN (NUEVO PIURA) Y 24.61 % RECICLADO GRUESO

Para calcular la cantidad de los agregados : hormigón y reciclado grueso se tuvo en cuenta su peso unitario húmedo.

Material	cantidad (kg)	peso unitario	cantidad	
cemento	331.21 kg	42.5 kg/bls	7.79318	bls
hormigón	1296.2389 kg	1925 kg/m3	0.67337	m3
grueso de 3/4"	156.6033 kg	1197 kg/m3	0.13083	m3
grueso de 1/2"	220.6582 kg	1140 kg/m3	0.19356	m3
agua	213.21 kg	1000 kg/m3	0.21321	m3

NEIL F. ALVARADO ALIZAPAZA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 74428

Moisés Morón Tello
DNI N° 48541135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

Figura 130

Cálculo de la cantidad de materiales para la elaboración de 1 m3 de concreto



GEOINGENIERÍA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C

- LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES -

PROYECTO : "ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DEL USO DE CONCRETO RECICLADO EN REEMPLAZO DEL AGREGADO GLOBAL PARA EL CONCRETO DE F'C=175 KG/CM2, EN CALLERÍA – UCAYALI"

UBICACIÓN : DISTRITO: CALLERIA, PROVINCIA: CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENTO: UCAYALI

SOLICITA : Bach. MIGUEL HUMBERTO RUIZ AYALA

: Bach. VICTOR EFUS CORONEL

JEFE DE LABORATO : ING. NEIL F. ALVARADO ALIPAZAGA

FECHA : ENERO DEL 2024

Cálculo de la cantidad de cada material para la elaboración de 1 m3 de concreto
CONCRETO PATRÓN (PACHITEA)

Para el cáculo cantidad de hormigón se tuvo en cuenta su peso unitario húmedo.

Material	cantidad	peso unitario	cantidad final	
cemento	270.7 kg	42.5 kg/bls	6.36941	bls
hormigón	1919.58 kg	2050 kg/m3	0.93638	m3
Agua	164.72 kg	1000 kg/m3	0.16472	m3

Cálculo de la cantidad de cada material para la elaboración de 1 m3 de concreto
CONCRETO CON 85% HORMIGÓN (PACHITEA) Y 15% RECICLADO

Para calcular la cantidad de los agregados : hormigón, agreagdo grueso y fino reciclado se tuvo en cuenta su peso unitario húmedo.

Material	cantidad	peso unitario	cantidad final	
cemento	270.7 kg	42.5 kg/bls	6.3694	bls
hormigón	1567.18 kg	2050 kg/m3	0.76448	m3
grueso de 3/4"	75.79 kg	1197 kg/m3	0.06332	m3
grueso de 1/2"	106.8 kg	1140 kg/m3	0.09368	m3
fino reciclado	54.5 kg	1321 kg/m3	0.04125	m3
agua	206.17 kg	1000 kg/m3	0.20617	m3

Cálculo de la cantidad de cada material para la elaboración de 1 m3 de concreto
CONCRETO CON 75% HORMIGÓN (PACHITEA) Y 25% RECICLADO

Para calcular la cantidad de los agregados : hormigón, agreagdo grueso y fino reciclado se tuvo en cuenta su peso unitario húmedo.

Material	cantidad	peso unitario	cantidad final	
cemento	270.7 kg	42.5 kg/bls	6.3694	bls
hormigón	1394.57 kg	2050 kg/m3	0.68028	m3
grueso de 3/4"	127.39 kg	1197 kg/m3	0.10642	m3
grueso de 1/2"	179.5 kg	1140 kg/m3	0.15746	m3
fino reciclo	91.6 kg	1321 kg/m3	0.06934	m3
agua	208.48 kg	1000 kg/m3	0.20848	m3

Moises Morón Tello
DNI N° 48541135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

NEIL F. ALVARADO ALIZAPAZA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 74428

ANEXO 05: CERTIFICACIONES DE EQUIPO

PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
. RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE FABRICACION
EQUIPO DE ASENTAMIENTO SLUMP

MANUFACTURADO POR

PERUTEST S.A.C.

EQUIPOS DE LABORATORIO

Diámetro Superior	*100 mm ± 1.5 mm*
Diámetro Inferior	*200 mm ± 1.5 mm*
Altura	*300 mm ± 1.5 mm*
Serie	*0134*

El equipo de asentamiento Slump ha sido Fabricado examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con las especificaciones de las normas:

Norma de ensayo: ASTM C - 143
MTC E 705

ING. ALVARADO ALIZAPAZA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 74428

Lima, 11 de Junio del 2021

Aprobado:

PERUTEST S.A.C.
ALEJANDRO FLORES MINAYA
JEFE TÉCNICO Y METROLOGÍA

PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

Moises Moron Tello
DNI N° 48141135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

913 028 621 - 913 028 622
913 028 623 - 913 028 624
www.perutest.com.pe

Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
ventas@perutest.com.pe
PERUTEST SAC

METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.

METAUT

CERTIFICADO DE CALIBRACION
LM-BAL-127-23

CLIENTE : GEOINGENIERIA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C.

INFORMACION DEL INSTRUMENTO:

EQUIPO	BALANZA DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMATICO
FABRICANTE	DIGITAL PRECISION
MODELO	-----
SERIE	2120
TIPO	ELECTRÓNICA
CAPACIDAD MÁXIMA	500 g
DIVISION DE ESCALA (d)	0,1 g
DIVISION DE VERIF. (e)	0,1 g
CLASE	III
F. CALIBRACIÓN	1/06/2023
F. PROX. CALIBRACIÓN *	1/06/2024

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el sistema internacional de unidades (SI)

La dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metrológicas a solicitud de los interesados.

Para la realización del Proceso de calibración del equipo METAUT sigue el procedimiento PC-011 Procedimiento para la calibración de balanzas.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados

METODO DE CALIBRACION:
La calibración se realizó por comparación directa según PC-011 procedimiento para la Calibración de balanzas de funcionamiento automático Clase I y II SNM-INDECOPI – 4Ta Edición 2010.

TRAZABILIDAD:
03 Pesa de 10 kg, 01 Pesa de 5 kg, 01 Pesa de 2 kg, 01 Jgo. de Pesas de 1 mg. a 1 kg, certificados LM-C-101-2023, LM-C-102-2023, LM-C-103-2023, PE22-C-0847 Certificados trazables con INACAL-DM.

LUGAR DE LA CALIBRACIÓN:
El servicio de calibración se realizo en las instalaciones del cliente localizado en Pucallpa.

CONDICION AMBIENTAL DE CALIBRACIÓN:

ΔT LOCAL	(26,1 °C Hasta 26,4 °C)
COEF. DERIVA TEMP.	$1x10^{-5}$/°C

NEIL EDWARDO ALIZAPAZA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 74428

METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN
METAUT
DM
DIVISION DE METROLOGÍA

FCO-MET-LM
Rev: 03 Fecha: 01/22

Moises Morón Tello
DNI N° 46541135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

STALIN OLAZABAL TREJO
JEFE LABORATORIO MASA
IE CIP N°182685

METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.
METAUT

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
LM-BAL-127-23

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

INSPECCION VISUAL

AJUSTE DE CERO	Tiene	ESCALA	No Tiene	PLATAFORMA	No Tiene
OSCILACION LIBRE	Tiene	CURSOR	No Tiene	NIVELACION	Tiene
SISTEMA DE TRABA	No Tiene				

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	final
Temperatura	26.1	26.4

	Inicial	final
Humedad relativa %	60	60

Medición	Carga L1 =		250 g
Nro	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	250.0	0.050	0.000
2	250.0	0.050	0.000
3	250.0	0.060	-0.010
4	250.0	0.060	-0.010
5	250.0	0.060	-0.010
6	250.0	0.060	-0.010
7	250.0	0.060	-0.010
8	250.0	0.060	-0.010
9	250.0	0.060	-0.010
10	250.0	0.060	-0.010

Medición	Carga L2 =		500 g
Nro	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	499.5	0.050	-0.501
2	499.5	0.050	-0.501
3	499.5	0.050	-0.501
4	499.4	0.050	-0.601
5	499.5	0.050	-0.501
6	499.5	0.060	-0.511
7	499.5	0.060	-0.511
8	499.5	0.060	-0.511
9	499.5	0.050	-0.501
10	499.5	0.050	-0.501

Carga (g)	ΔE Diferencia Maxima (g)	e.m.p. (g)
250	0.010	0.20
500	0.100	0.30

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

	Inicial	final
Temperatura	26.1	26.4

	Inicial	final
Humedad relativa %	60	60

2		5
	1	
3		4

Posic. de Carga	Determinación del error Eo				Determinación de error corregido Ec					e.m.p (g)
	Carga Min.	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
1	1 g	1.0	0.006	0.044	200 g	200.0	0.006	0.044	0.000	0.2
2		1.0	0.005	0.045		200.0	0.005	0.045	0.000	0.2
3		1.0	0.006	0.044		200.0	0.005	0.045	0.001	0.2
4		1.0	0.005	0.045		200.0	0.006	0.044	-0.001	0.2
5		1.0	0.006	0.044		200.0	0.006	0.044	0.000	0.2

METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN
METAUT
DM
DIVISION DE METROLOGÍA

MET-LM
Rev. 1 - fecha: 01/22

Moises Marón Tello
DNI N° 48541135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

NEIL [illegible] HUAMALIZAPAZA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 74428

METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.

METAUT

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
LM-BAL-127-23

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	final
emperatura	26.1	26.4

	Inicial	final
Humedad relativa %	60	60

ENSAYO DE PESAJE

Carga	CRECIENTES			
L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	1.0	0.05	0.000	
2	2.0	0.05	0.000	0.000
5	5.0	0.04	0.010	0.010
10	10.0	0.05	0.000	0.000
20	20.0	0.05	0.000	0.000
50	50.0	0.05	0.000	0.000
100	100.0	0.05	0.000	0.000
200	200.0	0.05	0.000	0.000
250	250.0	0.05	0.000	0.000
300	300.0	0.05	0.000	0.000
500	499.5	0.04	-0.491	-0.491

DECRECIENTES				e.m.p
I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	(g)
2.0	0.06	-0.010	-0.010	0.10
5.0	0.05	0.000	0.000	0.10
10.0	0.06	-0.010	-0.010	0.10
20.0	0.05	0.000	0.000	0.10
50.0	0.05	0.000	0.000	0.10
100.0	0.06	-0.010	-0.010	0.20
200.0	0.06	-0.010	-0.010	0.20
250.0	0.06	-0.010	-0.010	0.20
300.0	0.05	0.000	0.000	0.30
499.5	0.05	-0.501	-0.501	0.30

Lectura Corregida del Resultado de una pesada : $R_{corregida} = R - (5{,}8x10^{-7})R$

Incertidumbre de una Medición U : $2 \times \sqrt{2{,}675 \times 10^{-3} + 6{,}637 \times 10^{-9}R^2}$

L : Carga Aplicada a la Balanza
I : Indicación del Instrumento
U : Incertidumbre Expandida de la Lectura Corregida
R : Lectura de la balanza posterior a la calibración expresada en (g)
ΔL : Valor de la Carga Adicional
E : Error Encontrado
Eo : Error en Cero
Ec : Error Corregido

La incertidumbre reportada es la Incertidumbre expandida que resulta de la multiplicación de la Incertidumbre Combinada por el factor de cobertura k=2, para una probabilidad de cobertura aproximada a un nivel de confianza del 95%

Notas y aclaraciones

Se ha asumido un valor de $1{,}0 \times 10^{-5}\ °C^{-1}$ como coeficiente de deriva de la balanza por variación de temperatura para la calibración.

se ha colocado una etiqueta de color celeste, con el codigo de certificado asignado al documento en señal de haber realizado la calibración.

Se colo fecha de proxima calibración a solicitud del cliente a efectos de llevar un control de calidad de la balanza

El intervalo de variación de temperatura donde se ubica la balanza fue considerado de acuerdo a la variación de termperatura registrada durante la calibración

FCC-MET-LM
Rev: 03 - fecha: 01/22

Moises Morón Tello
DNI N° 48541135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

METROLOGIA Y AUTOMATIZACIÓN METAUT DM DIVISION DE METROLOGÍA

ALVARADO ALIZAPAZA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 74428

METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.

METAUT

CERTIFICADO DE CALIBRACION
LM-BAL-125-23

CLIENTE : GEOINGENIERIA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C.

INFORMACION DEL INSTRUMENTO:

EQUIPO	BALANZA DE FUNCIONAMIENTO NO AUTOMATICO
FABRICANTE	OHAUS
MODELO	R21PE30ZH
SERIE	8356390346
TIPO	ELECTRÓNICA
CAPACIDAD MÁXIMA	30000 g
DIVISION DE ESCALA (d)	1 g
DIVISION DE VERIF. (e)	1 g
CLASE	II
F. CALIBRACIÓN	1/06/2023
F. PROX. CALIBRACIÓN *	1/06/2024

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el sistema internacional de unidades (SI)

La dirección de Metrología custodia, conserva y mantiene los patrones nacionales de las unidades de medida, calibra patrones secundarios, realiza mediciones y certificaciones metrológicas a solicitud de los interesados.

Para la realización del Proceso de calibración del equipo METAUT sigue el procedimiento PC-011 Procedimiento para la calibración de balanzas.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones el usuario está obligado a recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados

METODO DE CALIBRACION:
La calibración se realizó por comparación directa según PC-011 procedimiento para la Calibración de balanzas de funcionamiento automático Clase I y II SNM-INDECOPI – 4Ta Edición 2010.

TRAZABILIDAD:
03 Pesa de 10 kg, 01 Pesa de 5 kg, 01 Pesa de 2 kg, 01 Jgo. de Pesas de 1 mg. a 1 kg, Clase F_1 certificados LM-C-101-2023, LM-C-102-2023, LM-C-103-2023, PE22-C-0847 Certificados trazables con INACAL-DM.

LUGAR DE LA CALIBRACIÓN:
El servicio de calibración se realizo en las instalaciones del cliente localizado en Pucallpa.

CONDICION AMBIENTAL DE CALIBRACIÓN:

ΔT LOCAL	(26,1 °C Hasta 26,4 °C)
COEF. DERIVA TEMP.	$1x10^{-5}$/°C

ING. FERNANDO ALIAGA PAZA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 74420

Moisés Morón Tello
DNI N° 48541135
Tec. del Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

STALIN OLAZABAL TREJO
JEFE LABORATORIO MASA
IE CIP N°182685

FOR-MET-LM
Rev.03 - fecha: 01/22

METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN METAUT DM DIVISION DE METROLOGÍA

METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.
METAUT

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
LM-BAL-125-23

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

INSPECCION VISUAL

AJUSTE DE CERO	Tiene	ESCALA	No Tiene	PLATAFORMA	No Tiene
OSCILACION LIBRE	Tiene	CURSOR	No Tiene	NIVELACION	Tiene
SISTEMA DE TRABA	No Tiene				

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	final
Temperatura	26.1	26.4

	Inicial	final
Humedad relativa %	60	60

Medición Nro	Carga L_1 = I (g)	ΔL (g)	15000 g E (g)
1	15000	0.400	0.071
2	15000	0.400	0.071
3	15000	0.400	0.071
4	15000	0.400	0.071
5	15000	0.500	-0.029
6	15000	0.400	0.071
7	15000	0.400	0.071
8	15000	0.400	0.071
9	15000	0.500	-0.029
10	15000	0.500	-0.029

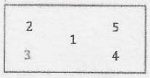
Medición Nro	Carga L_2 = I (g)	ΔL (g)	30000 g E (g)
1	30000	0.400	0.046
2	30000	0.400	0.046
3	30000	0.500	-0.054
4	30000	0.400	0.046
5	30000	0.400	0.046
6	30000	0.400	0.046
7	30000	0.400	0.046
8	30000	0.400	0.046
9	30000	0.500	-0.054
10	30000	0.500	-0.054

Carga (g)	ΔE Diferencia Maxima (g)	e.m.p. (g)
15000	0.10	2.0
30000	0.10	3.0

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

	Inicial	final
Temperatura	26.1	26.4

	Inicial	final
Humedad relativa %	60	60



Posic. de Carga	Determinación del error Eo: Carga Min.	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Determinación de error corregido Ec: Carga L	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	e.m.p (g)
1	5 g	5	0.500	0.000	10000 g	10000	0.500	-0.018	-0.018	2
2		5	0.400	0.100		10000	0.400	0.082	-0.018	2
3		5	0.500	0.000		10000	0.400	0.082	0.082	2
4		5	0.400	0.100		10000	0.400	0.082	-0.018	2
5		5	0.400	0.100		10000	0.500	-0.018	-0.118	2

METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN
METAUT
DM
DIVISION DE METROLOGIA

FCO-[illegible]-LM
Rev: 03 Fecha: 01/22

Moisés Morón Tello
DNI N° 48541135
Téc. de Laboratorio de Cal[illegible]

NELSON EDGARDO ALIAGA PAZ
INGENIERO CIVIL
C.I.P. Nº 74420

METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.

METAUT

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
LM-BAL-125-23

RESULTADOS DE LA CALIBRACIÓN

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	final
emperatura	26.1	26.4

	Inicial	final
Humedad relativa %	60	60

ENSAYO DE PESAJE

Carga	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p
L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	(g)
5	5	0.400	0.100						
10	10	0.400	0.100	0.000	10	0.500	0.000	-0.100	1.00
20	20	0.400	0.100	0.000	20	0.400	0.100	0.000	1.00
50	50	0.400	0.100	0.000	50	0.400	0.100	0.000	1.00
100	100	0.500	0.000	-0.100	100	0.400	0.100	0.000	1.00
200	200	0.400	0.100	0.000	200	0.500	0.000	-0.100	1.00
500	500	0.400	0.099	-0.001	500	0.400	0.099	-0.001	1.00
1000	1000	0.400	0.099	-0.001	1000	0.400	0.099	-0.001	1.00
5000	5000	0.400	0.089	-0.011	5000	0.500	-0.011	-0.111	1.00
10000	10000	0.400	0.082	-0.018	10000	0.400	0.082	-0.018	2.00
20000	20000	0.400	0.064	-0.036	20000	0.400	0.064	-0.036	3.00
30000	30000	0.400	0.046	-0.054	30000	0.400	0.046	-0.054	3.00

Lectura Corregida del Resultado de una pesada : $R_{corregida} = R - (-1{,}8x10^{-6})R$

Incertidumbre de una Medición U : $2 \times \sqrt{1{,}675 \times 10^{-1} + 1{,}33 \times 10^{-10} R^2}$

L : Carga Aplicada a la Balanza
I : Indicación del Instrumento
U : Incertidumbre Expandida de la Lectura Corregida
R : Lectura de la balanza posterior a la calibración expresada en (g)
ΔL : Valor de la Carga Adicional
E : Error Encontrado
Eo : Error en Cero
Ec : Error Corregido

La incertidumbre reportada es la Incertidumbre expandida que resulta de la multiplicación de la Incertidumbre Combinada por el factor de cobertura k=2, para una probabilidad de cobertura aproximada a un nivel de confianza del 95%

Notas y aclaraciones

Se ha asumido un valor de $1{,}0 \times 10^{-5}\ °C^{-1}$ como coeficiente de deriva de la balanza por variación de temperatura para la calibración.

se ha colocado una etiqueta de color celeste, con el codigo de certificado asignado al documento en señal de haber realizado la calibración.

Se colo fecha de proxima calibración a solicitud del cliente a efectos de llevar un control de calidad de la balanza

El intervalo de variación de temperatura donde se ubica la balanza fue considerado de acuerdo a la variación de termperatura registrada durante la calibración

FCC-MET-LM
Rev: 03 - fecha: 01/22

Moisés Morón Tello
DNI N° 48541135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN METAUT DM DIVISION DE METROLOGÍA

ING. E. ALVARADO ALIZAPAZA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 74428

ING. E. ALVARADO ALIZAPAZA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 74428

PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE FABRICACION
CONO DE ABSORCIÓN DE ARENAS CON PISÓN

MANUFACTURADO POR

PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS DE LABORATORIO

Cono	*Material: Acero Inoxidable* *Diámetro Superior: 40mm ± 3,00 mm* *Diámetro Inferior: 90 mm ± 3,00 mm* *Altura: 75mm ± 3,00 mm*
Pisón	*Diámetro: 25,4 mm ± 3,00 mm* *Largo: 168 mm* *Peso :340 g ± 15 g*
Serie	*0135*

El Cono de absorción de arena con pisón ha sido fabricado, examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con las especificaciones de las normas:

Norma de ensayo: ASTM C – 128
NTP 400.022

ING. F. ALVARADO ALIZAPAZA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 74428

Lima, 07 de septiembre del 2023

Aprobado:

Moises Morón Tello
DNI N° 48541135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

PERUTEST S.A.C.
ALEJANDRO FLORES MINAYA
DEP. TÉCNICO Y METROLOGÍA

PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C

913 028 621 / 913 028 622
913 028 623 / 913 028 624
www.perutest.com.pe
Av. Chillon Lote 50B - Comas - Lima - Lima
ventas@perutest.com.pe
PERUTEST SAC

PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C.
VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE FABRICACION
MOLDE CILINDRICO PARA CONCRETO

MANUFACTURADO POR

PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS DE LABORATORIO

Diámetro	*150 ± 2.00 mm*
Altura	*300 ± 6.00 mm*
Espesor	*4.00 mm*
Serie	*0515*

El molde cilíndrico para concreto ha sido Fabricado examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con las especificaciones de las normas:

Norma de ensayo: ASTM C – 39 / ASTM C-470
MTC E - 702

Lima, 11 de junio del 2021

NEIL F. ALVARADO ALIZAPAZA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 74428

Aprobado:

PERUTEST S.A.C.
ALEJANDRO FLORES MINAYA
DEP. TÉCNICO Y METROLOGÍA

Moisés Morón Tello
DNI N° 48541135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

913 028 621 - 913 028 622
913 028 623 - 913 028 624
www.perutest.com.pe
Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
ventas@perutest.com.pe
PERUTEST SAC

PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C.

VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
. RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE FABRICACION
MOLDE CILINDRICO PARA CONCRETO

MANUFACTURADO POR

PERUTEST S.A.C.

EQUIPOS DE LABORATORIO

Diámetro	*150 ± 2.00 mm*
Altura	*300 ± 6.00 mm*
Espesor	*4.00 mm*
Serie	*0514*

El molde cilíndrico para concreto ha sido Fabricado examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con las especificaciones de las normas:

Norma de ensayo: ASTM C – 39 / ASTM C-470
MTC E - 702

Lima, 11 de junio del 2021

Moises Morón Tello
DNI N° 48541135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

NEIL C. ALVARADO ALIZAPAZA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 74428

Aprobado:

PERUTEST S.A.C.
ALEJANDRO FLORES MINAYA
DEP. TECNICO Y METROLOGIA

PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

913 028 621 - 913 028 622
913 028 623 - 913 028 624
www.perutest.com.pe
Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
ventas@perutest.com.pe
PERUTEST SAC

PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

PERUTEST S.A.C.
VENTA Y FABRICACIÓN DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS DE LABORATORIO
SUELOS - MATERIALES - CONCRETOS - ASFALTOS - ROCAS - FÍSICA - QUÍMICA
RUC N° 20602182721

CERTIFICADO DE FABRICACION
MOLDE CILINDRICO PARA CONCRETO

MANUFACTURADO POR

PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS DE LABORATORIO

Diámetro	*150 ± 2.00 mm*
Altura	*300 ± 6.00 mm*
Espesor	*4.00 mm*
Serie	*0513*

El molde cilíndrico para concreto ha sido Fabricado examinado y ensayado en nuestros talleres de acuerdo con las especificaciones de las normas:

Norma de ensayo: ASTM C – 39 / ASTM C-470
MTC E - 702

Lima, 11 de junio del 2021

Moisés Morón Tello
DNI N° 48641135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

ING. F. ALVARADO ALIZAPAZA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 74428

Aprobado:

PERUTEST S.A.C.
ALEJANDRO FLORES MINAYA
DEP. TECNICO Y METROLOGIA

PERUTEST S.A.C.
EQUIPOS E INSTRUMENTOS

913 028 621 - 913 028 622
913 028 623 - 913 028 624
www.perutest.com.pe
Av. Chillon Lote 50 B - Comas - Lima - Lima
ventas@perutest.com.pe
PERUTEST SAC

METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.

METAUT

CERTIFICADO DE CALIBRACION
LF-PC-012-23

CLIENTE : GEOINGENIERIA Y CONSTRUCCIONES J&R S.A.C.

INFORMACION DEL INSTRUMENTO:

EQUIPO	PRENSA DE CONCRETO
FABRICANTE	PERUTEST
MODELO	PC-120
N° SERIE	1092
CAPACIDAD	1100 KN
INDICADOR	-----
N° SERIE	-----
TRANSD. PRESION	ZEMIC
RANGO	700 Bar
N° SERIE	1340
SISTEMA DE ACC.	BOMBA ELECTRICA
CONSTRUCTOR	-----
MODELO	-----
N° SERIE	-----
UBICACIÓN	Laboratorio In Situ Pucallpa
DIA DE LA MEDICION	1/06/2023
FECHA PROX CAL	1/06/2024

Los resultados de la medición reportados en este certificado fueron obtenidos siguiendo los procedimientos de calibración dados en el siguiente párrafo, donde los estandares de referencia son indicados en la siguiente pagina el cual garantiza la trazabilidad del instrumento Patrón y los certificados de calibración acreditado validan lo expuesto

El procedimiento toma como referencia a la norma ASTM E4-07 y la Norma NTP ISO/IEC 17025, Se aplicaron dos series de carga al Sistema Digital mediante la misma prensa. En cada serie se registraron las lecturas de las cargas.

Moisés Martín Tello
DNI N° 48541135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

NELL F. ALVARADO ALIZAPAZA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 74428

METROLOGIA Y AUTOMATIZACIÓN METAUT DM DIVISION DE METROLOGÍA

STALIN OLAZABAL TREJO
JEFE LABORATORIO FUERZA
IE CIP N°182685

METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.

METAUT

CERTIFICADO DE CALIBRACION
LF-PC-012-23

La Trazabilidad mediante la Medicón de referencia ISO 376:2011 Validado por el certificado de calibración N° OT N° 222-5367/Parcial 2 - INTI - Argentina

CONDICION AMBIENTAL DE CALIBRACION:

Temperatura de Ambiente	(26.1 +/- 1) °C
Humedad Relativa	(60 +/- 5) ° %Hr

INFORMACION DEL INSTRUMENTO:

EQUIPO	PRENSA DE CONCRETO
FABRICANTE	PERUTEST
MODELO	PC-120
N° SERIE	1092
CAPACIDAD	1100 KN
INDICADOR	-----
N° SERIE	-----

INFORMACION DEL INSTRUMENTO PATRON:

EQUIPO	DINAMOMETRO (Load cell)
FABRICANTE	AEP Transducers
MODELO	C8S
N° SERIE	723547
CAPACIDAD	1000 KN
PROC. CAL.	Compresión
INDICADOR:	AEP TRANSDUCER (Indicador Digital)
MODELO	MP10 Plus
N° SERIE	6593

METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN METAUT DM DIVISION DE METROLOGÍA

Moises Morón Tello
DNI N° 48541135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

NEIL F. ALVARADO ALIZAPAZA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 74428

CERTIFICADO DE CALIBRACION

LF-PC-012-23

Marca PERUTEST, Indicador Digital ---, Transductor ZEMIC de 700 bar

SISTEMA DIGITAL "A" Kgf	SERIES DE CALIBRACION (Kgf)				PROMEDIO "B" Kgf	ERROR Ep %	RPTBLD Rp %
	SERIE (1) Kgf	SERIE (2) Kgf	ERROR (1) %	ERROR (2) %			
10,000	9,950	9,960	0.50	0.40	9,955	0.45	0.07
20,000	19,900	19,910	0.50	0.45	19,905	0.48	0.04
30,000	29,850	29,845	0.50	0.52	29,848	0.51	0.01
40,000	39,800	39,815	0.50	0.46	39,808	0.48	0.03
50,000	49,750	49,755	0.50	0.49	49,753	0.50	0.01
60,000	59,700	59,710	0.50	0.48	59,705	0.49	0.01
70,000	69,650	69,660	0.50	0.49	69,655	0.49	0.01
80,000	79,500	79,515	0.63	0.61	79,508	0.62	0.01

NOTAS SOBRE LA CALIBRACION

1 - La Calibración se hizo según el Método C de la norma ASTM E4-07

2 - Ep y Rp son el Error Porcentual y la Repetibilidad definidos en la citada Norma:

Ep = ((A-B) / A)* 100 Rp = Desviacion Estandar

3 - La norma exige que Ep y Rp no excedan el +/- 1.0 %

Coeficiente Correlación: $R^2 = 1$

Ecuación de ajuste: $Y = 2 * 10^{-09} X^2 + 0.9948 X + 6.0714$

Donde:

X : Lectura de la pantalla

Y : fuerza promedio (Kgf)

METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN METAUT DM DIVISION DE METROLOGÍA

ING. F. ALVARADO ALIZAPAZA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 74428

Moises Morón Tello
DNI N° 48541135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

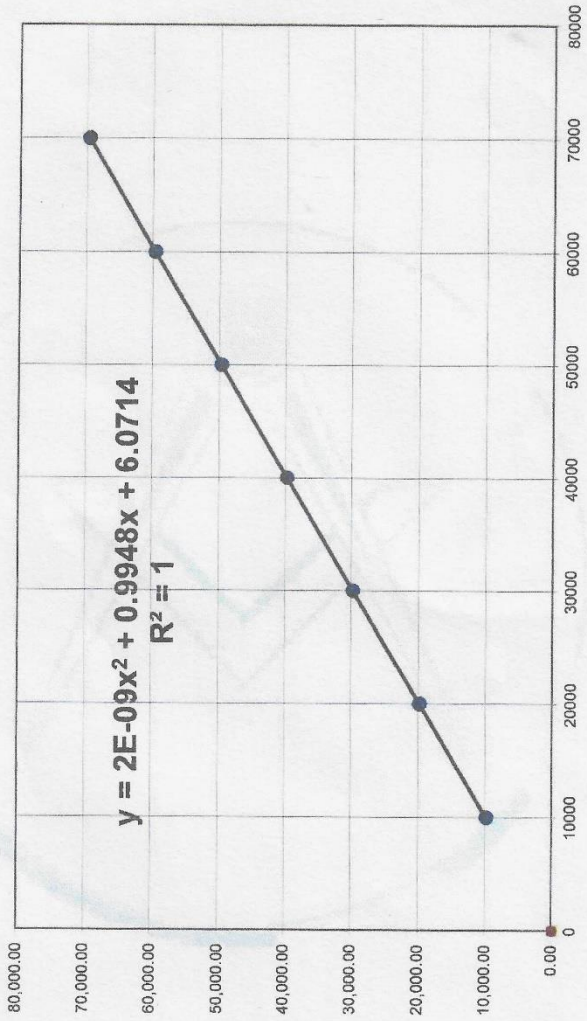
JR. ANDRES RAZURI N°242 - PACASMAYO - PACASMAYO - LA LIBERTAD
CELULAR 999934038 – 970830283 | E-MAIL servicios@metaut.com - ventas@metaut.com
WWW.METAUT.COM

METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.
METAUT

METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN S.R.L.

METAUT

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
LF-PC-012-23
Marca PERUTEST, Indicador ---,
Transductor ZEMIC de 700 bar



Moises Moyan Tello
CIP N° 189411135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

ING. F. ALVARADO ALIZAGA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 74428

METROLOGÍA Y AUTOMATIZACIÓN METAUT DM DIVISION DE METROLOGÍA

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E11 - 20

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	9,38	mm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	9,48	mm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	2,25	mm
MALLA No. MESH No.	3/8"	
SERIE No. SERIAL No.	79843	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 10,55	µm

FECHA / DATE: 2020 / 11 / 09

FIRMA / SIGN

Ing. F. ALVARADO ALIZA PAZ
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 74428

Moisés Morón Tello
DNI N° 48541135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Planta
km 2 vía Puente Piedra
Parque Industrial **San Isidro**
Bodega C1
(Madrid, Cundinamarca).
TEL: (571) 7454555
www.pinzuar.com.co

PINZUAR
WWW.PINZUAR.COM.CO

AC-P-11-F-02 Rev 2

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E11 - 20

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	37,57	mm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	38,52	mm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	4,50	mm
MALLA No. MESH No.	1 ½"	
SERIE No. SERIAL No.	81381	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 10,56	µm

FECHA / DATE: 2021 / 02 / 09

FIRMA / SIGN

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Planta
km 2 vía Puente Piedra
Parque Industrial **San Isidro**
Bodega C1
(Madrid, Cundinamarca).
TEL: (571) 7454555
www.pinzuar.com.co

PINZUAR
WWW.PINZUAR.COM.CO

AC-P-11-F-02 Rev 2

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E11 - 17

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	75,18	mm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	75,24	mm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	6,34	mm
MALLA No. MESH No.	3"	
SERIE No. SERIAL No.	76335	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 10,57	µm

FECHA / DATE: 2020 / 04 / 29

FIRMA / SIGN

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Planta
km 2 vía Puente Piedra
Parque Industrial **San Isidro**
Bodega C1
(Madrid, Cundinamarca).
TEL: (571) 7454555
www.pinzuar.com.co

PINZUAR
WWW.PINZUAR.COM.CO

AC-P-11-F-02 Rev 1

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E11 - 17

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	12,46	mm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	12,57	mm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	2,62	mm
MALLA No. MESH No.	½"	
SERIE No. SERIAL No.	77772	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 10,55	µm

FECHA / DATE: 2020-07-08

FIRMA / SIGN

Moisés Morán Tello
Civil N° 4821-A135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Planta
km 2 vía Puente Piedra
Parque Industrial **San Isidro**
Bodega C1
(Madrid, Cundinamarca).
TEL: (571) 7454555
www.pinzuar.com.co

PINZUAR
WWW.PINZUAR.COM.CO

AC-P-11-F-02 Rev 1

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E11 - 20

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	19,06	mm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	19,29	mm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	3,00	mm
MALLA No. MESH No.	¾"	
SERIE No. SERIAL No.	83300	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 10,55	µm

FECHA / DATE: 2021 / 05 / 25

FIRMA / SIGN

REV. F. ALVARADO ALIZAPAZA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 74428

Moisés Moñó Tello
DNI N° 48541135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Planta
km 2 vía Puente Piedra
Parque Industrial **San Isidro**
Bodega C1
(Madrid, Cundinamarca).
TEL: (571) 7454555
www.pinzuar.com.co

PINZUAR
WWW.PINZUAR.COM.CO

AC-P-11-F-02 Rev 2

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E11 - 20

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	24,96	mm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	25,46	mm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	3,45	mm
MALLA No. MESH No.	1"	
SERIE No. SERIAL No.	80132	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 10,55	µm

FECHA / DATE: 2020 / 11 / 19

FIRMA / SIGN

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Planta
km 2 vía Puente Piedra
Parque Industrial **San Isidro**
Bodega C1
(Madrid, Cundinamarca).
TEL: (571) 7454555
www.pinzuar.com.co

PINZUAR
WWW.PINZUAR.COM.CO

AC-P-11-F-02 Rev 2

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E11-17

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	605,85	µm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	621,19	µm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	399,76	µm
MALLA No. MESH No.	30	
SERIE No. SERIAL No.	73505	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 3,58	µm

FECHA / DATE 2019-11-28

FIRMA / SIGN

Moises Moran Tello
RNI N° 48241135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

PINZUAR
TEL: (571) 7454555
Calle 18 # 103 B 72
www.pinzuar.com.co
BOGOTÁ - COLOMBIA

ASTM E 11 - 2017
BUREAU VERITAS
Certification
No. C018.03420

"Bureau Veritas Certification se encuentra acreditado por ONAC"

AC-P-11-F-02 Rev 0

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E11 - 20

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	78,00	µm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	79,78	µm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	52,46	µm
MALLA No. MESH No.	200	
SERIE No. SERIAL No.	81683	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 1,69	µm

FECHA / DATE 2021 / 03 / 01

FIRMA / SIGN

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Planta
km 2 vía Puente Piedra
Parque Industrial **San Isidro**
Bodega C1
(Madrid, Cundinamarca).
TEL: (571) 7454555
www.pinzuar.com.co

PINZUAR
WWW.PINZUAR.COM.CO

AC-P-11-F-02 Rev 2

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E11 - 20

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	1957,61	µm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	2086,32	µm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	838,77	µm
MALLA No. MESH No.	19	
SERIE No. SERIAL No.	80814	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 25,24	µm

FECHA / DATE 2021 / 01 / 12 FIRMA / SIGN

MOISES ALVARADO ALIZAPAZ
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 74428

Moisés Alvarado Tello
DNI N° 46541135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Planta
km 2 vía Puente Piedra
Parque Industrial **San Isidro**
Bodega C1
(Madrid, Cundinamarca).
TEL: (571) 7454555
www.pinzuar.com.co

PINZUAR
WWW.PINZUAR.COM.CO

AC-P-1]-F-02 Rev 2

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E11 - 20

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	73,77	µm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	77,73	µm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	49,88	µm
MALLA No. MESH No.	200	
SERIE No. SERIAL No.	61852	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 1,70	µm

FECHA / DATE 2021 / 03 / 18 FIRMA / SIGN

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Planta
km 2 vía Puente Piedra
Parque Industrial **San Isidro**
Bodega C1
(Madrid, Cundinamarca).
TEL: (571) 7454555
www.pinzuar.com.co

PINZUAR
WWW.PINZUAR.COM.CO

AC-P-1]-F-02 Rev 2

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E11 - 20

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	4,82	mm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	4,91	mm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	1,52	mm
MALLA No. MESH No.	4	
SERIE No. SERIAL No.	81687	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 10,55	µm

FECHA / DATE 2021 / 03 / 02

FIRMA / SIGN

ING. F. ALFREDO ALIZAPAZA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 74428

Moisés Marón Tello
DNI N° 46541035
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Planta
km 2 vía Puente Piedra
Parque Industrial **San Isidro**
Bodega C1
(Madrid, Cundinamarca).
TEL: (571) 7454555
www.pinzuar.com.co

PINZUAR
WWW.PINZUAR.COM.CO

AC-P-11-F-02 Rev 2

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E11 - 20

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	50,11	mm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	50,27	mm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	4,95	mm
MALLA No. MESH No.	2"	
SERIE No. SERIAL No.	79534	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 10,56	µm

FECHA / DATE 2020 / 10 / 21

FIRMA / SIGN

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Planta
km 2 vía Puente Piedra
Parque Industrial **San Isidro**
Bodega C1
(Madrid, Cundinamarca).
TEL: (571) 7454555
www.pinzuar.com.co

PINZUAR
WWW.PINZUAR.COM.CO

AC-P-11-F-02 Rev 2

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E11 - 17

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	2377,71	µm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	2417,54	µm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	999,35	µm
MALLA No. MESH No.	8	
SERIE No. SERIAL No.	77016	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 27,19	µm

FECHA / DATE: 2020 / 06 / 02

FIRMA / SIGN

MSN. EDWARDO ALIZAPAZ I
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 74428

Moises Mora Tello
DNI N° 40541435
Jefe de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Planta
km 2 vía Puente Piedra
Parque Industrial **San Isidro**
Bodega C1
(Madrid, Cundinamarca).
TEL: (571) 7454555
www.pinzuar.com.co

PINZUAR
WWW.PINZUAR.COM.CO

AC-P-11-F-02 Rev 1

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM
ASTM E11 - 17

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	294,23	µm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	310,45	µm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	210,73	µm
MALLA No. MESH No.	50	
SERIE No. SERIAL No.	76183	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 4,23	µm

FECHA / DATE: 2020 / 04 / 24

FIRMA / SIGN

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Planta
km 2 vía Puente Piedra
Parque Industrial **San Isidro**
Bodega C1
(Madrid, Cundinamarca).
TEL: (571) 7454555
www.pinzuar.com.co

PINZUAR
WWW.PINZUAR.COM.CO

AC-P-11-F-02 Rev 1

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E11 - 20

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	431,79	µm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	433,96	µm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	280,57	µm
MALLA No. MESH No.	40	
SERIE No. SERIAL No.	80611	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 4,78	µm

FECHA / DATE 2020 / 12 / 21

FIRMA / SIGN

NEIL ALVARO ALIZAPAZ
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 74428

Moises Mayon Tello
DNI N° 46711135
Tec. Lab. Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Planta
km 2 vía Puente Piedra
Parque Industrial **San Isidro**
Bodega C1
(Madrid, Cundinamarca).
TEL: (571) 7454555
www.pinzuar.com.co

PINZUAR
WWW.PINZUAR.COM.CO

AC-P-11-F-02 Rev 2

TAMIZ CERTIFICADO PARA ENSAYO
TEST SIEVE CERTIFICATED

GRAN TEST

Manufactured by **PINZUAR**

CONFORME CON LA NORMA
IN ACCORDANCE WITH NORM

ASTM E11 - 17

ABERTURA PROMEDIO AVERAGE APERTURE	1181,35	µm
ABERTURA MÁXIMA MAXIMUM APERTURE	1242,12	µm
DIÁMETRO PROMEDIO AVERAGE DIAMETER	601,34	µm
MALLA No. MESH No.	16	
SERIE No. SERIAL No.	78650	
INCERTIDUMBRE DE MEDICIÓN UNCERTAINTY OF MEASUREMENT	± 14,77	µm

FECHA / DATE 2020-09-10

FIRMA / SIGN

ALTA TECNOLOGÍA CON CALIDAD HUMANA AL SERVICIO DEL MUNDO

Planta
km 2 vía Puente Piedra
Parque Industrial **San Isidro**
Bodega C1
(Madrid, Cundinamarca).
TEL: (571) 7454555
www.pinzuar.com.co

PINZUAR
WWW.PINZUAR.COM.CO

AC-P-11-F-02 Rev 1

Instituto Nacional de Tecnología Industrial
INTI

Ministerio de Economía Argentina — Secretaría de Industria y Desarrollo Productivo

Certificado de Calibración / Medición

OT Nº 222-5367 Parcial 2 de 2
Página 1 de 8

Elemento	Objeto: Transductor de fuerza Fabricante/marca: AEP TRANSDUCERS Modelo/número de serie: C8S/723547
Determinaciones requeridas	Calibración en Compresión hasta 1000 kN según norma ISO 376:2011
Fecha de calibración / medición	12/4/2023
Solicitante	METROLOGIA Y AUTOMATIZACION S.R.L Jr. Andres Razuri 242 Pacasmayo - La Libertad República del Perú
Lugar de realización	INTI - Metrología Física Av. Gral. Paz 5445 - CP 1650 - Edificio 3, San Martín Buenos Aires – Rep. Argentina Teléfono: (54 11) 4724-6200/300/400 Interno 7257

Buenos Aires, 13 de Abril de 2023

Tec. Edgardo Fulco
Departamento Mecánica y Acústica
METROLOGÍA FÍSICA

Moisés Morón Tello
DNI Nº 48541135
Jefe de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

ING. F. ALVARADO ALIZAPAZA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. Nº 74428

COPIA INFORMATIVA MITAT

CLÁUSULAS APLICABLES A ESTE CERTIFICADO:

1. Los solicitantes podrán difundir los contenidos de este certificado en la medida que su reproducción sea completa y exacta, citando al INTI como ejecutor de la tarea. El INTI no será responsable por el uso incompleto o inexacto de la información incluida en este documento.

2. Los resultados incluidos en este certificado se refieren exclusivamente a los obtenidos respecto del/de los equipo/s, instrumento/s o elemento/s calibrado/s o medidos por el INTI.

3. El INTI no asume responsabilidad alguna respecto del uso extensivo de los resultados informados en este certificado a otros equipos, instrumentos o elementos diferentes a los recibidos en sus laboratorios (excepto que los mismos hayan sido seleccionados por el propio INTI) o a servicios metrológicos que difieran de los expresamente acordados con el solicitante.

4. El INTI mantiene confidencialidad respecto de la información generada durante el desarrollo de las calibraciones o mediciones realizadas, reservándose el derecho de utilizar los resultados obtenidos a partir de las mismas solo con fines estardísticos, para su uso interno o para la divulgación genérica de sus actividades, adoptando en dichos casos las medidas de resguardo necesarias para preservar la propiedad de esa información y evitar la identificación de su origen.

5. Cuando la información a la que se refiere el punto anterior le sea requerida legalmente por una autoridad competente y/o por una autoridad judicial, el INTI informará de tal situación al propietario de la misma antes de ponerla a disposición del requirente.

6. En caso de violación de la cualquiera de las presentes cláusulas, el INTI adoptará las medidas legales correspondientes e iniciará las acciones administrativas y/o judiciales que se encuentren a su alcance.

COPIA INFORMATIVA
METAUT

Moisés Morón Tello
DNI N° 48541135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

ING. F. ALVARADO ALIZAPAZA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 74428

Metodología empleada

Por comparación según requerimientos de la norma ISO 376, y procedimiento de calibración PEMA04F

Condiciones de medición

Datos del transductor de fuerza

Señal de cero:	- mV/V
Longitud del cable:	4,97 m
Cantidad de conductores:	4

Datos del indicador

Marca	AEP TRANSDUCER
Modelo / Nº de serie	MP 10 PLUS / 6593
Tipo	Digital
Unidad de indicación	mV/V
Canal de medición	CH 2
Filtro de señal	-
Resolución	0,00001
Señal de calibración	- mV/V

Accesorios utilizados en la calibración Cabezal para compresión según ISO 376

Condiciones ambientales Temperatura: 22,3°C ± 1,0°C

COPIA INFORMATIVA METAUT

Moisés Morón Tello
DNI N° 48541135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

ING. F. ALVARADO ALIZAPAZA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 74428

Resultados

Valores medidos

F	Indicación					
	Carrera 1 0°	Carrera 2 0°	Carrera 3 120°	Carrera 4' 120°	Carrera 5 240°	Carrera 6' 240°
kN	mV/V	mV/V	mV/V	mV/V	mV/V	mV/V
0,0	0,00000	0,00000	0,00000	-	0,00000	-
100,0	0,19881	0,19876	0,19870	0,19825	0,19885	0,19828
200,0	0,39821	0,39824	0,39753	0,39692	0,39785	0,39733
300,0	0,59738	0,59739	0,59787	0,59588	0,59678	0,59647
400,0	0,79633	0,79674	0,79535	0,79487	0,79580	0,79558
500,0	0,99546	0,99539	0,99378	0,99386	0,99396	0,99470
600,0	1,19497	1,19515	1,19272	1,19273	1,19338	1,19375
700,0	1,39456	1,39451	1,39200	1,39149	1,39235	1,39264
800,0	1,59427	1,59430	1,59136	1,59011	1,59161	1,59133
900,0	1,79424	1,79422	1,79247	1,78832	1,79100	1,78968
1000,0	1,99381	1,99383	1,98983	-	1,99001	-
0,0	0,00001	0,00002	-	0,00000	-	-0,00002

Valores calculados

F	Valores medios		Errores			
	sin rotación Xwr	con rotación Xr	repetibilidad b'	reproducibilidad b	reversibilidad v	interpolación fc
kN	mV/V	mV/V	%	%	%	%
0,0	0,00000	0,00000	-	-	-	-
100,0	0,19879	0,19879	0,026	0,076	-0,257	-0,087
200,0	0,39823	0,39786	0,008	0,171	-0,143	-0,009
300,0	0,59739	0,59734	0,002	0,183	-0,193	0,087
400,0	0,79654	0,79583	0,052	0,124	-0,044	0,007
500,0	0,99543	0,99440	0,008	0,169	0,042	-0,039
600,0	1,19506	1,19369	0,016	0,189	0,016	-0,016
700,0	1,39454	1,39297	0,004	0,184	-0,008	-0,008
800,0	1,59429	1,59241	0,002	0,183	-0,049	0,001
900,0	1,79423	1,79257	0,002	0,181	-0,153	0,038
1000,0	1,99382	1,99122	0,002	0,200	-	-0,020

Valores obtenidos según punto 7.5 de la Norma ISO 376:2011

Error de cero f_0 [%]	Error de creep f_c [%]
-0,002	-0,0020

Moisés Morón Tello
DNI N° 48541135
Téc. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Cohesivos

ING. F. ALVARADO ALIZAPAZA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 74428

COPIA INFORMATIVA

Curvas Interpolación fuerza - indicación

Fuerza a Indicación

$I_0 = A \cdot F_0^3 + B \cdot F_0^2 + C \cdot F_0 + D$

Coeficientes	Valores
A	4,6379E-12
B	-2,8942E-09
C	1,9899E-03
D	0,0000E+00

Indicación a Fuerza

$F_0 = E \cdot I_0^3 + F \cdot I_0^2 + G \cdot I_0 + H$

Coeficientes	Valores
E	-2,9449E-01
F	3,6486E-01
G	5,0255E+02
H	0,0000E+00

Siendo F_0 la fuerza nominal e I_0 la indicación correspondiente a F_0

Incertidumbre

F	Caso A (ISO 376:2011 8.2.2)		Caso B (ISO 376:2011 8.2.3)	
	W	Clase	W	Clase
kN	%		%	
0,0	-	-	-	-
100,0	0,074	1	0,306	1
200,0	0,111	1	0,199	1
300,0	0,117	1	0,252	1
400,0	0,106	1	0,117	1
500,0	0,119	1	0,128	1
600,0	0,124	1	0,125	1
700,0	0,126	1	0,126	1
800,0	0,127	1	0,139	1
900,0	0,116	1	0,211	1
1000,0	0,140	1	0,140	1

Clasificación según punto 8.2 de la Norma ISO 376:2011

COPIA INFORMATIVA
NO VÁLIDA

Moisés Morón Tello
DNI N° 39541135
Téc. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

ING. F. ALVARADO ALIZAPAZA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 74428

F	Caso C (ISO 376:2011 8.2.4)		Caso D (ISO 376:2011 8.2.5)	
	W	Clase	W	Clase
kN	%		%	
0,0	-	-	-	-
100,0	0,234	1	0,446	1
200,0	0,221	1	0,364	1
300,0	0,209	1	0,306	1
400,0	0,200	1	0,269	1
500,0	0,193	1	0,249	1
600,0	0,189	1	0,243	1
700,0	0,188	1	0,246	1
800,0	0,190	1	0,256	1
900,0	0,196	1	0,267	1
1000,0	0,205	1	0,277	1

Clasificación según punto 8.2 de la Norma ISO 376:2011

Caso C

$W_{caso\ C} = A \cdot F_0^3 + B \cdot F_0^2 + C \cdot F_0 + D$

Coeficientes	Valores
A	5,3263E-11
B	5,6269E-08
C	-1,5275E-04
D	2,4862E-01

Caso D

$W_{caso\ D} = E \cdot F_0^3 + F \cdot F_0^2 + G \cdot F_0 + H$

Coeficientes	Valores
E	-6,2116E-10
F	1,6036E-06
G	-1,2616E-03
H	5,5664E-01

Polinomio de Interpolación de Incertidumbre expandida, según punto C.1.10.3 de la Norma ISO 376:2011

Criterios de clasificación según norma ISO 376:2011 punto 8.2:

Caso A: instrumentos clasificados sólo para fuerzas específicas y cargas crecientes únicamente
Caso B: instrumentos clasificados sólo para fuerzas específicas y cargas crecientes y decrecientes
Caso C: instrumentos clasificados por interpolación y cargas crecientes únicamente
Caso D: instrumentos clasificados por interpolación y cargas crecientes y decrecientes

Moises Morfin Tello
DNI Nº 46641135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

ING. F. ALVARADO ALIZAPAZA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. Nº 74428

COPIA INFORMATIVA METAUT

Definiciones	Según norma ISO 376:2011

Instrumental de referencia

Máquina de referencia	Máquina comparadora de fuerza de 1 MN de capacidad máxima
Incertidumbre	≤ 0,05 %

Indicador digital	
Marca	-
Modelo	-
Nº de serie	-

Termohigrómetro	
Marca	TFA
Modelo	30.5000
Nº de serie	TH-2

Observaciones

La incertidumbre está calculada de acuerdo al Anexo C de la Norma ISO 376:2011, la cual incluye la incertidumbre debido al instrumental de referencia.
La incertidumbre de medición expandida informada fue calculada multiplicando la incertidumbre estándar combinada por un factor de cubrimiento k = 2, lo que corresponde a un nivel aproximado de confianza del 95%, bajo distribución normal.
El transductor de fuerza ha sido identificado con una estampilla con OT Nº 222-5367-2 y fecha 12/4/2023

El 20 de mayo de 2019 se puso en vigencia la modificación del Sistema Internacional de Unidades (SI). En el nuevo sistema las unidades de base cambian sus definiciones refiriéndose, en todos los casos, a constantes de referencia. Como Instituto Nacional de Metrología de la República Argentina, el Instituto Nacional de Tecnología Industrial suscribe al nuevo SI y da a conocer a la industria, a las instituciones científicas y a todos los interesados la información de los cambios a través del siguiente enlace
https://www.inti.gob.ar/areas/metrologia-y-calidad/si

Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren a las condiciones en que se realizaron las mediciones.
El usuario es responsable de la calibración a intervalos apropiados.
El presente certificado ha sido firmado digitalmente mediante el Sistema de Gestión Documental Electrónica (GDE) cumpliendo con los estándares internacionales de seguridad adoptados por la Infraestructura de Firma Digital de la República Argentina (IFDRA).

Moisés Morón Tello
DNI Nº 41541135
Tec. de Laboratorio de Sellos, Asfalto y Concreto

MCE. FERNANDO ALIZAPAZA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. Nº 74428

COPIA INFORMATIVA NO VÁLIDA

Instituto Nacional de Tecnología Industrial
INTI

Ministerio de Economía Argentina — Secretaría de Industria y Desarrollo Productivo

El INTI es el máximo órgano técnico de la República Argentina en el campo de la Metrología. Es función legal del INTI la realización y mantenimiento de los patrones de las unidades de medida, conforme al Sistema Internacional de Unidades (SI), así como su diseminación en los ámbitos de la metrología científica, industrial y legal, constituyendo la cúspide de la pirámide de trazabilidad metrológica en la República Argentina. Los Certificados de Calibración/Medición emitidos por el INTI garantizan la trazabilidad metrológica mediante los patrones nacionales de medida, realizados y mantenidos por el propio INTI.

Asimismo, el INTI es firmante del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo de Patrones Nacionales de Medida y Certificados de Calibración y Medición (CIPM-MRA), redactado por el Comité Internacional de Pesas y Medidas, por el cual los institutos nacionales de metrología firmantes reconocen entre sí la validez de sus Certificados de Calibración y de Medición para el alcance cubierto por las Capacidades de Medición y Calibración (CMC)
incluidas en el Apéndice C de dicho acuerdo, el cual se encuentra disponible en: http://kcdb.bipm.org/appendixC/default.asp.

Las CMCs publicadas en la página mencionada son aceptadas por los demás institutos mediante un complejo procedimiento, que incluye una serie de comparaciones internacionales por un lado, por evaluaciones de pares periódicas por otro, y se encuentran soportadas por sistemas de gestión de la calidad basados en la norma ISO/IEC 17025 y en la Norma ISO 17034 cuando corresponde. A la fecha, el INTI posee cerca de 250 capacidades de medición publicadas en el Apéndice C, vinculadas a los servicios de calibración y medición más relevantes. El proceso de declaración y publicación de nuevas CMCs continúa desarrollándose.

Por otra parte, el INTI, a través de sus diferentes Unidades Operativas, ubicados en diferentes regiones del país, brinda un Servicio Integrado de Calibración/Medición. En los casos en que diferentes Unidades Operativas ofrecen el mismo servicio, los procedimientos de calibración y medición se encuentran armonizados. De esta manera se acuerdan y establecen internamente metodologías armonizadas para el desarrollo de determinaciones similares y se garantiza la equivalencia y compatibilidad de los resultados. Así mismo, aquellas capacidades de medición no incluidas en el MRA, son evaluadas dentro del proceso de auditorías cruzadas del instituto."

COPIA INFORMATIVA
MEMBRETE

Fin del certificado

INSTITUTO NACIONAL DE TECNOLOGÍA INDUSTRIAL
Para acceder a la totalidad de los servicios metrológicos que el INTI ofrece desde sus centros de investigación, ubicados en diferentes regiones del país consulte

http://www.inti.gob.ar/servicios_metrologicos/

Moisés Morán Tello
DNI Nº 48541135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

Ing. F. ALVARADO ALIZAPAZA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. Nº 74428

República Argentina - Poder Ejecutivo Nacional
1983/2023 - 40 AÑOS DE DEMOCRACIA

Hoja Adicional de Firmas
Informe gráfico firma conjunta

Número: IF-2023-43456269-APN-SOMCEI#INTI

CIUDAD DEL LIBERTADOR GENERAL SAN MARTIN, BUENOS AIRES
Miércoles 19 de Abril de 2023

Referencia: Certificado correspondiente a OT 222-0005367 Parcial 2

El documento fue importado por el sistema GEDO con un total de 8 pagina/s.

Digitally signed by Gestion Documental Electronica
Date: 2023.04.19 11:47:32 -03:00

Marcos Fernando Meza Weyreuter
Técnico Mecánico
Subgerencia Operativa de Metrología Científica e Industrial
Instituto Nacional de Tecnología Industrial

Digitally signed by Gestion Documental Electronica
Date: 2023.04.19 11:49:12 -03:00

Alejandro Savarin
Técnico Profesional
Subgerencia Operativa de Metrología Científica e Industrial
Instituto Nacional de Tecnología Industrial

Moisés Morón Tello
DNI N° 48541135
Tec. de Laboratorio de Suelos, Asfalto y Concreto

M.A. ALVARADO ALIZAPAZA
INGENIERO CIVIL
C.I.P. N° 74428

Digitally signed by Gestion Documental Electronica
Date: 2023.04.19 11:49:13 -03:00

COPIA INFORMATIVA METAUT

Certificado

INACAL
Instituto Nacional de Calidad
Metrología

INSTITUTO NACIONAL DE CALIDAD - INACAL
DIRECCIÓN DE METROLOGÍA
PROGRAMA DE PASANTÍAS 2023 - II

Otorga el presente certificado a:

CARLOS ENRIQUE MENDOZA MEDINA

Por haber participado en la pasantía 2023- II en el Laboratorio de Masa de la Dirección de Metrología y aprobado satisfactoriamente los temas: **Calibración de pesas E2, F1, F2 y M1 (1 mg a 20 kg) y Calibración de balanzas de laboratorio (analíticas)**

La cual tuvo una duración de 70 horas (10 días) y fue realizada en la ciudad de Lima – Perú, del 06 al 17 de noviembre de 2023.

DM
INACAL

José Dajes Castro
Director de Metrología - INACAL

ANEXO 06: PANEL FOTOGRÁFICO



Imagen N°1: materiales para el diseño de mezclas



imagen N° 2: tesista haciendo el diseño de mezcla



imagen N° 3: tesista elaborando el diseño de mezcla



imagen N° 4: tesista hacienda la verificación el Slump



Imagen N° 5: vaciado de mezcla al Cono de Abrams



Imagen N° 6: tesista elaborando los testigos



Imagen N° 7: vaciado de la mezcla en las briquetas para la elaboración de los testigos



Imagen N°8: elaboración del chuceado e las briquetas



Imagen N°9: tesista haciendo la verificación del Slump



Imagen N° 10: tesista haciendo el curado de los testigos



Imagen N° 11: tesista haciendo la rotura de probeta en la prensa hidráulica



Imagen N° 12: tesista verificando la rotura de probeta en la prensa hidráulica



Imagen N° 13: tesista verificando el tipo de falla



Imagen N° 14: tesista verificando el tipo de falla de los testigos



Imagen N° 15: en la imagen se muestra la rotura de los testigos de concreto.