

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Análisis comparativo de las propiedades mecánicas del concreto de resistencia $f_c=210\text{kg/cm}^2$ empleando concreto Rapimix, Unicon y Tradicional – Huamachuco

Línea de investigación: Ingeniería De La Construcción, Ingeniería Urbana,
Ingeniería Estructural

Sub línea de investigación: Estructuras y Materiales

Autores:

Asto Campos, Meliza Patricia

Cerna Lavado, Jose Manuel

Jurado Evaluador:

Presidente : Durand Orellana, Rocío del Pilar

Secretario : Panduro Alvarado, Elka

Vocal : Henríquez Ulloa, Juan Paul Edward

Asesor:

Geldres Sánchez, Carmen Lucia

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2772-4829>

TRUJILLO – PERÚ
2023

Fecha de sustentación: 2023/12/20

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

Análisis comparativo de las propiedades mecánicas del concreto de resistencia $f_c=210\text{kg/cm}^2$ empleando concreto Rapimix, Unicon y Tradicional – Huamachuco

Línea de investigación: Ingeniería De La Construcción, Ingeniería Urbana, Ingeniería Estructural

Sub línea de investigación: Estructuras y Materiales

Autores:

Asto Campos, Meliza Patricia

Cerna Lavado, Jose Manuel

Jurado Evaluador:

Presidente : Durand Orellana, Rocío del Pilar

Secretario : Panduro Alvarado, Elka

Vocal : Henríquez Ulloa, Juan Paul Edward

Asesor:

Geldres Sánchez, Carmen Lucia

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2772-4829>

TRUJILLO – PERÚ
2023

Fecha de sustentación: 2023/12/20

Análisis comparativo de las propiedades mecánicas del concreto de resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$ empleando concreto Rapimix, Unicon y Tradicional – Huamachuco

INFORME DE ORIGINALIDAD

9%	9%	0%	0%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	6%
2	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	3%

Excluir citas Activo
Excluir bibliografía Activo

Excluir coincidencias < 2%


Carmen L. Geldres Sánchez
INGENIERO CIVIL
CIP 80599

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo, Carmen Lucia Geldres Sánchez, docente del Programa de Estudio de Ingeniería Civil de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor de la tesis de investigación titulada “**Análisis comparativo de las propiedades mecánicas del concreto de resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$ empleando concreto Rapimix, Unicon y Tradicional – Huamachuco**”, de los autores Meliza Patricia Asto Campos y Jose Manuel Cerna Lavado, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud del 9%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el día 15 de diciembre del 2023.
- He revisado con detalle dicho reporte de la tesis “Análisis comparativo de las propiedades mecánicas del concreto de resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$ empleando concreto Rapimix, Unicon y Tradicional – Huamachuco”, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la Universidad.

Trujillo, 15 de diciembre del 2023



Br. Asto Campos, Meliza Patricia

DNI: 72961615



Br. Cerna Lavado, Jose Manuel

DNI: 70224231



Carmen L. Geldres Sánchez
INGENIERO CIVIL
CIP 80599

Geldres Sánchez, Carmen Lucia

DNI: 41356105

<https://orcid.org/0000-0003-2772-4829>

PRESENTACIÓN

Señores Miembros del Jurado:

Dando cumplimiento y conforme a las normas establecidas en el Reglamento de Grados y Títulos y Reglamento de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada Antenor Orrego, se pone a vuestra consideración la presente tesis, titulada:

“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA $f_c=210\text{KG}/\text{CM}^2$ EMPLEANDO CONCRETO RAPIMIX, UNICON Y TRADICIONAL – HUAMACHUCO”

Con la finalidad de obtener el título profesional de Ingeniero Civil.

Atentamente,

Br. Meliza Patricia Asto Campos

Br. Jose Manuel Cerna Lavado

Trujillo, noviembre del 2023.

DEDICATORIA

La presente tesis va dedicada a:

A mi Dios por su invaluable amor, por sus cuidados, por guiarme y ayudarme en cada obstáculo de mi vida. A mi madre por su amor incondicional y por ser mi fuente de motivación para cumplir con mis objetivos. A mi padre por sus consejos y sabiduría. A mis queridos hermanos por su apoyo y por sus palabras de aliento. A mi compañero de tesis por su amistad y paciencia.

Br. Asto Campos, Meliza Patricia

A Dios, por su guía en todos los procesos de mi vida, por ser mi sostén en mis días buenos y malos. A mi abuela Elena, por creer en mi desde pequeño y siempre estuvo orgullosa de mí. A mis padres, por el amor incondicional que me muestran día a día y el apoyo a alcanzar mis objetivos. A mi hermano, por su apoyo y estar siempre presente. A mi compañera de tesis, por su amistad y apoyo para alcanzar este logro juntos, impulsándose hacía aquello que nos cueste creer, pero hacía donde Dios nos quiera llevar.

Br. Cerna Lavado, Jose Manuel

AGRADECIMIENTOS

A Dios por habernos guiado, fortalecido y darnos sabiduría para alcanzar nuestro objetivo.

A nuestra familia, en especial nuestros queridos padres, quienes son pilares para alcanzar nuestros objetivos.

A nuestro centro de estudio, por los conocimientos impartidos en nuestra formación académica.

A nuestra asesora de tesis Ms. Ing. Carmen Lucia Geldres Sánchez, por su conocimiento y orientación en todo este tiempo de desarrollo de nuestra tesis.

A los jurados por sus recomendaciones y observaciones realizadas para mejorar la presente tesis.

Finalmente agradecemos a las personas que nos brindaron su amistad y apoyo en la realización de esta tesis.

Br. Asto Campos, Meliza Patricia

Br. Cerna Lavado, Jose Manuel

RESUMEN

La presente tesis tiene como objetivo realizar un análisis comparativo de las propiedades mecánicas del concreto de resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$ empleando concreto seco Rapimix, concreto seco Unicon y el concreto elaborado tradicionalmente en la ciudad de Huamachuco.

Por lo cual, para el desarrollo de la presente investigación, se realizó el diseño de mezcla del concreto tradicional, siguiendo los parámetros establecidos en el método ACI 211 y para los concretos secos (Rapimix y Unicon), se obtuvo la dosificación de los materiales mediante su ficha técnica. Para conocer las propiedades mecánicas del concreto se realizaron los ensayos de asentamiento y el ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión. Se efectuó la rotura de probetas para las edades de 7,14 y 28 días, alcanzando valores de resistencia superiores a $f'c=210\text{kg/cm}^2$ a los 28 días. De los resultados obtenidos, se determina que el concreto Unicon, es quien obtiene la mejor resistencia a la compresión, con un promedio de 143.05% (300.39 kg/cm^2), siendo mejor opción que el concreto Rapimix, el cual obtuvo una resistencia de 121.54% (255.24 kg/cm^2) y el concreto tradicional con una resistencia de 138.49% (290.82 kg/cm^2) con respecto a la resistencia requerida. En cuanto al análisis comparativo de costos, se obtuvo como resultado que el concreto tradicional es 146% más económico que el concreto Rapimix y 303% más económico que el concreto Unicon. En definitiva, el concreto tradicional es más conveniente en cuanto a costos con respecto a los concretos secos (Rapimix y Unicon).

Palabras clave: Diseño de Mezcla, Concreto, Concreto Seco, Resistencia a la Compresión, Asentamiento.

ABSTRACT

This thesis aims to carry out a comparative analysis of the mechanical properties of concrete with a strength of $f'c=210\text{kg/cm}^2$ using Rapimix dry concrete, Unicon dry concrete, and traditionally prepared concrete in the city of Huamachuco.

For the development of this research, the mix design of traditional concrete was carried out following the parameters established in the ACI 211 method. As for the dry concretes (Rapimix and Unicon), the material dosages were obtained from their technical data sheet. To determine the mechanical properties of the concrete, tests for slump and compression strength were conducted. Breakage tests were performed on specimens at the ages of 7, 14, and 28 days, achieving strength values exceeding $f'c=210\text{kg/cm}^2$ at 28 days. From the results obtained, it is determined that Unicon concrete achieves the highest compressive strength, with an average of 143.05% (300.39 kg/cm^2), making it a better option than Rapimix concrete, which achieved a strength of 121.54% (255.24 kg/cm^2), and traditional concrete with a strength of 138.49% (290.82 kg/cm^2) compared to the required strength. Regarding the comparative cost analysis, it was found that traditional concrete is 146% cheaper than Rapimix concrete and 303% cheaper than Unicon concrete. In conclusion, traditional concrete is more cost-effective compared to dry concretes (Rapimix and Unicon).

Keywords: Mix Design, Concrete, Dry Concrete, Compressive Strength, Slump

ÍNDICE

DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTOS	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
ÍNDICE	x
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS	xvii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA	1
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.3.1. Objetivo General	3
1.3.2. Objetivos Específicos	4
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.4.1. Relevancia Social:	4
1.4.2. Contribución Académica:	5
1.4.3. Aplicaciones Prácticas o Implicaciones Profesionales:	5
II. MARCO DE REFERENCIA	6
2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO	6
2.2. MARCO TEÓRICO	9
2.2.1. Características de los agregados	9

2.2.2.	Diseño de mezcla para el concreto tradicional	11
2.2.3.	Concreto seco Rapimix	19
2.2.4.	Concreto seco Unicon	21
2.2.5.	Características mecánicas del concreto	23
2.2.6.	Costos Directos	25
2.2.7.	Costos Indirectos	27
2.3.	MARCO CONCEPTUAL	27
2.3.1.	Concreto	27
2.3.1.	Concreto Tradicional	28
2.3.2.	Concreto Seco	28
2.3.3.	Cemento	28
2.3.4.	Agregado	29
2.3.5.	Agregado Fino.	29
2.3.6.	Agregado Grueso.	29
2.3.7.	Agua	29
2.3.8.	Control de calidad del concreto	30
2.3.9.	Propiedades del concreto	31
2.4.	HIPÓTESIS	31
2.5.	VARIABLES	31
2.5.1.	Variable Independiente	31
2.5.2.	Variable Dependiente	32

2.6.	CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	32
III.	METODOLOGÍA EMPLEADA	33
3.1.	TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	33
3.1.1.	Tipo de investigación:	33
3.1.2.	Nivel de investigación:	33
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA DE ESTUDIO.....	33
3.2.1.	Población:.....	33
3.2.2.	Muestra.....	33
3.3.	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	36
3.4.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN.....	36
3.4.1.	Ensayos para el agregado fino	36
3.4.2.	Ensayos de agregado grueso	51
3.4.3.	Ensayo para la medición del asentamiento del concreto.....	63
3.4.4.	Ensayo para la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricas de concreto	72
3.4.5.	Elaboración de muestras no probabilísticas:.....	87
3.5.	PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	93
3.5.1.	Ensayos de agregado fino	93
3.5.2.	Ensayos de agregado grueso	97
3.5.3.	Diseño de mezcla por el método ACI 211	101
3.5.4.	Ensayo para la medición del asentamiento del concreto.....	106

3.5.5. Ensayo para la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricas de concreto	106
3.5.6. Análisis de costos directos.....	111
3.5.7. Análisis de costos Indirectos.....	116
IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	119
4.1. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	119
4.1.1. Diseño de mezcla	119
4.1.2. Asentamiento del concreto (SLUMP)	120
4.1.3. Resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto	121
4.1.4. Análisis de Costos	125
V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	128
5.1. De la resistencia a la compresión	128
5.2. De los costos	131
VI. CONCLUSIONES.....	135
VII. RECOMENDACIONES	137
VIII. REFERENCIAS BILIOGRAFICAS.....	138
IX. ANEXOS	142

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Resistencia a la comprensión promedio.....	12
Tabla 2	Consistencia y Asentamiento.....	13
Tabla 3	Recomendaciones de asentamiento para distintos tipos de construcción	13
Tabla 4	Requisitos aproximados de contenido de agua de mezcla para diferentes según los requerimientos de asentamiento y los tamaños máximos nominales del agregado.....	14
Tabla 5	Porcentaje aproximado de aire atrapado en concreto sin aire incorporado	15
Tabla 6	Proporción agua - material cementante en relación a la resistencia de la comprensión .	16
Tabla 7	Volumen de agregado grueso en relación con la unidad de volumen de concreto	17
Tabla 8	Características técnicas del concreto embolsado seco Rapimix	20
Tabla 9	Características técnicas del concreto embolsado seco Unicon	22
Tabla 10	Datos a considerar para determinar los precios unitarios.....	26
Tabla 11	Operacionalización de variables	32
Tabla 12	Cantidad de muestras requeridas para evaluar la resistencia a la comprensión.	34
Tabla 13	Cantidad de muestras para determinar el rendimiento de la mano de obra.....	34
Tabla 14	Unidades de estudio para diferente tipo de ensayo.....	35
Tabla 15	Cuadro de materiales empleados en el análisis granulométrico del agregado fino	36
Tabla 16	Cuadro de materiales usados en el ensayo de peso unitario del agregado fino	39
Tabla 17	Cuadro de los materiales para el contenido de humedad del agregado fino	42
Tabla 18	Cuadro de materiales usados en el peso específico para el agregado fino.	44
Tabla 19	Cuadro de materiales usados en el análisis granulométrico del agregado grueso	51
Tabla 20.	Cuadro de materiales usadas en el ensayo de peso unitario	54
Tabla 21	Cuadro de materiales usados en el contenido de humedad para el agregado fino	57
Tabla 22	Cuadro de materiales usados en el Peso específico para el agregado grueso.	59
Tabla 23	Cuadro de materiales usado en el asentamiento del concreto seco Rapimix.....	63
Tabla 24	Cuadro de materiales usado en el asentamiento del concreto seco Unicon.....	66

Tabla 25 Cuadro de materiales usado en el asentamiento del concreto seco Rapimix	70
Tabla 26 Cuadro de materiales usados en el ensayo de resistencia a la compresión para un concreto tradicional	73
Tabla 27 Cuadro de materiales usados en el ensayo de resistencia a la compresión para un concreto con producto Rapimix o Unicon	78
Tabla 28 Cuadro de materiales usados en la elaboración de columnas de concreto.	87
Tabla 29 Análisis granulométrico del agregado fino.....	93
Tabla 30 Peso unitario suelto del agregado fino	94
Tabla 31 Peso unitario compactado del agregado fino	95
Tabla 32 Contenido de humedad del agregado fino	95
Tabla 33 Peso específico del agregado fino	96
Tabla 34 Porcentaje de absorción del agregado fino	96
Tabla 35 Análisis granulométrico del agregado grueso.....	97
Tabla 36 Curva granulométrica del agregado grueso	98
Tabla 37 Peso unitario suelto del agregado grueso.	98
Tabla 38 Peso unitario compactado del agregado grueso	99
Tabla 39 Contenido de humedad del agregado grueso	99
Tabla 40 Peso específico del agregado grueso	100
Tabla 41 Porcentaje de absorción del agregado grueso	101
Tabla 42 Características de los agregados.....	101
Tabla 43 Resumen de proporciones en peso	105
Tabla 44 Relación en peso	105
Tabla 45 Proporción de volumen húmedo	105
Tabla 46 Resultados de los ensayos de asentamiento	106
Tabla 47 Resistencia a la compresión del concreto tradicional a los 7 días de curado	106
Tabla 48 Resistencia a la compresión del concreto Rapimix a los 7 días de curado.....	107

Tabla 49	Resistencia a la compresión del concreto Unicon a los 7 días de curado	107
Tabla 50	Resistencia a la compresión del concreto tradicional a los 14 días de curado	108
Tabla 51	Resistencia a la compresión del concreto Rapimix a los 14 días de curado.....	108
Tabla 52	Resistencia a la compresión del concreto Unicon a los 14 días de curado	109
Tabla 53	Resistencia a la compresión del concreto tradicional a los 28 días de curado	109
Tabla 54	Resistencia a la compresión del concreto Rapimix a los 28 días de curado.....	110
Tabla 55	Resistencia a la compresión del concreto Unicon a los 28 días de curado	110
Tabla 56	Cantidad de material para las columnas de concreto tradicional, Rapimix y Unicon	111
Tabla 57	Rendimiento de la mano de obra en cada tipo de concreto.....	112
Tabla 58	Costo unitario directo del concreto tradicional.....	113
Tabla 59	Costo unitario directo por del concreto rapimix.	114
Tabla 60	Costo unitario directo del concreto unicon.....	115
Tabla 61	Costo de flete para el concreto tradicional.	116
Tabla 62	Costo de flete para el concreto rapimix.	116
Tabla 63	Costo de flete para el concreto unicon.	117
Tabla 64	Valores de diseño para un metro cúbico de concreto ($f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$).....	119
Tabla 65	Resistencia a la compresión del concreto a los 7 días de curado	121
Tabla 66	Resistencia a la compresión del concreto a los 14 días de curado	122
Tabla 67.	Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días de curado	123
Tabla 68	Costos directos y rendimientos del concreto Tradicional, Rapimix y Unicon.	125
Tabla 69	Costo de flete del concreto Tradicional, Rapimix y Unicon.....	126
Tabla 70	Costo total de la elaboración de los concretos Tradicional, Rapimix y Unicon.	126
Tabla 71	Cuadro de porcentajes de carga máxima de acuerdo a los días de curado	129

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Forma de columnas a metrar	25
Figura 2 Secado del agregado fino.....	37
Figura 3 Selección de tamices	38
Figura 4 Peso del agregado fino retenido en el tamiz.....	38
Figura 5 Compactado del agregado fino.....	40
Figura 6 Peso del recipiente con el agregado.....	41
Figura 7 Secado del Agregado Fino	43
Figura 8 Toma de datos.	43
Figura 9 Molde cónico y apisonador.....	45
Figura 10 Apisonado de la muestra de arena gruesa	46
Figura 11 Peso de la muestra de arena gruesa.....	46
Figura 12 Agregando agua a la muestra en el recipiente de vidrio.	47
Figura 13 Recipiente con muestra en estado de reposo.....	48
Figura 14 Muestra tomada de la fiola en el horno.....	48
Figura 15 Pesaje de la muestra después de ser sacado del horno.....	49
Figura 16 Recolección de datos de la muestra.....	49
Figura 17 Muestra seca del agregado grueso	52
Figura 18 Selección de tamices para agregado grueso.....	52
Figura 19 Peso del agregado grueso retenido en el tamiz.....	53
Figura 20 Compactado del agregado grueso.....	55
Figura 21 Peso del recipiente con el agregado.....	56
Figura 22 Secado del agregado grueso.....	58
Figura 23 Sumergido de la muestra en agua.....	60
Figura 24 Secado de la muestra utilizando paño absorbente.	60
Figura 25 Sumergido de la muestra en el tanque de agua	61

Figura 26 Secado de la muestra ensayada.	62
Figura 27 Compactación por capas.	65
Figura 28 Enrazado del material excedente.	65
Figura 29 Compactado del concreto por capas	68
Figura 30 Enrazado del material excedente.	68
Figura 31 Medición del asentamiento del concreto.....	69
Figura 32 <i>Compactación de la mezcla en el cono de Abrahams</i>	71
Figura 33 <i>Medición del asentamiento</i>	72
Figura 34 <i>Preparación de la mezcla tradicional</i>	74
Figura 35 <i>Llenado de la mezcla a los especímenes</i>	74
Figura 36 <i>Llenado a la rasante del molde</i>	75
Figura 37 <i>Rotura de probetas del concreto tradicional</i>	76
Figura 38 Medida del agua para el concreto seco Rapimix.	79
Figura 39 Preparación de la mezcla Rapimix	80
Figura 40 Medida del agua para el concreto seco Unicon.	80
Figura 41 Preparación de la mezcla Unicon.	81
Figura 42 Colocación de la mezcla al molde cilíndrico en tres capas.	81
Figura 43 Compactación de la mezcla con la barra metálica.....	82
Figura 44 Golpeado del molde con el martillo de goma.....	82
Figura 45 Enrazado del concreto en el molde.	83
Figura 46 Desmoldado de las muestras.	83
Figura 47 Colocación de las muestras en la cámara de curado.	84
Figura 48 Colocación de la muestra en la prensa.....	85
Figura 49 Verificación del indicador de carga en cero.	85
Figura 50 Toma de datos de la falla a compresión.	86
Figura 51 <i>Encofrado de columnas</i>	88

Figura 52 <i>Elaboración de las mezclas de concreto</i>	89
Figura 53 <i>Concreto seco Unicon.</i>	89
Figura 54 <i>Concreto seco Rapimix.</i>	90
Figura 55 <i>Concreto tradicional tipo Ico.</i>	90
Figura 56 <i>Vaciado de columnas</i>	91
Figura 57 <i>Apuntes del rendimiento de mano de obra</i>	92
Figura 58 <i>Curva Granulométrica del agregado fino</i>	94
Figura 59 <i>Edad vs resistencia a la compresión en los concretos tradicional, rapimix y unicon.</i>	124
Figura 60 <i>Comparación económica de la elaboración de los concretos</i>	127
Figura 61 <i>Comparativa de la resistencia a la compresión de probetas o especímenes cilíndricas de concreto tradicional, concreto Rapimix y concreto Unicon</i>	130
Figura 62 <i>Comparativa de los costos de mano de obra de los concretos tradicional, rapimix y unicon</i>	132
Figura 63 <i>Comparativa de los costos de los materiales de los concretos tradicional, rapimix y unicon</i>	132
Figura 64 <i>Comparativa de los costos de flete de los concretos tradicional, rapimix y unicon.</i>	133
Figura 65 <i>Comparativa de los costos totales de elaboración de los concretos tradicional, rapimix y unicon</i>	133
Figura 66 <i>Ficha Técnica del Cemento Portland compuesto tipo ICo</i>	142
Figura 67 <i>Ficha Técnica del Cemento Portland tipo I</i>	143
Figura 68 <i>Ficha Técnica del Cemento Sol tipo I</i>	144
Figura 69 <i>Porcentaje de desperdicios</i>	178

I. INTRODUCCIÓN

1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA

El concreto es uno de los materiales de construcción más utilizados a nivel mundial, por lo regular en obras de infraestructura y edificación, siendo de gran importancia la elaboración de este material. Según la norma E.060 Concreto Armado, lo define como una “mezcla de cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos”. Además, Kosmatka y otros (2004) indican lo siguiente “la calidad del concreto depende de la calidad de la pasta (cemento portland y agua) y del agregado y de la unión entre los dos, así como la calidad de cemento endurecido es fuertemente influenciado por la relación agua y cemento”. Según lo especificado la calidad del concreto depende de la mezcla de los materiales, por lo cual la proporción y el cuidado de la calidad de estos es de gran importancia para obtener un concreto de buena resistencia y durabilidad, que cumplan con los beneficios requeridos por obra.

Producto de los avances tecnológicos, existen plantas de concreto que controlan la calidad y proporción de los materiales asegurándonos que cumplen con la normativa, además de tener la maquinaria que hace que la mezcla sea homogénea asegurando una alta calidad y consistencia del producto; el cual se identifica como concreto pre-mezclado. En Perú el mercado cementero dispone de los servicios de concreto pre-mezclado, pero este servicio no se encuentra en todas sus provincias y distritos. Es así que el mercado proporciona otro tipo de soluciones para obtener una calidad de materiales asegurados. En este caso se encuentra el concreto seco, siendo una mezcla pre dosificada de cemento y agregados (fino y grueso) con o sin aditivos para usos estructurales conforme a la resistencia requerida; el cual solo requiere añadir agua según dosificación de ficha técnica, generando muchas ventajas como tener una mejor calidad en los materiales, dosificadas controladas, menores desperdicios y resistencia garantizada.

El concreto seco es un producto novedoso y con gran potencial de ventas en el mercado del sector construcción, debido a la simplicidad de su empleo, sencillez de preparación y versatilidad de colocación (Reymundo & Caller, 2020). Pero actualmente este producto no es muy conocido en las zonas más alejadas del país, por ello mayormente se elabora el concreto de manera tradicional siendo su preparación en obra, es decir la obtención de los materiales lo compra el cliente según lo especificado por el profesional o en casos de obras informales el maestro de obra. A su vez, la mezcla se realiza con trompo o manualmente siguiendo la normativa que es lo más adecuado, pero en muchos casos la proporción de cada material especialmente en construcciones informales se realiza según la experiencia o con conocimiento empírico del maestro de obra, los cuales carecen de criterios técnicos y no siguiendo un diseño adecuado de mezcla.

Según Flores (2020) menciona que: “Es evidente que, en la construcción, especialmente en la informal, no siempre se mantiene un control adecuado de los materiales. La falta de almacenamiento adecuado y la incorrecta dosificación de los materiales pueden afectar la calidad del concreto, poniendo en peligro la seguridad de las personas. Una solución para abordar estos problemas es el uso de concreto pre dosificado seco, aunque su aplicación se ve limitada por la falta de conocimiento al respecto. Además, según un estudio que considera diversas variables, se destaca que el concreto pre dosificado seco es la opción más favorable, ya que exhibe un mejor rendimiento en términos de resistencia a la compresión.”.

En la ciudad de Huamachuco una de las problemáticas en construcción de viviendas son justamente las obras informales y el nulo control de calidad del concreto. Además, en zonas más alejadas del centro de Huamachuco, los agregados son extraídos de lugares informales, los cuales no garantizan una buena mezcla. Para elaborar el concreto se sabe que la dosificación y la calidad de agregados es un factor importante para que pueda cumplir con una resistencia

optima. Pero en este caso hay una incertidumbre en si el concreto alcanza la resistencia y cumple con la trabajabilidad. En tal sentido, el concreto seco el cual solo requiere agregar agua para su elaboración, nos ofrece una buena opción para resolver esta problemática que afirma en cumplir con las mismas expectativas que un concreto elaborado tradicionalmente y con mejores resultados, ya que nos aseguran que cumplen con los estándares establecidos en la Norma Técnica Peruana.

Los productos elegidos en este estudio son “concreto seco Rapimix 210”, el cual es un producto comercializado por cementos Pacasmayo y “concreto seco Unicon 210” comercializado por Concremax SAC, marcas conocidas por sus productos de calidad. Por lo cual, en ese mismo contexto la presente tesis realiza un análisis comparativo con los productos de concreto seco de las marcas Rapimix y Unicon y concreto elaborado tradicionalmente con materiales obtenidos de la zona, para un concreto de resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, comprobando lo especificado.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cuáles son los resultados del análisis comparativo de las propiedades mecánicas del concreto de resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ empleando concreto Rapimix, Unicon y Tradicional en la ciudad de Huamachuco?

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. *Objetivo General*

- Realizar el análisis comparativo de las propiedades mecánicas del concreto de resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ empleando concreto Rapimix, Unicon y Tradicional – Huamachuco

1.3.2. Objetivos Específicos

- Obtener un diseño de mezcla para un concreto tradicional para una resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$ mediante la metodología ACI 211.
- Determinar el asentamiento de los tres tipos de concreto a evaluar, mediante la prueba de slump de acuerdo a la NTP 339.035.
- Determinar los esfuerzos de compresión axial para los tres tipos de concreto a evaluar, mediante la rotura de probetas de concreto de un diseño de resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$ de acuerdo a la NTP 339.034.
- Realizar un análisis a partir de los resultados obtenidos de los distintos ensayos, el cual determinaremos la mezcla con mejor resistencia.
- Realizar un análisis comparativo de los costos para los tres tipos de concreto, mediante partidas de columnas de concreto sin refuerzo $f'c=210\text{ kg/cm}^2$.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. Relevancia Social:

La realización de un análisis comparativo de las propiedades mecánicas del concreto con resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$, utilizando distintas mezclas como Rapimix, Unicon y Tradicional en la ciudad de Huamachuco, se presenta como una investigación de alta relevancia social. La calidad del concreto es esencial en la construcción de estructuras, y comprender las diferencias entre estas mezclas puede impactar directamente en la seguridad y durabilidad de las edificaciones locales. Mejorar la comprensión de las propiedades mecánicas contribuirá a la construcción de infraestructuras más seguras y confiables para la comunidad.

1.4.2. Contribución Académica:

Este estudio aportará significativamente al ámbito académico al ofrecer un análisis detallado y comparativo de las propiedades mecánicas de diferentes tipos de concreto en condiciones específicas, en este caso, en Huamachuco. La investigación se centrará en aspectos específicos de resistencia y otras propiedades mecánicas, contribuyendo al conocimiento científico y técnico existente en el campo de la ingeniería civil. Además, la comparación entre el concreto Rapimix, Unicon y Tradicional ofrecerá una perspectiva valiosa para futuras investigaciones y desarrollos en la formulación de mezclas de concreto.

1.4.3. Aplicaciones Prácticas o Implicaciones Profesionales:

El conocimiento generado a través de este análisis comparativo tendrá aplicaciones prácticas directas en el ámbito de la construcción en Huamachuco y áreas circundantes. Los resultados podrían influir en las decisiones de ingenieros, arquitectos y profesionales de la construcción, permitiéndoles seleccionar la mezcla de concreto más adecuada para sus proyectos. Además, esta investigación podría tener implicaciones en la optimización de costos y recursos, al proporcionar información sobre las mezclas que ofrecen un mejor rendimiento y comportamiento en sus características mecánicas. Esto, a su vez, podría impactar positivamente en la calidad y sostenibilidad de las obras civiles en la región.

Esta investigación busca, por lo tanto, integrar la relevancia social, contribuciones académicas y aplicaciones prácticas para mejorar la comprensión y aplicación del concreto de resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$ en la construcción local, específicamente en Huamachuco.

II. MARCO DE REFERENCIA

2.1. 3.ANTECEDENTES DEL ESTUDIO

INTERNACIONALES

Hidalgo (2018) en su estudio titulado: “Evaluación del control de calidad del concreto premezclado, usado en obra civiles en el proyecto: Hospital General de Zona No.1, Tapachula, Chiapas. de 180 Camas.”; tuvo como objetivo verificar las proporciones indicadas en las dosificaciones del concreto premezclado utilizado en el proyecto Hospital General de Zona No.1. Obteniendo como conclusión que el concreto premezclado utilizado es de buena calidad, pero se debe asegurar los requerimientos solicitados y cuidar que la resistencia cumpla en elementos estructurales, ya que según sus resultados la resistencia en las losas y trabes es mayor que en las de las columnas. Además, según sus conclusiones es de importancia realizar un control de calidad para verificar que se cumpla con lo requerido sobre todo en la resistencia. De esta investigación rescatamos como aporte el control de calidad del concreto premezclado, pero subrayando la necesidad de atención especial a ciertos aspectos, como la resistencia de dicho concreto, enfatizando el control de calidad para el cumplimiento de los requerimientos especificados, lo cual tomaremos en cuenta en el desarrollo de nuestra investigación.

Guerrero y Prado (2017) en su estudio titulado: “Propuesta para la elaboración de una mezcla predosificada y premezclada de mortero y concreto al vacío para la utilización en obra en el municipio de Ocaña, norte de Santander”. Realizaron la investigación de la elaboración de mezcla predosificada y premezclada al vacío según su objetivo principal, a través de ensayos en laboratorio, para poder garantizar el mejor manejo respecto del almacenamiento y transporte de los materiales para la elaboración en obra. Concluyendo así que, su investigación aporta en el análisis de la resistencia a la compresión de probetas cilíndricas del concreto predosificado, así como su influencia en las propiedades mecánicas durante el proceso de elaboración de la

mezcla. De esta investigación rescatamos como aporte, que para el desarrollo de una mezcla predosificada es necesario la examinación de aspectos importantes como la resistencia a la compresión y la influencia en las propiedades mecánicas durante el proceso de elaboración, proporcionando así información valiosa para el campo de la construcción, las cuales consideraremos en nuestra investigación como punto de partida.

NACIONALES

Briceño y Maza (2020) realizaron la investigación: “Análisis comparativo de mezclas de mortero para asentado de ladrillo a base de soluciones pre-dosificadas embolsadas. Piura. 2020”. El estudio permite obtener el resultado comparativo mediante técnicas cuantitativas y muestras no probabilísticas por conveniencia para el análisis de las mezclas de mortero para asentado de ladrillo a base de soluciones pre-dosificadas embolsadas de mortero rápido y Rapimix. Las muestras para el análisis fueron 9 probetas de mortero rápido y 9 probetas de mortero rapimix, sometiendo las probetas a una resistencia a compresión a los 7,14 y 28 días. Concluyo que la resistencia a compresión a los 28 días del mortero a base de solución pre-dosificada en Mortero Rápido es de 111 kg/cm² y en Rapimix 117 kg/cm², siendo el mortero con Rapimix el que tiene mayor resistencia y que la dosificación de agua en cada mezcla de mortero fue distinta a la especificada en cada ficha técnica. Destacamos como un aporte muy importante para comparar las mezclas y diferenciar los resultados de la resistencia, es la utilización de técnicas cuantitativas y una muestra no probabilística por conveniencia, lo cual aplicaremos en parte de nuestra investigación.

Vásquez y Angulo (2020) en su investigación titulada: “Evaluación de las propiedades mecánicas con la aplicación de los morteros Rapimix Profesional y Massa Dun Dun para verificar su uso estructural en albañilería confinada, Chiclayo 2019”, tuvieron como objetivo corroborar el uso estructural de los morteros Rapimix Profesional y Massa Dun Dun asentados en muros de

albañilería en base a la norma E-070. Concluyendo que al evaluar las propiedades f'_m y v'_m en pilas y muretes del mortero Rapimix, se obtuvo resultados que superan los valores f'_m y v'_m de la norma E-070 en un 21% y 16% por lo que se verifica su uso estructural, por el contrario, el mortero de Massa Dun Dun está por debajo de los valores normativos en un 42% y 48.5% por lo cual no se debe usar para uso estructural. Su estudio nos ayuda a corroborar que el producto Rapimix cumple con lo especificado en su publicidad, lo cual tomaremos como una incidencia importante de confirmación de la idoneidad de la aplicación del producto de la marca rapimix, esto como de punto de partida de la presente investigación.

Flores (2020) en su tesis titulada: "Análisis comparativo de costos y resistencia a la compresión del concreto tradicional y el concreto pre-dosificado seco, Trujillo 2020", concluye que el concreto con mejor comportamiento en la resistencia a la compresión a los 28 días de curado, es el concreto pre-dosificado seco, el cual obtuvo un 133% (279 kg/cm^2) de la resistencia de diseño $f'_c=210 \text{ Kg/cm}^2$; en comparación con el concreto tradicional que obtuvo un 117% (245 kg/cm^2) de la resistencia de diseño. Además, mediante un análisis comparativo de costos muestra que, el concreto pre-dosificado seco es 21% más económico que el concreto tradicional, según costos de mano de obra. Por lo cual su estudio nos ayuda a comprender que, si bien el costo del producto de concreto pre-dosificado seco (concreto rápido) es costoso, el costo de mano de obra en comparación con el concreto tradicional es menor, por ser su elaboración más práctica y por tanto su costo menor. Tomaremos en cuenta estos aportes en el tema de la resistencia a la compresión de sus concreto en estudio para poder hacer un análisis con respecto a nuestros resultados en la presente investigación, así mismo tomaremos en cuenta sus resultados de costos, destacando la importancia de considerar tanto la calidad del concreto como los costos asociados al evaluar opciones de concreto para proyectos de construcción.

Morillas y Plasencia (2018) en su investigación titulada "Características mecánicas de un

concreto premezclado en seco “Concreto Rápido” $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ y su costo comparativo”, concluyen que el concreto rápido cumple con los ensayos de temperatura, consistencia, densidad, contenido de aire, resistencia a la tracción y compresión; según las normas establecidas. En cuanto a la resistencia a la compresión, a los 28 días alcanzo los valores entre 275.12 kg/cm^2 a 313.50 kg/cm^2 , superando la resistencia de 210 kg/cm^2 . Con respecto al costo comparativo, lo realizaron por medio de partidas de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ de algunos expedientes de obras de mejoramiento de colegios de los lugares como Bolívar, Otuzco y Trujillo. Indicando que el concreto premezclado seco es más beneficioso donde se requieran mínimas cantidades, puesto que su costo disminuye aproximadamente un 50% con respecto a proyectos públicos de gran envergadura. Este estudio nos da un alcance del cumplimiento de la calidad de un concreto premezclado en seco y a su vez que no es factible utilizarlo para obras grandes con respecto a lo económico. Esta investigación nos proporciona una evaluación detallada de las características mecánicas del concreto seco, las cuales consideraremos en parte de nuestra investigación.

2.2. MARCO TEÓRICO

Se tomo en consideración los ensayos para el diseño de mezcla del concreto tradicional y ensayos para analizar las propiedades mecánicas del concreto. Además de la información obtenida por las fichas técnicas de los productos Rapimix y Unicon.

2.2.1. Características de los agregados

Las características de los agregados se establecen por medio de ensayos determinados en la Norma Técnica Peruana.

NTP 339.185 (2013): Método de ensayo normalizado para contenido de humedad total evaporable de agregados por secado.

La Norma Técnica Peruana indica el procedimiento para calcular el contenido de humedad en muestras, ya sean de agregado fino o grueso, mediante el proceso de secado. La humedad evaporable abarca tanto la humedad superficial como la contenida, excluyendo el agua que se encuentra químicamente ligada a minerales específicos en algunos agregados, ya que esta no es propensa a la evaporación.

NTP 400.012 (2013): Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.

La Norma Técnica Peruana determina que el método a utilizar para llegar a determinar la selección del agregado fino, grueso y global, se debe tomar una muestra seca, para ser separada por una serie de tamices que van desde una abertura mayor a una menor de manera progresiva.

NTP 400.017 (2011): Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“peso unitario”) y los vacíos en los agregados

La Norma Técnica Peruana establece el proceso de la densidad (“peso unitario”), se utiliza para determinar relaciones masa/volumen para usos de investigación, teniendo en cuenta que el agregado no exceda los 125 mm como tamaño nominal máximo.

NTP 400.021 (2013): Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso

La Norma Técnica Peruana prescribe un método para calcular la densidad promedio de partículas del agregado grueso (excluyendo los espacios entre las partículas), así como la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción del mismo.

NTP 400.022 (2013): Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino

La Norma Técnica Peruana define un procedimiento para calcular la densidad promedio de partículas del agregado fino (sin considerar los espacios entre las partículas), así como la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción del mismo.

2.2.2. *Diseño de mezcla para el concreto tradicional*

El diseño de mezcla hace referencia a la determinación de la dosificación de cada material que se requiere para la mezcla de concreto. Las diferentes proporciones de estos materiales hace que se creen diferentes tipos de concretos, según requerimiento en obra.

Según Pasquel (1998-1999), el diseño de mezcla de concreto, es conceptualmente la aplicación técnica y practica de los conocimientos científicos sobre sus componentes y la interacción entre ellos, para lograr un material resultante que satisfaga de la manera más eficiente los requerimientos particulares del proyecto constructivo.

Según Huanca (2006), la información requerida para el diseño de mezcla es el siguiente:

- Análisis granulométrico de los agregados
- Peso unitario compactado de los agregados (fino y grueso)
- Peso específico de los agregados (fino y grueso)
- Contenido de humedad y porcentaje de absorción de los agregados (fino y grueso)

- Perfil y textura de los agregados
- Tipo y marca del cemento
- Peso específico del cemento
- Relaciones entre resistencia y la relación agua/cemento, para combinaciones posibles de cemento y agregados.

2.2.2.1. Método del ACI

El método más usado es el proporcionado por el American Concrete Institute (ACI), empleado para fabricar diseños de mezclas de concreto con materiales que cumplan las normas correspondientes. Es por ello que en esta investigación utilizaremos este método.

Según ACI 211 consiste en una secuencia lógica de pasos para determinar la dosificación del concreto:

a. Elección de la resistencia promedio (f'_{cr})

Al seleccionar la resistencia promedio, en vista que no se cuenta con un registro documentado de ensayos para identificar la desviación estándar, se optó por utilizar la **Tabla 1**. denominada resistencia a la compresión promedio.

Tabla 1

Resistencia a la compresión promedio

Resistencia a la compresión especificada (f'_c), kg/cm^2	Resistencia promedio a la compresión requerida (f'_{cr}), kg/cm^2
Menos de 210	$f'_c + 70$
210 a 350	$f'_c + 84$
Mayor de 350	$1.10f'_c + 50$

Nota: Adaptado de ACI Comité 318, 2008

b. Elección del asentamiento (SLUMP)

- Si las especificaciones técnicas de la obra exigen que el concreto posea una consistencia específica, el asentamiento puede ser seleccionado de la Tabla 2.

Tabla 2

Consistencia y Asentamiento

Consistencia	Asentamiento
Seca	0" (0mm) a 2" (50mm)
Plástica	3" (75mm) a 4" (100mm)
Fluida	≥ 5" (125mm)

Nota: Adaptado de "Diseño de Mezcla", por Huanca, S. (2006)

- En caso de que las especificaciones técnicas de la obra no mencionen la consistencia ni los asentamientos necesarios para la mezcla a diseñar, recurriendo la Tabla 3. podemos seleccionar un valor dependiendo de las exigencias de la construcción.

Tabla 3

Recomendaciones de asentamiento para distintos tipos de construcción

Tipos de construcción	Asentamiento (pulg)	
	Máximo	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación reforzados	3	1
Cimentación simple, cajones y muros de subestructura	3	1

Vigas y muros reforzados	4	1
Columnas de edificios	4	1
Pavimentos y losas	3	1
Concreto masivo	2	1

Nota: Adaptado de ACI Comité 211 (2002)

c. Estimación del agua de mezclado y contenido de aire

Se utiliza la Tabla 4, según recomendaciones del Comité 211 del ACI, para estimar la cantidad de litros de agua necesarios en un metro cúbico de mezcla, para concretos fabricados con distintos tamaños máximos de agregado, ya sea con o sin incorporación de aire.

Tabla 4

Requisitos aproximados de contenido de agua de mezcla para diferentes según los requerimientos de asentamiento y los tamaños máximos nominales del agregado.

Agua, kg/m³ de concreto para los tamaños máximos nominales de agregados gruesos y asentamientos indicados								
Asentamiento	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
Concreto sin aire incorporado								
1" a 2"		199	190	179	166	154	130	113
3" a 4"	228	216	205	193	181	169	145	124
6" a 7"	243	228	216	202	190	178	160	----
Concreto con aire incorporado								
1" a 2"	181	175	168	160	150	142	122	107
3" a 4"	202	193	184	175	165	157	133	119
6" a 7"	216	205	197	184	174	166	154	----

Nota: Adaptado de ACI Comité 211 (2002)

La Tabla 5 presenta el contenido de aire atrapado previsto según el tamaño máximo nominal del agregado grueso.

Tabla 5

Porcentaje aproximado de aire atrapado en concreto sin aire incorporado

Tamaño máximo nominal del agregado grueso	Aire atrapado
pulg	%
3/8	3.0
1/2	2.5
3/4	2.0
1	1.5
1 ½	1.0
2	0.5
3	0.3
6	0.2

Nota: Adaptado de ACI Comité 211 (2002)

d. Selección de la relación agua/cemento

Para la elección de este parámetro se deben tomar en cuenta los criterios por resistencia y durabilidad, y se debe escoger la menor relación a/c. Para estimar una relación agua/cemento se hará uso de la Tabla 6.

Tabla 6

Proporción agua - material cementante en relación a la resistencia de la compresión

Resistencia a la compresión a los 28 días (f'_{cr}) (kg/cm ²)	Relación agua cemento, en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
450	0.38	0.28
400	0.43	0.34
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

Nota: Adaptado de ACI Comité 211 (2002)

e. Cálculo del contenido de cemento

Se calcula al dividir la cantidad de agua entre la relación agua/cemento. Sin embargo, de requerirse cierta cantidad de cemento por concepto de durabilidad, se debe escoger el mayor de los valores.

$$C = \frac{a}{\frac{a}{c}}$$

Donde:

C = Contenido de cemento, kg/m³

a = Contenido de agua de mezcla, kg/m³

a/c = Relación agua – material cementante

f. Determinar el volumen de agregado grueso

Se determina con la Tabla 7 para hallar la relación adecuada entre el volumen unitario del agregado grueso y el volumen total del concreto. El valor obtenido luego es multiplicado por el peso unitario del agregado grueso para convertirlo en masa. Según lo obtenido en la Tabla 7, luego es multiplicado por el peso unitario del agregado para dar como resultado el peso del agregado a ser empleado.

Tabla 7

Volumen de agregado grueso en relación con la unidad de volumen de concreto

Tamaño máximo nominal del agregado grueso, pulg	Volumen del agregado grueso, seco y compactado por unidad de volumen de concreto, para diferentes módulos de finura del agregado fino			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4	0.66	0.64	0.62	0.60
1	0.71	0.69	0.67	0.65
1 ½	0.75	0.73	0.71	0.69
2	0.78	0.76	0.74	0.72
3	0.82	0.80	0.78	0.76
6	0.87	0.85	0.83	0.81

Nota: Adaptado de ACI Comité 211 (2002)

g. Peso seco y compactado de agregado grueso

$$P_{SAg} = P.U.C * F_{Ag}$$

Donde:

P_{SAg} = Peso seco de agregado grueso, kg/m³

P.U.C. = Peso unitario compactado del agregado grueso, kg/m³

F_{Ag} = Volumen de agregado grueso con respecto a la unidad de volumen del concreto.

h. Cálculo del volumen absoluto de los materiales por metro cúbico m³

$$V_{Abs} = \frac{P_s}{D}$$

Donde:

V_{Abs} = Volumen absoluto (m³)

P_s = peso seco (kg)

D = Densidad (kg/m³)

La determinación del volumen de aire atrapado se realiza al dividir el porcentaje obtenido en la Tabla 5 entre 100.

i. Cálculo del peso seco del agregado fino

$$P_{SAf} = D_{Af} * V_{Abs.Af}$$

Donde:

P_{SAf} = Peso seco del agregado fino (kg)

D_{Af} = Densidad del agregado fino (kg/m³)

$V_{Abs} \cdot A_f = \text{Volumen absoluto del agregado fino (m}^3\text{)}$

j. Corrección por humedad de los agregados

$$Ag. (fino o grueso) = \text{peso seco} \left(\frac{\% \text{humedad}}{100} + 1 \right)$$

k. Corrección por absorción y cálculo del agua efectiva

$$Ag. (Fino o grueso) = \text{peso seco} \left(\frac{\% \text{ humedad} - \% \text{Absorción}}{100} \right)$$

$$\text{Agua efectiva} = \text{Agua de diseño} - \text{Agua libre}$$

Donde, la cantidad de agua libre se obtiene sumando la corrección por absorción de los agregados.

l. Reajuste para el peso de cemento

$$C_r = \frac{\text{Agua efectiva}}{a/c}$$

Donde:

C_r = Peso corregido de cemento (kg)

a/c = Relación y/o proporción agua – cemento

2.2.3. Concreto seco Rapimix

En el Perú la empresa cementera Pacasmayo con el objetivo de promover soluciones constructivas, ha desarrollado y lanzado la línea de productos Rapimix que ofrece soluciones pre dosificadas secas elaborados bajo estándares de calidad. Es así

que en el año 2019 desarrollo el portafolio de concretos secos, línea de productos que solo se le agrega la proporción de agua recomendada en el paquete, ofreciendo todas las resistencias y tipos de cemento (Tipo MS, Tipo I, Tipo ICO, Tipo V, Tipo HS) así como concretos de alto performance para usos especiales desarrollados a la medida de cada requerimiento. (Revista COSTOS, 2021)

En la presente investigación se utilizará el concreto seco Rapimix para un concreto de resistencia $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, el cual tiene parecidas características técnicas que el concreto elaborado tradicionalmente.

2.2.3.1. Descripción

Concreto Seco Rapimix es una mezcla pre-dosificada de cemento, agregados y aditivos, el único material a añadir es el agua en la cantidad indicada en el producto, dejándolo listo para su uso. (Pacasmayo Profesional, 2022)

2.2.3.2. Características técnicas del concreto seco Rapimix

Las características técnicas del concreto seco Rapimix se establecen según su ficha técnica (ver Anexo N° 4).

Tabla 8

Características técnicas del concreto embolsado seco Rapimix

Materiales/Ensayo	Características	NORMA
Cemento	TIPO I (ver Anexo N° 2)	ASTM C150 / NTP 334.009
Agregados	Tamaño máximo nominal (TMN) para el agregado grueso: ½" (Huso 7)	ASTM C33 / NTP 400.037

Agua	5.50 L/Bolsa 40kg	
Asentamiento (SLUMP)	4 ± 1 pulgadas	NTP 339.035
Resistencia a la fuerza de compresión (f'c) a 28 días	f'c = 210 kg/cm ²	NTP 339.034
Rendimiento	Peso por bolsa 40 kg Volumen por bolsa 0.019m ³ bolsa/m ³ 53 ± 1	

Nota: Adaptado del Anexo N° 4

2.2.3.3. Ventajas

- Dosificación y producción controlada
- Menores desperdicios
- Fácil transporte y manipuleo
- Mayor orden y limpieza
- Certificado de calidad
- Listo para adicionar agua y utilizar.

2.2.3.4. Aplicación

En cimentaciones, columnas, vigas, losas sobre terreno, macizas y aligeradas, muros de contención, placas, pavimentos o parches, elementos arquitectónicos y otras estructuras que requieran esta resistencia.

2.2.4. Concreto seco Unicon

Unicon es una empresa líder de concreto premezclado que desde el año 2011 adquirió la empresa Firth Industries Perú, hoy Concremax S.A. Con ello inicio la comercialización de mezclas listas de concreto, mortero y tarrajeo a través de esta

empresa. En el año 2018, se cambió la presentación de esta línea de productos, relanzándolo bajo la marca de Unicon y con el uso del cemento SOL, del grupo UNACEM como insumo de calidad. En el 2021 culminó la construcción de su planta de producción de mezclas secas con lo cual desarrolló nuevos productos entre ellos el concreto seco convencional de resistencia 140, 175, 210, 245, 280, 315 y 350 kg/cm² y concreto líquido de resistencia 140, 175 y 210 kg; los cuales son comercializados a través de su empresa Concremax. (Revista Concretando UNICON, 2022)

En la presente investigación se hará uso del concreto seco Unicon para un concreto de resistencia $f'c = 210$ kg/cm², el cual tiene parecidas características técnicas que el concreto elaborado tradicionalmente.

2.2.4.1. Descripción

Concreto Unicon se refiere a una mezcla seca que incluye arena gruesa, piedra y cemento UNACEM, lista para agregarle la cantidad recomendada de agua.

2.2.4.2. Características técnicas del concreto seco Unicon

Las especificaciones de las características técnicas del concreto seco Unicon están detalladas en su ficha técnica (Anexo N° 5).

Tabla 9

Características técnicas del concreto embolsado seco Unicon

Materiales/Ensayo	Características	NORMA
Cemento	Pórtland tipo I (ver Anexo N° 3)	ASTM C150
Agregados	Tamaño máximo nominal (TMN) para el agregado grueso: Huso 7, 1/2"	ASTM C33
Agua Relación agua/cemento	5 litros por bolsa 40kg	

a/c= 0.713

Asentamiento (SLUMP)	3 a 4 pulgadas	NTP 339.035
Resistencia a la compresión (f'c) a 28 días	f'c = 210 kg/cm ²	ASTM C39
Rendimiento	Peso por bolsa 40 kg 51 bolsas por m ³	

Nota: Adaptado del Anexo N° 5

2.2.4.3. Ventajas

- Rapidez
- Optimización de recursos en mano de obra, insumos y procesos.
- Resistencia según la especificación
- Prolongada vida útil del producto, el tiempo de almacenaje de este producto embolsado es de 60 días.

2.2.4.4. Aplicación

Elementos de concreto tales como: columnas, columnetas, vigas, techos, veredas y otras estructuras que requieran esta resistencia.

2.2.5. Características mecánicas del concreto

Las propiedades mecánicas del concreto se determinan a través de los siguientes ensayos:

2.2.5.1. Concreto en estado fresco

Ensayo aplicado en un concreto recién elaborado o en estado fresco:

2.2.5.1.1. NTP 339.035 (2009): Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland

La Norma Técnica Peruana establece el procedimiento para medir el asentamiento del concreto plástico de cemento hidráulico, que incluye agregados de hasta 37.5 mm de tamaño. Según la normativa, se lleva a cabo un ensayo utilizando una muestra de concreto recién mezclado, la cual se coloca en un molde con forma de cono trunco y se compacta mediante varillado. Posteriormente, se retira el molde hacia arriba, permitiendo que el concreto se asiente. La distancia vertical entre la posición inicial y la desplazada, medida en el centro de la superficie superior del concreto, se registra como el asentamiento del concreto.

2.2.5.2. Concreto en estado endurecido

Ensayos aplicados para el concreto endurecido:

2.2.5.2.1. NTP 339.034 (2015): Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.

La Norma Técnica Peruana establece el procedimiento para determinar la resistencia a la compresión en especímenes cilíndricos de concreto y extracciones diamantinas de concreto, aplicándose exclusivamente a concretos con una masa unitaria superior a 800 kg/m³. El método implica la aplicación de una carga de compresión axial a los cilindros moldeados a una velocidad dentro de un rango predefinido hasta que se produce la falla. Se calcula la resistencia a la compresión del espécimen dividiendo la carga máxima alcanzada durante el ensayo entre el área de la sección transversal del espécimen.

2.2.5.2.2. NTP 339.183 (2013): Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio

La Norma Técnica Peruana detalla el proceso para la fabricación y curado de especímenes de concreto en laboratorio, siguiendo un estricto control de materiales y condiciones de ensayo. Los concretos pueden consolidarse mediante varillado o vibrado, según lo descrito en esta NTP.

2.2.6. Costos Directos

2.2.6.1. Metrado

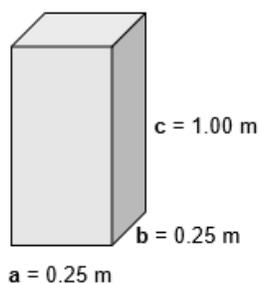
Según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2010), lo define como la cuantificación o cálculo en base a una unidad de medida ya determinada para una partida específica, la cual se utilizará para calcular los costos unitarios y presupuestos.

Así también en el ítem OE.2.3.7.1, muestra que para el metrado del concreto en columnas su unidad de medida es en metros cúbicos (m^3).

En esta investigación para realizar el comparativo de costos se tomará de referencia una partida de concreto en columna, la muestra será una columna de concreto sin refuerzo con las siguientes características:

Figura 1

Forma de columnas a metrar



Nota: La figura indica la forma y dimensión de la columna a elaborar en esta investigación.

2.2.6.2. Precios unitarios

Se refiere al costo o valor por unidad de un bien o servicio específico. Para esta investigación, es esencial tener en cuenta la mano de obra, los materiales y las herramientas que se utilizarán en cada tipo de concreto objeto de estudio.

Tabla 10

Datos a considerar para determinar los precios unitarios

Concreto	Mano de obra	Materiales
	Cuadrilla	Elementos
Concreto Tradicional	• Capataz	• Grava 3/4"
	• Operario	• Arena gruesa
	• Oficial	• Cemento Portland Tipo Ico (42.5 kg)
	• Peón	• Agua
	Cuadrilla	Elementos
Concreto seco Rapimix y Uicon	• Capataz	• Concreto seco (40 kg)
	• Operario	• Agua
	• Oficial	
	• Peón	

Nota: Esta tabla muestra los datos necesarios para obtener los precios unitarios de este estudio.

2.2.6.3. Rendimiento de mano de obra

Hace referencia a la cantidad de trabajo que ejecuta una cuadrilla o el personal de mano de obra por una jornada generalmente de ocho horas al día. Expresado en um/hH (unidad de medida de la actividad por hora Hombre).

2.2.6.4. Costo unitario directo

Consiste en el cálculo de la suma de los precios unitarios de los materiales, herramientas y mano de obra que se emplearán en la elaboración de la partida de concreto en columnas.

2.2.7. Costos Indirectos

Se conoce como gasto indirecto a cualquier desembolso requerido para llevar a cabo un procedimiento de construcción, excluyendo la mano de obra, los materiales y la maquinaria. Este tipo de gasto abarca costos relacionados con la dirección técnica, administración, transporte, entre otros.

2.2.7.1. Fletes

El “flete” es el gasto extra que debe añadirse al precio de los materiales, los cuales son adquiridos en la ciudad o en las fábricas, para cubrir el costo de transporte hasta el lugar de la obra.

2.3. MARCO CONCEPTUAL

2.3.1. Concreto

De acuerdo con la Norma E.060, el concreto se define como la combinación de cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico, con agregado fino, agregado grueso y agua, pudiendo incluir aditivos o no (SENCICO, 2019, pág. 13), y tiene la función de resistir las fuerzas de compresión en los elementos estructurales.

Puede hacerse la comparación al concreto como una piedra que se ha logrado obtener de manera artificial, primero, mezclando diversos ingredientes; luego realizando

su transportación hacía el lugar dónde será colocado, compactado y curado de manera apropiada, de tal modo que éste alcance las características que se ha determinado como, por ejemplo, consistencia, resistencia a la compresión ($f'c$), impermeabilidad, etc.

2.3.1. Concreto Tradicional

El concreto tradicional es la mezcla elaborada en obra, por el albañil con pala o trompo mezclador convencional. Posee ventajas tales como: Practicidad y portabilidad en el uso de espacios reducidos o pequeños, es más rentable hacer el concreto en obra ya que los obreros pueden realizar la mezcla, el vaciado y el acabado. Así mismo tiene sus desventajas tales como: Se imposibilita el uso de aditivos en su preparación, debido a que estos llevan un proceso específico en el tiempo de mezclado, no existe la supervisión en su elaboración por lo cual no hay garantía en la calidad del producto final, se origina tiempos de retraso por el tiempo que se emplea en su elaboración.

2.3.2. Concreto Seco

El concreto seco es un material previamente dosificado que ya está envasado con la mezcla de cemento, agregados y aditivos necesarios. Un producto que, al utilizarse en obra solo requiere agregar agua según dosificación en ficha técnica, generando muchas ventajas en la productividad porque toma menos tiempo realizar la mezcla de concreto. Asimismo, al ser un material que ya está “envasado”, puede generar menos desperdicios, obteniendo una obra más limpia.

2.3.3. Cemento

Se trata de un material pulverizado que, al añadirle una cantidad adecuada de agua, genera una pasta aglomerante con la capacidad de endurecerse, ya sea bajo el agua o en condiciones atmosféricas (SENCICO, 2019, pág. 12).

La NTP 334.009 define al cemento portland como un cemento hidráulico producido mediante la pulverización del clinker compuesto esencialmente de silicatos de calcio hidráulicos y que contiene generalmente sulfato de calcio y eventualmente caliza como adición durante la molienda.

2.3.4. Agregado

Material granular como, piedra, arena y grava; los cuales se utilizan en su estado natural o bien triturarse y convertirse en fragmentos más pequeños. Es empleado con un medio cementante para formar concreto. Los agregados son un ingrediente indispensable en el concreto seco, premezclado y tradicional. Representan aproximadamente de 60% a 75% del volumen total de la mezcla de concreto, además profesan una importante atribución en las cualidades del concreto recién mezclado, así como también después de que esta en estado endurecido.

2.3.5. Agregado Fino.

De acuerdo con la Norma E.060, se define como el agregado resultante de la desintegración, ya sea natural o artificial, que logra pasar el tamiz de 9,5 mm (3/8").

2.3.6. Agregado Grueso.

Conforme a la Norma E.060, se define como el agregado retenido en el tamiz de 4,75 mm (Nº 4), originado a partir de la desintegración natural o mecánica de las rocas.

2.3.7. Agua

El agua desempeña un papel fundamental en la preparación del concreto, ya que está vinculada a la resistencia, trabajabilidad y propiedades del concreto endurecido. Es necesario que el agua cumpla con requisitos específicos, siendo limpia y exenta de

aceites, ácidos, álcalis, sales, material orgánico y otras sustancias que podrían resultar perjudiciales para el concreto y el acero.

2.3.8. Control de calidad del concreto

El control de calidad del concreto es un conjunto de procedimientos que se llevan a cabo según normativa para la verificación de la calidad del material y así esta cumpla con su función en los elementos estructurales y los requisitos exigidos en una obra. Además, es la herramienta más importante que posee el constructor para validar el material, cuando estos procedimientos son elaborados de manera errada, los resultados suelen ser de escasa utilidad. Es muy esencial la elaboración y cumplimiento de un plan de control de calidad para el concreto y los materiales que lo componen, con el objeto de poder predecir las propiedades del concreto en estado endurecido y garantizar que se cumpla con las especificaciones técnicas. Como indicador de calidad se tiene al ensayo de Slump para la consistencia, al ensayo de compresión el cual se toma muestras para posteriormente ver la resistencia alcanzada, entre otros.

Para la obtención de un concreto de alta calidad implica disponer de materiales de calidad, debidamente mezclados en las proporciones adecuadas. Además, es esencial considerar la manera en que se llevan a cabo la mezcla, el vertido, la compactación y el curado del concreto. Este desarrollo de procesos influirá de manera directa en la calidad del concreto. Así mismo si varios procesos se realizan de manera incompleta o deficiente, se conseguirá un concreto de mala calidad, aun manejando las cuantías exactas de cemento, arena, piedra y agua.

2.3.9. Propiedades del concreto

- *Trabajabilidad.* Se refiere a la facilidad con la que se puede manipular el concreto en estado fresco durante su transporte, colocación y compactación. Una baja trabajabilidad puede surgir tanto por la adición insuficiente como excesiva de agua al concreto.
- *Segregación.* Es la separación de la piedra respecto a toda mezcla del concreto. Se produce por echar agua en exceso, realizar exceso en chuseado y tiempo de vibración.
- *Resistencia.* Se refiere a la capacidad del concreto para soportar esfuerzos en condiciones de compresión y sirve como un indicador fundamental de su calidad. Una baja resistencia se da el exceso de agua, mala toma de muestra, baja calidad de materiales.
- *Durabilidad.* Es la capacidad de resistir a la exposición y desgaste por la humedad, lluvia y otros. El concreto dura poco por utilizar agregados contaminados, materiales de baja calidad.

2.4. HIPÓTESIS

Los resultados de los ensayos de las características mecánicas como es el ensayo de resistencia a la compresión, obtenidos de la rotura de especímenes cilíndricos según la NTP 339.034, en el concreto elaborado de manera tradicional en la zona de Huamachuco diseñado con el método ACI 211, concreto seco Rapimix y concreto seco Unicon, superarán y cumplirán la resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$ requerida en esta investigación.

2.5. VARIABLES

2.5.1. Variable Independiente

- Concreto Rapimix, Unicon y Tradicional

2.5.2. Variable Dependiente

- Propiedades mecánicas del concreto

2.6. CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 11

Operacionalización de variables

VARIABLES		DESCRIPCIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
TIPO	DESCRIPCIÓN CONCEPTUAL				
Dependiente Propiedades mecánicas del concreto	Las propiedades mecánicas de un material están vinculadas a su capacidad de transmitir y resistir fuerzas o deformaciones.	La calidad inicial del concreto se determina en estado fresco, mediante la realización del ensayo de asentamiento (slump). Además, en el concreto en estado endurecido se ensaya la resistencia a la compresión en una prensa hidráulica de compresión expresando estas propiedades mecánicas en Kg/cm ² .	Ensayos en estado fresco	Asentamiento	Cono de Abrams
	Diseño de mezcla del concreto Rapimix, Unicon y Tradicional.	Para el diseño de mezcla se obtendrá de lo estipulado según ACI 211 para el concreto tradicional y fichas técnicas de cada concreto seco. Este parámetro es de importancia pues influye de manera directa en las propiedades mecánicas.	Ensayo en estado endurecido	Resistencia a la compresión (Kg/cm ²)	Prensa de compresión
Independiente Concreto Rapimix, Unicon y Tradicional	Diseño de mezcla del concreto Rapimix, Unicon y Tradicional.		Diseño de mezcla	Dosificación de los materiales y relación a/c.	Método ACI 211 Normas técnicas peruanas (NTP) y fichas técnicas

Fuente. Elaboración Propia

III. METODOLOGÍA EMPLEADA

3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. *Tipo de investigación:*

Según Hernández y otros (2014), “la investigación científica realiza dos propósitos fundamentales, la investigación básica y la aplicada, la primera se encarga de generar conocimientos y teorías mientras que la segunda trata de resolver problemas del ámbito diario de la sociedad”. Por lo tanto, la presente investigación es de tipo Aplicada.

3.1.2. *Nivel de investigación:*

Según Hernández y otros (2014, pág. 95), indica que para un nivel correlacional relaciona dos o más variables y/o conceptos, con muestras o circunstancias particulares. Por lo tanto, la presente investigación es de nivel Correlacional.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA DE ESTUDIO

3.2.1. *Población:*

La población es el concreto con resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$

3.2.2. *Muestra*

Está constituida en su totalidad por 45 probetas de concreto, la cual estará establecida por 5 probetas de cada tipo de concreto las cuales serán ensayadas a las edades de 7, 14 y 28 días; con dimensiones de 30 cm x 15 cm, así mismo son elaborados de acuerdo a la norma NTP 339.183 y NTP 339.034.

Tabla 12

Cantidad de muestras requeridas para evaluar la resistencia a la compresión.

Ensayo	Tipo de concreto	Edad (días)	Número de especímenes	Parcial	
Resistencia a la compresión (f'c)	Concreto Tradicional	7	5	15	
		14	5		
		28	5		
	Concreto Rapimix	7	5	15	
		14	5		
		28	5		
	Concreto Unicon	7	5	15	
		14	5		
		28	5		
	Total				45

Fuente: Elaboración propia

Así mismo, se llevó a cabo un muestreo de manera no probabilística y por juicio, con la finalidad de determinar la cantidad de columnas a ser evaluadas. Para este fin, se elaboró 9 columnas de características de 0.25 m de lado por 1 m de altura.

Tabla 13

Cantidad de muestras para determinar el rendimiento de la mano de obra

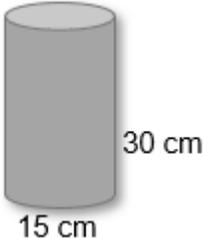
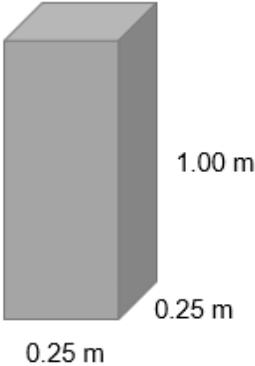
Ensayo	Tipo de concreto	Número de
---------------	-------------------------	------------------

		especímenes
Rendimiento de mano de obra	Concreto Tradicional	3
	Concreto Rapimix	3
	Concreto Uicon	3
Total		9

Fuente. Elaboración propia

Tabla 14

Unidades de estudio para diferente tipo de ensayo.

Ensayo	Unidad de estudio
Resistencia a la compresión del concreto.	
Rendimiento de mano de obra.	

Fuente. Elaboración propia

3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El presente proyecto tiene un diseño de índole experimental, ya que se obtiene la información del laboratorio con el propósito de encontrar los resultados que se indagan utilizando como referencia las normas técnicas, para la realización de los diferentes ensayos. Normas técnicas a utilizar: NTP 339.185, NTP 400.012, NTP 400.017, NTP 400.021, NTP 400.022, NTP 339.034, NTP 339.035, NTP 339.183. Asimismo, se utiliza las fichas técnicas de los concretos secos.

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

3.4.1. Ensayos para el agregado fino

3.4.1.1. Análisis Granulométrico del agregado fino

a. Materiales

Tabla 15

Cuadro de materiales empleados en el análisis granulométrico del agregado fino

Materiales, herramientas y equipos	Descripción
Tamices	Instrumentos que clasifican el agregado según sus distintos tamaños, compuestos por un marco de latón y una malla tejida de alambre de acero inoxidable. Tamices utilizados: 3/8", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100.
Balanza Digital	Instrumento de medición de 61 kg de capacidad y aproximación de 0.1 g.
Horno	Utilizado para secar las muestras de laboratorio, horno con una temperatura constante de 110 °C ± 5 °C.
Agregado fino	Cantidad mínima de 300 g de arena gruesa, previamente secada.

Fuente: elaboración propia

b. Procedimiento

Según la Norma Técnica Peruana 400.012:

- Se selecciono del agregado fino una muestra representativa y se colocó a secar en el horno por 24 horas.

Figura 2

Secado del agregado fino



Fuente: Elaboración propia

- Se seleccionaron los tamices que incluyen los tamaños de abertura siguiente: 3/8", N° 4, N° 8, N° 16, N° 30, N° 50, N° 100 y N° 200, para luego ordenarlos según abertura decrecientemente y por consiguiente colocar la muestra seca sobre el tamiz superior.

Figura 3

Selección de tamices



Fuente: Elaboración propia

- Luego se agito los tamices manualmente y se pesó la cantidad de material retenido en cada tamiz y se determinó el peso del material que quedó atrapado en cada tamiz.

Figura 4

Peso del agregado fino retenido en el tamiz



Fuente: Elaboración propia

- Por último, se llevó a cabo el cálculo del porcentaje de peso retenido, el porcentaje acumulado de peso retenido y el porcentaje de material que pasa a través de los tamices.

c. Cálculo

Se efectuó el cálculo del porcentaje que atraviesa, así como los porcentajes retenidos en cada tamiz, con una aproximación al 0.1 % de la muestra seca inicial.

Módulo de fineza

$$Mf = \frac{\sum \%acumulado\ retenido}{100}$$

Es la sumatoria del porcentaje acumulado retenido de cada tamiz (Nº100, Nº 50, Nº 30, Nº 16, Nº 8, Nº 4, 3/8 y mayores) entre 100.

3.4.1.2. Peso unitario del agregado fino

a. Materiales

Tabla 16

Cuadro de materiales usados en el ensayo de peso unitario del agregado fino

Materiales, herramientas y equipos	Descripción
Varilla de apisonado	Barra de acero sin estriar, con una sección circular de 16 mm de diámetro y una longitud aproximada de 600 mm, presentando extremos redondeados de manera semiesférica en ambos extremos.
Balanza Digital	Instrumento de medición de 61 kg de capacidad y aproximación de 0.1 g.
Horno	Empleado en el proceso de secado de muestras de laboratorio, este horno mantiene una temperatura constante de 110 °C ± 5 °C.

Agregado fino	Arena de granulometría gruesa y seca con un tamaño de muestra que oscila aproximadamente entre el 125% y el 200% de la cantidad necesaria para llenar el recipiente.
Recipiente	Un contenedor cilíndrico hecho de metal con asas, con una capacidad de $1/10 p^3$, presenta una superficie interna suave y continua.
Cucharón	Un utensilio utilizado para verter el agregado en el contenedor.

Fuente: elaboración propia

b. Procedimiento

Según la Norma Técnica Peruana 400.017:

- Para determinar el peso unitario compactado (P.U.C), se procedió a llenar el recipiente cilíndrico en tres partes iguales con el agregado. Se niveló el agregado en cada tercio y luego se compactó la capa con 25 golpes utilizando la varilla de apisonado de manera uniforme.

Figura 5

Compactado del agregado fino



Fuente: Elaboración propia

- Después, se calculó el peso total sumando el peso del recipiente con el agregado y se registró el peso del recipiente vacío.
- Para calcular el peso unitario seco (P.U.S.), se llevó a cabo la acción de colocar la muestra en el recipiente cilíndrico, asegurándose de no dejar caer el agregado desde una altura superior a 50 mm.
- Después de llenar completamente el recipiente, se niveló la superficie utilizando una varilla y se registró el peso total del recipiente con el agregado.

Figura 6

Peso del recipiente con el agregado.



Fuente. Elaboración propia

c. Cálculos

Densidad de masa (peso unitario) de agregado suelto o compactado:

$$P.U.S. \text{ o } P.U.C. = \frac{(G - T)}{V}$$

Donde:

P.U.S.: Peso unitario suelto (kg/m³)

P.U.C.: Peso unitario compactado (kg/m³)

G: Peso del recipiente sumado la muestra del agregado (kg.)

T: Peso solo del recipiente (kg.)

V: Volumen del recipiente (m³)

3.4.1.3. Contenido de humedad del agregado fino

a. *Materiales*

Tabla 17

Cuadro de los materiales para el contenido de humedad del agregado fino

Materiales, herramientas y equipos	Descripción
Balanza digital	Dispositivo de medición con una capacidad de 61 kg y una precisión de aproximadamente 0.1 g.
Horno	Utilizado para secar las muestras de laboratorio, horno con una temperatura constante de 110 °C ± 5 °C.
Agregado fino	Arena gruesa seca, con un peso mínimo de 500 gr según la NTP 399.185.
Recipiente	Contenedor de metal que mantiene su integridad bajo exposición al calor y cuenta con la capacidad adecuada para contener la muestra sin riesgo de derrame.

Fuente. Elaboración propia

b. *Procedimiento*

Ahora, se detalla el procedimiento para determinar el contenido de humedad en el agregado fino, siguiendo las pautas establecidas por la norma técnica peruana NTP

399.185:

- Una muestra de agregado fino se colocó en el horno y se sometió a un proceso de secado durante 24 horas.

Figura 7

Secado del Agregado Fino



Fuente. Elaboración propia

- Posteriormente, la muestra se extrajo del horno para llevar a cabo la recopilación de los datos obtenidos.

Figura 8

Toma de datos.



Fuente. Elaboración propia

c. Cálculos

Contenido de humedad

$$\%H = \frac{(W - D)}{D} * 100$$

Donde:

%H: Contenido total de humedad evaporable de la muestra (%)

W: Peso inicial de la muestra en estado húmedo (g)

D: Peso de la muestra seca (g)

3.4.1.4. Peso específico y porcentaje de absorción

a. Materiales

Tabla 18

Cuadro de materiales usados en el peso específico para el agregado fino.

Materiales, herramientas y equipos	Descripción
Fiola	Un utensilio de vidrio empleado en el proceso para introducir la muestra de agregado fino de manera que su volumen sea medible.
Balanza digital	Dispositivo de medición con una capacidad de 61 kg y una precisión de aproximadamente 0.1 g.
Horno	Utilizado para secar las muestras de laboratorio, horno con una temperatura constante de 110 °C ± 5 °C.
Agregado fino	Arena gruesa
Molde metálico	Molde de forma cónica, que presenta un diámetro superior de 40 mm ± 3 mm, con diámetro inferior de 90 mm con variación de ± 3 mm y 75 mm con variación de ± 3 mm de altura.
Apisonador	Barra metálica, la cual se utilizará para compactar la arena gruesa contenida dentro del molde. Su masa es de 345 g ± 3 mm de diámetro

Fuente. Elaboración propia

b. Procedimiento

- Se selecciono una muestra de agregado fino, la cual fue colocada en el horno por 24 horas a una temperatura de 110 grados.
- Después de transcurridas 24 horas, el material fue colocado en un recipiente al cual se le añadió agua hasta alcanzar 5 cm por encima del nivel de la muestra.
- Se dejo reposar el material por un periodo de 24 horas.
- Luego de completar el periodo de reposo, se elimina el exceso de agua del recipiente sin dejar caer la muestra, y posteriormente se permite que se seque a temperatura ambiente.
- Después, se empleó un apisonador y un molde metálico cónico para verificar la presencia de humedad superficial en la muestra. Una vez que la muestra alcanzó un estado de sequedad superficial y ya no conservó la forma del molde después de la compactación, se consideró lista para el siguiente procedimiento.

Figura 9

Molde cónico y apisonador.



Fuente. Elaboración propia

Figura 10

Apisonado de la muestra de arena gruesa



Fuente. Elaboración propia

- Se tomo una muestra de 100 gr la cual se colocó dentro de la fiola de vidrio, posteriormente se le agrego agua y se procedió a agitar con la finalidad de que la arena se sature completamente.

Figura 11

Peso de la muestra de arena gruesa



Fuente: Elaboración propia

Figura 12

Agregando agua a la muestra en el recipiente de vidrio.



Fuente. Elaboración propia

- Después de un periodo de 6 horas de reposo, se procede a vaciar en un recipiente para pasar a colocarla en el horno a 110 grados por un periodo de 24 horas.

Figura 13

Recipiente con muestra en estado de reposo.



Fuente: Elaboración propia

Figura 14

Muestra tomada de la fiola en el horno



Fuente: Elaboración propia

- Pasada las 24 horas, se llevó a cabo la extracción y pesaje de la muestra, así como la recopilación de datos para calcular el porcentaje de absorción.

Figura 15

Pesaje de la muestra después de ser sacado del horno.



Fuente: Elaboración propia

Figura 16

Recolección de datos de la muestra.



Fuente: Elaboración propia

c. Cálculos

Densidad relativa

$$Dr_{af} = \frac{A}{(B + S - C)}$$

Donde:

A: Peso de la muestra seca al horno (g)

B: Peso del recipiente llenado con agua (g)

S: Peso de la muestra saturada y superficialmente seca (g)

C: Peso del recipiente lleno con la muestra y agua (g)

Draf: Densidad relativa del agregado fino (adimensional)

Densidad en base al agregado secado en horno

$$D_{af} = D_w * Dr_{af}$$

Donde:

Draf: Densidad relativa del agregado fino

Dw: Densidad del agua (kg/m³)

Daf: Densidad del agregado fino (kg/m³)

Absorción

$$\%Abs = \frac{(S - A)}{A} * 100$$

Donde:

S: Peso de la muestra saturada y superficialmente seca (g)

A: Peso de la muestra seca al horno (g)

%Abs: Porcentaje de absorción (%)

3.4.2. Ensayos de agregado grueso

3.4.2.1. Análisis Granulométrico del agregado grueso

a. Materiales

Tabla 19

Cuadro de materiales usados en el análisis granulométrico del agregado grueso

Materiales, herramientas y equipos	Descripción
Tamices	Instrumentos que clasifican el agregado según sus distintos tamaños, fabricados con un marco de latón y una malla tejida de alambre de acero inoxidable. Se emplearon tamices de las siguientes aberturas: Tamices usados: N° 1", N° ¾", N° ½", N° 3/8", N° 4, N° 8 y N° 200.
Balanza Digital	Un dispositivo de medición con una capacidad de 61 kg y una precisión de aproximadamente 0.1 g.
Horno	Se emplea para el secado de muestras en el laboratorio, un horno que mantiene una temperatura constante de 110 °C con una variación de ± 5 °C.
Agregado grueso	Muestra del agregado que queda retenida en el tamiz 4.75 mm (N° 4) o superior a este.

Fuente: elaboración propia

b. Procedimiento

Según la Norma Técnica Peruana 400.012:

- Del agregado grueso se seleccionó una muestra representativa y se colocó a secar en el horno por 24 horas.

Figura 17

Muestra seca del agregado grueso



Fuente. Elaboración propia

- Se seleccionaron los tamices con las siguientes aberturas: N° 1", N° 3/4", N° 1/2", N° 3/8", N° 4, N° 8 y N° 200, para luego ordenarlos decrecientemente desde la tapa hasta el fondo y por consiguiente se coloca la muestra seca en la parte superior del tamiz.

Figura 18

Selección de tamices para agregado grueso



Fuente. Elaboración propia

- Posteriormente, se procedió a agitar manualmente los tamices y se registró el peso del material retenido en cada uno de ellos.

Figura 19

Peso del agregado grueso retenido en el tamiz



Fuente. Elaboración propia

- En la etapa final, se llevó a cabo el cálculo del porcentaje de peso retenido, el porcentaje retenido acumulado y el porcentaje de material que pasa.

c. Cálculos

Se efectuó el cálculo del porcentaje que atraviesa y los porcentajes retenidos en cada tamiz, con una aproximación al 0.1 % de la muestra inicialmente seca.

Módulo de fineza

$$M_f = \frac{\sum \% \text{acumulado retenido}}{100}$$

Se trata de la suma de los porcentajes acumulados retenidos en cada tamiz (Nº100, Nº 50, Nº 30, Nº 16, Nº 8, Nº 4, 3/8 y mayores) entre 100.

3.4.2.2. **Peso unitario del agregado grueso**

a. Materiales

Tabla 20.

Cuadro de materiales usadas en el ensayo de peso unitario

Materiales, herramientas y equipos	Descripción
Varilla de apisonado	Barra de acero sin estriar, con un diámetro de 16 mm y una longitud cercana a los 600 mm, caracterizada por tener ambos extremos redondeados en forma semi-esférica.
Balanza Digital	Dispositivo de medición con una capacidad de 61 kg y una precisión de aproximadamente 0.1 g.
Horno	Empleado para el secado de muestras de laboratorio, este horno mantiene una temperatura constante de 110 °C con una tolerancia de ± 5 °C.
Agregado grueso	Agregado en estado seco con un volumen de muestra que oscila aproximadamente entre el 125% y el 200% de la cantidad necesaria para completar el contenedor.
Recipiente	Contenedor metálico cilíndrico con asas, posee una capacidad equivalente a $1/10 p^3$, presentando una superficie interna suave y continua.

Cucharón	Utensilio diseñado para llenar el contenedor con el material agregado.
----------	--

Fuente: elaboración propia

b. Procedimiento

Según la Norma Técnica Peruana 400.017:

- En la determinación del peso unitario compactado (P.U.C), se realizó la carga del agregado en el recipiente cilíndrico en tercios, asegurándose de nivelar el material en cada tercio antes de compactar la capa mediante 25 golpes uniformes con la varilla de apisonado.

Figura 20

Compactado del agregado grueso.



Fuente. Elaboración propia

- A continuación, se estableció el peso combinado del recipiente y el agregado, así como el peso del recipiente en su estado vacío.

- Para calcular el peso unitario seco (P.U.S.), se llevó a cabo la colocación de la muestra en el recipiente cilíndrico, evitando que el agregado cayera desde una altura superior a 50 mm.
- Después de llenar el recipiente, se niveló con la varilla y se registró el peso del recipiente con el agregado.

Figura 21

Peso del recipiente con el agregado.



Fuente. Elaboración propia

c. Cálculos

Densidad de masa (peso unitario) de agregado suelto o compactado:

$$P.U.S. \text{ o } P.U.C. = \frac{(G - T)}{V}$$

Donde:

P.U.S.: Peso unitario suelto (kg/m³)

P.U.C.: Peso unitario compactado (kg/m³)

G: Peso del recipiente más muestra del agregado (kg.)

T: Peso del recipiente (kg.)

V: Volumen del recipiente (m³)

3.4.2.3. Contenido de humedad del agregado grueso

a. Materiales.

Tabla 21

Cuadro de materiales usados en el contenido de humedad para el agregado fino

Materiales, herramientas y equipos	Equipos
Balanza digital	Dispositivo de medición con una capacidad de 61 kg y una precisión de aproximadamente 0.1 g.
Horno	Empleado para el secado de muestras de laboratorio, este horno mantiene una temperatura constante de 110 °C con una variación de ± 5 °C.
Agregado grueso	Piedra chancada de tamaño de 1/2", con un peso mínimo de 2 kg.
Recipiente	Contenedor metálico resistente al calor y con la capacidad adecuada para contener la muestra sin riesgo de derrames.

Fuente. Elaboración propia

b. Procedimiento.

Ahora, se detalla el procedimiento para determinar el contenido de humedad en el agregado fino, siguiendo las pautas establecidas en la Norma Técnica Peruana NTP 339.185:

- Se introdujo una muestra de agregado grueso en el horno, sometiéndola a un proceso de secado durante un periodo de 24 horas.

Figura 22
Secado del agregado grueso.



Fuente: Elaboración propia.

- Después de esto, se extrae la muestra del horno para llevar a cabo la recopilación de los datos obtenidos.

c. Cálculos.

Contenido de humedad

$$\%H = \frac{(W - D)}{D} * 100$$

Donde:

%H: Cantidad completa de humedad evaporable presente en la muestra (%)

W: Peso de la muestra húmeda original (gr.)

D: Peso de la muestra seca (gr.)

3.4.2.4. **Peso específico y absorción del agregado grueso**

a. Materiales.

Tabla 22

Cuadro de materiales usados en el Peso específico para el agregado grueso.

Materiales, herramientas y equipos	Descripción
Tanque de agua	Contenedor sellado utilizado para posicionar el recipiente con la muestra, suspendiéndolo por debajo de la balanza.
Balanza digital	Dispositivo de medición con una capacidad de 61 kg y una precisión de aproximadamente 0.1 g.
Horno	Empleado para el proceso de desecado de muestras de laboratorio, este horno mantiene una temperatura constante de 110 °C con una variación de ± 5 °C.
Agregado grueso	Piedra chancada de tamaño de $\frac{1}{2}$ ", con un peso mínimo de 2 kg.
Molde metálico	Tiene una forma cónica, con un diámetro superior de 40 mm con una variación de ± 3 mm, un diámetro inferior de 90 mm con una variación de ± 3 mm y una altura de 75 mm con una variación de ± 3 mm.

Fuente: elaboración propia

b. Procedimiento.

- Se eligió una muestra de agregado grueso que se introdujo en el horno durante un periodo de 3 horas, manteniendo una temperatura constante de 110 grados centígrados.
- Después del proceso de secado, se llevó a cabo la inmersión del agregado en agua durante 24 horas a temperatura ambiente.

Figura 23

Sumergido de la muestra en agua



Fuente: Elaboración propia.

- A continuación, se retira la muestra del agua y se procede a secar rodando el agregado sobre un paño o toalla absorbente.

Figura 24

Secado de la muestra utilizando paño absorbente.



Fuente. Elaboración propia.

- Se toma nota de los pesos de la muestra saturada.
- Seguidamente se coloca la muestra saturada y secada superficialmente en el recipiente del tanque de agua para determinar la masa aparente.

Figura 25

Sumergido de la muestra en el tanque de agua



Fuente: Elaboración propia.

- Se procede a secar la muestra ensayada en el horno a una temperatura de 110 grados centígrados.

Figura 26

Secado de la muestra ensayada.



Fuente: Elaboración propia

c. Cálculos.

Densidad relativa

$$Dr_{AG} = \frac{A}{(B - C)}$$

Donde:

A: Peso de la muestra seca al horno (g)

B: Peso de la muestra superficialmente saturada seca (g)

C: Peso aparente de la muestra de ensayo saturada en agua (g)

Dr_{AG} : Densidad relativa del agregado grueso (adimensional)

Densidad en base al agregado secado en horno

$$D_{Ag} = D_W * Dr_{Ag}$$

Donde:

$D_{r_{AB}}$: Densidad relativa del agregado grueso (adimensional)

D_W : Densidad del agua (kg/m^3)

D_{Ag} : Densidad del agregado grueso (kg/m^3)

Absorción

$$\%Abs = \frac{(B - A)}{A} * 100$$

Donde:

A: Peso de la muestra seca (g)

B: Peso de la muestra superficialmente saturada seca (g)

%Abs: Porcentaje de absorción (%)

3.4.3. Ensayo para la medición del asentamiento del concreto

3.4.3.1. Ensayo de Asentamiento para concreto seco Rapimix

a. Materiales

Tabla 23

Cuadro de materiales usado en el asentamiento del concreto seco Rapimix

Materiales, herramientas y equipos	Descripción
Molde	Se utilizará un molde metálico cónico el cual no debe ser atacable por la mezcla cementante, además de contar con las siguientes medidas: La parte inferior posee un diámetro de 200 mm (equivalente a 8 pulgadas), mientras que la apertura superior tiene un diámetro de 100 mm (4 pulgadas) y una altura de 300 mm (12 pulgadas), con una tolerancia de ± 3 mm con respecto a las dimensiones especificadas.

Barra compactadora	Una barra de acero cilíndrica y sin irregularidades, con un grosor de 16 mm y una extensión de 600 mm, con sus dos extremos redondeados para facilitar la compactación.
Dispositivo de medida	Wincha de medida con incrementos de medida están entre ± 5 mm, longitud de la wincha debe ser 3 mm o superior.
Cucharón	La herramienta adecuada para obtener la cantidad precisa y representativa de concreto del recipiente, sin provocar derrames al verterlo en el molde metálico.
Muestra	La muestra será tomada de la mezcla de concreto seco Rapimix y agua, de acuerdo a sus especificaciones técnicas.

Fuente: Elaboración propia.

b. Procedimiento

- Se remoja el molde metálico y se procede a colocar sobre una superficie plana y nivelada.
- La muestra obtenida a partir de la mezcla de concreto seco Rapimix se vierte en el molde en tres capas, asegurándose de que cada capa represente un tercio del volumen total del molde.
- Se compacta cada capa vertida con 25 golpes de una barra lisa, distribuyéndolos de manera equitativa y uniforme en toda la sección.

Figura 27

Compactación por capas.



Fuente: Elaboración propia.

- Se enraza una vez culminado la compactación de la tercera capa.

Figura 28

Enraizado del material excedente.



Fuente: Elaboración propia.

- Se procede a retirar el molde, levantándolo de manera cuidadosa y en dirección vertical de manera ininterrumpida y en un tiempo no mayor a 2,5 min.
- Se toma medición del asentamiento, el cual está determinado por la diferencia entre la altura del molde y la del centro de la sección de la cara superior del cono de concreto deformado.

c. Cálculos.

$$DE = \sqrt{\frac{\sum(F'bi - F'bprom)^2}{(n - 1)}}; i = 1, 2, 3, \dots, n$$

Donde:

F'bi: Resistencia a la compresión de un espécimen (kg/cm²)

F'bprom: Resistencia a la compresión promedio de todos los ensayos (kg/cm²)

DE: Desviación estándar

3.4.3.2. Ensayo de Asentamiento para concreto seco Unicon

a. Materiales

Tabla 24

Cuadro de materiales usado en el asentamiento del concreto seco Unicon

Materiales, herramientas y equipos	Descripción
Molde	Se empleará un molde cónico de metal que sea resistente a la acción de la mezcla cementante, con las siguientes dimensiones: la base inferior tiene un diámetro de 200 mm (equivalente a 8 pulgadas), la abertura superior tiene un diámetro de 100 mm (equivalente a 4 pulgadas) y una altura de 300 mm (equivalente a 12 pulgadas), con una

	variación admisible de ± 3 mm en las medidas proporcionadas.
Barra compactadora	Una barra de acero de forma cilíndrica y superficie lisa, con un grosor de 16 mm y una longitud de 600 mm, cuyos extremos están redondeados para facilitar su uso en la compactación.
Dispositivo de medida	Wincha de medida con incrementos de medida están entre ± 5 mm, longitud de la wincha debe ser 3 mm o superior.
Cucharón	Una herramienta adecuada para asegurar la obtención precisa y representativa de la cantidad de concreto del recipiente, evitando derrames al verterlo en el molde metálico.
Muestra	La muestra será tomada de la mezcla de concreto seco Unicon y agua, de acuerdo a sus especificaciones técnicas.

Fuente: Elaboración propia.

b. Procedimiento

- La parte interior del molde metálico se sumerge en agua y luego se coloca sobre una superficie plana y nivelada.
- La muestra obtenida de la mezcla de concreto seco Unicon se vierte en el molde en tres capas, asegurando que cada capa represente un tercio del volumen total del molde.
- En cada capa que se está vaciando se le compacta con 25 golpes de la barra lisa, aplicado de manera equitativa y uniforme en toda la sección.

Figura 29

Compactado del concreto por capas



Fuente: Elaboración propia.

- Se enrasa una vez culminado la compactación de la tercera capa.

Figura 30

Enrasado del material excedente.



Fuente: Elaboración propia.

- Se retira el molde de forma cuidadosa y levantándolo verticalmente de manera continua, en un lapso que no exceda los 2,5 minutos.
- Se procede a medir el asentamiento, el cual se calcula mediante la diferencia entre la altura del molde y la medida desde el centro de la sección superior del cono de concreto deformado.

Figura 31

Medición del asentamiento del concreto.



Fuente: Elaboración propia.

c. Cálculos.

$$DE = \sqrt{\frac{\sum(F'bi - F'bprom)^2}{(n - 1)}}; i = 1, 2, 3, \dots, n$$

Donde:

F'bi: Resistencia a la compresión de un espécimen (kg/cm²)

F'bprom: Resistencia a la compresión promedio de todos los ensayos (kg/cm²)

DE: Desviación estándar

3.4.3.3. Ensayo de Asentamiento para concreto Tradicional

a. Materiales

Tabla 25

Cuadro de materiales usado en el asentamiento del concreto seco Rapimix

Materiales, herramientas y equipos	Descripción
Molde	Se empleará un molde cónico de metal que sea resistente a la acción de la mezcla de cemento, con las dimensiones siguientes: la base inferior posee un diámetro de 200 mm (equivalente a 8 pulgadas), la apertura superior tiene un diámetro de 100 mm (equivalente a 4 pulgadas) y una altura de 300 mm (equivalente a 12 pulgadas), con una variación admitida de ± 3 mm en las medidas mencionadas.
Barra compactadora	Una barra de acero cilíndrica y sin protuberancias, con un grosor de 16 mm y una extensión de 600 mm, que presenta extremos redondeados para facilitar su uso en procesos de compactación.
Dispositivo de medida	Wincha de medida con incrementos de medida están entre ± 5 mm, longitud de la wincha debe ser 3 mm o superior.
Cucharón	Una herramienta idónea para obtener la cantidad precisa y representativa de concreto del recipiente, evitando derrames al verterlo en el molde metálico.
Muestra	La muestra será tomada de la mezcla de concreto Tradicional, de acuerdo a lo indicado con la NTP 339.036.

Fuente: Elaboración propia

b. Procedimiento

- Se remoja el molde metálico y se procede a colocar sobre una superficie plana y nivelada.
- La muestra obtenida de la mezcla de concreto Tradicional se vierte en el molde en tres capas, asegurándose de que cada capa represente un tercio del volumen total del molde.
- En cada capa que se está vaciando se le compacta con 25 golpes de la barra lisa, aplicado de manera equitativa y uniforme en toda la sección.

Figura 32

Compactación de la mezcla en el cono de Abrahams



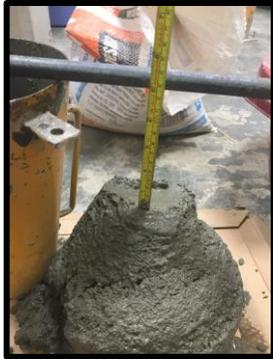
Fuente: Elaboración propia

- El molde se retira con cuidado, levantándolo verticalmente de forma continua y sin interrupciones, en un lapso que no exceda los 2,5 minutos.

La medición del asentamiento se obtiene al calcular la discrepancia entre la altura del molde y la del centro de la sección superior del cono de concreto deformado.

Figura 33

Medición del asentamiento



Fuente: Elaboración propia

c. Cálculos.

$$DE = \sqrt{\frac{\sum(F'bi - F'bprom)^2}{(n - 1)}}; i = 1, 2, 3, \dots, n$$

Donde:

F'bi: Resistencia a la compresión de un espécimen (kg/cm²)

F'bprom: Resistencia a la compresión promedio de todos los ensayos (kg/cm²)

DE: Desviación estándar

3.4.4. Ensayo para la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto

3.4.4.1. Resistencia a la compresión del concreto tradicional

a. Materiales

Tabla 26

Cuadro de materiales usados en el ensayo de resistencia a la compresión para un concreto tradicional

Materiales, herramientas y equipos	Descripción
Especímenes o Muestras cilíndricas	Probetas de concreto elaboradas según NTP 339.183 y dosificación de materiales según diseño de mezcla por el método ACI.
Molde cilíndrico	El molde de acero tiene forma cilíndrica con un diámetro de 15 cm y una altura de 30 cm, y se encuentra apoyado sobre una placa de asiento con un ángulo de 90 grados con respecto a la superficie.
Barra compactadora	Una varilla cilíndrica y lisa de acero, de un espesor de 16 mm y de longitud de 600 mm (5/8"), con ambos extremos redondeados para la compactación
Cucharón metálico	Herramienta apropiada para obtener la cantidad adecuada y representativa de concreto del recipiente para echar en el molde cilíndrico sin causar derrames de material.
Martillo de goma	Se emplea un martillo con una cabeza de goma que pesa alrededor de 600 gramos para eliminar las burbujas de aire, golpeando ligeramente el molde cilíndrico.
Bloques de acero	La prensa de concreto cuenta con dos bloques de acero que sirven como bloques de apoyo y se colocan sobre una rótula. Estos bloques tienen dimensiones mínimas que son al menos un 3% más grandes que el diámetro de las muestras.
Prensa de concreto	Maquina compresora hidráulica de 120 Tn de capacidad

Fuente: elaboración propia

b. Procedimiento

La elaboración y curado de los especímenes de concreto se llevaron a cabo siguiendo las pautas establecidas por la Norma Técnica Peruana 339.183:

- Se agrega el cemento y agregado fino sin añadir agua en un recipiente de metal limpio y humedecido, mezclándolos completamente para luego adicionar el agregado grueso y distribuirlo uniformemente, y finalmente se agrega el agua hasta que la mezcla sea homogénea y tenga una consistencia plástica.

Figura 34

Preparación de la mezcla tradicional



Fuente: elaboración propia

- Una vez obtenida la mezcla de concreto se colocó en el molde cilíndrico utilizando un cucharón metálico, llenando la mezcla en tres capas (según NTP 339.183 referente al diámetro de cilindro) y compactándolo en cada capa con 25 golpes con el uso de la barra compactadora, distribuyéndolo uniformemente para luego golpear suavemente el molde cilíndrico 10 veces con el martillo de goma.

Figura 35

Llenado de la mezcla a los especímenes



Fuente: Elaboración propia

- Para finalizar, en la capa final se añade una cantidad de concreto que complete el molde al nivel superior una vez compactado.

Figura 36

Llenado a la rasante del molde



Fuente: Elaboración propia

- Luego del vaciado se dejó por 24 horas y se procedió a desmoldar las 5 muestras cilíndricas para almacenarlos en el cuarto de curado, para las edades de 7, 14 y 28 días; que en su total son 15 para un concreto elaborado tradicionalmente.

Para el ensayo de resistencia en muestras cilíndricas, se utilizó la Norma Técnica Peruana 339.035:

- Una vez curados las cinco probetas de concreto estas fueron sometidos a compresión en las edades de 7, 14 y 28 días.
- Para realizar la prueba, se posicionó el bloque inferior sobre la platina de la máquina y se limpiaron las superficies de contacto de los bloques. Posteriormente, se ubicó la muestra cilíndrica sobre el bloque inferior.
- Antes de llevar a cabo la prueba, se aseguró de que el indicador de carga estuviera posicionado en cero.
- Por último, se aplicó la carga de compresión gradualmente hasta que el indicador empezara a mostrar una disminución.

Figura 37

Rotura de probetas del concreto tradicional



Fuente: Elaboración propia

c. Cálculos

Resistencia a la compresión del espécimen

$$F'c = \frac{W}{A}$$

Donde:

W: La máxima carga que indica la máquina de ensayo (kg)

A: Promedio del área bruta de las superficies de contacto superior e inferior del espécimen (cm²)

F' b: Resistencia a la compresión del espécimen (kg/cm²)

Desviación estándar

$$DE = \sqrt{\frac{\sum(F'bi - F'bprom)^2}{(n - 1)}}; i = 1,2,3 \dots, n$$

Donde:

F'bi: Resistencia a la compresión de un espécimen (kg/cm²)

F'bprom: Resistencia promedio a la compresión de todas las pruebas. (kg/cm²)

DE: Desviación estándar

Resistencia característica

$$F'bc = F'bprom - DE$$

Donde:

F'bprom: Resistencia promedio a la compresión de todas las pruebas (kg/cm²)

DE: Desviación estándar

F'bc: Resistencia a la compresión característica (kg/cm²)

3.4.4.2. Resistencia a la compresión para un concreto con producto

Rapimix y Unicon

a. Materiales

Tabla 27

Cuadro de materiales usados en el ensayo de resistencia a la compresión para un concreto con producto Rapimix o Unicon

Materiales, herramientas y equipos	Descripción
Especímenes o Muestras cilíndricas	Probetas de concreto elaboradas según NTP 339.183 y dosificación de materiales según ficha técnica del producto de concreto seco.
Concreto seco	Bolsas de concreto seco de 40 kg, de la marca Rapimix y Unicon. Un producto que tiene una mezcla seca de arena gruesa, piedra y cemento y solo requiere agregar agua según dosificación en ficha técnica.
Molde cilíndrico	Molde de acero en forma de cilindro con dimensiones de 15 cm de diámetro y 30 cm de alto, el cual reposa en una placa de asiento formando 90°C.
Barra compactadora	Una varilla cilíndrica y lisa de acero, de un espesor de 16 mm y de longitud de 600 mm (5/8”), con ambos extremos redondeados para la compactación
Cucharon metálico	Instrumento adecuado para obtener una cantidad precisa y representativa de concreto del recipiente, con el fin de verterlo en el molde cilíndrico sin provocar derrames del material.
Martillo de goma	Martillo de goma con un peso cercano a los 600 gramos, diseñado para liberar las burbujas de aire mediante golpes suaves en el molde cilíndrico.
Bloques de acero	La prensa de concreto es equipada por 2 bloques de acero, las cuales son bloques de apoyo que se asentara sobre una rotula,

contando con una dimensión mínima que sea al menos un 3% mayor que el diámetro de las muestras.

Prensa de concreto Máquina compresora hidráulica con una capacidad de 120 toneladas.

Fuente: elaboración propia

b. Procedimiento

Para la elaboración y curado de los especímenes de concreto se utilizó la Norma Técnica Peruana 339.183:

- Se introduce la mezcla de concreto seco en un recipiente metálico previamente humedecido, seguido de la adición de agua, según dosificación de ficha técnica, para Rapimix se le agregó 5.50 litros por bolsa de 40 kg y para Unicon 5.0 litros por bolsa de 40 kg; mezclándolo uniformemente hasta obtener una consistencia plástica.

Figura 38

Medida del agua para el concreto seco Rapimix.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 39

Preparación de la mezcla Rapimix



Fuente: Elaboración propia.

Figura 40

Medida del agua para el concreto seco Unicon.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 41

Preparación de la mezcla Unicon.



Fuente: Elaboración propia.

- Una vez obtenida la mezcla de concreto se colocó en el molde cilíndrico utilizando un cucharón metálico, llenando la mezcla en tres capas (según NTP 339.183 referente al diámetro de cilindro) y compactándolo en cada capa se compacta con 25 golpes utilizando la barra compactadora., distribuyéndolo uniformemente para luego golpear suavemente el molde cilíndrico 10 veces con el martillo de cabeza de goma.

Figura 42

Colocación de la mezcla al molde cilíndrico en tres capas.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 43

Compactación de la mezcla con la barra metálica



Fuente: Elaboración propia.

Figura 44

Golpeado del molde con el martillo de goma.



Fuente: Elaboración propia.

- Finalmente, en la última capa se añade una cantidad de concreto que alcance el borde del molde después de ser compactado.

Figura 45

Enrazado del concreto en el molde.



Fuente: Elaboración propia.

- Luego del vaciado se dejó por 24 horas y se procedió a desmoldar las muestras cilíndricas para almacenarlos en la cámara de curado, para las edades de 7, 14 y 28 días; que en su total son 30, 15 para un concreto elaborado con concreto seco Rapimix y 15 con el producto de concreto seco Unicon.

Figura 46

Desmoldado de las muestras.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 47

Colocación de las muestras en la cámara de curado.



Fuente: Elaboración propia.

Para el ensayo de resistencia en muestras cilíndricas, se utilizó la Norma Técnica Peruana 339.035:

- Después de que las probetas de concreto fueron debidamente curadas, se sometieron a pruebas de compresión a las edades de 7, 14 y 28 días.
- Para llevar a cabo la prueba, se posicionó el bloque inferior sobre la platina de la máquina, posteriormente se limpiaron las superficies de contacto de los bloques y se procedió a colocar la muestra cilíndrica sobre el bloque inferior.

Figura 48

Colocación de la muestra en la prensa.



Fuente: Elaboración propia.

- Antes de llevar a cabo el ensayo, se aseguró de que el indicador de carga estuviera en cero.

Figura 49

Verificación del indicador de carga en cero.



Fuente: Elaboración propia.

- Al final, se procedió a aplicar la carga de compresión hasta que el indicador reflejara una reducción.

Figura 50

Toma de datos de la falla a compresión.



Fuente: Elaboración propia.

c. Cálculos

Resistencia a la compresión del espécimen

$$F' b = \frac{W}{A}$$

Donde:

W: Carga máxima señalada por el equipo de ensayo (kg)

A: Promedio del área total de las superficies de contacto superior e inferior del espécimen. (cm²)

F' b: Resistencia a la compresión de la muestra cilíndrica (kg/cm²)

Desviación estándar

$$DE = \sqrt{\frac{\sum(F'bi - F'bprom)^2}{(n - 1)}}; i = 1, 2, 3 \dots, n$$

Donde:

F'bi: Resistencia a la compresión de un espécimen (kg/cm²)

F'bprom: Resistencia a la compresión promedio de todos los ensayos (kg/cm²)

DE: Desviación estándar

Resistencia característica

$$F'bc = F'bprom - DE$$

Donde:

F'bprom: Promedio de la resistencia a la compresión de todos los ensayos (kg/cm²)

DE: Desviación estándar

F'bc: Resistencia a la compresión característica (kg/cm²)

3.4.5. *Elaboración de muestras no probabilísticas:*

Para la partida de concreto en columna

3.4.5.1. Materiales

Tabla 28

Cuadro de materiales usados en la elaboración de columnas de concreto.

Materiales, herramientas y equipos	Descripción
Especímenes o Muestras	Columnas de concreto sin aceros de refuerzo con características de 0.25 m de lado por 1 m de altura.

Encofrado	Paneles prefabricados recortados para una columna de características de 0.25 m de lado por 1 m de altura.
Palana	Herramienta indispensable en todo tipo de obra de construcción, utilizada para abastecer, mover y preparar materiales de construcción.
Mezcladora de concreto	Máquina apropiada para mezclar los materiales del concreto, tales como agregado fino y grueso, cemento y agua. Trabaja con el tambor en una inclinación de 45° para obtener una mezcla homogénea.
Vibradora de concreto	Máquina de alta vibración apropiada para eliminar los vacíos y cubrir los espacios homogéneamente después del vaciado del concreto, con un vibrado de entre 10 y 15 segundos en cada incisión.

Fuente: Elaboración propia

3.4.5.2. Procedimiento

Este muestreo se realizó de manera no probabilística por juicio, con la finalidad de determinar la cantidad de columnas a ser evaluadas. Para este fin, se elaboró 9 columnas de características de 0.25 m de lado por 1 m de altura.

- Se realizó el encofrado de las 9 columnas a evaluar con las dimensiones ya antes mencionadas de largo 0.25 m por 0.25 m de ancho y 1.00 m de alto.

Figura 51

Encofrado de columnas.



Fuente: Elaboración propia.

- Posteriormente se procedió a preparar la mezcla de los concreto según sus dosificaciones.

Figura 52

Elaboración de las mezclas de concreto



Fuente: Elaboración propia.

Figura 53

Concreto seco Unicon.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 54

Concreto seco Rapimix.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 55

Concreto tradicional tipo Ico.



Fuente: Elaboración propia.

- Por último, después de obtener la mezcla se realizó el vaciado correspondiente y se tomó también el tiempo de su elaboración. En la elaboración del concreto se tomó nota del rendimiento de la mano de obra en la unidad de medida de metros cúbicos por día ($m^3/\text{día}$)

Figura 56

Vaciado de columnas



Fuente: Elaboración propia

Figura 57

Apuntes del rendimiento de mano de obra



Fuente: Elaboración propia

3.4.5.3. Cálculo

Volumen

Se realizó el cálculo en función de la unidad de medida, utilizando la fórmula de volumen para un objeto rectangular.

$$V = a \times b \times c$$

Donde:

a : Largo de la columna (m)

b : Ancho de la columna (m)

c : Alto de la columna (m)

V : Volumen de la columna (m³)

3.5. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

3.5.1. Ensayos de agregado fino

3.5.1.1. Análisis Granulométrico

Tabla 29

Análisis granulométrico del agregado fino

Tamiz N°	Abertura (mm)	MASA (g)	PESO RETENIDO (g)	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	Acumulado Pasa (%)	Límites	
							Inf.	Sup.
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00		
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/8"	9.500	2.10	2.10	0.13	0.13	99.87	100.0	100.0
N° 4	4.750	35.30	35.30	2.24	2.38	97.62	95.0	100.0
N° 8	2.360	277.40	277.40	17.64	20.02	79.98	80.0	100.0
N° 16	1.180	264.90	264.90	16.84	36.86	63.14	50.0	85.0
N° 30	0.600	223.00	223.00	14.18	51.04	48.96	25.0	60.0
N° 50	0.300	409.50	409.50	26.04	77.08	22.92	5.0	30.0
N° 100	0.150	241.30	241.30	15.34	92.42	7.58	0.0	10.0
N° 200	0.075	55.60	55.60	3.54	95.96	4.04	0.0	5.0
Fondo	< 0.075	63.60	63.60	4.04	100.00	0.00		
Σ	Total		1,572.70					

Nota: Obtenido del Anexo N°6

$$\text{Módulo de Finura} = \sum (\% \text{Peso acumulado retenido}) / 100 = 2.80$$

P.U.S.	Promedio (kg/m³)	1583
---------------	------------------------------------	-------------

Nota: Obtenido del Anexo N° 8

Tabla 31

Peso unitario compactado del agregado fino

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO (NTP 400.017)			
Agregado Fino - Procedencia: Cantera "Rio Bado"			
NOMENCLATURA	MUESTRA	1	2
T	Peso del recipiente (kg)	6.696	6.696
V	Volumen del recipiente (m ³)	0.014242	0.014242
G	Peso del recipiente + muestra compactada (kg)	31.66	33.116
T- G	Peso de la muestra compactada (kg)	24.964	26.420
(T-G) /V	Peso unitario compactado (kg/m³)	1753	1855
P.U.C.	Promedio (kg/m³)	1804	

Nota: Obtenido del Anexo N° 8

3.5.1.3. Contenido de humedad del agregado fino

Tabla 32

Contenido de humedad del agregado fino

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO (NTP 339.185)			
Agregado Fino - Procedencia: Cantera "Rio Bado"			
NOMENCLATURA	MUESTRA	1	2
W _r	Peso del recipiente (g)	702.9	702.9
W _r +W	Peso del recipiente + muestra húmeda (g)	3803.3	3844.3
W _r +D	Peso del recipiente + muestra seca (g)	3775.1	3815.9

$\frac{(W - D)}{D} * 100$	Contenido de humedad (%)	0.92%	0.91%
%H	Promedio (%)	0.92%	

Nota: Obtenido del Anexo N° 10

3.5.1.4. Peso específico y porcentaje de absorción

Tabla 33

Peso específico del agregado fino

PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO (NTP 400.022)				
Agregado Fino - Procedencia: Cantera "Rio Bado"				
NOMENCLATURA	MUESTRA	1	2	
A	Peso de la muestra seca al horno (g)	98.28	98.4	
B	Peso del recipiente + agua (g)	685.9	685.9	
S	Peso de la muestra superficialmente saturada seca (g)	100.0	100.0	
C	Peso del recipiente + muestra sss + agua (g)	747.7	747.9	
$D_{raf} = \frac{A}{(B + S - C)}$	Densidad relativa del agregado fino	2.573	2.589	
Draf	Promedio	2.581		
Dw	Densidad del agua a 18.3 °C (kg/m ³)	998.54		
$D_{af} = Dw * D_{raf}$	Peso específico del agregado fino (kg/m³)	2577		

Nota: Obtenido del Anexo N° 11

Tabla 34

Porcentaje de absorción del agregado fino

PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO (NTP 400.022)				
Agregado Fino - Procedencia: Cantera "Rio Bado"				
N.º	Peso de la	Peso de la	% Absorción	% Absorción promedio

Muestra	Muestra SSS (g)	Muestra seca (g)		
1	100	98.28	1.75%	1.69%
2	100	98.4	1.63%	

Nota: Obtenido del Anexo N° 11

3.5.2. Ensayos de agregado grueso

3.5.2.1. Análisis Granulométrico

Tabla 35

Análisis granulométrico del agregado grueso.

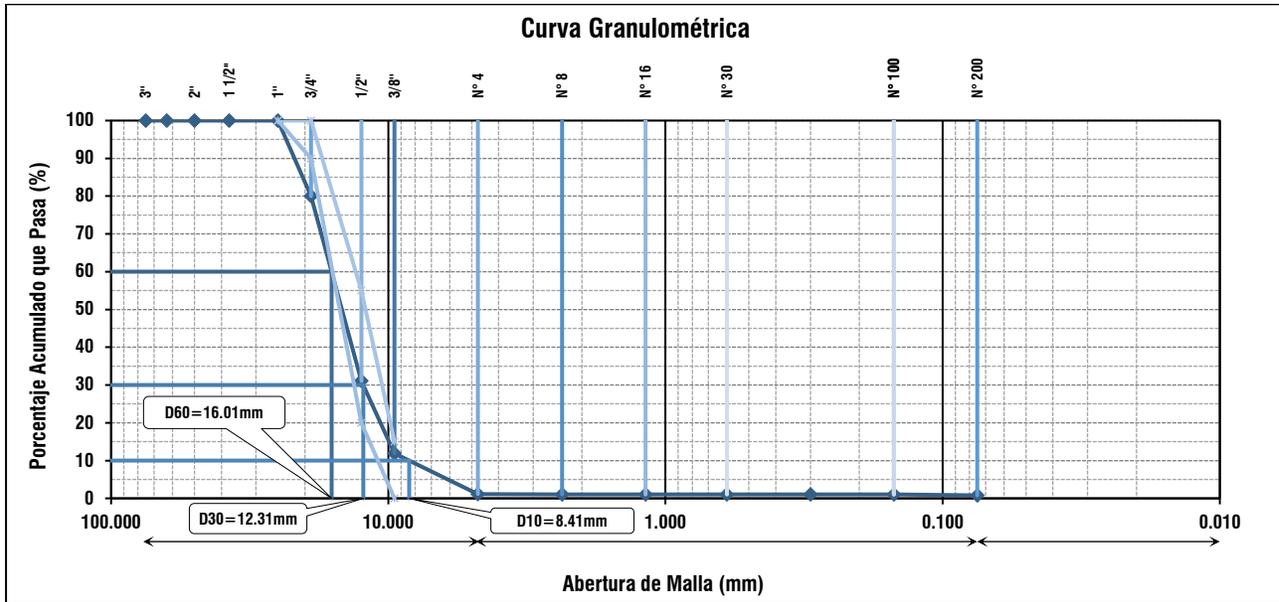
Tamiz N°	Abertura (mm)	MASA 01 (g)	PESO RETENIDO (g)	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	Acumulado Pasa (%)	Límites	
							Inf.	Sup.
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00		
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/4"	19.000	1,011.45	1,011.45	19.99	19.99	80.01	90.00	100.00
1/2"	12.500	2,475.15	2,475.15	48.92	68.91	31.09	20.00	55.00
3/8"	9.500	971.10	971.10	19.19	88.10	11.90	0.00	15.0
N° 4	4.750	544.35	544.35	10.76	98.86	1.14	0.00	5.00
N° 8	2.360	5.55	5.55	0.11	98.97	1.03		
N° 16	1.180	0.00	0.00	0.00	98.97	1.03		
N° 30	0.600	0.00	0.00	0.00	98.97	1.03		
N° 50	0.300	0.00	0.00	0.00	98.97	1.03		
N° 100	0.150	0.00	0.00	0.00	98.97	1.03		
N° 200	0.075	12.15	12.15	0.24	99.21	0.79		
Fondo	< 0.075	40.05	40.05	0.79	100.00	0.00		
Σ	Total		5,059.80					

Nota: Obtenido del Anexo N° 7

TMN = 3/4"

Tabla 36

Curva granulométrica del agregado grueso



Nota: Obtenido del Anexo N° 7

3.5.2.2. Peso unitario del agregado grueso

Tabla 37

Peso unitario suelto del agregado grueso.

PESO UNITARIO SUELTO DEL AGREGADO (NTP 400.017)			
Agregado Grueso- Procedencia: Cantera "Rio Bado"			
NOMENCLATURA	MUESTRA	1	2
T	Peso del recipiente (g)	6.696	6.696
V	Volumen del recipiente (m ³)	0.014242	0.014242

G	Peso del recipiente + muestra suelta (kg)	25.79	25.82
T- G	Peso de la muestra suelta (kg)	19.094	19.124
(T-G) /V	Peso unitario suelto (kg/m³)	1341	1343
P.U.S.	Promedio (kg/m³)	1342	

Nota: Obtenido del Anexo N° 9

Tabla 38

Peso unitario compactado del agregado grueso

PESO UNITARIO COMPACTADO DEL AGREGADO (NTP 400.017)

Agregado Grueso - Procedencia: Cantera "Rio Bado"

NOMENCLATURA	MUESTRA	1	2
T	Peso del recipiente (kg)	6.696	6.696
V	Volumen del recipiente (m ³)	0.014242	0.014242
G	Peso del recipiente + muestra compactada (kg)	28.792	28.800
T- G	Peso de la muestra compactada (kg)	22.096	22.104
(T-G) /V	Peso unitario compactado (kg/m³)	1551	1552
P.U.C.	Promedio (kg/m³)	1552	

Nota: Obtenido del Anexo N° 9

3.5.2.3. Contenido de humedad del agregado grueso

Tabla 39

Contenido de humedad del agregado grueso

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO (NTP 339.185)

Agregado Grueso- Procedencia: Cantera "Rio Bado"

NOMENCLATURA	MUESTRA	1	2
Wr	Peso del recipiente (gr)	751.3	751.3
Wr+W	Peso del recipiente + muestra húmeda (gr)	4035.2	4139.8
Wr+D	Peso del recipiente + muestra seca (gr)	4024.2	4127.7
$\frac{(W - D)}{D} * 100$	Contenido de humedad (%)	0.34%	0.36%
%H	Promedio (%)	0.35%	

Nota: Obtenido del Anexo N° 10

3.5.2.4. Peso específico y porcentaje de absorción

Tabla 40

Peso específico del agregado grueso

PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO (NTP 400.021)			
Agregado Grueso - Procedencia: Cantera "Rio Bado"			
NOMENCLATURA	MUESTRA	1	2
A	Peso de la muestra seca al horno (g)	3336.8	3685.2
B	Peso de la muestra superficialmente saturada seca (g)	3381.2	3738.1
C	Peso aparente de la muestra sss en agua (g)	2093.7	2316.2
$Dr_{AG} = \frac{A}{(B - C)}$	Densidad relativa del agregado grueso	2.592	2.592
Dr_{AG}	Promedio	2.592	
Dw	Densidad del agua a 18.3 °C (kg/m ³)	998.54	
$D_{Ag} = D_W * Dr_{Ag}$	Peso específico del agregado grueso (kg/m³)	2588	

Nota: Obtenido del Anexo N° 12

Tabla 41*Porcentaje de absorción del agregado grueso*

PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO (NTP 400.021)				
Agregado Grueso - Procedencia: Cantera "Rio Bado"				
N.º	Peso de la	Peso de la	% Absorción	% Absorción promedio
Muestra	Muestra SSS (g)	Muestra seca (g)		
1	3381.2	3336.8	1.33%	1.38%
2	3738.1	3685.2	1.44%	

*Nota: Obtenido del Anexo N° 12***3.5.3. Diseño de mezcla por el método ACI 211**

Se realizó el diseño de mezcla para una resistencia a la compresión de $f'c$ de 210 kg/cm² con cemento Portland compuesto tipo ICo (ver Anexo N° 20). La densidad del cemento es de 2960 kg/m³ (ver Anexo N° 1). La densidad del agua es de 998.5 kg/cm³ para una temperatura de 18.3 °C según NTP 400.017, se tomó este dato dependiendo de la temperatura de la zona ubicada. Los detalles de las características acerca de los agregados se encuentran especificados en la Tabla 42.

Tabla 42*Características de los agregados*

Ensayo	Unidad	Agregado fino	Agregado grueso	Norma
Módulo de Fineza		2.80	---	NTP 400.012

Tamaño máximo nominal (TMN)	in	---	3/4"	NTP 400.012
Peso unitario suelto	Kg/m ³	1,582.92	1,341.74	NTP 400.017
Peso unitario compactada	Kg/m ³	1,803.96	1,551.75	NTP 400.017
Peso específico	Kg/m ³	2,577.36	2587.93	NTP 400.022/ NTP 400.021
Porcentaje de absorción	%	1.69	1.38	NTP 400.022/ NTP 400.021
Contenido de humedad	%	0.92	0.35	NTP 339.185

Fuente. Elaboración propia

El diseño según el método ACI:

a. Cálculo de f'_{cr} (Resistencia a la compresión promedio requerida)

$$f'_{cr} = f'_c + 84 \text{ (ver Tabla 1)}$$

$$f'_{cr} = 294 \text{ kg/cm}^2$$

b. Elección del asentamiento (SLUMP)

Se especifica una consistencia plástica. Por lo cual el asentamiento será de 4" (ver **Tabla 2 y Tabla 3**)

c. Cálculo del agua y contenido de aire

$$\text{Agua} = 205 \text{ kg/m}^3 \text{ (ver Tabla 4)}$$

$$\text{Aire atrapado} = 2\% \text{ (ver Tabla 5)}$$

d. Relación agua/cemento (a/c)

Se realizo la interpolación según **Tabla 6**.

f'cr	a/c
300	0.55
294	x
250	0.62

$$\mathbf{R\ a/c = 0.558}$$

e. Cálculo del contenido de cemento

$$a/c = 0.558$$

$$c = 205/0.558$$

$$\mathbf{c = 367\ kg/m^3}$$

f. Volumen del agregado grueso

$$\mathbf{Fag = 0.62\ (ver\ Tabla\ 7)}$$

g. Peso seco y compactado del agregado grueso

$$P.U.C. = 1551.75\ kg/m^3$$

$$Fag = 0.62$$

$$\mathbf{PsAg = 1551.75 \times 0.62 = 962.09\ kg/m^3}$$

h. Cálculo del volumen absoluto de los materiales por m³

$$\mathbf{Cemento = 367 / 2,960 = 0.124\ m^3}$$

$$\mathbf{Agregado\ grueso = 962.09 / 2,587.93 = 0.372\ m^3}$$

$$\mathbf{Agua = 205/998.5 = 0.205\ m^3}$$

$$\text{Aire} = 2/100 = 0.020 \text{ m}^3$$

$$\Sigma = 0.721 \text{ m}^3$$

i. Cálculo del peso seco del agregado fino

$$\text{Vabs.Af} = 1 \text{ m}^3 - 0.721 \text{ m}^3 = 0.279 \text{ m}^3$$

$$\text{PsAf} = 0.279 \text{ m}^3 \times 2,577 \text{ kg/m}^3 = \mathbf{718.983 \text{ kg}}$$

j. Corrección por humedad de los agregados

$$\text{AF} = 718.983 ((0.92/100) + 1) = 725.598 \text{ kg}$$

$$\text{AG} = 962.09 ((0.35/100) + 1) = 965.457 \text{ kg}$$

k. Corrección por absorción y cálculo de agua efectiva

$$\text{AF} = 725.598 ((0.92-1.69) / 100) = -5.587 \text{ kg}$$

$$\text{AG} = 966.457 ((0.35-1.38) / 100) = -9.955 \text{ kg}$$

$$\text{Agua Libre} = -5.587 + (-9.955) = -15.542 \text{ kg}$$

$$\text{Agua efectiva} = 205 - (-15.5323) = \mathbf{220 \text{ kg}}$$

l. Reajuste del peso de cemento

$$\text{Cr} = 220/0.558 = 394.265 \text{ kg}$$

Comprobación de resultados

$$\text{AF} = 718.983[1.69/100) + 1]$$

$$\text{AF} = 731.134 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{AG} = 962.09[(1.38/100) + 1]$$

$$\text{AG} = 975.367 \text{ kg/m}^3$$

Tabla 43*Resumen de proporciones en peso*

Material	Peso húmedo (kg/m³)	Peso SSS (kg/m³)
Cemento	394.265	394.265
A. Fino	725.598	731.134
A. Grueso	965.457	975.367
Agua	220	205
PUC	2,305	2,305

Fuente. Elaboración propia

Tabla 44*Relación en peso*

Cemento	A. Grueso	A. Fino	Agua
1	2.63	1.97	0.60

Fuente. Elaboración propia

Tabla 45*Proporción de volumen húmedo*

Cemento	B. Grueso	B. Fino	Agua
1	2.93	1.85	25.50 Lt

Fuente. Elaboración propia

3.5.4. Ensayo para la medición del asentamiento del concreto

En la **Tabla 46** se presentan los resultados de los ensayos de laboratorio para la medición del asentamiento o SLUMP de los tres tipos de concretos elaborados.

Tabla 46

Resultados de los ensayos de asentamiento

Descripción	Asentamiento Teórico (pulg)	Asentamiento en laboratorio (pulg)
Concreto Tradicional	3" a 4"	3 3/4"
Concreto Rapimix	4" ± 1"	6 1/2"
Concreto Unicon	3" a 4"	4 3/4"

Fuente. Elaboración propia

3.5.5. Ensayo para la resistencia a la compresión de especímenes cilíndricas de concreto

3.5.5.1. Resistencia a la compresión del concreto a 7 días de curado

Tabla 47

Resistencia a la compresión del concreto tradicional a los 7 días de curado

Tipo de Concreto	N.º	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga (kg)	f'cr (kg/cm ²)	f'cr promedio (kg/cm ²)	% f'cr con respecto a 210 kg/cm ²
Concreto Tradicional	1	15	176.71	29,096	164.65	174.48	83.09%
	2	15	176.71	30,380	171.92		
	3	15	176.71	29,268	165.62		

4	15	176.71	33,634	190.33
5	15	176.71	31,673	179.23

Nota: Adaptado del Anexo N° 21

Tabla 48

Resistencia a la compresión del concreto Rapimix a los 7 días de curado

Tipo de Concreto	N.º	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga (kg)	f'cr (kg/cm ²)	f'cr promedio (kg/cm ²)	% f'cr con respecto a 210 kg/cm ²
Concreto Rapimix	1	15	176.71	29,884	169.11	167.15	79.59%
	2	15	176.71	30,089	170.27		
	3	15	176.71	28,856	163.30		
	4	15	176.71	29,974	169.62		
	5	15	176.71	28,782	163.44		

Nota: Adaptado del Anexo N° 24

Tabla 49

Resistencia a la compresión del concreto Unicon a los 7 días de curado

Tipo de Concreto	N.º	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga (kg)	f'cr (kg/cm ²)	f'cr promedio (kg/cm ²)	% f'cr con respecto a 210 kg/cm ²
Concreto UNICON	1	15	176.71	34,183	148.17	203.34	96.83%
	2	15	176.71	39,097	221.24		
	3	15	176.71	35,799	202.58		

4	15	176.71	36,102	204.30
5	15	176.71	34,359	149.16

Nota: Adaptado del Anexo N° 27

3.5.5.2. Resistencia a la compresión del concreto a 14 días de curado

Tabla 50

Resistencia a la compresión del concreto tradicional a los 14 días de curado

Tipo de Concreto	N.º	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga (kg)	f'cr (kg/cm ²)	f'cr promedio (kg/cm ²)	% f'cr con respecto a 210 kg/cm ²
Concreto Tradicional	1	15	176.71	41,400	234.28	230.01	109.53%
	2	15	176.71	39,847	225.49		
	3	15	176.71	43,039	243.55		
	4	15	176.71	38,646	218.70		
	5	15	176.71	40,156	228.03		

Nota: Adaptado del Anexo N° 23

Tabla 51

Resistencia a la compresión del concreto Rapimix a los 14 días de curado

Tipo de Concreto	N.º	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga (kg)	f'cr (kg/cm ²)	f'cr promedio (kg/cm ²)	% f'cr con respecto a 210 kg/cm ²
	1	15	176.71	32,554	184.86	190.30	90.62%

	2	15	176.71	34,408	195.39
Concreto	3	15	176.71	30,452	172.92
Rapimix	4	15	176.71	35,654	202.46
	5	15	176.71	34,495	195.88

Nota: Adaptado del Anexo N° 25

Tabla 52

Resistencia a la compresión del concreto Unicon a los 14 días de curado

Tipo de Concreto	N.º	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga (kg)	f'cr (kg/cm ²)	f'cr promedio (kg/cm ²)	% f'cr con respecto a 210 kg/cm ²
Concreto Unicon	1	15	176.71	42,869	242.59	241.06	114.79%
	2	15	176.71	40,618	229.86		
	3	15	176.71	42,558	240.84		
	4	15	176.71	42,910	242.83		
	5	15	176.71	43,879	249.17		

Nota: Adaptado del Anexo N° 28

3.5.5.3. Resistencia a la compresión del concreto a 28 días de curado

Tabla 53

Resistencia a la compresión del concreto tradicional a los 28 días de curado

Tipo de Concreto	N.º	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga (kg)	f'cr (kg/cm ²)	f'cr promedio (kg/cm ²)	% f'cr con respecto a 210 kg/cm ²
------------------	-----	---------------	-------------------------	------------	----------------------------	-------------------------------------	--

	1	15	176.71	48,038	271.85		
Concreto	2	15	176.71	50,865	287.84		
Tradicional	3	15	176.71	49,048	277.56	290.82	138.49%
	4	15	176.71	54,593	308.94		
	5	15	176.71	54,224	307.92		

Nota: Adaptado del Anexo N° 23

Tabla 54

Resistencia a la compresión del concreto Rapimix a los 28 días de curado

Tipo de Concreto	N.º	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga (kg)	f'cr (kg/cm ²)	f'cr promedio (kg/cm ²)	% f'cr con respecto a 210 kg/cm ²
	1	15	176.71	43,835	248.06		
Concreto	2	15	176.71	44,113	249.63		
Rapimix	3	15	176.71	46,013	260.39	255.24	121.54%
	4	15	176.71	45,231	255.96		
	5	15	176.71	46164	262.15		

Nota: Adaptado del Anexo N° 26

Tabla 55

Resistencia a la compresión del concreto Unicon a los 28 días de curado

Tipo de Concreto	N.º	Diámetro (cm)	Área (cm ²)	Carga (kg)	f'cr (kg/cm ²)	f'cr promedio (kg/cm ²)	% f'cr con respecto a 210 kg/cm ²
------------------	-----	---------------	-------------------------	------------	----------------------------	-------------------------------------	--

	1	15	176.71	56,096	306.13		
Concreto	2	15	176.71	51,855	293.45		
	3	15	176.71	53,202	301.07	300.39	143.05%
Unicon	4	15	176.71	52,402	296.54		
	5	15	176.71	53,673	304.79		

Nota: Adaptado del Anexo N° 29

3.5.6. Análisis de costos directos

3.5.6.1. Metrado

Tabla 56

Cantidad de material para las columnas de concreto tradicional, Rapimix y Unicon

Metrado				
Cantidad	Ancho (m)	Largo (m)	Altura (m)	Volumen (m ³)
3	0.25	0.25	1	0.1875

Cantidad de material para las columnas de Concreto Tradicional			
Material	Peso húmedo (kg/m ³)	1 bls. de cemento (kg)	bls/m ³
Cemento	394.265	42.5	9.277

Materiales	Peso húmedo (kg/m ³)	Densidad de masa suelta (kg/m ³)	Factor
A. Fino	725.598	1,582.92	0.46
A. Grueso	965.457	1,341.74	0.72

Materiales	Peso húmedo (kg/m ³)	Densidad del agua a 18 °C (kg/m ³)	Factor
Agua	220.532	998.54	0.22

Material	Factor	Cantidad	5% desperdicios
----------	--------	----------	-----------------

Cemento	9.28	1.7394	1.8264	bls
A. Fino	0.46	0.0859	0.0902	m ³
A. Grueso	0.72	0.1349	0.1417	m ³
Agua	0.22	0.0414	0.0435	m ³

Cantidad de material para las columnas de Concreto Rapimix

Material	Densidad del concreto (kg/m³)	Bls/ m³	Bls	5% desperdicios (Bls)
Concreto Rapimix (40 kg)	2120	53	9.9375	10.4344
Material	Cant. de agua por bls (L)	Litros	m³	
Agua	5.5	57.3891	0.0574	

Cantidad de material para las columnas de Concreto Unicon

Material	Densidad del concreto (kg/m³)	Bls/ m³	Bls	5% desperdicios (Bls)
Concreto Unicon (40 kg)	2040	51	9.5625	10.0406
Material	Cant. de agua por bls (L)	Litros	m³	
Agua	5	50.2031	0.0502	

Nota: El % de desperdicios fue tomado de CAPECO (2003) (ver Anexo N° 30)

3.5.6.2. Rendimiento de mano de obra

Tabla 57

Rendimiento de la mano de obra en cada tipo de concreto

	Tipo de concreto		
	Concreto Tradicional	Rapimix	Unicon
Tiempo (min)	6.32	5.22	5.20

Tiempo (h)	0.1053	0.0870	0.0867
Volumen (m ³)	0.1875	0.1875	0.1875
Rendimiento (m ³ /h)	1.7801	2.1552	2.1635
Rendimiento (m³/día)	14.2405	17.2414	17.3077

Fuente: Elaboración propia.

3.5.6.3. Costo directo

Tabla 58

Costo unitario directo del concreto tradicional.

ANALISIS DE COSTO DIRECTO CONCRETO TRADICIONAL					
PARTIDA	Concreto en columnas f'c = 210 kg/cm²				
RENDIMIENTO	14.2405		m ³ / día		
JORNADA	8		h		
INSUMO	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	m³ PRECIO S/.	S/ 100.52 PARCIAL S/.
MATERIALES			0.1875		76.3205
Piedra chancada de 3/4"	m ³	-	0.1417	65	9.2081
Arena Gruesa	m ³	-	0.0902	85	7.6709
Cemento portland tipo Ico (42.5 kg)	bls	-	1.8264	32.50	59.3572
Agua	m ³	-	0.04348	1.94	0.0844
MANO DE OBRA					13.2931
Capataz	hh	0.2	0.0211	12.5	0.2633
Operario	hh	2	0.2107	11.25	2.3700
Oficial	hh	2	0.2107	10.00	2.1067
Peón	hh	10	1.0533	8.12	8.5531
EQUIPOS Y HERRAMIENTAS					10.9040
HERR. MANUALES	%MO		3%	13.2931	0.3988
Vibrador de Concreto 4hp 1.5"	hm	1	0.5618	7.14	4.0111
mezcladora de concreto tambor 18hp 11p ³	hm	1	0.5618	11.56	6.4942

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 59*Costo unitario directo por del concreto rapimix.*

ANALISIS DE COSTO DIRECTO CONCRETO RAPIMIX					
PARTIDA	Concreto en columnas f'c = 210 kg/cm²				
RENDIMIENTO	17.2414	m ³ / día			
JORNADA	8	h			
	Costo unitario directo por:	0.1875	m³	S/ 148.00	
INSUMO	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO S/.	PARCIAL S/.
	MATERIALES				133.6713
Concreto seco embolsado Rapimix (40 kg)	bls	-	10.4344	12.80	133.5600
Agua	m ³	-	0.05739	1.94	0.1113
	MANO DE OBRA				5.4897
Capataz	hh	0.1	0.0087	12.5	0.1088
Operario	hh	1	0.0870	11.25	0.9788
Oficial	hh	1	0.0870	10.00	0.8700
Peón	hh	5	0.4350	8.12	3.5322
	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				8.8415
HERR. MANUALES	%MO		3%	5.4897	0.1647
Vibrador de Concreto 4hp 1.5"	hm	1	0.4640	7.14	3.3130
mezcladora de concreto tambor 18hp 11p ³	hm	1	0.4640	11.56	5.3638

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 60

Costo unitario directo del concreto unicon.

ANALISIS DE COSTO DIRECTO CONCRETO UNICON					
PARTIDA	Concreto en columnas f'c = 210 kg/cm²				
RENDIMIENTO	17.3077		m ³ / día		
JORNADA	8		h		
	Costo unitario directo por:		0.1875	m ³	S/ 143.90
INSUMO	UNIDAD	CUADRILLA	CANTIDAD	PRECIO S/.	PARCIAL S/.
	MATERIALES				129.6215
Concreto seco embolsado Rapimix (40 kg)	bls	-	10.0406	12.90	129.5241
Agua	m ³	-	0.05020	1.94	0.0974
	MANO DE OBRA				5.4687
Capataz	hh	0.1	0.0087	12.5	0.1083
Operario	hh	1	0.0867	11.25	0.9750
Oficial	hh	1	0.0867	10.00	0.8667
Peón	hh	5	0.4333	8.12	3.5187
	EQUIPOS Y HERRAMIENTAS				8.8076
HERR. MANUALES	%MO		3%	5.4687	0.1641
Vibrador de Concreto 4hp 1.5"	hm	1	0.4622	7.14	3.3003

mezcladora de concreto tambor 18hp 11p ³	hm	1	0.4622	11.56	5.3433
--	----	---	--------	-------	--------

Fuente: Elaboración propia.

3.5.7. Análisis de costos Indirectos

3.5.7.1. Costo de Flete

Tabla 61

Costo de flete para el concreto tradicional.

COSTO DE FLETE DEL CONCRETO TRADICIONAL				
Lugar:	Huamachuco - Sánchez Carrión - La Libertad			
Costo de Transporte en la localidad Huamachuco				
Cantidad de Bolsas	1.74			
Peso de bolsas Cemento Pacasmayo Tipo Ico (Kg)	42.5			
Costo de Transporte Local				
Recurso	Und.	Cantidad	Peso	Parcial (Kg)
Cemento Pacasmayo Tipo Ico	Bls	1.74	42.5	73.92
Moto Carguera con Capacidad de 600 Kg	Precio para cargas menores o igual a 600 Kg	Peso de Carga (Kg)	Parcial	
1	10	73.92	10	
Costo Flete Local				S/ 10.00
COSTO DE FLETE TOTAL				S/ 10.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 62

Costo de flete para el concreto rapimix.

COSTO DE FLETE DEL CONCRETO RAPIMIX				
--	--	--	--	--

Lugar: **Huamachuco - Sánchez Carrión - La Libertad**

Costo de Transporte en la ruta Trujillo - Huamachuco

Cantidad de Bolsas 10.43
Peso concreto Rapimix Kg 40
Costo de transporte por Kg 0.25

RECURSO	UNIDADES DE CARGA (bls)	PESO POR BOLSA (Kg)	FLETE POR Kg	PARCIAL
CONCRETO SECO UNICON (40 kg)	10.43	40	0.25	104.34

Costo Flete para la ruta Trujillo - Huamachuco S/ 104.34

Costo de Transporte Local

RECURSO	UND.	CANTIDAD	PESO	PARCIAL (Kg)
CONCRETO SECO UNICON (40 kg)	Bls	10.43	40	417.38

MOTO CARGUERA CON CAPACIDAD DE 600 Kg	PRECIO PARA CARGAS MENORES O IGUAL A 600 Kg	PESO DE CARGA (Kg)	PARCIAL
1	20	417.38	20

Costo Flete Local S/ 20.00

COSTO TOTAL DE FLETE S/ 124.34

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 63

Costo de flete para el concreto unicon.

COSTO DE FLETE DEL CONCRETO UNICON

Lugar: **Huamachuco - Sánchez Carrión - La Libertad**

Costo de Transporte en la ruta Lima - Huamachuco

Cantidad de Bolsas 10.04
Peso concreto Unicon Kg 40
Costo de transporte por Kg 0.7

RECURSO	UNIDADES DE CARGA (bls)	PESO POR BOLSA (Kg)	FLETE POR Kg	PARCIAL
CONCRETO SECO UNICON (40 kg)	10.04	40	0.7	281.14
Costo Flete para la ruta Lima - Huamachuco				S/ 281.14
Costo de Transporte Local				
RECURSO	UND.	CANTIDAD	PESO	PARCIAL (Kg)
CONCRETO SECO UNICON (40 kg)	Bls	10.04	40	401.63
MOTO CARGUERA CON CAPACIDAD DE 600 Kg	PRECIO PARA CARGAS MENORES O IGUAL A 600 Kg	PESO DE CARGA (Kg)	PARCIAL	
1	20	401.63	20	
Costo Flete Local				S/ 20.00
COSTO DE FLETE TOTAL				S/ 301.14

Fuente: Elaboración propia.

IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1.1. *Diseño de mezcla*

El diseño de la mezcla propuesto fue desarrollado para concreto convencional. Para lograr esto, se obtuvieron inicialmente las propiedades de los agregados a través de ensayos de laboratorio. (ver **Tabla 42**). Mostrando que la obtención de los agregados del río Bado son confiables, el resultado arrojó un tamaño máximo nominal para el agregado grueso de 3/4" y un módulo de fineza de 2.80 para el agregado fino, el cual cumple con el rango requerido, según la NTP 400.037 (2014) las especificaciones estandarizadas para agregados en concreto se encuentran detalladas en la sección 6.2., indicando que el módulo de fineza del agregado fino no debe ser menor de 2.3 ni mayor de 3.1. Posteriormente se obtuvo mediante el método ACI 211 las cantidades relativas de cemento, agregados y agua necesaria para 1m³ de concreto. elaborado tradicionalmente, los cuales se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 64

Valores de diseño para un metro cúbico de concreto ($f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$)

Descripción	Proporción	Unidad
Cemento Portland compuesto Tipo Ico	395.263	Kg/m ³
Agregado Fino	730.580	Kg/m ³
Agregado Grueso	950.034	Kg/m ³
Agua	220.557	Lt/m ³

Fuente: Elaboración propia

4.1.2. Asentamiento del concreto (SLUMP)

En la **Tabla 46** se muestran los resultados de cada ensayo de asentamiento para las tres mezclas de concreto, del cual se dedujo lo siguiente:

- **Concreto Tradicional**

Según el diseño de mezcla empleado para obtener una consistencia plástica se tomó de referencia la **Tabla 2**, debiendo obtener un asentamiento entre el rango de 3" a 4". Dando como resultado en laboratorio 3 3/4" encontrándose en el rango de diseño, cumpliendo con obtener una consistencia plástica.

- **Concreto Rapimix**

Según lo especificado en la ficha técnica del concreto seco embolsado de la marca Rapimix (ver **Anexo N° 4**), el asentamiento teórico debe estar entre un rango de 3" a 5" y como resultado obtenido en laboratorio se obtuvo 6 1/2". De tal forma, aun siguiendo las indicaciones de la proporción de 5.5 litros por una bolsa de 40 kg, este no se encuentra en el rango establecido.

- **Concreto Unicon**

Según lo especificado en la ficha técnica del concreto seco embolsado de la marca Unicon (ver **Anexo N° 5**), el asentamiento teórico debe estar entre un rango de 3" a 4" y como resultado en laboratorio se obtuvo 4 3/4". De tal forma, siguiendo las indicaciones de la proporción de 5 litros por una bolsa de 40 kg, este no se encuentra en el rango establecido.

4.1.3. Resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto

4.1.3.1. Resistencia a la compresión del concreto a los 7 días de curado

Tabla 65

Resistencia a la compresión del concreto a los 7 días de curado

Tipo de Concreto	f'cr promedio (kg/cm²)	% f'cr con respecto a 210 kg/cm²
Concreto Tradicional	174.48	83.09%
Concreto Rapimix	167.15	79.59%
Concreto Unicon	203.34	96.83%

Fuente: Elaboración propia

- **Concreto Tradicional**

Las 5 muestras cilíndricas de concreto, elaboradas de manera convencional y sometidas a ensayos a los 7 días, exhibieron una resistencia promedio a la compresión de 174.48 kg/cm², equivalente al 83.09 % de la resistencia necesaria de 210 kg/cm².

- **Concreto Rapimix**

Las 5 muestras cilíndricas de concreto elaboradas utilizando el producto Rapimix y evaluadas después de 7 días, presentaron una resistencia promedio a la compresión de 167.15 kg/cm², correspondiente al 79.59 % de la resistencia requerida de 210 kg/cm².

- **Concreto Unicon**

Las 5 muestras cilíndricas de concreto realizadas con el producto Unicon,

ensayadas a los 7 semana, lograron obtener una resistencia media a la compresión de 203.34 kg/cm², equivalente al 96.83% de la resistencia requerida de 210 kg/cm².

4.1.3.2. Resistencia a la compresión del concreto a los 14 días de curado

Tabla 66

Resistencia a la compresión del concreto a los 14 días de curado

Tipo de Concreto	f'cr promedio (kg/cm²)	% f'cr con respecto a 210 kg/cm²
Concreto Tradicional	230.01	109.53%
Concreto Rapimix	190.30	90.62%
Concreto Unicon	241.06	114.79%

Fuente: Elaboración propia

- **Concreto Tradicional**

Las 5 muestras cilíndricas de concreto realizadas tradicionalmente, ensayadas después de 14 días, lograron alcanzar una resistencia media a la compresión de 230.01 kg/cm², lo que equivale al 109.53% de la resistencia requerida de 210 kg/cm².

- **Concreto Rapimix**

Las 5 muestras cilíndricas de concreto realizadas con el producto Rapimix, ensayadas a los 14 días alcanzaron una resistencia a la compresión promedio de 190.30 kg/cm², lo que representa el 90.62 % de la resistencia requerida de 210 kg/cm².

- **Concreto Unicon**

Las 5 muestras cilíndricas de concreto realizadas con el producto Unicon, ensayadas a los 14 días alcanzaron una resistencia a la compresión promedio de 241.06 kg/cm², lo que representa el 114.79% de la resistencia requerida de 210 kg/cm².

4.1.3.3. Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días de curado

Tabla 67.

Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días de curado

Tipo de Concreto	f'cr promedio (kg/cm²)	% f'cr con respecto a 210 kg/cm²
Concreto Tradicional	290.82	138.49%
Concreto Rapimix	255.24	121.54%
Concreto Unicon	300.39	143.05%

Fuente: Elaboración propia

- **Concreto Tradicional**

Las 5 muestras cilíndricas de concreto realizadas tradicionalmente, ensayadas a los 28 días alcanzaron una resistencia a la compresión promedio de 290.82 kg/cm², lo que representa el 138.49% de la resistencia requerida de 210 kg/cm².

- **Concreto Rapimix**

Las 5 muestras cilíndricas de concreto realizadas con el producto Rapimix, ensayadas a los 28 días alcanzaron una resistencia a la compresión promedio de

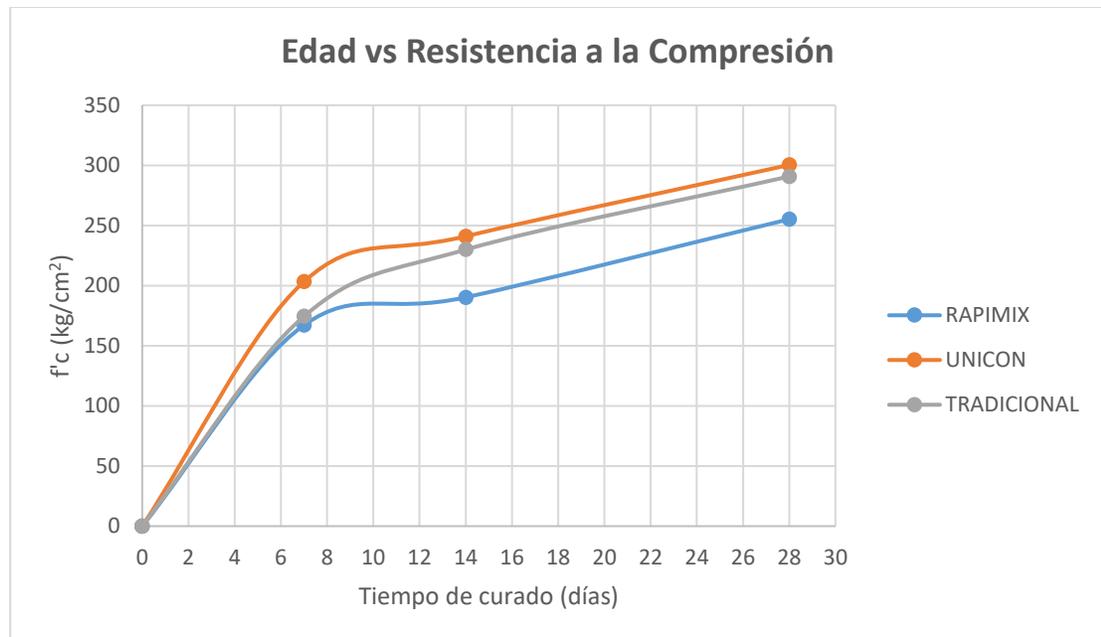
255.24 kg/cm², lo que representa el 121.54% de la resistencia requerida de 210 kg/cm².

- **Concreto Unicon**

Las 5 muestras cilíndricas de concreto realizadas con el producto Unicon, ensayadas a los 28 días alcanzaron una resistencia a la compresión promedio de 300.39 kg/cm², lo que representa el 143.05% de la resistencia requerida de 210 kg/cm².

Figura 59

Edad vs resistencia a la compresión en los concretos tradicional, rapimix y unicon.



Fuente: Elaboración propia.

4.1.4. Análisis de Costos

Tabla 68

Costos directos y rendimientos del concreto Tradicional, Rapimix y Uicon.

Tipo de concreto	Rendimiento (m ³ /día)	Costo directo por 0.1875 m ³
Concreto Tradicional	14.2405	100.52
Concreto Rapimix	17.2414	148.00
Concreto Uicon	17.3077	143.90

Fuente: Elaboración propia

- **Concreto Tradicional**

De la **Tabla 68** se infiere, que el rendimiento del concreto tradicional es de 14.2405 m³/día, con un costo directo de S/. 100.52 soles, para tres columnas de concreto con un volumen de 0.1875 m³.

- **Concreto Rapimix**

De la **Tabla 68** se infiere, que el rendimiento del concreto rapimix es de 17.2414 m³/día, con un costo unitario de S/. 148.00 soles, para tres columnas de concreto con un volumen de 0.1875 m³.

- **Concreto Uicon**

De la **Tabla 68** se infiere, que el rendimiento del concreto uicon es de 17.3077 m³/día, con un costo unitario de S/. 143.90 soles, para tres columnas de concreto con un volumen de 0.1875 m³.

Tabla 69*Costo de flete del concreto Tradicional, Rapimix y Uicon.*

Tipo de concreto	Costos indirectos por Flete S/.
Concreto Tradicional	10
Concreto Rapimix	124.34
Concreto Uicon	301.14

Fuente: Elaboración propia

- **Concreto Tradicional**

De la **Tabla 69** se infiere, que el costo indirecto de flete para el concreto tradicional es de S/. 10.00 soles, para un volumen de 0.1875 m³ de concreto.

- **Concreto Rapimix**

De la **Tabla 69** se infiere, que el costo indirecto de flete para el concreto rapimix es de S/. 124.34 soles, para un volumen de 0.1875 m³ de concreto.

- **Concreto Uicon**

De la **Tabla 69** se infiere, que el costo indirecto de flete para el concreto uicon es de S/. 301.14 soles, para un volumen de 0.1875 m³ de concreto.

Tabla 70*Costo total de la elaboración de los concretos Tradicional, Rapimix y Uicon.*

Tipo de concreto	Costo directo	Costo indirecto	Total
Concreto Tradicional	100.52	10	110.52
Concreto Rapimix	148.00	124.34	272.34

Concreto Unicon	143.90	301.14	445.04
------------------------	--------	--------	---------------

Fuente: Elaboración propia

- **Concreto Tradicional**

De la **Tabla 70** se infiere, que el costo total para el concreto tradicional es de S/. 110.52 soles, para un volumen de 0.1875 m³ de concreto.

- **Concreto Rapimix**

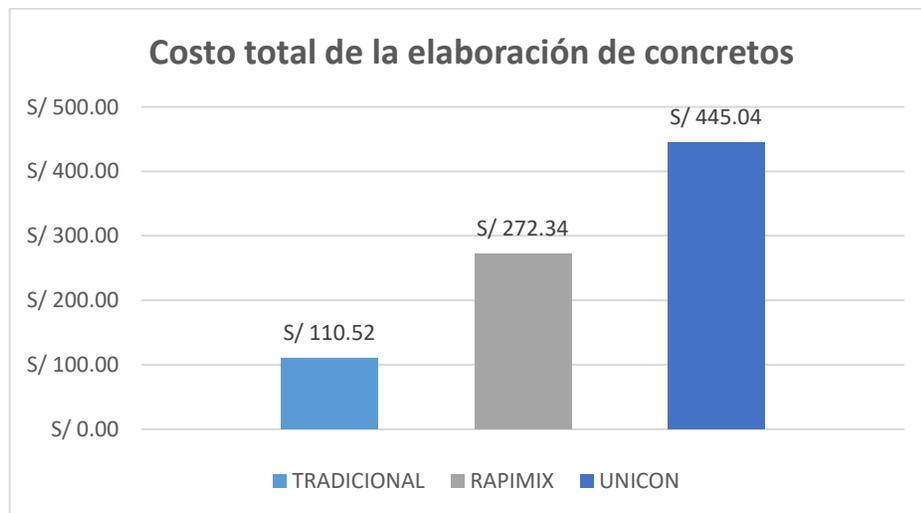
De la **Tabla 70** se infiere, que el costo total para el concreto Rapimix es de S/. 272.34 soles, para un volumen de 0.1875 m³ de concreto.

- **Concreto Unicon**

De la **Tabla 70** se infiere, que el costo total para el concreto Unicon es de S/. 445.04 soles, para un volumen de 0.1875 m³ de concreto.

Figura 60

Comparación económica de la elaboración de los concretos



Fuente: Elaboración propia.

V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1. De la resistencia a la compresión

Relación con Antecedentes:

Los resultados obtenidos en el presente estudio se relacionan con los antecedentes existentes en el campo del concreto pre-dosificado seco y tradicional. En concordancia con Flores (2020), quien concluyó que el concreto pre-dosificado seco presenta una mejor resistencia a la compresión que el concreto tradicional, obteniendo resultados de hasta un 133% de la resistencia de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en el concreto pre-dosificado seco, nuestros resultados respaldan esta afirmación. Las probetas de concreto Unicon y Rapimix lograron una resistencia promedio del 143.05% y 121.54% respectivamente, superando también la resistencia de diseño establecida.

Por otro lado, las observaciones de Morillas y Plasencia (2018) sobre el concreto rápido también respalda el resultado de nuestro estudio, obteniendo resistencias entre los 131% y 149.29% respecto de la resistencia de diseño $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$. Aunque utilizamos dos tipos diferentes de concreto pre-dosificado seco, en este caso, el Unicon y Rapimix, observamos que su resistencia a la compresión, con un promedio del 143.05% y 121.54% respectivamente, supera también ampliamente la resistencia de diseño de 210 kg/cm^2 .

Comparación de Resultados:

Al comparar los tres tipos de concreto elaborados en nuestro estudio, se observa que el concreto Unicon exhibe la mayor resistencia a la compresión a los 28 días de curado, seguido por el concreto Tradicional y el Rapimix. Estos resultados reflejan una tendencia consistente con

la establecido previamente, destacando la eficacia del concreto pre-dosificado seco en términos de resistencia.

Es importante señalar que las resistencias promedio obtenidas para todos los tipos de concreto superan significativamente la resistencia de diseño establecida en 210 kg/cm². Esto sugiere que los tres tipos de concreto cumplen con creces con los requisitos de resistencia establecidos en la NTP 339.034.

Según la norma del ASTM C-31 obtenemos diferentes porcentajes de carga máxima de acuerdo a los días de curado. El porcentaje va de acuerdo al f'c de diseño, en este caso es 210 kg/cm².

Tabla 71

Cuadro de porcentajes de carga máxima de acuerdo a los días de curado

Periodo de curado (días)	Carga Máxima % F'c kg/cm²
7	80 %
14	90%
28	100 %

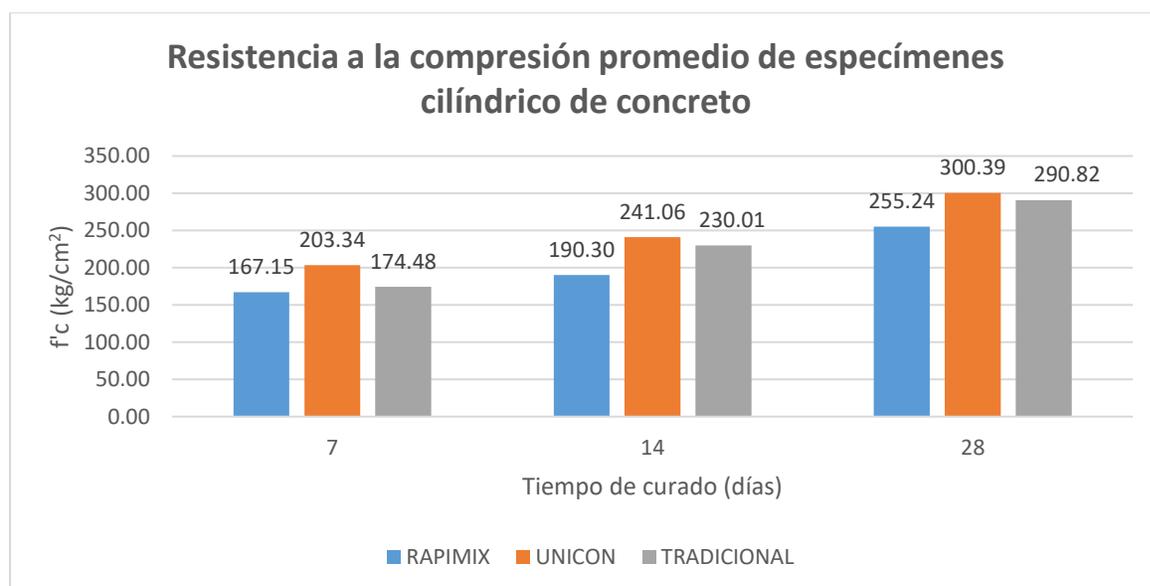
Fuente. ASTM C-31

En la **Figura 61** se muestra que la resistencia a la compresión de las muestras cilíndricas de concreto aumenta con relación al tiempo de curado. Asimismo, se evidencia lo expuesto anteriormente, que el concreto Unicon es quien obtuvo los mejores resultados de resistencia a compresión promedio en las diferentes edades, llegando a obtener de las probetas ensayadas a los 7 días de curado un 96.83% (203.34 kg/cm²), un 114.79% (241.06 kg/cm²) para los 14 días

de curado y alcanzando un 143.05% (300.39 kg/cm²) para los 28 días de curado; con respecto a la resistencia de diseño $f'_c=210$ kg/cm², cumpliendo con los porcentajes requeridos para las diferentes edades según norma ASTM C-31. Seguido a este se encuentra el concreto tradicional, alcanzando un 83.09 % (174.48 kg/cm²) a los 7 días de curado, un 109.53% (230.01 kg/cm²) para los 14 días de curado y un 138.49% (290.82 kg/cm²) para los 28 días de curado; con respecto a la resistencia de diseño $f'_c=210$ kg/cm², cumpliendo también con los porcentajes requeridos para las diferentes edades según norma ASTM C-31. Por último, está el concreto rapimix, obteniendo un 79.59% (167.15 kg/cm²) a los 7 días de curado, un 90.62 % (190.30 kg/cm²) para los 14 días de curado y alcanzando un 121.54% (255.24 kg/cm²) en los 28 días de curado; porcentajes obtenidos con respecto a la resistencia de diseño $f'_c=210$ kg/cm², en este caso para la edad de 7 días no cumple con lo establecido en la norma ASTM C-31, pero para las edades de 14 días y 28 días si cumple con los porcentajes requeridos.

Figura 61

Comparativa de la resistencia a la compresión de probetas o especímenes cilíndricos de concreto tradicional, concreto Rapimix y concreto Unicon



Fuente. Elaboración propia

5.2. De los costos

Relación con Antecedente:

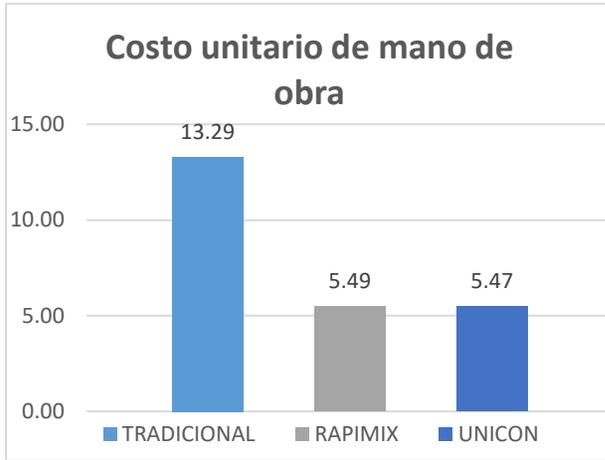
Los resultados obtenidos en este estudio presentan un contraste significativo con el antecedente proporcionado por Flores (2020), quien concluyó que el concreto pre-dosificado seco era más económico en términos de costos de mano de obra en comparación con el concreto tradicional. Sin embargo, es crucial destacar las diferencias en las metodologías y enfoques utilizados en ambos estudios. En primer lugar, el análisis de costos realizado en este estudio revela que los concretos secos, específicamente el Rapimix y el Unicon, son considerablemente más costosos en términos de materiales y flete en comparación con el concreto tradicional. Estos resultados discrepan notablemente con la conclusión de Flores, por lo cual determinamos mediante el presente estudio que el costo total de los insumos para los concretos secos es significativamente mayor.

A pesar de discrepancias en los costos de materiales, tanto Flores como los resultados actuales coinciden en que la mano de obra necesaria para preparar y aplicar concretos secos es menor, generando ahorros significativos de hasta un 59%. Esto respalda que, aunque los insumos puedan ser más caros, la eficiencia en la elaboración compensa en parte el aumento en los costos de materiales. Es importante tener en cuenta que las condiciones locales, la disponibilidad de recursos y las fluctuaciones en los precios pueden variar entre diferentes regiones y períodos de tiempo, lo que puede explicar las discrepancias en los resultados entre ambos estudios.

Comparación de resultados:

Figura 62

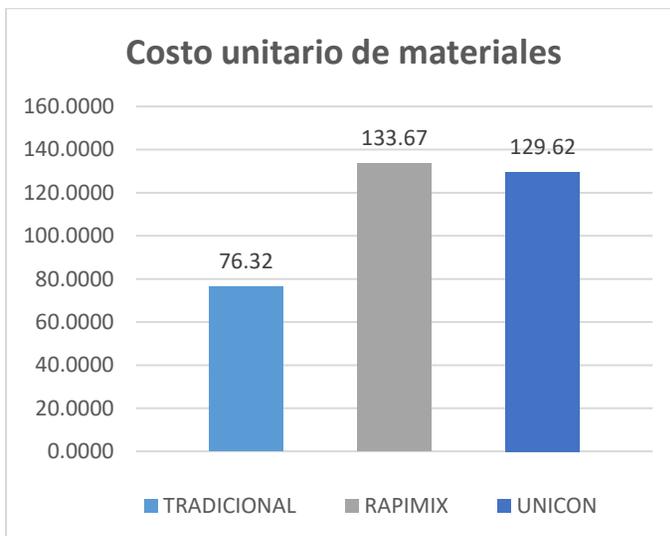
Comparativa de los costos de mano de obra de los concretos tradicional, rapimix y unicon



Nota: Los costos son para un volumen de 0.1875 m³

Figura 63

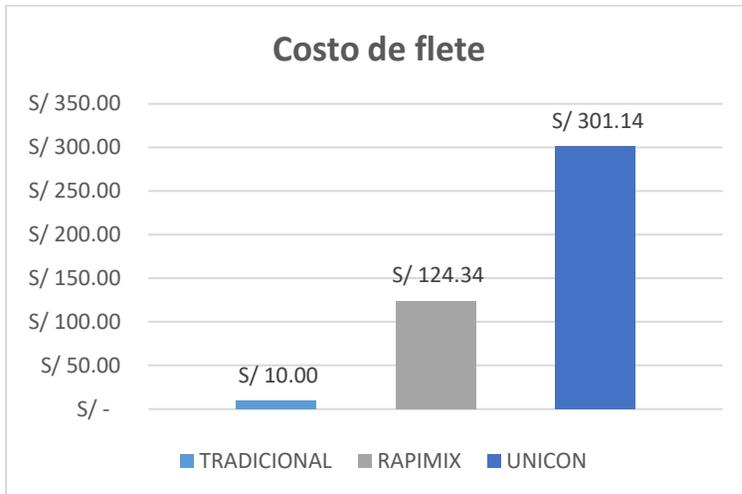
Comparativa de los costos de los materiales de los concretos tradicional, rapimix y unicon



Nota: Los costos son para un volumen de 0.1875 m³

Figura 64

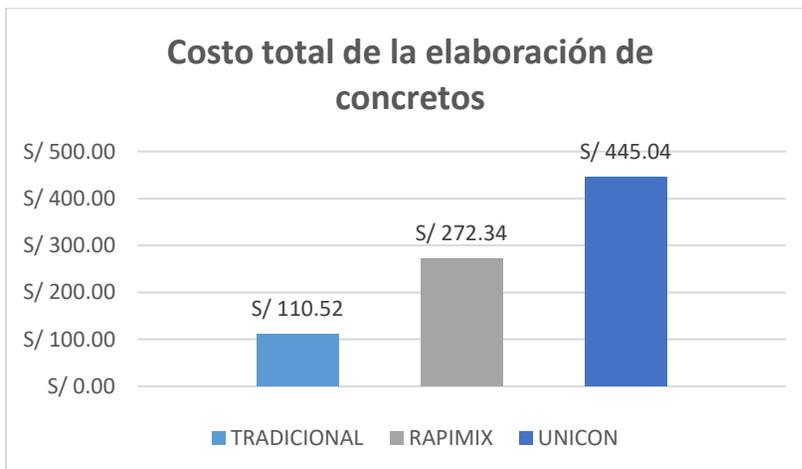
Comparativa de los costos de flete de los concretos tradicional, rapimix y unicon



Nota: Los costos son para un volumen de 0.1875 m³

Figura 65

Comparativa de los costos totales de elaboración de los concretos tradicional, rapimix y unicon



Nota: Los costos son para un volumen de 0.1875 m³

De acuerdo a los resultados de la **Figura 63** y **Figura 64**, se realiza el siguiente análisis:

- ***Concreto Tradicional***

El costo total de elaboración del concreto tradicional viene siendo más económico respecto a los concretos secos (rapimix, unicon), esto debido al costo de los materiales y flete, ya que se encuentran en la propia ciudad de Huamachuco, lugar donde se realizó la presente investigación.

- ***Concreto Rapimix***

El costo total del concreto Rapimix, se evidencia más elevado respecto al concreto tradicional, esto por el factor del costo del concreto Rapimix y su costo de flete desde la ciudad de Trujillo a la ciudad de Huamachuco.

- ***Concreto Unicon***

En el costo total del concreto Unicon, se evidencia un poco más elevado respecto al concreto tradicional y Rapimix, esto por el factor del costo del concreto Unicon y su costo de flete desde la ciudad de Lima a la ciudad de Huamachuco.

VI. CONCLUSIONES

1. Se realizó el diseño de mezcla, aplicando el método ACI 211, para el concreto mezclado de manera tradicional, alcanzando un asentamiento de $3\frac{3}{4}$ " estando en el intervalo definido por el diseño (3" a 4"). Por consiguiente, el concreto tradicional alcanzó una resistencia a la compresión promedio de 290.82 kg/cm^2 , aumentando un 38.49% del f'_c de diseño (210 kg/cm^2), satisfaciendo los criterios de trabajabilidad y resistencia a la compresión, el diseño y la elaboración del concreto ha sido realizada de manera satisfactoria, satisfaciendo los criterios requeridos.
2. Se elaboraron 45 probetas cilíndricas de concreto (15 con concreto tradicional, 15 con Rapimix y 15 con Unicon), siguiendo las normas NTP 339.183 y NTP 339.034. Después de curar y ensayar a los 7, 14 y 28 días para una resistencia de f'_c 210 kg/cm^2 , se determinó que a los 28 días: El concreto Unicon alcanzó una resistencia promedio de compresión del 143.05% (300.39 kg/cm^2) de la resistencia de diseño. El concreto Rapimix logró una resistencia promedio del 121.54% (255.24 kg/cm^2) de la resistencia de diseño. El concreto tradicional obtuvo una resistencia promedio del 138.49% (290.82 kg/cm^2) de la resistencia de diseño. En conclusión, los tres tipos de concreto cumplen y superan la resistencia de diseño de 210 kg/cm^2 .
3. Luego de completar la evaluación comparativa de la resistencia a la compresión entre el concreto tradicional y el concreto seco (Rapimix y Unicon). Se evidencia, que las muestras cilíndricas de concreto elaborados con diferentes productos de concretos secos embolsados, no siempre tienen el mismo comportamiento. Estos resultados sugieren la necesidad de profundizar en la comprensión de cómo factores externos, como las condiciones ambientales, ya que pueden influir en la resistencia a la compresión de estas mezclas. Esta investigación abre la puerta a futuras investigaciones orientadas a

perfeccionar las formulaciones de concreto seco, adaptándolas de manera más precisa a las condiciones específicas del entorno de aplicación.

4. Considerando las variables analizadas en este estudio y la hipótesis planteada, se concluye que los concretos secos cumplen satisfactoriamente con los estándares de propiedades mecánicas según las normativas NTP y ASTM. Es importante destacar, desde una perspectiva social en Huamachuco que el concreto Unicon muestra una característica sobresaliente en términos de resistencia a la compresión. Esto implica que, en el entorno específico de Huamachuco, la elección preferente del concreto Unicon podría no solo cumplir con los requisitos técnicos, sino también aportar positivamente al desarrollo y la durabilidad de las estructuras locales, superando así a las alternativas de concreto Rapimix y concreto Tradicional, las cuales también cumplen con los requerimientos, pero con valores por debajo del concreto Unicon.

5. En el análisis comparativo de los costos se evidenció que, los concretos secos (Rapimix y Unicon) son más costosos en cuanto a precio de materiales y flete se refiere, siendo un 146% más caro el concreto seco Rapimix y 303% más caro el concreto seco Unicon, con respecto al costo de elaboración del concreto tradicional. Por otro lado, en el costo de mano de obra los concretos secos (Rapimix y Unicon), resultan ser más económicos, hasta en un 59 % más barato con respecto a la mano de obra del concreto tradicional. Desde una perspectiva social en Huamachuco, esta información resalta la importancia de equilibrar los aspectos económicos y sociales en la toma de decisiones. Aunque el concreto tradicional puede ser más conveniente en términos de costos.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda Investigar la variabilidad en el comportamiento del concreto seco en diferentes tipos de ensayos como; flexión, tracción, módulo de elasticidad, entre otros, a fin de ampliar el aporte académico sobre los concretos secos Rapimix y Unicon.
- Se recomienda realizar estudios adicionales para comprender mejor cómo las condiciones ambientales de Huamachuco pueden afectar las propiedades del concreto seco, es crucial para garantizar la durabilidad de las estructuras construidas en la localidad.
- Se recomienda verificar y realizar el ensayo de slump de los productos embolsados de concretos secos, puesto que en este estudio los resultados de consistencia obtenidos no son los mismos a los indicados en su ficha técnica, obteniendo una consistencia fluida y no una consistencia plástica.
- Se recomienda el uso del concreto Unicon y Rapimix, debido a que cumplen con la resistencia requerida según su ficha técnica y de acuerdo a la NTP y ASTM, lo cual nos garantiza una resistencia óptima de acuerdo a los requerimientos.
- Se recomienda utilizar la dosificación del diseño de mezcla obtenido para la elaboración del concreto tradicional para la zona, pues este cumple con la resistencia de diseño requerida $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, cumpliendo con la NTP y ASTM, garantizando así la calidad del concreto en la localidad.
- Se recomienda promover la publicación de los resultados de futuras investigaciones en revistas académicas especializadas en ingeniería civil y construcción para contribuir al conocimiento científico en el campo.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Abanto, F. (s.f.). *Tecnología del concreto*. Lima, Perú: San Marcos.

Briceño, E., & Calle, T. (2020). *Análisis comparativo de mezclas de mortero para asentado de ladrillo a base de soluciones pre-dosificadas embolsadas*. Piura (tesis de grado).

Repositorio Institucional de la Universidad Cesar Vallejo. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12692/59325>

Cementos Pacasmayo. (Julio de 2022). *Pacasmayo Profesional*. Obtenido de <https://pacasmayoprofesional.com/soluciones?prod=77>

Comité Técnico de Normalización de Agregados, Concreto, Concreto Armado y Concreto Pretensado. (2013). *NTP 400.022: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado fino*. Lima, Perú: INDECOPI.

Comité Técnico de Normalización de Agregados, Concreto, Concreto Armado y Concreto Pretensado. (2009). *NTP 339.035: HORMIGÓN (CONCRETO). Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de cemento Portland*. Lima, Perú: INDECOPI.

Comité Técnico de Normalización de Agregados, Concreto, Concreto Armado y Concreto Pretensado. (2011). *NTP 400.017: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados*. Lima, Perú: INDECOPI.

Comité Técnico de Normalización de Agregados, Concreto, Concreto Armado y Concreto Pretensado. (2013). *NTP 339.183: CONCRETO. Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio*. Lima, Perú: INDECOPI.

Comité Técnico de Normalización de Agregados, Concreto, Concreto Armado y Concreto Pretensado. (2013). *NTP 339.185: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para*

contenido de humedad total evaporable de agregados por secado. Lima, Perú:
INDECOPI.

Comité Técnico de Normalización de Agregados, Concreto, Concreto Armado y Concreto Pretensado. (2013). *NTP 400.012: AGREGADOS. Análisis granulométrico del agregado fino, grueso y global.* Lima, Perú: INDECOPI.

Comité Técnico de Normalización de Agregados, Concreto, Concreto Armado y Concreto Pretensado. (2013). *NTP 400.021: AGREGADOS. Método de ensayo normalizado para la densidad, la densidad relativa (peso específico) y absorción del agregado grueso.* Lima, Perú: INDECOPI.

Comité Técnico de Normalización de Agregados, Concreto, Concreto Armado y Concreto Pretensado. (2015). *NTP 339.034: CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.* Lima, Perú: INACAL.

Flores, N. J. (2020). *Análisis comparativo de costos y resistencia a la compresión del concreto tradicional y el concreto predosificado seco, Trujillo 2020 (Tesis de licenciatura).* Repositorio Institucional de la Universidad Privada del Norte. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11537/24150>

Flores, S. V., & Rueda, D. E. (2021). *Análisis de las propiedades mecánicas del concreto seco de 4000 PSI (280kg/cm) expuesto a temperaturas de 300 °C A 500 °C (Trabajo de grado).* Repositorio Institucional de la Universidad Católica de Colombia. Obtenido de <https://hdl.handle.net/10983/26622>

Guerrero, S., & Prado, Y. (2017). *Propuesta para la elaboración de una mezcla predosificada y premezclada de mortero y concreto al vacío para la utilización en obra en el municipio de Ocaña, norte de Santander.* Obtenido de <http://repositorio.ufpso.edu.co:8080/dspaceufpso/handle/123456789/1653>

- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación*. Obtenido de <https://metodologiaecs.wordpress.com/2016/01/31/librometodologia-de-la-investigacion-6ta-edicion-sampieri-pdf/>
- Hidalgo, C. E. (2018). *Evaluación del control de calidad del concreto premezclado, usado en obra civil en el proyecto :Hospital General de Zona no. 1, Tapachula, Chiapas : de 180 camas (Tesis de Maestría)*. Repositorio Institucional de la UNACH. Obtenido de <https://repositorio.unach.mx/jspui/handle/123456789/3440>
- Huanca, S. (2006). *Diseño de Mezclas de Concreto*. Universidad Nacional del Altiplano, Puno.
- Irugaray, S. (2007). *Evaluación del volumen y calidad del concreto premezclado entregado en obra por camiones mezcladores en el departamento de Guatemala, según la norma ASTM C-94 (Trabajo de grado)*. Universidad de San Carlos de Guatemala. Obtenido de http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2714_C.pdf
- Kosmatka, S. H., Kerkhoff, B., Panarese, W. C., & Tanesi, J. (2004). *Diseño y Control de Mezclas de Concreto*. EE.UU.: Portland Cement Association.
- Metha, K., & Monteiro, P. (1985). *CONCRETO, estructura, propiedades y materiales*. Berkeley: imcyc.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2010). *Norma Técnica Metrados para obras de edificación y habilitaciones urbanas*. Diario oficial "El Peruano". Obtenido de <https://spij.minjus.gob.pe/Graficos/Peru/2011/Mayo/18/RD-073-2010-VIVIENDA-VMCS-DNC.pdf>
- Morillas, M., & Plasencia, D. (2018). *Características mecánicas de un concreto premezclado en seco "concreto rápido" $F'_{C}=210 \text{ Kg/cm}^2$ y su costo comparativo (Tesis de pregrado)*. Repositorio de la Universidad Privada Antenor Orrego. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12759/4177>
- Pacasmayo Profesional. (2022). *Concreto Seco*. Obtenido de Pacasmayo Profesional: <https://pacasmayoprofesional.com/soluciones?prod=77>

- Pasquel, E. (1998-1999). *Temas de Tecnología del Concreto* (Vol. Segunda Edición). Lima, Perú.
- Reymundo, R., & Caller, S. (2020). Trabajabilidad del concreto con mezclas embolsadas y su influencia en la resistencia. En *Prospectiva Universitaria*. Revista de la UNCP. Obtenido de <https://doi.org/10.26490/uncp>.
- SENCICO. (2019). *Propuesta de Norma E.060 Concreto Armado*. SENCICO.
- UNICON. (Julio de 2022). *UNICON*. Obtenido de UNICON:
<https://www.unicon.com.pe/prefabricados/concreto-embolsado/>
- Vásquez, J. V., & Angulo, J. M. (2020). *Evaluación de las propiedades mecánicas con la aplicación de los morteros Rapimix Profesional y Massa Dun Dun para verificar su uso estructural en albañilería confinada, Chiclayo - 2019 (tesis de licenciatura)*. Repositorio Institucional de la Universidad Privada del Norte. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11537/24549>

IX. ANEXOS

Anexo N° 1. Ficha Técnica del cemento utilizado en el concreto tradicional

Figura 66

Ficha Técnica del Cemento Portland compuesto tipo ICo



CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.

Calle La Colonia Nro.150 Urb. El Vivero de Monterrico Santiago de Surco - Lima
Carretera Panamericana Norte Km. 066 Pacasmayo - La Libertad
Teléfono 317 - 6000



G-CC-F-04
Versión 03

CEMENTO EXTRAFORTE

Cemento Portland Compuesto Tipo ICo

Conforme a la NTP 334.090

Pacasmayo, 20 de Setiembre del 2017

COMPOSICIÓN QUÍMICA		CPSAA	Requisito NTP 334.090
MgO	%	2.3	Máximo 6.0
SO3	%	2.4	Máximo 4.0

PROPIEDADES FÍSICAS		CPSAA	Requisito NTP 334.090
Contenido de Aire	%	5	Máximo 12
Expansión en Autoclave	%	0.06	Máximo 0.80
Superficie Especifica	cm ² /g	5440	NO ESPECIFICA
Retenido M325	%	3.6	NO ESPECIFICA
Densidad	g/mL	2.96	NO ESPECIFICA

Resistencia Compresión :

Resistencia Compresión a 3días	MPa (Kg/cm ²)	20.2 (206)	Mínimo 13.0 (Mínimo 133)
Resistencia Compresión a 7días	MPa (Kg/cm ²)	25.9 (264)	Mínimo 20.0 (Mínimo 204)
Resistencia Compresión a 28días	MPa (Kg/cm ²)	32.9 (335)	Mínimo 25.0 (Mínimo 255)

Tiempo de Fraguado Vicat :

Fraguado Inicial	min	124	Mínimo 45
Fraguado Final	min	254	Máximo 420

Los resultados arriba mostrados, corresponden al promedio del cemento despachado durante el periodo del 01-06-2017 al 31-06-2017.
La resistencia a la compresión a 28 días corresponde al mes de Julio 2017.

Ing. Gabriel G. Mansilla Fiestas
Superintendente de Control de Calidad

Solicitado por :

Distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L.

Está totalmente prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Cementos Pacasmayo S.A.A.

Nota: Producto de la línea cementera PACASMAYO, diseñado para uso general en el cual no se requiere de condiciones especiales. Obtenido de la distribuidora Norte Pacasmayo S.R.L., 2017

Anexo N° 2. Ficha Técnica del cemento utilizado en el concreto Rapimix

Figura 67

Ficha Técnica del Cemento Portland tipo I

Cemento Tipo I Estructural Cemento Portland Tipo I Requisitos normalizados - NTP 334.009 / ASTM C150					
REQUISITOS QUÍMICOS					
ENSAYOS	TIPO	VALOR	UNIDAD	NORMAS DE ENSAYO	RESULTADOS*
MgO	Máximo	6.0	%	NTP 334.086	2.1
SO ₂	Máximo	3.0	%	NTP 334.086	2.8
Pérdida por ignición	Máximo	3.5	%	NTP 334.086	3.1
Residuo insoluble	Máximo	1.5	%	NTP 334.086	0.6
REQUISITOS FÍSICOS					
ENSAYOS	TIPO	VALOR	UNIDAD	NORMAS DE ENSAYO	RESULTADOS*
Contenido de aire	Máximo	12	%	NTP 334.048	8
Finura, Superficie específica	Mínimo	2,600	cm ² /g	NTP 334.002	4000
Expansión en autoclave	Máximo	0.80	%	NTP 334.004	0.07
Resistencia a la compresión					
3 días	Mínimo	12.0 (1740)	MPa (psi)	NTP 334.051	29.4 (4260)
7 días	Mínimo	19.0 (2760)	MPa (psi)	NTP 334.051	36.6 (5310)
28 días**	Mínimo	28.0 (4060)	MPa (psi)	NTP 334.051	45.3 (6570)
Tiempo de Fraguado Vicat					
Fraguado inicial	Mínimo	45	Minutos	NTP 334.006	139
Fraguado final	Máximo	375	Minutos	NTP 334.006	250

*Valores promedios referenciales de lotes despachados / **Requisito opcional.

Nota: El cemento Pacasmayo en su presentación Portland Tipo I, es de uso general y desarrolla altas resistencias iniciales. Tomado de la ficha técnica de cemento Pacasmayo TIPO I obtenido de

https://storage.googleapis.com/pacasmayo_web/assets/FICHA%20INFORMATIVA%20TIPO%20I%20TIRAYRETIRA%202.0.pdf , 2022

Anexo N° 3. Ficha Técnica del cemento utilizado en el concreto Unicon

Figura 68
Ficha Técnica del Cemento Sol tipo I

PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS			
PARÁMETRO	UNIDAD	CEMENTO SOL	REQUISITOS NTP-334.009/ ASTM C-150
Contenido de aire	%	7	Máximo 12
Expansión autoclave	%	0.09	Máximo 0.80
Superficie específica	m ² /kg	323	Mínimo 260
Densidad	g/cm ³	3.13	No especifica
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			
Resistencia a la compresión a 3 días	kg/cm ²	303	Mínimo 122
Resistencia a la compresión a 7 días	kg/cm ²	382	Mínimo 194
Resistencia a la compresión a 28 días	kg/cm ²	449	Mínimo 285 (*)
TIEMPO DE FRAGUADO			
Fraguado Vicat inicial	min	129	45 a 375
COMPOSICIÓN QUÍMICA			
MgO	%	2.9	Máximo 6.0
SO ₃	%	2.8	Máximo 3.5
Pérdida al fuego	%	2.2	Máximo 3.5
Residuo insoluble	%	0.9	Máximo 1.5
FASES MINERALÓGICAS			
C2S	%	12	No especifica
C3S	%	55	No especifica
C3A	%	10	No especifica
C4AF	%	10	No especifica
(*) Requisito opcional			

Nota: El cemento portland tipo I es de uso general, presentando un acelerado desarrollo de resistencia para la ejecución de obras de gran y pequeña envergadura. Tomado de ficha técnica de cemento SOL obtenido de

https://www.cementosol.com.pe/img/Ficha_Cemento_Sol.pdf , 2022

Anexo N° 4. Ficha Técnica del concreto seco embolsado Rapimix

CONCRETO SECO



Descripción

El Concreto Seco Embolsado es una mezcla predosificada de cemento, agregados de granulometría controlada (Piedra y Arena) y aditivos, que solo requiere la adición de agua indicada en el empaque y mezclada (manual o mecánico) para ser usado de forma inmediata.

Materiales

Cemento:

Elaborado con:

Cemento Tipo MS, ideal para zonas ubicadas en la costa, húmedas o con ataque moderado de sulfatos. Además es recomendable para todo elemento que estará en contacto con el suelo o la humedad. Sirve tanto para elementos de concreto simple o armado en general. Este cemento es conforme ASTM C1157 / NTP 334.082.

Cemento Tipo I, ideal si se requiere mayor resistencia a edades tempranas y para elementos de concreto simple o armado en general. Este cemento es conforme a ASTM C150 / NTP 334.009.

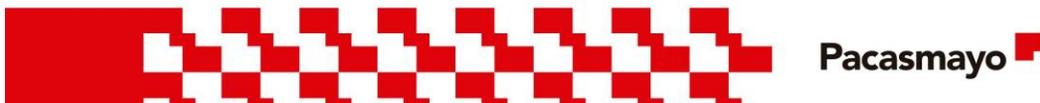
Cemento Tipo V, ideal para estructuras que requieran alta resistencia a los sulfatos. Este cemento es conforme a ASTM C 150 / NTP 334.009.

Agregados:

Conforme a ASTM C33 / NTP 400.037 y con gradación global controlada para una mejor performance en la aplicación en obra.

Aditivos:

Conforme a NTP 334.088 para obtener mezclas con relaciones a/mc bajas.



CONCRETO SECO



Ventajas



Dosificación y producción controlada.



Mayor orden y limpieza.



Menores desperdicios.



Certificado de calidad.



Fácil transporte y manipuleo.



Listo para adicionar agua y utilizar.



Resistencia garantizada
Cumpliendo indicaciones del empaque

Modo de Empleo

Preparar el lugar donde se va a realizar el trabajo. Vertir el contenido de la bolsa en un recipiente o mezcladora limpia y seca.

Agregar agua según las indicaciones de la siguiente tabla:

	Tipo MS		Tipo I		Tipo V	
	Asentamiento Requerido	Litros por Bolsa de 40kg	Asentamiento Requerido	Litros por Bolsa de 40kg	Asentamiento Requerido	Litros por Bolsa de 40kg
175 Kg/cm ²	4 ± 1 pulg.	5.00	4 ± 1 pulg.	5.00		
	7 ± 1½ pulg.	5.50	7 ± 1½ pulg.	5.50		
210 Kg/cm ²	4 ± 1 pulg.	5.50	4 ± 1 pulg.	5.50		
	7 ± 1½ pulg.	5.75	7 ± 1½ pulg.	5.75		
280* Kg/cm ²	4 ± 1 pulg.	4.00	4 ± 1 pulg.	4.00	4 ± 1 pulg.	4.00
	7 ± 1½ pulg.	4.50	7 ± 1½ pulg.	4.25	7 ± 1½ pulg.	4.50

* Dosificado con aditivos.



CONCRETO SECO



Mezclar a mano o con mezcladora, hasta obtener un material homogéneo.

Colocar el concreto en capas no mayores a 50 cm y compactar cada capa empleando un método que garantice la ocupación total de los espacios y la ausencia de cangrejeras. No vibrar las varillas de refuerzo.

□ Aplicaciones

- **f'c = 175 kg/cm²:** Veredas, pisos, losas aligeradas, muros de contención, solados, elementos arquitectónicos, y otras estructuras que requieran esta resistencia.
- **f'c = 210 kg/cm²:** Cimentaciones, columnas, vigas, losas sobre terreno, macizas y aligeradas, muros de contención, placas, pavimentos o parches, elementos arquitectónicos y otras estructuras que requieran esta resistencia.
- **f'c = 280 kg/cm²:** Cimentaciones, columnas, vigas, losas sobre terreno, macizas y aligeradas, muros de contención, placas, pavimentos o parches, elementos arquitectónicos y otras estructuras que requieran mayor resistencia.

Nota: El concreto seco embolsado de resistencia 280 kg/cm² elaborado con cemento tipo V, cumple con la condición de menor permeabilidad y mayor durabilidad.



CONCRETO SECO

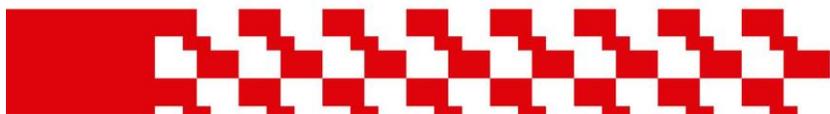


Características de concreto seco embolsado

Característica / Ensayo	Requisito	Norma de Referencia	Norma de Ensayo
CEMENTO	Tipo MS Antisulfate, de moderada resistencia a los sulfatos	ASTM C1157 / NTP 334.082	Indicadas en las normas de referencia
	Tipo I De mayor facilidad de acabados	ASTM C 595 / NTP 334.090	
	Tipo V De alta resistencia a los sulfatos	ASTM C150 / NTP 334.009	
AGREGADOS	Conformes a NTP 400.037	NTP 400.037 o ASTM C33	
TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL (TMN) AGREGADO GRUESO	Huso Tamaño Máximo Nominal (TMN)	NTP 400.037	NTP 400.012
	7 ½ pulg [12,5 a 4,75 mm (½pulg a No. 4)]		
ASENTAMIENTO (SLUMP)	(4 a 7 pulgadas) Ver tabla 1 en el empaque y ficha técnica. Para asentamientos menores añadir menos agua que la especificada en la tabla 1.	Requerimiento del cliente	NTP 339.035
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (f'c) A 28 DIAS	175 kg/cm ² 210 kg/cm ² 280 kg/cm ²	Requerimiento del cliente	NTP. 339.034
RENDIMIENTO POR BOLSA	kg por bolsa 40	Informativo	NTP. 339.046
	L/bolsa 19 ± 1		
	bolsa/m ³ 53 ± 1		

Rendimiento

Una (1) bolsa de concreto seco de cuarenta kilogramos (40 kg) rinde 0.018 m³.



Pacasmayo 

CONCRETO SECO

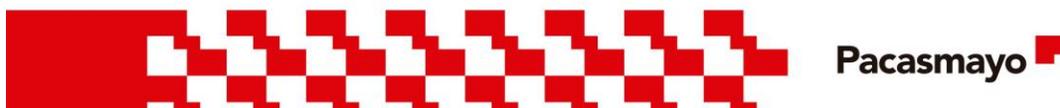


☐ Recomendaciones de Uso

1. **Almacenaje**, Las bolsas de concreto seco deben estar cubiertas por una lámina impermeable, bajo un ambiente techado y sobre una cama conformada por parihuelas u otro material que lo aisle de la humedad del suelo.
2. **Equipos y herramientas**, limpios y sin sustancia o material adheridos que puedan contaminar la mezcla.
3. **Previo a la aplicación**, verificar que la superficie no esté contaminada con polvo, aceites o alguna sustancia que pueda afectar el desempeño del producto. Humedezca ligeramente la zona donde se vaciará.
4. **Dosificación**, se recomienda que se añada solo la cantidad de agua indicada en el empaque, el uso de agua adicional tendrá un impacto negativo en la resistencia y otras propiedades del producto. No añadir otras sustancias que puedan afectar el desempeño posterior del concreto.
5. **Para la compactación**, vibrar por capas, ingresar 10 cm en capa anterior, controlar el tiempo de vibrado, no vibrar en exceso, emplear personal capacitado.
6. **Para el curado**, iniciar el curado antes de que la superficie del concreto empiece a perder su brillo, evitar la pérdida de humedad, curar por lo menos 7 días.
7. **Para el desencofrado**, elementos verticales se pueden desencofrar a las 24 horas y elementos horizontales (losas, vigas, etc.) se desencofrará cuando el concreto haya llegado mínimo al 70% de la resistencia a la compresión o cuando el especialista lo recomiende.

☐ Asesoría Técnica

Pacasmayo Profesional, lidera la industria de concretos y cuenta con un equipo de profesionales que lo asesorarán desde el planteamiento de su requerimiento hasta la aplicación, además del buen uso de nuestros productos y los controles normalizados en su obra.



Nota: Tomado de la página "Pacasmayo Profesional" <https://storage.googleapis.com/pacasmayo-profesional/documents/FICHA%20TECNICA%20CONCRETO%20SECO%202023.pdf> , 2022

Anexo N° 5. Ficha Técnica del concreto seco embolsado Unicon



AHORRAS CON CALIDAD

CONCRETO UNICON

Columnas, columnetas, vigas,
techos, veredas y otros.



<p>Concreto UNICON es una mezcla seca de arena gruesa, piedra y CEMENTO de UNACEM, lista para agregarle la cantidad recomendada de agua.</p>	
USOS	
<p>Elementos de concreto tales como: columnas, columnetas, vigas, techos, veredas y otros.</p>	
VENTAJAS	
AHORRO	<p>Optimización de recursos en mano de obra, insumos y procesos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Menor costo en acarreo de material ■ Reducción de espacios por almacenamiento. ■ Mayor orden y limpieza en obra, cero desperdicios.
CALIDAD	<p>Empaque tricapa (2 pliegos de papel y 1 film plástico). en bolsa de 40 kilos, prolongando la vida útil del producto.</p> <p>Dosificación exacta y garantía de procedencia de insumos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Cementos de UNACEM. ■ Agregados de canteras propias. <div style="text-align: right;"> </div>
RAPIDEZ	<p>Mezcla predosificada lista para usar en obra: solo se agrega agua.</p>
MODO DE EMPLEO	
<ul style="list-style-type: none"> ■ Preparar el lugar donde se va a vaciar la mezcla y encofrar con madera si fuera necesario. ■ Colocar todo el contenido en el mezclador, en una carretilla o en una superficie limpia y plana. Mezclar el contenido. ■ Formar una cavidad central, agregar la cantidad indicada de agua y mezclar hasta lograr una consistencia uniforme. ■ Vaciar la mezcla de Concreto UNICON y darle el acabado requerido. 	

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS				
RESISTENCIA (kg/cm²)	210	175	175	175
HUSO/TAMAÑO DE PIEDRA (Pulgadas)	67 / 3/4"		7 u 8 / 1/2"	
SLUMP/ASENTAMIENTO (Pulgadas)	3 a 4			8 a 10
AGUA (litros por bolsa)	4.0 a 4.5	4.0 a 4.5	4.5 a 5.0	5.3 a 5.8
CANTIDAD DE BOLSAS POR m³	52	52	51	49

RENDIMIENTO REFERENCIAL					
PISOS Y VEREDAS					
ÁREA A CUBRIR (m²)	1				
ESPESOR DEL PISO (cm)	5.0	7.5	10.0	15.0	20.0
CANTIDAD DE BOLSAS	3.0	4.5	6.0	8.5	11.0
COLUMNAS Y COLUMNETAS					
DIMENSIONES	0.25 m x 0.25 m x 2.5 m	0.30 m x 0.30 m x 2.5 m	0.15 m x 0.25 m x 2 m		
CANTIDAD DE BOLSAS	8.5	12.5	4.5		

RECOMENDACIONES Y PRECAUCIONES	
CONSISTENCIA	Es importante utilizar la cantidad de agua indicada para garantizar una mezcla correcta. El exceso de agua en la mezcla disminuye las propiedades mecánicas y la calidad del producto. No modificar la mezcla original: no añadir arena, aditivos ni cemento.
USOS	No aplicar con temperaturas exteriores extremas (<5° ó >35° Centígrados) o condiciones de fuertes vientos, heladas o lluvias.
ALMACENAJE Y MANIPULACIÓN	Almacenar en un lugar seco y techado. No dejar en contacto con la humedad del suelo ni dejar bolsas abiertas. Evitar tiempos de almacenamiento prolongados.
SEGURIDAD	Evitar el contacto con la piel. En caso de contacto con los ojos, enjuagar inmediatamente con abundante agua y acudir al médico.



(511) 215-4600
 ventas@unicon.com.pe
 www.unicon.com.pe
  UNICON - Profesionales en Concreto



(511) 217-2700
 ventas_concremax@concremax.com.pe
 www.concremax.com.pe
 Concremax S.A.  

Nota: Tomado de la página "UNICON" <https://www.unicon.com.pe/prefabricados/concreto-embolsado/>, 2022

Anexo N° 6. Plantilla de cálculo del análisis granulométrico del agregado fino

PROYECTO : **Análisis comparativo de las propiedades mecánicas del concreto de resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$ empleando concreto Rapimix, Unicon y Tradicional – Huamachuco**

ENSAYO : **ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS (NTP 400.012)**

ELABORADO POR : **ASTO CAMPOS, MELIZA PATRICIA - CERNA LAVADO, JOSE MANUEL**

CANTERA : **RÍO BADO**

DEPARTAMENTO : **LA LIBERTAD**

PROVINCIA : **SÁNCHEZ CARRIÓN**

F. ENSAYO : **8/08/2022**

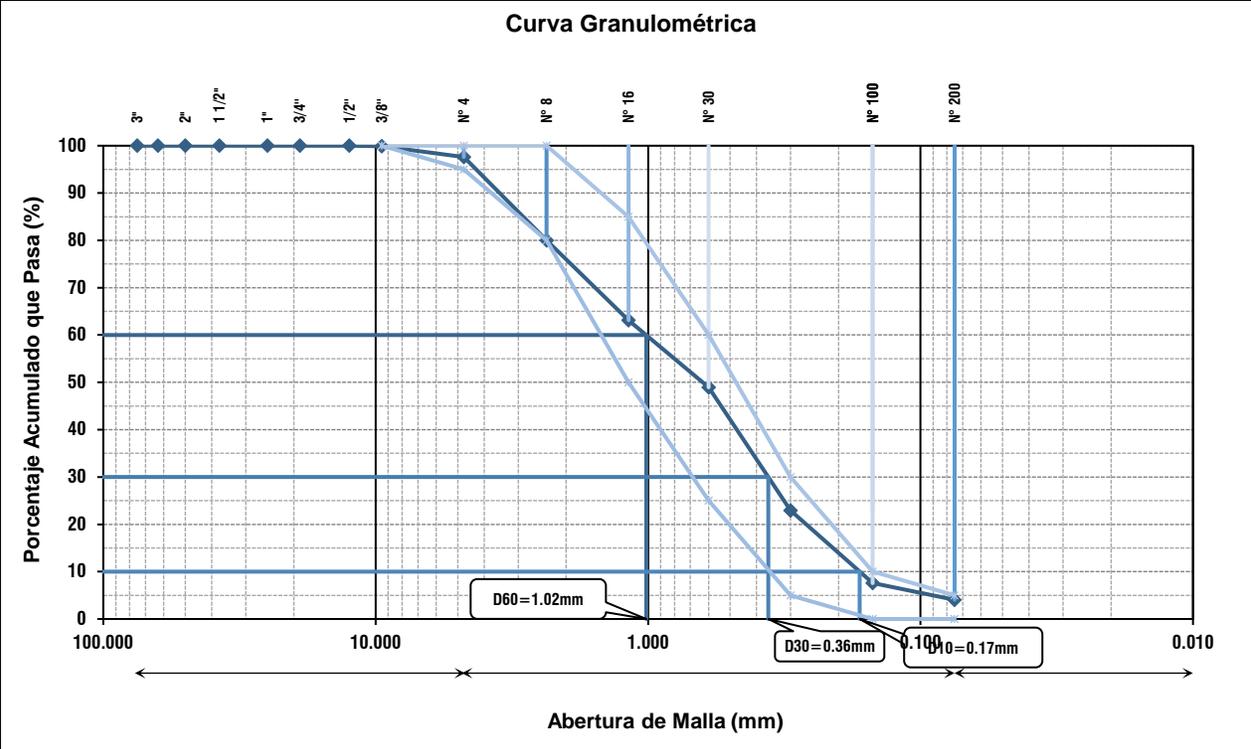
DISTRITO : **HUAMACHUCO**

MATERIAL : **AGREGADO FINO**

Tamiz N°	Abertura (mm)	MASA (g)	PESO RETENIDO (g)	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	Acumulado Pasa (%)	Límites	
							Inf.	Sup.
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00		
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/8"	9.500	2.10	2.10	0.13	0.13	99.87	100.0	100.0
N° 4	4.750	35.30	35.30	2.24	2.38	97.62	95.0	100.0
N° 8	2.360	277.40	277.40	17.64	20.02	79.98	80.0	100.0
N° 16	1.180	264.90	264.90	16.84	36.86	63.14	50.0	85.0
N° 30	0.600	223.00	223.00	14.18	51.04	48.96	25.0	60.0
N° 50	0.300	409.50	409.50	26.04	77.08	22.92	5.0	30.0
N° 100	0.150	241.30	241.30	15.34	92.42	7.58	0.0	10.0
N° 200	0.075	55.60	55.60	3.54	95.96	4.04	0.0	5.0
Fondo	< 0.075	63.60	63.60	4.04	100.00	0.00		
Σ	Total		1,572.70					

RESUMEN DE RESULTADOS

Módulo de Finura	:	2.80
% Grava	:	0.13
% Arena	:	95.82
% Finos	:	4.04



Anexo N° 7. Plantilla de cálculo del análisis granulométrico del agregado grueso

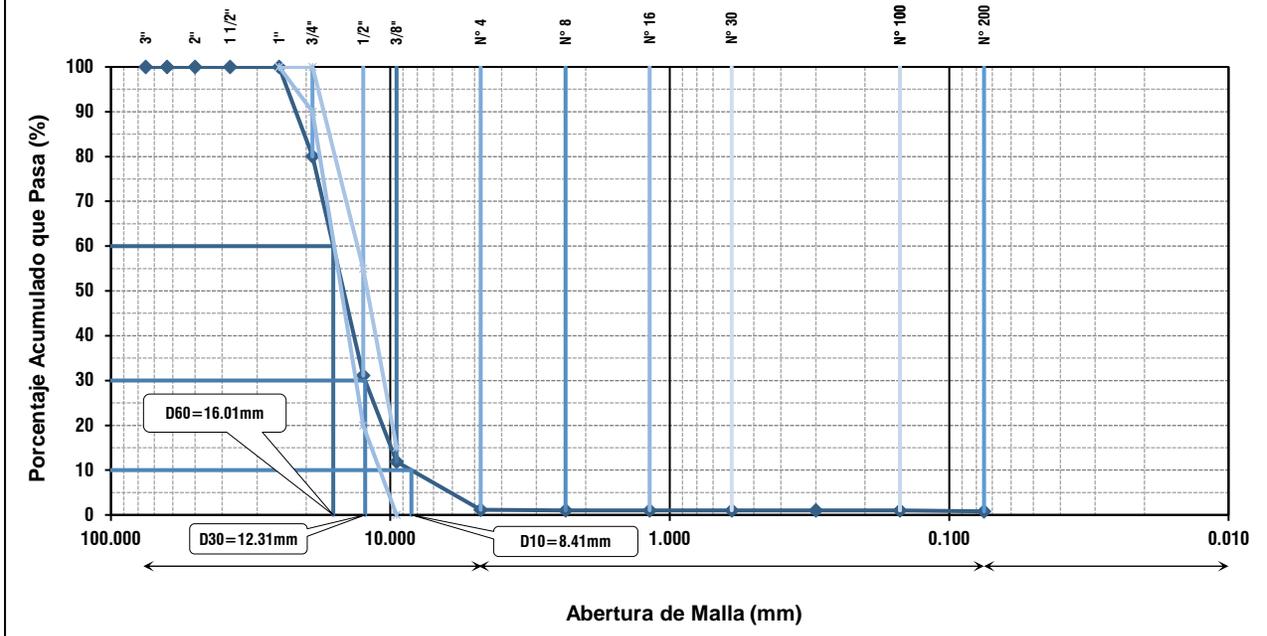
PROYECTO :	Análisis comparativo de las propiedades mecánicas del concreto de resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$ empleando concreto Rapimix, Unicon y Tradicional – Huamachuco		
ENSAYO :	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS (NTP 400.012)		
ELABORADO POR :	ASTO CAMPOS, MELIZA PATRICIA - CERNA LAVADO, JOSE MANUEL	CANTERA :	RÍO BADO
DEPARTAMENTO :	LA LIBERTAD	PROVINCIA :	SÁNCHEZ CARRIÓN
DISTRITO :	HUAMACHUCO	F. ENSAYO :	8/08/2022
		MATERIAL :	AGREGADO GRUESO

Tamiz N°	Abertura (mm)	MASA 01 (g)	PESO RETENIDO (g)	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	Acumulado Pasa (%)	Límites	
							Inf.	Sup.
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00		
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00	100.00
3/4"	19.000	1,011.45	1,011.45	19.99	19.99	80.01	90.00	100.00
1/2"	12.500	2,475.15	2,475.15	48.92	68.91	31.09	20.00	55.00
3/8"	9.500	971.10	971.10	19.19	88.10	11.90	0.00	15.0
N° 4	4.750	544.35	544.35	10.76	98.86	1.14	0.00	5.00
N° 8	2.360	5.55	5.55	0.11	98.97	1.03		
N° 16	1.180	0.00	0.00	0.00	98.97	1.03		
N° 30	0.600	0.00	0.00	0.00	98.97	1.03		
N° 50	0.300	0.00	0.00	0.00	98.97	1.03		
N° 100	0.150	0.00	0.00	0.00	98.97	1.03		
N° 200	0.075	12.15	12.15	0.24	99.21	0.79		
Fondo	< 0.075	40.05	40.05	0.79	100.00	0.00		
Σ	Total		5,059.80					

RESUMEN DE RESULTADOS

Módulo de Finura :	7.02
% Grava :	88.10
% Arena :	11.11
% Finos :	0.79
TMN (in)	3/4"

Curva Granulométrica



Anexo N° 8. Plantilla de cálculo de peso unitario suelto y compactado del agregado fino

PROYECTO : **Análisis comparativo de las propiedades mecánicas del concreto de resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$ empleando concreto Rapimix, Unicon y Tradicional – Huamachuco**

ENSAYO : **PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE LOS AGREGADOS (NTP 400.017)**

ELABORADO POR : **ASTO CAMPOS, MELIZA PATRICIA - CERNA LAVADO, JOSE MANUEL** CANTERA : **RÍO BADO**

DEPARTAMENTO : **LA LIBERTAD** PROVINCIA : **SÁNCHEZ CARRIÓN** F. ENSAYO : **8/08/2022**

DISTRITO : **HUAMACHUCO** MATERIAL : **AGREGADO FINO**

PESO UNITARIO SUELTO

NOMENCLATURA	MUESTRA	UND.	1	2
T	Peso del recipiente	kg	6.696	6.696
V	Volumen del recipiente	m ³	0.014242	0.014242
G	Peso del recipiente + muestra suelta	kg	29.220	29.26
T- G	Peso de la muestra Suelta	kg	22.524	22.564
(T-G) /V	PESO UNITARIO SUELTO	kg/m ³	1582	1584
P.U.S.	PROMEDIO	kg/m ³	1583	

PESO UNITARIO COMPACTADO

NOMENCLATURA	MUESTRA	UND.	1	2
T	Peso del recipiente	kg	6.696	6.696
V	Volumen del recipiente	m ³	0.014242	0.014242
G	Peso del recipiente + muestra compactada	kg	31.66	33.116
T- G	Peso de la muestra compactada	kg	24.964	26.420
(T-G) /V	PESO UNITARIO COMPACTADO	kg/m ³	1753	1855
P.U.C.	PROMEDIO	kg/m ³	1804	

Anexo N° 9. Plantilla de cálculo de peso unitario suelto y compactado del agregado grueso

PROYECTO : **Análisis comparativo de las propiedades mecánicas del concreto de resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$ empleando concreto Rapimix, Unicon y Tradicional – Huamachuco**

ENSAYO : **PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE LOS AGREGADOS (NTP 400.017)**

ELABORADO POR : **ASTO CAMPOS, MELIZA PATRICIA - CERNA LAVADO, JOSE MANUEL** CANTERA : **RÍO BADO**

DEPARTAMENTO : **LA LIBERTAD** PROVINCIA : **SÁNCHEZ CARRIÓN** F. ENSAYO : **8/08/2022**

DISTRITO : **HUAMACHUCO** MATERIAL : **AGREGADO GRUESO**

PESO UNITARIO SUELTO

NOMENCLATURA	MUESTRA	UND.	1	2
T	Peso del recipiente	kg	6.696	6.696
V	Volumen del recipiente	m ³	0.014242	0.014242
G	Peso del recipiente + muestra suelta	kg	25.79	25.82
T- G	Peso de la muestra Suelta	kg	19.094	19.124
(T-G) /V	PESO UNITARIO SUELTO	kg/m ³	1341	1343
P.U.S.	PROMEDIO	kg/m ³	1342	

PESO UNITARIO COMPACTADO

NOMENCLATURA	MUESTRA	UND.	1	2
T	Peso del recipiente	kg	6.696	6.696
V	Volumen del recipiente	m ³	0.014242	0.014242
G	Peso del recipiente + muestra compactada	kg	28.792	28.800
T- G	Peso de la muestra compactada	kg	22.096	22.104
(T-G) /V	PESO UNITARIO COMPACTADO	kg/m ³	1551	1552
P.U.C.	PROMEDIO	kg/m ³	1552	

Anexo N° 10. Plantilla del ensayo de contenido de humedad evaporable de los agregados

PROYECTO :	Análisis comparativo de las propiedades mecánicas del concreto de resistencia $f_c=210\text{kg/cm}^2$ empleando concreto Rapimix, Unicon y Tradicional – Huamachuco		
ENSAYO :	CONTENIDO DE HUMEDAD EVAPORABLE DE LOS AGREGADOS (NTP 339.185)		
ELABORADO POR :	ASTO CAMPOS, MELIZA PATRICIA - CERNA LAVADO, JOSE MANUEL	CANTERA :	RÍO BADO
DEPARTAMENTO :	LA LIBERTAD	PROVINCIA :	SÁNCHEZ CARRIÓN
DISTRITO :	HUAMACHUCO	F. ENSAYO :	8/08/2022
	MATERIAL :	AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO	

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO				
NOMENCLATURA	MUESTRA	UND.	DATOS	
Wr	Peso de Recipiente	g	751.3	751.3
Wr+W	Peso de Recipiente + Muestra Húmeda	g	4035.2	4139.8
Wr+D	Peso de Recipiente + Muestra Seca	g	4024.2	4127.7
$\frac{(W-D)}{D} \cdot 100$	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	0.34%	0.36%
%H	PROMEDIO	%	0.35%	

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO				
NOMENCLATURA	MUESTRA	UND.	DATOS	
Wr	Peso de Recipiente	g	702.9	702.9
Wr+W	Peso de Recipiente + Muestra Húmeda	g	3803.3	3844.3
Wr+D	Peso de Recipiente + Muestra Seca	g	3775.1	3815.9
$\frac{(W-D)}{D} \cdot 100$	CONTENIDO DE HUMEDAD	%	0.92%	0.91%
%H	PROMEDIO	%	0.92%	

Nota. Plantilla de elaboración propia, según NTP 339.185

Anexo N° 11. Plantilla de cálculo del peso específico y absorción del agregado fino

PROYECTO : **Análisis comparativo de las propiedades mecánicas del concreto de resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$ empleando concreto Rapimix, Unicon y Tradicional – Huamachuco**

ENSAYO : **PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO (NTP 400.022)**

ELABORADO POR : **ASTO CAMPOS, MELIZA PATRICIA - CERNA LAVADO, JOSE MANUEL**

CANTERA : **RÍO BADO**

DEPARTAMENTO : **LA LIBERTAD**

PROVINCIA : **SÁNCHEZ CARRIÓN**

F. ENSAYO : **9/08/2022**

DISTRITO : **HUAMACHUCO**

MATERIAL : **AGREGADO FINO**

PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO FINO

NOMENCLATURA	MUESTRA	UND.	1	2
A	Peso de la muestra seca al horno	g	98.28	98.4
B	Peso del recipiente + agua	g	685.9	685.9
S	Peso de la muestra superficialmente saturada seca	g	100.0	100.0
C	Peso del recipiente + muestra sss + agua	g	747.7	747.9
$Dr_{af} = \frac{A}{(B + S - C)}$	Densidad relativa del agregado fino		2.573	2.589
Draf	Promedio		2.581	
Dw	Densidad del agua a 18.3 °C	Kg/m ³	998.54	
$D_{af} = Dw * Dr_{af}$	Peso específico del agregado fino	Kg/m ³	2577	

PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO

N.º	Peso de la Muestra	Peso de la Muestra SSS (g)	Peso de la Muestra seca (g)	% Absorción	% Absorción promedio
1	100	100	98.28	1.75%	1.69%
2	100	100	98.4	1.63%	

Anexo N° 12. Plantilla de cálculo del peso específico y absorción del agregado grueso

PROYECTO : **Análisis comparativo de las propiedades mecánicas del concreto de resistencia $f'c=210\text{kg/cm}^2$ empleando concreto Rapimix, Unicon y Tradicional – Huamachuco**

ENSAYO : **PESO ESPECIFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO (NTP 400.021)**

ELABORADO POR : **ASTO CAMPOS, MELIZA PATRICIA - CERNA LAVADO, JOSE MANUEL** CANTERA : **RÍO BADO**

DEPARTAMENTO : **LA LIBERTAD** PROVINCIA : **SÁNCHEZ CARRIÓN** F. ENSAYO : **9/08/2022**

DISTRITO : **HUAMACHUCO** MATERIAL : **AGREGADO GRUESO**

PESO ESPECIFICO DEL AGREGADO GRUESO

N.º	Muestra	UND.	1	2
A	Peso de la muestra seca al horno	g	3336.8	3685.2
B	Peso de la muestra superficialmente saturada seca	g	3381.2	3738.1
C	Peso aparente de la muestra sss en agua	g	2093.7	2316.2
	$Dr_{AG} = \frac{A}{(B - C)}$ Densidad relativa del agregado grueso		2.592	2.592
	Dr_{AG} Promedio		2.592	
Dw	Densidad del agua a 18.3 °C	Kg/m ³	998.54	
	$D_{Ag} = D_W * Dr_{Ag}$ Peso específico del agregado grueso	Kg/m³	2588	

PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DEL AGREGADO GRUESO

N.º	Peso de la Muestra	Peso de la Muestra SSS (g)	Peso de la Muestra seca (g)	% Absorción	% Absorción promedio
1		3381.2	3336.8	1.33%	1.38%
2		3738.1	3685.2	1.44%	

Anexo N° 13. Análisis granulométrico del agregado fino

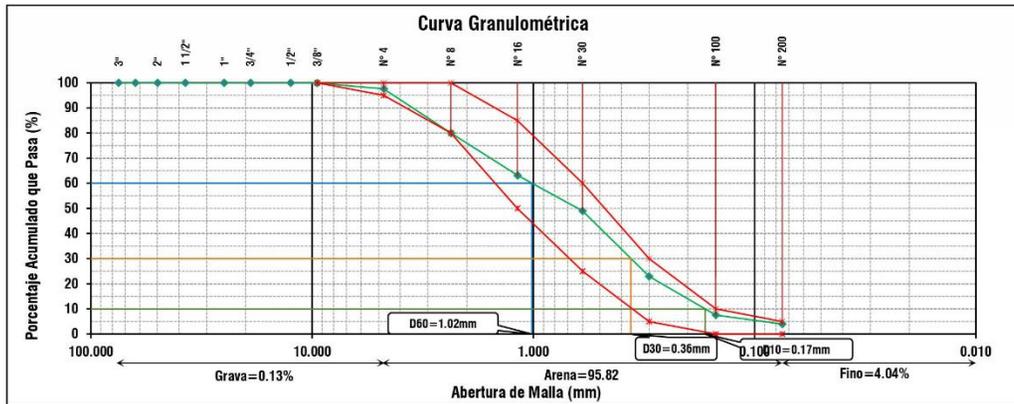
	TERRASLAB E.I.R.L.	FORMATO F-AG-002
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS ASTM C136	RUC 20605832688
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REG. INDECOPI 023575-2020/DSD
		PÁGINA 04 de 08

PROYECTO :	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA F _C =210KG/CM ² EMPLEANDO CONCRETO RÁPIMIX, UNICÓN Y TRADICIONAL - HUAMACHUCO		
SOLICITANTE :	ASTO CAMPOS, MELIZA PATRICIA - CERNA LAVADO, JOSE MANUEL	F. MUESTREO :	5/08/2022
DEPARTAMENTO :	LA LIBERTAD	PROVINCIA :	SÁNCHEZ CARRIÓN
DISTRITO :	HUAMACHUCO	MATERIAL :	AGREGADO FINO
		F. ENSAYO :	8/08/2022
		SECTOR :	N.E.
		OBS. :	--

AGREGADO FINO - ASTM C33/C33M - 18

Tamiz Nº	Abertura (mm)	MASA 01 (gr)	MASA 02 (gr)	MASA 03 (gr)	PESO RETENIDO (gr)	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	Acumulado Pasa (%)	Límites	
									Inf.	Sup.
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00		
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00		
1/2"	12.500	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00		
3/8"	9.500	2.10	0.00	0.00	2.10	0.13	0.13	99.87	100.0	100.0
Nº 4	4.750	35.30	0.00	0.00	35.30	2.24	2.38	97.62	95.0	100.0
Nº 8	2.360	277.40	0.00	0.00	277.40	17.64	20.02	79.98	80.0	100.0
Nº 16	1.180	264.90	0.00	0.00	264.90	16.84	36.86	63.14	50.0	85.0
Nº 30	0.600	223.00	0.00	0.00	223.00	14.18	51.04	48.96	25.0	60.0
Nº 50	0.300	409.50	0.00	0.00	409.50	26.04	77.08	22.92	5.0	30.0
Nº 100	0.150	241.30	0.00	0.00	241.30	15.34	92.42	7.58	0.0	10.0
Nº 200	0.075	55.60	0.00	0.00	55.60	3.54	95.96	4.04	0.0	5.0
Fondo	< 0.075	63.60	0.00	0.00	63.60	4.04	100.00	0.00		
Σ	Total				1,572.70					

RESUMEN DE RESULTADOS	
2.80	: Módulo de Finura
0.13	: % Grava
95.82	: % Arena
4.04	: % Finos
6.07	: Coef. Uniformidad
0.77	: Coef. Curvatura
SW	: SUCS



*Se recomienda tamizar la arena y realizar nuevo ensayo para determinar que la granulometría se ubique dentro de los límites establecidos por la norma ASTM C33.

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio EM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
		

Anexo N° 14. Análisis granulométrico del agregado grueso

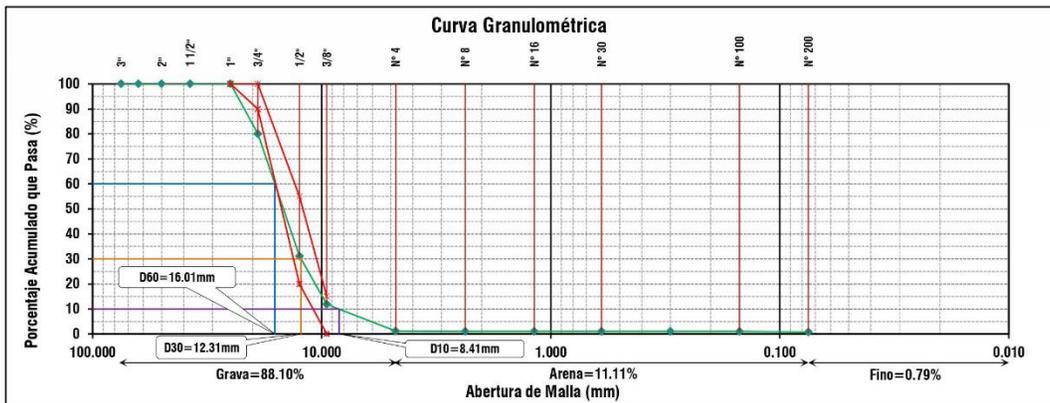
	TERRASLAB E.I.R.L.	FORMATO F-AG-002
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS	RUC 20605832688
	ASTM C136	REG. INDECOPI 023575-2020/DSD
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	PÁGINA 03 de 08

PROYECTO : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA FC=210KG/CM2 EMPLEANDO CONCRETO RÁPMIX, UNICON Y TRADICIONAL - HUAMACHUCO			
SOLICITANTE : ASTO CAMPOS, MELIZA PATRICIA - CERNA LAVADO, JOSE MANUEL		F. MUESTREO : 5/08/2022	CANTERA : RÍO BADO
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD	PROVINCIA : SÁNCHEZ CARRIÓN	F. ENSAYO : 8/08/2022	SECTOR : N.E.
DISTRITO : HUAMACHUCO	MATERIAL : AGREGADO GRUESO	OBS. : --	

AGREGADO GRUESO - ASTM C33/C33M - 18

Tamiz N°	Abertura (mm)	MASA 01 (gr)	MASA 02 (gr)	MASA 03 (gr)	PESO RETENIDO (gr)	% Parcial Retenido	% Acumulado Retenido	Acumulado Pasa (%)	Límites	
									Inf.	Sup.
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00		
2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00		
2"	50.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	25.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.0	100.0
3/4"	19.000	674.30	0.00	0.00	674.30	19.99	19.99	80.01	90.0	100.0
1/2"	12.500	1,650.10	0.00	0.00	1650.10	48.92	68.91	31.09	20.0	55.0
3/8"	9.500	647.40	0.00	0.00	647.40	19.19	88.10	11.90	0.0	15.0
N° 4	4.750	362.90	0.00	0.00	362.90	10.76	98.86	1.14	0.0	5.0
N° 8	2.360	3.70	0.00	0.00	3.70	0.11	98.97	1.03		
N° 16	1.180	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	98.97	1.03		
N° 30	0.600	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	98.97	1.03		
N° 50	0.300	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	98.97	1.03		
N° 100	0.150	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	98.97	1.03		
N° 200	0.075	8.10	0.00	0.00	8.10	0.24	99.21	0.79		
Fondo	< 0.075	26.70	0.00	0.00	26.70	0.79	100.00	0.00		
Σ	Total				3,373.20					

RESUMEN DE RESULTADOS	
7.02	: Módulo de Finura
88.10	: % Grava
11.11	: % Arena
0.79	: % Finos
1.90	: Coef. Uniformidad
1.13	: Coef. Curvatura
GP	: SUCS
3/4"	: TMN (in)



TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio EM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
		

Anexo N° 15. Peso unitario suelto y compactado del agregado fino

	TERRASLAB E.I.R.L.		FORMATO	F-PM-001
	DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE LOS AGREGADOS ASTM C29 / C29 - 17a		RUC	20605832688
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		REG. INDECOPI	023575-2020/DSD
			PÁGINA	08 de 08

PROYECTO :	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA FC=210KG/CM2 EMPLEANDO CONCRETO RÁPIMIX, UNICON Y TRADICIONAL - HUAMACHUCO		
SOLICITANTE :	ASTO CAMPOS, MELIZA PATRICIA - CERNA LAVADO, JOSE MANUEL	F. MUESTREO :	5/08/2022
DEPARTAMENTO :	LA LIBERTAD	PROVINCIA :	SÁNCHEZ CARRIÓN
DISTRITO :	HUAMACHUCO	F. ENSAYO :	8/08/2022
	MATERIAL :	AGREGADO FINO	OBS. :
			CANTERA : RÍO BADO
			ADITIVO : N.E.

MUESTREO POR :	SOLICITANTES
ENSAYADO POR :	SOLICITANTES
ESTRATO :	N.E.

PESO UNITARIO SUELTO				
	IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
A	Peso de molde (kg)	6.696	6.696	
B	Volumen de Molde (m3)	0.014242	0.014242	
C	Peso de molde + Muestra Suelta (kg)	29.220	29.26	
D	Peso de Muestra Suelta (kg)	22.524	22.564	
	PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	1582	1584	1582.92

PESO UNITARIO COMPACTADO				
	IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
A	Peso de molde (kg)	6.696	6.696	
B	Volumen de Molde (m3)	0.014242	0.014242	
C	Peso de molde + Muestra C. (kg)	31.660	33.116	
D	Peso de Muestra Suelta (kg)	24.964	26.420	
	PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	1753	1855	1804

TERRASLAB E.I.R.L.

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio EM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
 	 	

Anexo N° 16. Peso unitario suelto y compactado del agregado grueso

	TERRASLAB E.I.R.L.		FORMATO F-PE-AG-001
	DETERMINACIÓN DEL PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO DE LOS AGREGADOS ASTM C29 / C29 - 17a		RUC 20605832688
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		REG. INDECOPI 023575-2020/DSD
			PÁGINA 06 de 08

PROYECTO :	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA F'c=210KG/CM2 EMPLEANDO CONCRETO RÁPIMIX, UNICÓN Y TRADICIONAL - HUAMACHUCO			
SOLICITANTE :	ASTO CAMPOS, MELIZA PATRICIA - CERNA LAVADO, JOSE MANUEL	F. MUESTREO :	5/08/2022	
DEPARTAMENTO :	LA LIBERTAD	PROVINCIA :	SÁNCHEZ CARRIÓN	
DISTRITO :	HUAMACHUCO	F. ENSAYO :	8/08/2022	
	MATERIAL :	AGREGADO GRUESO	ADITIVO :	N.E.
		OBS. :		
MUESTREADO POR :	SOLICITANTES			
ENSAYADO POR :	SOLICITANTES			
ESTRATO :	N.E.			

PESO UNITARIO SUELTO				
	IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
A	Peso de molde (kg)	6.696	6.696	
B	Volumen de Molde (m3)	0.014242	0.014242	
C	Peso de molde + Muestra Suelta (kg)	25.79	25.82	
D	Peso de Muestra Suelta (kg)	19.094	19.124	
	PESO UNITARIO SUELTO (kg/m3)	1341	1343	1341.74

PESO UNITARIO COMPACTADO				
	IDENTIFICACIÓN	1	2	PROMEDIO
A	Peso de molde (kg)	6.696	6.696	
B	Volumen de Molde (m3)	0.014242	0.014242	
C	Peso de molde + Muestra C. (kg)	28.792	28.800	
D	Peso de Muestra Compactada (kg)	22.096	22.104	
	PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m3)	1551	1552	1552

TERRASLAB E.I.R.L.

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio EM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
 TERRASLAB E.I.R.L. LUIS ZANATAN AGUILAR INANTES BACH. INGENIERIA CIVIL DNI N° 7073911	 TERRASLAB E.I.R.L. LUIS MARTÍN PARLEY PALMA JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS INGENIERO CIVIL REG. CIP 174362	 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS TERRASLAB E.I.R.L.

Anexo N° 17. Contenido de humedad de los agregados

	TERRASLAB E.I.R.L.	CÓD. DE FORMATO	TLab-CHA-002
	CONTENIDO DE HUMEDAD EVAPORABLE DE LOS AGREGADOS ASTM C566 - 19	RUC	20605832688
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REG. INDECOPI	023575-2020/DSD
		PÁGINA	02 de 08

PROYECTO :	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA FC=210KG/CM2 EMPLEANDO CONCRETO RÁPIMIX, UNICON Y TRADICIONAL - HUAMACHUCO		
SOLICITANTE :	ASTO CAMPOS, MELIZA PATRICIA - CERNA LAVADO, JOSE MANUEL	F. MUESTREO :	5/08/2022
DEPARTAMENTO :	LA LIBERTAD	PROVINCIA :	SÁNCHEZ CARRIÓN
DISTRITO :	HUAMACHUCO	MATERIAL :	A.G & A.F.
		F. ENSAYO :	8/08/2022
		CANTERA :	RÍO BADO
		ADITIVO :	N.E.
		OBS. :	

MUESTREO POR :	SOLICITANTES
ENSAYADO POR :	SOLICITANTES
ESTRATO :	N.E.

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO			
IDENTIFICACIÓN	UND.	DATOS	
Peso de Recipiente	gr	751.3	751.3
Peso de Recipiente + Muestra Húmeda	gr	4035.2	4139.8
Peso de Recipiente + Muestra Seca	gr	4024.2	4127.7
		0.34%	0.36%
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	0.35%	

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO			
IDENTIFICACIÓN	UND.	DATOS	
Peso de Recipiente	gr	702.9	702.9
Peso de Recipiente + Muestra Húmeda	gr	3803.3	3844.3
Peso de Recipiente + Muestra Seca	gr	3775.1	3815.9
		0.92%	0.91%
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	0.92%	

TERRASLAB E.I.R.L.

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio EM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
 LUIS NATHAN AGUILAR INFANTES JEFE DE LABORATORIO DE ESTUDIOS MECÁNICOS BACH. INGENIERÍA CIVIL DNI N° 70273571	 LUIS MARTÍN DE SILES Y POMA JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS INGENIERO CIVIL REG. CIP 174392	

Anexo N° 18. Peso específico y porcentaje de absorción del agregado fino

	TERRASLAB E.I.R.L.		FORMATO: F-PM-001
	DETERMINACIÓN DEL PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DEL AGREGADO FINO ASTM C128-15		RUC: 20605832688
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		REG. INDECOPI: 023575-2020/DSD
			PÁGINA: 07 de 08

PROYECTO :	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA FC=210KG/CM2 EMPLEANDO CONCRETO RÁPIMIX, UNICON Y TRADICIONAL - HUAMACHUCO		
SOLICITANTE :	ASTO CAMPOS, MELIZA PATRICIA - CERNA LAVADO, JOSE MANUEL	F. MUESTREO :	6/08/2022
DEPARTAMENTO :	LA LIBERTAD	PROVINCIA :	SÁNCHEZ CARRIÓN
DISTRITO :	HUAMACHUCO	MATERIAL :	AGREGADO FINO
		F. ENSAYO :	9/08/2022
		ADITIVO :	N.E.
		OBS. :	

MUESTREADO POR :	SOLICITANTES
ENSAYADO POR :	SOLICITANTES
ESTRATO :	N.E.

ASTM C128 - 15				
	IDENTIFICACIÓN	1	2	
A	Peso Mat. Sat. Sup. Seca (SSS)	100.0	100.0	
B	Peso Picnómetro + agua	685.9	685.9	
C	Peso Picnó. + agua + muestra SSS	747.7	747.9	
D	Peso del Material Seco	98.28	98.4	
	Pe Bulk (Base Seca) o Peso Especifico de masa D/(B+A-C)	2.573	2.589	2.581
	Pe Bluk (Base Saturada) o Peso Especifico SSS A/(B+A-C)	2.618	2.632	2.625
	Pe Aparente (Base Seca) o Peso Especifico Aparente D/(B+D-C)	2.694	2.703	2.699
	% Absorción 100*((A-D)/D)	1.75%	1.63%	1.69%

TERRASLAB E.I.R.L.

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio EM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
 LUIS YANATAN ACUÑA INFANTES JEFE DE LABORATORIO DE ESTUDIOS MECÁNICOS BACH. INGENIERIA CIVIL DNI N° 70273071	 LUIS MARTÍN GARCÍA POMA JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS INGENIERO CIVIL REG. CIP 174360	

Anexo N° 19. Peso específico y porcentaje de absorción del agregado grueso

	TERRASLAB E.I.R.L.		FORMATO TLab-PE-AG-001
	METODO DE PRUEBA ESTANDAR PARA DENSIDAD RELATIVA (GRAVEDAD ESPECIFICA) Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS ASTM C127-15		RUC 20605832688
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		REG. INDECOPI 023575-2020/DSD
			PÁGINA 05 de 08

PROYECTO :	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA FC=210KG/CM2 EMPLEANDO CONCRETO RÁPIMIX, UNICON Y TRADICIONAL - HUAMACHUCO		
SOLICITANTE :	ASTO CAMPOS, MELIZA PATRICIA - CERNA LAVADO, JOSE MANUEL	F. MUESTREO :	6/08/2022
DEPARTAMENTO :	LA LIBERTAD	PROVINCIA :	SÁNCHEZ CARRIÓN
DISTRITO :	HUAMACHUCO	MATERIAL :	AGREGADO GRUESO
F. ENSAYO :	9/08/2022	CANTERA :	RÍO BADO
ADITIVO :	N.E.	OBS. :	
MUESTREADO POR :	SOLICITANTES		
ENSAYADO POR :	SOLICITANTES		
ESTRATO :	N.E.		

ASTM C127-15

DATOS			
		1	2
A	Peso de la Muestra Secada al Horno (gr)	3336.8	3685.2
B	Peso de Muestra (SSS) (gr)	3381.2	3738.1
C	Peso de Muestra (SSS) Sumergida (gr)	2093.7	2316.2

RESULTADOS				
		1	2	PROMEDIO
	Peso Especifico de masa	2.592	2.592	2.592
	Peso Especifico SSS	2.626	2.629	2.628
	Peso Especifico Aparente	2.684	2.692	2.688
	% Absorción	1.33%	1.44%	1.38%

TERRASLAB E.I.R.L.

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio EM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
 	 	

Anexo N° 20. Diseño de mezcla para el concreto tradicional

	TERRASLAB E.I.R.L.		FORMATO TLab-DC-002
	DISEÑO DE CONCRETO		RUC 20605832688
	ACI 211		REG. INDECOPI 023575-2020/DSD
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS			PÁGINA 04 de 12

PROYECTO :	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA $f_c=210\text{KG/CM}^2$ EMPLEANDO CONCRETO RÁPIMIX, UNICÓN Y TRADICIONAL - HUAMACHUCO		
SOLICITANTE :	ASTO CAMPOS, MELIZA PATRICIA - CERNA LAVADO, JOSE MANUEL	FECHA REP. :	8/10/2022
DEPARTAMENTO :	LA LIBERTAD	PROVINCIA :	SÁNCHEZ CARRIÓN
DISTRITO :	HUAMACHUCO	MATERIAL :	A.G & A.F.
		OBS. :	CEMENTO PORTLAND TIPO Ico
CANTERA :	RÍO BADO		
		SECTOR :	N.E.

1. DATOS DE DISEÑO	4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO
f_c : 210 kg/cm^2	Aire Atrapado : 2.00%
Slump : 4"	
2. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - REQUERIDA	5. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA
f_{cr} : 294 kg/cm^2	Agua : 205 Lt
3. RELACIÓN AGUA CEMENTO	6. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO
R a/c : 0.558	Cemento : 367 kg = 8.6 bo/m ³

7. DATOS DE LOS AGREGADOS			
INSUMO	PESO ESPECÍFICO	A. GRUESO	A. FINO
CEMENTO PORTLAND TIPO Ico	2960 kg/m^3	Humedad	0.35%
Agua	998.54 kg/m^3	Absorción	1.38%
Adición Mineral 0.00%	No aplica	Mod. Fineza	7.02
Aditivo 0.00%	No aplica	P.U. Suelto	1341.74
Agregado Grueso	2587.93 kg/m^3	P.U. Compactado	1551.75
Agregado Fino	2577.36 kg/m^3	TMN (pulgadas)	3/4"

		bo : 0.62	

8. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS		
INSUMO	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABS.
CEMENTO PORTLAND TIPO Ico	2960 kg/m^3	0.124 m ³
Agua	999 kg/m^3	0.205 m ³
Adición Mineral 0.00%	No aplica	0.000 m ³
Aditivo 0.00%	No aplica	0.000 m ³
Aire Atrapado 2.00%	---	0.020 m ³
Agregado Grueso	2587.93 kg/m^3	0.372 m ³
Agregado Fino	2577.36 kg/m^3	0.279 m ³
		Volumen de Pasta : 0.3494 m ³
		Volumen de Agregados : 0.6506 m ³

9. PROPORCIONES DE AGREGADOS SECOS			
A. Grueso	: 57.2%	≈ 962.20 kg	0.3718 m ³
A. Fino	: 42.8%	≈ 718.49 kg	0.2788 m ³

10. PESO HÚMEDO DE AGREGADOS (CORRECCIÓN POR HUMEDAD)		
A. Grueso	: 966 kg	
A. Fino	: 725 kg	

11. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD		
Agua	: 221 Lt	

12. RESUMEN DE PROPORCIONES EN PESO (m³)		
COMPONENTE	PESO SECO	PESO HÚMEDO
CEMENTO PORTLAND TIPO Ico	367 kg	367 kg
Agua	205 Lt	221 Lt
Agregado Grueso	962 kg	966 kg
Agregado Fino	718 kg	725 kg
	Peso Unitario Teórico	2279 kg

13. RELACIÓN EN PESO			
Cemento	A. Grueso	A. Fino	Agua
1	2.63	1.97	0.60

14. PROPORCIÓN DE VOLUMEN DE OBRA (pie³)			
Cemento	A. Grueso	A. Fino	Agua
1	2.93	1.85	25.5 Lt

* El diseño se ha realizado con las humedades naturales de material granular, agregados proporcionados por el solicitante.
 * Cualquier modificación en las proporciones en campo o adición de aditivos, se debe hacer la corrección en el diseño de mezcla.

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio EM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	COC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
 	 	

Anexo N° 21. Ensayo a compresión de las 5 muestras cilíndricas de concreto tradicional - edad 7 días

	TERRASLAB E.I.R.L.	CÓDIGO Tlab-RC-0013
	HISTORICAL STANDARD: MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPÉCIMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	VERSIÓN 1
	ASTM C39 / C39M - 17	REG. INDECOPI 023575-2020/DSD
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REGISTRO N° TES_JM-001
		FECHA 4/07/2023

PROYECTO : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA FC=210 KM/CM2 EMPLEANDO CONCRETO RAPIMIX, UNICON Y TRADICIONAL - HUAMACHUCO

SOLICITANTE : ASTO CAMPOS, MELIZA PATRICIA - CERNA LAVADO, JOSE MANUEL
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD **PROVINCIA :** SÁNCHEZ CARRIÓN
DISTRITO : HUAMACHUCO **MATERIAL :** AGREGADO FINO

MUESTREADO POR : SOLICITANTES **FECHA :** 22/06/2023
ENSAYADO POR : PERSONAL DE LABORATORIO TERRASLAB EIRL **FECHA :** 29/06/2023

ENSAYO DE COMPRESIÓN (fc) ASTM C39					
ÍTEM	1	2	3	4	5
CODIFICACIÓN					
DESCRIPCIÓN	TRADICIONAL 210 EDAD 7 DÍAS #1	TRADICIONAL 210 EDAD 7 DÍAS #2	TRADICIONAL 210 EDAD 7 DÍAS #3	TRADICIONAL 210 EDAD 7 DÍAS #4	TRADICIONAL 210 EDAD 7 DÍAS #5
FECHA DE VACIADO	22/06/2023	22/06/2023	22/06/2023	22/06/2023	22/06/2023
FECHA DE ENSAYO	29/06/2023	29/06/2023	29/06/2023	29/06/2023	29/06/2023
EDAD (días)	7	7	7	7	7
DIÁMETRO (mm)	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00
ALTURA (cm)	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
PESO (kg)					
ÁREA DE SECCIÓN (cm2)	176.71	176.71	176.71	176.71	176.10
PESO ESPECÍFICO (kg/m3)	-	-	-	-	-
CARGA MÁX. (kg)	29,096	30,380	29,268	33,634	31,673
RESISTENCIA (kg/cm2)	164.65	171.92	165.63	190.33	179.86
RESIST. DISEÑO (kg/cm2)	210	210	210	210	210
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	78.41%	81.87%	78.87%	90.64%	85.65%
TIPO DE FALLA	T-5	T-5	T-5	T-5	T-5



NOTA:

Las probetas se ensayaron con almohadillas elastométricas, tanto en la parte superior como en la parte inferior (ASTM C1231). El laboratorio Terraslab E.I.R.L. no ha intervenido en la elaboración ni muestreo de las probetas, solo nos limitamos a realizar el ensayo de compresión.

Los valores referenciales se basan en el ACI 209R-92, para la aplicación de la fórmula que se presenta a continuación. Y en el Criterio de aceptación para especímenes con curación estándar, en el ACI 318-19 pág. 550.

$$(f'c)_t = \frac{t}{(\alpha + \beta t)} (f'c)_{28}$$

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio EM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
		

Anexo N° 22. Ensayo a compresión de las 5 muestras cilíndricas de concreto tradicional - edad 14 días

	TERRASLAB E.I.R.L.		CÓDIGO Tlab-RC-0015
	HISTORICAL STANDARD: MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO		VERSIÓN 1
	ASTM C39 / C39M - 17		REG. INDECOPI 023575-2020/DSD
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		REGISTRO N° TES_JM-001
			FECHA 4/07/2023

PROYECTO : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA $f_c=210$ KM/CM² EMPLEANDO CONCRETO RAPIMIX, UNICÓN Y TRADICIONAL - HUAMACHUCO

SOLICITANTE : ASTO CAMPOS, MELIZA PATRICIA - CERNA LAVADO, JOSE MANUEL
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD **PROVINCIA :** SÁNCHEZ CARRIÓN
DISTRITO : HUAMACHUCO **MATERIAL :** AGREGADO FINO

MUESTREO POR : SOLICITANTES **FECHA :** 16/06/2023
ENSAYADO POR : PERSONAL DE LABORATORIO TERRASLAB EIRL **FECHA :** 30/06/2023

ENSAYO DE COMPRESIÓN (fc) ASTM C39					
ÍTEM	1	2	3	4	5
CODIFICACIÓN	TRADICIONAL 210 EDAD 14 DÍAS				
DESCRIPCIÓN	#1	#2	#3	#4	#5
FECHA DE VACIADO	16/06/2023	16/06/2023	16/06/2023	16/06/2023	16/06/2023
FECHA DE ENSAYO	30/06/2023	30/06/2023	30/06/2023	30/06/2023	30/06/2023
EDAD (días)	14	14	14	14	14
DIÁMETRO (mm)	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00
ALTURA (cm)	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
PESO (kg)					
ÁREA DE SECCIÓN (cm²)	176.71	176.71	176.71	176.71	176.10
PESO ESPECÍFICO (kg/m³)	-	-	-	-	-
CARGA MÁX. (kg)	41,400	39,847	43,039	38,646	40,156
RESISTENCIA (kg/cm²)	234.28	225.49	243.56	218.70	228.03
RESIST. DISEÑO (kg/cm²)	210	210	210	210	210
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	111.56%	107.38%	115.98%	104.14%	108.59%
TIPO DE FALLA	T-5	T-5	T-5	T-5	T-5



NOTA:

Las probetas se ensayaron con almohadillas elastométricas, tanto en la parte superior como en la parte inferior (ASTM C1231). El laboratorio Terraslab E.I.R.L. no ha intervenido en la elaboración ni muestreo de las probetas, solo nos limitamos a realizar el ensayo de compresión.

Los valores referenciales se basan en el ACI 209R-92, para la aplicación de la fórmula que se presenta a continuación. Y en el Criterio de aceptación para especímenes con curación estándar, en el ACI 318-19 pág. 550.

$$(f'_c)_t = \frac{t}{(\alpha + \beta t)} (f'_c)_{28}$$

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio EM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
 TERRASLAB E.I.R.L. LUIS MATARI JEFE DE LABORATORIO DE ESTUDIOS MECÁNICOS INGENIERO CIVIL REG. COP 114380	 TERRASLAB E.I.R.L. LUIS MATARI JEFE DE LABORATORIO DE ESTUDIOS MECÁNICOS INGENIERO CIVIL REG. COP 114380	

Anexo N° 23. Ensayo a compresión de las 5 muestras cilíndricas de concreto tradicional - edad 28 días

	TERRASLAB E.I.R.L.		CÓDIGO Tlab-RC-0017
	HISTORICAL STANDARD: MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO		VERSIÓN 1
	ASTM C39 / C39M - 17		REG. INDECOPI 023575-2020/DSD
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		REGISTRO N° TES_JM-001
			FECHA 4/07/2023

PROYECTO : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA FC=210 KM/CM2 EMPLEANDO CONCRETO RAPIMIX, UNICÓN Y TRADICIONAL - HUAMACHUCO

SOLICITANTE : ASTO CAMPOS, MELIZA PATRICIA - CERNA LAVADO, JOSE MANUEL
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD **PROVINCIA :** SÁNCHEZ CARRIÓN
DISTRITO : HUAMACHUCO **MATERIAL :** AGREGADO FINO

MUESTREADO POR : SOLICITANTES **FECHA :** 5/06/2023
ENSAYADO POR : PERSONAL DE LABORATORIO TERRASLAB EIRL **FECHA :** 3/07/2023

ENSAYO DE COMPRESIÓN (fc) ASTM C39					
ÍTEM	1	2	3	4	5
CODIFICACIÓN					
DESCRIPCIÓN	TRADICIONAL 210 EDAD 28 DÍAS #1	TRADICIONAL 210 EDAD 28 DÍAS #2	TRADICIONAL 210 EDAD 28 DÍAS #3	TRADICIONAL 210 EDAD 28 DÍAS #4	TRADICIONAL 210 EDAD 28 DÍAS #5
FECHA DE VACIADO	5/06/2023	5/06/2023	5/06/2023	5/06/2023	5/06/2023
FECHA DE ENSAYO	3/07/2023	3/07/2023	3/07/2023	3/07/2023	3/07/2023
EDAD (días)	28	28	28	28	28
DÍAMETRO (mm)	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00
ALTURA (cm)	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
PESO (kg)					
ÁREA DE SECCIÓN (cm2)	176.71	176.71	176.71	176.71	176.10
PESO ESPECÍFICO (kg/m3)	-	-	-	-	-
CARGA MÁX. (kg)	48,038	50,865	49,048	54,593	54,224
RESISTENCIA (kg/cm2)	271.85	287.84	277.56	308.94	307.92
RESIST. DISEÑO (kg/cm2)	210	210	210	210	210
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	129.45%	137.07%	132.17%	147.11%	146.63%
TIPO DE FALLA	T-5	T-5	T-5	T-5	T-5



NOTA:

Las probetas se ensayaron con almohadillas elásticas, tanto en la parte superior como en la parte inferior (ASTM C1231).

El laboratorio Terraslab E.I.R.L. no ha intervenido en la elaboración ni muestreo de las probetas, solo nos limitamos a realizar el ensayo de compresión.

Los valores referenciales se basan en el ACI 209R-92, para la aplicación de la fórmula que se presenta a continuación. Y en el Criterio de aceptación para especímenes con curación estándar, en el ACI 318-19 pág. 550.

$$(f'c)_t = \frac{t}{(\alpha + \beta t)} (f'c)_{28}$$

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio EM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
 LUIS QUIÑAN AGUILAR INGENIERO CIVIL DISE N° 207320/1	 LUIS QUIÑAN AGUILAR JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS INGENIERO CIVIL REG. COP 114380	

Anexo N° 24. Ensayo a compresión de las 5 muestras cilíndricas de concreto Rapimix - edad 7 días

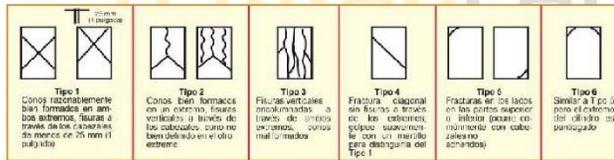
	TERRASLAB E.I.R.L.		CÓDIGO Tab-RC-0001
	HISTORICAL STANDARD: MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO ASTM C39 / C39M - 17		VERSIÓN 1
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		REG. INDECOPI 023575-2020/DSD
			REGISTRO N° TES_JM-001
			FECHA 4/07/2023

PROYECTO : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA FC=210 KM/CM2 EMPLEANDO CONCRETO RAPIMIX, UNICON Y TRADICIONAL - HUAMACHUCO

SOLICITANTE : ASTO CAMPOS, MELIZA PATRICIA - CERNA LAVADO, JOSE MANUEL
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD **PROVINCIA :** SÁNCHEZ CARRIÓN
DISTRITO : HUAMACHUCO **MATERIAL :** AGREGADO FINO

MUESTREO POR : SOLICITANTES **FECHA :** 27/05/2023
ENSAYADO POR : PERSONAL DE LABORATORIO TERRASLAB EIRL **FECHA :** 3/06/2023

ENSAYO DE COMPRESIÓN (F _c) ASTM C39					
ÍTEM	1	2	3	4	5
CODIFICACIÓN					
DESCRIPCIÓN	RAPIMIX 210 EDAD 7 DÍAS #1	RAPIMIX 210 EDAD 7 DÍAS #2	RAPIMIX 210 EDAD 7 DÍAS #3	RAPIMIX 210 EDAD 7 DÍAS #4	RAPIMIX 210 EDAD 7 DÍAS #5
FECHA DE VACIADO	27/05/2023	27/05/2023	27/05/2023	27/05/2023	27/05/2023
FECHA DE ENSAYO	3/06/2023	3/06/2023	3/06/2023	3/06/2023	3/06/2023
EDAD (días)	7	7	7	7	7
DIAMETRO (mm)	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00
ALTURA (cm)	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
PESO (kg)	-	-	-	-	-
ÁREA DE SECCIÓN (cm²)	176.71	176.71	176.71	176.71	176.10
PESO ESPECÍFICO (kg/m³)	-	-	-	-	-
CARGA MÁX. (kg)	29,884	30,089	28,856	29,974	28,782
RESISTENCIA (kg/cm²)	169.11	170.27	163.30	169.62	163.44
RESIST. DISEÑO (kg/cm²)	210	210	210	210	210
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	80.53%	81.08%	77.76%	80.77%	77.83%
TIPO DE FALLA	T-5	T-5	T-5	T-5	T-5



NOTA:

Las probetas se ensayaron con almohadillas elastométricas, tanto en la parte superior como en la parte inferior (ASTM C1231). El laboratorio Terraslab E.I.R.L. no ha intervenido en la elaboración ni muestreo de las probetas, solo nos limitamos a realizar el ensayo de compresión.

$$(f'_c)_t = \frac{t}{(\alpha + \beta t)} (f'_c)_{28}$$

Los valores referenciales se basan en el ACI 209R-92, para la aplicación de la fórmula que se presenta a continuación. Y en el Criterio de aceptación para especímenes con curación estándar, en el ACI 318-19 pág. 550.

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio EM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
		

Anexo N° 25. Ensayo a compresión de las 5 muestras cilíndricas de concreto Rapimix - edad 14 días

	TERRASLAB E.I.R.L.	CÓDIGO Tlab-RC-0003
	HISTORICAL STANDARD: MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	VERSIÓN 1
	ASTM C39 / C39M - 17	REG. INDECOPI 023575-2020/DSD
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REGISTRO N° TES_JM-001
		FECHA 4/07/2023

PROYECTO : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA FC=210 KM/CM2 EMPLEANDO CONCRETO RAPIMIX, UNICÓN Y TRADICIONAL - HUAMACHUCO

SOLICITANTE : ASTO CAMPOS, MELIZA PATRICIA - CERNA LAVADO, JOSE MANUEL
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD **PROVINCIA :** SÁNCHEZ CARRIÓN
DISTRITO : HUAMACHUCO **MATERIAL :** AGREGADO FINO

MUESTREO POR : SOLICITANTES **FECHA :** 27/05/2023
ENSAYADO POR : PERSONAL DE LABORATORIO TERRASLAB EIRL **FECHA :** 10/06/2023

ENSAYO DE COMPRESIÓN (fc) ASTM C39					
ÍTEM	1	2	3	4	5
CODIFICACIÓN					
DESCRIPCIÓN	RAPIMIX 210 EDAD 14 DÍAS #1	RAPIMIX 210 EDAD 14 DÍAS #2	RAPIMIX 210 EDAD 14 DÍAS #3	RAPIMIX 210 EDAD 14 DÍAS #4	RAPIMIX 210 EDAD 14 DÍAS #5
FECHA DE VACIADO	27/05/2023	27/05/2023	27/05/2023	27/05/2023	27/05/2023
FECHA DE ENSAYO	10/06/2023	10/06/2023	10/06/2023	10/06/2023	10/06/2023
EDAD (días)	14	14	14	14	14
DIÁMETRO (mm)	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00
ALTURA (cm)	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
PESO (kg)					
ÁREA DE SECCIÓN (cm2)	176.10	176.10	176.10	176.10	176.10
PESO ESPECÍFICO (kg/m3)	-	-	-	-	-
CARGA MÁX. (kg)	32,554	34,408	30,452	35,654	34,495
RESISTENCIA (kg/cm2)	184.86	195.39	172.92	202.46	195.88
RESIST. DISEÑO (kg/cm2)	210	210	210	210	210
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	88.03%	93.04%	82.34%	96.41%	93.28%
TIPO DE FALLA	T-5	T-5	T-5	T-5	T-5



NOTA:

Las probetas se ensayaron con almohadillas elastométricas, tanto en la parte superior como en la parte inferior (ASTM C1231).

El laboratorio Terraslab E.I.R.L. no ha intervenido en la elaboración ni muestreo de las probetas, solo nos limitamos a realizar el ensayo de compresión.

Los valores referenciales se basan en el ACI 209R-92, para la aplicación de la fórmula que se presenta a continuación. Y en el Criterio de aceptación para especímenes con curación estándar, en el ACI 318-19 pág. 550.

$$(f'c)_t = \frac{t}{(\alpha + \beta t)} (f'c)_{28}$$

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio EM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
 TERRASLAB E.I.R.L. LUIS MONTANARI TÉCNICO DE LABORATORIO DE ESTUDIOS MECÁNICOS INGENIERO CIVIL DNI N° 30273571	 TERRASLAB E.I.R.L. LUIS MARTÍN JEFE DE LABORATORIO DE ESTUDIOS MECÁNICOS INGENIERO CIVIL REG. COP 11-350	

Anexo N° 26. Ensayo a compresión de las 5 muestras cilíndricas de concreto Rapimix - edad 28 días

	TERRASLAB E.I.R.L.		CÓDIGO Tlab-RC-0005
	HISTORICAL STANDARD: MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPÉCIMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO		VERSIÓN 1
	ASTM C39 / C39M - 17		REG. INDECOPI 023575-2020/DSD
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		REGISTRO N° TES_JM-001
			FECHA 4/07/2023

PROYECTO : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA FC=210 KM/CM2 EMPLEANDO CONCRETO RAPIMIX, UNION Y TRADICIONAL - HUAMACHUCO

SOLICITANTE : ASTO CAMPOS, MELIZA PATRICIA - CERNA LAVADO, JOSE MANUEL
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD **PROVINCIA :** SÁNCHEZ CARRIÓN
DISTRITO : HUAMACHUCO **MATERIAL :** AGREGADO FINO

MUESTREADO POR : SOLICITANTES **FECHA :** 27/05/2023
ENSAYADO POR : PERSONAL DE LABORATORIO TERRASLAB EIRL **FECHA :** 24/06/2023

ENSAYO DE COMPRESIÓN (fc) ASTM C39					
ÍTEM	1	2	3	4	5
CODIFICACIÓN					
DESCRIPCIÓN	RAPIMIX 210 EDAD 28 DÍAS #1	RAPIMIX 210 EDAD 28 DÍAS #2	RAPIMIX 210 EDAD 28 DÍAS #3	RAPIMIX 210 EDAD 28 DÍAS #4	RAPIMIX 210 EDAD 28 DÍAS #5
FECHA DE VACIADO	27/05/2023	27/05/2023	27/05/2023	27/05/2023	27/05/2023
FECHA DE ENSAYO	24/06/2023	24/06/2023	24/06/2023	24/06/2023	24/06/2023
EDAD (días)	28	28	28	28	28
DIÁMETRO (mm)	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00
ALTURA (cm)	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
PESO (kg)					
ÁREA DE SECCIÓN (cm²)	176.71	176.71	176.71	176.71	176.10
PESO ESPECÍFICO (kg/m³)	-	-	-	-	-
CARGA MÁX. (kg)	43,835	44,113	46,013	45,231	46,164
RESISTENCIA (kg/cm²)	248.06	249.63	260.39	255.96	262.15
RESIST. DISEÑO (kg/cm²)	210	210	210	210	210
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	118.12%	118.87%	123.99%	121.89%	124.83%
TIPO DE FALLA	T-5	T-5	T-5	T-5	T-5



NOTA:

Las probetas se ensayaron con almohadillas elastométricas, tanto en la parte superior como en la parte inferior (ASTM C1231). El laboratorio Terraslab E.I.R.L. no ha intervenido en la elaboración ni muestreo de las probetas, solo nos limitamos a realizar el ensayo de compresión.

Los valores referenciales se basan en el ACI 209R-92, para la aplicación de la fórmula que se presenta a continuación. Y en el Criterio de aceptación para especímenes con curación estándar, en el ACI 318-19 pág. 550.

$$(f'c)_t = \frac{t}{(\alpha + \beta t)} (f'c)_{28}$$

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio EM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
 TERRASLAB E.I.R.L. LUIS MARTIN ARROYO PIZARRA JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS INGENIERO CIVIL REG. COB-114-380	 TERRASLAB E.I.R.L. LUIS MARTIN ARROYO PIZARRA JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS INGENIERO CIVIL REG. COB-114-380	 LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS TERRASLAB E.I.R.L.

Anexo N° 27. Ensayo a compresión de las 5 muestras cilíndricas de concreto Unicon - edad 7 días

	TERRASLAB E.I.R.L.		CÓDIGO Tlab-RC-0007
	HISTORICAL STANDARD: MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECIMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO		VERSIÓN 1
	ASTM C39 / C39M - 17		REG. INDECOPI 023575-2020/OSD
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		REGISTRO N° TES_JM-001
			FECHA 4/07/2023

PROYECTO :	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA FC=210 KM/CM2 EMPLEANDO CONCRETO RAPIMIX, UNICON Y TRADICIONAL - HUAMACHUCO		
SOLICITANTE :	ASTO CAMPOS, MELIZA PATRICIA - CERNA LAVADO, JOSE MANUEL		
DEPARTAMENTO :	LA LIBERTAD	PROVINCIA :	SÁNCHEZ CARRIÓN
DISTRITO :	HUAMACHUCO	MATERIAL :	AGREGADO FINO
MUESTREO POR :	SOLICITANTES	FECHA :	8/08/2022
ENSAYADO POR :	PERSONAL DE LABORATORIO TERRASLAB EIRL	FECHA :	15/08/2022

ENSAYO DE COMPRESIÓN (fc) ASTM C39					
ÍTEM	1	2	3	4	5
CODIFICACIÓN					
DESCRIPCIÓN	UNICON 210 EDAD 7 DÍAS #1	UNICON 210 EDAD 7 DÍAS #2	UNICON 210 EDAD 7 DÍAS #3	UNICON 210 EDAD 7 DÍAS #4	UNICON 210 EDAD 7 DÍAS #5
FECHA DE VACIADO	8/08/2022	8/08/2022	8/08/2022	8/08/2022	8/08/2022
FECHA DE ENSAYO	15/08/2022	15/08/2022	15/08/2022	15/08/2022	15/08/2022
EDAD (días)	7	7	7	7	7
DIÁMETRO (mm)	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00
ALTURA (cm)	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
PESO (kg)					
ÁREA DE SECCIÓN (cm2)	176.71	176.71	176.71	176.71	176.10
PESO ESPECÍFICO (kg/m3)	-	-	-	-	-
CARGA MÁX. (kg)	34,183	39,097	35,799	36,102	34,359
RESISTENCIA (kg/cm2)	193.44	221.25	202.59	204.30	195.11
RESIST. DISEÑO (kg/cm2)	210	210	210	210	210
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	92.11%	105.36%	96.47%	97.29%	92.91%
TIPO DE FALLA	T-5	T-5	T-5	T-5	T-5



NOTA:

Las probetas se ensayaron con almohadillas elastométricas, tanto en la parte superior como en la parte inferior (ASTM C1231). El laboratorio Terraslab E.I.R.L. no ha intervenido en la elaboración ni muestreo de las probetas, solo nos limitamos a realizar el ensayo de compresión.

Los valores referenciales se basan en el ACI 209R-92, para la aplicación de la fórmula que se presenta a continuación. Y en el Criterio de aceptación para especímenes con curación estándar, en el ACI 318-19 pág. 550.

$$(f'c)_t = \frac{t}{(\alpha + \beta t)} (f'c)_{28}$$

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio EM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
		

Anexo N° 28. Ensayo a compresión de las 5 muestras cilíndricas de concreto Unicon - edad 14 días

	TERRASLAB E.I.R.L.	CÓDIGO Tlab-RC-0009
	HISTORICAL STANDARD: MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO	VERSIÓN 1
	ASTM C39 / C39M - 17	REG. INDECOPI 023575-2020/DSD
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS	REGISTRO N° TES_JM-001
		FECHA 4/07/2023

PROYECTO : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA F_C=210 KM/CM² EMPLEANDO CONCRETO RAPIMIX, UNICON Y TRADICIONAL - HUAMACHUCO

SOLICITANTE : ASTO CAMPOS, MELIZA PATRICIA - CERNA LAVADO, JOSE MANUEL
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD **PROVINCIA :** SÁNCHEZ CARRIÓN
DISTRITO : HUAMACHUCO **MATERIAL :** AGREGADO FINO

MUESTREADO POR : SOLICITANTES **FECHA :** 8/08/2022
ENSAYADO POR : PERSONAL DE LABORATORIO TERRASLAB EIRL **FECHA :** 22/08/2022

ENSAYO DE COMPRESIÓN (f _c) ASTM C39					
ÍTEM	1	2	3	4	5
CODIFICACIÓN					
DESCRIPCIÓN	UNICON 210 EDAD 14 DÍAS #1	UNICON 210 EDAD 14 DÍAS #2	UNICON 210 EDAD 14 DÍAS #3	UNICON 210 EDAD 14 DÍAS #4	UNICON 210 EDAD 14 DÍAS #5
FECHA DE VACIADO	8/08/2022	8/08/2022	8/08/2022	8/08/2022	8/08/2022
FECHA DE ENSAYO	22/08/2022	22/08/2022	22/08/2022	22/08/2022	22/08/2022
EDAD (días)	14	14	14	14	14
DIÁMETRO (mm)	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00
ALTURA (cm)	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
PESO (kg)					
ÁREA DE SECCIÓN (cm²)	176.71	176.71	176.71	176.71	176.10
PESO ESPECÍFICO (kg/m³)	-	-	-	-	-
CARGA MÁX. (kg)	42,869	40,618	42,558	42,910	43,879
RESISTENCIA (kg/cm²)	242.60	229.86	240.84	242.83	249.17
RESIST. DISEÑO (kg/cm²)	210	210	210	210	210
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	115.52%	109.46%	114.68%	115.63%	118.65%
TIPO DE FALLA	T-5	T-5	T-5	T-5	T-5



NOTA:

Las probetas se ensayaron con almohadillas elastoméricas, tanto en la parte superior como en la parte inferior (ASTM C1231). El laboratorio Terraslab E.I.R.L. no ha intervenido en la elaboración ni muestreo de las probetas, solo nos limitamos a realizar el ensayo de compresión.

Los valores referenciales se basan en el ACI 209R-92, para la aplicación de la fórmula que se presenta a continuación, Y en el Criterio de aceptación para especímenes con curación estándar, en el ACI 318-19 pág. 550.

$$(f'_c)_t = \frac{t}{(\alpha + \beta t)} (f'_c)_{28}$$

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio EM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
		

Anexo N° 29. Ensayo a compresión de las 5 muestras cilíndricas de concreto Unicon - edad 28 días

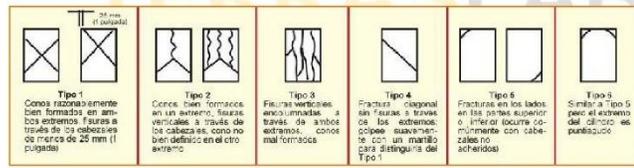
	TERRASLAB E.I.R.L.		CÓDIGO Tab-RC-0011
	HISTORICAL STANDARD: MÉTODO DE ENSAYO NORMALIZADO PARA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE CONCRETO ASTM C39 / C39M - 17		VERSIÓN 1
	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS		REG. INDECOPI 023575-2020/DSD
			REGISTRO N° TES_JM-001
			FECHA 4/07/2023

PROYECTO : ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO DE RESISTENCIA FC=210 KM/CM2 EMPLEANDO CONCRETO RAPIMIX, UNICON Y TRADICIONAL - HUAMACHUCO

SOLICITANTE : ASTO CAMPOS, MELIZA PATRICIA - CERNA LAVADO, JOSE MANUEL
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD **PROVINCIA :** SÁNCHEZ CARRIÓN
DISTRITO : HUAMACHUCO **MATERIAL :** AGREGADO FINO

MUESTREO POR : SOLICITANTES **FECHA :** 8/08/2022
ENSAYADO POR : PERSONAL DE LABORATORIO TERRASLAB EIRL **FECHA :** 5/09/2022

ENSAYO DE COMPRESIÓN (F _c) ASTM C39					
ÍTEM	1	2	3	4	5
CODIFICACIÓN					
	UNICON 210 EDAD 28 DÍAS #1	UNICON 210 EDAD 28 DÍAS #2	UNICON 210 EDAD 28 DÍAS #3	UNICON 210 EDAD 28 DÍAS #4	UNICON 210 EDAD 28 DÍAS #5
DESCRIPCIÓN					
FECHA DE VACIADO	8/08/2022	8/08/2022	8/08/2022	8/08/2022	8/08/2022
FECHA DE ENSAYO	5/09/2022	5/09/2022	5/09/2022	5/09/2022	5/09/2022
EDAD (días)	28	28	28	28	28
DIAMETRO (mm)	150.00	150.00	150.00	150.00	150.00
ALTURA (cm)	30.00	30.00	30.00	30.00	30.00
PESO (kg)					
ÁREA DE SECCIÓN (cm²)	176.71	176.71	176.71	176.71	176.10
PESO ESPECÍFICO (kg/m³)	-	-	-	-	-
CARGA MÁX. (kg)	54,096	51,855	53,202	52,402	53,673
RESISTENCIA (kg/cm²)	306.13	293.45	301.07	296.54	304.79
RESIST. DISEÑO (kg/cm²)	210	210	210	210	210
PORCENTAJE OBTENIDO (%)	145.78%	139.74%	143.37%	141.21%	145.14%
TIPO DE FALLA	T-5	T-5	T-5	T-5	T-5



NOTA:

Las probetas se ensayaron con almohadillas elastométricas, tanto en la parte superior como en la parte inferior (ASTM C1231). El laboratorio Terraslab E.I.R.L. no ha intervenido en la elaboración ni muestreo de las probetas, solo nos limitamos a realizar el ensayo de compresión. Los valores referenciales se basan en el ACI 209R-92, para la aplicación de la fórmula que se presenta a continuación. Y en el Criterio de aceptación para especímenes con curación estándar, en el ACI 318-19 pág. 550.

$$(f'_c)_t = \frac{t}{(\alpha + \beta t)} (f'_c)_{28}$$

TERRASLAB E.I.R.L.		
Técnico de Laboratorio EM	Jefe de Laboratorio de Estudios Mecánicos	CQC - Laboratorio de Estudios Mecánicos
 LUÍS MARTÍN PARRY NOVIA JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS REG. COP 114362	 LUÍS MARTÍN PARRY NOVIA JEFE DE LABORATORIO DE SUELOS REG. COP 114362	

Anexo N° 30. Cuadro de porcentaje de desperdicios

Figura 69

Porcentaje de desperdicios

DESCRIPCION	% DESPERDICIO PROMEDIO
Mezcla para concreto	5
Mortero	10
Ladrillo para muros	5
Ladrillo para techos	5
Loseta para pisos	5
Mayólica	5
Clavos	15
Madera	10
Acero de refuerzo	
∅ 3/8"	3
∅ 1/2"	5
∅ 5/8"	7
∅ 3/4"	8
∅ 1"	10

Nota: Obtenido de CAPECO, 2003

Anexo N° 31. Encuesta de salarios de mano de obra

ENCUESTA SALARIAL DE MANO DE OBRA
EN LA CIUDAD DE HUAMACHUCO

Obra N° 1

Dirección de la obra:

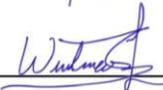
Esquina de Jr. Estete y Jr. Suarez

Puesto del entrevistado:

Operario

¿Cuánto gana usted a la semana?

S/ 450.00 en una jornada de 8h/día, por 5 días a la semana.



Wilmer Lavado Briceno

ENCUESTA SALARIAL DE MANO DE OBRA
EN LA CIUDAD DE HUAMACHUCO

Obra N° 1

Dirección de la obra:

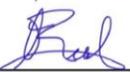
Esquina de Jr. Estete y Jr. Suarez

Puesto del entrevistado:

Oficial

¿Cuánto gana usted a la semana?

S/ 400.00 en una jornada de 8h/día, por 5 días a la semana.



Rigoberto Layza Samana

ENCUESTA SALARIAL DE MANO DE OBRA
EN LA CIUDAD DE HUAMACHUCO

Obra N° 1

Dirección de la obra:

Esquina de Jr. Estete y Jr. Suarez

Puesto del entrevistado:

Peón

¿Cuánto gana usted a la semana?

S/320.00 en una jornada de 8h/día, por 5 días a la semana



Leyder Solano Flores

ENCUESTA SALARIAL DE MANO DE OBRA
EN LA CIUDAD DE HUAMACHUCO

Obra N° 1

Dirección de la obra:

Esquina de Jr. Estete y Jr. Suarez

Puesto del entrevistado:

Capataz

¿Cuánto gana usted a la semana?

S/500.00 en una jornada de 8h/día, por 5 días a la semana.



Diomedes Corra Sánchez

ENCUESTA SALARIAL DE MANO DE OBRA
EN LA CIUDAD DE HUAMACHUCO

Obra N° 2

Dirección de la obra:

Psje. Ciro Alegria S/N

Puesto del entrevistado:

Peón

¿Cuánto gana usted a la semana?

S/. 390.00 en una jornada de 8h/día, por 6 días a la semana.



Michel Cerna Nolasco

ENCUESTA SALARIAL DE MANO DE OBRA
EN LA CIUDAD DE HUAMACHUCO

Obra N° 2

Dirección de la obra:

Psje. Ciro Alegria S/N

Puesto del entrevistado:

Oficial

¿Cuánto gana usted a la semana?

S/. 480.00 en una jornada de 8h/día, por 6 días a la semana.



Juan Peña Cerna

ENCUESTA SALARIAL DE MANO DE OBRA
EN LA CIUDAD DE HUAMACHUCO

Obra N° 2

Dirección de la obra:

Psje. Ciro Alegria S/N

Puesto del entrevistado:

Capataz

¿Cuánto gana usted a la semana?

S/. 600.00 en una jornada de 8h/día, por 6 días a la semana.

Luis Berrí Peña

Luis Berrí Peña

ENCUESTA SALARIAL DE MANO DE OBRA
EN LA CIUDAD DE HUAMACHUCO

Obra N° 2

Dirección de la obra:

Psje. Ciro Alegria S/N

Puesto del entrevistado:

Operario

¿Cuánto gana usted a la semana?

S/. 540.00 en una jornada de 8h/día, por 6 días a la semana.

Martin J. Negreiros Laisa

Martin J. Negreiros Laisa

