



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**Universidad
Andina
del Cusco**

TESIS

Comparación del módulo de elasticidad del concreto tradicional vs. concreto
preparado reemplazando agregado grueso por cascote y adicionado con
superplastificante en la ciudad del Cusco - 2023

LINEA DE INVESTIGACIÓN: Ciencia y tecnología de materiales e insumos en
ingeniería.

Presentado por:

Bach. Huanca Medina, Eyner Giancarlo
0009-0001-2893-6164

Bach. Palma Rimachi, Anghelo Jean Pierre
0009-0001-2453-6138

Para optar al Título Profesional de Ingeniero Civil

Asesor:

Mg. Jorge Álvarez Espinoza

<https://orcid.org/0000-0001-8632-808X>

CUSCO-PERÚ

2023



METADATOS

DATOS DEL AUTOR	
Nombre y Apellidos	Eyner Giancarlo Huanca Medina
Número de documento de identidad	47564121
URL de Orcid	https://orcid.org/0009-0001-2893-6164
Nombre y Apellidos	Anghelo Jean Pierre Palma Rimachi
Número de documento de identidad	48463280
URL de Orcid	https://orcid.org/0009-0007-9359-0220
DATOS DEL ASESOR	
Nombre y Apellidos	Jorge Alvarez Espinoza
Número de documento de identidad	
URL de Orcid	
DATOS DEL LOS JURADOS	
Presidente del jurado (Jurado 01)	
Nombre y Apellidos	
Número de documento de identidad	
Jurado 02	
Nombre y Apellidos	
Número de documento de identidad	
Jurado 02	
Nombre y Apellidos	
Número de documento de identidad	
Jurado 02	
Nombre y Apellidos	
Número de documento de identidad	
Datos de la Investigacion	
Línea de investigación de la Escuela Profesional	



RESULTADOS TURNITING

Tesis concreto cascote

por Eyner Huanca Medina

Fecha de entrega: 18-feb-2024 10:10a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2297671046

Nombre del archivo: Tesis_-Eyner_Huanca_M._-_Anghelo_Palma_R_FINAL.pdf (13.14M)

Total de palabras: 82076

Total de caracteres: 386352



Tesis concreto cascote

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	3%
2	es.scribd.com Fuente de Internet	2%
3	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	repositorio.unsaac.edu.pe Fuente de Internet	2%
5	fdocuments.ec Fuente de Internet	1%
6	www.scribd.com Fuente de Internet	1%
7	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	1%
8	repositorio.unamba.edu.pe Fuente de Internet	1%
9	inba.info Fuente de Internet 	



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Eyner Huanca Medina
Título del ejercicio: Tesis concreto cascote
Título de la entrega: Tesis concreto cascote
Nombre del archivo: Tesis_-_Eyner_Huanca_M._-_Anghelo_Palma_R._FINAL.pdf
Tamaño del archivo: 13.14M
Total páginas: 344
Total de palabras: 82,076
Total de caracteres: 386,352
Fecha de entrega: 18-feb.-2024 10:10a. m. (UTC-0500)
Identificador de la entre... 2297671046



Derechos de autor 2024 Turnitin. Todos los derechos reservados.



DEDICATORIA

*Este trabajo lo dedico a Dios,
que gracias a él le debo los resultados
obtenidos.*

A mi Familia:

*A mi padre Juan Palma Marcavillaca
y a mi madre Isabel Rimachi Palma,
por estar conmigo en todo momento,
por su amor*

inmenso y dedicación incondicional.

A mis hermanos Anghela Palma

Rimachi

*y Marcelo Anderson Palma Rimachi,
por las
fuerzas brindadas para seguir
adelante.*

Ustedes son mi principal motivación.

A mis Familiares

*A mis tíos, tías, primos y primas, por su
aliento, por sus consejos y apoyo
incondicional a lo largo de mi vida.*

Anghelo Jean Pierre Palma Rimachi.



*A Dios por las bendiciones que me
otorga día a día y por ser mi soporte
espiritual.*

*A mis padres Delia y Roger, quienes, desde su ejemplo, amor,
paciencia, sabiduría y apoyo incondicional día a día, permiten que
pueda conseguir cada uno de mis objetivos y por ser el pilar de mis
principios y valores.*

*A mi pequeña Nicol Fabianne y mi compañera de vida Yecid,
quienes son mi inspiración e impulso para poder realizar todas mis
metas planteadas.*

*En especial a mis hermanas Sharmely, Miluska y Sharin, por
brindarme sus consejos, cuidados, aliento constante y por su apoyo
incondicional a lo largo de toda mi vida.*

Eyner Giancarlo Huanca Medina



AGRADECIMIENTOS

Es grato expresar nuestros sinceros agradecimientos a todas las personas que han sido participes en el desarrollo del presente trabajo de investigación.

- *A nuestra casa de estudios Universidad Andina del Cusco por la formación profesional y por la calidad de profesionales ingenieros de su plantel docente.*
- *A nuestro asesor Ing. Jorge Álvarez Espinoza por su apoyo a la investigación, porque gracias a su compromiso y experiencia de trabajo de asesoría se ha logrado una importante contribución esta investigación de tesis.*
- *A nuestros dictaminantes por brindarnos sus consejos y conocimientos en el proceso de esta investigación.*



RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo principal comparar el módulo de elasticidad del concreto preparado con materiales tradicionales y concreto preparado reemplazando el agregado grueso por cascote además de la inclusión de un aditivo superplastificante mediante ensayos de resistencia a compresión y determinación del módulo de elasticidad en cilindros de concreto sometidos a esfuerzos de compresión longitudinal según la norma ASTM C-469, ambos bajo una resistencia de diseño de $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (ACI 211) y evaluados a los 07,14 y 28 días después de su fabricación. Cabe mencionar que en la presente investigación utilizamos Cascote de concreto reciclado proveniente de demoliciones de veredas y pavimento rígido. De manera que se realizaron 90 testigos cilíndricos cumpliendo con la norma NTP 339.183 y ASTM-C192. Asimismo, se determinaron las propiedades físicas mecánicas de los agregados y cascote desde un punto de vista comparativo.

En base a los resultados obtenidos a partir de la experimentación de la presente investigación, se puede concluir mencionando que los valores del módulo de elasticidad de ambos concretos presentan valores similares y comportamientos favorables a distintas edades. Asimismo, se pudo evidenciar el comportamiento del concreto elaborado con cascote con respecto a la resistencia a la compresión es favorable, pese a que las propiedades físico mecánicas que presenta el agregado grueso tradicional sean distintas a las propiedades físico mecánicas del cascote sin embargo, si bien es cierto que los índices son diferentes, estos son cercanos a los valores normales parametrizados para la elaboración de un diseño de mezcla y fabricación de concreto. Así también se demostró que las proporciones de los componentes del concreto tradicional y concreto preparado reemplazando agregado grueso por cascote y adicionado con superplastificante no sufren variaciones sustanciales en cuanto a cantidad, en vista que, las cantidades de cemento, agregado fino y agregado grueso son semejantes para un metro cubico de concreto según su diseño de mezcla, lo que no ocurre con la cantidad de agua, puesto que su variación si es considerable.

Palabras clave: Concreto tradicional, Concreto con cascote, Modulo de elasticidad, Resistencia a la compresión, propiedades físico mecánicas.



ABSTRACT

The main objective of this work was to compare the elastic modulus of the concrete prepared with traditional materials and the concrete prepared by replacing the coarse aggregate with rubble in addition to the inclusion of a superplasticizing additive through the compression resistance tests according to and determination of the elastic modulus. In concrete cylinders under longitudinal compression forces according to the AST C-469 standard, both under a design resistance of $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (ACI 211) and evaluated at 07,14 and 28 days after manufacturing . It is worth mentioning that in this research we used recycled concrete shell from sidewalk demolitions and rigid pavement. So 90 cylindrical cores were made in compliance with the NTP 339.183 and ASTM-C192 standards. Likewise, the physical-mechanical properties of the aggregates and rubble were determined from a comparative point of view.

Based on the results obtained from the experimentation of this research, it can be concluded by mentioning that the values of the elastic modulus of both concretes present similar values and favorable behaviors at different ages. Likewise, it was possible to show that the behavior of concrete made with rubble with respect to compression resistance is favorable, despite the fact that the physical-mechanical properties presented by traditional coarse aggregate are different from the physical-mechanical properties of rubble; however, although it is It is true that the indices are different, these are close to the normal values parameterized for the preparation of a concrete mix and manufacturing design. Likewise, it was also demonstrated that the proportions of the components of traditional concrete and concrete prepared by replacing coarse aggregate with rubble and added with superplasticizer do not suffer substantial variations in terms of quantity, given that the quantities of cement, fine aggregate and coarse aggregate are similar. for a cubic meter of concrete according to its mix design, which does not occur with the amount of water, since its variation is considerable



INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación se enmarca en el ámbito de la tecnología en la elaboración del concreto. Actualmente en la ciudad del Cusco, para la fabricación de concreto, se usan materiales tradicionales que cumplen ciertos requisitos como el correcto comportamiento elástico, resistencia, trabajabilidad y algunas otras características y solicitaciones que podrían cubrirse adoptando materiales reciclados o añadiendo algún aditivo en su elaboración, es así que en la presente investigación de tesis, se reemplazó un material tradicional como es el agregado grueso, por otro material denominado cascote o agregado reciclado, el cual se destina únicamente a su eliminación como material excedente, además de la inclusión de un aditivo superplastificante con el fin de optimizar recursos y aminorar costos en la producción del concreto resguardando sus principales características, propiedades físicas y mecánicas; asimismo se pretende dar a conocer la importancia de determinar el máximo valor del rango elástico de este innovador concreto bajo los parámetros ya mencionados, todo esto permite una optimización en la aplicación de nuevas tecnologías en la preparación de concretos tomando en consideración también aspectos ambientales sostenibles.

En el primer capítulo de esta investigación se identificó de manera exacta el problema, partiendo de una descripción y una formulación interrogativa del problema, así como su justificación, importancia de la investigación, asimismo las limitaciones que se llegaron a encontrar y los objetivos generales y específicos con sus respectivas hipótesis finalizando con una breve definición de las variables. El marco teórico de la presente investigación, fue desarrollado en el segundo capítulo, el cual contempla los antecedentes encontrados así como una descripción detallada de aspectos teóricos pertinentes concernientes a esta investigación.

En el tercer capítulo se presenta la metodología de investigación, así como la descripción de la población, muestra e instrumentos metodológicos de ingeniería, y toma de datos, para su posterior proceso y análisis.

En el cuarto capítulo se da a conocer los resultados obtenidos, haciendo un resumen conciso de los aspectos más relevantes encontrados en el análisis de datos.

En el quinto capítulo se desarrolló la discusión y descripción de los hallazgos más significativos y relevantes de la investigación, haciendo un contraste e interpretación de los resultados con la hipótesis planteada al inicio de la investigación, para finalizar con las conclusiones respectivas y sugerencias de temas nuevos que se presentaron durante el proceso de la investigación, y que los cuales, no se consideraron dentro de los objetivos de nuestra investigación.



ÍNDICE GENERAL

METADATOS	ii
DEDICATORIA	xi
AGRADECIMIENTOS.....	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
Capítulo I. Planteamiento del problema.....	14
1.1. Identificación del problema.....	14
1.1.1. Descripción del Problema	14
1.1.2. Formulación Interrogativa del problema.....	17
1.2. Justificación e importancia de la investigación	18
1.2.1. Justificación por Relevancia	18
1.2.2. Justificación por vialidad.....	18
1.2.3. Justificación técnica.....	18
1.2.4. Justificación Social.....	19
1.2.5. Utilidad metodológica.....	19
1.3. Objetivos de investigación.....	20
1.3.1. Objetivo General	20
1.3.2. Objetivos Específicos.....	20
1.4. Delimitación del estudio.....	21
1.4.1. Delimitación espacial	21
1.4.2. Delimitación temporal	21
Capítulo II. Marco Teórico.....	22
2.1. Antecedentes de la investigación.....	22
2.1.1. Antecedentes internacionales	22
2.1.2. Antecedentes nacionales	24
2.1.3. Antecedentes locales	25
2.2. Bases Teóricas.....	25



2.2.1.	Concreto	25
2.2.2.	Cascote	58
2.2.3.	Módulo de Elasticidad.....	61
2.2.4.	Diseño de mezclas.....	65
2.2.5.	Fundamentos estadísticos.....	74
2.3.	Hipótesis	76
2.3.1.	Hipótesis general.....	76
2.3.2.	Hipótesis específica.....	76
2.4.	Variables e indicadores.....	76
2.4.1.	Identificación de variables	76
2.4.2.	Operacionalización de las variables.....	78
Capítulo III.	Método.....	81
3.1.	Metodología de la investigación	81
3.1.1.	Enfoque de la investigación	81
3.1.2.	Nivel de investigación.....	81
3.1.3.	Método de Investigación.....	81
3.2.	Diseño de la investigación	81
3.2.1.	Diseño Metodológico	81
3.2.2.	Diseño de Ingeniería	82
3.3.	Población y muestra	83
3.3.1.	Descripción de la Población	83
3.3.2.	Muestra	83
3.3.3.	Método de Muestreo.....	84
3.3.4.	Criterios de Inclusión	84
3.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	85
3.4.1.	Instrumentos Metodológicos o Instrumentos de Recolección de Datos	85
3.4.2.	Instrumentos de Ingeniería.....	93
3.4.3.	Validez y confiabilidad de los instrumentos	94
3.5.	Procedimientos de Recolección de datos y Análisis de datos	94



3.5.1.	Procedimientos de recolección de Datos	94
3.5.2.	Procedimientos de Análisis de datos	145
3.5.3.	Procedimiento de análisis de datos del Contenido de Humedad	151
3.5.4.	Procedimiento de análisis de datos del Peso Unitario	156
3.5.5.	Procedimiento de análisis de datos del Peso Específico y absorción.....	160
3.5.6.	Procedimiento de análisis de datos del Diseño de Mezcla de concreto	166
3.5.7.	Procedimiento de análisis de datos de la Resistencia a Compresión.....	186
3.5.8.	Procedimiento de análisis de datos – Módulo de Elasticidad	194
Capítulo IV.	Resultados de la Investigación.....	285
4.1.	Resultados respecto a los objetivos específicos	285
4.1.1.	Resultados en cuanto a los cálculos de la resistencia a la compresión.....	285
4.1.2.	Resultados en cuanto a la granulometría de los agregados.....	289
4.1.3.	Resultados en cuanto a las propiedades y características de los Agregados: Fino, Grueso y Cascote	292
4.1.4.	Resultados en cuanto a la comparación de los componentes y peso unitario del Concreto Tradicional Vs. Concreto con Cascote	295
4.2.	Resultados respecto al objetivo General.....	296
4.2.1.	Resultados en cuanto a la determinación del Módulo de elasticidad	296
4.2.2.	Resultados en cuanto a la comparación del Módulo de elasticidad del Concreto Tradicional Vs. Concreto con Cascote.	300
Capítulo V.	Discusión.....	301
5.1.	Descripción de los hallazgos más relevantes y significativos.....	301
CONCLUSIONES	302
RECOMENDACIONES	304
REFERENCIAS	305
ANEXOS	307



ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: RAJADURAS EN VEREDAS EN LA CIUDAD DEL CUSCO	14
FIGURA 2: RAJADURAS DE VEREDAS EN LA CIUDAD DEL CUSCO	15
FIGURA 3: MATERIAL DESTINADO A DESMONTE INSTALACIÓN DE DESAGÜE, AV. LA CULTURA-CUSCO.....	15
FIGURA 4: DEMOLICIÓN DE EDIFICIO EN URB. SANTA MÓNICA – CUSCO	16
FIGURA 5: DEMOLICIÓN GUARDADA EN GARAJE. MARISCAL GAMARRA -CUSCO.....	16
FIGURA 6: MATERIAL DESTINADO A DESMONTE INSTALACIÓN DE DESAGÜE, AV. LA CULTURA-CUSCO	17
FIGURA 17: ENSAYO DE CONO DE ABRAMS	28
FIGURA 18: APOYO DIDÁCTICO PARA LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA TECNOLOGÍA DEL HORMIGÓN	33
FIGURA 19: COMPARACIÓN RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN	36
FIGURA 20: EVOLUCIÓN DEL CALOR VS TIEMPO	39
FIGURA 21: GRADACIÓN DEL AGREGADO GRUESO	45
FIGURA 22: TAMICES PARA ENSAYO DE GRANULOMETRÍA.....	45
FIGURA 23: ESTADO DE SATURACIÓN DE LAS PARTÍCULAS DE AGREGADO	48
FIGURA 24: SIKACEM® PLASTIFICANTE	58
FIGURA 25: CASCOTE.....	59
FIGURA 26: DEMOLICIÓN DE ESTRUCTURAS	59
FIGURA 27: RUMA DE CASCOTE DE 1"	60
FIGURA 28: ABSORCIÓN DE AGUA VS TAMAÑO DEL AGREGADO	60
FIGURA 29: ESFUERZO VS DEFORMACIÓN UNITARIA	61
FIGURA 30: ESFUERZO VS DEFORMACIÓN	63
FIGURA 31: ESFUERZO VS DEFORMACIÓN UNITARIA	64
FIGURA 32: TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO SEGÚN LA ESTRUCTURA	69
FIGURA 33: RESISTENCIA A COMPRESIÓN VS RELACIÓN AGUA- MATERIAL CEMENTANTE	71
FIGURA 34: OBTENCIÓN DE LOS AGREGADOS.....	95
FIGURA 35: MÉTODO DEL CUARTEO	96
FIGURA 36: TAMIZADO DEL AGREGADO	97
FIGURA 37: ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	97
FIGURA 38: LAVADO DEL AGREGADO.....	99
FIGURA 39: ENSAYO GRANULOMÉTRICO	100
FIGURA 40: ENSAYO GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO.....	100
FIGURA 41: ZARANDA DE TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	102
FIGURA 42: ZARANDEO DEL CASCOTE	102
FIGURA 43: CUARTEO DEL CASCOTE PARA PARA ESCOGER LA MUESTRA	103
FIGURA 44: TAMIZADO DEL CASCOTE	104



FIGURA 45: ENSAYO GRANULOMÉTRICO DEL CASCOTE	104
FIGURA 46: COLOCADO EN HORNO -CONTENIDO DE HUMEDAD	106
FIGURA 47: TOMA DE PESO FINAL -ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD	107
FIGURA 48: MATERIALES PARA PESO UNITARIO SUELTO	109
FIGURA 49: PESO DEL MOLDE METÁLICO	109
FIGURA 50: ENRASADO DEL MATERIAL	110
FIGURA 51: ENSAYO DE PESO UNITARIO SUELTO	110
FIGURA 52: MATERIALES DEL ENSAYO DE PESO UNITARIO COMPACTADO	111
FIGURA 53: ENRASADO DE MATERIAL	111
FIGURA 54: PESO DEL AGREGADO CON EL MOLDE	112
FIGURA 55: REMOJADO DEL MATERIAL PARA SU SATURACIÓN.....	115
FIGURA 56: SECADO SUPERFICIAL DE LA MUESTRA.....	116
FIGURA 57: PESO DE LA MUESTRA EN EL CESTILLO -ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO.....	116
FIGURA 58: PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO.....	118
FIGURA 59: MATERIALES PARA ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO DE A.F.I.....	119
FIGURA 60: ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO DEL CASCOTE.....	120
FIGURA 61: BRIQUETERAS CON PETRÓLEO EN CARAS INTERIORES	122
FIGURA 62: PROPORCIONES DE MATERIALES LISTAS	122
FIGURA 63: VERTIDO DE MATERIALES EN LA MEZCLADORA.....	123
FIGURA 64: CONO DE ABRAMS	124
FIGURA 65: PRUEBA DE SLUMP	125
FIGURA 66: MEDIDA DEL REVENIMIENTO	126
FIGURA 67: ELABORADO DE BRIQUETAS DE CONCRETO	127
FIGURA 68: GOLPEO CON MARTILLO DE GOMA PARA LA CORRECTA DISTRIBUCIÓN	128
FIGURA 69: BRIQUETAS DE CONCRETO	129
FIGURA 70: TESTIGOS DE CONCRETO.....	130
FIGURA 71: MEDIDA DE DIÁMETRO DE LAS BRIQUETAS	130
FIGURA 72: PATRÓN DE FALLAS DEL TESTIGO.....	131
FIGURA 73: ROTURA DE BRIQUETAS.....	132
FIGURA 74: LECTURA DE LA CARGA MÁXIMA	132
FIGURA 75: DEFORMÍMETROS VERTICALES	140
FIGURA 76: BRIQUETAS A ENSAYAR	141
FIGURA 77: LECTURA DE LOS DEFORMÍMETROS.....	141
FIGURA 78: TOMA DE DATOS DE DIALES Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN.....	142
FIGURA 79: BRIQUETA CON DEFORMÍMETROS VERTICALES Y HORIZONTALES	142
FIGURA 80: GRÁFICO TORTA, CONTENIDO DE HUMEDAD A.G.	152



FIGURA 81: GRÁFICO DE BARRAS, CONTENIDO DE HUMEDAD A.G.....	153
FIGURA 82: GRÁFICO TORTA, CONTENIDO DE HUMEDAD A.F.....	154
FIGURA 83: GRÁFICO DE BARRAS, CONTENIDO DE HUMEDAD A.F.....	155
FIGURA 84: PESO UNITARIO DEL AG.....	157
FIGURA 85: PESO UNITARIO DEL AF.....	158
FIGURA 86: PESO UNITARIO DEL CASCOTE.....	160
FIGURA 87: PESO ESPECÍFICO DEL AG.....	162
FIGURA 88: % ABSORCIÓN AG.....	162
FIGURA 89: PESO ESPECÍFICO AF.....	164
FIGURA 90: % ABSORCIÓN AF.....	165
FIGURA 91: PESO ESPECÍFICO CASCOTE.....	166
FIGURA 92: % ABSORCIÓN CASCOTE.....	166
FIGURA 93: RESISTENCIA MEDIA F'CR – RELACIÓN AGUA CEMENTO.....	170
FIGURA 94: GRÁFICO CIRCULAR DE LAS PROPORCIONES DE MATERIALES.....	175
FIGURA 95: RESISTENCIA MEDIA F'CR - RELACIÓN A/C.....	179
FIGURA 96:GRÁFICO TORTA DE DISEÑO FINAL.....	185
FIGURA 97: DIAGRAMA DE DISPERSIÓN - RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - CONCRETO TRADICIONAL - 07 ,14 Y 28 DÍAS.....	286
FIGURA 98: DIAGRAMA DE DISPERSIÓN - RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - CONCRETO CON CASCOTE - 07 ,14 Y 28 DÍAS.....	288
FIGURA 99: COMPARACIÓN DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN.....	289
FIGURA 100: CURVA GRANULOMÉTRICA - A. FINO.....	290
FIGURA 101: CURVA GRANULOMÉTRICA- A. GRUESO Y CASCOTE.....	291
FIGURA 102: CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS: FINO, GRUESO Y CASCOTE.....	292
FIGURA 103: PESO UNITARIO SUELTO DE LOS AGREGADOS: FINO, GRUESO Y CASCOTE.....	293
FIGURA 104: PESO COMPACTADO DE LOS AGREGADOS: FINO, GRUESO Y CASCOTE.....	293
FIGURA 105: PESO ESPECÍFICO DE LOS AGREGADOS: FINO, GRUESO Y CASCOTE.....	294
FIGURA 106: % DE ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS: FINO, GRUESO Y CASCOTE.....	295
FIGURA 107:COMPARACIÓN DE COMPONENTES ENTRE EL C° TRADICIONAL VS C° CON CASCOTE.....	296
FIGURA 108: COMPARACIÓN DEL PESO UNITARIO DEL CONCRETO DEL C° TRADICIONAL VS C° CON CASCOTE.....	296
FIGURA 109: DIAGRAMA DE DISPERSIÓN- MÓDULO DE ELASTICIDAD – C° TRADICIONAL – 07, 14 Y 28 DÍAS.....	298
FIGURA 110: DIAGRAMA DE DISPERSIÓN- MÓDULO DE ELASTICIDAD – C° CON CASCOTE – 07, 14 Y 28 DÍAS.....	299
FIGURA 111: COMPARACIÓN MODULO DE ELASTICIDAD DEL C° TRADICIONAL VS C° CON CASCOTE ...	300



ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.....	20
TABLA 2: CONCRETOS SEGÚN EL PESO UNITARIO, TORRES CARRILLO	26
TABLA 3: CONCRETO SEGÚN SU APLICACIÓN.....	26
TABLA 4: CONCRETO SEGÚN SU COMPOSICIÓN.....	26
TABLA 5: CONCRETO SEGÚN SU RESISTENCIA.....	26
TABLA 6: CONSISTENCIA / SLUMP REVENIMIENTO / TRABAJABILIDAD.....	28
TABLA 7: CIRCUNSTANCIAS QUE AFECTAN LA DURABILIDAD.....	30
TABLA 8: COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL CEMENTO PORTLAND.....	32
TABLA 9: TIPOS DE CEMENTOS	34
TABLA 10: CLASIFICACIÓN DE LOS CEMENTOS ADICIONADOS O MEZCLADOS	35
TABLA 11: CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP.....	36
TABLA 12: CLASIFICACIÓN DE LOS CEMENTOS POR DESEMPEÑO.....	37
TABLA 13: CLASIFICACIÓN DEL CEMENTO Y APLICACIONES	38
TABLA 14: ENSAYOS REALIZADOS Y NORMAS QUE LAS REGULAN.....	43
TABLA 15: HUSOS GRANULOMÉTRICOS	49
TABLA 16: TAMIZ VS % QUE PASA.....	50
TABLA 17: % PASANTE VS NÚMERO DE MALLA DE TAMIZ.....	50
TABLA 18: TIPO DE PARTÍCULAS% MÁXIMO PERMITIDO EN LOS AGREGADOS	50
TABLA 19: TIPO DE RESISTENCIA MECÁNICA VS 5 MÁXIMO.....	51
TABLA 20: LÍMITES PERMISIBLES PARA EL AGUA DE MEZCLA Y CURADO.....	52
TABLA 21: INFORMACIÓN DEL PRODUCTO -SIKACEM® PLASTIFICANTE.....	57
TABLA 22: INFORMACIÓN DE APLICACIÓN -SIKACEM® PLASTIFICANTE.....	57
TABLA 23: RESISTENCIA PROMEDIO CUANDO NO HAY REGISTRO DE RESULTADOS	68
TABLA 24: CLASIFICACIÓN DEL CONCRETO DE ACUERDO SU REVENIMIENTO.....	68
TABLA 25: ASENTAMIENTOS RECOMENDADOS SEGÚN LA ESTRUCTURA	69
TABLA 26: LITROS POR M ³ SEGÚN SLUMP Y TMN DEL AGREGADO	70
TABLA 27: RELACIÓN AGUA-CEMENTO POR RESISTENCIA	71
TABLA 28: PESO DEL AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DEL CONCRETO.....	72
TABLA 29: CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO	73
TABLA 30: CLASIFICACIÓN SEGÚN EL RANGO DE COEF. DE VARIACIÓN	76
TABLA 31: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	79
TABLA 32: CUANTIFICACIÓN DE LA MUESTRA.....	84
TABLA 33: FORMATO GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO.....	85
TABLA 34: FORMATO GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO	86
TABLA 35: FORMATO GRANULOMETRÍA DEL CASCODE	87



TABLA 36: FORMATO CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO	87
TABLA 37: FORMATO CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO.....	88
TABLA 38: FORMATO CONTENIDO DE HUMEDAD DEL CASCOTE.....	88
TABLA 39: FORMATO PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO	89
TABLA 40: FORMATO PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO.....	89
TABLA 41: FORMATO PESO UNITARIO DEL CASCOTE	90
TABLA 42: FORMATO PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO.....	90
TABLA 43: FORMATO PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO	91
TABLA 44: FORMATO PESO ESPECÍFICO DEL CASCOTE.....	91
TABLA 45:FORMATO DISEÑO DE MEZCLA	92
TABLA 46: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL.....	92
TABLA 47: CANTIDAD MÍNIMA DE MUESTRA	95
TABLA 48: RECOLECCIÓN DE DATOS DE GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO	98
TABLA 49. CANTIDAD MÍNIMA DE MUESTRA	99
TABLA 50: RECOLECCIÓN DE DATOS DE GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO.....	101
TABLA 51: RECOLECCIÓN DE DATOS DE GRANULOMETRÍA DEL CASCOTE	105
TABLA 52: RECOLECCIÓN DE DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD AG.....	107
TABLA 53: RECOLECCIÓN DE DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD AF	108
TABLA 54: RECOLECCIÓN DE DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD CASCOTE	108
TABLA 55: RECOLECCIÓN DE DATOS DE PESO UNITARIO AG.....	113
TABLA 56: RECOLECCIÓN DE DATOS DE PESO UNITARIO AF.....	113
TABLA 57: RECOLECCIÓN DE DATOS DE PESO UNITARIO CASCOTE	114
TABLA 58: CANTIDAD MÍNIMA DE MUESTRA -PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN	115
TABLA 59: RECOLECCIÓN DE DATOS -PESO ESPECÍFICO- AGREGADO GRUESO	117
TABLA 60: RECOLECCIÓN DE DATOS -PESO ESPECÍFICO- AGREGADO FINO.....	119
TABLA 61: RECOLECCIÓN DE DATOS -PESO ESPECÍFICO- CASCOTE	120
TABLA 62: CONO DE ABRAMS	¡Error! Marcador no definido.
TABLA 63: DIÁMETRO DE VARILLA Y NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	126
TABLA 64: NÚMERO DE CAPAS REQUERIDAS EN LA ELABORACIÓN DE LAS MUESTRAS	128
TABLA 65: DIMENSIONES DE BRIQUETAS- CONCRETO TRADICIONAL A LOS 7 DÍAS	133
TABLA 66: DIMENSIONES DE BRIQUETAS- CONCRETO TRADICIONAL A LOS 14 DÍAS	134
TABLA 67: DIMENSIONES DE BRIQUETAS- CONCRETO TRADICIONAL A LOS 28 DÍAS	135
TABLA 68: DIMENSIONES DE BRIQUETAS- CONCRETO CON CASCOTE A LOS 7 DÍAS.....	136
TABLA 69: DIMENSIONES DE BRIQUETAS- CONCRETO CON CASCOTE A LOS 14 DÍAS	137
TABLA 70: DIMENSIONES DE BRIQUETAS- CONCRETO CON CASCOTE A LOS 28 DÍAS	138
TABLA 71: LECTURA DE CARGA MÁXIMA- RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN.....	139



TABLA 72: LECTURA DE DIAL Vs FUERZA APLICADA C° TRADICIONAL	143
TABLA 73: LECTURA DE DIAL Vs FUERZA APLICADA C° CON CASCOTE	144
TABLA 74: HUSOS SEGÚN EL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	146
TABLA 75: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO	147
TABLA 76: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO – AGREGADO FINO.....	149
TABLA 77: ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO – CASCOTE	151
TABLA 78: CONTENIDO DE HUMEDAD- AGREGADO GRUESO	152
TABLA 79: CONTENIDO DE HUMEDAD- AGREGADO FINO.....	154
TABLA 80: CONTENIDO DE HUMEDAD DEL CASCOTE.....	156
TABLA 81: PESO UNITARIO DE AG.....	157
TABLA 82: PESO UNITARIO DEL AF.....	158
TABLA 83: PESO UNITARIO DEL CASCOTE	159
TABLA 84: PESO ESPECÍFICO DEL AG.....	161
TABLA 85: PESO ESPECÍFICO DEL AF	164
TABLA 86: PESO ESPECÍFICO DEL AF	165
TABLA 87: RESUMEN DE DATOS AG, AF Y CASCOTE	167
TABLA 88: RESISTENCIA REQUERIDA SEGÚN F´C.....	167
TABLA 89: ASENTAMIENTOS RECOMENDADOS SEGÚN LA ESTRUCTURA.....	168
TABLA 90: CONSISTENCIA- SLUMP- TRABAJABILIDAD	168
TABLA 91: CANTIDAD APROXIMADA DE AGUA EN FUNCIÓN AL SLUMP Y TMN.....	169
TABLA 92: CANTIDAD APROXIMADA DE AGUA EN FUNCIÓN AL SLUMP Y TMN.....	169
TABLA 93: PESO DEL AG POR UNIDAD DE VOLUMEN DEL CONCRETO	171
TABLA 94: CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO.....	172
TABLA 95: RESUMEN DE LOS PESO SECOS Y VOLÚMENES ABSOLUTOS	173
TABLA 96: RESUMEN PESO ABSOLUTO SECO- CONTENIDO DE HUMEDAD- PESO CORREGIDO	174
TABLA 97: RESUMEN HUMEDAD- ABSORCIÓN CONTRIBUCIÓN DE AGUA.....	175
TABLA 98:: RESUMEN HUMEDAD- ABSORCIÓN CONTRIBUCIÓN DE AGUA.....	175
TABLA 99: PROPORCIONES DE MATERIALES PARA 1 BLS. DE CEMENTO	176
TABLA 100: PROPORCIONES EN PESO PARA 1KG DE CEMENTO.....	176
TABLA 101: RESISTENCIA REQUERIDA F´CR	176
TABLA 102: ASENTAMIENTOS RECOMENDADOS	177
TABLA 103: CONSISTENCIA -SLUMP- TRABAJABILIDAD	177
TABLA 104: CANTIDAD APROXIMADA DE AGUA X M3 DE CONCRETO.....	178
TABLA 105: RELACIÓN AGUA- CEMENTO POR RESISTENCIA.....	178
TABLA 106: PESO DEL AGREGADO X UND. DE VOLUMEN DE CONCRETO	180
TABLA 107: CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO	181



TABLA 108: TABLA RESUMEN	183
TABLA 109: CORRECCIÓN POR HUMEDAD	184
TABLA 110: APORTE DE AGUA.....	184
TABLA 111: DISEÑO FINAL POR CORRECCIÓN DE HUMEDAD Y ABSORCIÓN.....	185
TABLA 112: PROPORCIONES PARA BOLSA DE CEMENTO.....	185
TABLA 113: PROPORCIONES EN PARA 1KG. DE CEMENTO.....	186
TABLA 114: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO TRADICIONAL -07 DÍAS	188
TABLA 115: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO TRADICIONAL- 14 DÍAS.....	189
TABLA 116: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO TRADICIONAL- 28 DÍAS.....	190
TABLA 117: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO CON CASCOTE- 07 DÍAS	191
TABLA 118: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO CON CASCOTE- 14 DÍAS	192
Tabla 119: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO CON CASCOTE- 28 DÍAS.....	193
TABLA 120: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 1-A.....	195
TABLA 121: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 2-A.....	196
TABLA 122: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 3-A.....	197
TABLA 123: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 4-A.....	198
TABLA 124: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 5-A.....	199
TABLA 125: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 6-A.....	200
TABLA 126: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 7-A.....	201
TABLA 127: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 8-A.....	202
TABLA 128: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 9-A.....	203
TABLA 129: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 10-A	204
TABLA 130: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 11-A	205
TABLA 131: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 12-A	206
TABLA 132: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 13-A	207
TABLA 133: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 14-A	208
TABLA 134: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 15-A	209
TABLA 135: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 16-A	210
TABLA 136: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 17-A	211
TABLA 137: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 18-A	212
TABLA 138: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 19-A	213
TABLA 139: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 20-A	214
TABLA 140: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 21-A	215
TABLA 141: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 22-A	216
TABLA 142: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 23-A	217
TABLA 143: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 24-A	218



TABLA 144: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 25-A	219
TABLA 145: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 26-A	220
TABLA 146: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 27-A	221
TABLA 147: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 28-A	222
TABLA 148: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 29-A	223
TABLA 149: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 30-A	224
TABLA 150: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 31-A	225
TABLA 151: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 32-A	226
TABLA 152: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 33-A	227
TABLA 153: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 34-A	228
TABLA 154: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 35-A	229
TABLA 155: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 36-A	230
TABLA 156: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 37-A	231
TABLA 157: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 38-A	232
TABLA 158: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 39-A	233
TABLA 159: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 40-A	234
TABLA 160: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 41-A	235
TABLA 161: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 42-A	236
TABLA 162: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 43-A	237
TABLA 163: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 44-A	238
TABLA 164: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 45-A	239
TABLA 165: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 1-B.....	240
TABLA 166: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 2-B.....	241
TABLA 167: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 3-B.....	242
TABLA 168: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 4-B.....	243
TABLA 169: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 5-B.....	244
TABLA 170: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 6-B.....	245
TABLA 171: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 7-B.....	246
TABLA 172: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 8-B.....	247
TABLA 173: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 9-B.....	248
TABLA 174: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 10-B	249
TABLA 175: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 11-B	250
TABLA 176: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 12-B	251
TABLA 177: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 13-B	252
TABLA 178: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 14-B	253
TABLA 179: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 15-B	254



TABLA 180: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 16-B	255
TABLA 181: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 17-B	256
TABLA 182: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 18-B	257
TABLA 183: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 19-B	258
TABLA 184: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 20-B	259
TABLA 185: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 21-B	260
TABLA 186: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 22-B	261
TABLA 187: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 23-B	262
TABLA 188: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 24-B	263
TABLA 189: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 25-B	264
TABLA 190: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 26-B	265
TABLA 191: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 27-B	266
TABLA 192: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 28-B	267
TABLA 193: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 29-B	268
TABLA 194: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 30-B	269
TABLA 195: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 31-B	270
TABLA 196: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 32-B	271
TABLA 197: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 33-B	272
TABLA 198: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 34-B	273
TABLA 199: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 35-B	274
TABLA 200: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 36-B	275
TABLA 201: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 37-B	276
TABLA 202: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 38-B	277
TABLA 203: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 39-B	278
TABLA 204: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 40-B	279
TABLA 205: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 41-B	280
TABLA 206: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 42-B	281
TABLA 207: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 43-B	282
TABLA 208: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 44-B	283
TABLA 209: DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 45-B	284
TABLA 210: RESULTADOS A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO TRADICIONAL	285
TABLA 211: % RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CONCRETO TRADICIONAL.....	285
TABLA 212: CÁLCULOS ESTADÍSTICOS - RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN – CONCRETO TRADICIONAL	286
TABLA 213: RESULTADOS A LA COMPRESIÓN DEL C° CON CASCOTE	287
TABLA 214: % RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CONCRETO CON CASCOTE.....	287
TABLA 215: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN – CONCRETO CON CASCOTE	288



TABLA 216: COMPARACIÓN DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN	289
TABLA 217: CARACTERÍSTICAS DEL A. FINO	290
TABLA 218: CARACTERÍSTICAS DEL A. GRUESO.....	291
TABLA 219: CARACTERÍSTICAS DEL CASCOTE	291
TABLA 220: CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS	292
TABLA 221: PESO DE COMPONENTES PARA 1M3 DE CONCRETO	295
TABLA 222: RESULTADOS – MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL C° TRADICIONAL.....	297
TABLA 223: CÁLCULOS ESTADÍSTICOS – MÓDULO DE ELASTICIDAD – C° TRADICIONAL.....	297
TABLA 224: RESULTADOS – MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL C° CON CASCOTE.....	298
TABLA 225: CÁLCULOS ESTADÍSTICOS – MÓDULO DE ELASTICIDAD – C° CON CASCOTE.....	299
TABLA 226:COMPARACIÓN MODULO DE ELASTICIDAD DEL C° TRADICIONAL VS C° CON CASCOTE	300



Capítulo I. Planteamiento del problema

1.1. Identificación del problema

1.1.1. Descripción del Problema

La poca importancia o desinterés de una gran mayoría de profesionales Ingenieros Civiles que se le otorga al nivel del comportamiento elástico y plástico del concreto y la innovación en la preparación del concreto en nuestras obras de infraestructura a nivel de nuestra región Cusco es mínima, por no decir casi irrelevante para la mayoría de profesionales que asumieron la línea de la construcción, puesto que esto se refleja por la ausencia de control de calidad de esta propiedad en la mayoría de expedientes técnicos, y en campo, al momento ejecutar una obra de infraestructura. Cabe mencionar la suma importancia que tiene la determinación de este parámetro (límite elástico o módulo de elasticidad) y la “innovación sostenible” en cualquier infraestructura civil y los daños que se produjo en obras allegadas a nuestra región debido al poco análisis e interés que se tuvo acerca de este tema.

En el marco de la construcción, a nivel práctico, la determinación del límite elástico e innovación en lo concerniente con la preparación del concreto tiene poca importancia, los diversos materiales que usamos en la construcción no son evaluados de la forma correcta lo cual genera fallas desde el nivel micro, pequeñas obras como veredas o carreteras vecinales, hasta el nivel macro como lo es de las edificaciones de gran envergadura.

FIGURA 1
RAJADURAS EN VEREDAS EN LA CIUDAD DEL CUSCO



FUENTE: GALERÍA FOTOGRÁFICA PERSONAL



FIGURA 2

RAJADURAS DE VEREDAS EN LA CIUDAD DEL CUSCO



FUENTE: GALERÍA FOTOGRÁFICA PERSONAL

FIGURA 3

MATERIAL DESTINADO A DESMONTE EN DEMOLICION DE PAVIMENTO RIGIDO – URB TtIO



FUENTE: GALERÍA FOTOGRÁFICA PERSONAL



FIGURA 4

DEMOLICIÓN DE VEREDAS OVALO LIBERTADORES - WANCHAQ



FUENTE: GALERÍA FOTOGRÁFICA PERSONAL

FIGURA 5

DEMOLICIÓN GUARDADA EN GARAJE. MARISCAL GAMARRA -CUSCO



FUENTE: GALERÍA FOTOGRÁFICA PERSONAL



FIGURA 6

MATERIAL DESTINADO A DESMONTE INSTALACIÓN DE DESAGÜE, AV. LA CULTURA-CUSCO



FUENTE: GALERÍA FOTOGRÁFICA PERSONAL

1.1.2. Formulación Interrogativa del problema

1.1.2.1. Formulación interrogativa del problema General

- ¿Cuál es la comparación de los valores del módulo de elasticidad del concreto tradicional con el concreto preparado reemplazando agregado grueso por cascote y adicionado con superplastificante?

1.1.2.2. Formulación interrogativa de los Problemas Específicos

- **Problema Específico N°1:** ¿Cuáles son los valores de la resistencia a la compresión del concreto tradicional y del concreto preparado reemplazando agregado grueso por cascote adicionado con superplastificante, y como resulta su análisis comparativo evaluados a los 7, 14 y 28 días desde su fabricación?
- **Problema Específico N°2:** ¿Las propiedades físico mecánicas de los agregados utilizados para la elaboración de concreto tradicional y concreto preparado reemplazando agregado grueso por cascote y adicionado con superplastificante son adecuadas para elaborar un diseño de mezcla?



- **Problema Específico N°3:** ¿Puede el cascote reemplazar de manera eficaz y eficiente a un agregado grueso tradicional en la reparación de concreto?
- **Problema Específico N°4:** ¿Cuáles son las proporciones de los componentes del concreto tradicional y concreto preparado reemplazando agregado grueso por cascote y adicionado con superplastificante?

1.2. Justificación e importancia de la investigación

1.2.1. Justificación por Relevancia

Esta investigación es relevante, puesto que buscó innovar una nueva forma de construir a base de productos reciclados ayudando de esta manera aminorar la constante contaminación en nuestro medio ambiente, además de mejorar la optimización de recursos como el de aminorar costos en la producción de concreto en cualquier obra de infraestructura, desde las pequeñas hasta las de gran envergadura, teniendo en cuenta el correcto comportamiento elástico y plástico del concreto. La presente investigación aporta y permite, en alguna medida, analizar la importancia de la fabricación de concreto con materiales reciclados tomando en cuenta su correcto comportamiento elástico a partir del cálculo de los valores del módulo de elasticidad frente a un concreto preparado con materiales tradicionales.

Esta investigación además de ser relevante, es también conveniente puesto que servirá como antecedente de futuras investigaciones para promover el usar materiales desechados por lo cual a futuro generará mayor desarrollo sostenible y empatía ambiental a la región y al país.

1.2.2. Justificación por viabilidad

La presente investigación, es viable puesto que existen los materiales requeridos a nuestro alcance para poder llevar a cabo esta investigación, además también de contar en nuestra región con laboratorios y con los equipos necesarios para obtener los datos requeridos y además de contar con la normativa vigente para el procesamiento de datos obtenidos en laboratorio.

1.2.3. Justificación técnica

Con la presente investigación, se pretende adquirir, mejorar y ampliar conocimiento, en mayor medida, del comportamiento del concreto que tiene como agregado grueso material reciclado a partir del cálculo y comparación de los valores del módulo de elasticidad, evaluación de resistencias a la compresión y análisis de las propiedades de los componentes de concreto tradicional y concreto preparado reemplazando agregado grueso por cascote y adicionado con



superplastificante, esto adjudicará un aporte y sustento a futuros investigadores de la rama de ingeniería y otros interesados en el tema.

1.2.4. Justificación Social

La presente investigación busca generar un impacto positivo a la hora de emplear concreto como material de construcción y contribuir al desarrollo de la construcción sostenible en la sociedad. En el aspecto económico, un concreto hecho de material reciclado resulta más atractivo respecto al costo que generaría un concreto tradicional. En el ámbito ambiental será un aporte para reducir la contaminación por desechos inhabilitados y finalmente en el aspecto de nuestra carrera será motivo de futuras investigaciones para promover el usar materiales desechados por lo cual a futuro generará más desarrollo al país.

1.2.5. Utilidad metodológica

Para lograr los objetivos de la presente investigación, se han realizado procedimientos sistemáticos, que consistieron en utilizar técnicas y herramientas metodológicas ya establecidas que nos permitieron la correcta recolección, organización, procesamiento e interpretación de datos; así como la creación de nuevos instrumentos de recolección y comparación de los datos más relevantes. Para la presente investigación se utilizaron herramientas metodológicas como hojas de cálculo en Excel para la recolección y procesamiento de datos de los distintos ensayos de laboratorio realizados, cumpliendo con lo establecido en cada una de las normas mencionada en el siguiente cuadro:



TABLA 1
NORMAS UTILIZADAS

DATOS ESPECÍFICOS			
Ensayos Realizados	NTP	MTC	ASTM
Granulometría Ag. Grueso	NTP 400.012	MTC E 204	ASTM - C136
	NTP 400.037		ASTM - C33
Granulometría Ag. Fino	NTP 400012	MTC E 204	ASTM - C136
	NTP 400.037		ASTM - C33
% de Humedad - Ag. Grueso	NTP 339.185	MTC E 108	ASTM - D2216
% de Humedad - Ag. Fino	NTP 339.185	MTC E 108	ASTM - D2216
P.U.S. y P.U.C. - Ag. Grueso	NTP 400.017	MTC E 203	ASTM - C29
P.U.S. y P.U.C. - Ag. Fino	NTP 400.017	MTC E 203	ASTM - C29
Peso Específico - Ag. Grueso	NTP 400.021	MTC E 206	ASTM - C127
Gravedad Específica - Ag. Fino	NTP 400.022	MTC E 205	ASTM - C128
Elaboración y Curado de especímenes de Concreto en Laboratorio	NTP 339.183	MTC E 702	ASTM - C192
Resistencia a la compresión de Testigos Cilíndricos	NTP 339.034	MTC E 704	ASTM - C39 - 39M
Asentamiento del Concreto SLUMP	NTP 339.035	MTC E 705	ASTM - C143
Diseño de Mezcla	Comité ACI 211.1		
Módulo de Elasticidad			ASTM - C469

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

1.3. Objetivos de investigación

1.3.1. Objetivo General

- ✓ Comparar los valores del Módulo de Elasticidad del concreto tradicional y concreto preparado reemplazando agregado grueso por cascote y adicionado con superplastificante

1.3.2. Objetivos Específicos

- ✓ **Objetivo Específico N°1:** Determinar los valores de la resistencia a la compresión del concreto tradicional y del concreto preparado reemplazando agregado grueso por cascote y adicionado con superplastificante evaluados a los 7, 14 y 28 días después de su fabricación y compararlo.
- ✓ **Objetivo Específico N°2:** Determinar si las propiedades físico mecánicas de los agregados utilizados para la elaboración de concreto tradicional y concreto preparado reemplazando agregado grueso por cascote y adicionado con superplastificante son adecuadas para elaborar un diseño de mezcla.
- ✓ **Objetivo Específico N°3:** Determinar si el cascote consigue reemplazar de manera eficaz y eficiente a un agregado grueso tradicional en la preparación de concreto.



- ✓ **Objetivo Específico N°4:** Determinar y comparar las proporciones de los componentes del concreto tradicional y concreto preparado reemplazando agregado grueso por cascote y adicionado con superplastificante.

1.4. Delimitación del estudio

1.4.1. Delimitación espacial

El ámbito de influencia del trabajo de investigación es en la ciudad del Cusco. Esta investigación se realizó haciendo uso de los materiales provenientes de demoliciones habidas en nuestra región del Cusco, como:

- ✓ Agregado grueso proveniente de la cantera de Zurite.
- ✓ Agregado fino proveniente de la cantera de Huillqui.
- ✓ Cascote proveniente de demoliciones de pavimento rígido, veredas, y otros que se encuentran dentro de nuestra localidad.
- ✓ Agua potable de uso común.
- ✓ Cemento Portland IP de uso general en nuestra región.
- ✓ Laboratorios disponibles que se encuentran dentro de nuestra localidad.

1.4.2. Delimitación temporal

La presente investigación se delimitó temporalmente por todo el tiempo que duro su realización, que corresponde al periodo entre los años 2022-2023.

El tiempo de análisis y comparación de los datos obtenidos de laboratorio fueron a los 07, 14 y 28 días respectivamente después de la fabricación del concreto.



Capítulo II. Marco Teórico

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales

TESIS: “HORMIGONES RECICLADOS: CARACTERIZACION DE LOS AGREGADOS GRUESOS RECICLADOS”, Claudio Javier Zega, UNCPBA Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires, Buenos Aires – Argentina, 2008.

Esta tesis trata del reciclado de materiales de desecho para la elaboración de nuevos materiales. Esta tendencia del reciclaje se vio promovida según el autor por dos razones, una de las cuales son las ambientales y la segunda razón por las grandes distancias a las cuales se sitúan las canteras que poseen agregados aptos para su uso, motivo que incrementa considerablemente el costo de los mismos.

El objetivo de esta tesis fue estudiar las diferentes propiedades que presentan los agregados gruesos reciclados obtenidos de la trituración de hormigones convencionales de desecho de características tecnológicas desconocidas.

Lo que se hizo en esta tesis fue estudiar diferentes muestras de agregados gruesos reciclados que fueron extraídas periódicamente de un acopio de hormigones triturados (trituradora de mandíbulas) durante un período de tiempo, simulando lo que sería un centro de reciclaje. Además de también estudiar los agregados reciclados provenientes de varios ciclos de reciclado.

Cabe recalcar que en ambos casos se evaluaron las propiedades físico-mecánicas de estos agregados gruesos reciclados elaborando luego hormigones a distintas razones agua/cemento con el 75% en volumen de estos.

Las conclusiones relevantes para esta presente investigación fueron:

La presencia de mortero como parte de los agregados gruesos reciclados produce modificaciones en sus propiedades comparadas a las del agregado grueso natural. El agregado grueso reciclado presenta una menor densidad, además de mayor capacidad de absorción de agua y desgaste “Los Ángeles”.

Si bien algunas de las propiedades evaluadas sobre los agregados gruesos reciclados presentan una variación importante, la misma no se ve reflejada en los hormigones elaborados con ellos.



TESIS: “ENSAYO A FLEXIÓN DE VIGAS DE HORMIGÓN CON INCORPORACIÓN DE AGREGADOS RECICLADOS”, Natalia Alderete Vergara, UTN Universidad Tecnológica Nacional, Buenos Aires – Argentina, 2010.

El objetivo de esta investigación es el empleo de agregados reciclados reemplazando a los agregados naturales en un 30% a 50% de su volumen tradicional para la elaboración de hormigones. Esta investigación evalúa luego el desempeño de vigas de hormigón elaboradas con el agregado reciclado siendo sometidas a flexión, variando los valores de los porcentajes de reemplazo del agregado natural por agregado reciclado.

Una vez obtenido el diseño de mezcla con los porcentajes de agregado reciclado respectivos (25%, 50% y 75%), se moldearon probetas prismáticas de 15 cm x 15 cm x 53 cm, para luego ser ensayadas todas las vigas a los 7 días.

Para realizar los ensayos de flexión se hizo uso de una máquina de prueba de flexión, siguiendo todos los pasos normados.

Realizados los ensayos, se obtuvieron los siguientes resultados arrojados por la misma máquina de prueba de flexión. Gráfico resistencia vs tiempo:

Las conclusiones más relevantes que se obtuvieron de esta investigación dentro de las cuales aportan a esta tesis fueron las siguientes:

- ✓ La elaboración de hormigones con agregados reciclados permite considerar criterios de sustentabilidad con las mismas prestaciones del hormigón tradicional y un desempeño ambiental superior.
- ✓ En todos los ensayos los resultados se mantuvieron en un rango de valores favorables, la excepción es el caso del reemplazo del 75% en el cual una de las vigas alcanzó una resistencia muy superior en relación a las otras dos. Cabe acotar que las probetas ensayadas manifestaron su plano de rotura en el tercio medio de la luz, lo que ratifica la validez de los ensayos realizados.

En términos generales se destacó la gran aplicabilidad de los agregados reciclados en reemplazo de agregado natural para la elaboración de hormigones de uso vial, ya que no se presentaron características singulares destacables durante los estados fresco o endurecido.



2.1.2. Antecedentes nacionales

TESIS: “VALORIZACIÓN DE AGREGADOS RECICLADOS DE HORMIGÓN Estudio experimental de laboratorio”, BEGLIARDO, Hugo Félix, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima – Perú, 2011.

En esta investigación se trazó como objetivo, poner en conocimiento a la comunidad científica, política y empresarial, experiencias de laboratorio en relación a la valorización de residuos de hormigón llevados a diferentes granulometrías para su empleo en nuevos hormigones, tanto de uso estructural como no estructural.

El concreto reciclado ya está siendo utilizado en otros países como base o sub-base para construir nuevas carreteras o para rehabilitar estructuras existentes, entre otras aplicaciones. Además, según investigaciones recientes, el concreto reciclado puede llegar a obtener características físicas y mecánicas similares a las del concreto tradicional.

Anualmente en el mundo se producen 1 billón de toneladas de residuos de demolición, de las cuales 510 millones son producidos en Europa. En promedio solo el 8% de estos residuos se reciclan, aunque en países como Alemania, Holanda y Reino Unido cerca del 20% de agregados reciclados se reutilizan.

En esta investigación, se analizó la resistencia a la compresión de testigos de concreto, la cual puede afectar en el comportamiento según sea el fin del concreto.

Las conclusiones más relevantes que se obtuvieron de esta investigación, fueron las siguientes:

- ✓ Los valores finales de resistencia obtenidos, tanto para los hormigones convencionales estructurales como no estructurales, satisfacen los requisitos de resistencia para los usos pretendidos.
- ✓ Los estudios que se realizó en esta investigación ratifican experiencias similares de otros investigadores, comprobándose que es posible aprovechar para uso estructural (edificios, pavimentos, etc.) los hormigones recuperados de demoliciones o descartes. Asimismo, aquellas fracciones que no son aprovechables para uso en hormigón estructural, se ha demostrado que son útiles para hormigones no estructurales, tales como pavimentos de bajo tránsito y carga, o contrapisos, evidenciando una mejor prestación resistente que los materiales de uso convencional para este fin.
- ✓ Los resultados obtenidos ponen de manifiesto las ventajas medioambientales y socio-económicas que derivan del empleo de residuos de esta especie.



2.1.3. Antecedentes locales

TESIS: “EVALUACION DE LAS PROPIEDADES MECANICAS DEL CONCRETO CON AGREGADO RECICLADO DE LA CAPA DE RODADURA DEL PAVIMENTO RIGIDO EN LA CIUDAD DEL CUSCO - 2017”, CRUZ TELLO, Jorge Iván – VILLCAS HURTADO, Filio Damián, Hugo Félix, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, Cusco – Perú, 2018.

En esta investigación se evaluó la fabricación de concreto con material reciclado desde el punto de vista de sostenibilidad, y se menciona que es necesario el aprovechamiento de los materiales producto de la demolición de pavimentos rígidos colapsados, que a nivel mundial es un hecho. Por lo tanto, en la investigación en general y de forma principal muestra, el comportamiento de las propiedades mecánicas (resistencia a la compresión, tracción, flexión) del concreto elaborado con reemplazo del agregado natural por agregado reciclado en tres combinaciones distintas (AGR+AFN, AGN+AFR, AGR+AFR).

Los resultados experimentales mostraron que el comportamiento del concreto reciclado del tipo (AGR+AFN, AGN+AFR) son favorables, es decir, cumplen con las especificaciones de resistencia mecánica, lo que sugiere que puede ser usado como concreto estructural. Y de acuerdo al análisis de costos producirlo es más económico que un concreto convencional.

Esta tesis nos aporta brindando información comparable en cuanto a resultados del comportamiento de las propiedades mecánicas (resistencia a la compresión, tracción, flexión) del concreto elaborado reemplazando el agregado natural.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Concreto

2.2.1.1. Definición

Según (Torres Carrillo, 2004), el concreto es un material de uso común, o convencional que se produce mediante la combinación de tres componentes indispensables, cemento, agua y agregados, a los cuales eventualmente se incorpora un cuarto componente que genéricamente se designa como aditivo. Al mezclar estos componentes y producir lo que se conoce como concreto, se introduce de manera simultánea un quinto participante representado por el aire.

(Rivva Lopez, Naturaleza y materiales del concreto, 2000) menciona también que el concreto es un producto no natural compuesto, que consiste de un medio ligante denominado pasta, dentro del cual se encuentran embebidas partículas de un, medio ligado denominado agregado. Asimismo, el autor, menciona que con frecuencia se utilizan aditivos para diferentes propósitos



como: aceleradores, retardantes, modificadores de resistencias o modificadores de alguna propiedad según sea conveniente.

2.2.1.2. Clasificación del concreto

(Torres Carrillo, 2004), clasifica al concreto según algunas propiedades y características como su peso unitario, su aplicación, composición y resistencia, esto es:

TABLA 2
CONCRETOS SEGÚN EL PESO UNITARIO, TORRES CARRILLO

Concretos según el Peso Unitario	
Concreto	Peso Unitario (kg/m ³)
Ligero	1200 - 2000
Normal	2000 - 2800
Pesado	> 2800

FUENTE: CURSO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO. LIMA: UNI

TABLA 3
CONCRETO SEGÚN SU APLICACIÓN

Concretos según su aplicación	
Concreto	Peso Unitario (kg/m ³)
Simple	Concreto sin ninguna armadura. Buena resistencia a la compresión.
Armado	Con acero. Buena resistencia a compresión y a flexión.
Pretensado	Resistencia a tracción: viguetas.
Postensado	Resistencia a tracción: se introducen fundas

FUENTE: CURSO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO. LIMA: UNI

TABLA 4
CONCRETO SEGÚN SU COMPOSICIÓN

Concretos según su composición	
Concreto	Composición
Ordinario	Materiales tradicionales.
Ciclópeo	Con áridos de hasta 50 cm.
Cascotes	Con componentes reciclados o de desechos
Con aire incorp.	Con la incorporación del más de 6% de aire
Refractario	Resistente a altas temperaturas

FUENTE: CURSO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO. LIMA: UNI

TABLA 5
CONCRETO SEGÚN SU RESISTENCIA

Concretos según su resistencia	
Concreto	Dosificaciones
Convencional	10% agua, 15% cemento, 35% arena, 40% grava.
De alta resistencia	5% agua, 20% cemento, 28% arena, 41% grava, 2% adiciones, 2% aditivos.

FUENTE: CURSO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO. LIMA: UNI



2.2.1.3. Ventajas del concreto

Pasquel Carbajal (1998) aduce que, inicialmente, el concreto denota una estructura plástica y trabajable, y que pasado un tiempo adquiere una consistencia sólida con propiedades aislantes y resistentes, lo que lo hace un material propicio para la construcción.

(Matallana, 2019) indica que, entre las ventajas y propiedades más importantes del concreto, se tiene:

- Los componentes empleados para su fabricación se encuentran, prácticamente, en todas partes.
- La plasticidad en estado fresco, permite su moldeo para dar la forma deseada a esto se denomina trabajabilidad.
- Aumenta sus propiedades resistentes a medida del paso del tiempo, al contrario de otros materiales.
- Fragua y adquiere resistencia en casi todas las temperaturas, incluso debajo del agua.
- Por su naturaleza es resistente al fuego y al envejecimiento.
- Económicamente es un material bastante cómodo, comparado con el precio que significan otros materiales.

2.2.1.4. Propiedades del concreto

2.2.1.4.1. Propiedades del concreto en estado Fresco

A. TRABAJABILIDAD

“Es la facilidad que presenta el concreto fresco para ser mezclado, colocado, compactado y acabado sin segregación y exudación durante estas operaciones”. (Abanto, 2009) así también (Rivva Lopez, Diseño de mezclas, 1992) indica que esta propiedad se define como la facilidad con la cual una determinada cantidad de concreto pueda ser manipulado y colocado con un mínimo de trabajo y un máximo de homogeneidad.

B. CONSISTENCIA

Según (Rivva Lopez, Naturaleza y materiales del concreto, 2000) la consistencia es una propiedad que determina el grado de fluidez de una mezcla de concreto en estado fresco; cuanto más húmeda es la mezcla mayor será la facilidad con la que el concreto fluirá.

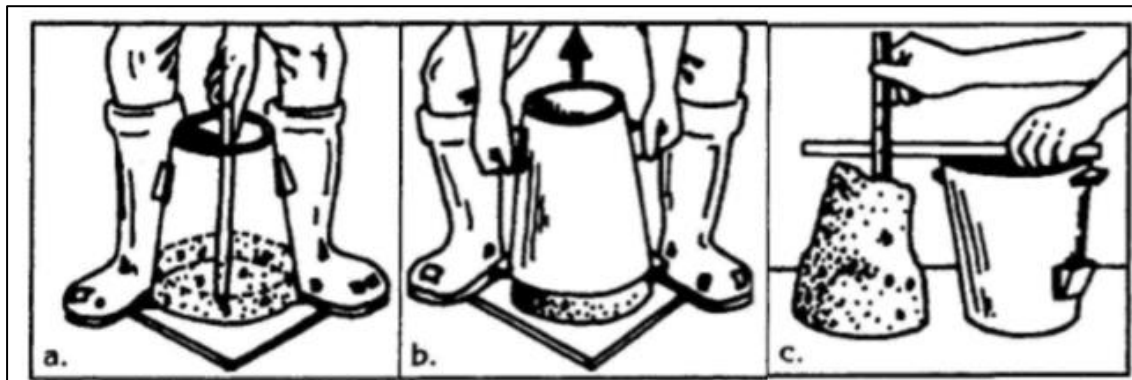
TABLA 6
CONSISTENCIA / SLUMP REVENIMIENTO / TRABAJABILIDAD

Consistencia	Slump - Revenimiento		Trabajabilidad
	Pulg.	cm	
Seca	0" - 2"	0 - 5	Poco trabajable
Plástica	3" - 4"	7.5 - 10	Trabajable
Fluida	> 5"	> 12.5	Muy trabajable

FUENTE: LIBRO "NATURALEZA Y MATERIALES DEL CONCRETO"

Se puede obtener la consistencia del concreto en base a lo especificado en las normas NTP 339.035, ASTM-C143 y MTC E 705, que establecen el método del ensayo de la medición del asentamiento del concreto mediante el Cono de Abrams, en donde una muestra de concreto fresco mezclado, se coloca en un molde con forma de tronco de cono, y se compacta por varillado. El molde se retira 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 informa como el asentamiento del concreto. El procedimiento de este ensayo se desarrolló el en capítulo III de la presente investigación.

FIGURA 7
ENSAYO DE CONO DE ABRAMS



FUENTE: LIBRO "NATURALEZA Y MATERIALES DEL CONCRETO"

C. SEGREGACIÓN

Según (Guzmán, 2001) en términos generales, la segregación es una propiedad del concreto fresco que se define como la separación de los materiales o componentes que constituyen una mezcla de concreto, y esta se puede presentar de dos maneras: una, en la cual los agregados gruesos tienden a asentarse por desplazamiento por acción de la gravedad y la otra como la separación de la pasta (cemento y agua) de la mezcla.

D. EXUDACIÓN



Según (Abanto, 2009) este fenómeno se da cuando el agua asciende a la superficie de la mezcla como consecuencia de la segregación de los sólidos, se presenta momentos después de que el concreto haya sido depositado al encofrado. Este fenómeno es perjudicial para el concreto, pues como consecuencia del mismo, perjudica el buen contacto de la superficie durante la colocación de una capa sobre otra, y esto puede ocasionar disminución en su resistencia debido al incremento de la relación agua-cemento en esa zona.

E. HOMOGENEIDAD Y UNIFORMIDAD

Para (Torres Carrillo, 2004) se refiere a homogeneidad y uniformidad como la característica de un concreto, para que sus componentes puedan distribuirse de manera regular en la masa; esto dependerá del buen mezclado, el buen transporte de la masa y la buena puesta en obra.

2.2.1.4.2. Propiedades del concreto en estado Endurecido

A. IMPERMEABILIDAD

(Torres Carrillo, 2004) Menciona que la permeabilidad, es una propiedad por la cual un material tiene la capacidad de dejar pasar un fluido a través de sus poros; El concreto presenta esta propiedad en cierta medida, ya que es un sistema poroso, y este nunca va a ser totalmente impermeable.

B. DURABILIDAD

Para (Gutiérrez de Lopez, 2003) La durabilidad de un concreto es una propiedad que hace que prevalezca su forma original, su calidad y sus propiedades de servicio a través del tiempo y frente a problemas y circunstancias que afecten esta característica. (Torres Carrillo, 2004) presenta algunas circunstancias que afectan a la durabilidad, las cuales son:



TABLA 7
CIRCUNSTANCIAS QUE AFECTAN LA DURABILIDAD

Circunstancias que afectan la Durabilidad	
Mecánicas	Vibraciones, sobrecargas, impactos, choques.
Físicas	Oscilaciones térmicas, ciclos de hielo y deshielo, fuego
Químicas	Contaminación atmosférica, agentes químicos
Biológicas	Vegetación o microorganismos

FUENTE: LIBRO "TECNOLOGÍA DEL CONCRETO"- UNI

C. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Para Gutiérrez de Lopez (2003), la resistencia a la compresión, es una de las características mas importantes del concreto endurecido, y se expresa en términos de esfuerzo (kg/cm² o en Mpa), y se da cuando el concreto tiene la capacidad de resistir esfuerzos, que, según Torres Carrillo, (2004) se cuantifica a los 28 días después del vaciado del concreto.

Según Niño Hernández (2010) Los factores que influyen directamente en la resistencia a la compresión son: La relación agua-cemento, así también la dosificación, las condiciones de curado, el mezclado en fresco, calidad de los materiales, tipo de aditivos, el fraguado, curado y la edad.

Para Gutiérrez de López (2003), Para determinar el valor de la resistencia a la compresión, se elaboran cilindros testigos de las mezclas de concreto que se está usando; los cilindros son generalmente de 30cm de altura por 15cm de diámetro (12" y 6"); se elaboran en tres capas y a cada capa se le dan 25 golpes con una varilla standard, para luego someterlas a esfuerzos hasta la rotura mediante cargas incrementales relativamente rápidas. esto también indica la norma NTP 339.034, ASTM-C192 y MTC E 702 que establece el método para la elaboración y curado de especímenes de concreto y las normas NTP 339.034, ASTM-C39-39M y MTC E 704 que establecen el método para determinar la resistencia a la compresión. Todos estos procedimientos son desarrollados en el capítulo III de la presente investigación.

Para determinar el valor cuantitativo de la resistencia a la compresión de un testigo de mezcla de concreto se utiliza la siguiente relación:

$$R_c = 4\pi * G * D^2$$

Donde:

R_c = Es la resistencia de rotura a la compresión, en Kg/cm².

G = La carga máxima de rotura en (kg).

D = Es el diámetro de la probeta cilíndrica, en (cm).



D. RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

Para Torre C. (2004), su valor representa a la décima parte (10%) de la resistencia en compresión del concreto de un determinado $f'c$, esta característica sirve, generalmente, para diseñar estructuras que estarán cargadas y en el que es muy importante conocer esta propiedad. Según Niño Hernández (2010), los elementos sometidos a flexión, presentan una zona sometida a esfuerzos de compresión y otra zona sometida a esfuerzos de tracción.

E. RESISTENCIA A LA TRACCIÓN

Niño Hernández (2010) afirma que, por su misma naturaleza el concreto es bastante débil a esfuerzos de tracción, esta propiedad tiene que ver con los esfuerzos de alargamiento sometidas al concreto

“Comparado con su resistencia a la compresión, el concreto es un material con baja resistencia a los esfuerzos de tracción y corte. Para compensar esta deficiencia, la ingeniería recurre al acero como medio de refuerzo en aquellos sitios sometidos a tales esfuerzos, obteniéndose así, el concreto reforzado, un material muy resistente a los esfuerzos de compresión, tracción y cortante, base de la ingeniería estructural” (Matallana, 2019)

2.2.1.5. Etapas del concreto

2.2.1.6. Curado del concreto

“El curado es el proceso de mantener un contenido de humedad y una temperatura satisfactorios en el concreto durante el periodo de hidratación del material cementante, de tal manera que se desarrollen las propiedades deseadas para el concreto” (Rivva Lopez, Naturaleza y materiales del concreto, 2000)

“El curado es el procedimiento para la mantención de la temperatura y del contenido de humedad satisfactorios en el concreto por un periodo de tiempo que empieza inmediatamente después de la colocación (colado) y del acabado, esto con el objetivo de desarrollar las propiedades deseadas en un concreto”. (Steven H. Kosmatka, 2004)

2.2.1.7. Componentes del concreto

Según Abanto C. (2009), el concreto es la unión de dos componentes fundamentales que son: Ligantes (Cemento y agua) y agregados (Arena, grava, piedra chancada, confitillo u otros materiales que pueda reemplazar a estos). Para Torre C. (2004) además de los componentes mencionados, eventualmente se incorpora un componente que genéricamente se designa como aditivo que por lo general mejora o cambia alguna propiedad del concreto.



2.2.1.7.1. Cemento Pórtland

A. Definición de cemento:

Para Niño Hernández (2010) el cemento es un material aglutinante que presenta propiedades de adherencia y cohesión permitiendo la unión de fragmentos minerales entre sí, formado un todo compacto.

Según la Norma Técnica Peruana NTP 334.009, el cemento Pórtland es un cemento hidráulico producido mediante la pulverización del Clinker y que, al mezclarlo con agua, forma una pasta muy plástica y que luego de fraguar, adquiere propiedades de endurecimiento y resistencia.

$$\text{Cemento Pórtland} = \text{Clinker} + \text{Yeso}$$

Según Matallana Rodríguez (2019), el cemento constituye entre el 7% y el 15% del volumen total en el concreto. La cuantía depende del tipo de cemento empleado y también de las propiedades que se quieran lograr en el concreto. Normalmente, el cemento es el componente más costoso por unidad de peso en el concreto. Por ello, uno de los objetivos perseguidos en el diseño de mezclas es optimizar su cuantía, sin sacrificar las propiedades.

B. Composición química del Cemento Portland:

TABLA 8
COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL CEMENTO PORTLAND

Compuesto	Como óxido	Límites aproximados (%)
Cal	CaO	60 a 67
Sílice	SiO ₂	17 a 25
Alúmina	Al ₂ O ₃	3 a 8
Óxido de hierro	Fe ₂ O ₃	0,5 a 6
Óxido de magnesio	MgO	0,5 a 4
Alcalis	Na ₂ O, K ₂ O	0,3 a 1,2
Anhidrido sulfúrico ^A	SO ₃	2 o 3,5

FUENTE: LIBRO "EL CONCRETO, FUNDAMENTOS Y NUEVAS TECNOLOGÍAS."

El Clinker, es un compuesto de forma granulada, con tamaños entre 5 y 65 mm, aproximadamente, formado a partir de la calcinación de caliza y arcilla a temperaturas que varían entre los 1.350 y 1.450°C formado por silicatos de calcio hidráulico y que contiene generalmente una o más de las formas sulfato de calcio y aluminio (silicato tricálcico, silicato

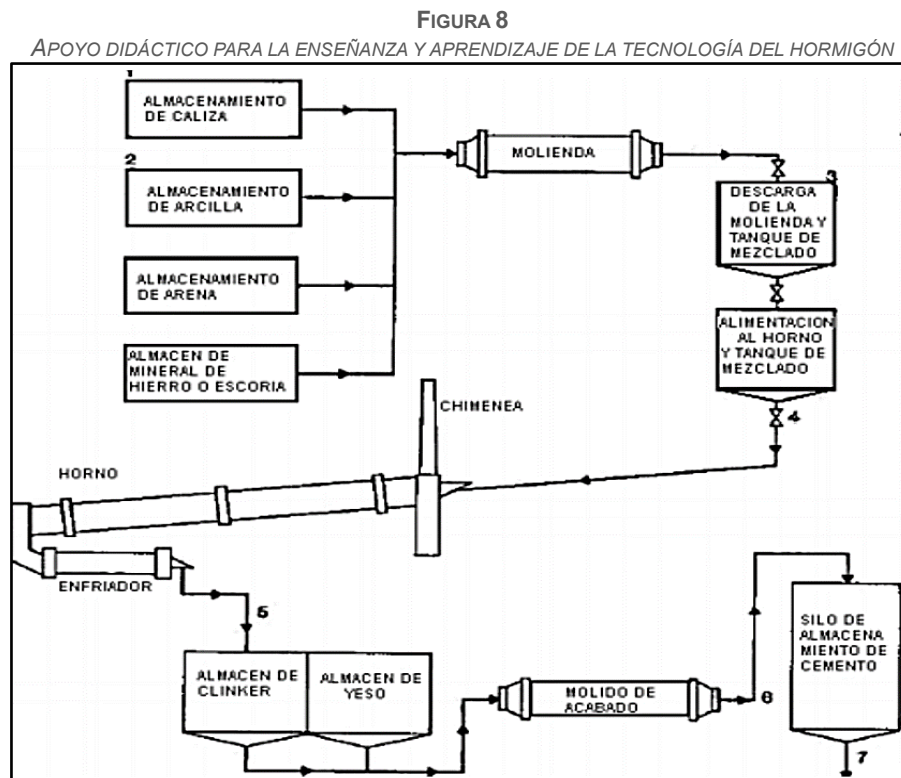


di cálcico, aluminato tricálcico, ferro aluminato tetracálcico). como adición durante la molienda. Algunas de las propiedades de estos compuestos son:

- ✓ Silicato tricálcico ($3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$): Define la resistencia inicial en la semana 01 y tiene mucha importancia en el calor de hidratación.
- ✓ Silicato di cálcico ($2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$): Define la resistencia a largo plazo y tiene menor incidencia en el calor de hidratación.
- ✓ Aluminato tricálcico ($2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$): Condiciona el fraguado rápido actuando como catalizador por lo que es necesario añadir yeso en el proceso (3%-6%) para controlarlo.

C. Fabricación del cemento Portland.

Para Quiroz Crespo & Salamanca Osuna (2006) los procedimientos de la fabricación del cemento son:



FUENTE: LIBRO "EL CONCRETO, FUNDAMENTOS Y NUEVAS TECNOLOGÍAS."



D. Clasificación de cementos.

- Cementos Portland Sin adición

Según Matallana Rodríguez (2019), en sentido estricto, el cemento Pórtland es lo que resulta de moler conjuntamente Clinker y yeso. Específicamente, la norma ASTM C-150 permite la inclusión hasta en 5% de caliza molida con el Clinker.

La ASTM enumera los tipos de cementos del I al V, los cuales son:

TABLA 9
TIPOS DE CEMENTOS

Tipo de cemento	Uso	Ejemplo de uso
I	Cuando no es requerida ninguna de las propiedades especiales de los otros cementos	Estructuras de concreto en general como vigas, columnas losas y muros, entre otras donde no son requeridas propiedades especiales de los demás cementos.
II	Cuando precisa moderada resistencia a los sulfatos o moderado calor de hidratación	Estructura de drenaje donde las concentraciones de sulfatos en aguas subterráneas son moderadas. Estructuras de masa considerable, como en muros de contención o cimentaciones masivas. Aguas freáticas o de infiltración, con moderadas concentraciones de sulfatos.
III	Cuando se requieren altas resistencias iniciales	En estructuras donde hay que desformaletar pronto, como estructuras industrializadas, o cuando la estructura debe ponerse al servicio rápidamente.
IV	Cuando es necesario bajo calor de hidratación	Para estructuras de concreto masivo, como grandes presas, donde existen altas diferencias de temperatura entre el interior y la parte externa de la estructura.
V	Cuando necesita alta resistencia a los sulfatos	Para estructuras en contacto con suelos o aguas con alto contenido de sulfatos.

FUENTE: NORMA ASTM

- Cementos Portland con adición

Según la NTP 334.090 Es un cemento Pórtland hidráulico al que se agrega en el momento de la molienda del Clinker, una cantidad de puzolana natural activa. Según Matallana Rodríguez (2019), Los cementos adicionados provienen del cemento Pórtland mezclada con



una o más adiciones con puzolanas u otros materiales inorgánicos (escorias, caliza, etc.), que, en forma conjunta o independiente, contribuyen a desarrollar las propiedades del cemento

La norma ASTM C595 Clasifica a los cementos adicionados o mezclados de la siguiente manera:

TABLA 10
CLASIFICACIÓN DE LOS CEMENTOS ADICIONADOS O MEZCLADOS

Denominación	Tipo	Propiedades y usos
Cemento Portland de escoria de alto horno	IS	Para la construcción de concreto en general. El contenido de escoria puede variar entre el 25% y 70% de la masa de cemento. Opcionalmente pueden incluir aire (A), de moderada resistencia a los sulfatos (MS) O moderado calor de hidratación (MH). Ejemplo: cemento Portland con escoria de alto horno con inductor de aire 1S-A(MS)
Cemento Pórtland puzolánico	IP	Para uso de la construcción en general. El contenido de Puzolana puede estar entre 15% y 40% de la masa de cemento. Opcionalmente pueden incluir aire (A), de moderada resistencia a los sulfatos (MS) O moderado calor de hidratación (MH). Puede ser la combinación de cemento de alto horno y puzolana.
	P	Para construcciones que no requieren altas resistencias iniciales. El contenido de Puzolana puede estar entre 15% y 40% de la masa de cemento. Es posible especificar con bajo calor de hidratación (LH), moderada resistencia a los sulfatos (MS) o aire incorporado (A). Puede ser la combinación de cemento de alto horno y puzolana.
Cemento Pórtland modificado con puzolana	I(PM)	Para construcciones de concreto en general. Su fabricación está dada al combinar cemento Portland o cemento Pórtland de alto horno y una puzolana. El contenido de Puzolana es menor al 15% de la masa de cemento. Se pueden especificar con inductor de aire (A), Con moderada resistencia a los sulfatos (MS) O moderado calor de hidratación (MH).
Cemento de escoria o siderúrgico	S	Se fabrica mezclando escoria granulada de entorno. Con cemento Pórtland o con sal hidratada, Se usa con el cemento Portland para la elaboración de concreto, o con cal, para la elaboración de mortero. El contenido mínimo de escoria es de 70% y se puede especificar con aire incluido (A). Ejemplo S-A.
Cemento Pórtland modificado con escoria	I(SM)	Para la construcción de concreto en general. Se fabrica combinando escoria granulada de alto horno finamente molida con cemento Pórtland. El contenido de Escoria es menor al 25% de la masa del cemento. Se pueden especificar cómo incluso de aire (A), De moderada resistencia a los sulfatos (MS) o moderado calor de hidratación (MH); ejemplo: 1(SM)-A (MH).

FUENTE: NORMA ASTM C595



- Cemento Portland multipropósito YURA IP (Usado en la investigación):

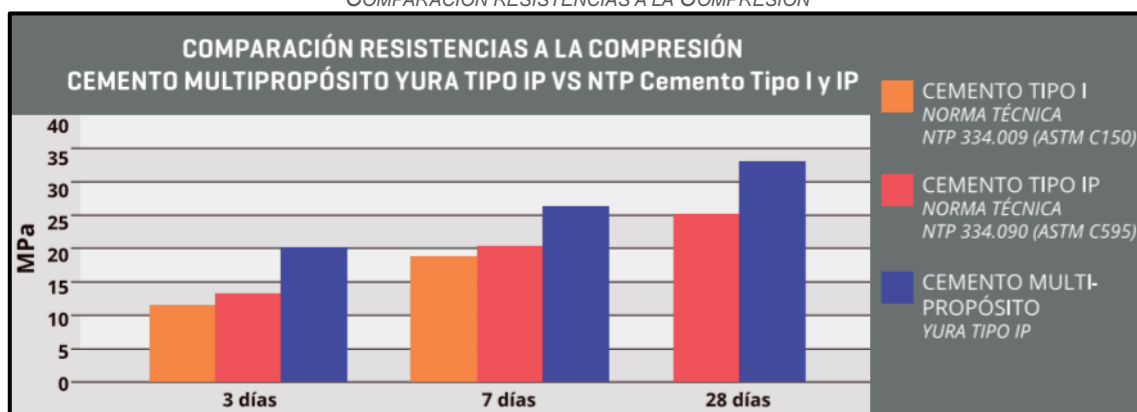
Según la ficha técnica de la empresa Cementos YURA S.A, El cemento portland IP es de uso multipropósito, fabricada a base de Clinker de alta calidad, puzolana natural de origen volcánico de alta reactividad y yeso. Este producto puede ser usado en cualquier tipo de obras de infraestructura y construcción en general. Especialmente en obras de alta exigencia de durabilidad. Debido a su contenido de puzolana natural, el cemento hace que desarrolle con el tiempo resistencias a la compresión superiores a las que otros cementos ofrecen.

TABLA 11
CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES DEL CEMENTO PORTLAND TIPO IP

REQUISITOS	CEMENTO MULTI-PROPÓSITO YURA TIPO IP		REQUISITOS NORMA NTP 334.090 ASTM C-595	
REQUISITOS QUÍMICOS				
MgO (%)			6.00 Máx.	
SO ₃ (%)	1.5 a 3.0		4.00 Máx.	
Perdida por ignición (%)	1.5 a 4.0		5.00 Máx.	
REQUISITOS FÍSICOS				
Peso Específico (gr/cm ³)	2.75 a 2.85		-	
Expansión en autoclave (%)	0.07 a 0.03		-0.20 a 0.80	
Fraguado Vicat inicial (minutos)	170 a 270		45 a 420	
Contenido de aire	2.5 a 8.0		12 Máx	
Resistencia a la compresión	kgf/cm ²	Mpa	kgf/cm ²	Mpa
3 días	175 a 200	17.1 a 19.6	133 Mín.	13
7 días	225 a 255	22 a 25	204 Mín.	20
28 días	306 a 340	30 a 33.3	255 Mín.	25
Resistencia a los sulfatos	%		%	
% Expansión a los 6 meses	< 0.04		0.05 Máx.	
% Expansión a 1 año	< 0.05		0.10 Máx.	

FUENTE: CEMENTOS YURA S.A

FIGURA 9
COMPARACIÓN RESISTENCIAS A LA COMPRESIÓN



FUENTE: CEMENTOS YURA S.A



- Cementos Portland por desempeño

En los 90's se crearon las especificaciones de desempeño para los cementos hidráulicos ASTM C-1157, Especificación de Desempeño para Cementos Hidráulicos (Performance Specification for Hydraulic Cements).

“Son cementos que no tienen restricciones para su composición química o sus constituyentes, con exigencias en propiedades de comportamiento que son predominantemente físicas, tales como resistencia, tiempo de fraguado, expansión por autoclave, entre otras.” (Matallana, 2019)

Según la NTP 334.082 los cementos por desempeño o Especificación de la Performance, se clasifican en:

TABLA 12
CLASIFICACIÓN DE LOS CEMENTOS POR DESEMPEÑO

Denominación NTC 121 (ASTM C1157)	Tipo de Cemento	Ejemplos de uso
UG (GU)	Uso general	Para uso en estructuras en general, pavimentos, pisos, losas, prefabricados y en general, en todas las aplicaciones donde no sean requeridas las propiedades especiales de los otros tipos de cemento.
ART (HE)	Alta resistencia temprana	Para estructuras que requieren menor tiempo en formaleta, o donde es necesario poner en uso la estructura en menor tiempo, concreto pre esforzado prefabricados.
MRS (MS)	Moderada resistencia a los sulfatos	Estructuras de drenaje, tuberías, plantas de tratamiento del agua y en contacto con aguas freáticas con baja concentración de sulfatos.
MCH (MH)	Moderado calor de hidratación	Estructuras medianamente masivas donde es prudente controlar el aumento de temperatura.
ARS (HS)	Alta resistencia a los sulfatos	Para estructuras en contacto con aguas o suelos con alto contenido de sulfatos como suelos con altas concentraciones de yeso.
BCH (LH)	Bajo calor de hidratación	Para estructuras consideradas masivas, en donde la diferencia de calor entre el interior y el exterior supera los 20 C°, como presas y cimentaciones masivas.

FUENTE: NORMA NTP 334.082

En general podemos ilustrar la clasificación de cementos con lo siguiente:



TABLA 13
CLASIFICACIÓN DEL CEMENTO Y APLICACIONES

Especificación del cemento	Aplicaciones						
	Uso general	Moderado calor de hidratación	Alta resistencia inicial	Bajo calor de hidratación	Moderada resistencia a los sulfatos	Alta resistencia a los sulfatos	Resistencia a la reacción álcali-sílice (RAS)
ASTM C 150 (AASHTO M 85) Cementos Portland	I	II (opción de moderado calor)	III	IV	II	V	Opción de bajo álcalis
ASTM C 595 (AASHTO M 240) cementos hidráulicos mezclados	IS IP I(PM) I(SM) S, P	IS (MH) IP(MH) I(PH)(MH) I(SM)(MH)		P(HL)	IS (MH) IP(MH) P(MS) I(PH)(MH) I(SM)(MH)		Opción de baja reactividad
ASTM C 1157 Cementos hidráulicos	GU	MH	HE	LH	MS	HS	Opción R

FUENTE: NORMA NTP 334.082

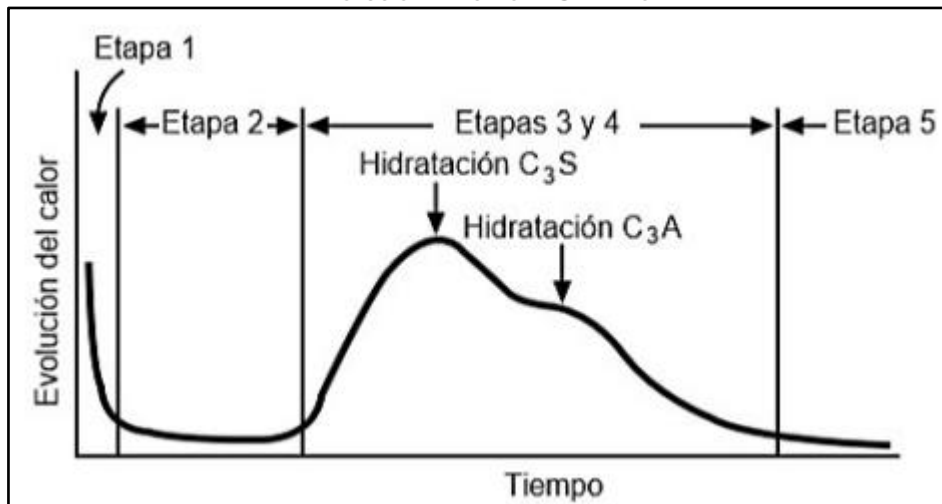
E. Etapas del proceso de hidratación del cemento:

- Calor de Hidratación

Para Abanto Castillo F. (2009) antes del proceso de endurecimiento completo, se producen reacciones que generan calor. Cuando las secciones son pequeñas el calor de hidratación no es importante, pero al vaciar grandes volúmenes de concreto y cuando el calor no puede liberarse fácilmente, resulta un factor a tenerse muy en cuenta; la temperatura que genera la hidratación llega a los 50°C, algunos investigadores han observado temperaturas mayores. Como la temperatura ambiente es menor se producen descensos bruscos de ésta, ocasionando contracciones y en consecuencia rajaduras.

Los cementos no generan calor a una tasa constante; la producción de calor durante la hidratación de un cemento portland tipo I (ASTM C 150).

FIGURA 10
EVOLUCIÓN DEL CALOR VS TIEMPO



FUENTE: NORMA NTP 334.082

- Fraguado

Para Rivva Lopez, E. (2000) cuando el cemento entra en contacto con el agua, ocurren una serie de reacciones químicas que producen y ocasionan cambios a la estructura interna de la pasta, conservando la mezcla en un estado plástico, durante un periodo de tiempo hasta alcanzar la etapa del endurecimiento, a este periodo se denomina fraguado. Lo ideal del fraguado es que no sea ni muy lenta ni tan rápida,

- Endurecimiento

En esta etapa se produce el aumento paulatino de resistencia del cemento hidratado en función del tiempo. Este fenómeno se produce después de la etapa del fraguado, y es el estado en que se mantienen e incrementan con el tiempo las características resistentes, la reacción predominante es la hidratación permanente de los silicatos de calcio, y en teoría continúa de manera indefinida". (Pasquel Carbajal, 1998)

2.2.1.7.2. Agregados

1. Definición de agregado:

Para Torre C. (2004), antiguamente se decía que los agregados eran elementos que no intervenían de manera directa dentro de las reacciones químicas que ocurren en el concreto, actualmente se establece que este material, al ser el componente de mayor cantidad (alrededor de las $\frac{3}{4}$ partes del concreto), es el que mayor % de participación tendrá dentro de la unidad cúbica de concreto sus propiedades y características diversas influyen en todas las propiedades del concreto.



Según la NTP 400.011 es el conjunto de partículas inorgánicas de origen natural o artificial, que ocupan aproximadamente el 75% del volumen de la unidad cubica del concreto.

Para Sánchez de Guzmán D. (2001), los agregados, también llamados “Áridos”, son aquellos materiales granulados de origen natural o artificial, que, mezclados y aglomerados con el cemento y en presencia de agua, forman un todo compacto denominado concreto, este componente posee propiedades y características importantes que garantizan una adherencia suficiente con la pasta endurecida del cemento Portland. Para Niño H. (2010) la calidad de los agregados está determinada por el origen, distribución granulométrica, densidad, forma, superficie entre otros.

2. Funciones de los agregados

“Proporcionar una masa de partículas capaces de resistir las acciones mecánicas o de desgaste, que puedan actuar sobre el comportamiento negativo del concreto” (Rivva Lopez, Naturaleza y materiales del concreto, 2000)

“Proporcionar un relleno adecuado a la pasta, reduciendo el contenido de esta por unidad de volumen y, por lo tanto, reduciendo el costo de la unidad cubica de concreto” (Rivva Lopez, Naturaleza y materiales del concreto, 2000)

“Reducir los cambios de volumen resultantes de los procesos de fraguado y endurecimiento, de humedecimiento y secado, o de calentamiento de la pasta” (Rivva Lopez, Naturaleza y materiales del concreto, 2000)

3. Clasificación de los agregados:

A. Según su origen o procedencia:

i. Agregados Naturales:

Para Niño H. (2010), los áridos o agregados naturales se obtienen de la explotación de depósitos o canteras, depósitos de intemperismo (arenas y gravas), o son productos de arrastre de ríos (canto rodado).



ii. Agregados Artificiales:

“Son los obtenidos a partir de productos y procesos industriales. Son usados para propósitos especiales como en la elaboración de concretos livianos, donde es posible utilizar agregados de arcilla termoexpandida, ladrillo triturado, escorias de alto horno granuladas”. (Matallana, 2019)

B. Según su tamaño:

i. Agregados Finos:

Según Rivva Lopez (2000) es aquel agregado que pasa completamente el tamiz 3/8” y como mínimo en un 95% el Tamiz N°4.

ii. Agregados gruesos:

Asimismo, Rivva Lopez (2000) indica que se denomina como agregado grueso a aquel que queda retenido, como mínimo, en un 95% en el Tamiz N°4

TABLA 14
DENOMINACIÓN DEL AGREGADO SEGÚN EL TAMIZ RETENIDO

Tamaño (mm)	Tamiz	Denominación	Clasificación	Uso en el concreto
< 0.002	< N°200	Arcilla	Fracción muy fina	No recomendable
0.002 - 0.074	N°200	Limo	Agregado fino	Recomendable
0.075 - 4.76	N°200 - N°4	Arena	Agregado grueso	Recomendable
4.76 - 19.1	N°4 - 3/4"	Gravilla		
19.1 - 50.8	3/4" - 2"	Grava		
50.8 - 152.4	2" - 6"	Piedra		
> 152.4	> 6"	Piedra bola		

FUENTE: "NATURALEZA Y MATERIALES DEL CONCRETO"

C. Según su densidad

Según Torre C. (2004) Los agregados pueden clasificarse en agregados ligeros, normales y pesados, esto es:

i. Ligeros, (Gs < 2.5.)

Se utilizan para producir concreto aislante, para unidades de mampostería o estructural ligero que pesa entre 400 y 2000 kg/m³. Entre algunos agregados ligeros tenemos: la



arcilla esquistosa y la expandida, la escoria expandida, la Vermiculita, la Perlita, la Piedra Pómez y las Cenizas

ii. Normales, ($2.5 < G_s < 2.75$)

Los materiales principales que se usan en el concreto de peso normal, por lo común de 2300 a 2500 kg/m³, incluyen las arenas y gravas, roca triturada y escoria siderúrgica. Las rocas trituradas de uso más común son el Granito, Basalto, Arenisca, Piedra Caliza y Cuarcita.

iii. Pesados, ($G_s > 2.75$.)

Los agregados pesados, como la Magnetita, la Barita o el Hierro de desecho, se usan para producir concreto de 2900 a 3500 kg/m³, utilizado para blindaje contra la radiación y para contrapesos de concreto.

4. Características de los agregados

A. Características químicas de los agregados:

Pasquel Carbajal (1998) , Afirma que los agregados o áridos son altamente resistentes a los ataques químicos, debdo a su condición de material inorgánico, sin embargo, existe una forma de ataque químico sobre los agregados producida por la reacción de ciertos agregados con los álcalis del cemento produciendo compuestos expansivo.

B. Características físicas de los agregados:

Pasquel Carbajal (1998), menciona que entre las principales características físicas de los agregados se encuentran:

- Resistencia
- Porosidad
- Densidad
- Humedad
- Gradación (granulometría)
- Peso Unitario
- Peso específico
- Absorción

Todas estas propiedades fueron reguladas, descritas y desarrolladas bajo las especificaciones de las normas que competen a esta investigación:

TABLA 15
ENSAYOS REALIZADOS Y NORMAS QUE LAS REGULAN

 Universidad Andina del Cusco	NORMATIVA DE ENSAYOS			
DATOS ESPECÍFICOS				
Responsables	Eyner G. Huanca Medina			
	Anghelo J.P. Palma Rimachi			
Ensayos Realizados	NTP	MTC	ASTM	
Granulometría Ag. Grueso	NTP 400.012	MTC E 204	ASTM-C136	
	NTP 400.037		ASTM-C33	
Granulometría Ag. Fino	NTP 400.012	MTC E 204	ASTM-C136	
	NTP 400.037		ASTM-C33	
% de Humedad - Ag. Grueso	NTP 339.185	MTC E 108	ASTM-D2216	
% de Humedad - Ag. Grueso	NTP 339.185	MTC E 108	ASTM-D2216	
P.U.S Y P.U.C. -Ag. Grueso	NTP 400.017	MTC E 203	ASTM-C29	
P.U.S Y P.U.C. -Ag. Fino	NTP 400.017	MTC E 203	ASTM-C29	
Peso Específico - Ag. Grueso	NTP 400.021	MTC E 206	ASTM-C127	
Gravedad Específica - Ag. Fino	NTP 400.022	MTC E 205	ASTM-C128	
Elaboración y curado de especímenes de concreto en Lab.	NTP 339.183	MTC E 702	ASTM-C192	
Resistencia a la compresión de testigos cilíndricos	NTP 339.034	MTC E 704	ASTM-C39-39M	
Asentamiento del concreto SLUMP	NTP 339.035	MTC E 705	ASTM-C143	
Diseño de mezcla	Comité ACI 211.1			
Módulo de elasticidad			ASTM-C469	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

I. RESISTENCIA:

Según Torre C. (2004), la resistencia de los agregados depende de su composición textura y estructura y la resistencia del concreto no puede ser mayor que el de los agregados; Si los granos de los agregados no están bien cementados unos a otros consecuentemente serán débiles. La resistencia al chancado o compresión del agregado deberá ser tal que permita la resistencia total de la matriz cementante.

Según la NTP 400.019, el método para determinar la resistencia mecánica del agregado se utiliza la máquina de los Ángeles, que consisten en someter un agregado a la abrasión, desgaste, impacto y trituración en un tambor de acero rotatorio que contiene un determinado número de esferas metálicas. Al rotar el tambor, la muestra y las bolas de acero son recogidas por una pestaña de acero transportándolas hasta que son arrojadas al lado opuesto del tambor, creando un efecto de trituración por impacto.



II. POROSIDAD:

Según la investigación de Torre C. (2004) el término porosidad viene de poro que significa espacio no ocupado por materia sólida en la partícula de agregado. La porosidad es una de las más importantes propiedades del agregado por su influencia en las otras propiedades de éste, puede influir en la estabilidad química, resistencia a la abrasión, resistencias mecánicas, propiedades elásticas, gravedad específica, absorción y permeabilidad.

III. HUMEDAD

Según la NTP 339.185, MTC E-108 y ASTM D2216 , se define a la humedad como la cantidad de agua retenida por la partícula, su influencia está en la mayor o menor cantidad de agua necesaria en la mezcla y se expresa con la siguiente relación:

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

Donde:

P = Contenido total de humedad evaporable de la muestra en %

W = Masa de la muestra húmeda original en gr.

D = Masa de la muestra seca en gr.

Los procedimientos para calcular el contenido de humedad de los agregados, fueron desarrollados en el capítulo III, de la presente investigación.

IV. GRANULOMETRIA

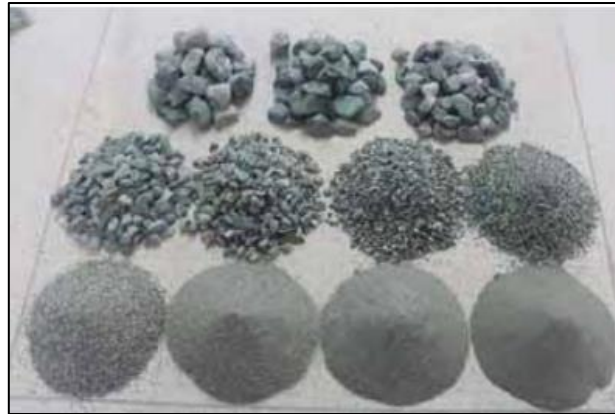
Según (Matallana Rodríguez 2019), nos referimos como granulometría, a la distribución en el tamaño de las partículas en una determinada cantidad de masa de agregado.

La elaboración de un buen concreto debe contener partículas de agregado con todos los tamaños, con el objetivo de ocupar los espacios vacíos dejados por las partículas más grandes.

Asimismo, el autor menciona que, la granulometría es, tal vez, la propiedad mas importante de los agregados, ya que sus variaciones pueden afectar en gran medida la uniformidad de una mezcla. A la hora de dosificar concreto, si las arenas tienen un alto contenido de fracción fina, requieren una mayor cantidad de cemento; mientras que en gravas muy gruesas y con poca arena, se producen mezclas poco trabajables. En general se debe procurar optar por

granulometrías sin excesos ni defectos de cualquier tamaño a esto llamamos la propiedad de tener una buena gradación.

FIGURA 11
GRADACIÓN DEL AGREGADO GRUESO



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

El agregado estará graduado dentro de los límites indicados en las normas NTP 400.012, MTC E-204 y ASTM C136, que establecen el método para determinar la distribución por tamaño de las partículas de los agregados fino y grueso (Análisis granulométrico). Esta normativa indica que una muestra de agregado seco, de masa conocida, es separada a través de una serie de tamices que van progresivamente de una abertura mayor a una menor, para determinar la distribución del tamaño de las partículas. Los tamices son un conjunto de bandejas con abertura cuadrada de distintos tamaños normalizados, por los cuales pasara o se retendrán cantidades de agregado; los tamices serán montados sobre armaduras construidas de tal manera que se prevea pérdida de material durante el tamizado. Los tamices cumplirán con la NTP 350.001.

TABLA 16:
DENOMINACIÓN DEL TAMIZ VS SU ABERTURA EN PULGADAS O MILÍMETROS

DENOMINACIÓN DEL TAMIZ	ABERTURA EN PULGADAS	ABERTURA EN MILÍMETROS
3"	3	75
1 1/2"	1.5	37.5
3/4"	0.75	19
3/8"	0.375	9.5
Nro. 4	0.187	4.75
Nro. 8	0.00937	2.36
Nro. 16	0.0469	1.8
Nro. 30	0.0234	0.59
Nro. 50	0.0117	0.295
Nro. 100	0.0059	0.1475
Nro. 200	0.0023	0.0737

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

FIGURA 12
TAMICES PARA ENSAYO DE GRANULOMETRÍA



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Definiciones:

- **MODULO DE FINEZA:** Es la sumatoria de los porcentajes retenidos acumulados en la serie de tamices especificados que cumplen con la relación 1:2, desde el tamiz 150 μ m (N° 100) hasta el tamiz 4,75 mm (N° 4) y dividido por 100. Sirve para determinar el grado de finura de un agregado, según los requisitos establecidos en la norma, su valor debe oscilar entre 2.3 y 3.1. Se determina mediante la siguiente relación:

$$M.F. = \frac{\sum \% Ret. acum. (N^{\circ}4, N^{\circ}8, N^{\circ}16, N^{\circ}30, N^{\circ}50, N^{\circ}100)}{100}$$

Según Montejo Fonseca (2002) clasifica al agregado fino, según el módulo de fineza.

TABLA 17
PARÁMETROS DEL MÓDULO DE FINURA

Módulo de Finura	Agregado Fino
< 2.00	Muy Fino
2.00 - 2.30	Fino
2.30 - 2.60	Ligeramente Fino
2.60 - 2.90	Mediano
2.90 - 3.20	Ligeramente Grueso
3.20 - 3.50	Grueso
> 3.50	Muy grueso

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

- **TAMAÑO MÁXIMO:** Corresponde al menor tamiz por el que pasa toda la muestra de agregado. Para Matallana Rodríguez (2019), Aplica para el agregado grueso. Es la abertura del menor tamiz que permite el paso del 100% de la muestra.



- TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL: Corresponde al menor tamiz en el cual se produce el primer retenido. Matallana Rodríguez (2019), afirma que el tamaño máximo nominal Se define como el tamiz que le sigue en abertura mayor a la de aquel, cuyo porcentaje retenido acumulado es del 15% o más.

V. DENSIDAD - PESO UNITARIO

“Depende de la gravedad específica de sus constituyentes sólidos como de la porosidad del material mismo. La densidad de los agregados es especialmente importante para los casos en que se busca diseñar concretos de bajo o alto peso unitario. Las bajas densidades indican también que el material es poroso y débil y de alta absorción.” (Torres Carrillo, 2004)

Según la ASTM C 29 y NTP 400.017, el Peso Unitario se define como el resultado de dividir el peso de las partículas entre el volumen total, incluyendo los vacíos y se determina de os formas, de manera suelta y compactada utilizando una varilla de 5/8”. Para determinar el valor numérico del Peso Unitario se utiliza la siguiente relación:

$$P.U.(\text{Suelto o compactado}) = \frac{\text{Peso de la muestra (gr)}}{\text{Volumen del molde (cm}^3\text{)}}$$

Para Pasquel Carbajal (1998), el valor del peso unitario para agregados normales oscila entre 1,500 y 1,700 kg/m³.

El procedimiento para determinar este parámetro fue desarrollado en el capítulo III de la presente investigación.

VI. PESO ESPECÍFICO

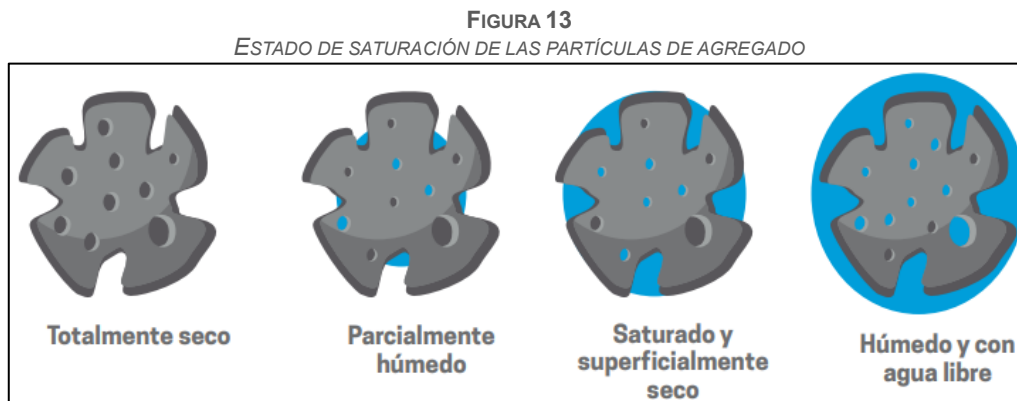
Es un parámetro que resulta de dividir el peso de las partículas entre el volumen de las mismas sin considerar los vacíos entre ellas. Las normas NTP 400.021 - ASTM C-127 para el agregado fino, y NTP 400.022 – ASTM C-128 establecen el procedimiento estandarizado para su determinación en laboratorio. Las fórmulas para determinar estos valores, así como el procedimiento, son desarrollados en el capítulo III de la presente investigación.

VII. ABSORCIÓN

Matallana Rodríguez (2019), Define a la Absorción como la capacidad de absorber una determinada cantidad de agua de un material para ser depositado en sus poros. También se refiere al incremento en la masa, por la penetración de líquidos en los poros permeables, a este proceso se denomina como saturación del agregado.



Las partículas de agregado pueden tener alguno de los siguientes cuatro estados de saturación.



FUENTE: EL CONCRETO, FUNDAMENTOS Y NUEVAS TECNOLOGÍAS

La determinación de este parámetro está establecida en la norma NTP 400.021 - ASTM C-127 para el agregado fino, y NTP 400.022 – ASTM C-128 para el agregado grueso, y se obtiene mediante la siguiente relación:

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

Donde:

A = peso en el aire de la muestra seca

B = peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire

C = peso en el agua de la muestra saturada

El procedimiento para determinar este parámetro, es desarrollado en el capítulo III de la presente investigación.

5. Requisitos de cumplimiento para los agregados:

Los agregados finos y gruesos destinados a la preparación de concreto, deberán cumplir con los requisitos establecidos en la NTP 400.037.

- a) Con respecto a los límites de gradación: (Husos granulométricos):



TABLA 18
HUSOS GRANULOMÉTRICOS

HUSO	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	100 mm (4 in.)	90 mm (3 1/2 in.)	75 mm (3 in.)	63 mm (2 1/2 in.)	50 mm (2 in.)	37.5 (1 1/2 in.)	25 mm (1 in.)	19 mm (3/4 in.)	12.5 mm (1/2 in.)	9.5 mm (3/8 in.)	4.75 mm (N°4)	2.36 mm (N°8)	1.18 mm (N°16)	300 um (N°50)
1	90 mm a 37.5 mm (3 1/2 a 1 1/2 in.)	100	90 a 100	-	25 a 60	-	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-	-
2	63 mm a 37.5 mm (2 1/2 a 1 1/2 in.)	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-	-
3	50 mm a 25 mm (2 a 1 in.)	-	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-
357	50 mm a 4.75 mm (2 in. a N°4)	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	-	0 a 5	-	-	-
4	37.5 mm a 9 mm (1 1/2 a 3/4 in.)	-	-	-	-	100	95 a 100	20 a 55	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-
467	37.5 mm a 4.75 mm (1 1/2 in. A N°4)	-	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	0 a 5	-	-	-
5	25 mm a 12.5 mm (1 a 1/2 in.)	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-	-	-
56	25 mm a 9.5 mm (1 a 3/8 in.)	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	-	-	-
57	25 mm a 4.75 mm (1 in. a N°4)	-	-	-	-	-	100	95 a 100	-	25 a 60	-	0 a 10	0 a 5	-	-
6	19 mm a 9.5 mm (3/4 a 3/8 in.)	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	25 a 55	0 a 15	0 a 5	-	-	-
67	19 mm a 4.75 mm (3/4 in. a N°4)	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	-	25 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-
7	12.5 mm a 4.75 mm (1/2 in. a N°4)	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	-	-
8	9.5 mm a 2.56 mm (3/8 in. a N°8)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	-
89	9.5 mm a 1.18 mm (3/8 in. a N°16)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9	4.75 mm a 1.18 mm (N°4 a N°16)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

FUENTE: NTP 400.037.

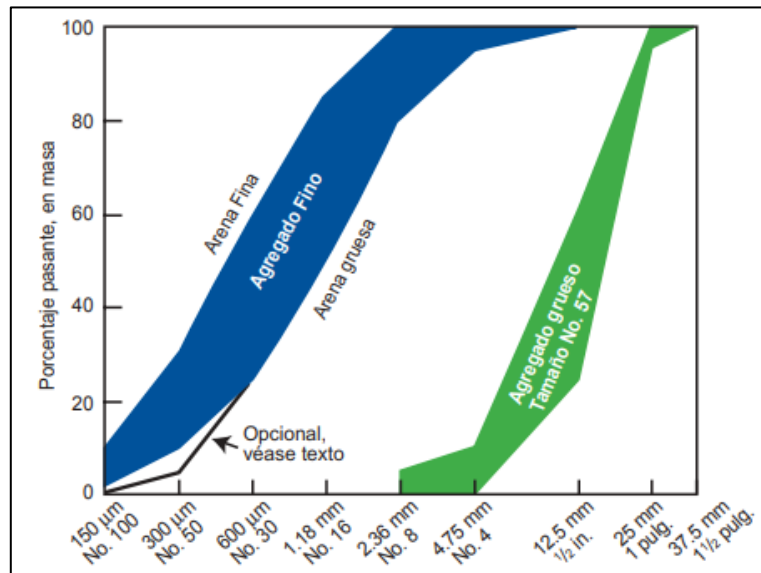


TABLA 19
TAMIZ VS % QUE PASA

TAMIZ	PORCENTAJE QUE PASA
9.5 mm (3/8 in.)	100
4.75 mm (N°4)	95 a 100
2.36 mm (N°8)	80 a 100
1.18 mm (N°16)	50 a 85
600 um (N°30)	25 a 60
300 um (N°50)	05 a 30
150 um (N°100)	0 a 10

FUENTE: NTP 400.037.

TABLA 20
% PASANTE VS NÚMERO DE MALLA DE TAMIZ



FUENTE: NTP 400.037.

- b) Con respecto a las sustancias dañinas: Se prescribe también que lo agregados con deben contener más de los porcentajes máximos permitidos de:

TABLA 21
TIPO DE PARTÍCULAS% MÁXIMO PERMITIDO EN LOS AGREGADOS

Descripción	Agregados	
	Fino	Grueso
Partículas deleznales	3%	5%
Material más fino que el tamiz N°200	5%	1%
Carbón y lignito	0.5	0.50%

FUENTE: NTP 400.037.

- c) Con respecto al contenido de materia orgánica: El agregado fino y grueso no debe contener materia orgánica alguna.



TABLA 22
TIPO DE RESISTENCIA MECÁNICA VS 5 MÁXIMO

Tipo de Resistencia Mecánica	% Máximo
Abrasión (Método de los Ángeles)	50
Impacto	30

FUENTE: NTP 400.037.

- d) Con respecto a la resistencia mecánica: Los agregados gruesos deben presentar los siguientes parámetros con respecto a la abrasión e impacto.
- e) El agregado fino no debe tener más del 45% que pasa en alguna malla y retenida en la siguiente malla consecutiva, y su módulo de fineza no debe ser menor de 2,3 ni mayor de 3,1.
- f) El agregado grueso utilizado en concretos sujetos permanentemente a la acción de la humedad o contacto con suelos húmedos, no debe ser reactivo ya que se combinaría químicamente con los álcalis de cemento, por cuanto se produciría expansiones excesivas en el concreto o mortero.
- g) El límite máximo para el material que pasa la malla N°200, no deberá ser mayor del 3% con respecto a la masa total del agregado, al momento de realizar la granulometría.
- h) En ningún caso el tamaño máximo del agregado grueso deberá ser mayor que:
- Un quinto, de la menor dimensión, entre caras de encofrados.
 - Un tercio de la altura de las losas.
 - Tres cuartos del espacio libre entre las barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras, cables o duetos de presfuerzo.

2.2.1.7.3. Agua

Para Niño Hernández (2010), el agua, como componente del concreto, es el encargado de hidratar a las partículas de cemento, y hace que estas reaccionen químicamente para desarrollar propiedades aglutinantes. Al mezclarse con el cemento se produce la pasta, la cual puede ser más o menos fluida, según la cantidad de agua que se agregue. Al endurecer la pasta, como consecuencia del fraguado, parte del agua permanece en la estructura rígida de la pasta (agua de hidratación), y el resto es agua evaporable.



Según Matallana Rodríguez (2019), El agua de conforma, aproximadamente, el 15% en volumen del concreto. Cumple dos funciones básicas, que son:

- Hidratar al cemento para que desarrolle sus propiedades aglutinantes.
- Proporciona fluidez a la mezcla (manejabilidad) en estado fresco.

Según Kosmatka, Kerkhoff, Panarese, & Tanesi, (2004), para todo grupo de materiales y condiciones de curado, la calidad del concreto endurecido es fuertemente influenciada por la cantidad de agua usada con relación a la cantidad de cemento. Cuando grandes cantidades de agua son innecesariamente empleadas, ellas diluyen la pasta de cemento (la cola o pegamento del concreto).

Para Torre C. (2004) El agua potable de uso común y aquellas que no tengan sabores u olores pueden ser utilizadas para preparar concreto, sin embargo, algunas aguas no potables también pueden ser usadas si cumplen con algunos requisitos, menciona también que en nuestro país es muy frecuente trabajar con aguas no potables sobre todo cuando se tratan de obras que no se encuentran dentro de la ciudad.

La NTP 339.088 establece los límites permisibles para el agua de mezcla y curado.

TABLA 23
LÍMITES PERMISIBLES PARA EL AGUA DE MEZCLA Y CURADO

DESCRIPCIÓN	LÍMITE PERMISIBLE
Sólidos en suspensión (residuo insoluble)	5,000 ppm Máximo
Materia Orgánica	3 ppm Máximo
Alcalinidad (NaHCO ₃)	1,000 ppm Máximo
Sulfatos (ión SO ₄)	600 ppm Máximo
Cloruros (ión Cl ⁻)	1,000 ppm Máximo
pH	5 a 8 Máximo

FUENTE NTP 339.088

Requisitos del comité 318 del ACI para el agua

- El agua empleada en el mezclado del concreto deberá estar limpia y libre de cantidades peligrosas de aceites, álcalis, ácidos, sales, materia orgánica, u otras sustancias peligrosas para el concreto o el refuerzo.
- No deberá emplearse en el concreto aguas no potables, salvo que las siguientes condiciones sean satisfechas.



- La selección de las proporciones del concreto deberá basarse en mezclas de concreto en las que se ha empleado agua de la misma fuente.
- Los cubos de ensayo de morteros preparados con aguas de mezclado no potables deberán tener a los 7 y 28 días resistencias iguales a por lo menos el 90% de la resistencia de especímenes similares preparados con agua potable.

Para los ensayos realizados al agua, se consideran los siguientes:

- Normas: NTP 339.070: Toma de muestras de agua para la preparación y curado de morteros y concretos de cemento Pórtland.
- NTP 339.071: Ensayo para determinar el residuo sólido y el contenido de materia orgánica de las aguas.
- NTP 339.072: Método de ensayo para determinar por oxidabilidad el contenido de materia orgánica de las aguas.
- NTP 339.073: Método de ensayo para determinar el ph de las aguas.
- NTP 339.074: Método de ensayo para determinar el contenido de sulfatos de las aguas.
- NTP 339.075: Método de ensayo para determinar el contenido de hierro de las aguas.
- NTP 339.076: Método de ensayo para determinar el contenido de cloruros de las aguas.

2.2.1.7.4. Aditivos

Según la Norma ASTM C 125, define al aditivo como “un material que, no siendo agua, agregado, cemento hidráulico, o fibra de refuerzo, es empleado como un ingrediente del mortero o concreto, y es añadido a la tanda inmediatamente antes o durante su mezclado”. Sin embargo, la NTP 339.086, define a los aditivos como compuestos añadidos a los componentes fundamentales del concreto con el fin de modificar alguna de sus propiedades a favor de lo solicitado, como mejorar su trabajabilidad, aumentar su resistencia a compresión o tracción, disminuir los costos de producción, protección del concreto, modificar el tiempo de fragua, etc.

1. Clasificación:

De acuerdo a la Norma ASTM C 494, los aditivos se clasifican en:

- TIPO A: Reductores de agua (plastificantes).
- TIPO B: Retardadores de fragua.



- TIPO C: Acelerantes de fragua.
- TIPO D: Reductores de agua -retardadores de fragua.
- TIPO E: Reductores de agua - acelerantes.
- TIPO F: Super Reductores de agua (superplastificantes)
- TIPO G: Super Reductores de agua - acelerantes.

2. **Razones de Empleo:**

Según Abanto Castillo F. (2009) los aditivos son utilizados principalmente para mejorar una o varias de las siguientes características del concreto:

Aumentar la trabajabilidad, sin modificar el contenido del agua.

Retardar o acelerar el tiempo de fraguado inicial.

Acelerar el desarrollo de la resistencia en la primera edad.

Modificar la velocidad de producción de calor de hidratación.

Reducir la exudación y sangrado.

Incrementar la durabilidad o resistencia en condiciones severas de exposición.

Reducir la permeabilidad a los líquidos.

Disminuir la segregación. •Reducir la contracción.

Incrementar la adherencia del concreto viejo y nuevo.

Mejorar la adherencia del concreto con el refuerzo.

3. **Propiedades del concreto con aditivos**

Según Niño Hernández (2010), indica que, en general, el concreto con aditivos es mas durable, resistente y que tiende a agrietarse menos que un concreto sin incorporación de este. Asimismo, menciona que las propiedades modificables del concreto con incorporación de aditivos, puede darse en tres etapas:

a) En estado fresco:

- Aumento de la manejabilidad para el mismo contenido de agua o disminución del contenido de agua para la misma manejabilidad.



- Reducción de la segregación por mayor cohesividad de Aumento de la bombeabilidad, lo que implica menor flujo.
- Aumento del tiempo de manejabilidad.
- b) Durante el fraguado:
 - Retardo o aceleramiento del fraguado del concreto.
 - Retardo o reducción en la generación de calor de hidratación.
 - Reducción o prevención de las grietas por contracción.
 - Control de la exudación o sangrado.
- c) En estado endurecido:
 - Aumento de resistencia en todas las edades.
 - Aumento de resistencia a compresión, flexión y tracción.
 - Aumento de la durabilidad o resistencia a condiciones severas de exposición. Disminución de la permeabilidad.
 - Control de la expansión causada por la reacción Álcali-Agregado.

4. **Aditivo Superplastificante (ASTM C-494)**

Según Sánchez de Guzmán D. (2001) los aditivos superplastificantes, son también llamados reductores de agua de alto rango, que cuando se adicionan a un concreto normal, le aporta mayor trabajabilidad. Para Torre C. (2004), este tipo de aditivos se adicionan a concretos bajos en la relación agua-cemento, para producir concretos muy fluidos y trabajables y estos pueden ser colocados con poca o ninguna vibración y compactación. Entre las principales aplicaciones tenemos:

- Colocación de concreto en secciones delgadas.
- Estructuras con altas densidades de aceros y espaciamientos cercanos.
- Concretos bajo el agua.
- Concreto bombeable para disminuir la presión de la bomba
- Incrementando la distancia de bombeo.



Según Sánchez de Guzmán D. (2001) los plastificantes también ayudan a que la absorción de agua por parte de los agregados, no afecte de manera significativa en la relación agua cemento, sin causar problemas de retardo de fraguado o exceso de inclusión de aire. Sin embargo, Niño Hernández (2010), agrega que los aditivos superplastificantes dispersan las partículas de cemento mediante la reducción de la atracción entre ellas evitando su aglutinación o formación de coágulos, con lo cual se logra:

- Mejor fluidez en la pasta.
- Menor segregación de los agregados.
- Mayor resistencia mecánica.
- Menor porosidad.
- Menor permeabilidad.
- Mayor resistencia a la penetración de químicos.
- Evita el aumento de la exudación.

ADITIVO SUPERPLASTIFICANTE Sikacem® (Usado en la investigación)

a) Descripción:

SikaCem® Plastificante es un aditivo líquido para elaborar morteros y hormigones fluidos. Reduce agua del concreto incrementando la resistencia; NO CONTIENE CLORUROS, de modo que no corroe los metales.

b) Usos:

SikaCem® Plastificante es recomendable para:

- Estructuras en general canales, diques, estructuras de fundación, columnas, vigas, tanques elementos prefabricados, losas, etc.)
- Cualquier tipo de estructura, cuando se desee aumentar las resistencias mecánicas o dar mayor fluidez al hormigón.

c) Características y ventajas:

En el hormigón fresco:

- Mejora la trabajabilidad del hormigón (plastifica), facilitando su colocación y compactación.



- Permite una reducción en la cantidad de agua de amasado en un 15% aproximadamente, lo que se manifiesta en un aumento de las resistencias mecánicas del hormigón endurecido.
- Aumento de la cohesión interna en el hormigón fresco, tendiendo a evitar la segregación de los áridos.
- Disminuye la exudación.

En el hormigón endurecido:

- Posibilita un incremento de las resistencias mecánicas a la compresión del orden de más del 15%.
- Reduce la contracción.
- Aumenta la adherencia al acero

TABLA 24
INFORMACIÓN DEL PRODUCTO -SIKACEM® PLASTIFICANTE

INFORMACIÓN DEL PRODUCTO	
Base Química	Mezcla de lignosulfonatos y polímeros orgánicos.
Empaques	<ul style="list-style-type: none"> •Envases PET X 4L •Líquido marrón oscuro
Apariencia/Color	Líquido marrón oscuro
Vida Útil	1 año
Condiciones de Almacenamiento	En sus envases de origen, bien cerrados y no deteriorados, en lugares frescos y secos, a temperaturas entre +5°C y +30°C. Protegido del congelamiento, del calor excesivo y de la radiación solar directa.
Densidad	1.2 +/- 0.02

FUENTE FICHA TÉCNICA DE SIKACEM®

TABLA 25
INFORMACIÓN DE APLICACIÓN -SIKACEM® PLASTIFICANTE

INFORMACIÓN DE APLICACIÓN	
Dosificación Recomendada	<ul style="list-style-type: none"> •Como plastificante 250 ml por bolsa de cemento de 42.5 kg. •Como súper plastificante hasta 500 ml por bolsa de cemento de 42.5 kg.

FUENTE FICHA TÉCNICA DE SIKACEM®



FIGURA 14
SIKACEM® PLASTIFICANTE



FUENTE GALERÍA FOTOGRÁFICA PROPIA

2.2.2. Cascote

Llamado también agregado reciclado. Según Rivva se han hecho investigaciones para determinar la eficacia de los materiales reciclados o productos de desecho para la elaboración de concreto, dichas investigaciones llegan a concluir que tal uso puede ser atractivo desde el punto de vista económico, así como de protección de medio ambiente. Asimismo, el autor menciona que los desechos de construcción pueden contener cantidades inconvenientes de ladrillo, vidrio, materiales que contiene algún tipo de reactivos o materiales de pobre calidad, es por eso que deben tomarse las precauciones necesarias para emplearlos como agregados.

Los agregados elaborados con material reciclado pueden tener una gran cantidad de propiedades físicas o químicas no deseables, es por eso que para emplearlos, es recomendable la aplicación de pruebas y ensayos continuos, con el objetivos de verificar que cumplan los requisitos mínimos que posee un agregado tradicional.

2.2.2.1. Agregados de concreto reciclado (ACR)

Según el Portal 360 en concreto, (2013) El agregado reciclado de concreto (ACR) no es otra cosa que la utilización como agregado de un concreto que ha sido previamente usado en otra obra que fue demolida y en la industria no serían más que escombros. En otras investigaciones de países avanzados se demostró que el agregado reciclado es una alternativa más al momento de construir. “La obtención de agregados de concreto reciclado se da como fruto de la trituración del concreto proveniente de la demolición de estructuras o del concreto sobrante de algunos procesos en que muchas veces se solidifica y se dispone como escombros”



Según Kosmatka, Kerkhoff, Panarese, & Tanesi, (2004), en los últimos años, el concepto de uso de concreto viejo proveniente de estructuras demolidas, pavimento rígido y otras se han indicado en muchos proyectos, resultando conveniente con respecto al ahorro de material y energía.

FIGURA 15
CASCOTE



FUENTE GALERÍA FOTOGRÁFICA PROPIA

El procedimiento para su elaboración involucra:

- Demolición y remoción de concreto viejo

FIGURA 16
DEMOLICIÓN DE ESTRUCTURAS



FUENTE FOTOGRAFÍAS DE EXPLICATIVA DE LA WEB

- Trituración en los trituradores primarios y secundarios.
- Remoción del acero de refuerzo y otros artículos embebidos.
- Tamizado o zarandeo y apilamiento.



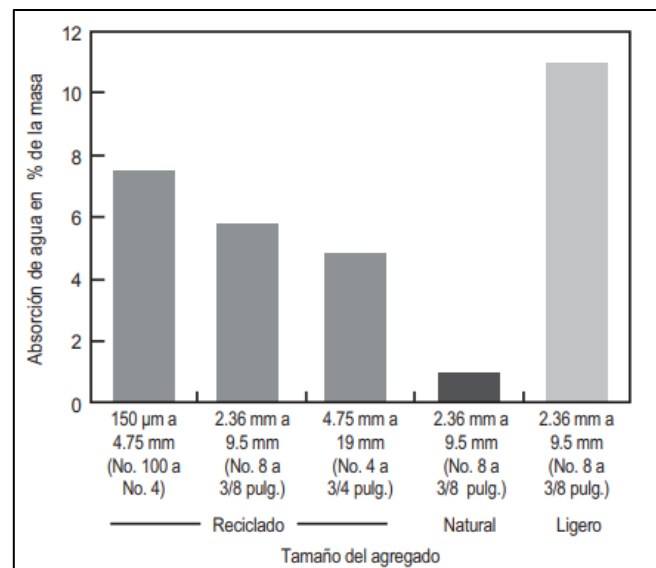
FIGURA 17
RUMA DE CASCOTE DE 1"



FUENTE FOTOGRAFÍAS DE EXPLICATIVA DE LA WEB

Kerkhoff y Siebel (2001) mencionan que el agregado de concreto reciclado generalmente tiene un mayor porcentaje de absorción y un peso específico menor que el agregado tradicional, ya que, este material es poroso. Los valores de absorción generalmente varían del 3% al 10%, dependiendo del concreto que se recicla. Esta absorción se encuentra entre los valores de agregados naturales y ligeros. Los valores aumentan a medida que el tamaño del agregado grueso disminuye. La alta absorción del agregado reciclado aumenta la demanda de agua para que se obtenga la misma trabajabilidad y revenimiento (asentamiento) si es comparado con un concreto con agregado convencional. El agregado reciclado seco absorbe agua durante y después del mezclado. Para evitar esto, el agregado reciclado se debe pre-humedecer o las pilas se deben mantener húmedas.

FIGURA 18
ABSORCIÓN DE AGUA VS TAMAÑO DEL AGREGADO



FUENTE: PROPIEDADES DEL HORMIGÓN CON ÁRIDOS RECICLADOS



Para Kosmatka, Kerkhoff, Panarese, & Tanesi, (2004), se deben producir mezclas de pruebas para la comprobación de la calidad de concreto preparado con agregado reciclado para determinar las proporciones adecuadas de la mezcla. Uno de los problemas potenciales del uso de concreto reciclado es la variabilidad en las propiedades del concreto viejo, que, a su vez, puede afectar las propiedades del concreto nuevo. Se lo puede evitar parcialmente con el control frecuente de las propiedades del concreto viejo que se esté reciclando. Se pueden hacer necesarios ajustes de las proporciones de la mezcla.

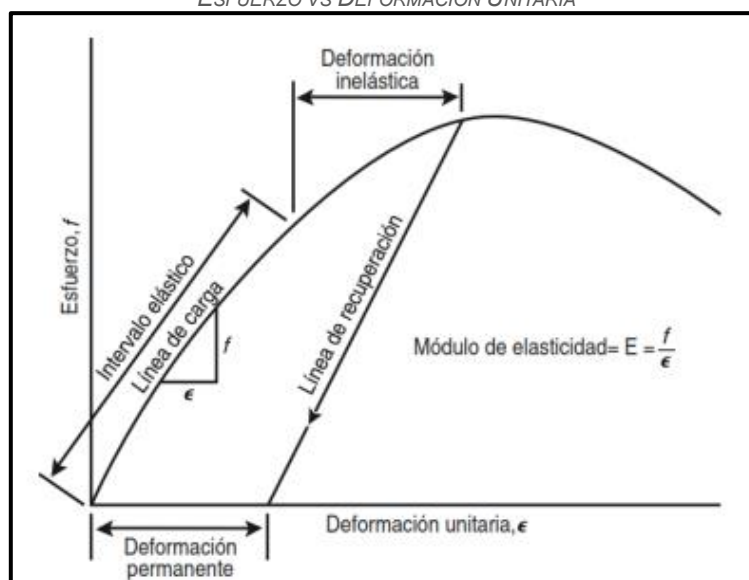
2.2.3. Módulo de Elasticidad

2.2.3.1. Definición

Según Ridell C. & Hidalgo O., 2002, el módulo de elasticidad o módulo de Young de un material es un parámetro que mide la variación de esfuerzo en relación a la deformación en el rango elástico. Asimismo, los autores mencionan que el módulo de elasticidad o módulo de Young es función del ángulo de la línea esfuerzo deformación y es una medida de la rigidez o resistencia a la deformación de dicho material.

El módulo de Young o módulo de elasticidad longitudinal es un parámetro que caracteriza el comportamiento de un material elástico, según la dirección en la que se aplica una fuerza, así también es la relación entre la fatiga unitaria y la correspondiente deformación unitaria en un material sometido a un esfuerzo que está por debajo del límite de elasticidad del material. También llamado módulo de elasticidad, módulo de Young, módulo elástico” (Pacasmayo, 2016).

FIGURA 19
ESFUERZO VS DEFORMACIÓN UNITARIA



FUENTE: APLICACIONES DE LOS TIPOS DE CEMENTO



2.2.3.2. Módulo de elasticidad del concreto.

Pasquel Carbajal (1998) aduce, que el módulo de elasticidad del concreto es la capacidad de deformación bajo una determinada carga, sin tener deformación permanente. Asimismo, el concreto no es un material completamente elástico y la relación esfuerzo deformación para una carga en constante incremento adopta generalmente la forma de una curva. Para Rivva López (2000), generalmente se conoce como Módulo de Elasticidad a la relación del esfuerzo a la deformación medida en el punto donde la línea se aparta de la recta y comienza a ser curva.

Pasquel Carbajal (1998), afirma también, que los módulos de elasticidad normales oscilan entre 250.000 a 350,000 kg/cm², y están en relación directa con la resistencia en compresión del concreto, y en relación inversa con la relación agua/cemento. Conceptualmente, las mezclas más ricas tienen módulos de elasticidad mayores, y mayor capacidad de deformación que las mezclas pobres

Según ASTM C – 469:

El módulo de elasticidad es una medida de la tenacidad y rigidez, del concreto, definido por la ecuación:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon}$$

Donde:

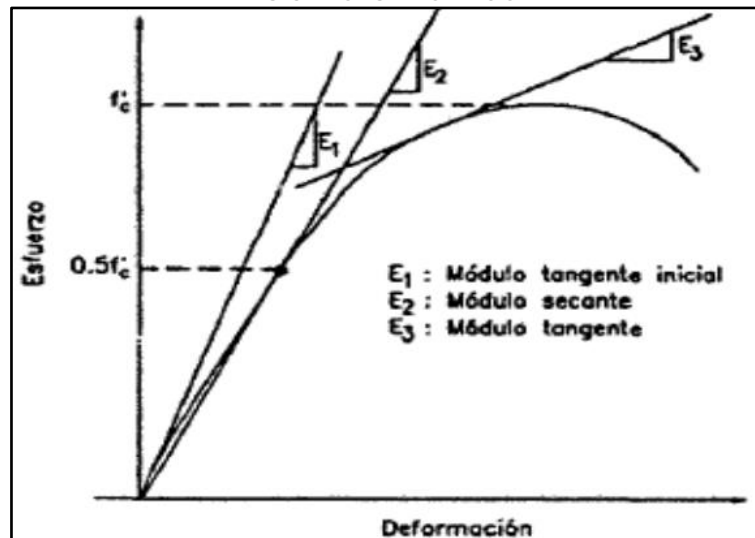
E = Módulo de elasticidad (kg/cm²)

σ = Esfuerzo Axial (kg)

ε = Deformación Unitaria (cm²)

En general, los módulos de elasticidad se determinan a partir de pruebas a la compresión de cilindros de hormigón. Los diferentes valores que pueden determinarse a partir de una prueba incluyen el módulo tangente inicial, el módulo secante y el módulo cuerda. Cada uno de estos valores se puede representar por la pendiente de la recta adecuada.

FIGURA 20
ESFUERZO VS DEFORMACIÓN



FUENTE: "TÓPICOS DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO"

I. Módulo de Elasticidad Estático.

Llamado también Módulo de elasticidad Tangente, Su valor es variable en cada punto y viene medido por la inclinación de la tangente a la curva en dicho punto de la curva. Para Matallana Rodríguez (2019), la determinación del módulo de elasticidad estático del concreto se hace mediante el procedimiento dado en la norma ASTM C-469, y tiene como principio la aplicación de carga y la respectiva deformación unitaria generada. Para concretos de peso normal, el E varía entre 14.000 y 41.000 MPa (140.000 y 410.000 kg/cm² o de 2 a 6 millones de lbf/pul²). Así también estos valores se pueden determinar a partir de la fórmula:

$$E = K\sqrt{f'c}$$

Donde:

E = Módulo de elasticidad estático (MPa-kg/cm²-lib/pulg²)

$f'c$ = Resistencia a la compresión (MPa- kg/ cm² - lb/pul²)

K = constante que depende de los materiales, su dosificación y del sistema de unidades en que se encuentre $f'c$; a saber:

$K=5.000$, cuando $f'c$ se expresa en MPa.

$K=15.500$, cuando $f'c$ se expresa en kgf/cm².

$K=57.000$, cuando $f'c$ se expresa en lbf/pul²



II. Módulo de elasticidad Secante

El módulo de elasticidad secante se usa para ensayos de laboratorio y para definir la deformabilidad de un concreto dado, su valor es variable en cada punto y viene medido por la inclinación de la recta que une el origen con dicho punto, que normalmente es un porcentaje de la tensión última. La ASTM recomienda la pendiente de la línea que une los puntos de la curva correspondiente a una deformación de 0.00005 y al 40 por ciento de la carga máxima

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\varepsilon_2 - 0.00005}$$

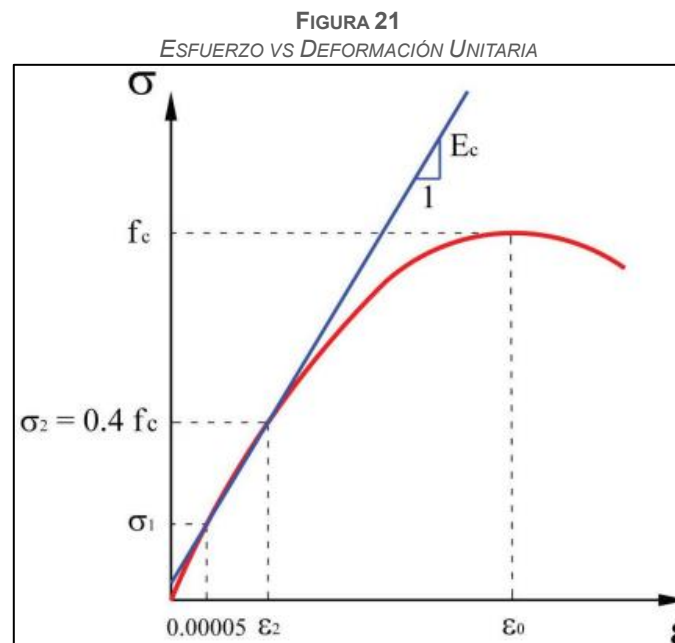
Donde:

E = módulo de elasticidad secante. (MPa)

S_2 = esfuerzo correspondiente al 40 % de la carga última

S_1 = esfuerzo correspondiente a la deformación longitudinal, ε_1 , de 50 millonésima (MPa)

ε_2 = deformación longitudinal producida por el esfuerzo S_2



El módulo de elasticidad y la resistencia pueden ser obtenidos en la misma carga suministrada, aun cuando los deformímetros sean prescindibles, removibles o adecuadamente protegidos para cumplir con los requerimientos de carga continua dados en el método de ensayo ASTM C 39.



En este caso, registrar varias lecturas y determinar el valor de la deformación al 40 % de la carga última por interpolación.

2.2.4. Diseño de mezclas

2.2.4.1. Definición

Según Rivva Lopez, E. (2000), el diseño de mezclas es el procedimiento que consiste en determinar las proporciones de los componentes que forman el concreto. Asimismo, Torre C. (2004), indica que La selección de las proporciones de los materiales integrantes de la unidad cúbica de concreto, es definida como el proceso que permite lograr un material que satisfaga de la manera más eficiente y económico los requerimientos particulares del proyecto constructivo. Para Matallana Rodríguez (2019), además de la economía, las principales exigencias del concreto son la trabajabilidad adecuada en estado fresco, la resistencia, durabilidad, la densidad y la apariencia en estado endurecido.

Para Pasquel Carbajal (1998), el diseño de mezclas de concreto, es conceptualmente la aplicación técnica y práctica 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. Es importante mencionar que el diseño de mezcla sea aplicado de manera óptima, ya que, para cada obra existen distintas condicionantes ambientales, diseño estructural, calidad de materiales, mano de obra, equipo, etc.

Consideraciones para el diseño de mezclas – (Torre C. 2004)

Antes de dosificar una mezcla se debe tener conocimiento de la siguiente información:

- Los materiales.
- El elemento a vaciar, tamaño y forma de las estructuras.
- Resistencia a la compresión requerida.
- Condiciones ambientales durante el vaciado.
- Condiciones a la que estará expuesta la estructura

Los métodos para calcular las proporciones de los componentes del concreto son muchos, siendo, tal vez, el del COMITÉ 211 .1 del Instituto Americano de Concreto ACI, uno de los mas conocidos. El diseño que contempla esta tesis esta justamente determinado bajo este método



que, en general, se basa en medir los materiales (cemento, agua, agregado grueso y agregado fino) en peso y volumen.

2.2.4.2. Método del comité 211 ACI

2.2.4.2.1. Definición

El comité 211 del ACI ha desarrollado un procedimiento de diseño de mezclas simplificado, el cual, en base a algunos valores conocidos establecidos en cuadros, permite obtener las proporciones de los diferentes componentes que integran la unidad cubica de concreto.

“El método se basa en que los agregados cumplan con los requisitos físicos y granulométricos establecidos por ASTM C-33, define el agua de mezcla empíricamente en función del Tamaño Máximo del agregado y del SLUMP como medida de trabajabilidad, establece de manera empírica el volumen de agregado grueso compactado en seco en función del Tamaño Máximo de la piedra y el Módulo de Fineza de la arena exclusivamente, y correlaciona la relación Agua/Cemento en peso con la Resistencia en compresión. Las principales deficiencias de este método residen en que no está concebido para agregados marginales ni condiciones constructivas especiales” (Pasquel Carbajal, 1998)

2.2.4.2.2. Objetivo del método

El objetivo del método es determinar lo siguiente:

- Cantidad de cemento por metro cubico de concreto.
- Cantidad de agua por metro cubico de concreto.
- Cantidad de agregado grueso por metro cubico de concreto.
- Cantidad de aire por metro cubico de concreto.
- Cantidad de agregado fino por metro cubico de concreto.
- Requerimientos para el diseño de mezclas

Según Abanto Castillo F. (2009), siempre que sea posible, para la dosificación del concreto deberá tenerse en cuenta los datos obtenidos en laboratorio. Será útil la siguiente información de materiales disponibles:

- Análisis Granulométrico del Agregado fino y grueso.
- Peso unitario del agregado grueso.



- Peso específico de masa, porcentajes de absorción y humedad de los agregados a utilizarse.
- Tipo y marca del cemento Portland escogido.
- Peso específico del cemento Portland.
- Requerimientos de agua de mezclado, en base a experiencias con los agregados disponibles.
- Relaciones entre la resistencia y la relación agua cemento, para las combinaciones posibles de cemento y agregados.

2.2.4.2.3. Procedimiento

Los pasos desarrollados a continuación, son los establecidos por el Comité 211.1 de Instituto Americano de Concreto (ACI).

I. Selección de la resistencia requerida promedio (f'_{cr}):

- a) Cuando se cuente con un registro de resultados de ensayos que posibiliten el cálculo de la desviación estándar:

Si tenemos por lo menos 30 resultados de ensayos consecutivos, según Rivva López, Diseño de Mezclas (2014), la desviación estándar se calculará a partir de los resultados con que se cuenta, aplicando la siguiente ecuación:

$$S_s = \sqrt{\frac{(X_1 - \bar{X})^2 + (X_2 - \bar{X})^2 + \dots + (X_n - \bar{X})^2}{n-1}}$$

Donde:

S_s: Desviación estándar

n: Numero de ensayos de la serie

X₁, X₂, X₃ ..., X_n: Resultado de las resistencias de muestras de ensayo individuales

\bar{X} : Promedio de todos los valores de resistencia

La resistencia a compresión promedio requerida (f'_{cr}) se obtiene como el mayor valor de las ecuaciones (1) y (2). La ecuación (1) proporciona una probabilidad de 1 en 100 que el promedio de tres ensayos consecutivos estará por debajo de la resistencia especificada f'_c .



La ecuación (2) proporciona una probabilidad de similar de que ensayos individuales estén 35 kg/cm² por debajo de la resistencia especificada $f'c$.

$$f'cr = f'c + 1,34Ss..... (1)$$

$$f'cr = f'c + 2,33Ss - 35..... (2)$$

Donde:

$f'cr$ = Resistencia a la compresión requerida (kg/cm²).

$f'c$ = Resistencia a compresión específica (kg/cm²).

Ss = Desviación estándar (kg/cm²).

- b) Cuando no se cuente con un registro de resultados de ensayos que posibiliten el cálculo de la desviación estándar:

Cuando no se cuenten con datos estadísticos, la resistencia promedio requerida debe ser determinada empleando los valores de la siguiente tabla.

TABLA 26
RESISTENCIA PROMEDIO CUANDO NO HAY REGISTRO DE RESULTADOS

F'c (kg/cm ²)	F'cr (kg/cm ²)
menos de 210	F'c +70
210 - 350	F'c +84
> 350	F'c +98

FUENTE: "DISEÑO DE MEZCLAS"-RIVVA LOPEZ

II. Selección del asentamiento – SLUMP:

Rivva Lopez, E. (1992), afirma que: La consistencia es aquella propiedad del concreto no endurecido que define el grado de humedad de la mezcla. De acuerdo a su consistencia, las mezclas de concreto la clasifican en:

TABLA 27
CLASIFICACIÓN DEL CONCRETO DE ACUERDO SU REVENIMIENTO

Consistencia	Slump - Revenimiento		Trabajabilidad
	Pulg.	cm	
Seca	0" - 2"	0 - 5	Poco trabajable
Plástica	3" - 4"	7.5 - 10	Trabajable
Fluida	> 5"	> 12.5	Muy trabajable

FUENTE: "DISEÑO DE MEZCLAS"-RIVVA LOPEZ

Asimismo, se debe considerar el valor más conveniente empleando la tabla 24 preparada por el Comité 211.1 del ACI. Los rangos indicados en esta Tabla corresponden a concretos consolidados por vibración. Deberá emplearse mezclas de la mayor consistencia posible compatible con una adecuada colocación.

TABLA 28
ASENTAMIENTOS RECOMENDADOS SEGÚN LA ESTRUCTURA

Asentamientos recomendados para diversos tipos de estructuras		
TIPO	SLUMP Máx.	SLUMO Mín.
Zapatas y muros de cimentación reforzados	3"	1"
Cimentaciones simples y calzaduras	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas	4"	2"
Muros y pavimentos	3"	1"
Concreto ciclópeo	2"	1"
Concreto súper plastificado	6"	8"

FUENTE: ACI

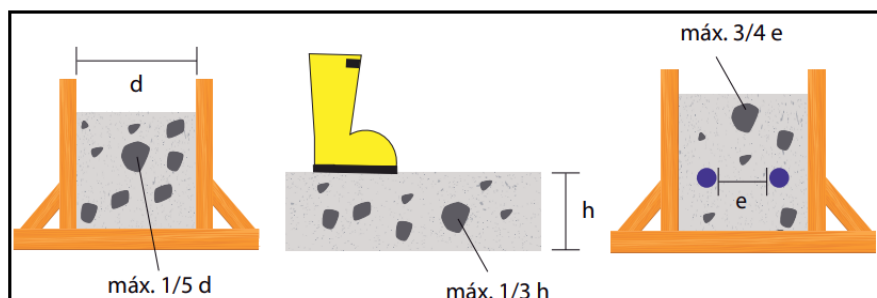
III. Selección del Tamaño Máximo Nominal del agregado:

La Norma NTP 400.037 define al "Tamaño Máximo Nominal" como a aquel que "corresponde el menor tamiz por la serie utilizada que produce el primer retenido" (Rivva Lopez, Diseño de mezclas, 1992)

Según Matallana Rodríguez (2019), para asegurar que el refuerzo quede adecuadamente embebido y para minimizar los hormigueros se limita el TMN, por las dimensiones de la estructura. El TMN en ningún caso debe exceder de:

- Un quinto ($1/5$) de la menor separación entre los lados de la formaleta.
- Un tercio ($1/3$) de la altura de la losa.
- Ni de las tres cuartas partes ($3/4$) del espaciamiento mínimo libre entre las barras o alambres individuales de refuerzo, paquetes de barras, tendones individuales de refuerzo, paquetes de tendones de varillas, o de ductos.

FIGURA 22
TAMAÑO MÁXIMO DEL AGREGADO SEGÚN LA ESTRUCTURA



FUENTE: "EL CONCRETO, FUNDAMENTOS Y NUEVAS TECNOLOGÍAS"



IV. Cálculo de la cantidad unitaria de Agua:

“La selección del volumen unitario de agua se refiere a la determinación de la cantidad de agua que se debe incorporar a la mezcladora, por unidad cubica de concreto, para obtener una consistencia determinada cuando el agregado esta al estado seco. No presentándose generalmente el agregado al estado seco, la cantidad de agua seleccionada deberá posteriormente se corregida en función del porcentaje de absorción y contenido de humedad del agregado”. (Rivva Lopez, Diseño de mezclas, 1992)

Los valores de la cantidad de volumen unitario estarán en función de la selección de asentamiento SLUMP, tamaño máximo nominal del agregado TMN, y del contenido de aire en la mezcla según la siguiente tabla:

TABLA 29
LITROS POR M3 SEGÚN SLUMP Y TMN DEL AGREGADO

Cantidades aproximadas de agua de amasado en kilogramos o litros por 1 m3 En función del SLUMP y el TMN del agregado						
Concreto sin aire incorporado						
SLUMP	Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso					
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"
1" a 2"	207	199	190	179	166	154
3" a 4"	228	216	205	193	181	169
6" a 7"	243	228	202	202	190	178
Concreto con aire incorporado						
SLUMP	Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso					
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"
1" a 2"	181	175	168	160	150	142
3" a 4"	202	193	184	175	165	157
6" a 7"	216	205	187	184	174	166

FUENTE: "DISEÑO DE MEZCLAS"-RIVVA LOPEZ

Para determinar el volumen de agua en m3 se utilizará la siguiente relación.

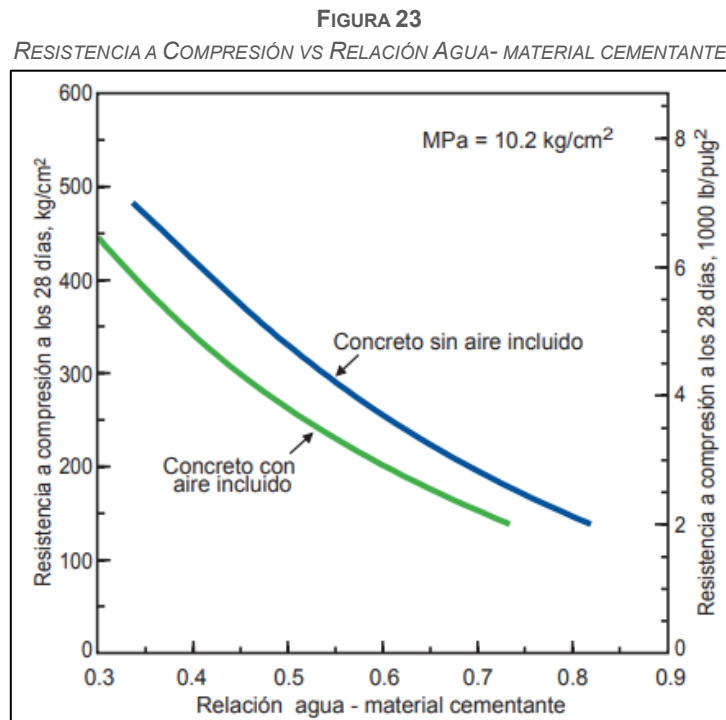
$$Volumen_{Agua} = \frac{Cantidad\ de\ agua\ de\ amasado\ kg}{Peso\ específico\ del\ agua\ kg/m^3}$$

V. Selección de la relación agua – cemento:

“La relación a/c requerida se determina no solo por los requisitos de resistencia, sino también por los factores como la durabilidad y propiedades para el acabado. Puesto que distintos agregados y cementos producen generalmente resistencias diferentes con la misma relación a/c, es muy conveniente conocer o desarrollar la relación entre la resistencia y la relación a/c de los materiales que se usaran realmente.” (Torres Carrillo, 2004)



Niño Hernández (2010), indica que, puesto que los diferentes agregados y cementos producen generalmente resistencias distintas con la misma relación agua/cemento, la selección de la relación a/c se debe hacer con base en el desarrollo de graficas en donde se relaciona la resistencia promedio requerida y la relación agua cemento como indica la siguiente tabla:



FUENTE: "EL CONCRETO, FUNDAMENTOS Y NUEVAS TECNOLOGÍAS"

Según Matallana Rodríguez (2019), indica que, el ACI 211.1 recomienda el empleo de otra tabla, que tiene en cuenta parámetros como el asentamiento, el TMN y el contenido de aire. El valor hallado por cualquiera de los dos criterios asume que las partículas están en la condición saturada y superficialmente secas (SSS), por lo que es necesario sumarle el agua de absorción o restarle el agua libre, según sea el caso, antes de introducirlos en la mezcladora.

TABLA 30
RELACIÓN AGUA-CEMENTO POR RESISTENCIA

Relación agua cemento por resistencia		
F'cr (kg/cm ²)	Relación a/c en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	
450	0.38	

FUENTE: "EL CONCRETO, FUNDAMENTOS Y NUEVAS TECNOLOGÍAS"



VI. Cálculo del contenido de cemento:

El contenido de cemento se determina mediante la siguiente relación:

$$Cant. \text{ Cemento (kg)} = \frac{Cant. \text{ de Agua (kg)}}{relación \text{ agua/cemento}}$$

En tanto el volumen de cemento por metro cubico de concreto se determina con:

$$Volumen_{Cemento} (m^3) = \frac{Cantidad \text{ de cemento (kg)}}{Peso \text{ específico del cemento (kg/m}^3)}$$

VII. Cálculo de la cantidad de agregado grueso:

Según Matallana Rodríguez (2019), la obtención de un buen concreto depende, en gran medida, de la granulometría de los agregados. Por este motivo, antes de dosificar las cantidades de arena y grava, se hace conveniente verificar que la distribución de sus tamaños se encuentre dentro de los Husos preestablecidos.

El método ACI, por el procedimiento de volumen absoluto, se puede realizar hallando el volumen de agregado grueso, por metro cúbico de concreto. Se basa en el volumen del agregado grueso, seco y compacto, por volumen unitario de concreto (m³), expresado por la relación b/b₀, en donde b es el volumen de las partículas de agregado grueso, por metro cúbico de concreto, y b₀ es el volumen de las partículas del agregado grueso, por metro cúbico de agregado grueso. Los valores b/b₀ han sido determinados en función del TMN y del módulo de finura de la arena (MF), y se muestran en la siguiente tabla:

TABLA 31
PESO DEL AGREGADO GRUESO POR UNIDAD DE VOLUMEN DEL CONCRETO

Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto				
TMN del Agregado Grueso	Volumen agregado grueso seco y compactado por unidad de volumen del concreto para diversos módulos de fineza del fino (b/b ₀)			
	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 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

FUENTE: "EL CONCRETO, FUNDAMENTOS Y NUEVAS TECNOLOGÍAS"



El peso en kg. del agregado grueso será:

$$Peso_{Ag. Grueso}(kg) = (b/b_0) * (P.U. Seco Compactado)$$

En tanto el volumen de agregado grueso por metro cubico de concreto se determina con:

$$Volumen_{Ag. Grueso}(m^3) = \frac{Peso\ kg}{Peso\ específico\ kg/m^3}$$

VIII. Cálculo del contenido de aire atrapado:

Según Matallana Rodríguez (2019), se define al contenido de aire atrapado o natural, a las burbujas de aire presentes en la pasta como resultado de las operaciones propias del proceso de puesta en obra, o pueden encontrarse en la mezcla debido a que se han sido intencionalmente incorporadas a ella, en cuyo caso se les conoce como aire incorporado. Para calcular este porcentaje en función al TMN de agregado grueso, se utiliza los valores de la siguiente tabla:

TABLA 32
CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

Contenido del aire atrapado	
TMN Agregado Grueso	Aire Atrapado (%)
3/8"	3.00%
1/2"	2.50%
3/4"	2.00%
1"	1.50%
1 1/2"	1.00%
2"	0.50%
3"	0.30%
4"	0.20%

FUENTE: "EL CONCRETO, FUNDAMENTOS Y NUEVAS TECNOLOGÍAS"

IX. Cálculo de la cantidad de agregado fino:

“Dado que la mezcla se elabora para 1m³ de concreto, el volumen de agregado fino resulta de la diferencia del volumen total y el volumen parcial de los componentes conocidos (Agua, cemento, agregado grueso, agregado fino y aire).” (Matallana, 2019)

$$\sum Volúmenes\ parciales = Vol. Agua + Vol. Cemento + Vol. Ag. grueso + Vol. Aire$$

$$Volumen_{Ag. Fino} = 1 - \sum Volúmenes\ parciales$$

El peso en kg. del agregado fino será:



$$\text{Peso del Ag Fino (kg)} = \text{Volumen}_{\text{Ag. Fino}} (\text{m}^3) * \text{Peso específico (kg/m}^3)$$

X. Corrección por humedad y absorción de los agregados:

Según Rivva López (1992). Generalmente los agregados utilizados en la preparación de un concreto, se encuentran húmedos por lo cual sus pesos secos se incrementan en el porcentaje de agua que contengan, tanto agua absorbida como superficial. Así el agua de mezclado añadida a la colada, debe ser reducida en una cantidad igual a la humedad libre aportada por los agregados, considerándose como tal el contenido total de humedad del agregado menos su porcentaje de absorción.

$$\text{Peso Corregido}_{\text{Agregados}} = \text{Peso Absoluto} * \left(\frac{w\%}{100} + 1 \right)$$

Donde:

W%: Porcentaje de humedad de los agregados

$$\text{Aporte de agua}_{\text{Agregados}} = \frac{(w\% - \% \text{ Abs}) * \text{Peso Ag. Seco}}{100}$$

Donde:

W%: Porcentaje de humedad de los agregados

% Abs: Porcentaje de absorción de los agregados

$$\text{Agua Efectiva} = \text{Agua de Diseño} - \text{Aporte de agua}_{\text{Agregados}}$$

2.2.5. Fundamentos estadísticos

2.2.5.1. Desviación Estándar

La desviación estándar o característica, es el promedio de desviación de las puntuaciones con respecto a la media (Jarman, 2013 y Levin, 2003). Esta medida se expresa en las unidades originales de medición de la distribución. Se interpreta en relación con la media. Cuanto mayor sea la dispersión de los datos alrededor de la media, mayor será la desviación estándar. (Hernández Sampieri, 2014)



Se define a la desviación estándar con la siguiente expresión:

$$D_s = \sqrt{\frac{\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2 / n}{n - 1}}$$

Donde:

D_s = Desviación estándar

x_i = Resultados de los ensayos

n = Número de ensayos

2.2.5.2. Coeficiente de variación

El coeficiente de variación (CV), es un cociente entre la desviación estándar y la media de los datos, expresado en porcentaje. Este parámetro es muy útil para evaluaciones estadísticas, permite comparar la variabilidad de diferentes muestras de una población o la variabilidad entre variables diferentes. En general un CV menor indica que los datos tienen poca variabilidad, que es lo mismo que decir que los valores observados son en general, cercanos al valor medio. (Discovski, 2008)

Se define el coeficiente de variación con la siguiente expresión:

$$CV = \frac{D_s}{\mu} \times 100$$

Donde:

CV = Coeficiente de variación (%).

S = Desviación estándar.

μ = Media de los datos.

Confiabilidad:

En la tabla N° 29 se muestra distintos rangos en coeficiente de variación según el INEI, y su respectiva clasificación en cuanto a si la estimación es confiable o no en términos estadísticos.



TABLA 33
CLASIFICACIÓN SEGÚN EL RANGO DE COEF. DE VARIACIÓN

Clasificación	Rango de coef. de variación CV (%)
Muy Bueno	[0 - 5]
Bueno	[5 - 15]
Regular	[15 - 20]
Malo	[20 - 100]

FUENTE: "EL CONCRETO, FUNDAMENTOS Y NUEVAS TECNOLOGÍAS"

2.3. Hipótesis

2.3.1. Hipótesis general

- Los valores del módulo de elasticidad del concreto preparado reemplazando agregado grueso por cascote y adicionado con superplastificante, presentan similitud a los valores del Módulo de elasticidad del concreto preparado con materiales tradicionales.

2.3.2. Hipótesis específica

- **Hipótesis específica N°1:** Los valores de la resistencia a la compresión del concreto tradicional y concreto preparado reemplazando agregado grueso por cascote y adicionado con superplastificante evaluados a los 7, 14 y 28 días después de su fabricación presentan similitud.
- **Hipótesis específica N°2:** Las características y propiedades de los agregados utilizados para la elaboración de concreto tradicional y concreto preparado reemplazando agregado grueso por cascote y adicionado con superplastificante son adecuadas para elaborar un diseño de mezclas.
- **Hipótesis específica N°3:** El cascote utilizado como agregado grueso, cumple los requisitos necesarios para reemplazar de manera eficaz y eficiente al agregado grueso tradicional en la preparación de concreto.
- **Hipótesis específica N°4:** Las proporciones de los componentes del concreto tradicional y concreto preparado reemplazando agregado grueso por cascote y adicionado con superplastificante no sufren variaciones sustanciales en cuanto a cantidad.

2.4. Variables e indicadores

2.4.1. Identificación de variables

2.4.1.1. Variables dependientes



- **Módulo de elasticidad:** Parámetro que caracteriza el comportamiento de un material elástico, según la dirección en la que se aplica una fuerza, también se puede decir que es una medida de la tenacidad y rigidez del material, o su capacidad elástica. Mientras mayor el valor del módulo, más rígido el material.

Indicador: Esfuerzo (kg)/Deformación Unitaria (cm²)

- **Resistencia a la compresión:** La resistencia a la compresión simple es la característica mecánica principal del concreto. Se define como la capacidad para soportar una carga por unidad de área, y se expresa en términos de esfuerzo.

Indicador: Fuerza(kg)/Área(cm²)

- **Concreto:** Material de construcción resistente para hacer bases y paredes que puede adoptar casi cualquier forma, este se constituye por una mezcla de piedras, arena, agua y cemento que al solidificarse ofrecen una buena resistencia según sea los requerimientos del proyecto.

Indicador: Peso (kg), Volumen (m³), Peso Unitario (kg/m³)

2.4.1.2. Variables independientes

- **Cascote:** Se entiende por concreto reciclado, a todos los áridos (agregados) finos y gruesos que son obtenidos mediante procesos de demolición del mismo, para la reutilización posteriormente de un nuevo concreto.

Indicador: Granulometría, humedad en porcentaje, peso unitario en kg/m³, peso específico en kg/m³ y absorción en porcentaje.

- **Aditivo superplastificante:** los aditivos superplastificantes, son también llamados reductores de agua, que cuando se adicionan a un concreto normal, le aporta mayor trabajabilidad. Este tipo de aditivos se adicionan a concretos bajos en la relación agua-cemento, para producir concretos muy fluidos y trabajables y estos pueden ser colocados con poca o ninguna vibración y compactación, además poseen propiedades que aumentan la resistencia del concreto así como el aumento de la cohesión interna en el hormigón fresco, tendiendo a evitar la segregación de los áridos.

Indicador: Volumen (ml) por (m³) de concreto

2.4.1.3. Variables intervinientes



- **Cemento:** Material de construcción y conglomerante formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla calcinadas que tiene la propiedad de endurecerse al contacto con el agua.

Indicador Peso en Kg.

- **Agregados tradicionales:** Material granular usado con un medio cementante para formar concreto o mortero hidráulico. Puede utilizarse en su estado natural o triturado de acuerdo a su uso y aplicación.

Indicador: Granulometría, Humedad en porcentaje, peso unitario en kg/m³, peso específico en kg/m³ y Absorción en porcentaje.

- **Agua:** Material de suma importancia puesto que la cantidad influirá de manera directa al concreto en su trabajabilidad y posteriormente en su resistencia.

Indicador: Cantidad en litros o m³.

2.4.2. Operacionalización de las variables



TABLA 34
OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES					
VARIABLES	DESCRIPCIÓN	NIVEL		INDICADORES	INSTRUMENTOS
VARIABLE DEPENDIENTE					
MÓDULO DE ELASTICIDAD	Parámetro que caracteriza el comportamiento de un material elástico, según la dirección en la que se aplica una fuerza	La resistencia a la compresión que tiene el concreto tradicional y concreto tradicional reemplazando agregado grueso por cascote y sus respectivas deformaciones unitarias		Valor representado en el gráfico de esfuerzo vs deformación en kg/cm ²	Guías de información y formatos de evaluación de la resistencia a la compresión
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN	Medida de la resistencia a la compresión de un elemento un miembro estructural a fuerzas uniaxiales	Resistencia a los 7 días		Esfuerzo a compresión a la F/A (kg/cm ²)	Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.
		Resistencia a los 14 días			
		Resistencia a los 28 días			
CONCRETO	Es la mezcla aglomerada de agua, cemento Portland IP, agregados y aditivos de ser el caso.	Cemento		IP (kg)	Método de ensayo normalizado para la determinación de las proporciones de componentes de concreto mediante un Diseño de mezcla.
		Agregado Grueso		Granulometría, Contenido de Humedad (%), Peso Específico, y Unitario(kg/m ³), Absorción (%).	
		Agregado Fino			
		Cascote			
		Agua		Cantidad(m ³)	
		Aire		Cantidad(m ³)	
		Aditivo Superplastificante		Cantidad(ml)	
VARIABLES INDEPENDIENTES					
CASCOTE	Se entiende por cascote a todos los áridos o agregados gruesos y finos que son obtenidos mediante procesos de demolición del mismo.	Granulometría		Bien - Mal (gradación)	Formatos y tablas de evaluación para ensayos de agregados.
		Peso específico		kg/m ³	
		Absorción		%	
		Densidad		kg/cm ³	
ADITIVO PLASTIFICANTE	Los aditivos plastificantes son suavizantes de la mezcla antes del fraguado haciéndolos más trabajables evita la segregación y mejoran la resistencia de concreto.	500 ml por bolsa de cemento		Cantidad (ml.)	Ficha y especificaciones técnicas del producto
VARIABLES INTERVINIENTES					
AGUA	El agua considerada como materia prima para la confección y el curado de concreto u hormigón, es un compuesto líquido formado por oxígeno e hidrógeno	Potable		Volumen (lts.)	Formatos y tablas de evaluación para ensayos de tecnología de materiales.
		No potable			
		Alcalinidad			
		Salinidad			
		PH			
AGREGADOS	El agregado es un material granular (arena, grava, piedra triturada o escoria) usado con un medio cementante para formar concreto. Puede utilizarse en su estado natural o	Propiedades físicas y mecánicas	Granulometría	Bien - Mal (gradación)	Formatos y tablas de evaluación para ensayos de tecnología de materiales
			Peso Especifico	kg/m ³	
			Absorción	%	
			Densidad	kg/cm ³	



	bien triturado de acuerdo a su uso y aplicación.				
CEMENTO	Material conglomerante de construcción formado a partir de una mezcla de caliza y arcilla calcinadas que tiene la propiedad de endurecerse al contacto con el agua.	TIPO	IP	Cantidad en Kilogramos (kg)	Formatos y tablas de evaluación para ensayos de tecnología de materiales

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



Capítulo III. Método

3.1. Metodología de la investigación

3.1.1. Enfoque de la investigación

Esta investigación presenta un enfoque cuantitativo, tomando en consideración a lo propuesto por Hernández, Fernández y Baptista (2014: 4), que considera que este se genera a partir de un proceso objetivo en el que, a través de la medicación numérica y el análisis estadístico inferencial, se prueban las hipótesis previamente formuladas. Todo esto concuerda con el enfoque de la presente investigación, ya que, se determinó el Módulo de Elasticidad del concreto que tiene como agregado grueso al cascote y adicionado con aditivo superplastificante, para compararlo con el Módulo de elasticidad del concreto preparado con materiales tradicionales; todos estos datos fueron de carácter cuantitativo ya que se hizo una comparación numérica de los resultados de los respectivos ensayos realizados.

3.1.2. Nivel de investigación

La presente tesis es de nivel Descriptivo, puesto que se describirá algunas propiedades que posee el concreto que tiene como agregado grueso al cascote adicionado con aditivo superplastificante como es el módulo de elasticidad, en primer lugar, seguido de las resistencias y propiedades mecánicas que posee, para así relacionarlo y compararlo con las propiedades que tiene el concreto tradicional a través de los resultados de los ensayos en laboratorio, todo esto concuerda con lo mencionado por Sanpietri ,(pág. 125), que indica que el nivel descriptivo consiste en describir fenómenos, situaciones y contextos que detallan cómo son y como se manifiestan los datos.

3.1.3. Método de Investigación

El método de investigación de la presente tesis es el Hipotético-Deductivo, ya que según Bernat (2010), menciona que este método consiste en un procedimiento que parte de unas aseveraciones en calidad de hipótesis y busca refutar o falsear tales hipótesis, deduciendo de ellas conclusiones que deben confrontarse con los hechos.

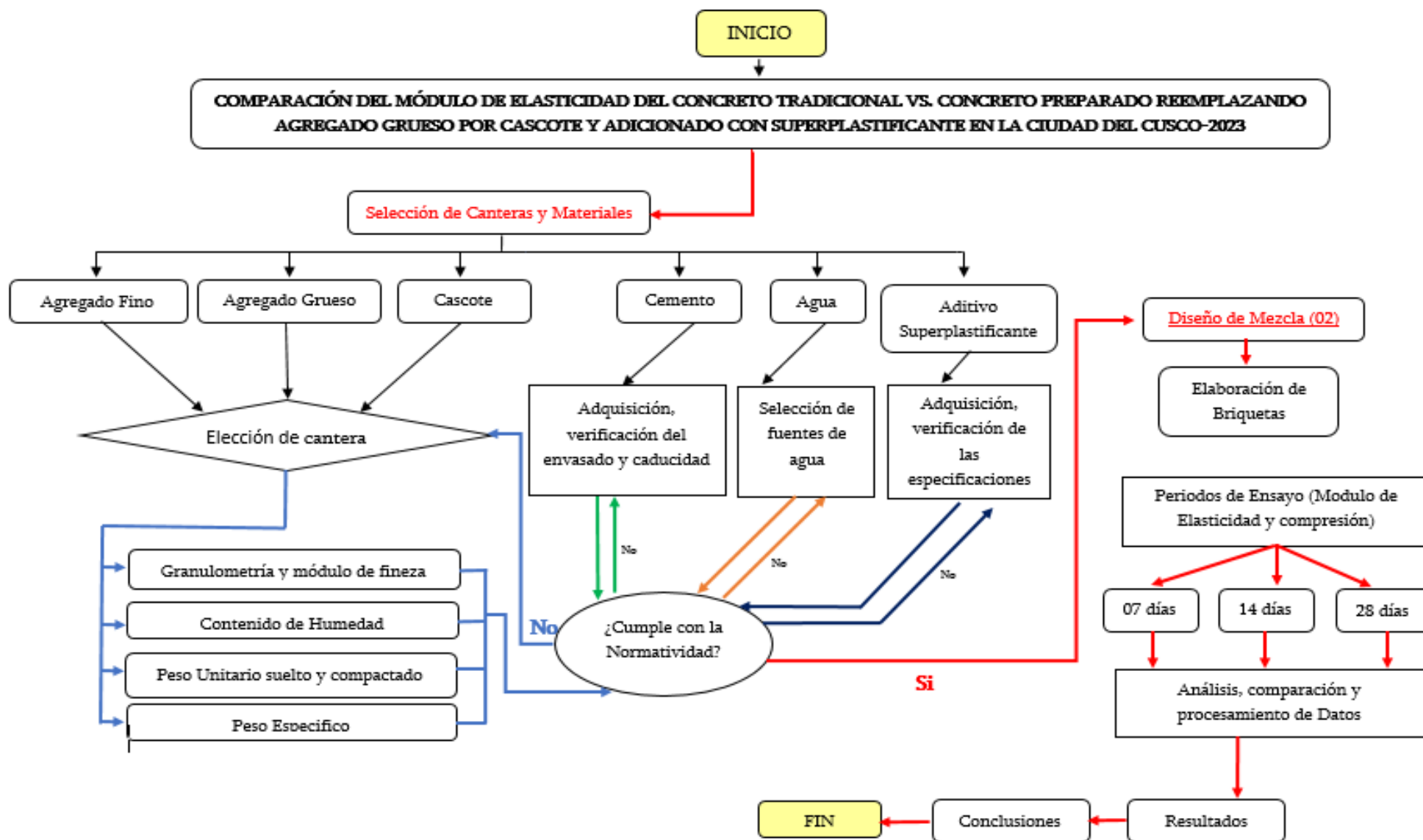
3.2. Diseño de la investigación

3.2.1. Diseño Metodológico

La presente investigación presenta un diseño experimental, ya que este, es un proceso que consiste en someter a un objeto o grupo de individuos, a determinadas condiciones estímulos o tratamientos (variable independiente) para observar los efectos-reacciones que se producen (variable dependiente). Arias (2015)



3.2.2. Diseño de Ingeniería





3.3. Población y muestra

3.3.1. Descripción de la Población

Según Arias (2006 pag81), define a una población como una agrupación o conjunto de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación.

La población de estudio de la presente investigación está conformada por la totalidad de testigos de concreto con las siguientes características:

- ✓ Realizados con cemento de la marca YURA del tipo I
- ✓ Agregado grueso de la cantera de Zurite.
- ✓ Agregado grueso (Cascote) proveniente de demoliciones de veredas y demoliciones de pavimento rígido, etc.
- ✓ Agregado fino de la cantera de Huillqui.
- ✓ Agua potable de la ciudad de Cusco.
- ✓ Aditivo Superplastificante de la marca Sika.

Es necesario indicar que los testigos serán cilíndricos con un diámetro de 15 cm y una altura de 30 cm. elaborados según las especificaciones de la norma.

La población total de la presente investigación tiene una cantidad total de 90 briquetas que se distribuyen en 2 grupos: 45 briquetas para los ensayos de determinación del módulo de elasticidad y resistencia a la compresión elaborado con materiales tradicionales 15 a los 07 días, 15 a los 14 días y 15 a los 28 días; así también 45 briquetas para los ensayos de determinación del módulo de elasticidad y resistencia a la compresión del concreto preparado reemplazando agregado grueso por cascote y adicionado con aditivo superplastificante 15 a los 07 días, 15 a los 14 días, y 15 a los 28 días.

3.3.2. Muestra

3.3.2.1. Descripción y cuantificación de la Muestra

La muestra será conforme a la población, debido a que se evaluarán los 90 testigos cilíndricos en su totalidad, es decir, la muestra es de tipo censal y está conformada por la preparación de briquetas o testigos cilíndricos con las siguientes características:

- ✓ 90 testigos cilíndricos realizados con cemento de la marca YURA del tipo I



- ✓ 90 testigos cilíndricos preparados con Agregado fino de la cantera de Huillqui.
- ✓ 90 testigos cilíndricos preparados con Agua potable de la ciudad de Cusco.
- ✓ 45 testigos preparados con Aditivo Superplastificante de la marca Sika
- ✓ 45 testigos cilíndricos preparados con agregado grueso de la cantera de Zurite.
- ✓ 45 testigos cilíndricos preparados con agregado grueso (Cascode) proveniente de demoliciones de veredas y demoliciones de pavimento rígido, etc.

TABLA 35
CUANTIFICACIÓN DE LA MUESTRA

CUANTIFICACIÓN DE LA MUESTRA				
Testigos (und.)	Concreto Tradicional		Concreto con Cascode	
90	15	7 días	15	7 días
	15	14 días	15	14 días
	15	28 días	15	28 días
	45		45	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.3.3. Método de Muestreo

“Las muestras no probabilísticas, también llamadas muestras dirigidas, suponen un procedimiento de selección informal. Se utilizan en muchas investigaciones, y a partir de ellas, se hacen inferencias sobre la población”. (Hernández, 2003, pag 326)

El método de muestreo que se utilizó en la investigación fue no probabilístico el cual, de acuerdo con Hernández Fernández, la cantidad de briquetas está en función al criterio de los investigadores.

3.3.4. Criterios de Inclusión

Las muestras se consideraron teniendo en cuenta los ensayos a realizar, la cantidad de pruebas necesarias y las limitaciones de la investigación, siendo el principal el ensayo la determinación del módulo de elasticidad en base a la compresión de testigos cilíndricos.

- ✓ Se aceptará briquetas cilíndricas de dimensiones de 30cm de altura y diámetro de 15cm
- ✓ Las Briquetas no deben tener cangrejas.
- ✓ Parte superior de briquetas no debe tener deformaciones las cuales alteren el resultado del proceso de compresión.
- ✓ La briqueta deberá ser vertical (ángulo de inclinación de 90° respecto la base).



- ✓ Se evaluarán briquetas con tiempo de curado de 7, 14 y 28 días.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Instrumentos Metodológicos o Instrumentos de Recolección de Datos

Para la presente investigación se utilizaron formatos de elaboración propia para la recopilación y recolección de los datos obtenidos de los ensayos de laboratorio, cabe recalcar que los ensayos se realizaron en las instalaciones del laboratorio de control de calidad de la empresa GEOTEST PERU S.A.C. y GRUPO ALLPA.



TABLA 36
FORMATO GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO

Instrumentos Metodológicos o Instrumentos de recolección de datos							
		GRANULOMETRÍA - AGREGADO GRUESO					
Responsables: Eyner G. Huanca Medina y Anghelo J. Palma Rimachi							
Masa de la Muestra		0.00 gr		Muestra	AGREGADO GRUESO		
ABERTURA DEL TAMIZ		Peso	% Ret.	% Ret.	Pasante	Huso	
Tamiz	mm.	Retenido	Parcial	Acumul.	%	Inf.	Sup.
3 "	76.200						
2 1/2"	63.500						
2 "	50.800						
1 1/2"	38.100						
1 "	25.400						
3/4"	19.050						
1/2"	12.700						
3/8"	9.525						
N° 4	4.760						
N° 8	2.360						
N° 16	1.180						
N° 30	0.600						
N° 50	0.300						
N° 100	0.150						
N° 200	0.075						
Cazuela							
Lavado							
		0.00					

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 37
FORMATO GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO

Instrumentos Metodológicos o Instrumentos de recolección de datos							
 Universidad Andina del Cusco		GRANULOMETRIA - AGREGADO FINO					
Responsables: Eyner G. Huanca Medina y Anghelo J. Palma Rimachi							
Masa de la Muestra		0.00 gr		Muestra	AGREGADO FINO		
ABERTURA DEL TAMIZ		Peso	% Ret.	% Ret.	Pasante	Huso	
Tamiz	mm.	Retenido	Parcial	Acumul.	%	Inf.	Sup.
3 "	76.200						
2 1/2"	63.500						
2 "	50.800						
1 1/2"	38.100						
1 "	25.400						
3/4"	19.050						
1/2"	12.700						
3/8"	9.525						
N° 4	4.760						
N° 8	2.360						
N° 16	1.180						
N° 30	0.600						
N° 50	0.300						
N° 100	0.150						
N°200	0.075						
Cazuela							
Lavado							
		0.00					
Observaciones:							

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 38
FORMATO GRANULOMETRÍA DEL CASCOTE

Instrumentos Metodológicos o Instrumentos de recolección de datos							
		GRANULOMETRIA - CASCOTE					
Responsables: Eyner G. Huanca Medina y Anghelo J. Palma Rimachi							
Masa de la Muestra		0.00 gr		Muestra	CASCOTE		
ABERTURA DEL TAMIZ		Peso	% Ret.	% Ret.	Pasante	Huso	
Tamiz	mm.	Retenido	Parcial	Acumul.	%	Inf.	Sup.
3 "	76.200						
2 1/2"	63.500						
2 "	50.800						
1 1/2"	38.100						
1 "	25.400						
3/4"	19.050						
1/2"	12.700						
3/8"	9.525						
N° 4	4.760						
N° 8	2.360						
N° 16	1.180						
N° 30	0.600						
N° 50	0.300						
N° 100	0.150						
N°200	0.075						
Cazuela							
Lavado							
		0.00					
Observaciones:							

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

TABLA 39
FORMATO CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO GRUESO

Instrumentos Metodológicos o Instrumentos de recolección de datos				
CONTENIDO DE HUMEDAD - AGREGADO GRUESO				
AGREGADO GRUESO				
DATOS ESPECIFICOS				
CANTERA	:			
MUESTRA	:	:Agregado Grueso		
FECHA	:			
RESPONSABLES	:	:Eyner G. Huanca Medina y Anghelo J. Palma Rimachi		
	Número de Capsula	C-01	C-02	C-03
Peso de la Capsula (gr)	A			
Peso de la Caps. (gr) + Muestra Hum. (gr)	B			
Peso de la Caps. (gr) + Muestra Seca. (gr)	C			
Observaciones:				

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA





TABLA 40
FORMATO CONTENIDO DE HUMEDAD DEL AGREGADO FINO

Instrumentos Metodológicos o Instrumentos de recolección de datos			
 Universidad Andina del Cusco			
CONTENIDO DE HUMEDAD - AGREGADO FINO			
AGREGADO FINO			
DATOS ESPECIFICOS			
CANTERA	:		
MUESTRA	:	Agregado Fino	
FECHA	:		
RESPONSABLES	:	Eyner G. Huanca Medina y Anghelo J. Palma Rimachi	
	Número de Capsula	C-01	C-02
Peso de la Capsula (gr)	A		
Peso de la Caps. (gr) + Muestra Hum. (gr)	B		
Peso de la Caps. (gr) + Muestra Seca. (gr)	C		
Observaciones:			

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

TABLA 41
FORMATO CONTENIDO DE HUMEDAD DEL CASCOTE



Instrumentos Metodológicos o Instrumentos de recolección de datos			
 Universidad Andina del Cusco			
CONTENIDO DE HUMEDAD - CASCOTE			
CASCOTE			
DATOS ESPECIFICOS			
CANTERA	:		
MUESTRA	:	Cascote	
FECHA	:		
RESPONSABLES	:	Eyner G. Huanca Medina y Anghelo J. Palma Rimachi	
	Número de Capsula	C-01	C-02
Peso de la Capsula (gr)	A		
Peso de la Caps. (gr) + Muestra Hum. (gr)	B		
Peso de la Caps. (gr) + Muestra Seca. (gr)	C		
Observaciones:			

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 42

FORMATO PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO

Instrumentos Metodológicos o Instrumentos de recolección de datos							
	Universidad Andina del Cusco	PESO UNITARIO - AGREGADO GRUESO					
DATOS ESPECIFICOS							
CANTERA :							
MUESTRA : Agregado Grueso							
FECHA :							
RESPONSABLES : Eyner G. Huanca Medina y Anghelo J. Palma Rimachi							
P.U. AG. GRUESO		Peso Unitario Suelto			Peso Unitario Compactado		
Muestra		M1	M2	M3	M4	M5	M6
Diametro del molde (cm)							
Altura del molde (cm)							
Peso del Molde (gr.)							
Peso del Molde + Muestra (gr.)							
Observaciones:							

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

TABLA 43



FORMATO PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO

Instrumentos Metodológicos o Instrumentos de recolección de datos							
	Universidad Andina del Cusco	PESO UNITARIO - AGREGADO FINO					
DATOS ESPECIFICOS							
CANTERA :							
MUESTRA : Agregado Fino							
FECHA :							
RESPONSABLES : Eyner G. Huanca Medina y Anghelo J. Palma Rimachi							
P.U. AG. FINO		Peso Unitario Suelto			Peso Unitario Compactado		
Muestra		M1	M2	M3	M4	M5	M6
Diametro del molde (cm)							
Altura del molde (cm)							
Peso del Molde (gr.)							
Peso del Molde + Muestra (gr.)							
Observaciones:							

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA





TABLA 44
FORMATO PESO UNITARIO DEL CASCOTE

Instrumentos Metodológicos o Instrumentos de recolección de datos							
	Universidad Andina del Cusco	PESO UNITARIO - CASCOTE					
DATOS ESPECIFICOS							
CANTERA :							
MUESTRA : Cascote							
FECHA :							
RESPONSABLES : Eyner G. Huanca Medina y Anghelo J. Palma Rimachi							
P.U. CASCOTE		Peso Unitario Suelto			Peso Unitario Compactado		
Muestra		M1	M2	M3	M4	M5	M6
Diametro del molde (cm)							
Altura del molde (cm)							
Peso del Molde (gr.)							
Peso del Molde + Muestra (gr.)							
Observaciones:							

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

TABLA 45
FORMATO PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO GRUESO



Instrumentos Metodológicos o Instrumentos de recolección de datos					
	Universidad Andina del Cusco	PESO ESPECÍFICO - Ag. Grueso			
DATOS ESPECIFICOS					
CANTERA :					
MUESTRA : Agregado Grueso					
FECHA :					
RESPONSABLES : Eyner G. Huanca Medina y Anghelo J. Palma Rimachi					
AGREGADO GRUESO					
Muestra			M1	M2	Prom.
Peso en el aire de la muestra seca (gr.)			A		
Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire (gr.)			B		
Peso en el agua de la muestra saturada. (gr.)			C		
Observaciones:					

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 46



FORMATO PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO

Instrumentos Metodológicos o Instrumentos de recolección de datos				
 Universidad Andina del Cusco	PESO ESPECÍFICO - Ag. Grueso			
DATOS ESPECIFICOS				
CANTERA	:			
MUESTRA	:	Agregado Grueso		
FECHA	:			
RESPONSABLES	:	Eyner G. Huanca Medina y Anghelo J. Palma Rimachi		
AGREGADO GRUESO				
Muestra		M1	M2	Prom.
Peso en el aire de la muestra seca (gr.)		A		
Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire (gr.)		B		
Peso en el agua de la muestra saturada. (gr.)		C		
<u>Observaciones:</u>				

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

TABLA 47



FORMATO PESO ESPECÍFICO DEL CASCOTE

Instrumentos Metodológicos o Instrumentos de recolección de datos				
 Universidad Andina del Cusco	PESO ESPECÍFICO - Cascote			
DATOS ESPECIFICOS				
CANTERA	:			
MUESTRA	:	Cascote		
FECHA	:			
RESPONSABLES	:	Eyner G. Huanca Medina y Anghelo J. Palma Rimachi		
CASCOTE				
Muestra		M1	M2	Prom.
Peso en el aire de la muestra seca (gr.)		A		
Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire (gr.)		B		
Peso en el agua de la muestra saturada. (gr.)		C		
<u>Observaciones:</u>				

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 48
FORMATO DISEÑO DE MEZCLA

Instrumentos Metodológicos o Instrumentos de recolección de datos						
	Universidad Andina del Cusco	Resumen de Datos Necesarios - Diseño de Mezcla				
DATOS ESPECIFICOS						
MUESTRA	:	Cemento, Agregado Grueso, Agregado Fino y Cascote				
FECHA	:					
RESPONSABLES	:	Eyner G. Huanca Medina y Anghelo J. Palma Rimachi				
		Cemento	Ag. Grueso	Ag. Fino	Cascote	(und)
P. Específico PeSSS						kg/m3
P.U. Compactado		/				kg/m3
Humedad						%
% Absorción						
TM Ag. Grueso			Resist. De diseño			kg/cm2
TMN Ag. Grueso			Tipo de Cemento			
Módulo de Fineza A.F.			Consistencia			

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

TABLA 49
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL

Instrumentos Metodológicos o Instrumentos de recolección de datos								
	Universidad Andina del Cusco	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN AXIAL						
Tesis: "Comparación Del Módulo De Elasticidad Del Concreto Tradicional Vs. Concreto Preparado Reemplazando Agregado Grueso Por Cascote Y Adicionado Con Superplastificante En La Ciudad Del Cusco-2023"								
Responsables:				:Eyner G. Huanca Medina y Anghelo J. Palma Rimachi				
Concreto _____ - _____ días								
N°	Nombre	Diametro Superior (cm)		Diametro Inferior (cm)		Altura (cm)		Carga Maxima (KN)
		d1	d2	d3	d4	h1	h2	
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



3.4.2. Instrumentos de Ingeniería

3.4.2.1. Instrumentos para la granulometría de agregados

- ✓ Balanza
- ✓ Bandejas
- ✓ Brochas
- ✓ Juego de tamices normalizados

3.4.2.2. Instrumentos para el contenido de humedad de agregados

- ✓ Balanza de precisión
- ✓ Bandejas o recipientes
- ✓ Horno de secado

3.4.2.3. Instrumentos para el peso unitario de agregados

- ✓ Balanzas
- ✓ Recipiente cilíndrico Proctor
- ✓ Varilla metálica
- ✓ Horno de secado

3.4.2.4. Instrumentos para el peso específico de agregados

- ✓ Balanza
- ✓ Picnómetro de 500 ml
- ✓ Cono de absorción
- ✓ Apisonador metálico
- ✓ Bomba de vacíos
- ✓ Bandejas metálicas
- ✓ Horno de secado
- ✓ Cesta de sumersión

3.4.2.5. Instrumentos para el ensayo de consistencia

- ✓ Cono de Abrams



- ✓ Barra metálica compactadora
- ✓ Flexómetro o wincha

3.4.2.6. Instrumentos para el ensayo de resistencia a la compresión

- ✓ Prensa Hidráulica calibrada
- ✓ Bernier
- ✓ Bandejas metálicas

3.4.2.7. Instrumentos para el ensayo de cálculo de módulo de elasticidad

- ✓ Prensa Hidráulica calibrada
- ✓ Bernier
- ✓ Deformímetros verticales y horizontales

3.4.3. Validez y confiabilidad de los instrumentos

La recopilación de datos para efectuar la presente investigación, fueron realizados en las instalaciones de los laboratorios de mecánica de Suelos, concreto y control de calidad de materiales de las empresas GEOTEST PERU S.A.C. y GRUPO, siendo la validez y confiabilidad de los instrumentos utilizados, garantizados por dichos laboratorios y aprobados por parte del asesor de la presente investigación; dichos instrumentos utilizados, se rigen en los lineamientos establecidos en las normas internacionales, así como en la Norma Técnica Peruana.

3.5. Procedimientos de Recolección de datos y Análisis de datos

3.5.1. Procedimientos de recolección de Datos

3.5.1.1. Granulometría de los agregados gruesos

Se determinó la granulometría de los agregados gruesos según a los procedimientos establecidos y estipulados en las normas NTP 400.012, NTP 400.037, ASTM C 33 y MTC E 204. Que determina la gradación de materiales propuestos para uso como agregados o los que están siendo usados como tales. Los resultados serán usados para determinar el cumplimiento de la distribución del tamaño de partículas con los requisitos exigidos en la especificación técnica de la obra y proporcionar datos necesarios para el control de producción de agregados.

a) Equipos y materiales.

- ✓ Balanza



- ✓ Brochas
- ✓ Horno de secado a temperatura $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
- ✓ Serie de tamices normalizados
- ✓ Barilla
- ✓ Agregado grueso (5 kg)

b) Procedimiento

Obtener la muestra de agregado de acuerdo a MTC E 201. El tamaño de la muestra de campo debe ser la cantidad indicada en este método.

FIGURA 24
OBTENCIÓN DE LOS AGREGADOS



FUENTE: GALERÍA FOTOGRÁFICA PROPIA

TABLA 50
CANTIDAD MÍNIMA DE MUESTRA

Cantidad Mínima de muestra - Granulometría Ag. Grueso		
Tamaño Máximo Nominal		Cantidad Mínima de Muestra de Ensayo
(Pulg.)	mm	kg
3/8"	9.5	1
1/2"	12.5	2
3/4"	19.0	5
1"	25.0	10
1 1/2"	37.5	15
2"	50.0	20
2 1/2"	63.0	35
3"	75.0	60
3 1/2"	90.0	100
4"	100.0	150
5"	125.0	300

FUENTE: MTC E 201



El procedimiento inicia con la reducción de la muestra con el método de cuarteo para así obtener una muestra representativa, obteniendo así una muestra de alrededor de 5 Kg. o una muestra que cumpla lo estipulado en la NTP 400.012. Este método consiste en formar un cúmulo del agregado escogido, para luego extenderlo en una superficie circular con un espesor uniforme procediéndose a dividir el cúmulo en cuatro partes semejantes con ayuda de una varilla, esto con el objetivo de seleccionar dos partes diametralmente opuestas y con propiedades visuales semejantes.

FIGURA 25
MÉTODO DEL CUARTEO



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Una vez seleccionado el agregado grueso, se procede a lavar la muestra y secarla con un horno a $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ durante un periodo de 24 horas.

Con el agregado grueso ya lavado y secado, se procede a realizar el tamizado correspondiente, el cual se hizo de manera manual a una velocidad aproximada de 150 veces por minuto girando los tamices una sexta parte de revolución por cada 25 golpes aproximadamente.



FIGURA 26
TAMIZADO DEL AGREGADO



FUENTE: GALERÍA FOTOGRÁFICA PROPIA

Pesar las cantidades retenidas en cada tamiz para su posterior análisis granulométrico.

FIGURA 27
ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO



FUENTE: GALERÍA FOTOGRÁFICA PROPIA

c) Toma de datos

TABLA 51
RECOLECCIÓN DE DATOS DE GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO GRUESO

Masa de la Muestra		5200.00	gr	Muestra	AGREGADO GRUESO		
ABERTURA DEL TAMIZ		Peso	% Ret.	% Ret.	Pasante	Huso 56 (TMN)	
Tamiz	mm.	Retenido (gr.)	Parcial	Acumul.	%	Inf.	Sup.
3 "	76.200						
2 1/2"	63.500						
2 "	50.800						
1 1/2"	38.100					100.0	100.0
1 "	25.400	390.00				90.0	100.0
3/4"	19.050	2144.48				40.0	85.0
1/2"	12.700	1706.12				10.0	40.0
3/8"	9.525	543.40					15.0
N° 4	4.760	312.00					5.0
N° 8	2.360	7.38					
N° 16	1.180	6.95					
N° 30	0.600	6.55					
N° 50	0.300	4.61					
N° 100	0.150	9.17					
N°200	0.075	11.21					
Cazuela		5.32					
Lavado		52.81				REQUISITOS GRANULOMÉTRICOS	
		5200.00					

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.5.1.2. Granulometría de los agregados finos

Se determinó la granulometría de los agregados finos según a los procedimientos establecidos y estipulados en las normas NTP 400.012, NTP 400.037, ASTM C 33 y MTC E 204. Que normaliza la gradación de materiales propuestos para uso como agregados o los que están siendo usados como tales. Los resultados serán usados para determinar el cumplimiento de la distribución del tamaño de partículas con los requisitos exigidos en la especificación técnica de la obra y proporcionar datos necesarios para el control de producción de agregados.

a) Equipos y materiales.

- ✓ Balanza de aproximación 0.1g. y sensibilidad de 0.1%
- ✓ Brochas
- ✓ Horno de secado a temperatura $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
- ✓ Serie de tamices normalizados
- ✓ Barilla

- ✓ Agregado fino (3 kg)

b) Procedimiento

El procedimiento inicia con el método de cuarteo para así obtener una muestra representativa, obteniendo así una muestra de alrededor de 300g. como mínimo (NTP 400.012). Este método consiste en formar un cúmulo del agregado escogido, para luego extenderlo en una superficie circular con un espesor uniforme procediéndose a dividir el cúmulo en cuatro partes semejantes con ayuda de una varilla, esto con el objetivo de seleccionar dos partes diametralmente opuestas y con propiedades visuales semejantes.

TABLA 52
CANTIDAD MÍNIMA DE MUESTRA

Cantidad mínima de muestra - Granulometría Ag. Fino	
Tamaño Máximo Nominal	Cantidad Mínima de Muestra de ensayo
	kg
	0.3

FUENTE: NTP 400.012

- Una vez seleccionado el material a usar, se procede a lavar la muestra y secarla con un horno a $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ durante un periodo de 24 horas.

FIGURA 28
LAVADO DEL AGREGADO



FUENTE: GALERÍA FOTOGRÁFICA PROPIA

- Con el agregado fino ya lavado y secado, se procede a realizar el tamizado correspondiente, el cual se hizo de manera manual a una velocidad aproximada de 150



veces por minuto girando los tamices una sexta parte de revolución por cada 25 golpes aproximadamente.

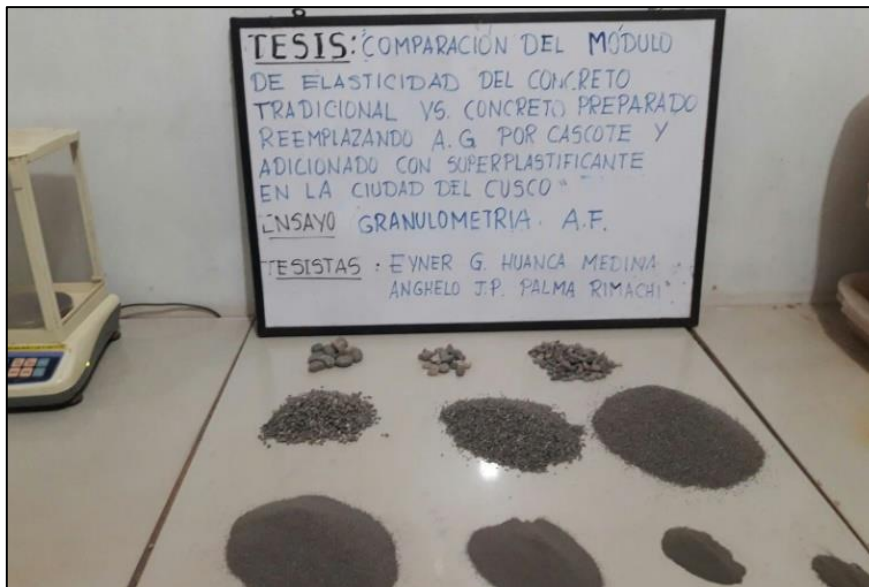
FIGURA 29
ENSAYO GRANULOMÉTRICO



FUENTE: GALERÍA FOTOGRÁFICA PROPIA

- Pesar las cantidades retenidas en cada tamiz para su posterior análisis granulométrico

FIGURA 30
ENSAYO GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO FINO





FUENTE: GALERÍA FOTOGRÁFICA PROPIA



c) Toma de datos

TABLA 53
RECOLECCIÓN DE DATOS DE GRANULOMETRÍA DEL AGREGADO FINO

 Universidad Andina del Cusco		RECOLECCION DE DATOS - GRANULOMETRIA DEL AGREGADO FINO				 Laboratorio Alpa	
Responsables: Eyner G. Huanca Medina y Anghelo J. Palma Rimachi				FECHA: 10/03/2022			
				LUGAR: Laboratorio Alpa			
Masa de la Muestra		1600.00 gr		Muestra		AGREGADO FINO	
ABERTURA DEL TAMIZ		Peso	% Ret. Parcial	% Ret. Acumul.	Pasante %	Huso	
Tamiz	mm.	Retenido (gr.)				Inf.	Sup.
3 "	76.200						
2 1/2"	63.500						
2 "	50.800						
1 1/2"	38.100						
1 "	25.400						
3/4"	19.050						
1/2"	12.700						
3/8"	9.525					100.0	100.0
N° 4	4.760	66.51				95.0	100.0
N° 8	2.360	245.12				80.0	100.0
N° 16	1.180	246.16				50.0	85.0
N° 30	0.600	316.94				25.0	60.0
N° 50	0.300	378.94				5.0	30.0
N° 100	0.150	198.66					10.0
N°200	0.075	86.48					
Cazuela		2.58					
Lavado		58.61				REQUISITOS GRANULOMÉTRICOS	
		1600.00					

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.5.1.3. Granulometría del Cascote

Se determinó la granulometría del cascote según a los procedimientos establecidos y estipulados en las normas NTP 400.012, NTP 400.037, ASTM C 33 y MTC E 204. Que normaliza la gradación de materiales propuestos para uso como agregados o los que están siendo usados como tales. Los resultados serán usados para determinar el cumplimiento de la distribución del tamaño de partículas con los requisitos exigidos en la especificación técnica de la obra y proporcionar datos necesarios para el control de producción de agregados.

a) Equipos y materiales.

- ✓ Zaranda
- ✓ Balanza de aproximación 0.1g. y sensibilidad de 0.1%
- ✓ Brochas
- ✓ Horno de secado a temperatura $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
- ✓ Serie de tamices normalizados



- ✓ Barilla
- ✓ Agregado grueso (5 kg)

d) Procedimiento

- El procedimiento inicia seleccionando el material a usar que es cascote proveniente de la demolición de veredas y pistas, para esto se determino que se reemplazaría agregado grueso de tamaño máximo nominal de 1", es así que se construyó una zaranda con mallas que tengan el mismo tamaño para poder escoger una determinada muestra.

FIGURA 31
ZARANDA DE TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL



FUENTE: GALERÍA FOTOGRÁFICA PROPIA

Seguidamente se procede a zarandear hasta obtener una muestra para empezar los procedimientos hechos al agregado grueso.

FIGURA 32
ZARANDEO DEL CASCOTE



FUENTE: GALERÍA FOTOGRÁFICA PROPIA



- Se procedió a seleccionar cascote con el método de cuarteo para así obtener una muestra representativa, obteniendo así una muestra de alrededor de 5 Kg. o una muestra que cumpla lo estipulado en la NTP 400.012. Este método consiste en formar un cúmulo del agregado escogido, para luego extenderlo en una superficie circular con un espesor uniforme procediéndose a dividir el cúmulo en cuatro partes semejantes con ayuda de una varilla, esto con el objetivo de seleccionar dos partes diametralmente opuestas y con propiedades visuales semejantes.

FIGURA 33
CUARTEO DEL CASCOTE PARA PARA ESCOGER LA MUESTRA



FUENTE: GALERÍA FOTOGRÁFICA PROPIA

- Una vez seleccionado el material a usar, se procede a lavar la muestra y secarla con un horno a $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ durante un periodo de 24 horas.
- Con el agregado grueso ya lavado y secado, se procede a realizar el tamizado correspondiente, el cual se hizo de manera manual a una velocidad aproximada de 150 veces por minuto girando los tamices una sexta parte de revolución por cada 25 golpes aproximadamente.
- Pesar las cantidades retenidas en cada tamiz para su posterior análisis granulométrico.



FIGURA 34
TAMIZADO DEL CASCOTE



FUENTE: GALERÍA FOTOGRÁFICA PROPIA

FIGURA 35
ENSAYO GRANULOMÉTRICO DEL CASCOTE



FUENTE: GALERÍA FOTOGRÁFICA PROPIA



e) Toma de datos

TABLA 54
RECOLECCIÓN DE DATOS DE GRANULOMETRÍA DEL CASCOTE

Masa de la Muestra		4700.00	gr	Muestra	CASCOTE		
ABERTURA DEL TAMIZ		Peso	% Ret.	% Ret.	Pasante	Huso 56 (TMN)	
Tamiz	mm.	Retenido (gr.)	Parcial	Acumul.	%	Inf.	Sup.
3 "	76.200						
2 1/2"	63.500						
2 "	50.800						
1 1/2"	38.100					100.0	100.0
1 "	25.400	685.64				90.0	100.0
3/4"	19.050	1764.25				40.0	85.0
1/2"	12.700	1235.00				10.0	40.0
3/8"	9.525	635.00					15.0
N° 4	4.760	240.86					5.0
N° 8	2.360	84.57					
N° 16	1.180	7.80					
N° 30	0.600	4.30					
N° 50	0.300	3.00					
N° 100	0.150	2.30					
N°200	0.075	1.60					
Cazuela		0.90					
Lavado		34.78				REQUISITOS GRANULOMÉTRICOS	
		4700.00					

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.5.1.4. Contenido de Humedad de los agregados grueso, fino y cascote

Se determinó el contenido de humedad de los agregados según a los procedimientos establecidos y estipulados en las normas NTP 339.185, MTC E 108 y ASTM-D2216, que normaliza el procedimiento para determinar el porcentaje total de humedad evaporable en una muestra de agregado fino o grueso por secado. La humedad evaporable incluye la humedad superficial y la contenida en los poros del agregado, pero no considera el agua que se combina químicamente con los minerales de algunos agregados y que no es susceptible de evaporación, por lo que no está incluida en el porcentaje determinado por este método.

a) Equipos y materiales.

- ✓ Balanza de aproximación 0.1g. y sensibilidad de 0.1%
- ✓ Brochas
- ✓ Horno de secado a temperatura 110°C ± 5° C
- ✓ Recipientes o contenedores



b) Procedimiento

- Tomar una muestra representativa del agregado a evaluar, la cantidad se determinará según la NTP 339.185.
- Obtener el peso húmedo de la muestra en un recipiente, contenedor o tara.
- Colocar la muestra en una tara y depositarlo en el horno hasta obtener peso constante. La temperatura del horno debe estar a 105 °C a 115 °C. y el tiempo de secado aproximado será de 24 horas.
- Retirar la muestra del horno, dejarla enfriar y determinar el peso seco.
- Una vez obtenidos los datos, usar la siguiente relación para determinar el contenido de humedad:

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

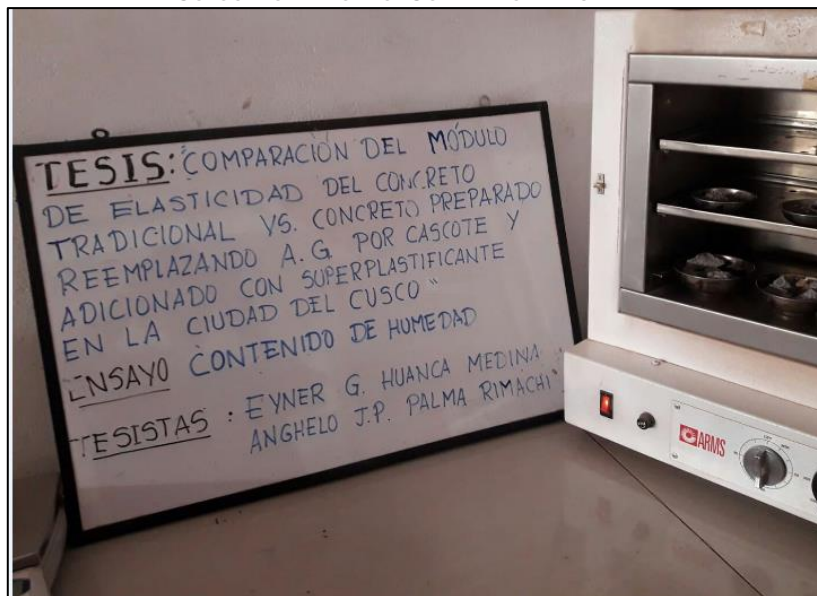
Donde:

P = Contenido total de humedad evaporable de la muestra en %

W = Masa de la muestra húmeda original en gr.

D = Masa de la muestra seca en gr.

FIGURA 36
COLOCADO EN HORNO -CONTENIDO DE HUMEDAD



FUENTE: GALERÍA FOTOGRÁFICA PROPIA





FIGURA 37
TOMA DE PESO FINAL - ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD



FUENTE: GALERÍA FOTOGRÁFICA PROPIA

c) Toma de datos

TABLA 55
RECOLECCIÓN DE DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD AG

 Universidad Andina del Cusco					RECOLECCION DE DATOS CONTENIDO DE HUMEDAD - AGREGADO GRUESO		
AGREGADO GRUESO							
DATOS ESPECIFICOS							
CANTERA		:Zurite					
MUESTRA		:Agregado Gueso					
FECHA		:10/03/2022		LUGAR Lab. Allpa			
RESPONSABLES		:Eyner G. Huanca Medina y Anghelo J. Palma Rimachi					
		Número de Capsula	C-01	C-02	C-03		
Peso de la Capsula (gr)		A	31.64	23.72	26.68		
Peso de la Caps. (gr) + Muestra Hum. (gr)		B	127.16	122.04	123.6		
Peso de la Caps. (gr) + Muestra Seca. (gr)		C	126.36	121.26	122.81		

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 56



RECOLECCIÓN DE DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD AF

 Universidad Andina del Cusco		 RECOLECCION DE DATOS CONTENIDO DE HUMEDAD - AGREGADO FINO		
AGREGADO FINO				
DATOS ESPECIFICOS				
CANTERA	:Huillqui			
MUESTRA	:Agregado Fino			
FECHA	:10/03/2022	LUGAR		Lab. Allpa
RESPONSABLES	:Eyner G. Huanca Medina y Anghelo J. Palma Rimachi			
	Número de Capsula	C-01	C-02	C-03
Peso de la Capsula (gr)	A	18.02	18.32	18.17
Peso de la Caps. (gr) + Muestra Hum. (gr)	B	52.86	69.92	61.38
Peso de la Caps. (gr) + Muestra Seca. (gr)	C	51.64	68.14	59.88

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

TABLA 57

RECOLECCIÓN DE DATOS DE CONTENIDO DE HUMEDAD CASCOTE

 Universidad Andina del Cusco		 RECOLECCION DE DATOS CONTENIDO DE HUMEDAD - AGREGADO GRUESO		
CASCOTE				
DATOS ESPECIFICOS				
CANTERA	: -			
MUESTRA	:Cascote			
FECHA	:10/03/2022	LUGAR		Lab. Allpa
RESPONSABLES	:Eyner G. Huanca Medina y Anghelo J. Palma Rimachi			
	Número de Capsula	C-01	C-02	C-03
Peso de la Capsula (gr)	A	28.22	27.51	29.84
Peso de la Caps. (gr) + Muestra Hum. (gr)	B	142.32	138.51	140.52
Peso de la Caps. (gr) + Muestra Seca. (gr)	C	142.25	138.42	140.41

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.5.1.5. Peso unitario suelto y compactado de los agregados grueso, fino y cascote

Para la realización del ensayo de PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS se tuvieron en cuenta los procedimientos establecidos en la norma NPT 400.017, que establece el método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad (“Peso Unitario”) y los vacíos en los agregados.

a) Equipos y materiales.

- ✓ Balanza de aproximación 0.1 g. y sensibilidad de 0.1%



- ✓ Horno de secado a temperatura $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$
- ✓ Molde metálico
- ✓ Recipientes, bandejas o contenedores
- ✓ Varilla metálica
- ✓ Brochas

b) Procedimiento

PESO UNITARIO SUELTO (PUS):

- Determinamos el volumen del molde metálico a utilizar, y se determina el volumen de este, en nuestro caso se utilizó un molde Proctor cuyo volumen ya está establecido

FIGURA 38
MATERIALES PARA PESO UNITARIO SUELTO



FUENTE: GALERÍA FOTOGRÁFICA PROPIA

- Pesar el molde metálico vacío.

FIGURA 39
PESO DEL MOLDE METÁLICO



FUENTE: GALERÍA FOTOGRÁFICA PROPIA



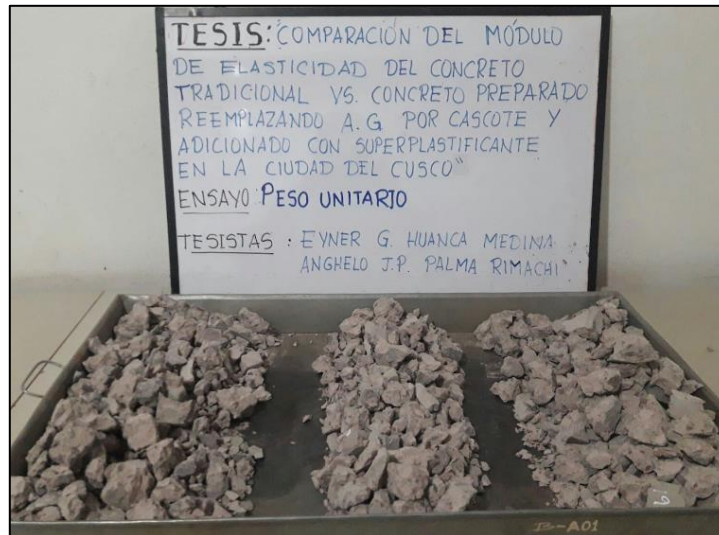
- Se vierte el agregado sin compactar hasta el ras del molde metálico, y enrasar el material con la ayuda de una varilla metálica. En caso del agregado grueso, se utilizan las piedrillas sobrantes para enrasar el material, colocándolas en los espacios vacíos.

FIGURA 40
ENRASADO DEL MATERIAL



FUENTE: GALERÍA FOTOGRÁFICA PROPIA

FIGURA 41
ENSAYO DE PESO UNITARIO SUELTO



FUENTE: GALERÍA FOTOGRÁFICA PROPIA

- A continuación, luego de haber limpiado el molde y de habernos cerciorado de que no exista restos de material a las afueras ni en los bordes de nuestro molde lo pesamos y anotamos el peso.

PESO UNITARIO COMPACTADO (PUC):

- Determinamos el volumen del molde metálico a utilizar, y se determina el volumen de este, en nuestro caso se utilizó un molde Proctor cuyo volumen ya está establecido.



- Pesar el molde metálico vacío.
- Se vierte el agregado a una altura de 5 cm. Por encima del borde superior del molde en tres capas dando 25 golpes distribuidos de manera uniforme en cada capa. Cada capa debe estar a $\frac{1}{3}$ de la altura del molde.

FIGURA 42

MATERIALES DEL ENSAYO DE PESO UNITARIO COMPACTADO



FUENTE: GALERÍA FOTOGRÁFICA PROPIA

- Enrasar con la ayuda de una varilla metálica, limpiar y pesar.

FIGURA 43

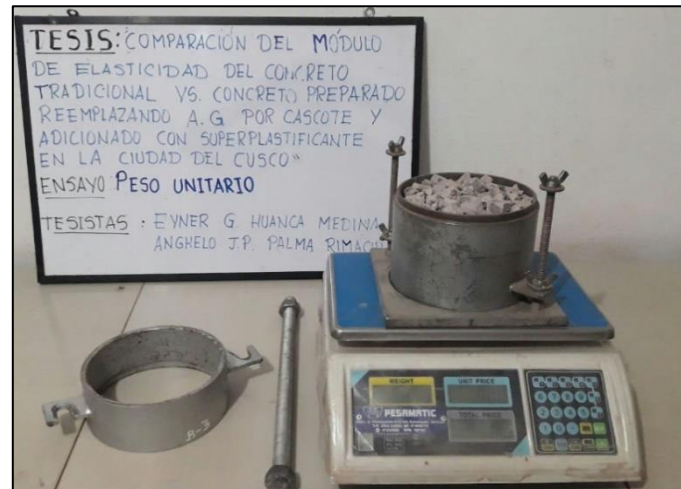
ENRASADO DE MATERIAL



FUENTE: GALERÍA FOTOGRÁFICA PROPIA



FIGURA 44
PESO DEL AGREGADO CON EL MOLDE



FUENTE: GALERÍA FOTOGRÁFICA PROPIA

Una vez obtenidos los datos, utilizar la siguiente fórmula para determinar tanto el peso unitario suelto y compactado

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

Donde:

M = Peso unitario del agregado en kg/m³

G = Peso del recipiente de medida más el agregado en kg.



T = Peso del recipiente de medida en kg

V = Volumen del recipiente de medida en m³

c) Toma de datos

TABLA 58


RECOLECCIÓN DE DATOS DE PESO UNITARIO AG

 Universidad Andina del Cusco		RECOLECCIÓN DE DATOS - PESO UNITARIO - AGREGADO GRUESO				
DATOS ESPECIFICOS						
CANTERA	:Zurite					
MUESTRA	:Agregado Grueso					
FECHA y LUGAR	:12/03/2022 Laboratorio GEOTEST PERU S.A.C					
RESPONSABLES	:Eyner G. Huanca Medina y Anghelo J. Palma Rimachi					
P.U. AG. GRUESO		Peso Unitario Suelto			Peso Unitario Compactado	
Muestra	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Diametro del molde (cm)	15.19	15.19	15.19	15.19	15.19	15.19
Altura del molde (cm)	16.82	16.82	16.82	16.82	16.82	16.82
Peso del Molde (gr.)	8439	8439	8439	8439	8439	8439
Peso del Molde + Muestra (gr.)	12508.1	12553.3	12480.8	13137.1	13140.5	13138.6
Observaciones:						

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

TABLA 59

RECOLECCIÓN DE DATOS DE PESO UNITARIO AF

 Universidad Andina del Cusco		RECOLECCIÓN DE DATOS - PESO UNITARIO - AGREGADO FINO				
DATOS ESPECIFICOS						
CANTERA	:Huillqui					
MUESTRA	:Agregado Fino					
FECHA y LUGAR	:12/03/2022 Laboratorio GEOTEST PERU S.A.C					
RESPONSABLES	:Eyner G. Huanca Medina y Anghelo J. Palma Rimachi					
P.U. AG. FINO		Peso Unitario Suelto			Peso Unitario Compactado	
Muestra	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Diametro del molde (cm)	15.19	15.19	15.19	15.19	15.19	15.19
Altura del molde (cm)	16.82	16.82	16.82	16.82	16.82	16.82
Peso del Molde (gr.)	8439	8439	8439	8439	8439	8439
Peso del Molde + Muestra (gr.)	13216.8	13263	13277.4	13645.94	13602.21	13585.54
Observaciones:						

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

TABLA 60
RECOLECCIÓN DE DATOS DE PESO UNITARIO CASCOTE

P.U. CASCOTE		Peso Unitario Suelto			Peso Unitario Compactado		
Muestra		M1	M2	M3	M4	M5	M6
Diametro del molde (cm)		15.19	15.19	15.19	15.19	15.19	15.19
Altura del molde (cm)		16.82	16.82	16.82	16.82	16.82	16.82
Peso del Molde (gr.)		8439	8439	8439	8439	8439	8439
Peso del Molde + Muestra (gr.)		11840.3	11847	11851.4	12529.4	12395	12514

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.5.1.6. Peso específico y absorción del agregado grueso

a) Equipos y materiales.

- ✓ Balanza: Sensible a 0,5 g y con capacidad de 5 000 g ó más. La balanza estará equipada con un dispositivo capaz de suspender la muestra en la cesta con malla de alambre en el recipiente con agua desde el centro de la plataforma de pesado.
- ✓ Cesta con malla de alambre: Con abertura correspondiente al tamiz N° 6 o abertura menor, también se puede utilizar un recipiente de aproximadamente igual ancho y altura con capacidad de 4 a 7 L para tamaños máximos nominales de 37,5 mm (1 ½ pulg) o menores, y un cesto más grande como sea necesario para ensayar agregados con tamaños máximos mayores. El cesto deberá ser construido de tal forma de prevenir el aire atrapado cuando esté sumergido.
- ✓ Depósito de agua: Un depósito estanco adecuado para sumergir la cesta de alambre en el agua y un dispositivo para suspenderla del centro de la escala de la balanza.
- ✓ Tamices: Un tamiz normalizado de 4,75 mm (N° 4) o de otros tamaños como sean necesarios, de acuerdo a la N.T.P. 350.001.
- ✓ Estufa: Una estufa capaz de mantener una temperatura de 110 ± 5 °C.

b) Procedimiento



- Se toma una muestra representativa estipulada en la NTP 400.021, se lleva y se sumerge en un balde con agua por 24 horas para su saturación.

FIGURA 45
REMOJADO DEL MATERIAL PARA SU SATURACIÓN



FUENTE: GALERÍA FOTOGRÁFICA PROPIA

TABLA 61
CANTIDAD MÍNIMA DE MUESTRA - PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN

Tamaño Máximo Nominal		Cantidad Mínima de Muestra de ensayo
(Pulg.)	mm	kg
1/2"	12.50	2.00
3/4"	19.00	3.00
1"	25.00	4.00
1 1/2"	37.50	5.00
2"	50.00	8.00
2 1/2"	63.00	12.00
3"	75.00	18.00
3 1/2"	90.00	25.00
4"	100.00	40.00
5"	125.00	75.00

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

- Transcurrido el tiempo de saturación, se le vacía el agua, y se le va quitando humedad con una tela apropiada hasta conseguir que toda su superficie quede sin agua, pero no seca, sino opaca (estado superficialmente seco).



FIGURA 46

SECADO SUPERFICIAL DE LA MUESTRA

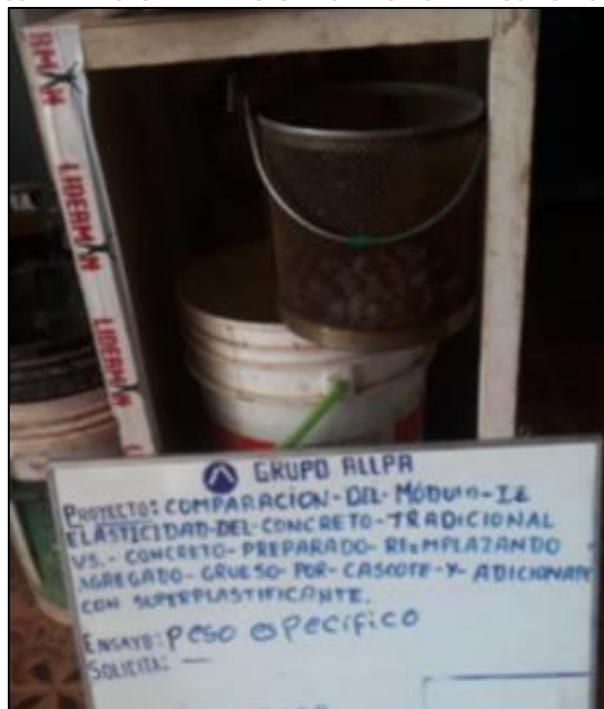


FUENTE: GALERÍA FOTOGRÁFICA PROPIA

- Se anota el peso de material en estado saturado superficialmente seco, con aproximación de 0.5 gr.
- Se coloca la muestra pesada en el cestillo y se determina y se determina el peso de la muestra sumergida completamente dentro del balde, conectando el cestillo a la balanza.

FIGURA 47

PESO DE LA MUESTRA EN EL CESTILLO - ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO



FUENTE: GALERÍA FOTOGRÁFICA PROPIA



- Se pone a secar la muestra en horno a 110°C hasta obtener una temperatura constante, se enfría a temperatura ambiente por 1 a 3 horas y se anota el peso.

c) Toma de datos

TABLA 62
RECOLECCIÓN DE DATOS -PESO ESPECÍFICO- AGREGADO GRUESO

	Universidad Andina del Cusco	RECOLECCION DE DATOS - PESO ESPECÍFICO - AGREGADO GRUESO		
DATOS ESPECIFICOS				
CANTERA	:	Zurite		
MUESTRA	:	Agregado Grueso		
FECHA	:	15/03/2022	LUGAR: Laboratorio Allpa	
RESPONSABLES	:	Eyner G. Huanca Medina y Anghelo J. Palma Rimachi		
AGREGADO GRUESO				
Muestra		M1	M2	Prom.
Peso en el aire de la muestra seca (gr.)	A	665.10	1228.40	
Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire (gr.)	B	673.60	1247.10	
Peso en el agua de la muestra saturada. (gr.)	C	423.60	778.90	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.5.1.7. Peso específico y absorción del agregado fino

a) Equipos y materiales.

- ✓ Balanza, con capacidad mínima de 1000 gr o más y sensibilidad de 0,1 g.
- ✓ Estufa, capaz de mantener una temperatura uniforme de 110 ± 5 °C.
- ✓ Frasco volumétrico de 500 cm³ de capacidad, calibrado hasta 0,1 cm³ a 20 °C.
- ✓ Molde cónico, metálico de 40 – 3 mm de diámetro interior en su base menor, 90 – 3 mm de diámetro interior en una base mayor y 75 – 3 mm de altura.
- ✓ Varilla para apisonado, metálica, recta, con un peso de 340 – 15 g y terminada en un extremo en una superficie circular plana para el apisonado, de 25 – 3 mm de diámetro

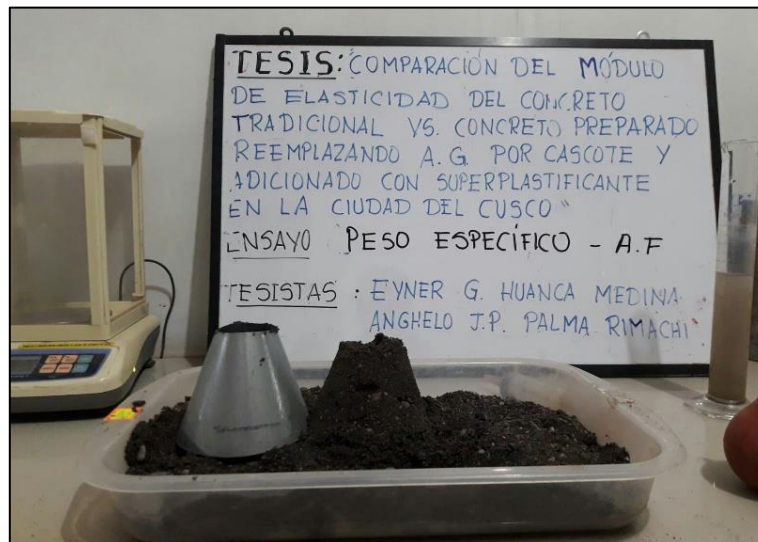
b) Procedimiento

- Se anota el peso del picnómetro con agua hasta el nivel de 500ml.
- De ser necesario se cuartea hasta conseguir una muestra representativa de más de 1 kg del material que pasa la malla N°4.
- Se sumerge en un balde con agua por 24 horas para lograr su saturación.



- Transcurrido el tiempo se vierte el agua con mucho cuidado para que no se pierda el material arcilloso
- El agregado húmedo se cocina a fuego lento, removiendo constantemente para que la humedad sea uniforme hasta alcanzar el estado superficialmente seco.
- En este punto se debe hacer la prueba del cono el cual consiste en colocar el agregado hasta rebalsar, se enrasa y se retira el cono:
- Si se queda con forma tronco-cónica, tiene más humedad que la correspondiente al estado superficialmente seco.

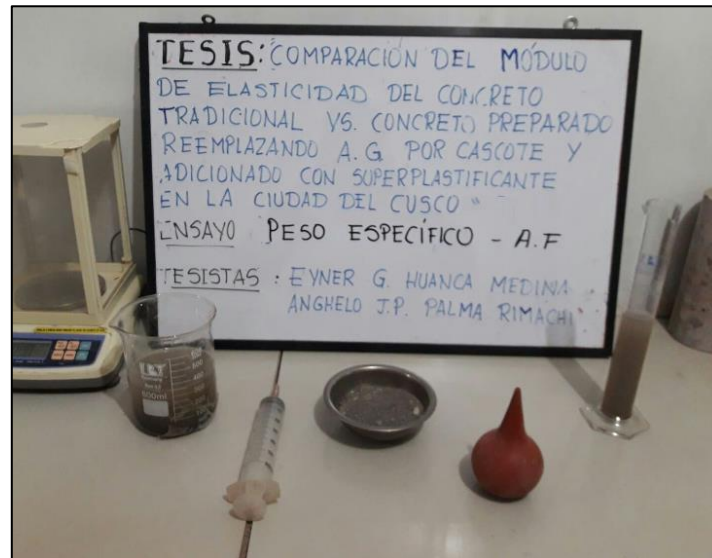
FIGURA 48
PESO ESPECÍFICO DEL AGREGADO FINO



FUENTE: GALERÍA FOTOGRÁFICA PROPIA

- Si se queda con forma cónica terminada en punta sin desmoronarse, tiene la humedad correspondiente al estado saturado superficialmente seco
- Si se desmorona, tiene menos humedad que la correspondiente al estado superficialmente seco.
- Una vez que el material se encuentre en el estado superficialmente seco, se pesa 500 gramos de material y se colocan en la fiola, y otros 500 gramos se ponen al horno a secar.
- Se llena la fiola hasta el nivel de los 1000ml y con la bomba de vacíos se le quitan los vacíos que tenga el material hasta que se eliminen las burbujas de aire.

FIGURA 49
MATERIALES PARA ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO DE A.F.



FUENTE: GALERÍA FOTOGRÁFICA PROPIA

- Al día siguiente se procede a sacar el otro material de horno y se anota el peso.

c) Toma de datos

TABLA 63
RECOLECCIÓN DE DATOS - PESO ESPECÍFICO - AGREGADO FINO

		RECOLECCION DE DATOS - PESO ESPECÍFICO - AGREGADO FINO			
DATOS ESPECIFICOS					
CANTERA	:	Huillqui			
MUESTRA	:	Agregado Fino			
FECHA	:	15/03/2022	LUGAR:	Laboratorio Alpa	
RESPONSABLES	:				
AGREGADO FINO					
		Muestra	M1	M2	Prom.
Peso del Material Seco a 105°C (gr.)		A	487.57	286.59	-
Peso de la fiola + Agua (gr.)		B	669.61	669.64	
Peso de la fiola + Muestra + Agua hasta la marca de calibración.		C	978.53	850.99	
Peso de la Muestra Saturada Superficialmente Seca. (gr.)		S	500.08	293.40	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.5.1.8. Peso específico y absorción del Cascote

a) Equipos y materiales.

Los equipos y materiales serán acorde a los utilizados para el agregado grueso, descrito líneas arriba.

b) Procedimiento

El procedimiento será acorde a los realizados para el agregado grueso descrito líneas arriba.

FIGURA 50
ENSAYO DE PESO ESPECÍFICO DEL CASCOTE



FUENTE: GALERÍA FOTOGRÁFICA PROPIA

c) Toma de datos

TABLA 64
RECOLECCIÓN DE DATOS - PESO ESPECÍFICO - CASCOTE

		RECOLECCION DE DATOS - PESO ESPECÍFICO - CASCOTE				
DATOS ESPECIFICOS						
CANTERA	:	-				
MUESTRA	:	Cascote				
FECHA	:	15/03/2022	LUGAR:	Laboratorio Allpa		
RESPONSABLES	:	Eyner G. Huanca Medina y Anghelo J. Palma Rimachi				
CASCOTE						
Muestra			M1	M2	Prom.	
Peso en el aire de la muestra seca (gr.)		A	1418.50	1194.70		
Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire (gr.)		B	1527.10	1276.20		
Peso en el agua de la muestra saturada. (gr.)		C	876.60	741.60		

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.5.1.9. Elaboración de probetas cilíndricas y determinación de la consistencia de concreto

a) Equipos y materiales.

- ✓ Mezcladora de concreto de 6 pies³.
- ✓ Cono de Abraham.



- ✓ Briqueteras de 15*30 cm.
- ✓ Varilla de 5/8”.
- ✓ Martillo de goma
- ✓ Balanza (g).
- ✓ Cucharones.
- ✓ Cemento.
- ✓ Agregado grueso.
- ✓ Agregado fino.
- ✓ Cascote
- ✓ Agua
- ✓ Aditivo superplastificante

b) Procedimiento

MEZCLA DEL CONCRETO

- Como primer paso, verificamos el estado de los materiales a usar, asegurándonos que estén completos y limpios.
- Seguidamente se colocaron los moldes en una superficie plana y firme, lugar donde permanecerán hasta que se desmolden. Seguidamente pasamos a humedecer todas las superficies interiores de las briqueteras con petróleo para facilitar el desmoldado. Los moldes para las muestras y los sujetadores de dichos moldes que deben estar en contacto con el concreto deben ser de acero, hierro forjado, o de otro material no absorbente y que no reaccione con el concreto utilizado en los ensayos, así también deben ser herméticas (MTC – E 702 y NTP 339.183).

“Los moldes deben tener una altura nominal interior igual a dos veces el diámetro nominal interior.” (ASTM C 470)



FIGURA 51

BRIQUETERAS CON PETRÓLEO EN CARAS INTERIORES



FUENTE: GALERÍA FOTOGRÁFICA PROPIA

- Una vez realizados los pasos anteriores, se alistaron las proporciones calculadas en el diseño de mezclas para el cemento, agregados, agua y aditivos para el caso del concreto preparado con cascote.

FIGURA 52

PROPORCIONES DE MATERIALES LISTAS



FUENTE: GALERÍA FOTOGRÁFICA PROPIA

- Seguidamente y antes que empiece la rotación de la mezcladora se debe introducir el agregado grueso con algo del agua que se use en la mezcla y la solución del aditivo, cuando ésta se requiera, el aditivo se debe dispersar en el agua antes de su adición a la mezcla. Se pone en funcionamiento la mezcladora, al cabo de unas cuantas revoluciones se adicionan el agregado fino, el cemento y el agua en ese orden, esto con la mezcladora en funcionamiento.



FIGURA 53

VERTIDO DE MATERIALES EN LA MEZCLADORA

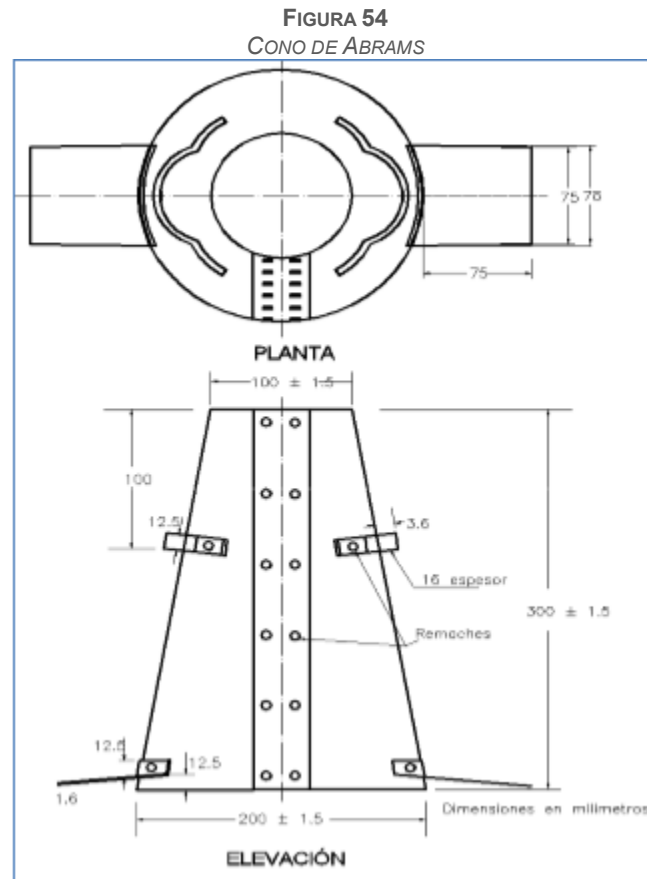


FUENTE: GALERÍA FOTOGRÁFICA PROPIA

- Seguidamente se debe mezclar el concreto durante 3 minutos a partir del momento en que todos los ingredientes estén en la mezcladora. Se apaga la mezcladora durante 3 minutos y se pone en funcionamiento durante 2 minutos de agitación final.
- Seguidamente se deposita la mezcla de concreto a una carretilla asegurándonos que este esté libre de impurezas y limpia.

DETERMINACIÓN DE LA CONSISTENCIA

Se debe medir el asentamiento de acuerdo con la norma MTC E 705 y NTP 339.034, para esto se hace uso de un molde denominado cono de Abrams, el cual tiene las siguientes características.



FUENTE: NTP 339.034

- Se humedece el molde y se coloca sobre una superficie horizontal rígida, plana, húmeda y no absorbente. Se sujeta firmemente con los pies y se llena con la muestra de concreto en tres capas, cada una de ellas de un tercio del volumen del molde, aproximadamente. Un tercio del volumen del molde corresponde, aproximadamente, a una altura de 67 mm; dos tercios del volumen corresponden a una altura de 155 mm.
- Cada capa debe compactarse con 25 golpes de la varilla, distribuidos uniformemente sobre su sección transversal. Para la capa del fondo es necesario inclinar ligeramente la varilla dando aproximadamente la mitad de los golpes cerca del perímetro y avanzando con golpes verticales en forma de espiral, hacia el centro. La capa del fondo se debe compactar en todo su espesor; las capas intermedia y superior en su espesor respectivo, de modo que la varilla penetre ligeramente en la capa inmediatamente inferior
- Al llenar la capa superior se debe apilar concreto sobre el molde antes de compactar. Si al hacerlo se asienta por debajo del borde superior, se debe agregar concreto adicional para que en todo momento haya concreto sobre el molde. Después que la última capa ha sido compactada se debe alisar a ras la superficie del concreto. Inmediatamente el molde es retirado, alzándolo cuidadosamente en dirección vertical.



- El concreto del área que rodea la base del cono debe ser removido para prevenir interferencia con el proceso de asentamiento. El alzado del molde debe hacerse en un tiempo aproximado de 5 ± 2 segundos, mediante un movimiento uniforme hacia arriba, sin que se imparta movimiento lateral o de torsión al concreto. El ensayo de asentamiento se debe comenzar a más tardar 5 minutos después de tomada la muestra.

FIGURA 55
PRUEBA DE SLUMP



FUENTE: GALERÍA FOTOGRÁFICA PROPIA

- Inmediatamente después, se mide el asentamiento, determinando la diferencia entre la altura del molde y la altura medida sobre el centro original de la base superior del espécimen



FIGURA 56
MEDIDA DEL REVENIMIENTO



FUENTE: GALERÍA FOTOGRÁFICA PROPIA

COLOCACIÓN Y VACIADO DEL CONCRETO

- Primero se determina el lugar del moldeo, que debe ser lo más cerca posible al lugar donde se van a guardar para su fraguado en las siguientes 24 horas.
- Seguidamente se colocan las muestras sobre una superficie rígida ya elegida libre de vibraciones y libre de inclinaciones.
- Seguidamente colocamos el concreto en los moldes utilizando cucharones, la mezcla de concreto en el recipiente se debe remezclar continuamente durante el moldeo de los especímenes, con el objeto de prevenir la segregación
- Posteriormente se distribuye el concreto con la varilla compactadora, antes del inicio de la consolidación. La elección de la varilla y el número de golpes por capa, se deben considerar de acuerdo a los especificado en la norma NTP 339.035 y MTC E 702.

TABLA 65
DIÁMETRO DE VARILLA Y NÚMERO DE GOLPES POR CAPA

CILINDROS		
Diámetro del cilindro en mm (pulgadas)	Diámetro de varilla Número en mm (pulgadas)	Número de golpes por capa
50 (2) a 150 (6)	10 (3/8) 25	25
150 (6)	16 (5/8) 25	25
200(8)	16 (5/8) 50	50
250(10)	16 (5/8) 75	75



VIGAS Y PRISMAS		
Área de la superficie superior de la muestra en cm^2 (pulg ²)	Diámetro de varilla en mm (pulgada)	Número de golpes por capa
160(25)	10(3/8)	25
160(25) a 310(49)	10(3/8)	1 por cada 7 cm^2 (1pulg ²) de área
320(50) o más	16(3/8)	1 por cada 14 m^2 (2pulg ²) de área

FUENTE: NTP 339.035

FIGURA 57
ELABORADO DE BRIQUETAS DE CONCRETO



FUENTE: GALERÍA FOTOGRÁFICA PROPIA

- En la colocación de la capa final se debe intentar colocar una capa de concreto que complete exactamente el relleno del molde. No se permite la adición de muestras que no sean representativas del concreto dentro de un molde insuficientemente llenado.
- Número de capas – El número de capas con el cual se fabrica el espécimen debe ser el especificado en la siguiente tabla:

TABLA 66

NÚMERO DE CAPAS REQUERIDAS EN LA ELABORACIÓN DE LAS MUESTRAS

Tipo de tamaño de la muestra en mm (pulgadas)	Método de compactación	Número de capas	Altura aproximada De la capa en mm (pulgadas)
CILINDROS Hasta 300(12) Mayor que 300(12)	Apisonado(varillado) Apisonado(varillado)	3 iguales Las requeridas	100(4)
Hasta 460(18) Mayor que 460(18)	Vibración Vibración	2 iguales 3 ó más	200(4)
PRISMAS Hasta 200(8) Mayor que 200(8)	Apisonado(varillado) Apisonado(varillado)	2 iguales 3 o más	100(4)
Hasta 200(8) Mayor que 200(8)	Vibración Vibración	1 2 o más	200(8) C 172

FUENTE: NTP 339.035

- Después de llenar y compactar los moldes, se retiran los excesos de concreto con la varilla, manipulándose lo menos posible, dejando la cara lisa para dejarlos fraguar hasta el día siguiente.

FIGURA 58

GOLPEO CON MARTILLO DE GOMA PARA LA CORRECTA DISTRIBUCIÓN



FUENTE: GALERÍA FOTOGRÁFICA PROPIA



FIGURA 59
BRIQUETAS DE CONCRETO



FUENTE: GALERÍA FOTOGRÁFICA PROPIA

DESENCOFRADO Y CURADO

- Pasado un tiempo de 24 horas, se procede a desencofrar o desmoldar los testigos cilíndricos teniendo mucho cuidado en no dañar las superficies de los testigos.
- Por último, se colocan los testigos de concreto en agua con el fin de curarlos hasta su respectivo análisis a los 7, 14 y 28 días.

3.5.1.10. Resistencia a la compresión

Se determinó la resistencia a la compresión de probetas cilíndricas según a los procedimientos establecidos y estipulados en las normas NTP 339.034, ASTM C 39 – 39M y MTC E 704, como parte del ensayo de la determinación del módulo de elasticidad del concreto en testigos o probetas cilíndricas.

a) Equipos y materiales.

- ✓ Máquina de compresión Axial (Prensa Hidráulica).
- ✓ Vernier/rwegla metálica
- ✓ Briquetas de 15cm. x 30cm.

b) Procedimiento



- Una vez retirados los testigos de concreto del lugar de curación, se procedió a ubicarlos en el lugar donde se realizó las pruebas de determinación del módulo de elasticidad y resistencia a compresión.

FIGURA 60
TESTIGOS DE CONCRETO



FUENTE: GALERÍA FOTOGRÁFICA PROPIA

- Con ayuda del vernier y la regla metálica, se procedió a realizar las respectivas mediciones de diámetro inferior, superior y altura a las distintos testigos cilíndricos o briquetas, anotando los distintos valores en la hoja de instrumentos de laboratorio.

FIGURA 61
MEDIDA DE DIÁMETRO DE LAS BRIQUETAS

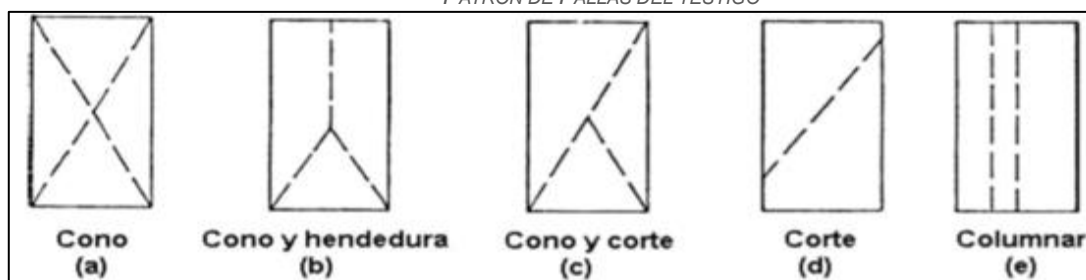


FUENTE: GALERÍA FOTOGRÁFICA PROPIA



- Se procede a verificar el estado de la máquina de ensayo, verificando que la calibración de esta haya sido realizada con no más de 12 meses antes de realizar la prueba (máxima cada 13 meses)
- Colocación de la Muestra – Se coloca el bloque de carga inferior sobre la plataforma de la máquina de ensayo, directamente debajo del bloque superior, todo esto verificando que la briqueta se encuentre en la parte central de ambas caras.
- Se limpian con un paño las superficies de los bloques superior e inferior y se coloca el espécimen sobre el bloque inferior, en nuestro caso no se usaron caras superiores ni inferiores de neopreno, ya que se quería obtener la deformación unitaria más exacta para la determinación más precisa del módulo de elasticidad, Antes de ensayar el espécimen se debe verificar que el indicador de carga esté ajustado en cero.
- Velocidad de Carga – Se aplica la carga continuamente sin golpes bruscos. La carga se deberá aplicar a una velocidad correspondiente a una tasa de aplicación de carga comprendida en el rango de $0,25 \pm 0,05$ MPa/s (35 ± 7 psi/s).
- Se aplica la carga hasta que el indicador señale que ella comienza a decrecer de manera continua y el cilindro muestra un patrón de falla definido como muestra el siguiente cuadro:

FIGURA 62
PATRÓN DE FALLAS DEL TESTIGO



FUENTE: GALERÍA FOTOGRÁFICA PROPIA



FIGURA 63
ROTURA DE BRIQUETAS



FUENTE: GALERÍA FOTOGRÁFICA PROPIA

- Una vez obtenido la última lectura de la carga máxima obtenida anotararlo en la hoja de instrumentos de recolección de datos.

FIGURA 64
LECTURA DE LA CARGA MÁXIMA



FUENTE: GALERÍA FOTOGRÁFICA PROPIA

- Cuando se ensayan cilindros sin refrentar, puede ocurrir una fractura de esquina antes de alcanzar la carga última; en tal caso se debe continuar la compresión hasta que se tenga la certeza de haber alcanzado la carga última.



- Una vez obtenidos los datos, usar la relación:

$$Rc = 4G \pi \times D^2$$

Donde:

Rc = Es la resistencia de rotura a la compresión, en Kg/cm².

G = La carga máxima de rotura en (kg).

D = Es el diámetro de la probeta cilíndrica, en (cm).

c) Toma de datos

DIMENSIONES DE BRIQUETAS

TABLA 67

DIMENSIONES DE BRIQUETAS- CONCRETO TRADICIONAL A LOS 7 DÍAS

Nombre		Diámetro Superior (cm)		Diámetro superior promedio (cm)	Diámetro Inferior (cm)		Diámetro inferior promedio (cm)	Altura (cm)		Altura promedio (cm)	Área (cm ²)
		d1	d2		d3	d4		h1	h2		
01 - A		14.92	14.95	14.94	15.00	15.18	15.09	30.00	30.10	30.05	177.06
02 - A		14.90	15.02	14.96	15.24	15.18	15.21	30.32	30.28	30.30	178.71
03 - A		15.28	15.21	15.25	14.99	14.95	14.97	30.17	30.32	30.25	179.30
04 - A		15.05	15.19	15.12	14.91	15.01	14.96	30.21	30.08	30.15	177.65
05 - A		14.94	15.19	15.07	14.93	15.10	15.02	30.16	30.11	30.14	177.78
06 - A		15.05	14.98	15.02	14.95	15.03	14.99	30.20	30.14	30.17	176.83
07 - A		15.15	15.00	15.08	15.18	14.99	15.09	30.07	30.17	30.12	178.72
08 - A		15.17	15.17	15.17	14.92	14.90	14.91	30.07	30.03	30.05	177.65
09 - A		14.92	15.02	14.97	15.04	15.12	15.08	30.09	30.20	30.15	177.30
10 - A		14.93	15.17	15.05	15.00	15.02	15.01	30.01	30.18	30.10	177.42
11 - A		15.14	14.99	15.07	14.94	15.03	14.99	30.00	30.13	30.07	177.42
12 - A		14.99	14.95	14.97	15.12	14.98	15.05	30.06	30.19	30.13	176.95
13 - A		14.90	14.95	14.93	15.12	15.04	15.08	30.15	30.20	30.18	176.83
14 - A		14.92	15.10	15.01	14.90	14.90	14.90	30.00	30.20	30.10	175.65
15 - A		15.11	14.98	15.05	15.01	15.20	15.11	30.12	30.14	30.13	178.60

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 68

DIMENSIONES DE BRIQUETAS- CONCRETO TRADICIONAL A LOS 14 DÍAS



Nombre		Diametro Superior (cm)		Diametro superior promedio (cm)	Diametro Inferior (cm)		Diametro inferior promedio (cm)	Altura (cm)		Altura promedio (cm)	Área (cm ²)
		d1	d2		d3	d4		h1	h2		
16 - A		14.96	15.31	15.14	15.23	14.97	15.10	30.28	30.32	30.30	179.55
17 - A		15.31	15.23	15.27	15.02	15.11	15.07	30.22	30.08	30.15	180.73
18 - A		14.99	14.94	14.97	15.15	14.88	15.02	30.17	30.13	30.15	176.60
19 - A		15.08	15.00	15.04	14.98	14.80	14.89	30.04	30.06	30.05	175.89
20 - A		15.00	15.05	15.03	14.92	15.12	15.02	30.17	30.03	30.10	177.30
21 - A		14.99	14.95	14.97	15.16	14.97	15.07	30.07	30.08	30.08	177.18
22 - A		15.12	15.13	15.13	14.97	14.96	14.97	30.19	30.05	30.12	177.89
23 - A		14.92	15.19	15.06	15.00	14.97	14.99	30.00	30.06	30.03	177.30
24 - A		14.97	14.95	14.96	15.18	15.17	15.18	30.17	30.05	30.11	178.36
25 - A		15.08	14.94	15.01	15.02	15.08	15.05	30.17	30.02	30.10	177.42
26 - A		15.03	15.20	15.12	14.95	15.18	15.07	30.07	30.19	30.13	178.96
27 - A		14.90	15.20	15.05	15.04	15.07	15.06	30.04	30.11	30.08	178.01
28 - A		15.12	15.01	15.07	14.98	15.20	15.09	30.01	30.10	30.06	178.60
29 - A		15.14	14.96	15.05	15.11	14.96	15.04	30.08	30.00	30.04	177.78
30 - A		15.02	14.93	14.98	15.16	15.20	15.18	30.16	30.15	30.16	178.60

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 69

DIMENSIONES DE BRIQUETAS- CONCRETO TRADICIONAL A LOS 28 DÍAS



		RECOLECCIÓN DE DATOS - DIMENSIONES DE BRIQUETAS - CONCRETO TRADICIONAL								
Tesis: "Comparación Del Módulo De Elasticidad Del Concreto Tradicional Vs. Concreto Preparado Reemplazando Agregado Grueso Por Cascote Y Adicionado Con Superplastificante En La Ciudad Del Cusco- 2023"										
Responsables			:Eyner G. Huanca Medina y Anghelo J. Palma Rimachi							
Fecha y Lugar			:25/04/2022 - Laboratorios Allpa							
CONCRETO TRADICIONAL - 28 DIAS										
Nombre	Diametro Superior (cm)		Diametro superior promedio (cm)	Diametro Inferior (cm)		Diametro inferior promedio (cm)	Altura (cm)		Altura promedio (cm)	Área (cm ²)
	d1	d2		d3	d4		h1	h2		
31 - A	15.08	15.20	15.14	15.10	15.14	15.12	30.00	30.00	30.00	179.79
32 - A	15.08	15.25	15.17	15.18	15.06	15.12	30.08	30.01	30.05	180.15
33 - A	15.11	15.20	15.16	15.20	15.04	15.12	30.30	30.20	30.25	180.03
34 - A	15.02	15.00	15.01	15.00	14.92	14.96	30.21	30.08	30.15	176.36
35 - A	14.94	15.02	14.98	15.20	15.00	15.10	30.17	30.04	30.11	177.66
36 - A	15.20	15.02	15.11	14.90	15.09	15.00	30.00	30.18	30.09	178.01
37 - A	15.20	14.95	15.08	14.93	14.92	14.93	30.03	30.11	30.07	176.83
38 - A	15.01	15.08	15.05	15.04	14.92	14.98	30.12	30.07	30.10	177.07
39 - A	15.18	15.11	15.15	14.90	14.99	14.95	30.17	30.08	30.13	177.89
40 - A	15.16	15.00	15.08	15.04	14.90	14.97	30.04	30.20	30.12	177.30
41 - A	14.91	15.19	15.05	15.18	15.16	15.17	30.16	30.11	30.14	179.31
42 - A	14.90	15.04	14.97	14.95	15.01	14.98	30.07	30.16	30.12	176.13
43 - A	14.96	15.17	15.07	14.96	14.99	14.98	30.01	30.15	30.08	177.30
44 - A	15.17	15.15	15.16	14.91	15.11	15.01	30.01	30.02	30.02	178.72
45 - A	14.95	15.01	14.98	15.18	14.94	15.06	30.02	30.16	30.09	177.18

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 70

DIMENSIONES DE BRIQUETAS- CONCRETO CON CASCOTE A LOS 7 DÍAS



		RECOLECCIÓN DE DATOS - DIMENSIONES DE BRIQUETAS - CONCRETO CON CASCOTE								
Tesis: "Comparación Del Módulo De Elasticidad Del Concreto Tradicional Vs. Concreto Preparado Reemplazando Agregado Grueso Por Cascote Y Adicionado Con Superplastificante En La Ciudad Del Cusco-2023"										
Responsables			:Eyner G. Huanca Medina y Anghelo J. Palma Rimachi							
Fecha y Lugar			:30/03/2022 - Laboratorios Allpa							
CONCRETO CON CASCOTE - 7 DIAS										
Nombre	Diametro Superior (cm)		Diametro superior promedio (cm)	Diametro Inferior (cm)		Diametro inferior promedio (cm)	Altura (cm)		Altura promedio (cm)	Área (cm ²)
	d1	d2		d3	d4		h1	h2		
01 - B	15.13	14.98	15.06	15.04	15.20	15.12	30.01	30.09	30.05	178.84
02 - B	15.08	15.17	15.13	15.00	15.05	15.03	30.08	30.12	30.10	178.60
03 - B	15.09	15.25	15.17	15.35	15.29	15.32	30.02	30.08	30.05	182.53
04 - B	15.04	15.17	15.11	15.10	15.00	15.05	30.16	30.14	30.15	178.60
05 - B	15.19	15.11	15.15	15.13	15.08	15.11	29.99	30.05	30.02	179.79
06 - B	15.20	14.96	15.08	14.97	14.93	14.95	29.98	30.10	30.04	177.06
07 - B	15.19	15.18	15.19	14.92	15.19	15.06	29.87	29.89	29.88	179.67
08 - B	15.14	14.95	15.05	15.01	14.97	14.99	30.16	29.91	30.04	177.19
09 - B	14.95	15.02	14.99	15.01	14.95	14.98	30.00	30.19	30.10	176.36
10 - B	15.10	15.08	15.09	15.12	15.06	15.09	30.00	30.07	30.04	178.84
11 - B	14.91	15.11	15.01	14.92	14.92	14.92	30.08	30.09	30.09	175.89
12 - B	14.90	14.96	14.93	15.14	14.95	15.05	30.15	30.00	30.08	176.48
13 - B	15.05	15.00	15.03	15.04	14.92	14.98	29.86	30.09	29.98	176.83
14 - B	15.20	14.98	15.09	14.92	14.96	14.94	30.25	30.22	30.24	177.06
15 - B	15.17	15.01	15.09	15.07	15.02	15.05	29.93	30.23	30.08	178.37

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 71

DIMENSIONES DE BRIQUETAS- CONCRETO CON CASCOTE A LOS 14 DÍAS

		RECOLECCIÓN DE DATOS - DIMENSIONES DE BRIQUETAS - CONCRETO CON CASCOTE							Universidad Andina del Cusco	
Tesis: "Comparación Del Módulo De Elasticidad Del Concreto Tradicional Vs. Concreto Preparado Reemplazando Agregado Grueso Por Cascote Y Adicionado Con Superplastificante En La Ciudad Del Cusco- 2023"										
Responsables				:Eyner G. Huanca Medina y Anghelo J. Palma Rimachi						
Fecha y Lugar				:09/04/2022 - Laboratorios Allpa						
CONCRETO CON CASCOTE - 14 DIAS										
Nombre	Diametro Superior (cm)		Diametro superior promedio (cm)	Diametro Inferior (cm)		Diametro inferior promedio (cm)	Altura (cm)		Altura promedio (cm)	Área (cm ²)
	d1	d2		d3	d4		h1	h2		
16 - B	14.85	14.90	14.88	15.02	15.24	15.13	29.94	29.96	29.95	176.82
17 - B	14.47	14.57	14.52	14.34	14.30	14.32	30.17	30.13	30.15	163.31
18 - B	14.70	14.75	14.73	14.92	14.88	14.90	30.00	30.20	30.10	172.38
19 - B	14.60	14.84	14.72	15.32	15.30	15.31	30.15	30.25	30.20	177.00
20 - B	14.96	14.97	14.97	14.90	15.11	15.01	30.17	30.05	30.11	176.48
21 - B	15.10	15.18	15.14	15.05	14.97	15.01	30.01	29.96	29.99	178.48
22 - B	14.92	14.96	14.94	15.13	15.19	15.16	29.90	30.18	30.04	177.89
23 - B	15.12	15.06	15.09	15.10	15.18	15.14	30.11	29.88	30.00	179.43
24 - B	14.99	15.10	15.05	15.16	15.04	15.10	29.91	30.01	29.96	178.49
25 - B	15.18	14.91	15.05	15.15	15.18	15.17	30.07	29.98	30.03	179.31
26 - B	15.04	15.10	15.07	15.11	14.99	15.05	30.10	29.98	30.04	178.13
27 - B	14.95	14.91	14.93	15.07	15.18	15.13	29.98	30.02	30.00	177.41
28 - B	15.13	14.95	15.04	15.03	15.07	15.05	30.09	30.11	30.10	177.78
29 - B	14.98	15.00	14.99	15.14	15.11	15.13	30.13	30.23	30.18	178.13
30 - B	15.07	15.01	15.04	15.10	14.90	15.00	30.06	30.18	30.12	177.19

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 72

DIMENSIONES DE BRIQUETAS- CONCRETO CON CASCOTE A LOS 28 DÍAS

Nombre		Diametro Superior (cm)		Diametro superior promedio (cm)	Diametro Inferior (cm)		Diametro inferior promedio (cm)	Altura (cm)		Altura promedio (cm)	Área (cm ²)
		d1	d2		d3	d4		h1	h2		
31 - B		15.50	15.44	15.47	15.17	15.27	15.22	30.16	30.04	30.10	184.92
32 - B		14.89	14.99	14.94	15.79	15.91	15.85	29.80	30.00	29.90	185.98
33 - B		14.83	14.96	14.90	15.00	15.36	15.18	29.89	30.01	29.95	177.64
34 - B		14.90	14.92	14.91	15.09	15.25	15.17	29.97	30.03	30.00	177.65
35 - B		15.13	15.17	15.15	15.08	15.06	15.07	30.14	30.09	30.12	179.31
36 - B		14.91	15.09	15.00	15.20	15.09	15.15	30.14	29.97	30.06	178.48
37 - B		15.11	15.03	15.07	15.19	15.11	15.15	30.16	30.03	30.10	179.31
38 - B		14.90	15.15	15.03	15.01	14.98	15.00	30.01	30.20	30.11	177.07
39 - B		15.00	15.09	15.05	15.10	15.14	15.12	29.97	29.87	29.92	178.72
40 - B		14.92	15.12	15.02	15.00	15.06	15.03	30.21	30.02	30.12	177.30
41 - B		15.11	15.13	15.12	14.94	14.95	14.95	30.24	29.85	30.05	177.53
42 - B		15.17	14.99	15.08	15.15	15.04	15.10	30.23	30.09	30.16	178.84
43 - B		14.91	14.93	14.92	15.08	15.19	15.14	29.97	29.91	29.94	177.41
44 - B		14.95	15.11	15.03	15.12	15.19	15.16	30.22	30.05	30.14	178.96
45 - B		14.93	14.97	14.95	15.06	14.96	15.01	30.20	29.94	30.07	176.24

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



CARGAS MÁXIMA DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

TABLA 73
LECTURA DE CARGA MÁXIMA- RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN

Universidad Andina del Cusco		RECOLECCIÓN DE DATOS - LECTURA DE CARGA MÁXIMA - RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN			
Tesis: "Comparación Del Módulo De Elasticidad Del Concreto Tradicional Vs. Concreto Preparado Reemplazando Agregado Grueso Por Cascote Y Adicionado Con Superplastificante En La Ciudad Del Cusco-2023"					
Responsables: Eyner G. Huanca Medina y Anghelo J. Palma Rimachi					
Nombre	Carga Maxima (KN)	Nombre	Carga Maxima (KN)	Nombre	Carga Maxima (KN)
01 - A	268.87 kN	16 - A	353.02 kN	31 - A	418.59 kN
02 - A	258.24 kN	17 - A	321.46 kN	32 - A	364.33 kN
03 - A	263.31 kN	18 - A	323.74 kN	33 - A	450.07 kN
04 - A	284.82 kN	19 - A	301.83 kN	34 - A	452.98 kN
05 - A	269.76 kN	20 - A	318.28 kN	35 - A	401.85 kN
06 - A	294.40 kN	21 - A	315.40 kN	36 - A	452.69 kN
07 - A	261.32 kN	22 - A	341.85 kN	37 - A	404.61 kN
08 - A	274.13 kN	23 - A	323.15 kN	38 - A	439.62 kN
09 - A	264.03 kN	24 - A	327.24 kN	39 - A	419.83 kN
10 - A	289.61 kN	25 - A	301.39 kN	40 - A	432.34 kN
11 - A	276.04 kN	26 - A	335.78 kN	41 - A	461.51 kN
12 - A	275.40 kN	27 - A	352.64 kN	42 - A	418.85 kN
13 - A	290.27 kN	28 - A	352.78 kN	43 - A	457.25 kN
14 - A	264.48 kN	29 - A	330.19 kN	44 - A	410.95 kN
15 - A	277.20 kN	30 - A	356.29 kN	45 - A	451.95 kN
Nombre	Carga Maxima (KN)	Nombre	Carga Maxima (KN)	Nombre	Carga Maxima (KN)
01 - B	256.62 kN	16 - B	375.13 kN	31 - B	408.29 kN
02 - B	291.49 kN	17 - B	343.41 kN	32 - B	419.69 kN
03 - B	297.69 kN	18 - B	393.25 kN	33 - B	415.24 kN
04 - B	294.39 kN	19 - B	398.31 kN	34 - B	451.66 kN
05 - B	294.06 kN	20 - B	366.26 kN	35 - B	388.70 kN
06 - B	272.09 kN	21 - B	381.76 kN	36 - B	404.96 kN
07 - B	277.24 kN	22 - B	409.86 kN	37 - B	450.94 kN
08 - B	254.80 kN	23 - B	407.37 kN	38 - B	437.99 kN
09 - B	277.76 kN	24 - B	371.57 kN	39 - B	399.98 kN
10 - B	256.92 kN	25 - B	389.85 kN	40 - B	444.42 kN
11 - B	280.43 kN	26 - B	383.63 kN	41 - B	432.47 kN
12 - B	296.82 kN	27 - B	407.92 kN	42 - B	419.07 kN
13 - B	241.91 kN	28 - B	345.40 kN	43 - B	425.24 kN
14 - B	255.85 kN	29 - B	376.00 kN	44 - B	435.02 kN
15 - B	261.44 kN	30 - B	428.65 kN	45 - B	413.74 kN

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.5.1.11. Determinación del módulo de Elasticidad

a) Equipos y materiales.

- ✓ Máquina de compresión Axial (Prensa Hidráulica).
- ✓ Vernier/regla metálica



- ✓ Briquetas de 15cm. x 30cm.
- ✓ Deformímetro(s).

b) Procedimiento

- Se toman las medidas de los diámetros y alturas de los testigos de concreto. Para luego ubicar el punto medio de la briqueta de ahí trazar dos líneas perpendiculares y alinear a la prensa hidráulica.
- Se colocan los deformímetros verticales, de tal forma que queden listos para iniciar con la aplicación de los esfuerzos verticales.

FIGURA 65
DEFORMÍMETROS VERTICALES



FUENTE: GALERÍA FOTOGRÁFICA PROPIA

Seguidamente se hacen las lecturas del deformímetro vertical en variaciones de 10 líneas en 10 líneas, anotando simultáneamente los datos necesarios de los esfuerzos a los que se va sometiendo el espécimen para determinar esfuerzos a las 50 millonésimas de deformación y al 40% de carga que soporta la briqueta.



FIGURA 66
BRIQUETAS A ENSAYAR



FUENTE: GALERÍA FOTOGRÁFICA PROPIA

FIGURA 67
LECTURA DE LOS DEFORMÍMETROS



FUENTE: GALERÍA FOTOGRÁFICA PROPIA

FIGURA 68

TOMA DE DATOS DE DIALES Y RESISTENCIA A COMPRESIÓN



FUENTE: GALERÍA FOTOGRÁFICA PROPIA

FIGURA 69

BRIQUETA CON DEFORMÍMETROS VERTICALES Y HORIZONTALES



FUENTE: GALERÍA FOTOGRÁFICA PROPIA

c) Toma de datos



TABLA 74
LECTURA DE DIAL VS FUERZA APLICADA C° TRADICIONAL

Lectura Dial N°		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
		Fuerza Aplicada (Kn)												
01 - A		39.98	74.35	114.89	137.83	168.58	196.42	215.55	230.39	243.71	257.39	266.5	268.87	
02 - A		37.19	70.64	103.94	138.74	164.22	187.98	205.62	224.65	231.56	246.94	251.47	257.28	258.24
03 - A		46.28	90.58	123.32	156.74	184.75	211.1	229.91	244.33	254.97	263.16	261.21	263.31	
04 - A		43.69	81.51	121.73	148.4	179.6	206.18	223.38	240.95	257.96	268.94	277.01	277.2	284.82
05 - A		43.64	80.81	116.72	152.18	177.95	202.03	222.77	240.37	255.73	263.97	269.76		
06 - A		44.38	81.65	116.47	146.76	174.43	200.85	221.78	241.52	260.62	270.2	278.61	286.85	294.4
07 - A		46.54	92.79	135.13	169.62	193.97	215.49	228.44	240.34	249.74	258.27	260.27	261.32	
08 - A		49.8	98.51	142.97	168.08	191.77	210.88	227.55	242.58	254.86	262.35	268.08	271.33	274.13
09 - A		35.78	68.53	101.24	133.7	165.1	187.02	208.69	225.81	242.4	255.67	261.62	264.03	
10 - A		41.36	80	112.6	143.36	174.01	202.37	227.44	247.49	263.02	271.61	279.1	286.04	289.61
11 - A		42.98	80.92	109.81	138.67	165.79	191.24	212.75	232.28	246.55	258.24	268.28	276.04	
12 - A		44.21	84.43	121.64	154.01	184.37	209.13	228.99	246.83	262.9	275.4			
13 - A		43.99	81.84	115.19	148.45	178.03	207.04	230.88	246.21	260.87	274.87	288.69	290.27	
14 - A		43.88	82.94	115.5	141.74	166.3	189.72	212.66	231.91	244.3	254.92	264.48		
15 - A		49.85	88.41	121.63	154.49	187.13	211.41	232.58	250.62	261.73	271.72	274.66	277.2	
16 - A		62.32	103.4	157.87	193.73	231.48	252.67	295.42	309.08	330.85	346.42	350.05	353.02	
17 - A		53.81	97.95	132.74	176.28	207.4	240.24	257.43	280.18	294.01	306.85	314.98	317.37	321.46
18 - A		44.54	87.55	128.57	162.99	196.87	223.18	252.2	273.55	289.81	302.13	312.43	318.95	323.74
19 - A		52.11	100.72	141.62	185.15	212.14	237.25	262.38	276.16	290.83	301.83			
20 - A		50.51	97.33	143.89	185.32	223.48	260.06	283.29	298.8	308.75	318.28			
21 - A		53.75	105.1	151.75	187.81	222.32	243.11	261.38	277.2	287.09	295.83	303.5	309.51	315.4
22 - A		54.93	106.24	154.57	193.62	230.37	265.6	287.76	305.18	321.7	333.42	341.85		
23 - A		51.99	103.72	152.41	184.88	209.91	233.71	254.98	270.1	285.19	299.14	312.15	319.04	323.15
24 - A		51.68	100.95	147.33	193.35	229.98	263.7	291.04	312.78	323.15	327.24			
25 - A		50.91	97.1	136.3	169.73	197.46	218.34	238.52	257.41	275.86	286.08	293.05	297.79	301.39
26 - A		48.67	90.71	131.57	168.73	204.07	234.79	262.59	290.14	308.16	321.81	331.68	334.88	335.78
27 - A		51.97	100.7	148.85	194.22	238.44	272.88	300.17	317.13	332.27	347.1	352.64		
28 - A		63.38	121.12	174.99	226.04	270.24	307.89	328.51	345.68	349.71	352.78			
29 - A		52.87	100.66	148.06	192.63	232.84	271.99	295.36	317.7	322.74	326.31	329.34	330.19	
30 - A		54.24	104.64	148.03	187.57	215.88	243.95	271.15	297.72	323.52	339.14	345.19	351.1	356.29
31 - A		71.63	137.17	192.83	243.94	289.33	328.1	358.42	385	402.09	416.73	418.59		
32 - A		76.54	141.09	198.99	249.83	287.81	318.75	345.5	358.2	364.33				
33 - A		67.54	133.18	184.61	233.36	282.05	322.94	358.25	385.04	407.39	424.99	436.18	448.5	450.07
34 - A		80.16	150.27	211.47	270.63	315.5	356.29	392.92	416.68	437.29	446.74	452.98		
35 - A		62.48	122.78	180	231.89	275.19	313.34	349.17	374.32	389.16	401.85			
36 - A		62.34	124.4	186.42	242.69	296.74	334.92	366.27	388.61	409.15	424.86	439.32	452.01	452.69
37 - A		60.88	115.37	168.4	220.24	257.26	292.19	322.75	349.23	369.01	379.51	388.74	397.65	404.61
38 - A		66.98	128.02	180.52	229.67	276.48	320.35	360.74	387.15	409.61	430.18	435.11	439.62	
39 - A		66.02	130.04	180.11	224.99	265.76	303.69	340.63	377.35	407.48	419.83			
40 - A		53.3	102.24	142.08	181.56	219.01	254.41	289.35	323.08	352.37	379.03	405.34	423.86	432.34
41 - A		59.73	114.08	164	211.21	253.45	295.55	335.48	369.68	401.31	428.11	451.28	461.51	
42 - A		60.66	117.28	173.69	217.84	258.44	292.96	323.33	350.69	376.51	401.14	408.94	415.12	418.85
43 - A		64.27	128.46	188.52	244.84	300.67	348.93	397.02	426.16	449.11	457.25			
44 - A		54.24	107.08	158.64	208.09	254.51	295.38	328.7	357.36	383.67	395.14	403.71	407.42	410.95
45 - A		66.96	127.05	182.87	235.57	287.32	331.81	370.33	395.52	417.86	435.82	451.95		

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 75
LECTURA DE DIAL Vs FUERZA APLICADA C° CON CASCOTE

Lectura Dial N°		Fuerza Aplicada (Kn)												
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
01 - B		42.04	89.24	123.66	159.16	187.16	214.13	226.74	241.61	249.04	256.62			
02 - B		42.38	76.42	111.88	145.46	172.04	198.82	212.64	240.37	254.65	270.9	272.03	283.37	291.49
03 - B		50.27	81.94	121.67	148.44	184.59	207.94	232.19	250.15	265.35	280.52	285.72	295	297.69
04 - B		42.27	83.7	116.09	154.66	178.54	205.8	228.86	250.03	259.68	274.79	279.31	286.45	294.39
05 - B		53.98	105.57	148.3	187.55	223.2	252.1	271.22	281.64	290.42	294.06			
06 - B		50.87	91.65	128.67	161.4	187.14	208.78	224.9	240.59	255.34	263.96	272.09		
07 - B		43.73	83.35	117.34	141.36	165.14	188.67	210.81	229.02	242.38	255.19	267.88	277.24	
08 - B		40.96	79.38	104.2	127.92	151.38	174.16	195.66	215.28	233.29	241.41	248.46	254	254.8
09 - B		51.29	101.71	148.81	186.43	220.22	251.2	260.98	270.37	274.59	277.76			
10 - B		51.54	94.48	136.67	158.76	176.98	195.09	211.75	228.31	239.22	248.14	256.92		
11 - B		47.04	92.42	122.55	149.21	170.49	191.15	208.79	225.82	242.66	258.13	272.56	280.08	280.43
12 - B		44.17	84.55	121.26	157.21	189.29	217.01	238.21	255.91	273.33	289.76	292.84	295.48	296.82
13 - B		54.95	103.31	133.28	161.77	187.84	208.92	225.82	235.58	239.42	241.91			
14 - B		43.76	79.59	111	139.02	165.96	191.11	212.71	232.44	241.7	250.41	253.87	255.51	255.85
15 - B		42.88	80.25	113.71	142.54	166.3	182.5	197.8	212.04	223.6	234.84	245.55	255.86	261.44
16 - B		59	111.63	157.47	200.54	237.36	274.93	299.3	331.82	344.92	360.09	371.08	370.72	375.13
17 - B		55.6	104.62	142.59	185.76	218.78	251.54	274.69	297.06	321.17	324.25	336.21	343.41	
18 - B		56.23	122.08	170.08	214.35	254.24	290.1	318.7	342.4	365.67	381.4	387.51	390.87	393.25
19 - B		61.43	114.61	167.46	214.07	255.88	290.85	314.05	346.6	362.18	379.52	390.78	398.31	389.97
20 - B		64.33	121.64	177.39	230.48	270.48	310.29	345.56	356	362.65	366.26			
21 - B		50.51	100.63	149.7	193.69	236.72	266.54	290.22	313.52	334.18	353.38	365.08	376.17	381.76
22 - B		50.3	99.62	148.53	195.73	237.86	277.33	315.16	349.21	367.96	383.99	398.19	408.1	409.86
23 - B		51.65	102.08	149.57	195.71	232.5	268.85	301.41	332.94	364.22	392.18	407.37		
24 - B		63.53	125.03	185.37	234.1	275.89	305.71	330.64	349.21	362.92	371.57			
25 - B		50.5	100.3	143.93	187.53	230.6	271.73	306.53	328.77	349.65	368.61	384.62	388.68	389.85
26 - B		52.26	104.17	152.49	197.19	236.95	270.58	296.21	321.25	345.61	362.77	377.68	383.63	
27 - B		54.23	103.26	150.13	196.2	239.96	281.91	316.92	350.23	375.17	396.16	404.5	407.68	407.92
28 - B		50.77	89.67	124.02	147.56	170.61	187.1	203.09	215.47	227.23	237.03			
29 - B		52.19	102.19	147.82	191.28	233.35	267.12	292.21	313.35	333.89	346.07	357.11	368.01	376
30 - B		53.67	105.51	154.92	198.51	241.08	281.42	319.74	351.54	378.34	403.61	428.65		
31 - B		62.8	125.89	172.94	222.96	269.19	312.25	335.15	357.99	380	392.7	403.26	408.29	
32 - B		63.87	130.76	194.3	238.62	276.49	318.25	347.34	375.04	402.61	411.92	416.18	418.88	419.69
33 - B		64.97	132.23	184.25	231.23	279.67	319.62	343.55	370.38	389.59	404.47	415.24		
34 - B		69.61	144.83	205.29	261.17	302.89	344.07	377.78	407.04	421.22	440.75	448.07	451.66	
35 - B		59.09	113.77	159.82	203.18	245.22	277.88	308.37	338.5	367.29	388.7			
36 - B		48.92	93.95	137.29	175.81	213.58	250.22	286.86	318.6	345.42	369.32	393.15	404.82	404.96
37 - B		50.23	100.28	146.49	190.95	232.99	274.43	313.59	352.14	387.88	418.34	441.86	450.73	450.94
38 - B		63.69	124.67	183.21	232.53	274.8	309.09	342.71	374.53	403.24	423.5	433.5	437.99	
39 - B		59.43	115.67	169.94	215.46	260.19	303.23	341.75	371.55	396.73	399.98			
40 - B		58.88	117.31	170.84	219.93	262.28	303.91	344.14	382.08	410.21	420.42	429.87	437.58	444.42
41 - B		55.08	107.74	159.82	211.88	262.97	309.19	343.4	372.33	398.81	415.72	432.47		
42 - B		65.76	128.34	186.34	241.09	289.89	327.21	363	387.22	403.99	410.94	415.22	418.78	419.07
43 - B		64.22	126.01	186.78	245.89	304.39	342.9	375.49	398.87	417.67	425.24			
44 - B		64.29	112.41	158.85	204.65	247.18	287.63	327.9	366.07	395.09	412.41	424.29	432.63	435.02
45 - B		52.16	102.82	146.8	187.02	224.83	262.01	298.57	331.62	358.06	379.19	396.5	413.74	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



3.5.2. Procedimientos de Análisis de datos

3.5.2.1. Procedimiento de Análisis Granulométrico

3.5.2.1.1. Análisis granulométrico del agregado Grueso

a) Procesamiento

Para el procedimiento de análisis de datos del análisis granulométrico del agregado grueso se utilizaron las siguientes relaciones:

$$\% \text{Retenido parcial}(i) = \frac{\text{Peso retenido}(i) * 100}{\text{Peso de la muestra}}$$

$$\% \text{Retenido acumulado}(1) = \% \text{retenido parcial}(1)$$

$$\% \text{Retenido acumulado}(i) = \% \text{retenido parcial}(i) + \% \text{retenido acum.}(i - 1)$$

$$\% \text{Que pasa}(i) = 100 - \% \text{retenido acum.}(i)$$

Para la determinación del porcentaje retenido acumulado, el primer porcentaje retenido acumulado será igual al primer porcentaje retenido parcial. Desde el segundo porcentaje retenido acumulado se sumará el porcentaje retenido parcial más el porcentaje retenido acumulado anterior y así sucesivamente hasta completar todos los pesos registrados en los tamices.

Con los datos obtenidos del ensayo se calculó los porcentajes retenidos y porcentajes que pasan en cada uno de los tamices y comprobar si se encuentran dentro de los parámetros de la norma NTP. 400.012. y NTP 400.037.

Para determinar los límites granulométricos, se tomó en consideración la NTP 400.037., para este caso, se utilizará el Huso número 56, por la distribución granulométrica (el tamaño máximo nominal del agregado de estudio se encuentra entre los tamaños de 1” a n°4), donde se muestra posteriormente la curva granulométrica, en el eje de las abscisas (X) están ubicadas las aberturas de los diámetros de los tamices en milímetros en escala logarítmica, y en el eje de las ordenadas (Y) se ubican los porcentajes que pasan en escala aritmética.

b) Diagramas y tablas




TABLA 76
HUSOS SEGÚN EL TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL

HUSO	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL	100 mm (4 in.)	90 mm (3 1/2 in.)	75 mm (3 in.)	63 mm (2 1/2 in.)	50 mm (2in.)	37.5 (1 1/2 in.)	25 mm (1 in)	19 mm (3/4 in.)	12.5 mm (1/2 in.)	9.5 mm (3/8 in.)	4.75 mm (N°4)	2.36 mm (N°8)	1.18 mm (N°16)	300 um (N°50)
1	90 mm a 37.5 mm (3 1/2 a 1 1/2 in.)	100	90 a 100	-	25 a 60	-	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-	-
2	63 mm a 37.5 mm (2 1/2 a 1 1/2 in.)	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-	-	-
3	50 mm a 25 mm (2 a 1 in.)	-	-	-	100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5	-	-	-	-	-
357	50 mm a 4.75 mm (2 in. a N°4)	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70		10 a 30	-	0 a 5	-	-	-
4	37.5 mm a 9 mm (1 1/2 a 3/4 in.)	-	-	-	-	100	95 a 100	20 a 55	0 a 15	-	0 a 5	-	-	-	-
467	37.5 mm a 4.75 mm (1 1/2 in. A N°4)	-	-	-	-	100	95 a 100	-	35 a 70	-	10 a 30	0 a 5	-	-	-
5	25 mm a 12.5 mm (1 a 1/2 in.)	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-	-	-
56	25 mm a 9.5 mm (1 a 3/8 in.)	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	-	-	-
57	25 mm a 4.75 mm (1 in. a N°4)	-	-	-	-	-	100	95 a 100	-	25 a 60	-	0 a 10	0 a 5	-	-
6	19 mm a 9.5 mm (3/4 a 3/8 in.)	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	25 a 55	0 a 15	0 a 5	-	-	-
67	19 mm a 4.75 mm (3/4 in. a N°4)	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100		25 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-
7	12.5 mm a 4.75 mm (1/2 in. a N°4)	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	-	-
8	9.5 mm a 2.56 mm (3/8 in. a N°8)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5	-
89	9.5 mm a 1.18 mm (3/8 in. a N°16)	-	-	-	-	-	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5
9	4.75 mm a 1.18 mm (N°4 a N°16)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	85 a 100	10 a 40	0 a 10	0 a 5

FUENTE: NTP 400.037



TABLA 77
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

Masa de la Muestra		5200.00 gr		Muestra		AGREGADO GRUESO		Fecha		10/03/2022	
ABERTURA DEL TAMIZ		Peso Retenido (gr.)	% Ret. Parcial	% Ret. Acumul.	Pasante %	Huso 56					
Tamiz	mm.					Inf.	Sup.				
3 "	76.200				100.00						
2 1/2"	63.500				100.00						
2 "	50.800				100.00						
1 1/2"	38.100				100.00	100.0	100.0				
1 "	25.400	390.00	7.50%	7.50%	92.50	90.0	100.0				
3/4"	19.050	2144.48	41.24%	48.74%	51.26	40.0	85.0				
1/2"	12.700	1706.12	32.81%	81.55%	18.45	10.0	40.0				
3/8"	9.525	543.40	10.45%	92.00%	8.00		15.0				
N° 4	4.760	312.00	6.00%	98.00%	2.00		5.0				
N° 8	2.360	7.38	0.14%	98.14%	1.86						
N° 16	1.180	6.95	0.13%	98.28%	1.72						
N° 30	0.600	6.55	0.13%	98.40%	1.60						
N° 50	0.300	4.61	0.09%	98.49%	1.51						
N° 100	0.150	9.17	0.18%	98.67%	1.33						
N°200	0.075	11.21	0.22%	98.88%	1.12						
Cazuela		5.32	0.10%	98.98%	1.02						
Lavado		52.81	1.02%	100.00%	0.00						
		5200.00	100.00%								

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
Peso total Seco (gr.)	5200.00
Peso desues de lavar (gr)	5147.19
Pérdida por lavado (gr)	52.81
CARACTERÍSTICAS	
Cantera	Zurite
% Roca	0.00%
% Grava	98.00%
% Arena	0.88%
% Finos	1.12%
Módulo de Fineza	8.20
Tamaño Maximo TM	1 1/2"
Tamaño Maximo Nominal	1 "

GRAVA	ARENA	FINOS
98.00%	0.88%	1.12%

MODULO DE FINEZA
8.20

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.5.2.2. Análisis Granulométrico y Módulo de Fineza del Agregado Fino

a) Procesamiento

Para el procedimiento de análisis de datos del análisis granulométrico del agregado grueso se utilizaron las siguientes relaciones:

$$\% \text{Retenido parcial}(i) = \frac{\text{Peso retenido}(i) * 100}{\text{Peso de la muestra}}$$

$$\% \text{Retenido acumulado}(1) = \% \text{retenido parcial}(1)$$



$$\% \text{Retenido acumulado } (i) = \% \text{ retenido parcial } (i) + \% \text{ retenido acum. } (i - 1)$$

$$\% \text{ Que pasa } (i) = 100 - \% \text{ retenido acum. } (i)$$

Para la determinación del porcentaje retenido acumulado, el primer porcentaje retenido acumulado será igual al primer porcentaje retenido parcial. Desde el segundo porcentaje retenido acumulado se sumará el porcentaje retenido parcial más el porcentaje retenido acumulado anterior y así sucesivamente hasta completar todos los pesos registrados en los tamices.

Con los datos obtenidos del ensayo se calculó los porcentajes retenidos y porcentajes que pasan en cada uno de los tamices y comprobar si se encuentran dentro de los parámetros de la norma NTP. 400.012. y NTP 400.037.

MÓDULO DE FINEZA

Se termino mediante la siguiente relación:

$$M. F. = \frac{\sum \% \text{ Ret. acum. } (N^{\circ}4, N^{\circ}8, N^{\circ}16, N^{\circ}30, N^{\circ}50, N^{\circ}100)}{100}$$

Cálculo:

$$M. F. = \frac{4.16 + 19.48 + 34.86 + 54.67 + 78.35 + 90.77}{100}$$

$$M. F. = 2.82$$



c) Diagramas y tablas

TABLA 78
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO – AGREGADO FINO

Masa de la Muestra		1600.00 gr		Muestra		AGREGADO FINO		Fecha		10/03/2022	
ABERTURA DEL TAMIZ		Peso Retenido (gr.)	% Ret. Parcial	% Ret. Acumul.	Pasante %	HUSO ESTABLECIDO					
Tamiz	mm.					Inf.	Sup.				
3 "	76.200				100.00						
2 1/2 "	63.500				100.00						
2 "	50.800				100.00						
1 1/2 "	38.100				100.00						
1 "	25.400				100.00						
3/4 "	19.050				100.00						
1/2 "	12.700				100.00						
3/8 "	9.525				100.00	100.0	100.0				
N° 4	4.760	66.51	4.16%	4.16%	95.84	95.0	100.0				
N° 8	2.360	245.12	15.32%	19.48%	80.52	80.0	100.0				
N° 16	1.180	246.16	15.39%	34.86%	65.14	50.0	85.0				
N° 30	0.600	316.94	19.81%	54.67%	45.33	25.0	60.0				
N° 50	0.300	378.94	23.68%	78.35%	21.65	5.0	30.0				
N° 100	0.150	198.66	12.42%	90.77%	9.23		10.0				
N°200	0.075	86.48	5.41%	96.18%	3.82						
Cazuela		2.58	0.16%	96.34%	3.66						
Lavado		58.61	3.66%	100.00%		REQUISITOS GRANULOMÉTRICOS					
b		1600.00	100.00%								

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
Peso total Seco (gr.)	1600.00
Peso desues de lavar (gr)	1541.39
Pérdida por lavado (gr)	58.61
CARACTERÍSTICAS	
Cantera	Huillqui
% Roca	0.00%
% Grava	4.16%
% Arena	92.02%
% Finos	3.82%
Módulo de Fineza	2.82
Tamaño Maximo TM	1/2"
Tamaño Maximo Nominal	N° 4

CURVA GRANULOMETRICA - A. FINO

GRAVA	ARENA	FINOS
4.16%	92.02%	3.82%

MODULO DE FINEZA
2.82

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.5.2.3. Análisis granulométrico del Cascote

a) Procesamiento

Para el procedimiento de análisis de datos del análisis granulométrico del cascote se utilizaron las siguientes relaciones:



$$\% \text{Retenido parcial}(i) = \frac{\text{Peso retenido}(i) * 100}{\text{Peso de la muestra}}$$

$$\% \text{Retenido acumulado}(1) = \% \text{ retenido parcial}(1)$$

$$\% \text{Retenido acumulado}(i) = \% \text{ retenido parcial}(i) + \% \text{ retenido acum.}(i - 1)$$

$$\% \text{Que pasa}(i) = 100 - \% \text{ retenido acum.}(i)$$


Para la determinación del porcentaje retenido acumulado, el primer porcentaje retenido acumulado será igual al primer porcentaje retenido parcial. Desde el segundo porcentaje retenido acumulado se sumará el porcentaje retenido parcial más el porcentaje retenido acumulado anterior y así sucesivamente hasta completar todos los pesos registrados en los tamices.

Con los datos obtenidos del ensayo se calculó los porcentajes retenidos y porcentajes que pasan en cada uno de los tamices y comprobar si, al igual que el agregado grueso, se encuentran dentro de los parámetros de la norma NTP 400.012. y NTP 400.037.

c) Diagramas y tablas



TABLA 79
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO – CASCOTE

Masa de la Muestra		4700.00	gr	Muestra		CASCOTE		Fecha	10/03/2022
ABERTURA DEL TAMIZ		Peso Retenido (gr.)	% Ret. Parcial	% Ret. Acumul.	Pasante %	Huso 57			
Tamiz	mm.					Inf.	Sup.		
3 "	76.200				100.00				
2 1/2 "	63.500				100.00				
2 "	50.800				100.00				
1 1/2 "	38.100				100.00	100.0	100.0		
1 "	25.400	685.64	14.59%	14.59%	85.41	90.0	100.0		
3/4 "	19.050	1764.25	37.54%	52.13%	47.87	40.0	85.0		
1/2 "	12.700	1235.00	26.28%	78.40%	21.60	10.0	40.0		
3/8 "	9.525	635.00	13.51%	91.91%	8.09		15.0		
N° 4	4.760	240.86	5.12%	97.04%	2.96		5.0		
N° 8	2.360	84.57	1.80%	98.84%	1.16				
N° 16	1.180	7.80	0.17%	99.00%	1.00				
N° 30	0.600	4.30	0.09%	99.09%	0.91				
N° 50	0.300	3.00	0.06%	99.16%	0.84				
N° 100	0.150	2.30	0.05%	99.21%	0.79				
N° 200	0.075	1.60	0.03%	99.24%	0.76				
Cazuela		0.90	0.02%	99.26%	0.74				
Lavado		34.78	0.74%	100.00%		REQUISITOS GRANULOMÉTRICOS			
		4700.00	100.00%						

DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	
Peso total Seco (gr.)	4700.00
Peso desues de lavar (gr)	4665.22
Pérdida por lavado (gr)	34.78
CARACTERÍSTICAS	
Cantera	-
% Roca	0.00%
% Grava	97.04%
% Arena	2.20%
% Finos	0.76%
Módulo de Fineza	8.29
Tamaño Maximo TM	1 1/2"
Tamaño Maximo Nominal	1 "

GRAVA	ARENA	FINOS
97.04%	2.20%	0.76%

MODULO DE FINEZA
8.29

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.5.3. Procedimiento de análisis de datos del Contenido de Humedad

3.5.3.1. Análisis de datos del Contenido de Humedad del agregado Grueso

a) Procesamiento

Para el procedimiento de análisis de datos del análisis granulométrico del cascote se utilizaron las siguientes relaciones:



$$P = \left(\frac{W - D}{D} \right) * 100$$

Donde:



P = Contenido total de humedad evaporable de la muestra en %

W = Masa de la muestra húmeda original en gr.

D = Masa de la muestra seca en gr.

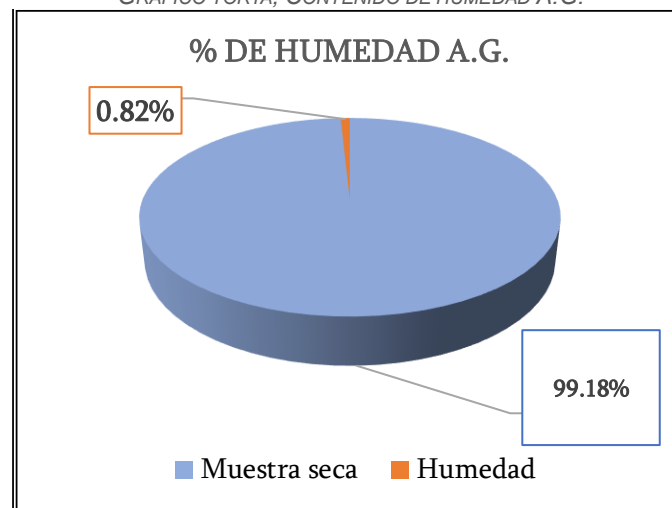
b) Diagramas y tablas

TABLA 80
CONTENIDO DE HUMEDAD- AGREGADO GRUESO

 Universidad Andina del Cusco 		CONTENIDO DE HUMEDAD NTP 339.185 MTC E 108 ASTM-D2216		
AGREGADO GRUESO				
DATOS ESPECIFICOS				
CANTERA	:Zurite			
MUESTRA	:Agregado Grueso			
FECHA	10/03/2022			
RESPONSABLES	:Eyner G. Huanca Medina y Anghelo J. Palma Rimachi			
Número de Capsula		D-01	D-02	D-03
Peso de la Capsula (gr)	A	31.64	23.72	26.68
Peso de la Caps. (gr) + Muestra Hum. (gr)	B	127.16	122.04	123.6
Peso de la Caps. (gr) + Muestra Seca. (gr)	C	126.36	121.26	122.81
Peso de la muestra húmeda (gr)	W = B-C	95.52	98.32	96.92
Peso de la muestra seca (gr)	D = C-A	94.72	97.54	96.13
Contenido de Humedad (%)	P=(W-D/D)*100	0.84%	0.80%	0.82%
Contenido de Humedad Promedio		0.82%		

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

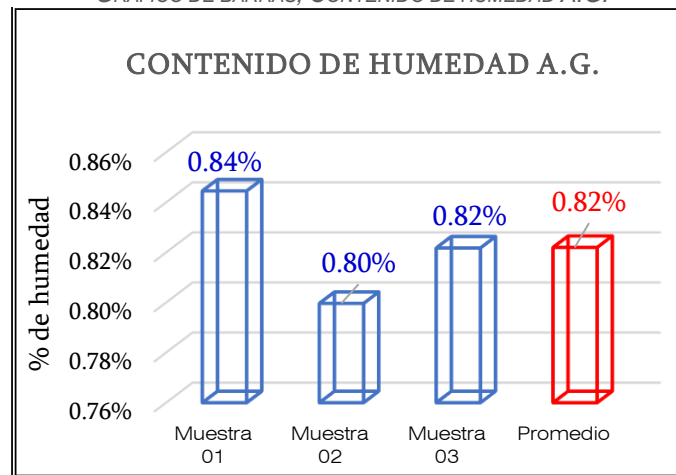
FIGURA 70
GRÁFICO TORTA, CONTENIDO DE HUMEDAD A. G.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



FIGURA 71
GRÁFICO DE BARRAS, CONTENIDO DE HUMEDAD A. G.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.5.3.2. Análisis de datos del Contenido de Humedad del agregado Fino

a) Procesamiento

Para el procedimiento de análisis de datos del análisis granulométrico del cascote se utilizaron las siguientes relaciones:

$$P = \left(\frac{W - D}{D} \right) * 100$$

Donde:

P = Contenido total de humedad evaporable de la muestra en %



W = Masa de la muestra húmeda original en gr.

D = Masa de la muestra seca en gr.

b) Diagramas y tablas

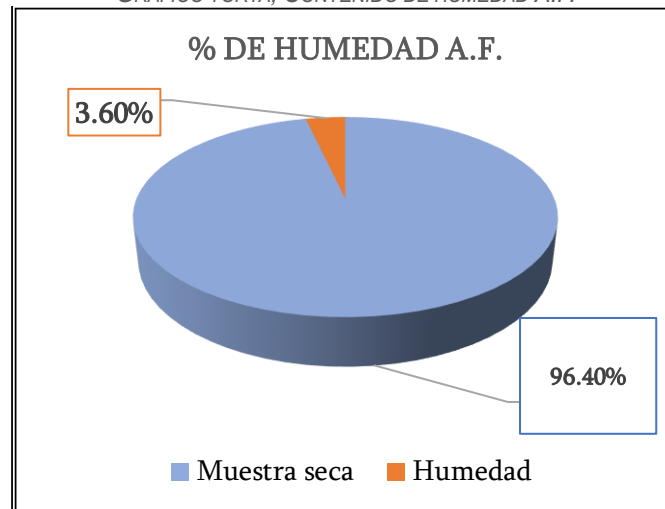


TABLA 81
CONTENIDO DE HUMEDAD- AGREGADO FINO

 Universidad Andina del Cusco					CONTENIDO DE HUMEDAD NTP 339.185 MTC E 108 ASTM-D2216		
AGREGADO FINO							
DATOS ESPECIFICOS							
CANTERA		:Huillqui					
MUESTRA		:Agregado Fino					
FECHA		10/03/2022					
RESPONSABLES		:Eyner G. Huanca Medina y Anghelo J. Palma Rimachi					
		Número de Capsula	D-01	D-02	D-03		
Peso de la Capsula (gr)	A	18.02	18.32	18.17			
Peso de la Caps. (gr) + Muestra Hum. (gr)	B	52.86	69.92	61.38			
Peso de la Caps. (gr) + Muestra Seca. (gr)	C	51.64	68.14	59.88			
Peso de la muestra húmeda (gr)	W = B-C	34.84	51.6	43.21			
Peso de la muestra seca (gr)	D = C-A	33.62	49.82	41.71			
Contenido de Humedad (%)	$P=(W-D/D)*100$	3.63%	3.57%	3.60%			
Contenido de Humedad Promedio		3.60%					

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

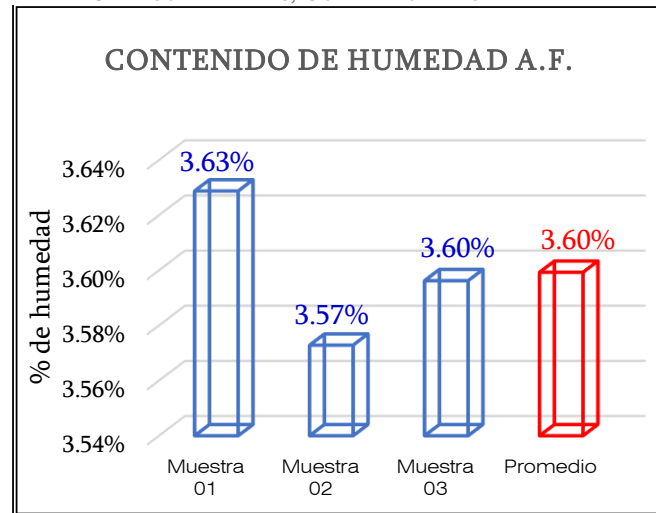
FIGURA 72
GRÁFICO TORTA, CONTENIDO DE HUMEDAD A.F.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



FIGURA 73
GRÁFICO DE BARRAS, CONTENIDO DE HUMEDAD A.F.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.5.3.3. Análisis de datos del Contenido de Humedad del Cascote

a) Procesamiento

Para el procedimiento de análisis de datos del análisis granulométrico del cascote se utilizaron las siguientes relaciones:

$$P = \left(\frac{W - D}{D} \right) * 100$$

Donde:

P = Contenido total de humedad evaporable de la muestra en %



W = Masa de la muestra húmeda original en gr.

D = Masa de la muestra seca en gr.

b) Diagramas y tablas



TABLA 82
CONTENIDO DE HUMEDAD DEL GASCOTE

 Universidad Andina del Cusco					CONTENIDO DE HUMEDAD NTP 339.185 MTC E 108 ASTM-D2216		
GASCOTE							
DATOS ESPECIFICOS							
CANTERA		:Zurite					
MUESTRA		:Agregado Grueso					
FECHA		10/03/2022					
RESPONSABLES		:Eyner G. Huanca Medina y Anghelo J. Palma Rimachi					
		Número de Capsula	D-01	D-02	D-03		
Peso de la Capsula (gr)	A	28.22	27.51	29.84			
Peso de la Caps. (gr) + Muestra Hum. (gr)	B	142.32	138.51	140.52			
Peso de la Caps. (gr) + Muestra Seca. (gr)	C	142.25	138.42	140.41			
Peso de la muestra húmeda (gr)	W = B-C	114.1	111	110.68			
Peso de la muestra seca (gr)	D = C-A	114.03	110.91	110.57			
Contenido de Humedad (%)	P=(W-D/D)*100	0.06%	0.08%	0.10%			
Contenido de Humedad Promedio		0.08%					

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.5.4. Procedimiento de análisis de datos del Peso Unitario

3.5.4.1. Análisis de datos del Peso Unitario suelto y compactado del agregado Grueso

a) Procesamiento

Para el procedimiento de análisis de datos de la determinación del peso unitario suelto y compactado del agregado grueso de la cantera de Zurite, se utilizaron las siguientes relaciones:



$$Volumen\ del\ molde = \frac{\pi(diametro^2)}{4} * Altura$$

$$P.U. (Suelto\ o\ compactado) = \frac{Peso\ de\ la\ muestra\ (gr)}{Volumen\ del\ molde\ (cm^3)}$$

b) Diagramas y tablas



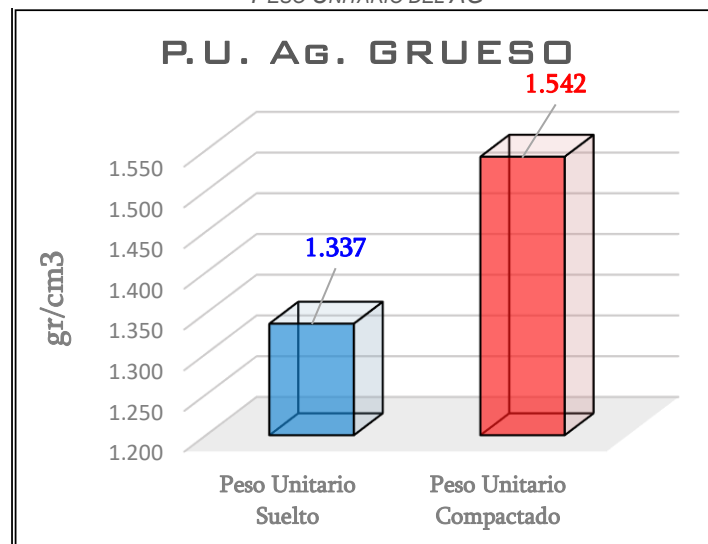
TABLA 83
PESO UNITARIO DE AG

 Universidad Andina del Cusco		PESO UNITARIO NTP 400.017 MTC E-203 ASTM-C29				
DATOS ESPECIFICOS						
CANTERA : Zurite MUESTRA : Agregado Grueso FECHA : 12/03/2022 RESPONSABLES : Eyner G. Huanca Medina y Anghelo J. Palma Rimachi						
P.U. AG. GRUESO		Peso Unitario Suelto			Peso Unitario Compactado	
Muestra	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Diametro del molde (cm)	15.19	15.19	15.19	15.19	15.19	15.19
Altura del molde (cm)	16.82	16.82	16.82	16.82	16.82	16.82
Volumen del Molde (cm ³)	3048.1	3048.1	3048.1	3048.1	3048.1	3048.1
Peso del Molde (gr.)	8439	8439	8439	8439	8439	8439
Peso del Molde + Muestra (gr.)	12508.1	12553.3	12480.8	13137.1	13140.5	13138.6
Peso de la Muestra (gr.)	4069.1	4114.3	4041.8	4698.1	4701.5	4699.6
Densidad (gr./cm ³)	1.335	1.350	1.326	1.541	1.542	1.542
Densidad Promedio (gr./cm ³)	1.337			1.542		
Rango* (gr./cm ³)	0.024			0.001		

*El rango debe ser menor a 0.04 g/cm³ para cumplir con la precisión exigida por el MTC

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

FIGURA 74
PESO UNITARIO DEL AG



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.5.4.2. Análisis de datos del Peso Unitario suelto y compactado del agregado fino

a) Procesamiento

Para el procedimiento de análisis de datos de la determinación del peso unitario suelto y compactado del agregado fino de la cantera de Huillqui, se utilizaron las siguientes relaciones:





$$\text{Volumen del molde} = \frac{\pi(\text{diámetro}^2)}{4} * \text{Altura}$$

$$P.U.(\text{Suelto o compactado}) = \frac{\text{Peso de la muestra (gr)}}{\text{Volumen del molde (cm}^3\text{)}}$$

b) Diagramas y tablas

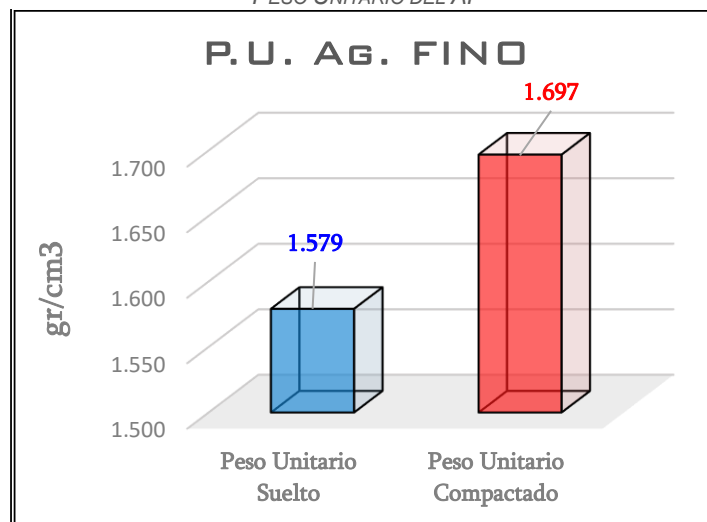
TABLA 84
PESO UNITARIO DEL AF

 Universidad Andina del Cusco		PESO UNITARIO					
		NTP 400.017 MTC E-203 ASTM-C29					
DATOS ESPECIFICOS							
CANTERA	: Huillqui						
MUESTRA	: Agregado Fino						
FECHA	: 12/03/2022						
RESPONSABLES	: Eyner G. Huanca Medina y Anghelo J. Palma Rimachi						
P.U. AG. FINO		Peso Unitario Suelto			Peso Unitario Compactado		
Muestra	M7	M8	M9	M10	M11	M12	
Diametro del molde (cm)	15.19	15.19	15.19	15.19	15.19	15.19	
Altura del molde (cm)	16.82	16.82	16.82	16.82	16.82	16.82	
Volumen del Molde (cm ³)	3048.12	3048.12	3048.12	3048.12	3048.12	3048.12	
Peso del Molde (gr.)	8439	8439	8439	8439	8439	8439	
Peso del Molde + Muestra (gr.)	13216.8	13263	13277.4	13645.94	13602.21	13585.54	
Peso de la Muestra (gr.)	4777.8	4824	4838.4	5206.94	5163.21	5146.54	
Densidad (gr./cm ³)	1.567	1.583	1.587	1.708	1.694	1.688	
Densidad Promedio (gr./cm ³)	1.579			1.697			
Rango* (gr./cm ³)	0.020			0.020			

*El rango debe ser menor a 0.04 g/cm3 para cumplir con la precisión exigida por el MTC

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

FIGURA 75
PESO UNITARIO DEL AF



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



3.5.4.3. Análisis de datos del Peso Unitario suelto y compactado del Cascote

a) Procesamiento



Para el procedimiento de análisis de datos de la determinación del peso unitario suelto y compactado del agregado fino de la cantera de Huillqui, se utilizaron las siguientes relaciones:

$$\text{Volumen del molde} = \frac{\pi(\text{diametro}^2)}{4} * \text{Altura}$$

$$P.U.(\text{Suelto o compactado}) = \frac{\text{Peso de la muestra (gr)}}{\text{Volumen del molde (cm}^3\text{)}}$$

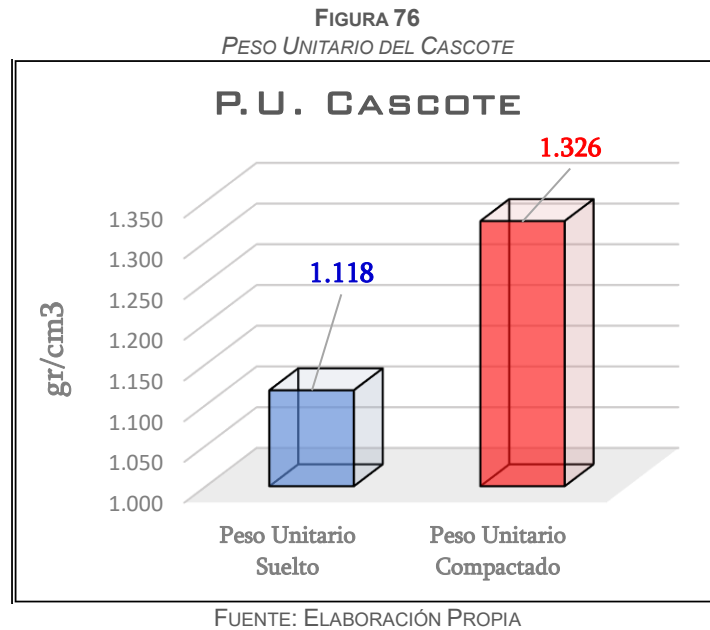
b) Diagramas y tablas

TABLA 85
PESO UNITARIO DEL CASCOTE

 Universidad Andina del Cusco		PESO UNITARIO NTP 400.017 MTC E-203 ASTM-C29					
DATOS ESPECIFICOS							
CANTERA	:	-					
MUESTRA	:	Cascote					
FECHA	:	12/03/2022					
RESPONSABLES	:	Eyner G. Huanca Medina y Anghelo J. Palma Rimachi					
P.U. CASCOTE		Peso Unitario Suelto			Peso Unitario Compactado		
Muestra		M1	M2	M3	M4	M5	M6
Diametro del molde (cm)		15.19	15.19	15.19	15.19	15.19	15.19
Altura del molde (cm)		16.82	16.82	16.82	16.82	16.82	16.82
Volumen del Molde (cm ³)		3048.12	3048.12	3048.12	3048.12	3048.12	3048.12
Peso del Molde (gr.)		8439	8439	8439	8439	8439	8439
Peso del Molde + Muestra (gr.)		11840.3	11847	11851.4	12529.4	12395	12514
Peso de la Muestra (gr.)		3401.3	3408	3412.4	4090.4	3956	4075
Densidad (gr./cm ³)		1.116	1.118	1.120	1.342	1.298	1.337
Densidad Promedio (gr./cm ³)		1.118			1.326		
Rango* (gr./cm ³)		0.00			0.04		

*El rango debe ser menor o igual a 0.04 g/cm³ para cumplir con la precisión exigida por el MTC

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



3.5.5. Procedimiento de análisis de datos del Peso Específico y absorción

3.5.5.1. Análisis de datos del Peso Específico y absorción del agregado Grueso.

a) Procesamiento

Para el procedimiento de análisis de datos de la determinación del peso específico y porcentaje de absorción del agregado grueso de la cantera de Zurite, se utilizaron las siguientes relaciones:

- i. PESO ESPECIFICO DE LA MASA (Pem):

$$Pem = \frac{A}{B - C}$$

Donde:

A = peso en el aire de la muestra seca

B = peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire

C = peso en el agua de la muestra saturada

- ii. PESO ESPECIFICA DE UNA MASA SATURADA CON SUPERFICIE SECA (PeSSS)

$$PesSS = \frac{B}{B - C}$$



iii. PESO ESPECIFICO APARENTE (Pea)



$$Pea = \frac{A}{A - C}$$

iv. ABSORCION (Ab)

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

b) Diagramas y tablas

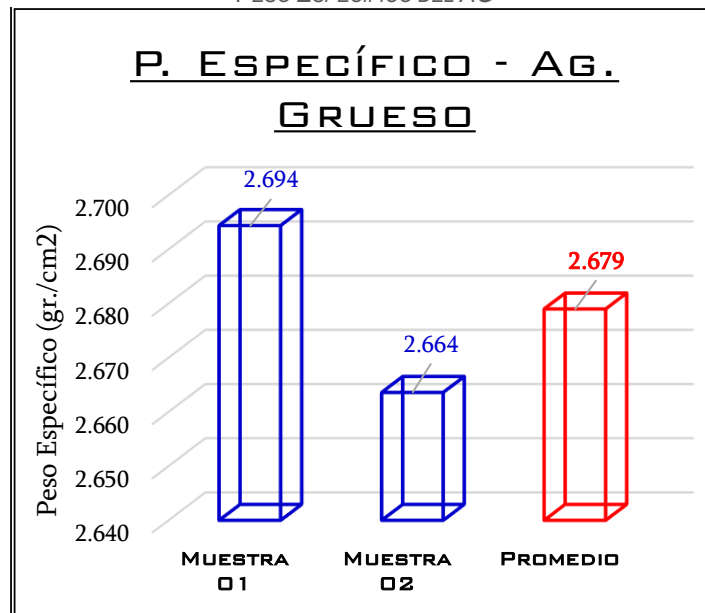
TABLA 86
PESO ESPECÍFICO DEL AG

 Universidad Andina del Cusco		PESO ESPECÍFICO NTP - 400.021 MTC E-206			
DATOS ESPECIFICOS					
CANTERA	:	Zurite			
MUESTRA	:	Agregado Grueso			
FECHA	:	15/03/2022			
RESPONSABLES	:	Eyner G. Huanca Medina y Anghelo J. Palma Rimachi			
AGREGADO GRUESO					
Muestra		M1	M2	Prom.	
Peso en el aire de la muestra seca (gr.)	A	665.10	1228.40		
Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire (gr.)	B	673.60	1247.10		
Peso en el agua de la muestra saturada. (gr.)	C	423.60	778.90		
PESO ESPECÍFICO DE LA MASA (gr./cm ³)	Pem	A/(B-C)	2.660	2.624	2.642
PESO ESPECÍFICA DE UNA MASA SATURADA CON SUPERFICIE SECA (gr./cm ³)	PeSSS	B/(B-C)	2.694	2.664	2.679
PESO ESPECIFICO APARENTE (gr./cm ³)	Pea	A/(A-C)	2.754	2.733	2.743
ABSORCIÓN (%)	Ab(%)	B-A/A	1.28%	1.52%	1.40%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

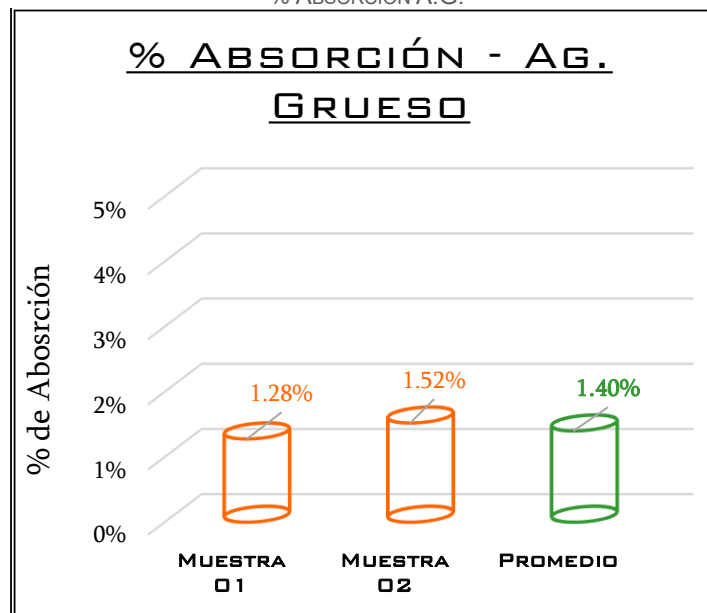


FIGURA 77
PESO ESPECÍFICO DEL AG



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

FIGURA 78
% ABSORCIÓN A.G.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.5.5.2. Análisis de datos del Peso Específico del agregado fino

a) Procesamiento

Para el procedimiento de análisis de datos de la determinación del peso específico y porcentaje de absorción del agregado grueso de la cantera de Zurite, se utilizaron las siguientes relaciones:

- i. PESO ESPECIFICO DE LA MASA (P_{em}):



$$P_{em} = \frac{A}{B + S - C}$$

Donde:

P_{em} = peso específico de la masa

A = peso en el aire de la muestra secada al horno

B = peso de la fiola llena con agua

C = peso de la fiola con la muestra y el agua hasta la marca de calibración

S = peso de la muestra saturada y superficialmente seca

- ii. PESO ESPECIFICA DE UNA MASA SATURADA CON SUPERFICIE SECA
(PeSSS)

$$PeSS = \frac{S}{B + S - C}$$

- iii. PESO ESPECIFICO APARENTE (Pea)

$$Pea = \frac{A}{B + A - C}$$

- iv. ABSORCION (Ab)

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



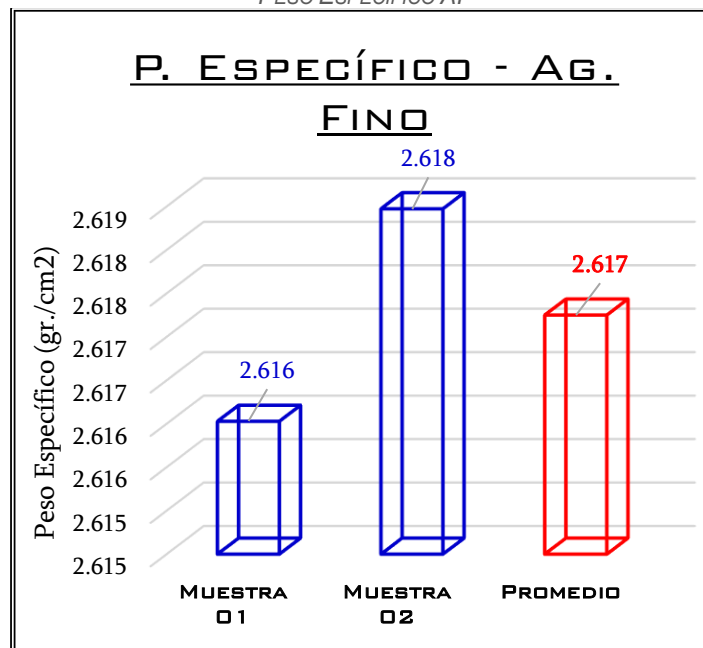
b) Diagramas y tablas

TABLA 87
PESO ESPECÍFICO DEL AF

 Universidad Andina del Cusco		PESO ESPECÍFICO NTP - 400.021 MTC E-206			
DATOS ESPECÍFICOS					
CANTERA	:	Huillqui			
MUESTRA	:	Agregado Fino			
FECHA	:	15/03/2022			
RESPONSABLES	:	Eyner G. Huanca Medina y Anghelo J. Palma Rimachi			
AGREGADO FINO					
Muestra		M1	M2	Prom.	
Peso del Material Seco a 105°C (gr.)	A	487.57	286.59		
Peso de la fiola + Agua (gr.)	B	669.61	669.64		
Peso de la fiola + Muestra + Agua hasta la marca de calibración. (gr.)	C	978.53	850.99		
Peso de la Muestra Saturada Superficialmente Seca. (gr.)	S	500.08	293.40		
PESO ESPECÍFICO DE LA MASA (gr./cm ³)	Pem	A/(B+S-C)	2.551	2.558	2.554
SECA (gr./cm ³)	PeSSS	S/(B+S-C)	2.616	2.618	2.617
PESO ESPECIFICO APARENTE (gr./cm ³)	Pea	A/(B+A-C)	2.729	2.723	2.726
ABSORCIÓN (%)	Ab(%)	S-A/A	2.57%	2.38%	2.47%

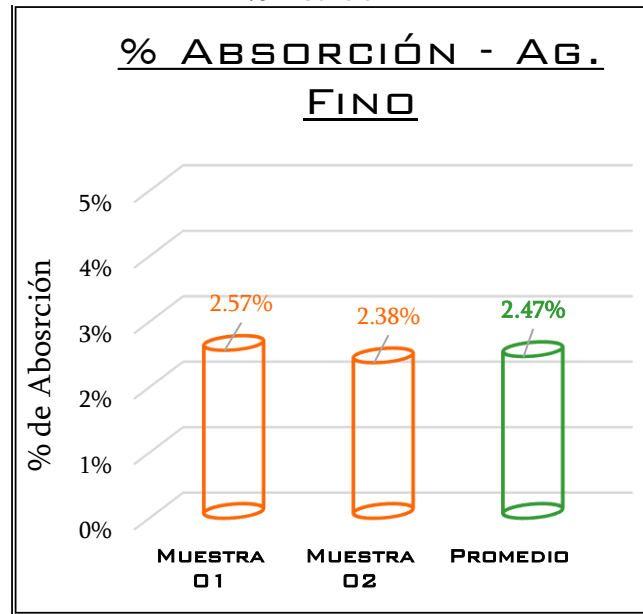
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

FIGURA 79
PESO ESPECÍFICO AF



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

FIGURA 80
% ABSORCIÓN AF



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.5.5.3. Análisis de datos del Peso Específico del Cascote.

a) Procesamiento

Para el procedimiento de análisis de datos de la determinación del peso específico y porcentaje de absorción del cascote, se utilizaron las mismas relaciones y fórmulas hechas a agregado grueso descritas líneas arriba.

b) Diagramas y tablas

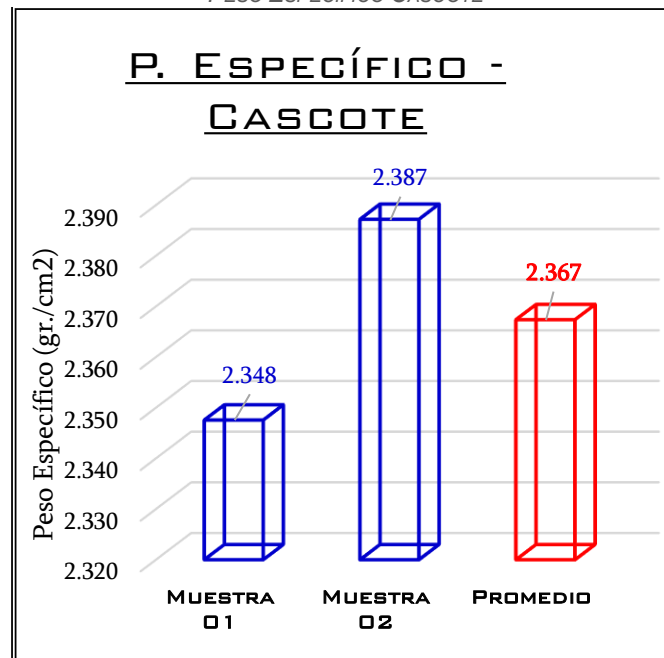
TABLA 88
PESO ESPECÍFICO DEL AF

		PESO ESPECÍFICO NTP - 400.021 MTC E-206			
DATOS ESPECIFICOS					
CANTERA	:	-			
MUESTRA	:	Cascote			
FECHA	:	15/03/2022			
RESPONSABLES	:	Eyner G. Huanca Medina y Anghelo J. Palma Rimachi			
CASCOTE					
Muestra		M1	M2	Prom.	
Peso en el aire de la muestra seca (gr.)	A	1418.50	1194.70		
Peso de la muestra saturada superficialmente seca en el aire (gr.)	B	1527.10	1276.20		
Peso en el agua de la muestra saturada. (gr.)	C	876.60	741.60		
PESO ESPECÍFICO DE LA MASA (gr./cm ³)	Pem	A/(B-C)	2.181	2.235	2.208
PESO ESPECÍFICA DE UNA MASA SATURADA CON SUPERFICIE SECA (gr./cm ³)	PeSSS	B/(B-C)	2.348	2.387	2.367
PESO ESPECIFICO APARENTE (gr./cm ³)	Pea	A/(A-C)	2.618	2.637	2.627
ABSORCIÓN (%)	Ab(%)	B-A/A	7.66%	6.82%	7.24%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

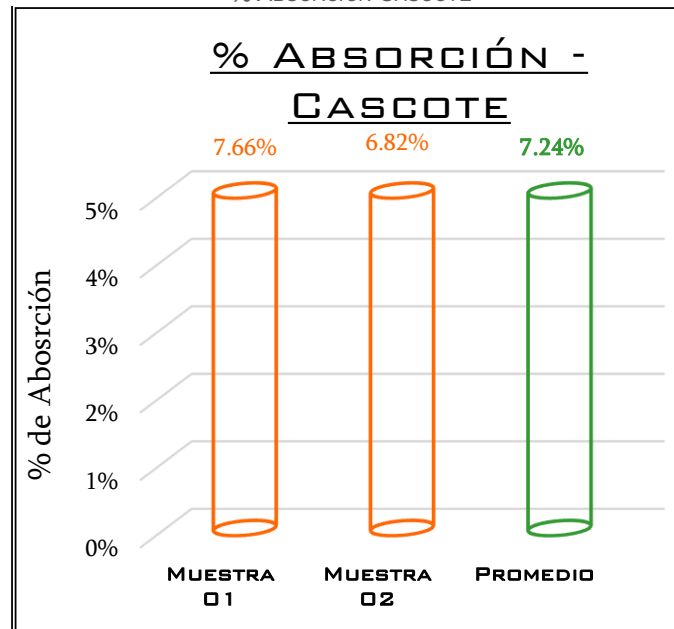


FIGURA 81
PESO ESPECÍFICO CASCOTE



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

FIGURA 82
% ABSORCIÓN CASCOTE



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.5.6. Procedimiento de análisis de datos del Diseño de Mezcla de concreto

Para la presente investigación se elaboraron dos diseños de mezcla, uno para el concreto preparado con materiales tradicionales; y el segundo diseño para el concreto reemplazando agregado grueso por cascote y adicionado con aditivo superplastificante. Las características de los materiales obtenidos en laboratorio y las especificaciones de diseño están detalladas en el siguiente cuadro resumen:



TABLA 89
RESUMEN DE DATOS AG, AF Y CASCOTE

Universidad Andina del Cusco		Resumen de Datos Necesarios - Diseño de Mezcla				[Logo]	
DATOS ESPECIFICOS							
MUESTRA	:	Cemento, Agregado Grueso, Agregado Fino y Cascote					
FECHA	:	19/03/2022					
RESPONSABLES	:	Eyner G. Huanca Medina y Anghelo J. Palma Rimachi					
		Cemento	Ag. Grueso	Ag. Fino	Cascote	Aditivo	(und)
P. Específico PeSSS		2850	2679.00	2617.25	2367.39	1200.00	kg/m3
P.U. Compactado		/	1541.86	1696.86	1325.56	/	kg/m3
Humedad			0.82%	3.60%	0.08%		%
% Absorción			1.40%	2.47%	7.24%		%
TM Ag. Grueso		1 1/2"	Resist. De diseño		210		kg/cm2
TMN Ag. Grueso		1 "	Tipo de Cemento		Tipo IP		
TM Cascote		1 1/2"					
TMN Cascote		1 "	Consistencia		Plástica		
Módulo de Fineza A.F.		2.82					

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.5.6.1. Diseño de Mezcla – Concreto Tradicional $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

3.5.6.1.1. Procesamiento

I. Selección de la resistencia requerida ($F'cr$)

Como no hay registro de resistencia de probetas correspondientes a obras anteriores, usamos:

TABLA 90
RESISTENCIA REQUERIDA SEGÚN $F'c$

$F'c$ (kg/cm ²)	$F'cr$ (kg/cm ²)
menos de 210	$F'c + 70$
210 - 350	$F'c + 84$
> 350	$F'c + 98$

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Para el caso de nuestro diseño de mezcla para el concreto tradicional, se tiene una resistencia especificada de 210 kg/cm^2 , por lo cual:

$$f'cr = f'c + 84 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'cr = 210 \text{ kg/cm}^2 + 84 \text{ kg/cm}^2$$

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



II. Selección del Asentamiento

De acuerdo a las tablas 80 y 81 que toman en consideración la consistencia y el tipo de estructuras:

TABLA 91
ASENTAMIENTOS RECOMENDADOS SEGÚN LA ESTRUCTURA

Asentamientos recomendados para diversos tipos de estructuras		
TIPO	SLUMP Máx	SLUMO Mín
Zapatasy muros de cimentación reforzados	3"	1"
Cimentaciones simples y calzaduras	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas	4"	2"
Muros y pavimentos	3"	1"
Concreto ciclópeo	2"	1"
Concreto súper plastificado	6"	8"

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

TABLA 92
CONSISTENCIA- SLUMP- TRABAJABILIDAD

Consistencia	Slump - Revenimiento		Trabajabilidad
	Pulg.	cm	
Seca	0" - 2"	0 - 5	Poco trabajable
Plástica	3" - 4"	7.5 - 10	Trabajable
Fluida	> 5"	> 12.5	Muy trabajable

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

La selección del asentamiento será de: 3" – 4"

III. Cálculo de la cantidad de Agua

Para seleccionar el volumen o peso unitario de agua se consideraron las recomendaciones del Comité 211 del ACI, para esto se utilizó la tabla 82 para obtener la cantidad de agua por metro cúbico de concreto



TABLA 93
CANTIDAD APROXIMADA DE AGUA EN FUNCIÓN AL SLUMP Y TMN

Cantidades aproximadas de agua de amasado en kilogramos o litros por 1 m3 En función del SLUMP y el TMN del agregado						
Concreto sin aire incorporado						
SLUMP	Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso					
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"
1" a 2"	207	199	190	179	166	154
3" a 4"	228	216	205	193	181	169
6" a 7"	243	228	202	202	190	178
Concreto con aire incorporado						
SLUMP	Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso					
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"
1" a 2"	181	175	168	160	150	142
3" a 4"	202	193	184	175	165	157
6" a 7"	216	205	187	184	174	166

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

El peso del Agua por m3 de concreto será: 193 kg

IV. Cálculo de la cantidad de Cemento

Relación agua-cemento:

Para obtener la relación agua/cemento cuando el agregado está en condición saturado superficialmente seco, se tomaron en cuenta los criterios de selección por resistencia del comité ACI 211, usando la tabla 83, considerando que la resistencia a compresión media del concreto es 294 kg/cm² sin aire incorporado.

TABLA 94
CANTIDAD APROXIMADA DE AGUA EN FUNCIÓN AL SLUMP Y TMN

Relación agua cemento por resistencia		
F'cr (kg/cm ²)	Relación a/c en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	
450	0.38	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Observamos que no existe un valor para la relación agua-cemento en la tabla anterior, para una resistencia requerida (F'cr) igual a 294 kg/cm²; en ese caso se procedió a interpolar valores de la siguiente manera:



$$\begin{array}{l} 300 \text{ ----- } 0.55 \\ 294 \text{ ----- } x \\ 250 \text{ ----- } 0.62 \end{array}$$

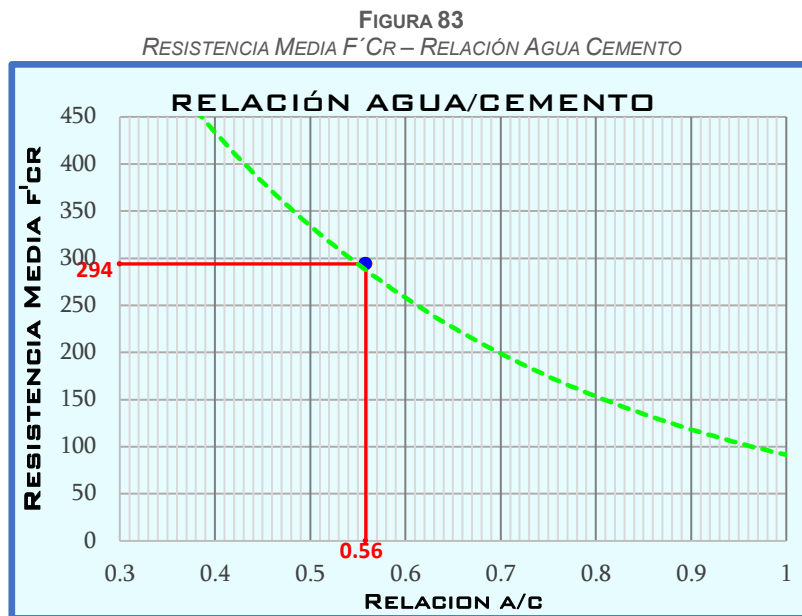
$$\frac{300 - 250}{294 - 250} = \frac{0.55 - x}{0.55 - 0.62}$$

$$\frac{50}{244} = \frac{0.55 - x}{-0.07}$$

$$0.56 = x$$

La relación a/c es de 0.56

- ✓ Otra manera de determinar y comprobar el valor de la relación agua cemento, es mediante el gráfico de la figura N°33, en el cual se traza una línea horizontal con el valor de la resistencia media, hasta el punto donde se intercepta con la curva de la relación agua-cemento y desde este último una línea vertical al eje “y”, para así obtener el valor de esta relación.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

La relación a/c es de 0.56

Una vez obtenido el valor de la relación agua cemento, se aplicó la siguiente relación:

$$\text{Cant. Cemento} = \frac{\text{Cant. de Agua}}{\text{relación agua/cemento}}$$

$$\text{Cant. Cemento} = \frac{193 \text{ kg.}}{0.564}$$



$$\text{Cant. Cemento} = \frac{193 \text{ kg.}}{0.56}$$

$$\text{Cant. Cemento} = 345.630 \text{ kg.}$$

El peso de cemento por m³ de concreto será: 345.630 kg

- ✓ La cantidad de cemento en bolsas se calculó dividiendo el peso de cemento por metro cubico de concreto entre 42.5 bolsas, esto es:

$$\text{Bolsas de cemento} = 345.360/42.5 = 8.13 \text{ Bls.}$$

V. Cálculo de la cantidad de Agregado Grueso

TABLA 95
PESO DEL AG POR UNIDAD DE VOLUMEN DEL CONCRETO

Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto				
TMN del Agregado Grueso	Volumen agregado grueso seco y compactado por unidad de volumen del concreto para diversos módulos de fineza del fino (b/b0)			
	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 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

$$2.8 \text{ ----- } 2.82 \text{ ----- } 3.00$$

$$0.67 \text{ ----- } b/bo \text{ ----- } 0.65$$

$$\frac{3.00 - 2.80}{3.00 - 2.82} = \frac{0.65 - 0.67}{0.65 - b/bo}$$

$$\frac{0.2}{0.18} = \frac{-0.02}{0.65 - b/bo}$$

$$0.668 \text{ m}^3 = b/bo$$

El peso en kg. del agregado grueso será:



$$\text{Peso} = (b/b_0) \cdot (\text{P.U. Seco Compactado})$$

$$\text{Peso} = (0.668 \text{ m}^3) \cdot (1541.86 \text{ kg/ m}^3)$$

$$\text{Peso} = 1029.960 \text{ kg}$$

El peso de Ag. Grueso por m³ de concreto será: 1029.960 kg

VI. Cálculo del contenido de Aire atrapado

TABLA 96
CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

Contenido del aire atrapado	
TMN Agregado Grueso	Aire Atrapado (%)
3/8"	3.00%
1/2"	2.50%
3/4"	2.00%
1"	1.50%
1 1/2"	1.00%
2"	0.50%
3"	0.30%
4"	0.20%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

El porcentaje de aire atrapado es de 1.5%

$$\text{Vol. de Aire} = \frac{1.5 \text{ m}^3}{100}$$

$$\text{Vol. de Aire} = 0.015 \text{ m}^3$$

El Volumen de aire por m³ de concreto es de 0.015 m³

VII. Cálculo de la cantidad de Agregado Fino por diferencia

Determinación de los volúmenes absolutos sin considerar el agregado fino:

$$\text{Volumen} = \frac{\text{Peso Absoluto (kg)}}{\text{Peso Específico (kg/m}^3)}$$

$$\sum \text{Volúmenes parciales} = \text{Vol.}_{\text{Agua}} + \text{Vol.}_{\text{Cemento}} + \text{Vol.}_{\text{Ag. grueso}} + \text{Vol.}_{\text{Aire}}$$



$$\text{Volumen}_{\text{Agua}} = \frac{193 \text{ kg}}{1000 \text{ kg/m}^3} = 0.193 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen}_{\text{Cemento}} = \frac{345.630 \text{ kg}}{2850 \text{ kg/m}^3} = 0.121 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen}_{\text{Ag. Grueso}} = \frac{1029.960 \text{ kg}}{2679 \text{ kg/m}^3} = 0.384 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen}_{\text{Aire Atrapado}} = 0.015 \text{ m}^3 = 0.015 \text{ m}^3$$

$$\sum \text{Volúmenes parciales} = 0.714 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen}_{\text{Ag. Fino}} = 1 - \sum \text{Volúmenes parciales}$$

$$\text{Volumen}_{\text{Ag. Fino}} = 1 - 0.714 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen}_{\text{Ag. Fino}} = 1 - 0.714 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen}_{\text{Ag. Fino}} = 0.286 \text{ m}^3$$

El Volumen de Agregado Fino por m3 de concreto es de 0.286 m³

$$\text{Peso del Ag Fino (kg)} = \text{Volumen}_{\text{Ag. Fino}} (\text{m}^3) * \text{Peso específico (kg/m}^3)$$

$$\text{Peso del Ag Fino} = 0.286 \text{ m}^3 * 2617.25 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso del Ag Fino} = 729.239 \text{ kg}$$

El Peso en kg de Agregado Fino por m3 de concreto es de 729.239 kg

VIII. Resumen de los pesos Secos y volúmenes Absolutos:

TABLA 97
RESUMEN DE LOS PESO SECOS Y VOLÚMENES ABSOLUTOS

ELEMENTO	Peso Abs.	P. específico	Volumen
Agua	193.00 kg	1000.00 kg/m ³	0.193 m ³
Cemento	345.63 kg	2850.00 kg/m ³	0.121 m ³
Ag. Grueso Seco	1029.96 kg	1029.960 kg/m ³	0.384 m ³
Ag. Fino Seco	749.239 kg	749.239 kg/m ³	0.286 m ³
Aire			0.015 m ³
TOTAL	2318 kg/m ³		1.00 m ³

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



IX. Corrección por Humedad y Absorción de los Agregados

- ✓ Para la corrección del peso de los agregados por % de humedad se utilizó la siguiente relación:

$$\text{Peso Corregido}_{\text{Agregados}} = \text{Peso Absoluto} * \left(\frac{w\%}{100} + 1 \right)$$

Donde:

W%: Porcentaje de humedad de los agregados

$$\text{Peso Corregido}_{\text{Ag. Grueso}} = 1029.960 \text{ kg} * \left(\frac{0.82}{100} + 1 \right) = 1038.43 \text{ kg}$$

$$\text{Peso Corregido}_{\text{Ag. Fino}} = 749.239 \text{ kg} * \left(\frac{3.60}{100} + 1 \right) = 776.21 \text{ kg}$$

TABLA 98
RESUMEN PESO ABSOLUTO SECO- CONTENIDO DE HUMEDAD- PESO CORREGIDO

ELEMENTO	PESO ABSOLUTO SECO	CORRECCIÓN POR HUMEDAD %	PESO CORREGIDO
AGREGADO GRUESO HÚMEDO	1029.960 kg	100.82%	1038.43 kg
AGREGADO FINO HÚMEDO	749.239 kg	103.60%	776.21 kg

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Para calcular el Aporte de agua en kilogramos o litros a la mezcla se utilizó la siguiente relación:

$$\text{Aporte de agua}_{\text{Agregados}} = \frac{(w\% - \% \text{ Abs}) * \text{Peso Ag. Seco}}{100}$$

Donde:

W%: Porcentaje de humedad de los agregados

% Abs: Porcentaje de absorción de los agregados

$$\text{Aporte de agua}_{\text{Ag. Grueso}} = \frac{(0.82 - 1.40) * 1029.930 \text{ kg.}}{100} = - 5.95 \text{ kg.}$$

$$\text{Aporte de agua}_{\text{Ag. Fino}} = \frac{(3.60 - 2.47) * 749.239 \text{ kg.}}{100} = 8.45 \text{ kg.}$$

$$\text{Aporte de agua}_{\text{Agregados}} = 2.50 \text{ kg}$$



TABLA 99
RESUMEN HUMEDAD- ABSORCIÓN CONTRIBUCIÓN DE AGUA

ELEMENTO	Humedad	Absorción	Humedad Superficial	Contribución de agua
A.Grueso	0.82%	1.40%	-0.58%	-5.95 kg
A. Fino	3.60%	2.47%	1.13%	8.45 kg
			TOTAL	2.50 kg

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

- ✓ Para calcular el contenido de agua corregida o agua efectiva se utilizó la siguiente relación:

$$\text{Agua Efectiva} = \text{Agua de Diseño} - \text{Contribución de agua}$$

$$\text{Agua Efectiva} = 193.000 \text{ kg.} - 2.500 \text{ kg}$$

$$\text{Agua Efectiva} = 190.5 \text{ kg}$$

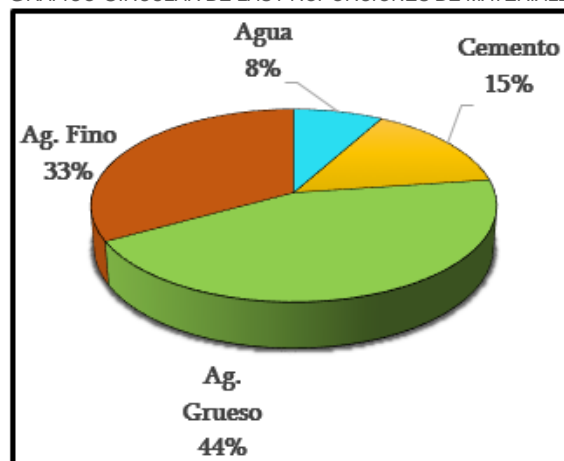
X. Diseño Final Corregido por humedad y absorción para 01 m3 de Concreto

TABLA 100
RESUMEN HUMEDAD- ABSORCIÓN CONTRIBUCIÓN DE AGUA

ELEMENTO	Peso Corregido	Volumen Corregido
Agua Efectiva	190.50 kg	0.191 m3
Cemento	345.63 kg	0.121 m3
Agregado Grueso	1038.43 kg	0.388 m3
Agregado Fino	776.21 kg	0.297 m3
TOTAL	2350.70 kg	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

FIGURA 84
GRÁFICO CIRCULAR DE LAS PROPORCIONES DE MATERIALES



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



XI. Diseño Final: Proporciones para 01 bolsa de cemento

TABLA 101
PROPORCIONES DE MATERIALES PARA 1 BLS. DE CEMENTO

Proporciones para 01 bolsa de cemento	
Agua	23.42 lt.
Cemento	1.00 bls
Ag. Grueso	127.69 m3
Ag. Fino	95.45 m3

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

XII. Diseño Final: Proporciones para 01 kg. de cemento

TABLA 102
PROPORCIONES EN PESO PARA 1KG DE CEMENTO

Proporciones para 01 kg. de cemento	
Agua	0.55 lt.
Cemento	1 kg.
Ag. Grueso	3 kg.
Ag. Fino	2.25 kg.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.5.6.2. Diseño de Mezcla – Concreto con Cascote $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$

(a) **Procesamiento**

I. Selección de la resistencia requerida (F'_{cr})

Como no hay registro de resistencia de probetas correspondientes a obras anteriores, usamos:

TABLA 103
RESISTENCIA REQUERIDA F'_{CR}

F'_c (kg/cm ²)	F'_{cr} (kg/cm ²)
menos de 210	$F'_c + 70$
210 - 350	$F'_c + 84$
> 350	$F'_c + 98$

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Para el caso de nuestro diseño de mezcla para el concreto tradicional, se tiene una resistencia especificada de 210 kg/cm^2 , por lo cual:

$$f'_{cr} = f'_c + 84 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'_{cr} = 210 \text{ kg/cm}^2 + 84 \text{ kg/cm}^2$$

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



II. Selección del Asentamiento

De acuerdo a las tablas 93 y 94 se toman en consideración la consistencia según el tipo de estructuras:

TABLA 104
ASENTAMIENTOS RECOMENDADOS

Asentamientos recomendados para diversos tipos de estructuras		
TIPO	SLUMP Máx	SLUMP Mín
Zapatas y muros de cimentación reforzados	3"	1"
Cimentaciones simples y calzaduras	3"	1"
Vigas y muros armados	4"	1"
Columnas	4"	2"
Muros y pavimentos	3"	1"
Concreto ciclópeo	2"	1"
Concreto súper plastificado	6"	8"

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

TABLA 105
CONSISTENCIA -SLUMP- TRABAJABILIDAD

Consistencia	Slump - Revenimiento		Trabajabilidad
	Pulg.	cm	
Seca	0" - 2"	0 - 5	Poco trabajable
Plástica	3" - 4"	7.5 - 10	Trabajable
Fluida	> 5"	> 12.5	Muy trabajable

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

La selección del asentamiento será de: 3" - 4"

III. Cálculo de la cantidad de Agua

Para seleccionar el volumen o peso unitario de agua se consideraron las recomendaciones del Comité 211 del ACI, para esto se utilizó la tabla 95 para obtener la cantidad de agua por metro cúbico de concreto



TABLA 106
CANTIDAD APROXIMADA DE AGUA X M3 DE CONCRETO

Cantidades aproximadas de agua de amasado en kilogramos o litros por 1 m3 En función del SLUMP y el TMN del agregado						
Concreto sin aire incorporado						
SLUMP	Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso					
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"
1" a 2"	207	199	190	179	166	154
3" a 4"	228	216	205	193	181	169
6" a 7"	243	228	202	202	190	178
Concreto con aire incorporado						
SLUMP	Tamaño Máximo Nominal del Agregado Grueso					
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"
1" a 2"	181	175	168	160	150	142
3" a 4"	202	193	184	175	165	157
6" a 7"	216	205	187	184	174	166

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

El peso del Agua por m3 de concreto será: 193 kg

IV. Cálculo de la cantidad de Cemento

Relación agua-cemento:

Para obtener la relación agua/cemento cuando el agregado está en condición saturado superficialmente seco, se tomaron en cuenta los criterios de selección por resistencia del comité ACI 211, usando la tabla....., considerando que la resistencia a compresión media del concreto es 294 kg/cm² sin aire incorporado.

TABLA 107
RELACIÓN AGUA- CEMENTO POR RESISTENCIA

Relación agua cemento por resistencia		
F'cr (kg/cm ²)	Relación a/c en peso	
	Concreto sin aire incorporado	Concreto con aire incorporado
150	0.8	0.71
200	0.7	0.61
250	0.62	0.53
300	0.55	0.46
350	0.48	0.4
400	0.43	
450	0.38	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Observamos que no existe un valor para la relación agua-cemento en la tabla anterior, para una resistencia requerida (F'cr) igual a 294 kg/cm²; en ese caso se procedió a interpolar valores de la siguiente manera:



$$300 \text{ ----- } 0.55$$

$$294 \text{ ----- } x$$

$$250 \text{ ----- } 0.62$$

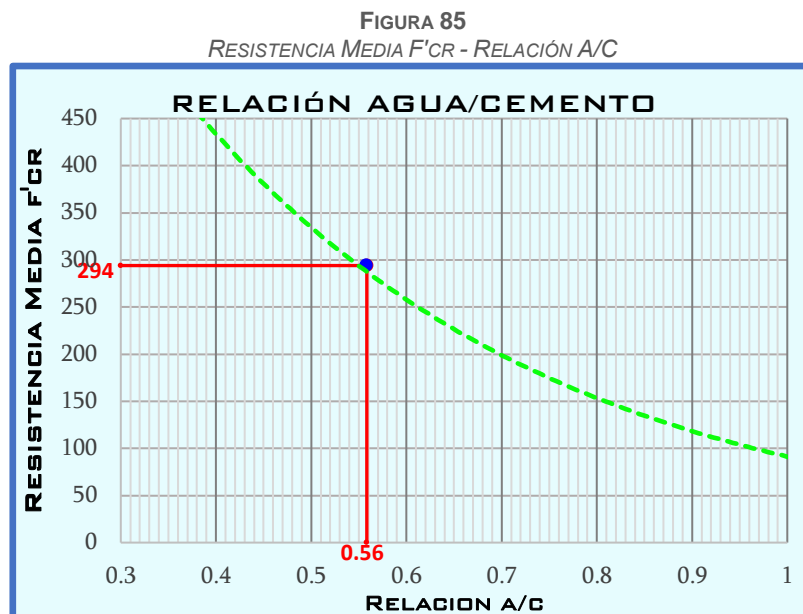
$$\frac{300 - 250}{294 - 250} = \frac{0.55 - x}{0.55 - 0.62}$$

$$\frac{50}{244} = \frac{0.55 - x}{-0.07}$$

$$0.56 = x$$

La relación a/c es de 0.56

- ✓ Otra manera de determinar y comprobar el valor de la relación agua cemento, es mediante el gráfico de la figura 43, en la cual, se traza una línea horizontal con el valor de la resistencia media, hasta el punto donde se intercepta con la curva de la relación agua-cemento y desde este último una línea vertical al eje “y”, para así obtener el valor de esta relación.



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

La relación a/c es de 0.56

Una vez obtenido el valor de la relación agua cemento, se aplicó la siguiente relación:



$$\text{Cant. Cemento} = \frac{\text{Cant. de Agua}}{\text{relación agua/cemento}}$$

$$\text{Cant. Cemento} = \frac{193 \text{ kg.}}{0.564}$$

$$\text{Cant. Cemento} = \frac{193 \text{ kg.}}{0.56}$$

$$\text{Cant. Cemento} = 345.630 \text{ kg.}$$

El peso de cemento por m3 de concreto será: 345.630 kg

- ✓ La cantidad de cemento en bolsas se calculó dividiendo el peso de cemento por metro cubico de concreto entre 42.5 bolsas, esto es:

$$\text{Bolsas de cemento} = 345.360/42.5 = 8.13 \text{ Bls.}$$

V. Cálculo de la cantidad de Cascote

TABLA 108
PESO DEL AGREGADO X UND. DE VOLUMEN DE CONCRETO

Peso del agregado grueso por unidad de volumen del concreto				
TMN del Agregado Grueso	Volumen agregado grueso seco y compactado por unidad de volumen del concreto para diversos módulos de fineza del fino (b/b0)			
	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 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

$$2.8 \text{ ----- } 2.82 \text{ ----- } 3.00$$

$$0.67 \text{ ----- } b/b0 \text{ ----- } 0.65$$

$$\frac{3.00 - 2.80}{3.00 - 2.82} = \frac{0.65 - 0.67}{0.65 - b/b0}$$



$$\frac{0.2}{0.18} = \frac{-0.02}{0.65 - b/bo}$$

$$0.668 \text{ m}^3 = b/bo$$

El peso en kg. del cascote en kg. será:

$$\text{Peso} = (b/bo) * (P.U. \text{ Seco Compactado})$$

$$\text{Peso} = (0.668 \text{ m}^3) * (1325.56 \text{ kg/m}^3)$$

$$\text{Peso} = 885.476 \text{ kg}$$

El peso de Cascote por m3 de concreto será: 885.476 kg

VI. Cálculo del contenido de Aire atrapado

TABLA 109
CONTENIDO DE AIRE ATRAPADO

Contenido del aire atrapado	
TMN Agregado Gueso	Aire Atrapado (%)
3/8"	3.00%
1/2"	2.50%
3/4"	2.00%
1"	1.50%
1 1/2"	1.00%
2"	0.50%
3"	0.30%
4"	0.20%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

El porcentaje de aire atrapado es de 1.5%

$$\text{Vol. de Aire} = \frac{1.5 \text{ m}^3}{100}$$

$$\text{Vol. de Aire} = 0.015 \text{ m}^3$$

El Volumen de aire por m3 de concreto es de 0.015 m³

VII. Calculo de la cantidad de Aditivo Superplastificante

- ✓ Para determinar el volumen de Aditivo superplastificante, se utilizó la ficha técnica del producto, SikaCem® Aditivo Plastificante, que indica que para usar este producto como



superplastificante, se dosifica con 500 ml. por bolsa de cemento de 42.5 kg, en ese sentido:

Del cálculo de la cantidad de cemento, se determinó que para un metro cúbico de concreto, se utilizaran 8.13 Bls de cemento. De esto se asume que:

$$\text{Cantidad de aditivo (m}^3\text{)} = \frac{\text{Dosificación (L)} * \# \text{ de Bolsas}}{1000}$$

$$\text{Cantidad de aditivo (m}^3\text{)} = \frac{0.5 \text{ L} * 8.13}{1000}$$

$$\text{Cantidad de aditivo} = 0.004065 \text{ m}^3$$

El Volumen de aditivo por m³ de concreto es de 0.004065 m³

Para el cálculo del Peso del aditivo, se utilizó la siguiente relación:

$$\text{Peso de aditivo (kg)} = \text{P. específico del aditivo (kg/m}^3\text{)} * \text{Volumen (m}^3\text{)}$$

$$\text{Peso de aditivo (kg)} = 1200 \text{ kg/m}^3 * 0.004065 \text{ (m}^3\text{)}$$

$$\text{Peso de aditivo} = 4.878 \text{ kg}$$

El Peso de aditivo por m³ de concreto es de 4.878 kg

VIII. Cálculo de la cantidad de Agregado Fino por diferencia

Determinación de los volúmenes absolutos sin considerar el agregado fino:

$$\text{Volumen} = \frac{\text{Peso Absoluto (kg)}}{\text{Peso Específico (kg/m}^3\text{)}}$$

$$\text{Volumen}_{\text{Agua}} = \frac{193 \text{ kg}}{1000 \text{ kg/m}^3} = 0.193 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen}_{\text{Cemento}} = \frac{345.630 \text{ kg}}{2850 \text{ kg/m}^3} = 0.121 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen}_{\text{Cascote}} = \frac{885.476 \text{ kg}}{2367.39 \text{ kg/m}^3} = 0.374 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen}_{\text{Aire Atrapado}} = 0.015 \text{ m}^3 = 0.015 \text{ m}^3$$



$$Volumen_{Aditivo} = \frac{4.878 \text{ kg}}{1200 \text{ kg/m}^3} = 0.004 \text{ m}^3$$

$$\sum \text{Volúmenes parciales} = 0.707 \text{ m}^3$$

$$Volumen_{Ag. Fino} = 1 - \sum \text{Volúmenes parciales}$$

$$Volumen_{Ag. Fino} = 1 - 0.707 \text{ m}^3$$

$$Volumen_{Ag. Fino} = 0.293 \text{ m}^3$$

El Volumen de Agregado Fino por m3 de concreto es de 0.293 m³

Peso del Ag Fino (kg) = Volumen_{Ag. Fino}(m³) * Peso específico (kg/m³)

$$\text{Peso del Ag Fino} = 0.293 \text{ m}^3 * 2617.25 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Peso del Ag Fino} = 765.889 \text{ kg}$$

El Peso en kg de Agregado Fino por m3 de concreto es de 765.889 kg

IX. Resumen de los pesos Secos y volúmenes Absolutos:

TABLA 110
TABLA RESUMEN

ELEMENTO	Peso Abs.	P. específico	Volumen
Agua	193.00 kg	1000.00 kg/m3	0.193 m3
Cemento	345.63 kg	2850.00 kg/m3	0.121 m3
Cascote Seco	885.476 kg	2367.39 kg/m3	0.374 m3
Ag. Fino Seco	765.889 kg	2617.25 kg/m3	0.293 m3
Aire	-	-	0.015 m3
Aditivo	4.878 kg	1200.00 kg/m3	0.004m3
TOTAL	2195 kg/m3		1.00 m3

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

X. Corrección por Humedad y Absorción de los Agregados

- ✓ Para la corrección del peso de los agregados por % de humedad se utilizó la siguiente relación:

$$\text{Peso Corregido}_{Agregados} = \text{Peso Absoluto} * \left(\frac{w\%}{100} + 1 \right)$$

Donde:

W%: Porcentaje de humedad de los agregados



$$\text{Peso Corregido}_{\text{Cascote}} = 885.476 \text{ kg} * \left(\frac{0.08}{100} + 1 \right) = 886.19 \text{ kg}$$

$$\text{Peso Corregido}_{\text{Ag. Fino}} = 776.889 \text{ kg} * \left(\frac{3.60}{100} + 1 \right) = 793.46 \text{ kg}$$

TABLA 111
CORRECCIÓN POR HUMEDAD

ELEMENTO	PESO ABSOLUTO SECO	CORRECCIÓN POR HUMEDAD %	PESO CORREGIDO
CASCOTE HÚMEDO	885.476 kg	100.08%	886.19 kg
AGREGADO FINO HÚMEDO	765.889 kg	103.60%	793.46 kg

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

- ✓ Para calcular el Aporte de agua en kilogramos o litros a la mezcla se utilizó la siguiente relación:

$$\text{Aporte de agua}_{\text{Agregados}} = \frac{(w\% - \% \text{ Abs}) * \text{Peso Ag. Seco}}{100}$$

Donde:

W%: Porcentaje de humedad de los agregados

% Abs: Porcentaje de absorción de los agregados

$$\text{Aporte de agua}_{\text{Cascote}} = \frac{(0.08 - 7.24) * 885.476 \text{ kg.}}{100} = -63.38 \text{ kg.}$$

$$\text{Aporte de agua}_{\text{Ag. Fino}} = \frac{(3.60 - 2.47) * 765.889 \text{ kg.}}{100} = 8.64 \text{ kg.}$$

$$\text{Aporte de agua}_{\text{Agregados}} = -54.74 \text{ kg}$$

TABLA 112
APOORTE DE AGUA

ELEMENTO	Humedad	Absorción	Humedad Superficial	Contribución de agua
A.Grueso	0.08%	7.24%	-7.16%	-63.38 kg
A. Fino	3.60%	2.47%	1.13%	8.64 kg
			TOTAL	-54.74 kg

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



- ✓ Para calcular el contenido de agua corregida o agua efectiva se utilizó la siguiente relación:

$$\text{Agua Efectiva} = \text{Agua de Diseño} - \text{Contribución de agua}$$

$$\text{Agua Efectiva} = 193.000 \text{ kg.} - -54.62 \text{ kg}$$

$$\text{Agua Efectiva} = 247.74 \text{ kg}$$

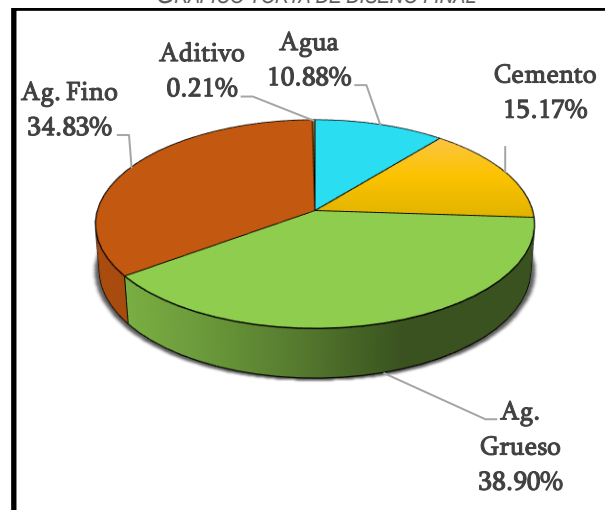
XI. Diseño Final Corregido por humedad y absorción para 01 m³ de Concreto

TABLA 113
DISEÑO FINAL POR CORRECCIÓN DE HUMEDAD Y ABSORCIÓN

ELEMENTO	Peso Corregido	Volumen Corregido
Agua Efectiva	247.74 kg	0.248 m ³
Cemento	345.63 kg	0.121 m ³
Agregado Grueso	886.19 kg	0.374 m ³
Agregado Fino	793.46 kg	0.303 m ³
Aditivo	4.88 kg	0.004 m ³
TOTAL	2350.70 kg	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

FIGURA 86
GRÁFICO TORTA DE DISEÑO FINAL



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Diseño Final: Proporciones para 01 bolsa de cemento

TABLA 114
PROPORCIONES PARA BOLSA DE CEMENTO

Proporciones para 01 bolsa de cemento	
Agua	30.46 lt.
Cemento	1.00 bls
Ag. Grueso	108.97 m ³
Ag. Fino	97.57 m ³
Aditivo	500.00 ml

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



XII. Diseño Final: Proporciones para 01 kg. de cemento

TABLA 115
PROPORCIONES EN PARA 1KG. DE CEMENTO

Proporciones para 01 kg. de cemento	
Agua	0.72 lt.
Cemento	1.00 kg.
Ag. Grueso	2.56 kg.
Ag. Fino	2.30 kg.
Aditivo	11.76 ml

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

3.5.7. Procedimiento de análisis de datos de la Resistencia a Compresión

a) Procesamiento

Para el procesamiento de los datos recolectados en el ensayo de resistencia a la compresión de testigos cilíndricos, se utilizaron los datos obtenidos de las dimensiones de cada briqueta, y las lecturas de carga máxima soportada por cada una de ellas mediante las siguientes relaciones:

Obtención del Área:

$$A = \frac{\pi * D^2}{4}$$

Donde:

A = Área de la superficie de la base de la briqueta (cm²)

D = Es el diámetro promedio (cm)

Obtención de la carga máxima de rotura en kg.

$$G = \frac{F * 1000}{g}$$

Donde:

G = La carga máxima de rotura en (kg).

F = Es la fuerza máxima aplicada en (kN)

g = Es la aceleración de la gravedad (m/s²)

Obtención de la Resistencia de rotura a la compresión:

$$R_c = \frac{G}{A}$$



Donde:

R_c = Es la resistencia de rotura a la compresión, en Kg/cm².

G = La carga máxima de rotura en (kg).

A = Área de la superficie de la base de la briqueta (cm²)

Obtención de la desviación estándar y coeficiente de variación:

$$D_s = \sqrt{\frac{\sum x_i^2 - (\sum x_i)^2/n}{n - 1}}$$

Donde:

D_s = Desviación estándar

x_i = Resultados de los ensayos

n = Número de ensayos

Se define el coeficiente de variación con la siguiente expresión:

$$CV = \frac{D_s}{\mu} * 100$$

Donde:

CV = Coeficiente de variación (%).



D_s = Desviación estándar.

μ = Media de los datos.

b) Diagramas y tablas



TABLA 116
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO TRADICIONAL -07 DÍAS

 Universidad Andina del Cusco		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS				 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
		NTP 339.034	MTC E 704	ASTM-C39-39M				
Tesis: "Comparación Del Módulo De Elasticidad Del Concreto Tradicional Vs. Concreto Preparado Reemplazando Agregado Grueso Por Cascote Y Adicionado Con Superplastificante En La Ciudad Del Cusco-2023"								
Responsables		:Eyner G. Huanca Medina y Anghelo J. Palma Rimachi						
Resistencia a la Compresion de Concreto Tradicional - 07 Dias								
Nombre	Area	Edad	% Resistencia Nominal	Resist. de Diseño	Fuerza Aplicada	Carga Max. Aplicada (G)	Resist. Obtenida	% de Resistencia Hallada
-	cm ²	dias	%	(kg/cm ²)	KN	kg	(kg/cm ²)	%
01 - A	177.06	7	65%	210	268.87 kN	27416.13	154.84	73.73%
02 - A	178.71	7	65%	210	258.24 kN	26332.21	147.35	70.16%
03 - A	179.30	7	65%	210	263.31 kN	26849.19	149.74	71.31%
04 - A	177.65	7	65%	210	284.82 kN	29042.52	163.48	77.85%
05 - A	177.78	7	65%	210	269.76 kN	27506.88	154.73	73.68%
06 - A	176.83	7	65%	210	294.40 kN	30019.37	169.76	80.84%
07 - A	178.72	7	65%	210	261.32 kN	26646.27	149.09	71.00%
08 - A	177.65	7	65%	210	274.13 kN	27952.48	157.35	74.93%
09 - A	177.30	7	65%	210	264.03 kN	26922.61	151.85	72.31%
10 - A	177.42	7	65%	210	289.61 kN	29530.95	166.44	79.26%
11 - A	177.42	7	65%	210	276.04 kN	28147.24	158.65	75.55%
12 - A	176.95	7	65%	210	275.40 kN	28081.98	158.70	75.57%
13 - A	176.83	7	65%	210	290.27 kN	29598.25	167.38	79.71%
14 - A	175.65	7	65%	210	264.48 kN	26968.49	153.53	73.11%
15 - A	178.60	7	65%	210	277.20 kN	28265.52	158.26	75.36%



Resist. Promedio (kg/cm ²)	Desviacion Estandar S	Coef. De Variacion C.V.
157.41	6.88	4.37%

Diagrama de Dispersión - Resistencia a la compresion - Concreto Tradicional - 07 dias

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

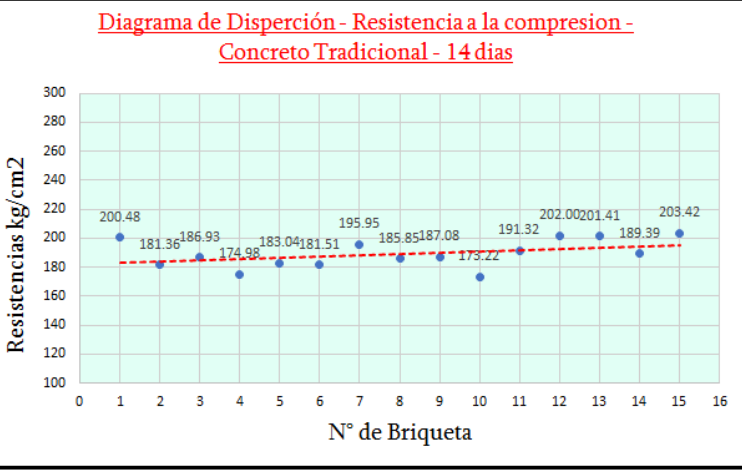


TABLA 117
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO TRADICIONAL- 14 DÍAS

 Universidad Andina del Cusco		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS				 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
		NTP 339.034		MTC E 704		ASTM-C39-39M		
Tesis: "Comparación Del Módulo De Elasticidad Del Concreto Tradicional Vs. Concreto Preparado Reemplazando Agregado Grueso Por Cascote Y Adicionado Con Superplastificante En La Ciudad Del Cusco-2023"								
Responsables			:Eyner G. Huanca Medina y Anghelo J. Palma Rimachi					
Resistencia a la Compresion de Concreto Tradicional - 14 Dias								
Nombre	Area	Edad	% Resistencia Nominal	Resist. de Diseño	Fuerza Aplicada	Carga Max. Aplicada (G)	Resist. Obtenida	% de Resistencia Hallada
-	cm ²	dias	%	(kg/cm ²)	KN	kg	(kg/cm ²)	%
16 - A	179.55	14	90%	210	353.02 kN	35996.74	200.48	95.47%
17 - A	180.73	14	90%	210	321.46 kN	32778.63	181.36	86.36%
18 - A	176.60	14	90%	210	323.74 kN	33011.11	186.93	89.01%
19 - A	175.89	14	90%	210	301.83 kN	30777.00	174.98	83.32%
20 - A	177.30	14	90%	210	318.28 kN	32454.37	183.04	87.16%
21 - A	177.18	14	90%	210	315.40 kN	32160.70	181.51	86.43%
22 - A	177.89	14	90%	210	341.85 kN	34857.75	195.95	93.31%
23 - A	177.30	14	90%	210	323.15 kN	32950.95	185.85	88.50%
24 - A	178.36	14	90%	210	327.24 kN	33368.00	187.08	89.09%
25 - A	177.42	14	90%	210	301.39 kN	30732.13	173.22	82.48%
26 - A	178.96	14	90%	210	335.78 kN	34238.81	191.32	91.11%
27 - A	178.01	14	90%	210	352.64 kN	35957.99	202.00	96.19%
28 - A	178.60	14	90%	210	352.78 kN	35972.26	201.41	95.91%
29 - A	177.78	14	90%	210	330.19 kN	33668.81	189.39	90.18%
30 - A	178.60	14	90%	210	356.29 kN	36330.17	203.42	96.87%

Resist. Promedio (kg/cm ²)	Desviacion Estandar S	Coef. De Variacion C.V.
189.20	9.74	5.15%

Diagrama de Dispersión - Resistencia a la compresion - Concreto Tradicional - 14 dias





N° de Briqueeta	Resistencia (kg/cm ²)
1	200.48
2	181.36
3	186.93
4	174.98
5	183.04
6	181.51
7	195.95
8	185.85
9	187.08
10	173.22
11	191.32
12	202.00
13	201.41
14	189.39
15	203.42

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

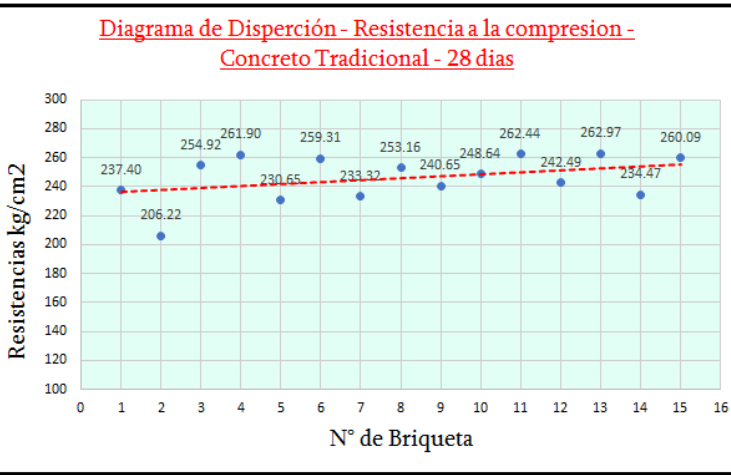


TABLA 118
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO TRADICIONAL- 28 DÍAS

 Universidad Andina del Cusco			RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS					 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
			NTP 339.034	MTC E 704	ASTM-C39-39M				
Tesis: "Comparación Del Módulo De Elasticidad Del Concreto Tradicional Vs. Concreto Preparado Reemplazando Agregado Grueso Por Cascote Y Adicionado Con Superplastificante En La Ciudad Del Cusco-2023"									
Responsables			:Eyner G. Huanca Medina y Anghelo J. Palma Rimachi						
Resistencia a la Compresion de Concreto Tradicional - 28 Dias									
Nombre	Area	Edad	% Resistencia Nominal	Resist. de Diseño	Fuerza Aplicada	Carga Max. Aplicada (G)	Resist. Obtenida	% de Resistencia Hallada	
-	cm ²	dias	%	(kg/cm ²)	KN	kg	(kg/cm ²)	%	
31 - A	179.79	28	100%	210	418.59 kN	42682.78	237.40	113.05%	
32 - A	180.15	28	100%	210	364.33 kN	37149.99	206.22	98.20%	
33 - A	180.03	28	100%	210	450.07 kN	45892.73	254.92	121.39%	
34 - A	176.36	28	100%	210	452.98 kN	46189.46	261.90	124.72%	
35 - A	177.66	28	100%	210	401.85 kN	40975.83	230.65	109.83%	
36 - A	178.01	28	100%	210	452.69 kN	46159.89	259.31	123.48%	
37 - A	176.83	28	100%	210	404.61 kN	41257.27	233.32	111.10%	
38 - A	177.07	28	100%	210	439.62 kN	44827.16	253.16	120.55%	
39 - A	177.89	28	100%	210	419.83 kN	42809.22	240.65	114.60%	
40 - A	177.30	28	100%	210	432.34 kN	44084.84	248.64	118.40%	
41 - A	179.31	28	100%	210	461.51 kN	47059.24	262.44	124.97%	
42 - A	176.13	28	100%	210	418.85 kN	42709.29	242.49	115.47%	
43 - A	177.30	28	100%	210	457.25 kN	46624.86	262.97	125.22%	
44 - A	178.72	28	100%	210	410.95 kN	41903.74	234.47	111.65%	
45 - A	177.18	28	100%	210	451.95 kN	46084.43	260.09	123.85%	

Resist. Promedio	Desviacion Estandar	Coef. De Variacion
(kg/cm ²)	S	C.V.
245.91	15.93	6.48%



Diagrama de Dispersión - Resistencia a la compresion - Concreto Tradicional - 28 dias



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

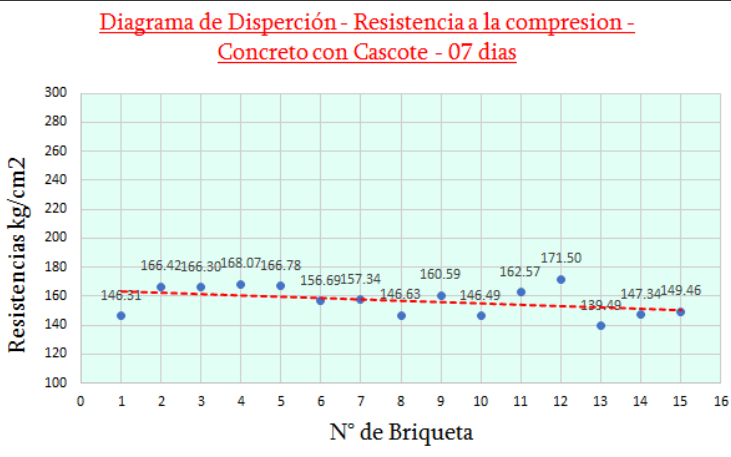


TABLA 119
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO CON CASCOTE- 07 DÍAS

 Universidad Andina del Cusco		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS				 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
		NTP 339.034		MTC E 704		ASTM-C39-39M		
Tesis: "Comparación Del Módulo De Elasticidad Del Concreto Tradicional Vs. Concreto Preparado Reemplazando Agregado Grueso Por Cascote Y Adicionado Con Superplastificante En La Ciudad Del Cusco-2023"								
Responsables		:Eyner G. Huanca Medina y Anghelo J. Palma Rimachi						
Resistencia a la Compresion de Concreto con Cascote - 07 Dias								
Nombre	Area	Edad	% Resistencia Nominal	Resist. de Diseño	Fuerza Aplicada	Carga Max. Aplicada (G)	Resist. Obtenida	% de Resistencia Hallada
-	cm ²	dias	%	(kg/cm ²)	KN	kg	(kg/cm ²)	%
01 - B	178.84	7	65%	210	256.62 kN	26167.02	146.31	69.67%
02 - B	178.60	7	65%	210	291.49 kN	29722.65	166.42	79.25%
03 - B	182.53	7	65%	210	297.69 kN	30354.85	166.30	79.19%
04 - B	178.60	7	65%	210	294.39 kN	30018.35	168.07	80.03%
05 - B	179.79	7	65%	210	294.06 kN	29984.70	166.78	79.42%
06 - B	177.06	7	65%	210	272.09 kN	27744.47	156.69	74.61%
07 - B	179.67	7	65%	210	277.24 kN	28269.60	157.34	74.93%
08 - B	177.19	7	65%	210	254.80 kN	25981.44	146.63	69.83%
09 - B	176.36	7	65%	210	277.76 kN	28322.63	160.59	76.47%
10 - B	178.84	7	65%	210	256.92 kN	26197.61	146.49	69.75%
11 - B	175.89	7	65%	210	280.43 kN	28594.88	162.57	77.42%
12 - B	176.48	7	65%	210	296.82 kN	30266.14	171.50	81.67%
13 - B	176.83	7	65%	210	241.91 kN	24667.07	139.49	66.43%
14 - B	177.06	7	65%	210	255.85 kN	26088.51	147.34	70.16%
15 - B	178.37	7	65%	210	261.44 kN	26658.51	149.46	71.17%

Resist. Promedio (kg/cm ²)	Desviacion Estandar S	Coef. De Variacion C.V.
156.80	10.13	6.46%

Diagrama de Disperción - Resistencia a la compresion - Concreto con Cascote - 07 dias





N° de Briqueta	Resistencia (kg/cm ²)
1	146.31
2	166.42
3	166.30
4	168.07
5	166.78
6	156.69
7	157.34
8	146.63
9	160.59
10	146.49
11	162.57
12	171.50
13	139.49
14	147.34
15	149.46

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 120
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO CON CASCOTE- 14 DÍAS

 Universidad Andina del Cusco			RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS				 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL	
			NTP 339.034	MTC E 704	ASTM-C39-39M			
Tesis: "Comparación Del Módulo De Elasticidad Del Concreto Tradicional Vs. Concreto Preparado Reemplazando Agregado Grueso Por Cascote Y Adicionado Con Superplastificante En La Ciudad Del Cusco-2023"								
Responsables			:Eyner G. Huanca Medina y Anghelo J. Palma Rimachi					
Resistencia a la Compresion de Concreto con Cascote - 14 Dias								
Nombre	Area	Edad	% Resistencia Nominal	Resist. de Diseño	Fuerza Aplicada	Carga Max. Aplicada (G)	Resist. Obtenida	% de Resistencia Hallada
-	cm ²	dias	%	(kg/cm ²)	KN	kg	(kg/cm ²)	%
16 - B	176.82	14	90%	210	375.13 kN	38251.25	216.33	103.01%
17 - B	163.31	14	90%	210	343.41 kN	35016.82	214.43	102.11%
18 - B	172.38	14	90%	210	393.25 kN	40098.91	232.62	110.77%
19 - B	177.00	14	90%	210	398.31 kN	40614.87	229.46	109.27%
20 - B	176.48	14	90%	210	366.26 kN	37346.79	211.62	100.77%
21 - B	178.48	14	90%	210	381.76 kN	38927.30	218.10	103.86%
22 - B	177.89	14	90%	210	409.86 kN	41792.60	234.94	111.88%
23 - B	179.43	14	90%	210	407.37 kN	41538.70	231.50	110.24%
24 - B	178.49	14	90%	210	371.57 kN	37888.24	212.28	101.08%
25 - B	179.31	14	90%	210	389.85 kN	39752.22	221.69	105.57%
26 - B	178.13	14	90%	210	383.63 kN	39117.98	219.60	104.57%
27 - B	177.41	14	90%	210	407.92 kN	41594.78	234.45	111.64%
28 - B	177.78	14	90%	210	345.40 kN	35219.74	198.11	94.34%
29 - B	178.13	14	90%	210	376.00 kN	38339.96	215.24	102.49%
30 - B	177.19	14	90%	210	428.65 kN	43708.58	246.68	117.47%



Resist. Promedio (kg/cm ²)	Desviacion Estandar S	Coef. De Variacion C.V.
222.47	12.29	5.53%

Diagrama de Dispersión - Resistencia a la compresion - Concreto con Cascote - 14 dias

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 121
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO CON CASCOTE- 28 DÍAS

 Universidad Andina del Cusco		RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS				 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL		
		NTP 339.034	MTC E 704	ASTM-C39-39M				
Tesis: "Comparación Del Módulo De Elasticidad Del Concreto Tradicional Vs. Concreto Preparado Reemplazando Agregado Grueso Por Cascote Y Adicionado Con Superplastificante En La Ciudad Del Cusco-2023"								
Responsables		:Eyner G. Huanca Medina y Anghelo J. Palma Rimachi						
Resistencia a la Compresion de Concreto con Cascote - 28 Dias								
Nombre	Area	Edad	% Resistencia Nominal	Resist. de Diseño	Fuerza Aplicada	Carga Max. Aplicada (G)	Resist. Obtenida	% de Resistencia Hallada
-	cm ²	días	%	(kg/cm ²)	KN	kg	(kg/cm ²)	%
31 - B	184.92	28	100%	210	408.29 kN	41632.51	225.13	107.21%
32 - B	185.98	28	100%	210	419.69 kN	42794.94	230.10	109.57%
33 - B	177.64	28	100%	210	415.24 kN	42341.18	238.35	113.50%
34 - B	177.65	28	100%	210	451.66 kN	46054.86	259.25	123.45%
35 - B	179.31	28	100%	210	388.70 kN	39634.95	221.04	105.26%
36 - B	178.48	28	100%	210	404.96 kN	41292.95	231.36	110.17%
37 - B	179.31	28	100%	210	450.94 kN	45981.44	256.43	122.11%
38 - B	177.07	28	100%	210	437.99 kN	44660.96	252.22	120.11%
39 - B	178.72	28	100%	210	399.98 kN	40785.15	228.20	108.67%
40 - B	177.30	28	100%	210	444.42 kN	45316.61	255.59	121.71%
41 - B	177.53	28	100%	210	432.47 kN	44098.09	248.39	118.28%
42 - B	178.84	28	100%	210	419.07 kN	42731.72	238.94	113.78%
43 - B	177.41	28	100%	210	425.24 kN	43360.86	244.41	116.38%
44 - B	178.96	28	100%	210	435.02 kN	44358.11	247.87	118.03%
45 - B	176.24	28	100%	210	413.74 kN	42188.23	239.38	113.99%

Resist. Promedio (kg/cm ²)	Desviacion Estandar S	Coef. De Variacion C.V.
241.11	12.14	5.03%

Diagrama de Dispersión - Resistencia a la compresion - Concreto con Cascote - 28 dias

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



3.5.8. Procedimiento de análisis de datos – Módulo de Elasticidad

a) Procesamiento

Para el procesamiento de los datos recolectados en el ensayo de módulo de elasticidad en testigos cilíndrico, se utilizaron los datos obtenidos de las deformaciones longitudinales unitarias de las briquetas que fueron sometidas a esfuerzos de compresión. Una vez obtenidos los datos, se utilizó la siguiente relación:

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$$

Donde:

E_c = módulo de elasticidad secante. (MPa)

S_2 = esfuerzo correspondiente al 40 % de la carga última

S_1 = esfuerzo correspondiente a la deformación longitudinal, ϵ_1 , de 50 millonésima (MPa)

ϵ_2 = deformación longitudinal producida por el esfuerzo S_2

b) Diagramas y tablas

3.5.8.1.1. Módulo de Elasticidad -7 días (1A-15A)



TABLA 122
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 1-A

BRIQUETA - C° TRADICIONAL 07 DIAS		Dimensiones (Briqueta)		
Briqueta N°	1-A	Altura Prom.	L =	30.05 cm
Fecha de Moldeo	22/03/2022	Diámetro	D ₁ =	14.94 cm
Fecha de Rotura	29/03/2022		D ₂ =	15.09 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A _o =	177.06377 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 154.53			

1-A

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	177.06377	0.00
5	39.98	0.005	4076.68	0.00017	177.09324	23.02
10	74.35	0.01	7581.32	0.00033	177.12272	42.80
15	114.89	0.015	11715.10	0.00050	177.15220	66.13
20	137.83	0.02	14054.25	0.00067	177.18170	79.32
25	168.58	0.025	17189.76	0.00083	177.21121	97.00
30	196.42	0.03	20028.55	0.00100	177.24072	113.00
35	215.55	0.035	21979.20	0.00116	177.27025	123.99
40	230.39	0.04	23492.40	0.00133	177.29978	132.50
45	243.71	0.045	24850.62	0.00150	177.32933	140.14
50	257.39	0.05	26245.54	0.00166	177.35888	147.98
55	266.5	0.055	27174.47	0.00183	177.38845	153.19
60	268.87	0.06	27416.13	0.00200	177.41802	154.53

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$$

S ₂ (40%) =	61.81 Kg/cm ²
------------------------	--------------------------

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

42.80 Kg/cm ²	0.00033
61.81 Kg/cm ²	ε ₂
66.13 Kg/cm ²	0.00050

ε ₂ =	0.00047
------------------	---------

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S ₁
0.00017	23.02 Kg/cm ²

S ₁ =	6.92 Kg/cm ²
------------------	-------------------------

$$E_c = \frac{61.81 - 6.92}{0.00047 - 0.00005}$$

E _c =	131,211.02 Kg/cm ²
------------------	-------------------------------

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 123
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 2-A

BRIQUETA - C° TRADICIONAL 07 DIAS		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	2-A	Altura Prom.	L = 30.30 cm
Fecha de Moldeo	22/03/2022	Diametro	D ₁ = 14.96 cm
Fecha de Rotura	29/03/2022		D ₂ = 15.21 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A _o = 178.71075 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 147.03		

2-A

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	Ai	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	178.71075	0.00
5	37.19	0.005	3792.19	0.00017	178.74025	21.22
10	70.64	0.01	7203.02	0.00033	178.76975	40.29
15	103.94	0.015	10598.55	0.00050	178.79927	59.28
20	138.74	0.02	14147.04	0.00066	178.82879	79.11
25	164.22	0.025	16745.18	0.00083	178.85833	93.62
30	187.98	0.03	19167.94	0.00099	178.88787	107.15
35	205.62	0.035	20966.66	0.00116	178.91743	117.19
40	224.65	0.04	22907.11	0.00132	178.94699	128.01
45	231.56	0.045	23611.71	0.00149	178.97656	131.93
50	246.94	0.05	25179.97	0.00165	179.00614	140.67
55	251.47	0.055	25641.89	0.00182	179.03574	143.22
60	257.28	0.06	26234.32	0.00198	179.06534	146.51
65	258.24	0.065	26332.21	0.00215	179.09495	147.03

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$$

S ₂ (40%) =	58.81 Kg/cm ²
------------------------	--------------------------

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

40.29 Kg/cm ²	0.00033
58.81 Kg/cm ²	ε ₂
59.28 Kg/cm ²	0.00050

ε ₂ =	0.00049
------------------	---------

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S ₁
0.00017	21.22 Kg/cm ²

S ₁ =	6.43 Kg/cm ²
------------------	-------------------------

$$E_c = \frac{58.81 - 6.43}{0.00049 - 0.00005}$$

E _c =	118,779.68 Kg/cm ²
------------------	-------------------------------

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 124
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 3-A

BRIQUETA - C° TRADICIONAL 07 DIAS		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	3-A	Altura Prom.	L = 30.25 cm
Fecha de Moldeo	22/03/2022	Diámetro	D ₁ = 15.25 cm
Fecha de Rotura	29/03/2022		D ₂ = 14.97 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A _o = 179.30051 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 149.45		

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	179.30051	0.00
5	46.28	0.005	4719.08	0.00017	179.33015	26.32
10	90.58	0.01	9236.26	0.00033	179.35980	51.50
15	123.32	0.015	12574.69	0.00050	179.38946	70.10
20	156.74	0.02	15982.46	0.00066	179.41913	89.08
25	184.75	0.025	18838.58	0.00083	179.44882	104.98
30	211.1	0.03	21525.44	0.00099	179.47851	119.93
35	229.91	0.035	23443.46	0.00116	179.50821	130.60
40	244.33	0.04	24913.84	0.00132	179.53792	138.77
45	254.97	0.045	25998.78	0.00149	179.56764	144.79
50	263.16	0.05	26833.89	0.00165	179.59737	149.41
55	261.21	0.055	26635.06	0.00182	179.62710	148.28
60	263.31	0.06	26849.19	0.00198	179.65685	149.45

Ec = $\frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$	
S ₂ (40%) =	59.78 Kg/cm ²
(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última	
51.50 Kg/cm ²	0.00033
59.78 Kg/cm ²	ε ₂
70.10 Kg/cm ²	0.00050
ε ₂ =	0.00040
(*) Interpolación de la Resist. para la 50 millonésimas de Def. Unitaria	
0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S ₁
0.00017	26.32 Kg/cm ²
S ₁ =	7.96 Kg/cm ²
Ec = $\frac{59.78 - 7.96}{0.00040 - 0.00005}$	
Ec = 146,305.28 Kg/cm ²	

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 125
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 4-A

BRIQUETA - C° TRADICIONAL 07 DIAS		Dimensiones (Briqueta)		
Briqueta N°	4-A	Altura Prom.	L =	30.15 cm
Fecha de Moldeo	22/03/2022	Diámetro	D ₁ =	15.12 cm
Fecha de Rotura	29/03/2022		D ₂ =	14.96 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A ₀ =	177.65329 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 163.13			

4-A

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	177.65329	0.00
5	43.69	0.005	4454.98	0.00017	177.68276	25.07
10	81.51	0.01	8311.41	0.00033	177.71224	46.77
15	121.73	0.015	12412.56	0.00050	177.74172	69.83
20	148.4	0.02	15132.05	0.00066	177.77122	85.12
25	179.6	0.025	18313.45	0.00083	177.80072	103.00
30	206.18	0.03	21023.76	0.00100	177.83024	118.22
35	223.38	0.035	22777.61	0.00116	177.85977	128.06
40	240.95	0.04	24569.19	0.00133	177.88930	138.12
45	257.96	0.045	26303.66	0.00149	177.91885	147.84
50	268.94	0.05	27423.27	0.00166	177.94840	154.11
55	277.01	0.055	28246.15	0.00182	177.97796	158.71
60	277.2	0.06	28265.52	0.00199	178.00754	158.79
65	284.82	0.065	29042.52	0.00216	178.03712	163.13

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$$

S ₂ (40%) =	65.25 Kg/cm ²
------------------------	--------------------------

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

46.77 Kg/cm ²	0.00033
65.25 Kg/cm ²	ε ₂
69.83 Kg/cm ²	0.00050

ε ₂ =	0.00046
------------------	---------

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S ₁
0.00017	25.07 Kg/cm ²

S ₁ =	7.56 Kg/cm ²
------------------	-------------------------

$$E_c = \frac{65.25 - 7.56}{0.00046 - 0.00005}$$

E_c = 139,164.77 Kg/cm²

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

TABLA 126
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 5-A

BRIQUETA - C° TRADICIONAL 07 DIAS		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	5-A	Altura Prom.	L = 30.14 cm
Fecha de Moldeo	22/03/2022	Diámetro	D ₁ = 15.07 cm
Fecha de Rotura	29/03/2022		D ₂ = 15.02 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A ₀ = 177.65783 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 154.55		

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	177.65783	0.00
5	43.64	0.005	4449.88	0.00017	177.68731	25.04
10	80.81	0.01	8240.03	0.00033	177.71679	46.37
15	116.72	0.015	11901.70	0.00050	177.74629	66.96
20	152.18	0.02	15517.49	0.00066	177.77580	87.29
25	177.95	0.025	18145.20	0.00083	177.80531	102.05
30	202.03	0.03	20600.59	0.00100	177.83484	115.84
35	222.77	0.035	22715.41	0.00116	177.86437	127.71
40	240.37	0.04	24510.04	0.00133	177.89392	137.78
45	255.73	0.045	26076.27	0.00149	177.92348	146.56
50	263.97	0.05	26916.49	0.00166	177.95304	151.26
55	269.76	0.055	27506.88	0.00182	177.98262	154.55

$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$
S_2 (40%) = 61.82 Kg/cm ²
(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última
46.37 Kg/cm ² 0.00033
61.82 Kg/cm ² ϵ_2
66.96 Kg/cm ² 0.00050
$\epsilon_2 = 0.00046$
(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria
0.00000 0.00 Kg/cm ²
0.00005 S_1
0.00017 25.04 Kg/cm ²
$S_1 = 7.55$ Kg/cm ²
$E_c = \frac{61.82 - 7.55}{0.00046 - 0.00005}$
$E_c = 133,583.04$ Kg/cm²

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 127
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 6-A

BRIQUETA - C° TRADICIONAL 07 DIAS		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	6-A	Altura Prom.	L = 30.17 cm
Fecha de Moldeo	22/03/2022	Diametro	D ₁ = 15.02 cm
Fecha de Rotura	29/03/2022		D ₂ = 14.99 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A ₀ = 176.77337 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 169.45		

6-A

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	176.77337	0.00
5	44.38	0.005	4525.34	0.00017	176.80267	25.60
10	81.65	0.01	8325.69	0.00033	176.83199	47.08
15	116.47	0.015	11876.21	0.00050	176.86131	67.15
20	146.76	0.02	14964.82	0.00066	176.89064	84.60
25	174.43	0.025	17786.28	0.00083	176.91998	100.53
30	200.85	0.03	20480.27	0.00099	176.94933	115.74
35	221.78	0.035	22614.46	0.00116	176.97869	127.78
40	241.52	0.04	24627.31	0.00133	177.00805	139.13
45	260.62	0.045	26574.90	0.00149	177.03743	150.11
50	270.2	0.05	27551.75	0.00166	177.06682	155.60
55	278.61	0.055	28409.30	0.00182	177.09622	160.42
60	286.85	0.06	29249.52	0.00199	177.12563	165.13
65	294.4	0.065	30019.37	0.00215	177.15505	169.45

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$$

S ₂ (40%) =	67.78 Kg/cm ²
------------------------	--------------------------

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

67.15 Kg/cm ²	0.00050
67.78 Kg/cm ²	ε ₂
84.60 Kg/cm ²	0.00066

ε ₂ =	0.00050
------------------	---------

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S ₁
0.00017	25.60 Kg/cm ²

S ₁ =	7.72 Kg/cm ²
------------------	-------------------------

$$E_c = \frac{67.78 - 7.72}{0.00050 - 0.00005}$$

E _c =	132,528.47 Kg/cm ²
------------------	-------------------------------

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 128
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 7-A

BRIQUETA - C° TRADICIONAL 07 DIAS		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	7-A	Altura Prom.	L = 30.12 cm
Fecha de Moldeo	22/03/2022	Diametro	D ₁ = 15.08 cm
Fecha de Rotura	29/03/2022		D ₂ = 15.09 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A _o = 178.60455 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 148.89		

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	Ai	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	178.60455	0.00
5	46.54	0.005	4745.59	0.00017	178.63420	26.57
10	92.79	0.01	9461.61	0.00033	178.66387	52.96
15	135.13	0.015	13778.93	0.00050	178.69354	77.11
20	169.62	0.02	17295.81	0.00066	178.72322	96.77
25	193.97	0.025	19778.73	0.00083	178.75292	110.65
30	215.49	0.03	21973.08	0.00100	178.78262	122.90
35	228.44	0.035	23293.57	0.00116	178.81233	130.27
40	240.34	0.04	24506.98	0.00133	178.84206	137.03
45	249.74	0.045	25465.48	0.00149	178.87179	142.37
50	258.27	0.05	26335.27	0.00166	178.90153	147.21
55	260.27	0.055	26539.21	0.00183	178.93128	148.32
60	261.32	0.06	26646.27	0.00199	178.96105	148.89

S ₂ (40%) =	59.56 Kg/cm ²
------------------------	--------------------------

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última	
52.96 Kg/cm ²	0.00033
59.56 Kg/cm ²	ε ₂
77.11 Kg/cm ²	0.00050

ε ₂ =	0.00038
------------------	---------

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria	
0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S ₁
0.00017	26.57 Kg/cm ²

S ₁ =	8.00 Kg/cm ²
------------------	-------------------------

$$E_c = \frac{59.56 - 8.00}{0.00038 - 0.00005}$$

E _c	= 157,485.50 Kg/cm ²
----------------	---------------------------------

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 129
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 8-A

BRIQUETA - C° TRADICIONAL 07 DIAS		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	8-A	Altura Prom.	L = 30.09 cm
Fecha de Moldeo	22/03/2022	Diametro	D ₁ = 15.17 cm
Fecha de Rotura	29/03/2022		D ₂ = 14.91 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A ₀ = 177.64505 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 157.01		

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	177.64505	0.00
5	49.8	0.005	5078.01	0.00017	177.67457	28.58
10	98.51	0.01	10044.87	0.00033	177.70411	56.53
15	142.97	0.015	14578.36	0.00050	177.73365	82.02
20	168.08	0.02	17138.78	0.00066	177.76320	96.41
25	191.77	0.025	19554.40	0.00083	177.79277	109.98
30	210.88	0.03	21503.01	0.00100	177.82234	120.92
35	227.55	0.035	23202.81	0.00116	177.85192	130.46
40	242.58	0.04	24735.39	0.00133	177.88151	139.06
45	254.86	0.045	25987.56	0.00150	177.91112	146.07
50	262.35	0.05	26751.30	0.00166	177.94073	150.34
55	268.08	0.055	27335.58	0.00183	177.97035	153.60
60	271.33	0.06	27666.97	0.00199	177.99998	155.43
65	274.13	0.065	27952.48	0.00216	178.02963	157.01

8-A

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$$

S₂ (40%) = 62.80 Kg/cm²

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

56.53 Kg/cm ²	0.00033
62.80 Kg/cm ²	ε₂
82.02 Kg/cm ²	0.00050

ε₂ = 0.00037

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonésimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S₁
0.00017	28.58 Kg/cm ²

S₁ = 8.60 Kg/cm²

$$E_c = \frac{62.80 - 8.60}{0.00037 - 0.00005}$$

E_c = 167,684.39 Kg/cm²

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 130
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 9-A

BRIQUETA - C° TRADICIONAL 07 DIAS		Dimensiones (Briqueta)		
Briqueta N°	9-A	Altura Prom.	L =	30.15 cm
Fecha de Moldeo	22/03/2022	Diámetro	D ₁ =	14.97 cm
Fecha de Rotura	29/03/2022		D ₂ =	15.08 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A _o =	177.30175 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 151.54			

9-A

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	Ai	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	177.30175	0.00
5	35.78	0.005	3648.41	0.00017	177.33116	20.57
10	68.53	0.01	6987.87	0.00033	177.36058	39.40
15	101.24	0.015	10323.24	0.00050	177.39000	58.20
20	133.7	0.02	13633.12	0.00066	177.41944	76.84
25	165.1	0.025	16834.91	0.00083	177.44889	94.87
30	187.02	0.03	19070.05	0.00100	177.47835	107.45
35	208.69	0.035	21279.70	0.00116	177.50781	119.88
40	225.81	0.04	23025.39	0.00133	177.53729	129.69
45	242.4	0.045	24717.04	0.00149	177.56678	139.20
50	255.67	0.05	26070.15	0.00166	177.59627	146.79
55	261.62	0.055	26676.86	0.00182	177.62578	150.19
60	264.03	0.06	26922.61	0.00199	177.65529	151.54

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$$

S ₂ (40%) =	60.62 Kg/cm ²
------------------------	--------------------------

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

58.20 Kg/cm ²	0.00050
60.62 Kg/cm ²	ε ₂
76.84 Kg/cm ²	0.00066

$$\epsilon_2 = 0.00052$$

(*) Interpolación de la Resist. para la 50milonesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S ₁
0.00017	20.57 Kg/cm ²

$$S_1 = 6.20 \text{ Kg/cm}^2$$

$$E_c = \frac{60.62 - 6.20}{0.00052 - 0.00005}$$

$$E_c = 116,008.20 \text{ Kg/cm}^2$$

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 131
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 10-A

BRIQUETA - C° TRADICIONAL 07 DIAS		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	10-A	Altura Prom.	L = 30.10 cm
Fecha de Moldeo	22/03/2022	Diametro	D ₁ = 15.05 cm
Fecha de Rotura	29/03/2022		D ₂ = 15.01 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A _o = 177.42184 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 166.09		

10-A

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	177.42184	0.00
5	41.36	0.005	4217.40	0.00017	177.45131	23.77
10	80	0.01	8157.44	0.00033	177.48080	45.96
15	112.6	0.015	11481.59	0.00050	177.51030	64.68
20	143.36	0.02	14618.13	0.00066	177.53980	82.34
25	174.01	0.025	17743.45	0.00083	177.56932	99.92
30	202.37	0.03	20635.26	0.00100	177.59885	116.19
35	227.44	0.035	23191.60	0.00116	177.62838	130.56
40	247.49	0.04	25236.06	0.00133	177.65793	142.05
45	263.02	0.045	26819.62	0.00150	177.68748	150.94
50	271.61	0.05	27695.52	0.00166	177.71705	155.84
55	279.1	0.055	28459.26	0.00183	177.74662	160.11
60	286.04	0.06	29166.92	0.00199	177.77621	164.07
65	289.61	0.065	29530.95	0.00216	177.80580	166.09

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$$

S ₂ (40%) =	66.43 Kg/cm ²
------------------------	--------------------------

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

64.68 Kg/cm ²	0.00050
66.43 Kg/cm ²	ε ₂
82.34 Kg/cm ²	0.00066

$$\epsilon_2 = 0.00051$$

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S ₁
0.00017	23.77 Kg/cm ²

$$S_1 = 7.15 \text{ Kg/cm}^2$$

$$E_c = \frac{66.43 - 7.15}{0.00051 - 0.00005}$$

$$E_c = 127,531.32 \text{ Kg/cm}^2$$

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 132
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 11-A

BRIQUETA - C° TRADICIONAL 07 DIAS		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	11-A	Altura Prom.	L = 30.07 cm
Fecha de Moldeo	22/03/2022	Diámetro	D ₁ = 15.07 cm
Fecha de Rotura	29/03/2022		D ₂ = 14.99 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A ₀ = 177.30287 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 158.44		

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	177.30287	0.00
5	42.98	0.005	4382.58	0.00017	177.33236	24.71
10	80.92	0.01	8251.25	0.00033	177.36185	46.52
15	109.81	0.015	11197.10	0.00050	177.39136	63.12
20	138.67	0.02	14139.90	0.00067	177.42087	79.70
25	165.79	0.025	16905.27	0.00083	177.45040	95.27
30	191.24	0.03	19500.36	0.00100	177.47994	109.87
35	212.75	0.035	21693.69	0.00116	177.50948	122.21
40	232.28	0.04	23685.12	0.00133	177.53904	133.41
45	246.55	0.045	25140.21	0.00150	177.56860	141.58
50	258.24	0.05	26332.21	0.00166	177.59818	148.27
55	268.28	0.055	27355.97	0.00183	177.62776	154.01
60	276.04	0.06	28147.24	0.00200	177.65736	158.44

S₂ (40%) = 63.37 Kg/cm²

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

63.12 Kg/cm ²	0.00050
63.37 Kg/cm ²	ε₂
79.70 Kg/cm ²	0.00067

ε₂ = 0.00050

(*) Interpolación de la Resist. para la 50milonesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S₁
0.00017	24.71 Kg/cm ²

S₁ = 7.43 Kg/cm²

$$E_c = \frac{63.37 - 7.43}{0.00050 - 0.00005}$$

E_c = 123,937.92 Kg/cm²

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 133
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 12-A

BRIQUETA - C° TRADICIONAL 07 DIAS		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	12-A	Altura Prom.	L = 30.13 cm
Fecha de Moldeo	22/03/2022	Diametro	D ₁ = 14.97 cm
Fecha de Rotura	29/03/2022		D ₂ = 15.05 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A _o = 176.94903 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 158.44		

12-A

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	176.94903	0.00
5	44.21	0.005	4508.00	0.00017	176.97840	25.47
10	84.43	0.01	8609.16	0.00033	177.00778	48.64
15	121.64	0.015	12403.39	0.00050	177.03716	70.06
20	154.01	0.02	15704.09	0.00066	177.06656	88.69
25	184.37	0.025	18799.84	0.00083	177.09597	106.16
30	209.13	0.03	21324.56	0.00100	177.12539	120.39
35	228.99	0.035	23349.65	0.00116	177.15482	131.80
40	246.83	0.04	25168.76	0.00133	177.18425	142.05
45	262.9	0.045	26807.38	0.00149	177.21370	151.27
50	275.4	0.05	28081.98	0.00166	177.24316	158.44

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$$

S₂ (40%) = 63.38 Kg/cm²

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

48.64 Kg/cm ²	0.00033
63.38 Kg/cm ²	ε₂
70.06 Kg/cm ²	0.00050

ε₂ = 0.00045

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S₁
0.00017	25.47 Kg/cm ²

S₁ = 7.67 Kg/cm²

$$E_c = \frac{63.38 - 7.67}{0.00045 - 0.00005}$$

E_c = 140,638.11 Kg/cm²

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 134
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 13-A

BRIQUETA - C° TRADICIONAL 07 DIAS		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	13-A	Altura Prom.	L = 30.18 cm
Fecha de Moldeo	22/03/2022	Diametro	D ₁ = 14.93 cm
Fecha de Rotura	29/03/2022		D ₂ = 15.08 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 167.11	Área Inicial	A _o = 176.76878 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 167.11		

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	176.76878	0.00
5	43.99	0.005	4485.57	0.00017	176.79807	25.37
10	81.84	0.01	8345.06	0.00033	176.82737	47.19
15	115.19	0.015	11745.69	0.00050	176.85668	66.41
20	148.45	0.02	15137.15	0.00066	176.88600	85.58
25	178.03	0.025	18153.36	0.00083	176.91533	102.61
30	207.04	0.03	21111.45	0.00099	176.94467	119.31
35	230.88	0.035	23542.37	0.00116	176.97402	133.03
40	246.21	0.04	25105.54	0.00133	177.00338	141.84
45	260.87	0.045	26600.39	0.00149	177.03274	150.26
50	274.87	0.05	28027.94	0.00166	177.06212	158.29
55	288.69	0.055	29437.14	0.00182	177.09151	166.23
60	290.27	0.06	29598.25	0.00199	177.12091	167.11

S ₂ (40%) =	66.84 Kg/cm ²
------------------------	--------------------------

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

66.41 Kg/cm ²	0.00050
66.84 Kg/cm ²	ε ₂
85.58 Kg/cm ²	0.00066

ε ₂ =	0.00050
------------------	---------

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S ₁
0.00017	25.37 Kg/cm ²

S ₁ =	7.66 Kg/cm ²
------------------	-------------------------

$$E_c = \frac{66.84 - 7.66}{0.00050 - 0.00005}$$

E _c =	131,311.31 Kg/cm ²
------------------	-------------------------------

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 135

DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 14-A

BRIQUETA - C° TRADICIONAL 07 DIAS		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	14-A	Altura Prom.	L = 30.10 cm
Fecha de Moldeo	22/03/2022	Diámetro	D ₁ = 15.01 cm
Fecha de Rotura	29/03/2022		D ₂ = 14.90 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A ₀ = 175.65351 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 153.25		

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion displ. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	175.65351	0.00
5	43.88	0.005	4474.36	0.00017	175.68270	25.47
10	82.94	0.01	8457.22	0.00033	175.71189	48.13
15	115.5	0.015	11777.30	0.00050	175.74109	67.02
20	141.74	0.02	14452.94	0.00066	175.77030	82.23
25	166.3	0.025	16957.28	0.00083	175.79953	96.46
30	189.72	0.03	19345.37	0.00100	175.82876	110.02
35	212.66	0.035	21684.51	0.00116	175.85800	123.31
40	231.91	0.04	23647.39	0.00133	175.88725	134.45
45	244.3	0.045	24910.78	0.00150	175.91651	141.61
50	254.92	0.05	25993.68	0.00166	175.94578	147.74
55	264.48	0.055	26968.49	0.00183	175.97506	153.25

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$$

S ₂ (40%) =	61.30 Kg/cm ²
------------------------	--------------------------

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

48.13 Kg/cm ²	0.00033
61.30 Kg/cm ²	ε ₂
67.02 Kg/cm ²	0.00050

ε ₂ =	0.00045
------------------	---------

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S ₁
0.00017	25.47 Kg/cm ²

S ₁ =	7.67 Kg/cm ²
------------------	-------------------------

$$E_c = \frac{61.30 - 7.67}{0.00045 - 0.00005}$$

E _c =	134,736.18 Kg/cm ²
------------------	-------------------------------

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 136
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 15-A

BRIQUETA - C° TRADICIONAL 07 DIAS		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	15-A	Altura Prom.	L = 30.13 cm
Fecha de Moldeo	22/03/2022	Diámetro	D ₁ = 15.05 cm
Fecha de Rotura	29/03/2022		D ₂ = 15.11 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A _o = 178.48544 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 158.05		

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	178.48544	0.00
5	49.85	0.005	5083.10	0.00017	178.51507	28.47
10	88.41	0.01	9014.99	0.00033	178.54470	50.49
15	121.63	0.015	12402.37	0.00050	178.57435	69.45
20	154.49	0.02	15753.03	0.00066	178.60400	88.20
25	187.13	0.025	19081.27	0.00083	178.63366	106.82
30	211.41	0.03	21557.05	0.00100	178.66334	120.66
35	232.58	0.035	23715.71	0.00116	178.69302	132.72
40	250.62	0.04	25555.22	0.00133	178.72271	142.99
45	261.73	0.045	26688.08	0.00149	178.75242	149.30
50	271.72	0.05	27706.74	0.00166	178.78213	154.97
55	274.66	0.055	28006.53	0.00183	178.81185	156.63
60	277.2	0.06	28265.52	0.00199	178.84158	158.05

S ₂ (40%) =	63.22 Kg/cm ²
------------------------	--------------------------

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última	
50.49 Kg/cm ²	0.00033
63.22 Kg/cm ²	ε ₂
69.45 Kg/cm ²	0.00050

ε ₂ =	0.00044
------------------	---------

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria	
0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S ₁
0.00017	28.47 Kg/cm ²

S ₁ =	8.58 Kg/cm ²
------------------	-------------------------

$$E_c = \frac{63.22 - 8.58}{0.00044 - 0.00005}$$

E _c =	138,929.98 Kg/cm ²
------------------	-------------------------------

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



3.5.8.1.2. Módulo de Elasticidad -14 días (16A-30A)

TABLA 137
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 16-A

BRIQUETA - C° TRADICIONAL 14 DIAS		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	16-A	Altura Prom.	L = 30.30 cm
Fecha de Moldeo	25/03/2022	Diametro	D ₁ = 15.14 cm
Fecha de Rotura	08/04/2022		D ₂ = 15.10 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A ₀ = 179.55302 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 200.08		

16-A

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	Ai	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	179.55302	0.00
5	62.32	0.005	6354.64	0.00017	179.58265	35.39
10	103.4	0.01	10543.49	0.00033	179.61229	58.70
15	157.87	0.015	16097.69	0.00050	179.64195	89.61
20	193.73	0.02	19754.26	0.00066	179.67161	109.95
25	231.48	0.025	23603.55	0.00083	179.70128	131.35
30	252.67	0.03	25764.25	0.00099	179.73097	143.35
35	295.42	0.035	30123.38	0.00116	179.76066	167.57
40	309.08	0.04	31516.26	0.00132	179.79036	175.29
45	330.85	0.045	33736.11	0.00149	179.82008	187.61
50	346.42	0.05	35323.75	0.00165	179.84980	196.41
55	350.05	0.055	35693.89	0.00182	179.87953	198.43
60	353.02	0.06	35996.74	0.00198	179.90927	200.08

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$$

S ₂ (40%) =	80.03 Kg/cm ²
------------------------	--------------------------

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

58.70 Kg/cm ²	0.00033
80.03 Kg/cm ²	ε ₂
89.61 Kg/cm ²	0.00050

ε ₂ =	0.00044
------------------	---------

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S ₁
0.00017	35.39 Kg/cm ²

S ₁ =	10.72 Kg/cm ²
------------------	--------------------------

$$E_c = \frac{80.03 - 10.72}{0.00044 - 0.00005}$$

E _c =	175,952.40 Kg/cm ²
------------------	-------------------------------

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 138
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 17-A

BRIQUETA - C° TRADICIONAL 14 DIAS		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	17-A	Altura Prom.	L = 30.15 cm
Fecha de Moldeo	25/03/2022	Diametro	D ₁ = 15.27 cm
Fecha de Rotura	08/04/2022		D ₂ = 15.07 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A ₀ = 180.73496 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 180.97		

17-A

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	180.73496	0.00
5	53.81	0.005	5486.90	0.00017	180.76494	30.35
10	97.95	0.01	9987.76	0.00033	180.79493	55.24
15	132.74	0.015	13535.23	0.00050	180.82492	74.85
20	176.28	0.02	17974.92	0.00066	180.85493	99.39
25	207.4	0.025	21148.16	0.00083	180.88495	116.91
30	240.24	0.03	24496.79	0.00100	180.91498	135.40
35	257.43	0.035	26249.62	0.00116	180.94501	145.07
40	280.18	0.04	28569.39	0.00133	180.97506	157.86
45	294.01	0.045	29979.61	0.00149	181.00512	165.63
50	306.85	0.05	31288.88	0.00166	181.03519	172.83
55	314.98	0.055	32117.87	0.00182	181.06526	177.38
60	317.37	0.06	32361.58	0.00199	181.09535	178.70
65	321.46	0.065	32778.63	0.00216	181.12545	180.97

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$$

S ₂ (40%) =	72.39 Kg/cm ²
------------------------	--------------------------

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

55.24 Kg/cm ²	0.00033
72.39 Kg/cm ²	ε ₂
74.85 Kg/cm ²	0.00050

ε ₂ =	0.00048
------------------	---------

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S ₁
0.00017	30.35 Kg/cm ²

S ₁ =	9.15 Kg/cm ²
------------------	-------------------------

$$E_c = \frac{72.39 - 9.15}{0.00048 - 0.00005}$$

E_c = 148,209.17 Kg/cm²

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 139
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 18-A

BRIQUETA - C° TRADICIONAL 14 DIAS		Dimensiones (Briqueta)		
Briqueta N°	18-A	Altura Prom.	L =	30.15 cm
Fecha de Moldeo	25/03/2022	Diámetro	D ₁ =	14.97 cm
Fecha de Rotura	08/04/2022		D ₂ =	15.02 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A ₀ =	176.59631 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 186.53			

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	176.59631	0.00
5	44.54	0.005	4541.65	0.00017	176.62560	25.71
10	87.55	0.01	8927.30	0.00033	176.65490	50.54
15	128.57	0.015	13110.02	0.00050	176.68421	74.20
20	162.99	0.02	16619.76	0.00066	176.71353	94.05
25	196.87	0.025	20074.44	0.00083	176.74286	113.58
30	223.18	0.03	22757.21	0.00100	176.77220	128.74
35	252.2	0.035	25716.33	0.00116	176.80155	145.45
40	273.55	0.04	27893.34	0.00133	176.83091	157.74
45	289.81	0.045	29551.34	0.00149	176.86028	167.09
50	302.13	0.05	30807.59	0.00166	176.88966	174.16
55	312.43	0.055	31857.86	0.00182	176.91904	180.07
60	318.95	0.06	32522.69	0.00199	176.94844	183.80
65	323.74	0.065	33011.11	0.00216	176.97785	186.53

E _c (40%) =		74.61 Kg/cm ²
------------------------	--	--------------------------

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última	
74.20 Kg/cm ²	0.00050
74.61 Kg/cm ²	ε ₂
94.05 Kg/cm ²	0.00066

ε ₂ =	0.00050
------------------	---------

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria	
0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	σ ₁
0.00017	25.71 Kg/cm ²

σ ₁ =	7.75 Kg/cm ²
------------------	-------------------------

$$E_c = \frac{74.61 - 7.75}{0.00050 - 0.00005}$$

E _c =	148,263.42 Kg/cm ²
------------------	-------------------------------

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 140
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 19-A

BRIQUETA - C° TRADICIONAL 14 DIAS		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	19-A	Altura Prom.	L = 30.05 cm
Fecha de Moldeo	25/03/2022	Diametro	D ₁ = 15.04 cm
Fecha de Rotura	08/04/2022		D ₂ = 14.89 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A _o = 175.88646 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 174.69		

19-A

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	175.88646	0.00
5	52.11	0.005	5313.55	0.00017	175.91573	30.21
10	100.72	0.01	10270.22	0.00033	175.94501	58.37
15	141.62	0.015	14440.71	0.00050	175.97430	82.06
20	185.15	0.02	18879.37	0.00067	176.00360	107.27
25	212.14	0.025	21631.49	0.00083	176.03291	122.88
30	237.25	0.03	24191.90	0.00100	176.06223	137.41
35	262.38	0.035	26754.36	0.00116	176.09156	151.93
40	276.16	0.04	28159.48	0.00133	176.12090	159.89
45	290.83	0.045	29655.35	0.00150	176.15025	168.35
50	301.83	0.05	30777.00	0.00166	176.17961	174.69

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$$

S ₂ (40%) =	69.88 Kg/cm ²
------------------------	--------------------------

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

58.37 Kg/cm ²	0.00033
69.88 Kg/cm ²	ε ₂
82.06 Kg/cm ²	0.00050

ε ₂ =	0.00041
------------------	---------

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S ₁
0.00017	30.21 Kg/cm ²

S ₁ =	9.08 Kg/cm ²
------------------	-------------------------

$$E_c = \frac{69.88 - 9.08}{0.00041 - 0.00005}$$

E_c = 167,223.44 Kg/cm²

The graph plots Stress (σ) in kg/cm² on the y-axis (0.00 to 200.00) against Strain (ε) on the x-axis (0.00000 to 0.00200). A blue dashed line represents the linear elastic portion, and a red solid line represents the non-linear portion of the stress-strain curve.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 141
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 20-A

BRIQUETA - C° TRADICIONAL 14 DIAS		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	20-A	Altura Prom.	L = 30.10 cm
Fecha de Moldeo	25/03/2022	Diametro	D ₁ = 15.03 cm
Fecha de Rotura	08/04/2022		D ₂ = 15.02 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A _o = 177.24512 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 182.80		

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	177.24512	0.00
5	50.51	0.005	5150.40	0.00017	177.27457	29.05
10	97.33	0.01	9924.54	0.00033	177.30403	55.97
15	143.89	0.015	14672.17	0.00050	177.33350	82.74
20	185.32	0.02	18896.71	0.00066	177.36297	106.54
25	223.48	0.025	22787.80	0.00083	177.39246	128.46
30	260.06	0.03	26517.79	0.00100	177.42196	149.46
35	283.29	0.035	28886.51	0.00116	177.45146	162.79
40	298.8	0.04	30468.03	0.00133	177.48098	171.67
45	308.75	0.045	31482.61	0.00150	177.51050	177.36
50	318.28	0.05	32454.37	0.00166	177.54004	182.80

S₂ (40%) = 73.12 Kg/cm²	
(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última	
55.97 Kg/cm ²	0.00033
73.12 Kg/cm ²	ε₂
82.74 Kg/cm ²	0.00050
ε₂ = 0.00044	
(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria	
0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S₁
0.00017	29.05 Kg/cm ²
S₁ = 8.75 Kg/cm²	

$$E_c = \frac{73.12 - 8.75}{0.00044 - 0.00005}$$

E_c = 165,640.20 Kg/cm²

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 142
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 21-A

BRIQUETA - C° TRADICIONAL 14 DIAS		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	21-A	Altura Prom.	L = 30.08 cm
Fecha de Moldeo	25/03/2022	Diametro	D ₁ = 14.97 cm
Fecha de Rotura	08/04/2022		D ₂ = 15.07 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A _o = 177.12539 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 181.18		

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	177.12539	0.00
5	53.75	0.005	5480.78	0.00017	177.15484	30.94
10	105.1	0.01	10716.83	0.00033	177.18429	60.48
15	151.75	0.015	15473.64	0.00050	177.21376	87.32
20	187.81	0.02	19150.61	0.00066	177.24324	108.05
25	222.32	0.025	22669.52	0.00083	177.27272	127.88
30	243.11	0.03	24789.44	0.00100	177.30222	139.81
35	261.38	0.035	26652.39	0.00116	177.33173	150.30
40	277.2	0.04	28265.52	0.00133	177.36124	159.37
45	287.09	0.045	29273.99	0.00150	177.39077	165.03
50	295.83	0.05	30165.19	0.00166	177.42030	170.02
55	303.5	0.055	30947.28	0.00183	177.44985	174.40
60	309.51	0.06	31560.11	0.00199	177.47940	177.82
65	315.4	0.065	32160.70	0.00216	177.50897	181.18

S ₂ (40%) =	72.47 Kg/cm ²
------------------------	--------------------------

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

60.48 Kg/cm ²	0.00033
72.47 Kg/cm ²	ε ₂
87.32 Kg/cm ²	0.00050

ε ₂ =	0.00041
------------------	---------

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S ₁
0.00017	30.94 Kg/cm ²

S ₁ =	9.31 Kg/cm ²
------------------	-------------------------

$$E_c = \frac{72.47 - 9.31}{0.00041 - 0.00005}$$

E _c =	177,078.90 Kg/cm ²
------------------	-------------------------------

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 143
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 22-A

BRIQUETA - C° TRADICIONAL 14 DIAS		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	22-A	Altura Prom.	L = 30.12 cm
Fecha de Moldeo	25/03/2022	Diametro	D ₁ = 15.13 cm
Fecha de Rotura	08/04/2022		D ₂ = 14.97 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A ₀ = 177.77144 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 195.72		

22-A

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	177.77144	0.00
5	54.93	0.005	5601.10	0.00017	177.80095	31.50
10	106.24	0.01	10833.08	0.00033	177.83048	60.92
15	154.57	0.015	15761.19	0.00050	177.86001	88.62
20	193.62	0.02	19743.04	0.00066	177.88956	110.98
25	230.37	0.025	23490.36	0.00083	177.91911	132.03
30	265.6	0.03	27082.70	0.00100	177.94868	152.19
35	287.76	0.035	29342.31	0.00116	177.97825	164.86
40	305.18	0.04	31118.59	0.00133	178.00784	174.82
45	321.7	0.045	32803.10	0.00149	178.03743	184.25
50	333.42	0.05	33998.16	0.00166	178.06703	190.93
55	341.85	0.055	34857.75	0.00183	178.09665	195.72

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$$

S ₂ (40%) =	78.29 Kg/cm ²
------------------------	--------------------------

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

60.92 Kg/cm ²	0.00033
78.29 Kg/cm ²	ε ₂
88.62 Kg/cm ²	0.00050

ε ₂ =	0.00044
------------------	---------

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S ₁
0.00017	31.50 Kg/cm ²

S ₁ =	9.49 Kg/cm ²
------------------	-------------------------

$$E_c = \frac{78.29 - 9.49}{0.00044 - 0.00005}$$

E _c =	178,186.11 Kg/cm ²
------------------	-------------------------------

Fuente: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 144
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 23-A

BRIQUETA - C° TRADICIONAL 14 DIAS		Dimensiones (Briqueta)		
Briqueta N°	23-A	Altura Prom.	L =	30.03 cm
Fecha de Moldeo	25/03/2022	Diámetro	D ₁ =	15.06 cm
Fecha de Rotura	08/04/2022		D ₂ =	14.99 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A _o =	177.18518 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 185.57			

23-A

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	177.18518	0.00
5	51.99	0.005	5301.32	0.00017	177.21468	29.91
10	103.72	0.01	10576.12	0.00033	177.24420	59.67
15	152.41	0.015	15540.94	0.00050	177.27373	87.67
20	184.88	0.02	18851.84	0.00067	177.30326	106.33
25	209.91	0.025	21404.10	0.00083	177.33281	120.70
30	233.71	0.03	23830.94	0.00100	177.36236	134.36
35	254.98	0.035	25999.80	0.00117	177.39193	146.57
40	270.1	0.04	27541.55	0.00133	177.42150	155.23
45	285.19	0.045	29080.25	0.00150	177.45109	163.88
50	299.14	0.05	30502.70	0.00167	177.48068	171.86
55	312.15	0.055	31829.31	0.00183	177.51029	179.31
60	319.04	0.06	32531.86	0.00200	177.53990	183.24
65	323.15	0.065	32950.95	0.00216	177.56953	185.57

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$$

S₂ (40%) = 74.23 Kg/cm²

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

59.67 Kg/cm ²	0.00033
74.23 Kg/cm ²	ε ₂
87.67 Kg/cm ²	0.00050

ε₂ = 0.00042

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S ₁
0.00017	29.91 Kg/cm ²

S₁ = 8.98 Kg/cm²

$$E_c = \frac{74.23 - 8.98}{0.00042 - 0.00005}$$

E_c = 176,537.18 Kg/cm²

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 145
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 24-A

BRIQUETA - C° TRADICIONAL 14 DIAS		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	24-A	Altura Prom.	L = 30.11 cm
Fecha de Moldeo	25/03/2022	Diametro	D ₁ = 14.96 cm
Fecha de Rotura	08/04/2022		D ₂ = 15.18 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A _o = 178.29952 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 186.84		

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	178.29952	0.00
5	51.68	0.005	5269.71	0.00017	178.32913	29.55
10	100.95	0.01	10293.67	0.00033	178.35876	57.71
15	147.33	0.015	15022.94	0.00050	178.38839	84.21
20	193.35	0.02	19715.51	0.00066	178.41803	110.50
25	229.98	0.025	23450.60	0.00083	178.44768	131.41
30	263.7	0.03	26888.96	0.00100	178.47735	150.66
35	291.04	0.035	29676.76	0.00116	178.50702	166.25
40	312.78	0.04	31893.55	0.00133	178.53670	178.64
45	323.15	0.045	32950.95	0.00149	178.56639	184.53
50	327.24	0.05	33368.00	0.00166	178.59609	186.84

$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$	
S ₂ (40%) =	74.73 Kg/cm ²
(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última	
57.71 Kg/cm ²	0.00033
74.73 Kg/cm ²	ε ₂
84.21 Kg/cm ²	0.00050
ε ₂ =	0.00044
(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria	
0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S ₁
0.00017	29.55 Kg/cm ²
S ₁ =	8.90 Kg/cm ²
$E_c = \frac{74.73 - 8.90}{0.00044 - 0.00005}$	
E _c	= 169,346.60 Kg/cm ²

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 146
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 25-A

BRIQUETA - C° TRADICIONAL 14 DIAS		Dimensiones (Briqueta)		
Briqueta N°	25-A	Altura Prom.	L =	30.10 cm
Fecha de Moldeo	25/03/2022	Diámetro	D ₁ =	15.01 cm
Fecha de Rotura	08/04/2022		D ₂ =	15.05 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A _o =	177.42184 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 172.84			

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	177.42184	0.00
5	50.91	0.005	5191.19	0.00017	177.45131	29.25
10	97.1	0.01	9901.09	0.00033	177.48080	55.79
15	136.3	0.015	13898.24	0.00050	177.51030	78.30
20	169.73	0.02	17307.03	0.00066	177.53980	97.48
25	197.46	0.025	20134.60	0.00083	177.56932	113.39
30	218.34	0.03	22263.69	0.00100	177.59885	125.36
35	238.52	0.035	24321.40	0.00116	177.62838	136.92
40	257.41	0.04	26247.58	0.00133	177.65793	147.74
45	275.86	0.045	28128.89	0.00150	177.68748	158.31
50	286.08	0.05	29171.00	0.00166	177.71705	164.14
55	293.05	0.055	29881.72	0.00183	177.74662	168.11
60	297.79	0.06	30365.05	0.00199	177.77621	170.80
65	301.39	0.065	30732.13	0.00216	177.80580	172.84

$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$	
S ₂ (40%) =	69.14 Kg/cm ²
(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última	
55.79 Kg/cm ²	0.00033
69.14 Kg/cm ²	ε ₂
78.30 Kg/cm ²	0.00050
ε ₂ =	0.00043
(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria	
0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S ₁
0.00017	29.25 Kg/cm ²
S ₁ =	8.81 Kg/cm ²
$E_c = \frac{69.14 - 8.81}{0.00043 - 0.00005}$	
E _c	= 158,454.59 Kg/cm ²

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 147
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 26-A

BRIQUETA - C° TRADICIONAL 14 DIAS		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	26-A	Altura Prom.	L = 30.13 cm
Fecha de Moldeo	25/03/2022	Diametro	D ₁ = 15.12 cm
Fecha de Rotura	08/04/2022		D ₂ = 15.07 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A _o = 178.84103 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 191.04		

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	178.84103	0.00
5	48.67	0.005	4962.78	0.00017	178.87072	27.75
10	90.71	0.01	9249.52	0.00033	178.90041	51.70
15	131.57	0.015	13415.93	0.00050	178.93011	74.98
20	168.73	0.02	17205.06	0.00066	178.95982	96.14
25	204.07	0.025	20808.61	0.00083	178.98955	116.26
30	234.79	0.03	23941.06	0.00100	179.01928	133.73
35	262.59	0.035	26775.77	0.00116	179.04902	149.54
40	290.14	0.04	29584.99	0.00133	179.07877	165.21
45	308.16	0.045	31422.45	0.00149	179.10854	175.44
50	321.81	0.05	32814.32	0.00166	179.13831	183.18
55	331.68	0.055	33820.74	0.00183	179.16809	188.77
60	334.88	0.06	34147.04	0.00199	179.19788	190.55
65	335.78	0.065	34238.81	0.00216	179.22768	191.04

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$$

$$S_2 (40\%) = 76.41 \text{ Kg/cm}^2$$

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

74.98 Kg/cm ²	0.00050
76.41 Kg/cm ²	ε ₂
96.14 Kg/cm ²	0.00066

$$\epsilon_2 = 0.00051$$

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S ₁
0.00017	27.75 Kg/cm ²

$$S_1 = 8.36 \text{ Kg/cm}^2$$

$$E_c = \frac{76.41 - 8.36}{0.00051 - 0.00005}$$

$$E_c = 148,234.49 \text{ Kg/cm}^2$$

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 148
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 27-A

BRIQUETA - C° TRADICIONAL 14 DIAS		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	27-A	Altura Prom.	L = 30.08 cm
Fecha de Moldeo	25/03/2022	Diametro	D ₁ = 15.05 cm
Fecha de Rotura	08/04/2022		D ₂ = 15.06 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A _o = 177.95375 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 201.69		

27-A

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	177.95375	0.00
5	51.97	0.005	5299.28	0.00017	177.98333	29.77
10	100.7	0.01	10268.18	0.00033	178.01293	57.68
15	148.85	0.015	15177.93	0.00050	178.04253	85.25
20	194.22	0.02	19804.22	0.00066	178.07215	111.21
25	238.44	0.025	24313.25	0.00083	178.10177	136.51
30	272.88	0.03	27825.02	0.00100	178.13141	156.21
35	300.17	0.035	30607.73	0.00116	178.16105	171.80
40	317.13	0.04	32337.11	0.00133	178.19070	181.47
45	332.27	0.045	33880.90	0.00150	178.22037	190.11
50	347.1	0.05	35393.09	0.00166	178.25004	198.56
55	352.64	0.055	35957.99	0.00183	178.27973	201.69

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$$

S ₂ (40%) =	80.68 Kg/cm ²
------------------------	--------------------------

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

57.68 Kg/cm ²	0.00033
80.68 Kg/cm ²	ε ₂
85.25 Kg/cm ²	0.00050

ε ₂ =	0.00047
------------------	---------

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S ₁
0.00017	29.77 Kg/cm ²

S ₁ =	8.96 Kg/cm ²
------------------	-------------------------

$$E_c = \frac{80.68 - 8.96}{0.00047 - 0.00005}$$

E _c =	170,317.24 Kg/cm ²
------------------	-------------------------------

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 149
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 28-A

BRIQUETA - C° TRADICIONAL 14 DIAS		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	28-A	Altura Prom.	L = 30.06 cm
Fecha de Moldeo	25/03/2022	Diametro	D ₁ = 15.07 cm
Fecha de Rotura	08/04/2022		D ₂ = 15.09 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A _o = 178.54523 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 201.14		

28-A

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	178.54523	0.00
5	63.38	0.005	6462.73	0.00017	178.57494	36.19
10	121.12	0.01	12350.36	0.00033	178.60465	69.15
15	174.99	0.015	17843.38	0.00050	178.63437	99.89
20	226.04	0.02	23048.84	0.00067	178.66410	129.01
25	270.24	0.025	27555.83	0.00083	178.69385	154.21
30	307.89	0.03	31394.92	0.00100	178.72360	175.66
35	328.51	0.035	33497.50	0.00116	178.75336	187.40
40	345.68	0.04	35248.29	0.00133	178.78313	197.16
45	349.71	0.045	35659.22	0.00150	178.81292	199.42
50	352.78	0.05	35972.26	0.00166	178.84271	201.14

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$$

S ₂ (40%) =	80.46 Kg/cm ²
------------------------	--------------------------

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

69.15 Kg/cm ²	0.00033
80.46 Kg/cm ²	ε ₂
99.89 Kg/cm ²	0.00050

ε ₂ =	0.00039
------------------	---------

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S ₁
0.00017	36.19 Kg/cm ²

S ₁ =	10.88 Kg/cm ²
------------------	--------------------------

$$E_c = \frac{80.46 - 10.88}{0.00039 - 0.00005}$$

E _c =	202,346.11 Kg/cm ²
------------------	-------------------------------

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 150
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 29-A

BRIQUETA - C° TRADICIONAL 14 DIAS		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	29-A	Altura Prom.	L = 30.04 cm
Fecha de Moldeo	25/03/2022	Diametro	D ₁ = 15.05 cm
Fecha de Rotura	08/04/2022		D ₂ = 15.04 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A _o = 177.71734 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 189.07		

29-A

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	177.71734	0.00
5	52.87	0.005	5391.05	0.00017	177.74693	30.33
10	100.66	0.01	10264.10	0.00033	177.77652	57.74
15	148.06	0.015	15097.38	0.00050	177.80613	84.91
20	192.63	0.02	19642.09	0.00067	177.83574	110.45
25	232.84	0.025	23742.22	0.00083	177.86537	133.48
30	271.99	0.03	27734.27	0.00100	177.89500	155.90
35	295.36	0.035	30117.26	0.00117	177.92465	169.27
40	317.7	0.04	32395.23	0.00133	177.95430	182.04
45	322.74	0.045	32909.15	0.00150	177.98396	184.90
50	326.31	0.05	33273.17	0.00166	178.01364	186.91
55	329.34	0.055	33582.14	0.00183	178.04332	188.62
60	330.19	0.06	33668.81	0.00200	178.07302	189.07

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$$

S₂ (40%) = 75.63 Kg/cm²

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

57.74 Kg/cm ²	0.00033
75.63 Kg/cm ²	ε ₂
84.91 Kg/cm ²	0.00050

ε₂ = 0.00044

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S ₁
0.00017	30.33 Kg/cm ²

S₁ = 9.11 Kg/cm²

$$E_c = \frac{75.63 - 9.11}{0.00044 - 0.00005}$$

E_c = 169,476.65 Kg/cm²

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 151
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 30-A

BRIQUETA - C° TRADICIONAL 14 DIAS		Dimensiones (Briqueta)		
Briqueta N°	30-A	Altura Prom.	L =	30.16 cm
Fecha de Moldeo	25/03/2022	Diámetro	D ₁ =	14.98 cm
Fecha de Rotura	08/04/2022		D ₂ =	15.18 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A ₀ =	178.53710 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 203.05			

30-A

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	178.53710	0.00
5	54.24	0.005	5530.74	0.00017	178.56671	30.97
10	104.64	0.01	10669.93	0.00033	178.59632	59.74
15	148.03	0.015	15094.32	0.00050	178.62594	84.50
20	187.57	0.02	19126.13	0.00066	178.65558	107.06
25	215.88	0.025	22012.85	0.00083	178.68522	123.19
30	243.95	0.03	24875.09	0.00099	178.71487	139.19
35	271.15	0.035	27648.62	0.00116	178.74453	154.68
40	297.72	0.04	30357.91	0.00133	178.77420	169.81
45	323.52	0.045	32988.68	0.00149	178.80389	184.50
50	339.14	0.05	34581.42	0.00166	178.83358	193.37
55	345.19	0.055	35198.33	0.00182	178.86328	196.79
60	351.1	0.06	35800.96	0.00199	178.89299	200.12
65	356.29	0.065	36330.17	0.00216	178.92271	203.05

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$$

S ₂ (40%) =	81.22 Kg/cm ²
------------------------	--------------------------

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

59.74 Kg/cm ²	0.00033
81.22 Kg/cm ²	ε ₂
84.50 Kg/cm ²	0.00050

ε ₂ =	0.00048
------------------	---------

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S ₁
0.00017	30.97 Kg/cm ²

S ₁ =	9.34 Kg/cm ²
------------------	-------------------------

$$E_c = \frac{81.22 - 9.34}{0.00048 - 0.00005}$$

E_c = 168,979.28 Kg/cm²

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



3.5.8.1.3. Módulo de Elasticidad 28 días (31A-45A)

TABLA 152
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 31-A

BRIQUETA - C° TRADICIONAL 28 DIAS		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	31-A	Altura Prom.	L = 30.00 cm
Fecha de Moldeo	28/03/2022	Diametro	D ₁ = 15.14 cm
Fecha de Rotura	25/04/2022		D ₂ = 15.12 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A ₀ = 179.79083 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 236.97		

31-A

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplcada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	179.79083	0.00
5	71.63	0.005	7303.97	0.00017	179.82080	40.62
10	137.17	0.01	13986.95	0.00033	179.85078	77.77
15	192.83	0.015	19662.49	0.00050	179.88077	109.31
20	243.94	0.02	24874.07	0.00067	179.91077	138.26
25	289.33	0.025	29502.40	0.00083	179.94078	163.96
30	328.1	0.03	33455.69	0.00100	179.97081	185.90
35	358.42	0.035	36547.36	0.00117	180.00084	203.04
40	385	0.04	39257.67	0.00133	180.03088	218.06
45	402.09	0.045	41000.31	0.00150	180.06093	227.70
50	416.73	0.05	42493.12	0.00167	180.09099	235.95
55	418.59	0.055	42682.78	0.00183	180.12106	236.97

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$$

S₂ (40%) = 94.79 Kg/cm²

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

77.77 Kg/cm ²	0.00033
94.79 Kg/cm ²	ε ₂
109.31 Kg/cm ²	0.00050

ε₂ = 0.00042

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S ₁
0.00017	40.62 Kg/cm ²

S₁ = 12.19 Kg/cm²

$$E_c = \frac{94.79 - 12.19}{0.00042 - 0.00005}$$

E_c = 221,297.03 Kg/cm²

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 153
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 32-A

BRIQUETA - C° TRADICIONAL 28 DIAS		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	32-A	Altura Prom.	L = 30.05 cm
Fecha de Moldeo	28/03/2022	Diámetro	D ₁ = 15.17 cm
Fecha de Rotura	25/04/2022		D ₂ = 15.12 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A _o = 180.14709 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 205.91		

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	180.14709	0.00
5	76.54	0.005	7804.63	0.00017	180.17707	43.32
10	141.09	0.01	14386.66	0.00033	180.20706	79.83
15	198.99	0.015	20290.61	0.00050	180.23706	112.58
20	249.83	0.02	25474.66	0.00067	180.26707	141.32
25	287.81	0.025	29347.40	0.00083	180.29709	162.77
30	318.75	0.03	32502.29	0.00100	180.32712	180.24
35	345.5	0.035	35229.94	0.00116	180.35716	195.33
40	358.2	0.04	36524.93	0.00133	180.38721	202.48
45	364.33	0.045	37149.99	0.00150	180.41727	205.91

S₂ (40%) = 82.36 Kg/cm²	
(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última	
79.83 Kg/cm ²	0.00033
82.36 Kg/cm ²	ε₂
112.58 Kg/cm ²	0.00050
ε₂ = 0.00035	
(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria	
0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S₁
0.00017	43.32 Kg/cm ²
S₁ = 13.02 Kg/cm²	

$$E_c = \frac{82.36 - 13.02}{0.00035 - 0.00005}$$

E_c = 234,570.73 Kg/cm²

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 154
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 33-A

BRIQUETA - C° TRADICIONAL 28 DIAS		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	33-A	Altura Prom.	L = 30.25 cm
Fecha de Moldeo	28/03/2022	Diametro	D ₁ = 15.16 cm
Fecha de Rotura	25/04/2022		D ₂ = 15.12 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A _o = 180.02834 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 254.37		

33-A

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	180.02834	0.00
5	67.54	0.005	6886.92	0.00017	180.05810	38.25
10	133.18	0.01	13580.10	0.00033	180.08787	75.41
15	184.61	0.015	18824.31	0.00050	180.11765	104.51
20	233.36	0.02	23795.25	0.00066	180.14744	132.09
25	282.05	0.025	28760.07	0.00083	180.17725	159.62
30	322.94	0.03	32929.54	0.00099	180.20706	182.73
35	358.25	0.035	36530.03	0.00116	180.23688	202.68
40	385.04	0.04	39261.75	0.00132	180.26671	217.80
45	407.39	0.045	41540.74	0.00149	180.29655	230.40
50	424.99	0.05	43335.37	0.00165	180.32640	240.32
55	436.18	0.055	44476.39	0.00182	180.35626	246.60
60	448.5	0.06	45732.64	0.00198	180.38613	253.53
65	450.07	0.065	45892.73	0.00215	180.41601	254.37

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$$

S ₂ (40%) =	#####
------------------------	-------

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

75.41 Kg/cm ²	0.00033
101.75 Kg/cm ²	ε ₂
104.51 Kg/cm ²	0.00050

ε ₂ =	0.00048
------------------	---------

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S ₁
0.00017	38.25 Kg/cm ²

S ₁ =	11.57 Kg/cm ²
------------------	--------------------------

$$E_c = \frac{101.75 - 11.57}{0.00048 - 0.00005}$$

E_c = 209,630.69 Kg/cm²

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 155
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 34-A

BRIQUETA - C° TRADICIONAL 28 DIAS		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	34-A	Altura Prom.	L = 30.15 cm
Fecha de Moldeo	28/03/2022	Diámetro	D ₁ = 15.01 cm
Fecha de Rotura	25/04/2022		D ₂ = 14.96 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A ₀ = 176.36084 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 261.43		

34-A

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	176.36084	0.00
5	80.16	0.005	8173.75	0.00017	176.39010	46.34
10	150.27	0.01	15322.73	0.00033	176.41936	86.85
15	211.47	0.015	21563.17	0.00050	176.44863	122.21
20	270.63	0.02	27595.59	0.00066	176.47791	156.37
25	315.5	0.025	32170.90	0.00083	176.50720	182.26
30	356.29	0.03	36330.17	0.00100	176.53650	205.79
35	392.92	0.035	40065.26	0.00116	176.56581	226.91
40	416.68	0.04	42488.02	0.00133	176.59513	240.60
45	437.29	0.045	44589.58	0.00149	176.62446	252.45
50	446.74	0.05	45553.18	0.00166	176.65380	257.87
55	452.98	0.055	46189.46	0.00182	176.68315	261.43

S₂ (40%) = #####

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

86.85 Kg/cm ²	0.00033
104.57 Kg/cm ²	ε₂
122.21 Kg/cm ²	0.00050

ε₂ = 0.00041

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S₁
0.00017	46.34 Kg/cm ²

S₁ = 13.97 Kg/cm²

$$E_c = \frac{104.57 - 13.97}{0.00041 - 0.00005}$$

E_c = 248,365.34 Kg/cm²

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 156
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 35-A

BRIQUETA - C ^o TRADICIONAL 28 DIAS		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	35-A	Altura Prom.	L = 30.11 cm
Fecha de Moldeo	28/03/2022	Diametro	D ₁ = 14.98 cm
Fecha de Rotura	25/04/2022		D ₂ = 15.10 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A _o = 177.65549 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 230.26		

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	177.65549	0.00
5	62.48	0.005	6370.96	0.00017	177.68500	35.86
10	122.78	0.01	12519.63	0.00033	177.71452	70.45
15	180	0.015	18354.24	0.00050	177.74404	103.26
20	231.89	0.02	23645.36	0.00066	177.77358	133.01
25	275.19	0.025	28060.57	0.00083	177.80312	157.82
30	313.34	0.03	31950.65	0.00100	177.83268	179.67
35	349.17	0.035	35604.16	0.00116	177.86224	200.18
40	374.32	0.04	38168.66	0.00133	177.89182	214.56
45	389.16	0.045	39681.86	0.00149	177.92140	223.03
50	401.85	0.05	40975.83	0.00166	177.95100	230.26

S₂ (40%) = 92.11 Kg/cm²	
(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última	
70.45 Kg/cm ²	0.00033
92.11 Kg/cm ²	ε₂
103.26 Kg/cm ²	0.00050
ε₂ = 0.00044	
(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria	
0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S₁
0.00017	35.86 Kg/cm ²
S₁ = 10.80 Kg/cm²	

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$$

$$E_c = \frac{92.11 - 10.80}{0.00044 - 0.00005}$$

E_c = 207,573.21 Kg/cm²

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 157
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 36-A

BRIQUETA - C° TRADICIONAL 28 DIAS		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	36-A	Altura Prom.	L = 30.09 cm
Fecha de Moldeo	28/03/2022	Diametro	D ₁ = 15.11 cm
Fecha de Rotura	25/04/2022		D ₂ = 15.00 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A _o = 177.95116 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 258.84		

36-A

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	177.95116	0.00
5	62.34	0.005	6356.68	0.00017	177.98073	35.72
10	124.4	0.01	12684.82	0.00033	178.01032	71.26
15	186.42	0.015	19008.87	0.00050	178.03991	106.77
20	242.69	0.02	24746.61	0.00066	178.06951	138.97
25	296.74	0.025	30257.98	0.00083	178.09913	169.89
30	334.92	0.03	34151.12	0.00100	178.12875	191.72
35	366.27	0.035	37347.81	0.00116	178.15839	209.63
40	388.61	0.04	39625.78	0.00133	178.18803	222.38
45	409.15	0.045	41720.20	0.00150	178.21768	234.10
50	424.86	0.05	43322.12	0.00166	178.24735	243.04
55	439.32	0.055	44796.57	0.00183	178.27702	251.28
60	452.01	0.06	46090.55	0.00199	178.30670	258.49
65	452.69	0.065	46159.89	0.00216	178.33640	258.84

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$$

S ₂ (40%) =	#####
------------------------	-------

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

71.26 Kg/cm ²	0.00033
103.53 Kg/cm ²	ε₂
106.77 Kg/cm ²	0.00050

ε₂ =	0.00048
------------------------	----------------

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S₁
0.00017	35.72 Kg/cm ²

S₁ =	10.75 Kg/cm²
------------------------	--------------------------------

$$E_c = \frac{103.53 - 10.75}{0.00048 - 0.00005}$$

E_c = 214,104.70 Kg/cm²

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 158
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 37-A

BRIQUETA - C° TRADICIONAL 28 DIAS		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	37-A	Altura Prom.	L = 30.07 cm
Fecha de Moldeo	28/03/2022	Diametro	D ₁ = 15.08 cm
Fecha de Rotura	25/04/2022		D ₂ = 14.93 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A _o = 176.71017 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 232.97		

37-A

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	176.71017	0.00
5	60.88	0.005	6207.81	0.00017	176.73956	35.12
10	115.37	0.01	11764.05	0.00033	176.76895	66.55
15	168.4	0.015	17171.41	0.00050	176.79836	97.12
20	220.24	0.02	22457.43	0.00067	176.82778	127.00
25	257.26	0.025	26232.28	0.00083	176.85721	148.32
30	292.19	0.03	29794.02	0.00100	176.88664	168.44
35	322.75	0.035	32910.17	0.00116	176.91609	186.02
40	349.23	0.04	35610.28	0.00133	176.94555	201.25
45	369.01	0.045	37627.21	0.00150	176.97501	212.61
50	379.51	0.05	38697.87	0.00166	177.00449	218.63
55	388.74	0.055	39639.03	0.00183	177.03398	223.91
60	397.65	0.06	40547.57	0.00200	177.06347	229.00
65	404.61	0.065	41257.27	0.00216	177.09298	232.97

S₂ (40%) = 93.19 Kg/cm²

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

66.55 Kg/cm ²	0.00033
93.19 Kg/cm ²	ε₂
97.12 Kg/cm ²	0.00050

ε₂ = 0.00048

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S₁
0.00017	35.12 Kg/cm ²

S₁ = 10.56 Kg/cm²

$$E_c = \frac{93.19 - 10.56}{0.00048 - 0.00005}$$

E_c = 193,310.05 Kg/cm²

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 159
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 38-A

BRIQUETA - C° TRADICIONAL 28 DIAS		Dimensiones (Briqueta)		
Briqueta N°	38-A	Altura Prom.	L =	30.10 cm
Fecha de Moldeo	28/03/2022	Diámetro	D ₁ =	15.05 cm
Fecha de Rotura	25/04/2022		D ₂ =	14.98 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A _o =	177.00840 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 252.74			

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	177.00840	0.00
5	66.98	0.005	6829.82	0.00017	177.03781	38.58
10	128.02	0.01	13053.94	0.00033	177.06723	73.72
15	180.52	0.015	18407.26	0.00050	177.09666	103.94
20	229.67	0.02	23418.99	0.00066	177.12610	132.22
25	276.48	0.025	28192.11	0.00083	177.15554	159.14
30	320.35	0.03	32665.44	0.00100	177.18500	184.36
35	360.74	0.035	36783.93	0.00116	177.21447	207.57
40	387.15	0.04	39476.90	0.00133	177.24394	222.73
45	409.61	0.045	41767.11	0.00150	177.27343	235.61
50	430.18	0.05	43864.59	0.00166	177.30293	247.40
55	435.11	0.055	44367.29	0.00183	177.33243	250.19
60	439.62	0.06	44827.16	0.00199	177.36195	252.74

S ₂ (40%) =	#####
------------------------	-------

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última	
73.72 Kg/cm ²	0.00033
101.10 Kg/cm ²	ε ₂
103.94 Kg/cm ²	0.00050

ε ₂ =	0.00048
------------------	---------

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria	
0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S ₁
0.00017	38.58 Kg/cm ²

S ₁ =	11.61 Kg/cm ²
------------------	--------------------------

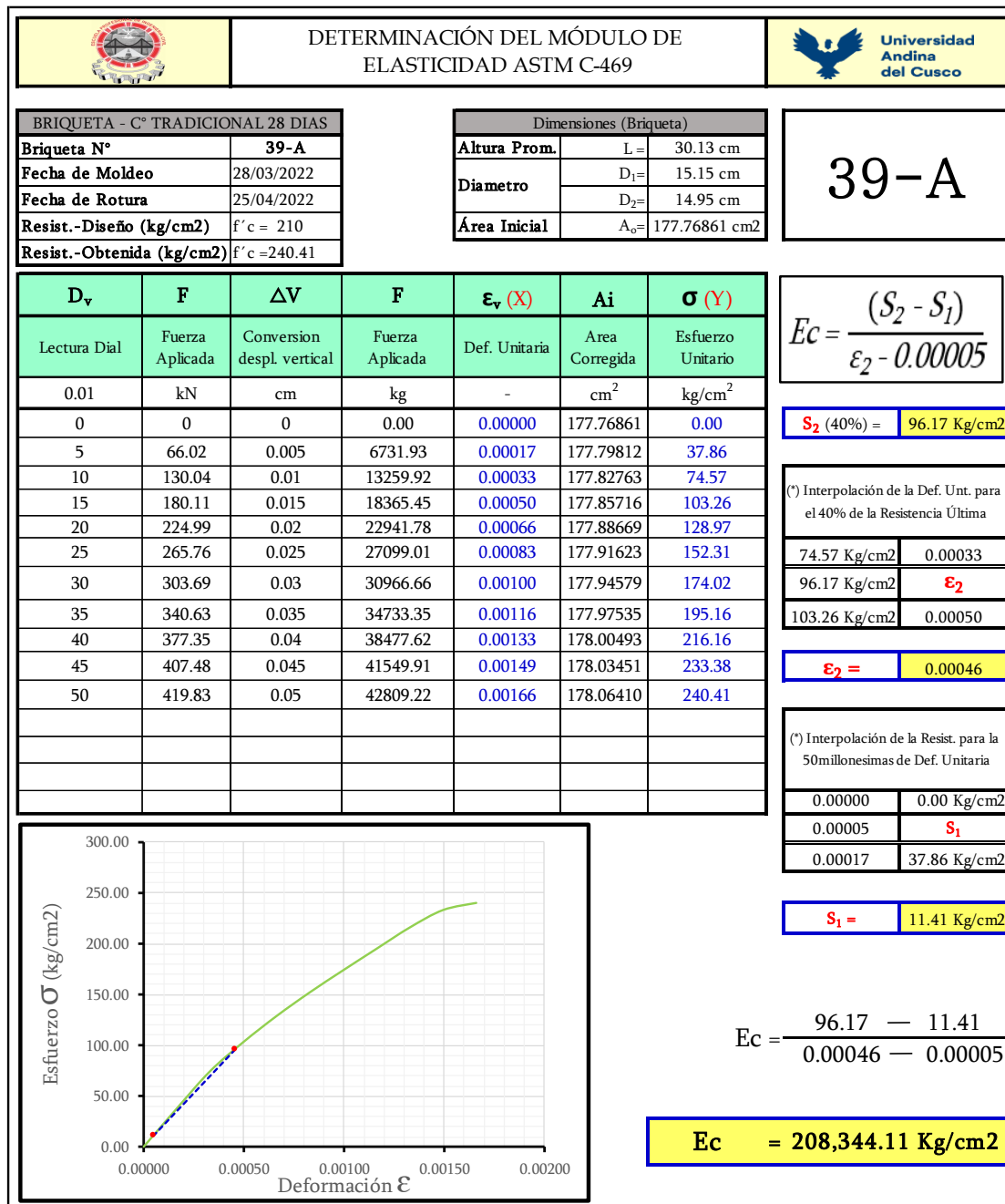
$$E_c = \frac{101.10 - 11.61}{0.00048 - 0.00005}$$

E _c =	206,798.79 Kg/cm ²
------------------	-------------------------------

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 160
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 39-A



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 161
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 40-A

BRIQUETA - C° TRADICIONAL 28 DIAS		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	40-A	Altura Prom.	L = 30.12 cm
Fecha de Moldeo	28/03/2022	Diametro	D ₁ = 15.08 cm
Fecha de Rotura	25/04/2022		D ₂ = 14.97 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A _o = 177.30175 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 248.11		

40-A

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	177.30175	0.00
5	53.3	0.005	5434.89	0.00017	177.33119	30.65
10	102.24	0.01	10425.21	0.00033	177.36064	58.78
15	142.08	0.015	14487.61	0.00050	177.39009	81.67
20	181.56	0.02	18513.31	0.00066	177.41956	104.35
25	219.01	0.025	22332.01	0.00083	177.44904	125.85
30	254.41	0.03	25941.67	0.00100	177.47852	146.17
35	289.35	0.035	29504.44	0.00116	177.50802	166.21
40	323.08	0.04	32943.82	0.00133	177.53752	185.56
45	352.37	0.045	35930.46	0.00149	177.56704	202.35
50	379.03	0.05	38648.92	0.00166	177.59657	217.62
55	405.34	0.055	41331.70	0.00183	177.62610	232.69
60	423.86	0.06	43220.15	0.00199	177.65565	243.28
65	432.34	0.065	44084.84	0.00216	177.68520	248.11

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$$

S ₂ (40%) =	99.24 Kg/cm ²
------------------------	--------------------------

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

81.67 Kg/cm ²	0.00050
99.24 Kg/cm ²	ε ₂
104.35 Kg/cm ²	0.00066

ε ₂ =	0.00063
------------------	---------

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S ₁
0.00017	30.65 Kg/cm ²

S ₁ =	9.23 Kg/cm ²
------------------	-------------------------

$$E_c = \frac{99.24 - 9.23}{0.00063 - 0.00005}$$

E _c =	156,096.29 Kg/cm ²
------------------	-------------------------------

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 162
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 41-A

BRIQUETA - C° TRADICIONAL 28 DIAS		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	41-A	Altura Prom.	L = 30.14 cm
Fecha de Moldeo	28/03/2022	Diametro	D ₁ = 15.05 cm
Fecha de Rotura	25/04/2022		D ₂ = 15.17 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A _o = 179.31308 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 261.92		

41-A

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	179.31308	0.00
5	59.73	0.005	6090.55	0.00017	179.34283	33.96
10	114.08	0.01	11632.51	0.00033	179.37259	64.85
15	164	0.015	16722.75	0.00050	179.40236	93.21
20	211.21	0.02	21536.66	0.00066	179.43214	120.03
25	253.45	0.025	25843.79	0.00083	179.46193	144.01
30	295.55	0.03	30136.64	0.00100	179.49173	167.90
35	335.48	0.035	34208.22	0.00116	179.52155	190.55
40	369.68	0.04	37695.52	0.00133	179.55137	209.94
45	401.31	0.045	40920.77	0.00149	179.58120	227.87
50	428.11	0.05	43653.51	0.00166	179.61104	243.04
55	451.28	0.055	46016.11	0.00182	179.64089	256.16
60	461.51	0.06	47059.24	0.00199	179.67075	261.92

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$$

S ₂ (40%) =	#####
------------------------	-------

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

93.21 Kg/cm ²	0.00050
104.77 Kg/cm ²	ε₂
120.03 Kg/cm ²	0.00066

ε₂ =	0.00057
------------------------	----------------

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S₁
0.00017	33.96 Kg/cm ²

S₁ =	10.24 Kg/cm²
------------------------	--------------------------------

$$E_c = \frac{104.77 - 10.24}{0.00057 - 0.00005}$$

E_c = 182,085.71 Kg/cm²

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 163
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 42-A

BRIQUETA - C° TRADICIONAL 28 DIAS		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	42-A	Altura Prom.	L = 30.12 cm
Fecha de Moldeo	28/03/2022	Diámetro	D ₁ = 14.97 cm
Fecha de Rotura	25/04/2022		D ₂ = 14.98 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A _o = 176.12601 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 241.97		

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	176.12601	0.00
5	60.66	0.005	6185.38	0.00017	176.15525	35.11
10	117.28	0.01	11958.80	0.00033	176.18450	67.88
15	173.69	0.015	17710.82	0.00050	176.21377	100.51
20	217.84	0.02	22212.71	0.00066	176.24304	126.03
25	258.44	0.025	26352.61	0.00083	176.27232	149.50
30	292.96	0.03	29872.54	0.00100	176.30161	169.44
35	323.33	0.035	32969.31	0.00116	176.33091	186.97
40	350.69	0.04	35759.15	0.00133	176.36022	202.76
45	376.51	0.045	38391.96	0.00149	176.38954	217.65
50	401.14	0.05	40903.44	0.00166	176.41887	231.85
55	408.94	0.055	41698.79	0.00183	176.44821	236.32
60	415.12	0.06	42328.95	0.00199	176.47756	239.85
65	418.85	0.065	42709.29	0.00216	176.50692	241.97

$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$	
S_2 (40%) =	96.79 Kg/cm ²
(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última	
67.88 Kg/cm ²	0.00033
96.79 Kg/cm ²	ϵ_2
100.51 Kg/cm ²	0.00050
ϵ_2 =	0.00048
(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria	
0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S_1
0.00017	35.11 Kg/cm ²
S_1 =	10.58 Kg/cm ²
$E_c = \frac{96.79 - 10.58}{0.00048 - 0.00005}$	
E_c	= 200,920.12 Kg/cm ²

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 164
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 43-A

BRIQUETA - C° TRADICIONAL 28 DIAS		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	43-A	Altura Prom.	L = 30.08 cm
Fecha de Moldeo	28/03/2022	Diametro	D ₁ = 15.07 cm
Fecha de Rotura	25/04/2022		D ₂ = 14.98 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A ₀ = 177.18455 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 262.71		

43-A

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	177.18455	0.00
5	64.27	0.005	6553.48	0.00017	177.21401	36.98
10	128.46	0.01	13098.81	0.00033	177.24347	73.90
15	188.52	0.015	19223.00	0.00050	177.27295	108.44
20	244.84	0.02	24965.84	0.00066	177.30244	140.81
25	300.67	0.025	30658.71	0.00083	177.33193	172.89
30	348.93	0.03	35579.69	0.00100	177.36144	200.61
35	397.02	0.035	40483.33	0.00116	177.39096	228.22
40	426.16	0.04	43454.68	0.00133	177.42048	244.92
45	449.11	0.045	45794.84	0.00150	177.45002	258.07
50	457.25	0.05	46624.86	0.00166	177.47956	262.71

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$$

S ₂ (40%) =	#####
------------------------	-------

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

73.90 Kg/cm ²	0.00033
105.08 Kg/cm ²	ε ₂
108.44 Kg/cm ²	0.00050

ε ₂ =	0.00048
------------------	---------

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S ₁
0.00017	36.98 Kg/cm ²

S ₁ =	11.12 Kg/cm ²
------------------	--------------------------

$$E_c = \frac{105.08 - 11.12}{0.00048 - 0.00005}$$

E_c = 217,234.32 Kg/cm²

The graph plots Stress (σ) in kg/cm² on the y-axis (0.00 to 300.00) against Strain (ε) on the x-axis (0.00000 to 0.00200). A blue line represents the linear elastic portion, passing through points (0,0), (0.00005, 0), and (0.00017, 36.98). A red dot marks the point (0.00048, 105.08) on the curve. The curve continues to rise and then levels off towards a peak of approximately 262.71 kg/cm² at a strain of 0.00166.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 165
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 44-A

BRIQUETA - C° TRADICIONAL 28 DIAS		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	44-A	Altura Prom.	L = 30.02 cm
Fecha de Moldeo	28/03/2022	Diametro	D ₁ = 15.16 cm
Fecha de Rotura	25/04/2022		D ₂ = 15.01 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A _o = 178.71861 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 233.96		

44-A

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	178.71861	0.00
5	54.24	0.005	5530.74	0.00017	178.74838	30.94
10	107.08	0.01	10918.73	0.00033	178.77816	61.07
15	158.64	0.015	16176.20	0.00050	178.80795	90.47
20	208.09	0.02	21218.52	0.00067	178.83775	118.65
25	254.51	0.025	25951.87	0.00083	178.86757	145.09
30	295.38	0.03	30119.30	0.00100	178.89739	168.36
35	328.7	0.035	33516.88	0.00117	178.92722	187.32
40	357.36	0.04	36439.28	0.00133	178.95706	203.62
45	383.67	0.045	39122.06	0.00150	178.98691	218.57
50	395.14	0.05	40291.63	0.00167	179.01677	225.07
55	403.71	0.055	41165.49	0.00183	179.04664	229.91
60	407.42	0.06	41543.80	0.00200	179.07652	231.99
65	410.95	0.065	41903.74	0.00217	179.10641	233.96

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$$

S₂ (40%) = 93.58 Kg/cm²

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

90.47 Kg/cm ²	0.00050
93.58 Kg/cm ²	ε₂
118.65 Kg/cm ²	0.00067

ε₂ = 0.00052

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S₁
0.00017	30.94 Kg/cm ²

S₁ = 9.29 Kg/cm²

$$E_c = \frac{93.58 - 9.29}{0.00052 - 0.00005}$$

E_c = 180,083.52 Kg/cm²

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 166
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 45-A

BRIQUETA - C° TRADICIONAL 28 DIAS		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	45-A	Altura Prom.	L = 30.09 cm
Fecha de Moldeo	28/03/2022	Diametro	D ₁ = 14.98 cm
Fecha de Rotura	25/04/2022		D ₂ = 15.06 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A _o = 177.18488 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 259.62		

45-A

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	177.18488	0.00
5	66.96	0.005	6827.78	0.00017	177.21433	38.53
10	127.05	0.01	12955.03	0.00033	177.24379	73.09
15	182.87	0.015	18646.88	0.00050	177.27325	105.19
20	235.57	0.02	24020.60	0.00066	177.30273	135.48
25	287.32	0.025	29297.44	0.00083	177.33222	165.21
30	331.81	0.03	33834.00	0.00100	177.36171	190.76
35	370.33	0.035	37761.80	0.00116	177.39122	212.87
40	395.52	0.04	40330.38	0.00133	177.42074	227.31
45	417.86	0.045	42608.34	0.00150	177.45026	240.11
50	435.82	0.05	44439.69	0.00166	177.47980	250.39
55	451.95	0.055	46084.43	0.00183	177.50934	259.62

S₂ (40%) = #####

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

73.09 Kg/cm ²	0.00033
103.85 Kg/cm ²	ε₂
105.19 Kg/cm ²	0.00050

ε₂ = 0.00049

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S₁
0.00017	38.53 Kg/cm ²

S₁ = 11.59 Kg/cm²

$$E_c = \frac{103.85 - 11.59}{0.00049 - 0.00005}$$

E_c = 208,924.39 Kg/cm²

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



3.5.8.2. Briquetas con Cascote

3.5.8.3. Módulo de Elasticidad -7 días (1B-15B)

TABLA 167
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 1-B

BRIQUETA - C° CON CASCOTE		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	1-B	Altura Prom.	L = 30.05 cm
Fecha de Moldeo	23/03/2022	Diametro	D ₁ = 15.06 cm
Fecha de Rotura	30/03/2022		D ₂ = 15.12 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A ₀ = 178.84082 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 146.07		

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	178.84082	0.00
5	42.04	0.005	4286.73	0.00017	178.87058	23.97
10	89.24	0.01	9099.62	0.00033	178.90035	50.86
15	123.66	0.015	12609.36	0.00050	178.93013	70.47
20	159.16	0.02	16229.22	0.00067	178.95992	90.69
25	187.16	0.025	19084.33	0.00083	178.98973	106.62
30	214.13	0.03	21834.40	0.00100	179.01954	121.97
35	226.74	0.035	23120.22	0.00116	179.04936	129.13
40	241.61	0.04	24636.48	0.00133	179.07919	137.57
45	249.04	0.045	25394.11	0.00150	179.10903	141.78
50	256.62	0.05	26167.02	0.00166	179.13888	146.07

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$$

S₂ (40%) = 58.43 Kg/cm²

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

50.86 Kg/cm ²	0.00033
58.43 Kg/cm ²	ε ₂
70.47 Kg/cm ²	0.00050

ε₂ = 0.00040

(*) Interpolación de la Resist. para la 50milonesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S ₁
0.00017	23.97 Kg/cm ²

S₁ = 7.20 Kg/cm²

$$E_c = \frac{58.43 - 7.20}{0.00040 - 0.00005}$$

E_c = 147,639.68 Kg/cm²

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 168
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 2-B

BRIQUETA - C° CON CASCOTE		Dimensiones (Briqueta)		
Briqueta N°	2-B	Altura Prom.	L =	30.10 cm
Fecha de Moldeo	23/03/2022	Diámetro	D ₁ =	15.13 cm
Fecha de Rotura	30/03/2022		D ₂ =	15.03 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A ₀ =	178.60261 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 166.06			

2-B

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	178.60261	0.00
5	42.38	0.005	4321.40	0.00017	178.63228	24.19
10	76.42	0.01	7792.39	0.00033	178.66196	43.62
15	111.88	0.015	11408.18	0.00050	178.69165	63.84
20	145.46	0.02	14832.26	0.00066	178.72136	82.99
25	172.04	0.025	17542.57	0.00083	178.75107	98.14
30	198.82	0.03	20273.27	0.00100	178.78079	113.40
35	212.64	0.035	21682.47	0.00116	178.81052	121.26
40	240.37	0.04	24510.04	0.00133	178.84027	137.05
45	254.65	0.045	25966.15	0.00150	178.87002	145.17
50	270.9	0.05	27623.13	0.00166	178.89978	154.41
55	272.03	0.055	27738.35	0.00183	178.92955	155.02
60	283.37	0.06	28894.67	0.00199	178.95933	161.46
65	291.49	0.065	29722.65	0.00216	178.98913	166.06

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$$

S₂ (40%) = 66.42 Kg/cm²

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

63.84 Kg/cm ²	0.00050
66.42 Kg/cm ²	ε ₂
82.99 Kg/cm ²	0.00066

ε₂ = 0.00052

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S ₁
0.00017	24.19 Kg/cm ²

S₁ = 7.28 Kg/cm²

$$E_c = \frac{66.42 - 7.28}{0.00052 - 0.00005}$$

E_c = 125,639.44 Kg/cm²

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 169
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 3-B

BRIQUETA - C° CON CASCOTE		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	3-B	Altura Prom.	L = 30.05 cm
Fecha de Moldeo	23/03/2022	Diametro	D ₁ = 15.17 cm
Fecha de Rotura	30/03/2022		D ₂ = 15.32 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A _o = 182.52999 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 165.94		

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	182.52999	0.00
5	50.27	0.005	5125.93	0.00017	182.56037	28.08
10	81.94	0.01	8355.26	0.00033	182.59075	45.76
15	121.67	0.015	12406.44	0.00050	182.62115	67.94
20	148.44	0.02	15136.13	0.00067	182.65155	82.87
25	184.59	0.025	18822.27	0.00083	182.68197	103.03
30	207.94	0.03	21203.22	0.00100	182.71240	116.05
35	232.19	0.035	23675.95	0.00116	182.74283	129.56
40	250.15	0.04	25507.29	0.00133	182.77328	139.56
45	265.35	0.045	27057.20	0.00150	182.80374	148.01
50	280.52	0.05	28604.06	0.00166	182.83421	156.45
55	285.72	0.055	29134.29	0.00183	182.86468	159.32
60	295	0.06	30080.55	0.00200	182.89517	164.47
65	297.69	0.065	30354.85	0.00216	182.92567	165.94

S₂ (40%) = 66.38 Kg/cm²	
(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última	
45.76 Kg/cm ²	0.00033
66.38 Kg/cm ²	ε₂
67.94 Kg/cm ²	0.00050
ε₂ = 0.00049	
(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria	
0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S₁
0.00017	28.08 Kg/cm ²
S₁ = 8.44 Kg/cm²	

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$$

$$E_c = \frac{66.38 - 8.44}{0.00049 - 0.00005}$$

E_c = 132,440.84 Kg/cm²

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 170
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 4-B

BRIQUETA - C° CON CASCOTE		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	4-B	Altura Prom.	L = 30.15 cm
Fecha de Moldeo	23/03/2022	Diametro	D ₁ = 15.11 cm
Fecha de Rotura	30/03/2022		D ₂ = 15.05 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A ₀ = 178.60386 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 167.71		

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	178.60386	0.00
5	42.27	0.005	4310.19	0.00017	178.63349	24.13
10	83.7	0.01	8534.72	0.00033	178.66312	47.77
15	116.09	0.015	11837.46	0.00050	178.69276	66.24
20	154.66	0.02	15770.37	0.00066	178.72242	88.24
25	178.54	0.025	18205.36	0.00083	178.75208	101.85
30	205.8	0.03	20985.01	0.00100	178.78175	117.38
35	228.86	0.035	23336.39	0.00116	178.81144	130.51
40	250.03	0.04	25495.05	0.00133	178.84113	142.56
45	259.68	0.045	26479.05	0.00149	178.87083	148.03
50	274.79	0.05	28019.78	0.00166	178.90055	156.62
55	279.31	0.055	28480.68	0.00182	178.93027	159.17
60	286.45	0.06	29208.73	0.00199	178.96000	163.21
65	294.39	0.065	30018.35	0.00216	178.98974	167.71

S ₂ (40%) =	67.08 Kg/cm ²
------------------------	--------------------------

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última	
66.24 Kg/cm ²	0.00050
67.08 Kg/cm ²	ε ₂
88.24 Kg/cm ²	0.00066

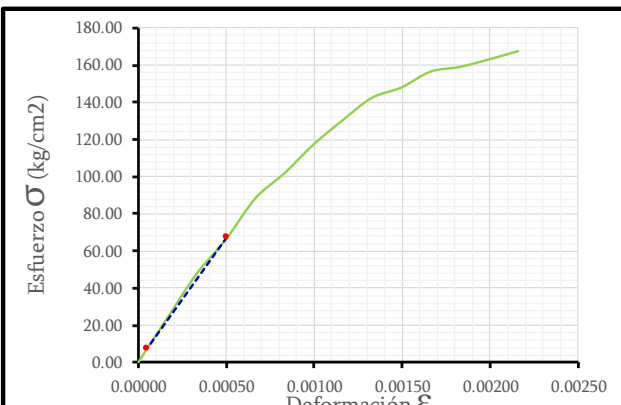
ε ₂ =	0.00050
------------------	---------

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria	
0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S ₁
0.00017	24.13 Kg/cm ²

S ₁ =	7.27 Kg/cm ²
------------------	-------------------------

$$E_c = \frac{67.08 - 7.27}{0.00050 - 0.00005}$$

E _c =	131,784.77 Kg/cm ²
------------------	-------------------------------



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 171
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 5-B

BRIQUETA - C° CON CASCOTE		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	5-B	Altura Prom.	L = 30.02 cm
Fecha de Moldeo	23/03/2022	Diametro	D ₁ = 15.15 cm
Fecha de Rotura	30/03/2022		D ₂ = 15.11 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A ₀ = 179.73110 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 166.55		

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	179.73110	0.00
5	53.98	0.005	5504.23	0.00017	179.76104	30.62
10	105.57	0.01	10764.76	0.00033	179.79100	59.87
15	148.3	0.015	15121.85	0.00050	179.82096	84.09
20	187.55	0.02	19124.10	0.00067	179.85093	106.33
25	223.2	0.025	22759.25	0.00083	179.88091	126.52
30	252.1	0.03	25706.13	0.00100	179.91090	142.88
35	271.22	0.035	27655.76	0.00117	179.94090	153.69
40	281.64	0.04	28718.26	0.00133	179.97091	159.57
45	290.42	0.045	29613.54	0.00150	180.00093	164.52
50	294.06	0.05	29984.70	0.00167	180.03096	166.55

E _c = $\frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$	
S ₂ (40%) =	66.62 Kg/cm ²
(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última	
59.87 Kg/cm ²	0.00033
66.62 Kg/cm ²	ε ₂
84.09 Kg/cm ²	0.00050
ε ₂ =	0.00038
(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria	
0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S ₁
0.00017	30.62 Kg/cm ²
S ₁ =	9.19 Kg/cm ²
E _c = $\frac{66.62 - 9.19}{0.00038 - 0.00005}$	
E _c	= 174,285.66 Kg/cm ²

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 172
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 6-B

BRIQUETA - C° CON CASCOTE		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	6-B	Altura Prom.	L = 30.04 cm
Fecha de Moldeo	23/03/2022	Diámetro	D ₁ = 15.08 cm
Fecha de Rotura	30/03/2022		D ₂ = 14.95 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A _o = 177.06487 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 156.40		

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	Ai	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	177.06487	0.00
5	50.87	0.005	5187.11	0.00017	177.09435	29.29
10	91.65	0.01	9345.37	0.00033	177.12384	52.76
15	128.67	0.015	13120.22	0.00050	177.15333	74.06
20	161.4	0.02	16457.63	0.00067	177.18284	92.89
25	187.14	0.025	19082.29	0.00083	177.21235	107.68
30	208.78	0.03	21288.88	0.00100	177.24188	120.11
35	224.9	0.035	22932.60	0.00117	177.27142	129.36
40	240.59	0.04	24532.48	0.00133	177.30096	138.37
45	255.34	0.045	26036.50	0.00150	177.33052	146.82
50	263.96	0.05	26915.47	0.00166	177.36008	151.76
55	272.09	0.055	27744.47	0.00183	177.38966	156.40

S ₂ (40%) =		62.56 Kg/cm ²
------------------------	--	--------------------------

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última	
52.76 Kg/cm ²	0.00033
62.56 Kg/cm ²	ε ₂
74.06 Kg/cm ²	0.00050

ε ₂ =	0.00041
------------------	---------

(*) Interpolación de la Resist. para la 50 millonésimas de Def. Unitaria	
0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S ₁
0.00017	29.29 Kg/cm ²

S ₁ =	8.80 Kg/cm ²
------------------	-------------------------

$$E_c = \frac{62.56 - 8.80}{0.00041 - 0.00005}$$

E _c =	149,561.51 Kg/cm ²
------------------	-------------------------------

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 173
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 7-B

BRIQUETA - C° CON CASCOTE		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	7-B	Altura Prom.	L = 29.88 cm
Fecha de Moldeo	23/03/2022	Diametro	D ₁ = 15.19 cm
Fecha de Rotura	30/03/2022		D ₂ = 15.06 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A ₀ = 179.55001 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 157.13		

7-B

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	179.55001	0.00
5	43.73	0.005	4459.06	0.00017	179.58006	24.83
10	83.35	0.01	8499.03	0.00033	179.61012	47.32
15	117.34	0.015	11964.92	0.00050	179.64019	66.60
20	141.36	0.02	14414.19	0.00067	179.67027	80.23
25	165.14	0.025	16838.99	0.00084	179.70036	93.71
30	188.67	0.03	19238.30	0.00100	179.73046	107.04
35	210.81	0.035	21495.87	0.00117	179.76057	119.58
40	229.02	0.04	23352.71	0.00134	179.79070	129.89
45	242.38	0.045	24715.00	0.00151	179.82083	137.44
50	255.19	0.05	26021.21	0.00167	179.85097	144.68
55	267.88	0.055	27315.18	0.00184	179.88112	151.85
60	277.24	0.06	28269.60	0.00201	179.91128	157.13

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$$

S ₂ (40%) =	62.85 Kg/cm ²
------------------------	--------------------------

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

47.32 Kg/cm ²	0.00033
62.85 Kg/cm ²	ε ₂
66.60 Kg/cm ²	0.00050

ε ₂ =	0.00047
------------------	---------

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S ₁
0.00017	24.83 Kg/cm ²

S ₁ =	7.42 Kg/cm ²
------------------	-------------------------

$$E_c = \frac{62.85 - 7.42}{0.00047 - 0.00005}$$

E_c = 132,157.08 Kg/cm²

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 174
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 8-B

BRIQUETA - C° CON CASCOTE		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	8-B	Altura Prom.	L = 30.04 cm
Fecha de Moldeo	23/03/2022	Diametro	D ₁ = 15.05 cm
Fecha de Rotura	30/03/2022		D ₂ = 14.99 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A _o = 177.12657 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 146.37		

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	Ai	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	177.12657	0.00
5	40.96	0.005	4176.61	0.00017	177.15605	23.58
10	79.38	0.01	8094.22	0.00033	177.18555	45.68
15	104.2	0.015	10625.06	0.00050	177.21506	59.96
20	127.92	0.02	13043.74	0.00067	177.24457	73.59
25	151.38	0.025	15435.91	0.00083	177.27410	87.07
30	174.16	0.03	17758.74	0.00100	177.30363	100.16
35	195.66	0.035	19951.06	0.00117	177.33318	112.51
40	215.28	0.04	21951.67	0.00133	177.36274	123.77
45	233.29	0.045	23788.11	0.00150	177.39230	134.10
50	241.41	0.05	24616.09	0.00166	177.42188	138.74
55	248.46	0.055	25334.96	0.00183	177.45146	142.77
60	254	0.06	25899.87	0.00200	177.48106	145.93
65	254.8	0.065	25981.44	0.00216	177.51066	146.37

S₂ (40%) = 58.55 Kg/cm²	
(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última	
45.68 Kg/cm ²	0.00033
58.55 Kg/cm ²	ε₂
59.96 Kg/cm ²	0.00050
ε₂ = 0.00048	
(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria	
0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S₁
0.00017	23.58 Kg/cm ²
S₁ = 7.08 Kg/cm²	

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$$

$$E_c = \frac{58.55 - 7.08}{0.00048 - 0.00005}$$

E_c = 118,882.71 Kg/cm²

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 175
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 9-B

BRIQUETA - C° CON CASCOTE		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	9-B	Altura Prom.	L = 30.10 cm
Fecha de Moldeo	23/03/2022	Diametro	D ₁ = 14.99 cm
Fecha de Rotura	30/03/2022		D ₂ = 14.98 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A _o = 176.30249 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 160.38		

9-B

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	176.30249	0.00
5	51.29	0.005	5229.94	0.00017	176.33178	29.66
10	101.71	0.01	10371.16	0.00033	176.36108	58.81
15	148.81	0.015	15173.86	0.00050	176.39039	86.02
20	186.43	0.02	19009.89	0.00066	176.41971	107.75
25	220.22	0.025	22455.39	0.00083	176.44904	127.26
30	251.2	0.03	25614.36	0.00100	176.47838	145.14
35	260.98	0.035	26611.60	0.00116	176.50773	150.77
40	270.37	0.04	27569.08	0.00133	176.53709	156.17
45	274.59	0.045	27999.39	0.00150	176.56646	158.58
50	277.76	0.05	28322.63	0.00166	176.59584	160.38

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$$

S ₂ (40%) =	64.15 Kg/cm ²
------------------------	--------------------------

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

58.81 Kg/cm ²	0.00033
64.15 Kg/cm ²	ε ₂
86.02 Kg/cm ²	0.00050

ε ₂ =	0.00036
------------------	---------

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S ₁
0.00017	29.66 Kg/cm ²

S ₁ =	8.93 Kg/cm ²
------------------	-------------------------

$$E_c = \frac{64.15 - 8.93}{0.00036 - 0.00005}$$

E _c =	175,398.87 Kg/cm ²
------------------	-------------------------------

The graph plots Stress (σ) in kg/cm² on the y-axis (0.00 to 180.00) against Strain (ε) on the x-axis (0.00000 to 0.00200). A blue line represents the linear elastic portion, passing through points (0,0), (0.00017, 29.66), and (0.00036, 64.15). A green curve represents the non-linear portion of the stress-strain relationship.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 176
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 10-B

BRIQUETA - C° CON CASCOTE		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	10-B	Altura Prom.	L = 30.04 cm
Fecha de Moldeo	23/03/2022	Diametro	D ₁ = 15.09 cm
Fecha de Rotura	30/03/2022		D ₂ = 15.09 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A _o = 178.84152 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 146.22		

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion displ. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	178.84152	0.00
5	51.54	0.005	5255.43	0.00017	178.87130	29.38
10	94.48	0.01	9633.93	0.00033	178.90108	53.85
15	136.67	0.015	13935.96	0.00050	178.93087	77.88
20	158.76	0.02	16188.44	0.00067	178.96067	90.46
25	176.98	0.025	18046.29	0.00083	178.99048	100.82
30	195.09	0.03	19892.93	0.00100	179.02031	111.12
35	211.75	0.035	21591.72	0.00117	179.05014	120.59
40	228.31	0.04	23280.31	0.00133	179.07998	130.00
45	239.22	0.045	24392.78	0.00150	179.10983	136.19
50	248.14	0.05	25302.34	0.00166	179.13969	141.24
55	256.92	0.055	26197.61	0.00183	179.16956	146.22

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última	
53.85 Kg/cm ²	0.00033
58.49 Kg/cm ²	ε ₂
77.88 Kg/cm ²	0.00050

ε ₂ =	0.00036
------------------	---------

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria	
0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	s ₁
0.00017	29.38 Kg/cm ²

s ₁ =	8.83 Kg/cm ²
------------------	-------------------------

$$E_c = \frac{58.49 - 8.83}{0.00036 - 0.00005}$$

E _c =	157,654.73 Kg/cm ²
------------------	-------------------------------

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 177
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 11-B

BRIQUETA - C° CON CASCOTE		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	11-B	Altura Prom.	L = 30.09 cm
Fecha de Moldeo	23/03/2022	Diámetro	D ₁ = 15.01 cm
Fecha de Rotura	30/03/2022		D ₂ = 14.92 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A _o = 175.88929 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 162.22		

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	175.88929	0.00
5	47.04	0.005	4796.57	0.00017	175.91852	27.27
10	92.42	0.01	9423.88	0.00033	175.94776	53.56
15	122.55	0.015	12496.18	0.00050	175.97702	71.01
20	149.21	0.02	15214.64	0.00066	176.00628	86.44
25	170.49	0.025	17384.52	0.00083	176.03555	98.76
30	191.15	0.03	19491.18	0.00100	176.06483	110.70
35	208.79	0.035	21289.89	0.00116	176.09412	120.90
40	225.82	0.04	23026.41	0.00133	176.12342	130.74
45	242.66	0.045	24743.55	0.00150	176.15273	140.47
50	258.13	0.05	26321.00	0.00166	176.18205	149.40
55	272.56	0.055	27792.39	0.00183	176.21138	157.72
60	280.08	0.06	28559.19	0.00199	176.24072	162.05
65	280.43	0.065	28594.88	0.00216	176.27007	162.22

S ₂ (40%) =	64.89 Kg/cm ²
------------------------	--------------------------

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última	
53.56 Kg/cm ²	0.00033
64.89 Kg/cm ²	ε ₂
71.01 Kg/cm ²	0.00050

ε ₂ =	0.00044
------------------	---------

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria	
0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S ₁
0.00017	27.27 Kg/cm ²

S ₁ =	8.20 Kg/cm ²
------------------	-------------------------

$$E_c = \frac{64.89 - 8.20}{0.00044 - 0.00005}$$

E _c	= 145,266.19 Kg/cm ²
----------------	---------------------------------

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 178
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 12-B

BRIQUETA - C° CON CASCOTE		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	12-B	Altura Prom.	L = 30.08 cm
Fecha de Moldeo	23/03/2022	Diametro	D ₁ = 14.93 cm
Fecha de Rotura	30/03/2022		D ₂ = 15.05 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A _o = 176.41759 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 171.19		

12-B

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	176.41759	0.00
5	44.17	0.005	4503.93	0.00017	176.44692	25.53
10	84.55	0.01	8621.39	0.00033	176.47626	48.85
15	121.26	0.015	12364.64	0.00050	176.50561	70.05
20	157.21	0.02	16030.39	0.00066	176.53497	90.81
25	189.29	0.025	19301.52	0.00083	176.56433	109.32
30	217.01	0.03	22128.07	0.00100	176.59371	125.30
35	238.21	0.035	24289.79	0.00116	176.62310	137.52
40	255.91	0.04	26094.63	0.00133	176.65250	147.72
45	273.33	0.045	27870.91	0.00150	176.68191	157.75
50	289.76	0.05	29546.24	0.00166	176.71132	167.20
55	292.84	0.055	29860.30	0.00183	176.74075	168.95
60	295.48	0.06	30129.50	0.00199	176.77019	170.44
65	296.82	0.065	30266.14	0.00216	176.79964	171.19

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$$

S₂ (40%) = 68.48 Kg/cm²

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

48.85 Kg/cm ²	0.00033
68.48 Kg/cm ²	ε₂
70.05 Kg/cm ²	0.00050

ε₂ = 0.00049

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S₁
0.00017	25.53 Kg/cm ²

S₁ = 7.68 Kg/cm²

$$E_c = \frac{68.48 - 7.68}{0.00049 - 0.00005}$$

E_c = 139,345.72 Kg/cm²

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 179
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 13-B

BRIQUETA - C° CON CASCOTE		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	13-B	Altura Prom.	L = 29.98 cm
Fecha de Moldeo	23/03/2022	Diametro	D ₁ = 15.03 cm
Fecha de Rotura	30/03/2022		D ₂ = 14.98 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A _o = 176.77310 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 139.31		

13-B

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	176.77310	0.00
5	54.95	0.005	5603.14	0.00017	176.80259	31.69
10	103.31	0.01	10534.31	0.00033	176.83208	59.57
15	133.28	0.015	13590.29	0.00050	176.86159	76.84
20	161.77	0.02	16495.36	0.00067	176.89111	93.25
25	187.84	0.025	19153.67	0.00083	176.92063	108.26
30	208.92	0.03	21303.15	0.00100	176.95017	120.39
35	225.82	0.035	23026.41	0.00117	176.97971	130.11
40	235.58	0.04	24021.62	0.00133	177.00927	135.71
45	239.42	0.045	24413.17	0.00150	177.03883	137.90
50	241.91	0.05	24667.07	0.00167	177.06841	139.31

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$$

S ₂ (40%) =	55.72 Kg/cm ²
------------------------	--------------------------

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

31.69 Kg/cm ²	0.00017
55.72 Kg/cm ²	ε ₂
59.57 Kg/cm ²	0.00033

ε ₂ =	0.00031
------------------	---------

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S ₁
0.00017	31.69 Kg/cm ²

S ₁ =	9.50 Kg/cm ²
------------------	-------------------------

$$E_c = \frac{55.72 - 9.50}{0.00031 - 0.00005}$$

E _c =	177,415.21 Kg/cm ²
------------------	-------------------------------

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 180
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 14-B

BRIQUETA - C° CON CASCOTE		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	14-B	Altura Prom.	L = 30.24 cm
Fecha de Moldeo	23/03/2022	Diametro	D ₁ = 15.09 cm
Fecha de Rotura	30/03/2022		D ₂ = 14.94 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A _o = 177.06377 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 147.02		

14-B

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	177.06377	0.00
5	43.76	0.005	4462.12	0.00017	177.09306	25.20
10	79.59	0.01	8115.63	0.00033	177.12235	45.82
15	111	0.015	11318.45	0.00050	177.15165	63.89
20	139.02	0.02	14175.59	0.00066	177.18096	80.01
25	165.96	0.025	16922.61	0.00083	177.21028	95.49
30	191.11	0.03	19487.10	0.00099	177.23961	109.95
35	212.71	0.035	21689.61	0.00116	177.26895	122.35
40	232.44	0.04	23701.44	0.00132	177.29830	133.68
45	241.7	0.045	24645.66	0.00149	177.32766	138.98
50	250.41	0.05	25533.80	0.00165	177.35702	143.97
55	253.87	0.055	25886.61	0.00182	177.38640	145.93
60	255.51	0.06	26053.84	0.00198	177.41579	146.85
65	255.85	0.065	26088.51	0.00215	177.44519	147.02

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$$

S ₂ (40%) =	58.81 Kg/cm ²
------------------------	--------------------------

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

45.82 Kg/cm ²	0.00033
58.81 Kg/cm ²	ε ₂
63.89 Kg/cm ²	0.00050

ε ₂ =	0.00045
------------------	---------

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S ₁
0.00017	25.20 Kg/cm ²

S ₁ =	7.62 Kg/cm ²
------------------	-------------------------

$$E_c = \frac{58.81 - 7.62}{0.00045 - 0.00005}$$

E _c =	128,123.53 Kg/cm ²
------------------	-------------------------------

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 181
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 15-B

BRIQUETA - C° CON CASCOTE		Dimensiones (Briqueta)		
Briqueta N°	15-B	Altura Prom.	L =	30.08 cm
Fecha de Moldeo	23/03/2022	Diametro	D ₁ =	15.09 cm
Fecha de Rotura	30/03/2022		D ₂ =	15.05 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A _o =	178.30820 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 149.18			

15-B

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	Ai	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	178.30820	0.00
5	42.88	0.005	4372.39	0.00017	178.33784	24.52
10	80.25	0.01	8182.93	0.00033	178.36750	45.88
15	113.71	0.015	11594.78	0.00050	178.39716	64.99
20	142.54	0.02	14534.52	0.00066	178.42683	81.46
25	166.3	0.025	16957.28	0.00083	178.45652	95.02
30	182.5	0.03	18609.16	0.00100	178.48621	104.26
35	197.8	0.035	20169.27	0.00116	178.51591	112.98
40	212.04	0.04	21621.29	0.00133	178.54563	121.10
45	223.6	0.045	22800.04	0.00150	178.57535	127.68
50	234.84	0.05	23946.16	0.00166	178.60508	134.07
55	245.55	0.055	25038.24	0.00183	178.63483	140.16
60	255.86	0.06	26089.53	0.00199	178.66458	146.03
65	261.44	0.065	26658.51	0.00216	178.69434	149.18

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$$

S ₂ (40%) =	59.67 Kg/cm ²
------------------------	--------------------------

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

45.88 Kg/cm ²	0.00033
59.67 Kg/cm ²	ε ₂
64.99 Kg/cm ²	0.00050

ε ₂ =	0.00045
------------------	---------

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S ₁
0.00017	24.52 Kg/cm ²

S ₁ =	7.37 Kg/cm ²
------------------	-------------------------

$$E_c = \frac{59.67 - 7.37}{0.00045 - 0.00005}$$

E _c =	129,964.28 Kg/cm ²
------------------	-------------------------------

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



3.5.8.3.1. Módulo de Elasticidad -14 días (16B-30B)

TABLA 182
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 16-B

BRIQUETA - C° CON CASCOTE 14 DIAS		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	16-B	Altura Prom.	L = 29.95 cm
Fecha de Moldeo	26/03/2022	Diametro	D ₁ = 14.88 cm
Fecha de Rotura	09/04/2022		D ₂ = 15.13 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A ₀ = 176.82014 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 215.86		

16-B

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	176.82014	0.00
5	59	0.005	6016.11	0.00017	176.84967	34.02
10	111.63	0.01	11382.69	0.00033	176.87920	64.35
15	157.47	0.015	16056.90	0.00050	176.90875	90.76
20	200.54	0.02	20448.66	0.00067	176.93830	115.57
25	237.36	0.025	24203.12	0.00083	176.96786	136.77
30	274.93	0.03	28034.06	0.00100	176.99744	158.39
35	299.3	0.035	30519.02	0.00117	177.02702	172.40
40	331.82	0.04	33835.02	0.00134	177.05661	191.10
45	344.92	0.045	35170.80	0.00150	177.08622	198.61
50	360.09	0.05	36717.65	0.00167	177.11583	207.31
55	371.08	0.055	37838.28	0.00184	177.14545	213.60
60	370.72	0.06	37801.57	0.00200	177.17509	213.36
65	375.13	0.065	38251.25	0.00217	177.20473	215.86

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$$

S₂ (40%) = 86.34 Kg/cm²

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

64.35 Kg/cm ²	0.00033
86.34 Kg/cm ²	ε₂
90.76 Kg/cm ²	0.00050

ε₂ = 0.00047

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S₁
0.00017	34.02 Kg/cm ²

S₁ = 10.19 Kg/cm²

$$E_c = \frac{86.34 - 10.19}{0.00047 - 0.00005}$$

E_c = 180,080.60 Kg/cm²

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 183
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 17-B

BRIQUETA - C° CON CASCOTE 14 DIAS		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	17-B	Altura Prom.	L = 30.15 cm
Fecha de Moldeo	26/03/2022	Diametro	D ₁ = 14.52 cm
Fecha de Rotura	09/04/2022		D ₂ = 14.32 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A _o = 163.30501 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 214.00		

17-B

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	163.30501	0.00
5	55.6	0.005	5669.42	0.00017	163.33210	34.71
10	104.62	0.01	10667.89	0.00033	163.35919	65.30
15	142.59	0.015	14539.61	0.00050	163.38630	88.99
20	185.76	0.02	18941.57	0.00066	163.41341	115.91
25	218.78	0.025	22308.56	0.00083	163.44054	136.49
30	251.54	0.03	25649.03	0.00100	163.46767	156.91
35	274.69	0.035	28009.58	0.00116	163.49481	171.32
40	297.06	0.04	30290.61	0.00133	163.52196	185.24
45	321.17	0.045	32749.06	0.00149	163.54912	200.24
50	324.25	0.05	33063.12	0.00166	163.57628	202.13
55	336.21	0.055	34282.66	0.00182	163.60346	209.55
60	343.41	0.06	35016.82	0.00199	163.63065	214.00

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$$

S ₂ (40%) =	85.60 Kg/cm ²
------------------------	--------------------------

$$E_2 = 0.00047$$

$$E_c = \frac{85.60 - 10.47}{0.00047 - 0.00005}$$

S ₁ =	10.47 Kg/cm ²
------------------	--------------------------

$$E_c = 177,295.28 \text{ Kg/cm}^2$$

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

65.30 Kg/cm ²	0.00033
85.60 Kg/cm ²	ε₂
88.99 Kg/cm ²	0.00050

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S₁
0.00017	34.71 Kg/cm ²

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 184
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 18-B

BRIQUETA - C ^o CON CASCO 14 DIAS		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	18-B	Altura Prom.	L = 30.10 cm
Fecha de Moldeo	26/03/2022	Diametro	D ₁ = 14.73 cm
Fecha de Rotura	09/04/2022		D ₂ = 14.90 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A _o = 172.37683 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 232.12		

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	172.37683	0.00
5	56.23	0.005	5733.66	0.00017	172.40547	33.26
10	122.08	0.01	12448.25	0.00033	172.43412	72.19
15	170.08	0.015	17342.71	0.00050	172.46278	100.56
20	214.35	0.02	21856.84	0.00066	172.49144	126.71
25	254.24	0.025	25924.34	0.00083	172.52012	150.27
30	290.1	0.03	29580.91	0.00100	172.54881	171.44
35	318.7	0.035	32497.20	0.00116	172.57750	188.30
40	342.4	0.04	34913.84	0.00133	172.60621	202.27
45	365.67	0.045	37286.63	0.00150	172.63492	215.99
50	381.4	0.05	38890.59	0.00166	172.66365	225.24
55	387.51	0.055	39513.61	0.00183	172.69238	228.81
60	390.87	0.06	39856.23	0.00199	172.72113	230.75
65	393.25	0.065	40098.91	0.00216	172.74988	232.12

S ₂ (40%) =	92.85 Kg/cm ²
------------------------	--------------------------

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

72.19 Kg/cm ²	0.00033
92.85 Kg/cm ²	ε ₂
100.56 Kg/cm ²	0.00050

ε ₂ =	0.00045
------------------	---------

(*) Interpolación de la Resist. para la 50milionesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S ₁
0.00017	33.26 Kg/cm ²

S ₁ =	10.01 Kg/cm ²
------------------	--------------------------

$$E_c = \frac{92.85 - 10.01}{0.00045 - 0.00005}$$

E _c =	205,458.19 Kg/cm ²
------------------	-------------------------------

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 185
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 19-B

BRIQUETA - C° CON CASCOTE 14 DIAS		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	19-B	Altura Prom.	L = 30.20 cm
Fecha de Moldeo	26/03/2022	Diametro	D ₁ = 14.72 cm
Fecha de Rotura	09/04/2022		D ₂ = 15.31 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A _o = 176.99984 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 229.01		

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	176.99984	0.00
5	61.43	0.005	6263.89	0.00017	177.02915	35.38
10	114.61	0.01	11686.55	0.00033	177.05847	66.00
15	167.46	0.015	17075.56	0.00050	177.08780	96.42
20	214.07	0.02	21828.29	0.00066	177.11714	123.24
25	255.88	0.025	26091.57	0.00083	177.14649	147.29
30	290.85	0.03	29657.39	0.00099	177.17585	167.39
35	314.05	0.035	32023.04	0.00116	177.20521	180.71
40	346.6	0.04	35342.10	0.00132	177.23459	199.41
45	362.18	0.045	36930.76	0.00149	177.26398	208.34
50	379.52	0.05	38698.89	0.00166	177.29338	218.28
55	390.78	0.055	39847.05	0.00182	177.32278	224.71
60	398.31	0.06	40614.87	0.00199	177.35220	229.01
65	389.97	0.065	39764.45	0.00215	177.38163	224.17

S₂ (40%) = 91.60 Kg/cm²

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

66.00 Kg/cm ²	0.00033
91.60 Kg/cm ²	ε₂
96.42 Kg/cm ²	0.00050

ε₂ = 0.00047

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S₁
0.00017	35.38 Kg/cm ²

S₁ = 10.69 Kg/cm²

E_c = 192,454.29 Kg/cm²

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$$

$$E_c = \frac{91.60 - 10.69}{0.00047 - 0.00005}$$

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 186
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 20-B

BRIQUETA - C° CON CASCOTE 14 DIAS		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	20-B	Altura Prom.	L = 30.11 cm
Fecha de Moldeo	26/03/2022	Diámetro	D ₁ = 14.97 cm
Fecha de Rotura	09/04/2022		D ₂ = 15.01 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A _o = 176.36102 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 211.41		

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	176.36102	0.00
5	64.33	0.005	6559.60	0.00017	176.39031	37.19
10	121.64	0.01	12403.39	0.00033	176.41961	70.31
15	177.39	0.015	18088.10	0.00050	176.44892	102.51
20	230.48	0.02	23501.58	0.00066	176.47824	133.17
25	270.48	0.025	27580.30	0.00083	176.50757	156.26
30	310.29	0.03	31639.65	0.00100	176.53691	179.22
35	345.56	0.035	35236.06	0.00116	176.56626	199.56
40	356	0.04	36300.60	0.00133	176.59562	205.56
45	362.65	0.045	36978.69	0.00149	176.62499	209.36
50	366.26	0.05	37346.79	0.00166	176.65437	211.41

E _c = $\frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$	
S ₂ (40%) =	84.56 Kg/cm ²
(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última	
70.31 Kg/cm ²	0.00033
84.56 Kg/cm ²	ε ₂
102.51 Kg/cm ²	0.00050
ε ₂ =	0.00041
(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria	
0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S ₁
0.00017	37.19 Kg/cm ²
S ₁ =	11.20 Kg/cm ²
E _c = $\frac{84.56 - 11.20}{0.00041 - 0.00005}$	
E _c	= 206,299.72 Kg/cm ²

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 187
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 21-B

BRIQUETA - C° CON CASCOTE 14 DIAS		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	21-B	Altura Prom.	L = 29.99 cm
Fecha de Moldeo	26/03/2022	Diametro	D ₁ = 15.14 cm
Fecha de Rotura	09/04/2022		D ₂ = 15.01 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A ₀ = 178.48283 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 217.63		

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	178.48283	0.00
5	50.51	0.005	5150.40	0.00017	178.51259	28.85
10	100.63	0.01	10261.04	0.00033	178.54237	57.47
15	149.7	0.015	15264.61	0.00050	178.57215	85.48
20	193.69	0.02	19750.18	0.00067	178.60194	110.58
25	236.72	0.025	24137.86	0.00083	178.63174	135.13
30	266.54	0.03	27178.55	0.00100	178.66155	152.12
35	290.22	0.035	29593.15	0.00117	178.69137	165.61
40	313.52	0.04	31969.00	0.00133	178.72121	178.88
45	334.18	0.045	34075.66	0.00150	178.75105	190.63
50	353.38	0.05	36033.45	0.00167	178.78090	201.55
55	365.08	0.055	37226.47	0.00183	178.81076	208.19
60	376.17	0.06	38357.30	0.00200	178.84063	214.48
65	381.76	0.065	38927.30	0.00217	178.87051	217.63

S ₂ (40%) =	87.05 Kg/cm ²
------------------------	--------------------------

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última	
85.48 Kg/cm ²	0.00050
87.05 Kg/cm ²	ε ₂
110.58 Kg/cm ²	0.00067

ε ₂ =	0.00051
------------------	---------

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria	
0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S ₁
0.00017	28.85 Kg/cm ²

S ₁ =	8.65 Kg/cm ²
------------------	-------------------------

$$E_c = \frac{87.05 - 8.65}{0.00051 - 0.00005}$$

E _c =	170,212.10 Kg/cm ²
------------------	-------------------------------

$$E_c = \frac{87.05 - 8.65}{0.00051 - 0.00005}$$

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 188
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 22-B

BRIQUETA - C° CON CASCOTE 14 DIAS		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	22-B	Altura Prom.	L = 30.04 cm
Fecha de Moldeo	26/03/2022	Diametro	D ₁ = 14.94 cm
Fecha de Rotura	09/04/2022		D ₂ = 15.16 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A _o = 177.88514 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 234.43		

22-B

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	177.88514	0.00
5	50.3	0.005	5128.99	0.00017	177.91476	28.83
10	99.62	0.01	10158.05	0.00033	177.94438	57.09
15	148.53	0.015	15145.30	0.00050	177.97401	85.10
20	195.73	0.02	19958.19	0.00067	178.00366	112.12
25	237.86	0.025	24254.10	0.00083	178.03331	136.23
30	277.33	0.03	28278.78	0.00100	178.06297	158.81
35	315.16	0.035	32136.23	0.00117	178.09264	180.45
40	349.21	0.04	35608.24	0.00133	178.12232	199.91
45	367.96	0.045	37520.14	0.00150	178.15202	210.61
50	383.99	0.05	39154.69	0.00166	178.18172	219.75
55	398.19	0.055	40602.63	0.00183	178.21143	227.83
60	408.1	0.06	41613.13	0.00200	178.24115	233.47
65	409.86	0.065	41792.60	0.00216	178.27088	234.43

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$$

S ₂ (40%) =	93.77 Kg/cm ²
------------------------	--------------------------

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

85.10 Kg/cm ²	0.00050
93.77 Kg/cm ²	ε ₂
112.12 Kg/cm ²	0.00067

ε ₂ =	0.00055
------------------	---------

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S ₁
0.00017	28.83 Kg/cm ²

S ₁ =	8.66 Kg/cm ²
------------------	-------------------------

$$E_c = \frac{93.77 - 8.66}{0.00055 - 0.00005}$$

E_c = 169,290.62 Kg/cm²

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 189
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 23-B

BRIQUETA - C° CON CASCOTE 14 DIAS		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	23-B	Altura Prom.	L = 30.00 cm
Fecha de Moldeo	26/03/2022	Diametro	D ₁ = 15.09 cm
Fecha de Rotura	09/04/2022		D ₂ = 15.14 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A _o = 179.43411 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 231.07		

23-B

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	179.43411	0.00
5	51.65	0.005	5266.65	0.00017	179.46402	29.35
10	102.08	0.01	10408.89	0.00033	179.49394	57.99
15	149.57	0.015	15251.35	0.00050	179.52387	84.95
20	195.71	0.02	19956.15	0.00067	179.55381	111.14
25	232.5	0.025	23707.56	0.00083	179.58376	132.01
30	268.85	0.03	27414.09	0.00100	179.61372	152.63
35	301.41	0.035	30734.17	0.00117	179.64369	171.08
40	332.94	0.04	33949.22	0.00133	179.67367	188.95
45	364.22	0.045	37138.78	0.00150	179.70366	206.67
50	392.18	0.05	39989.80	0.00167	179.73366	222.49
55	407.37	0.055	41538.70	0.00183	179.76367	231.07

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$$

S ₂ (40%) =	92.43 Kg/cm ²
------------------------	--------------------------

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

84.95 Kg/cm ²	0.00050
92.43 Kg/cm ²	ε ₂
111.14 Kg/cm ²	0.00067

ε ₂ =	0.00055
------------------	---------

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S ₁
0.00017	29.35 Kg/cm ²

S ₁ =	8.80 Kg/cm ²
------------------	-------------------------

$$E_c = \frac{92.43 - 8.80}{0.00055 - 0.00005}$$

E_c = 168,067.22 Kg/cm²

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 190
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 24-B

BRIQUETA - C° CON CASCOTE 14 DIAS		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	24-B	Altura Prom.	L = 29.96 cm
Fecha de Moldeo	26/03/2022	Diametro	D ₁ = 15.05 cm
Fecha de Rotura	09/04/2022		D ₂ = 15.10 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A _o = 178.42636 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 211.99		

24-B

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	178.42636	0.00
5	63.53	0.005	6478.03	0.00017	178.45614	36.30
10	125.03	0.01	12749.06	0.00033	178.48594	71.43
15	185.37	0.015	18901.80	0.00050	178.51574	105.88
20	234.1	0.02	23870.70	0.00067	178.54555	133.70
25	275.89	0.025	28131.95	0.00083	178.57537	157.54
30	305.71	0.03	31172.63	0.00100	178.60521	174.53
35	330.64	0.035	33714.69	0.00117	178.63505	188.74
40	349.21	0.04	35608.24	0.00134	178.66490	199.30
45	362.92	0.045	37006.22	0.00150	178.69476	207.09
50	371.57	0.05	37888.24	0.00167	178.72463	211.99

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$$

S₂ (40%) = 84.80 Kg/cm²

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

71.43 Kg/cm ²	0.00033
84.80 Kg/cm ²	ε ₂
105.88 Kg/cm ²	0.00050

ε₂ = 0.00040

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S ₁
0.00017	36.30 Kg/cm ²

S₁ = 10.88 Kg/cm²

$$E_c = \frac{84.80 - 10.88}{0.00040 - 0.00005}$$

E_c = 212,094.43 Kg/cm²

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 191
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 25-B

BRIQUETA - C° CON CASCOTE 14 DIAS		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	25-B	Altura Prom.	L = 30.03 cm
Fecha de Moldeo	26/03/2022	Diámetro	D ₁ = 15.05 cm
Fecha de Rotura	09/04/2022		D ₂ = 15.17 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A _o = 179.19442 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 221.36		

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	179.19442	0.00
5	50.5	0.005	5149.38	0.00017	179.22426	28.73
10	100.3	0.01	10227.39	0.00033	179.25411	57.06
15	143.93	0.015	14676.25	0.00050	179.28397	81.86
20	187.53	0.02	19122.06	0.00067	179.31385	106.64
25	230.6	0.025	23513.82	0.00083	179.34373	131.11
30	271.73	0.03	27707.76	0.00100	179.37362	154.47
35	306.53	0.035	31256.25	0.00117	179.40352	174.22
40	328.77	0.04	33524.01	0.00133	179.43343	186.83
45	349.65	0.045	35653.10	0.00150	179.46335	198.67
50	368.61	0.05	37586.42	0.00167	179.49328	209.40
55	384.62	0.055	39218.93	0.00183	179.52322	218.46
60	388.68	0.06	39632.92	0.00200	179.55317	220.73
65	389.85	0.065	39752.22	0.00216	179.58313	221.36

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$$

$$S_2 (40\%) = 88.54 \text{ Kg/cm}^2$$

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

81.86 Kg/cm ²	0.00050
88.54 Kg/cm ²	ε ₂
106.64 Kg/cm ²	0.00067

$$\epsilon_2 = 0.00054$$

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S ₁
0.00017	28.73 Kg/cm ²

$$S_1 = 8.63 \text{ Kg/cm}^2$$

$$E_c = \frac{88.54 - 8.63}{0.00054 - 0.00005}$$

$$E_c = 161,639.38 \text{ Kg/cm}^2$$

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 192
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 26-B

BRIQUETA - C° CON CASCOTE 14 DIAS		Dimensiones (Briqueta)		
Briqueta N°	26-B	Altura Prom.	L =	30.04 cm
Fecha de Moldeo	26/03/2022	Diámetro	D ₁ =	15.07 cm
Fecha de Rotura	09/04/2022		D ₂ =	15.05 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A ₀ =	178.13105 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 219.16			

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	178.13105	0.00
5	52.26	0.005	5328.85	0.00017	178.16071	29.91
10	104.17	0.01	10622.00	0.00033	178.19037	59.61
15	152.49	0.015	15549.10	0.00050	178.22004	87.25
20	197.19	0.02	20107.07	0.00067	178.24973	112.80
25	236.95	0.025	24161.31	0.00083	178.27942	135.52
30	270.58	0.03	27590.50	0.00100	178.30912	154.73
35	296.21	0.035	30203.94	0.00117	178.33884	169.36
40	321.25	0.04	32757.21	0.00133	178.36856	183.65
45	345.61	0.045	35241.15	0.00150	178.39829	197.54
50	362.77	0.05	36990.92	0.00166	178.42804	207.32
55	377.68	0.055	38511.27	0.00183	178.45779	215.80
60	383.63	0.06	39117.98	0.00200	178.48755	219.16

S₂ (40%) = 87.67 Kg/cm²	
(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última	
87.25 Kg/cm ²	0.00050
87.67 Kg/cm ²	ε₂
112.80 Kg/cm ²	0.00067
ε₂ = 0.00050	
(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria	
0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S₁
0.00017	29.91 Kg/cm ²
S₁ = 8.99 Kg/cm²	

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$$

$$E_c = \frac{87.67 - 8.99}{0.00050 - 0.00005}$$

E_c = 174,047.78 Kg/cm²

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 193
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 27-B

BRIQUETA - C° CON CASCOTE 14 DIAS		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	27-B	Altura Prom.	L = 30.00 cm
Fecha de Moldeo	26/03/2022	Diametro	D ₁ = 14.93 cm
Fecha de Rotura	09/04/2022		D ₂ = 15.13 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A ₀ = 177.35567 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 234.02		

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	Ai	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	177.35567	0.00
5	54.23	0.005	5529.72	0.00017	177.38523	31.17
10	103.26	0.01	10529.21	0.00033	177.41481	59.35
15	150.13	0.015	15308.45	0.00050	177.44439	86.27
20	196.2	0.02	20006.12	0.00067	177.47398	112.73
25	239.96	0.025	24468.24	0.00083	177.50359	137.85
30	281.91	0.03	28745.79	0.00100	177.53320	161.92
35	316.92	0.035	32315.69	0.00117	177.56282	182.00
40	350.23	0.04	35712.25	0.00133	177.59246	201.09
45	375.17	0.045	38255.33	0.00150	177.62210	215.37
50	396.16	0.05	40395.64	0.00167	177.65175	227.39
55	404.5	0.055	41246.05	0.00183	177.68142	232.13
60	407.68	0.06	41570.31	0.00200	177.71109	233.92
65	407.92	0.065	41594.78	0.00217	177.74077	234.02

S ₂ (40%) =	93.61 Kg/cm ²
------------------------	--------------------------

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

86.27 Kg/cm ²	0.00050
93.61 Kg/cm ²	ε ₂
112.73 Kg/cm ²	0.00067

ε ₂ =	0.00055
------------------	---------

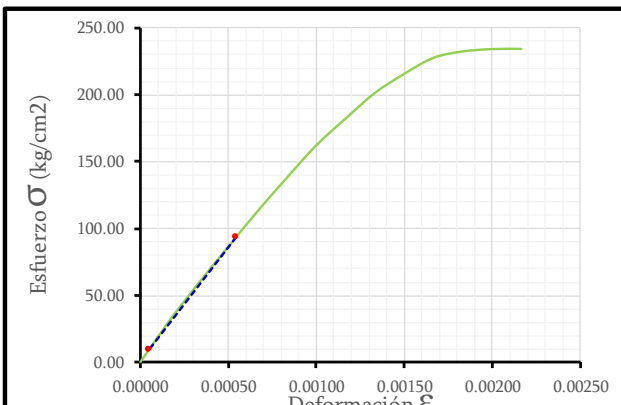
(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S ₁
0.00017	31.17 Kg/cm ²

S ₁ =	9.35 Kg/cm ²
------------------	-------------------------

$$E_c = \frac{93.61 - 9.35}{0.00055 - 0.00005}$$

E _c	= 169,796.42 Kg/cm ²
----------------	---------------------------------



$$E_c = \frac{93.61 - 9.35}{0.00055 - 0.00005}$$

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 194
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 28-B

BRIQUETA - C° CON CASCOTE 14 DIAS		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	28-B	Altura Prom.	L = 30.10 cm
Fecha de Moldeo	26/03/2022	Diámetro	D ₁ = 15.04 cm
Fecha de Rotura	09/04/2022		D ₂ = 15.05 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A _o = 177.77645 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 135.73		

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	Ai	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	177.77645	0.00
5	50.77	0.005	5176.91	0.00017	177.80598	29.12
10	89.67	0.01	9143.47	0.00033	177.83553	51.42
15	124.02	0.015	12646.07	0.00050	177.86508	71.10
20	147.56	0.02	15046.40	0.00066	177.89465	84.58
25	170.61	0.025	17396.76	0.00083	177.92422	97.78
30	187.1	0.03	19078.21	0.00100	177.95381	107.21
35	203.09	0.035	20708.68	0.00116	177.98340	116.35
40	215.47	0.04	21971.04	0.00133	178.01301	123.42
45	227.23	0.045	23170.18	0.00150	178.04262	130.14
50	237.03	0.05	24169.47	0.00166	178.07225	135.73

E _c = $\frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$	
S ₂ (40%) =	54.29 Kg/cm ²
(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última	
51.42 Kg/cm ²	0.00033
54.29 Kg/cm ²	ε ₂
71.10 Kg/cm ²	0.00050
ε ₂ =	0.00036
(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria	
0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S ₁
0.00017	29.12 Kg/cm ²
S ₁ =	8.76 Kg/cm ²
E _c = $\frac{54.29 - 8.76}{0.00036 - 0.00005}$	
E _c	= 148,541.71 Kg/cm ²

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 195
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 29-B

BRIQUETA - C° CON CASCOTE 14 DIAS		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	29-B	Altura Prom.	L = 30.18 cm
Fecha de Moldeo	26/03/2022	Diametro	D ₁ = 14.99 cm
Fecha de Rotura	09/04/2022		D ₂ = 15.13 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A _o = 178.06842 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 214.85		

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	178.06842	0.00
5	52.19	0.005	5321.71	0.00017	178.09792	29.88
10	102.19	0.01	10420.11	0.00033	178.12744	58.50
15	147.82	0.015	15072.91	0.00050	178.15696	84.60
20	191.28	0.02	19504.44	0.00066	178.18650	109.46
25	233.35	0.025	23794.23	0.00083	178.21604	133.51
30	267.12	0.03	27237.69	0.00099	178.24560	152.81
35	292.21	0.035	29796.06	0.00116	178.27516	167.14
40	313.35	0.04	31951.67	0.00133	178.30474	179.20
45	333.89	0.045	34046.09	0.00149	178.33432	190.91
50	346.07	0.05	35288.06	0.00166	178.36392	197.84
55	357.11	0.055	36413.79	0.00182	178.39352	204.12
60	368.01	0.06	37525.24	0.00199	178.42313	210.32
65	376	0.065	38339.96	0.00215	178.45276	214.85

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$$

S₂ (40%) = 85.94 Kg/cm²

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

84.60 Kg/cm ²	0.00050
85.94 Kg/cm ²	ε₂
109.46 Kg/cm ²	0.00066

ε₂ = 0.00051

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S₁
0.00017	29.88 Kg/cm ²

S₁ = 9.02 Kg/cm²

$$E_c = \frac{85.94 - 9.02}{0.00051 - 0.00005}$$

E_c = 168,719.12 Kg/cm²

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 196
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 30-B

BRIQUETA - C° CON CASCOTE 14 DIAS		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	30-B	Altura Prom.	L = 30.12 cm
Fecha de Moldeo	26/03/2022	Diametro	D ₁ = 15.04 cm
Fecha de Rotura	09/04/2022		D ₂ = 15.00 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A _o = 177.18583 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 246.23		

30-B

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	177.18583	0.00
5	53.67	0.005	5472.62	0.00017	177.21524	30.88
10	105.51	0.01	10758.64	0.00033	177.24467	60.70
15	154.92	0.015	15796.88	0.00050	177.27411	89.11
20	198.51	0.02	20241.66	0.00066	177.30356	114.16
25	241.08	0.025	24582.44	0.00083	177.33301	138.62
30	281.42	0.03	28695.83	0.00100	177.36248	161.79
35	319.74	0.035	32603.24	0.00116	177.39196	183.79
40	351.54	0.04	35845.82	0.00133	177.42145	202.04
45	378.34	0.045	38578.57	0.00149	177.45094	217.40
50	403.61	0.05	41155.30	0.00166	177.48045	231.89
55	428.65	0.055	43708.58	0.00183	177.50996	246.23

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$$

S ₂ (40%) =	98.49 Kg/cm ²
------------------------	--------------------------

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

89.11 Kg/cm ²	0.00050
98.49 Kg/cm ²	ε ₂
114.16 Kg/cm ²	0.00066

ε ₂ =	0.00056
------------------	---------

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S ₁
0.00017	30.88 Kg/cm ²

S ₁ =	9.30 Kg/cm ²
------------------	-------------------------

$$E_c = \frac{98.49 - 9.30}{0.00056 - 0.00005}$$

E _c =	174,824.38 Kg/cm ²
------------------	-------------------------------

The graph plots Stress (σ) in kg/cm² on the y-axis (0.00 to 300.00) against Strain (ε) on the x-axis (0.00000 to 0.00200). A linear trendline is drawn through the initial data points, and a curve is shown for the full range of data.

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



3.5.8.3.2. Módulo de Elasticidad -28 días (31B-45B)

TABLA 197
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 31-B

BRIQUETA - C° CON CASCOTE		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	31-B	Altura Prom.	L = 30.10 cm
Fecha de Moldeo	29/03/2022	Diametro	D ₁ = 15.47 cm
Fecha de Rotura	26/04/2022		D ₂ = 15.22 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A ₀ = 184.92467 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 224.68		

31-B

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	184.92467	0.00
5	62.8	0.005	6403.59	0.00017	184.95539	34.62
10	125.89	0.01	12836.75	0.00033	184.98613	69.39
15	172.94	0.015	17634.34	0.00050	185.01687	95.31
20	222.96	0.02	22734.78	0.00066	185.04762	122.86
25	269.19	0.025	27448.76	0.00083	185.07839	148.31
30	312.25	0.03	31839.50	0.00100	185.10916	172.00
35	335.15	0.035	34174.57	0.00116	185.13995	184.59
40	357.99	0.04	36503.52	0.00133	185.17074	197.13
45	380	0.045	38747.83	0.00150	185.20155	209.22
50	392.7	0.05	40042.83	0.00166	185.23236	216.18
55	403.26	0.055	41119.61	0.00183	185.26319	221.95
60	408.29	0.06	41632.51	0.00199	185.29402	224.68

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$$

S ₂ (40%) =	89.87 Kg/cm ²
------------------------	--------------------------

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

69.39 Kg/cm ²	0.00033
89.87 Kg/cm ²	ε ₂
95.31 Kg/cm ²	0.00050

ε ₂ =	0.00046
------------------	---------

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S ₁
0.00017	34.62 Kg/cm ²

S ₁ =	10.42 Kg/cm ²
------------------	--------------------------

$$E_c = \frac{89.87 - 10.42}{0.00046 - 0.00005}$$

E_c = 192,153.27 Kg/cm²

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 198
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 32-B

BRIQUETA - C° CON CASCOTE		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	32-B	Altura Prom.	L = 29.90 cm
Fecha de Moldeo	29/03/2022	Diametro	D ₁ = 14.94 cm
Fecha de Rotura	26/04/2022		D ₂ = 15.85 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A _o = 185.98150 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 229.60		

32-B

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	185.98150	0.00
5	63.87	0.005	6512.70	0.00017	186.01261	35.01
10	130.76	0.01	13333.33	0.00033	186.04372	71.67
15	194.3	0.015	19812.38	0.00050	186.07485	106.48
20	238.62	0.02	24331.60	0.00067	186.10599	130.74
25	276.49	0.025	28193.13	0.00084	186.13713	151.46
30	318.25	0.03	32451.31	0.00100	186.16829	174.31
35	347.34	0.035	35417.56	0.00117	186.19946	190.21
40	375.04	0.04	38242.07	0.00134	186.23064	205.35
45	402.61	0.045	41053.33	0.00151	186.26183	220.41
50	411.92	0.05	42002.65	0.00167	186.29303	225.47
55	416.18	0.055	42437.03	0.00184	186.32424	227.76
60	418.88	0.06	42712.35	0.00201	186.35546	229.20
65	419.69	0.065	42794.94	0.00217	186.38669	229.60

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$$

S ₂ (40%) =	91.84 Kg/cm ²
------------------------	--------------------------

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

71.67 Kg/cm ²	0.00033
91.84 Kg/cm ²	ε ₂
106.48 Kg/cm ²	0.00050

ε ₂ =	0.00043
------------------	---------

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S ₁
0.00017	35.01 Kg/cm ²

S ₁ =	10.47 Kg/cm ²
------------------	--------------------------

$$E_c = \frac{91.84 - 10.47}{0.00043 - 0.00005}$$

E_c = 213,371.14 Kg/cm²

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 199
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 33-B

BRIQUETA - C° CON CASCOTE		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	33-B	Altura Prom.	L = 29.95 cm
Fecha de Moldeo	29/03/2022	Diametro	D ₁ = 14.90 cm
Fecha de Rotura	26/04/2022		D ₂ = 15.18 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A _o = 177.64293 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 237.91		

33-B

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	177.64293	0.00
5	64.97	0.005	6624.86	0.00017	177.67259	37.29
10	132.23	0.01	13483.23	0.00033	177.70226	75.88
15	184.25	0.015	18787.60	0.00050	177.73194	105.71
20	231.23	0.02	23578.06	0.00067	177.76163	132.64
25	279.67	0.025	28517.39	0.00083	177.79133	160.40
30	319.62	0.03	32591.01	0.00100	177.82105	183.28
35	343.55	0.035	35031.10	0.00117	177.85077	196.97
40	370.38	0.04	37766.90	0.00134	177.88050	212.32
45	389.59	0.045	39725.71	0.00150	177.91024	223.29
50	404.47	0.05	41242.99	0.00167	177.93999	231.78
55	415.24	0.055	42341.18	0.00184	177.96975	237.91

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$$

S₂ (40%) = 95.16 Kg/cm²

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

75.88 Kg/cm ²	0.00033
95.16 Kg/cm ²	ε₂
105.71 Kg/cm ²	0.00050

ε₂ = 0.00044

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S₁
0.00017	37.29 Kg/cm ²

S₁ = 11.17 Kg/cm²

$$E_c = \frac{95.16 - 11.17}{0.00044 - 0.00005}$$

E_c = 214,368.53 Kg/cm²

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 200
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 34-B

BRIQUETA - C° CON CASCOTE		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	34-B	Altura Prom.	L = 30.00 cm
Fecha de Moldeo	29/03/2022	Diametro	D ₁ = 14.91 cm
Fecha de Rotura	26/04/2022		D ₂ = 15.17 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A ₀ = 177.64505 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 258.73		

34-B

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	177.64505	0.00
5	69.61	0.005	7097.99	0.00017	177.67466	39.95
10	144.83	0.01	14768.02	0.00033	177.70428	83.10
15	205.29	0.015	20933.01	0.00050	177.73391	117.78
20	261.17	0.02	26630.98	0.00067	177.76356	149.81
25	302.89	0.025	30885.08	0.00083	177.79321	173.71
30	344.07	0.03	35084.12	0.00100	177.82287	197.30
35	377.78	0.035	38521.46	0.00117	177.85254	216.59
40	407.04	0.04	41505.05	0.00133	177.88222	233.33
45	421.22	0.045	42950.95	0.00150	177.91192	241.42
50	440.75	0.05	44942.39	0.00167	177.94162	252.57
55	448.07	0.055	45688.79	0.00183	177.97133	256.72
60	451.66	0.06	46054.86	0.00200	178.00105	258.73

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$$

S ₂ (40%) =	#####
------------------------	-------

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

83.10 Kg/cm ²	0.00033
103.49 Kg/cm ²	ε ₂
117.78 Kg/cm ²	0.00050

ε ₂ =	0.00043
------------------	---------

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S ₁
0.00017	39.95 Kg/cm ²

S ₁ =	11.98 Kg/cm ²
------------------	--------------------------

$$E_c = \frac{103.49 - 11.98}{0.00043 - 0.00005}$$

E_c = 239,965.98 Kg/cm²

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 201
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 35-B

BRIQUETA - C° CON CASCOTE		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	35-B	Altura Prom.	L = 30.12 cm
Fecha de Moldeo	29/03/2022	Diametro	D ₁ = 15.15 cm
Fecha de Rotura	26/04/2022		D ₂ = 15.07 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A _o = 179.31465 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 220.67		

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	179.31465	0.00
5	59.09	0.005	6025.29	0.00017	179.34442	33.60
10	113.77	0.01	11600.90	0.00033	179.37420	64.67
15	159.82	0.015	16296.52	0.00050	179.40399	90.84
20	203.18	0.02	20717.85	0.00066	179.43379	115.46
25	245.22	0.025	25004.59	0.00083	179.46360	139.33
30	277.88	0.03	28334.86	0.00100	179.49343	157.86
35	308.37	0.035	31443.87	0.00116	179.52326	175.15
40	338.5	0.04	34516.16	0.00133	179.55310	192.23
45	367.29	0.045	37451.82	0.00149	179.58295	208.55
50	388.7	0.05	39634.95	0.00166	179.61281	220.67

S₂ (40%) = 88.27 Kg/cm²	
(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última	
64.67 Kg/cm ²	0.00033
88.27 Kg/cm ²	ε₂
90.84 Kg/cm ²	0.00050
ε₂ = 0.00048	
(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria	
0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S₁
0.00017	33.60 Kg/cm ²
S₁ = 10.12 Kg/cm²	

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$$

$$E_c = \frac{88.27 - 10.12}{0.00048 - 0.00005}$$

E_c = 181,022.76 Kg/cm²

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 202
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 36-B

BRIQUETA - C° CON CASCOTE		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	36-B	Altura Prom.	L = 30.06 cm
Fecha de Moldeo	29/03/2022	Diametro	D ₁ = 15.00 cm
Fecha de Rotura	26/04/2022		D ₂ = 15.15 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A _o = 178.42283 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 230.93		

36-B

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	178.42283	0.00
5	48.92	0.005	4988.27	0.00017	178.45251	27.95
10	93.95	0.01	9579.89	0.00033	178.48220	53.67
15	137.29	0.015	13999.18	0.00050	178.51191	78.42
20	175.81	0.02	17926.99	0.00067	178.54162	100.41
25	213.58	0.025	21778.32	0.00083	178.57134	121.96
30	250.22	0.03	25514.43	0.00100	178.60107	142.86
35	286.86	0.035	29250.54	0.00116	178.63081	163.75
40	318.6	0.04	32487.00	0.00133	178.66057	181.84
45	345.42	0.045	35221.78	0.00150	178.69033	197.11
50	369.32	0.05	37658.82	0.00166	178.72010	210.71
55	393.15	0.055	40088.71	0.00183	178.74988	224.27
60	404.82	0.06	41278.68	0.00200	178.77967	230.89
65	404.96	0.065	41292.95	0.00216	178.80948	230.93

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$$

S ₂ (40%) =	92.37 Kg/cm ²
------------------------	--------------------------

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

78.42 Kg/cm ²	0.00050
92.37 Kg/cm ²	ε ₂
100.41 Kg/cm ²	0.00067

ε ₂ =	0.00060
------------------	---------

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S ₁
0.00017	27.95 Kg/cm ²

S ₁ =	8.40 Kg/cm ²
------------------	-------------------------

$$E_c = \frac{92.37 - 8.40}{0.00060 - 0.00005}$$

E_c = 151,420.89 Kg/cm²

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 203
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 37-B

BRIQUETA - C° CON CASCOTE		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	37-B	Altura Prom.	L = 30.10 cm
Fecha de Moldeo	29/03/2022	Diametro	D ₁ = 15.07 cm
Fecha de Rotura	26/04/2022		D ₂ = 15.15 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A _o = 179.31465 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 255.88		

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	179.31465	0.00
5	50.23	0.005	5121.85	0.00017	179.34444	28.56
10	100.28	0.01	10225.35	0.00033	179.37424	57.01
15	146.49	0.015	14937.29	0.00050	179.40405	83.26
20	190.95	0.02	19470.79	0.00066	179.43387	108.51
25	232.99	0.025	23757.52	0.00083	179.46370	132.38
30	274.43	0.03	27983.07	0.00100	179.49354	155.90
35	313.59	0.035	31976.14	0.00116	179.52340	178.12
40	352.14	0.04	35907.01	0.00133	179.55326	199.98
45	387.88	0.045	39551.34	0.00150	179.58313	220.24
50	418.34	0.05	42657.29	0.00166	179.61301	237.50
55	441.86	0.055	45055.57	0.00183	179.64290	250.81
60	450.73	0.06	45960.03	0.00199	179.67280	255.80
65	450.94	0.065	45981.44	0.00216	179.70271	255.88

S₂ (40%) = #####

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

83.26 Kg/cm ²	0.00050
102.35 Kg/cm ²	ε₂
108.51 Kg/cm ²	0.00066

ε₂ = 0.00062

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S₁
0.00017	28.56 Kg/cm ²

S₁ = 8.60 Kg/cm²

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$$

E_c = 163,358.56 Kg/cm²

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 204
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 38-B

BRIQUETA - C° CON CASCOTE		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	38-B	Altura Prom.	L = 30.11 cm
Fecha de Moldeo	29/03/2022	Diametro	D ₁ = 15.03 cm
Fecha de Rotura	26/04/2022		D ₂ = 15.00 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A _o = 176.95011 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 251.89		

38-B

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	176.95011	0.00
5	63.69	0.005	6494.34	0.00017	176.97950	36.70
10	124.67	0.01	12712.35	0.00033	177.00890	71.82
15	183.21	0.015	18681.55	0.00050	177.03830	105.52
20	232.53	0.02	23710.61	0.00066	177.06772	133.91
25	274.8	0.025	28020.80	0.00083	177.09715	158.22
30	309.09	0.03	31517.28	0.00100	177.12659	177.94
35	342.71	0.035	34945.45	0.00116	177.15604	197.26
40	374.53	0.04	38190.07	0.00133	177.18549	215.54
45	403.24	0.045	41117.57	0.00149	177.21496	232.02
50	423.5	0.05	43183.44	0.00166	177.24444	243.64
55	433.5	0.055	44203.12	0.00183	177.27392	249.35
60	437.99	0.06	44660.96	0.00199	177.30342	251.89

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$$

S₂ (40%) = #####

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

71.82 Kg/cm ²	0.00033
100.76 Kg/cm ²	ε ₂
105.52 Kg/cm ²	0.00050

ε₂ = 0.00047

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S ₁
0.00017	36.70 Kg/cm ²

S₁ = 11.05 Kg/cm²

$$E_c = \frac{100.76 - 11.05}{0.00047 - 0.00005}$$

E_c = 211,229.86 Kg/cm²

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 205
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 39-B

BRIQUETA - C° CON CASCOTE		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	39-B	Altura Prom.	L = 29.92 cm
Fecha de Moldeo	29/03/2022	Diametro	D ₁ = 15.05 cm
Fecha de Rotura	26/04/2022		D ₂ = 15.12 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A _o = 178.66269 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 227.90		

39-B

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	178.66269	0.00
5	59.43	0.005	6059.96	0.00017	178.69255	33.91
10	115.67	0.01	11794.64	0.00033	178.72242	65.99
15	169.94	0.015	17328.44	0.00050	178.75230	96.94
20	215.46	0.02	21970.02	0.00067	178.78220	122.89
25	260.19	0.025	26531.05	0.00084	178.81210	148.37
30	303.23	0.03	30919.75	0.00100	178.84201	172.89
35	341.75	0.035	34847.56	0.00117	178.87193	194.82
40	371.55	0.04	37886.20	0.00134	178.90186	211.77
45	396.73	0.045	40453.76	0.00150	178.93180	226.08
50	399.98	0.05	40785.15	0.00167	178.96176	227.90

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$$

S₂ (40%) = 91.16 Kg/cm²

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

65.99 Kg/cm ²	0.00033
91.16 Kg/cm ²	ε₂
96.94 Kg/cm ²	0.00050

ε₂ = 0.00047

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S₁
0.00017	33.91 Kg/cm ²

S₁ = 10.15 Kg/cm²

$$E_c = \frac{91.16 - 10.15}{0.00047 - 0.00005}$$

E_c = 192,834.08 Kg/cm²

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 206
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 40-B

BRIQUETA - C° CON CASCOTE		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	40-B	Altura Prom.	L = 30.12 cm
Fecha de Moldeo	29/03/2022	Diámetro	D ₁ = 15.02 cm
Fecha de Rotura	26/04/2022		D ₂ = 15.03 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A _o = 177.30411 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 255.04		

40-B

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	177.30411	0.00
5	58.88	0.005	6003.87	0.00017	177.33354	33.86
10	117.31	0.01	11961.86	0.00033	177.36299	67.44
15	170.84	0.015	17420.21	0.00050	177.39245	98.20
20	219.93	0.02	22425.82	0.00066	177.42192	126.40
25	262.28	0.025	26744.16	0.00083	177.45139	150.71
30	303.91	0.03	30989.09	0.00100	177.48088	174.61
35	344.14	0.035	35091.26	0.00116	177.51038	197.69
40	382.08	0.04	38959.93	0.00133	177.53988	219.44
45	410.21	0.045	41828.29	0.00149	177.56940	235.56
50	420.42	0.05	42869.38	0.00166	177.59893	241.38
55	429.87	0.055	43832.98	0.00183	177.62846	246.77
60	437.58	0.06	44619.15	0.00199	177.65801	251.15
65	444.42	0.065	45316.61	0.00216	177.68756	255.04

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$$

S ₂ (40%) =	#####
------------------------	-------

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

98.20 Kg/cm ²	0.00050
102.01 Kg/cm ²	ε ₂
126.40 Kg/cm ²	0.00066

ε ₂ =	0.00052
------------------	---------

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S ₁
0.00017	33.86 Kg/cm ²

S ₁ =	10.20 Kg/cm ²
------------------	--------------------------

$$E_c = \frac{102.01 - 10.20}{0.00052 - 0.00005}$$

E_c = 195,165.95 Kg/cm²

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 207
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 41-B

BRIQUETA - C° CON CASCOTE		Dimensiones (Briqueta)		
Briqueta N°	41-B	Altura Prom.	L =	30.05 cm
Fecha de Moldeo	29/03/2022	Diámetro	D ₁ =	15.12 cm
Fecha de Rotura	26/04/2022		D ₂ =	14.95 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A ₀ =	177.47517 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 248.02			

41-B

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	177.47517	0.00
5	55.08	0.005	5616.40	0.00017	177.50470	31.64
10	107.74	0.01	10986.03	0.00033	177.53425	61.88
15	159.82	0.015	16296.52	0.00050	177.56380	91.78
20	211.88	0.02	21604.98	0.00067	177.59336	121.65
25	262.97	0.025	26814.52	0.00083	177.62294	150.96
30	309.19	0.03	31527.48	0.00100	177.65252	177.47
35	343.4	0.035	35015.81	0.00116	177.68212	197.07
40	372.33	0.04	37965.74	0.00133	177.71172	213.64
45	398.81	0.045	40665.85	0.00150	177.74133	228.79
50	415.72	0.05	42390.13	0.00166	177.77096	238.45
55	432.47	0.055	44098.09	0.00183	177.80059	248.02

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$$

S ₂ (40%) =	99.21 Kg/cm ²
------------------------	--------------------------

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

91.78 Kg/cm ²	0.00050
99.21 Kg/cm ²	ε ₂
121.65 Kg/cm ²	0.00067

ε ₂ =	0.00054
------------------	---------

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S ₁
0.00017	31.64 Kg/cm ²

S ₁ =	9.51 Kg/cm ²
------------------	-------------------------

$$E_c = \frac{99.21 - 9.51}{0.00054 - 0.00005}$$

E_c = 182,857.24 Kg/cm²

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 208
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 42-B

BRIQUETA - C° CON CASCOTE		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	42-B	Altura Prom.	L = 30.16 cm
Fecha de Moldeo	29/03/2022	Diametro	D ₁ = 15.08 cm
Fecha de Rotura	26/04/2022		D ₂ = 15.10 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A _o = 178.78223 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 238.50		

42-B

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	178.78223	0.00
5	65.76	0.005	6705.41	0.00017	178.81187	37.50
10	128.34	0.01	13086.57	0.00033	178.84152	73.17
15	186.34	0.015	19000.71	0.00050	178.87119	106.23
20	241.09	0.02	24583.46	0.00066	178.90086	137.41
25	289.89	0.025	29559.50	0.00083	178.93054	165.20
30	327.21	0.03	33364.94	0.00099	178.96024	186.44
35	363	0.035	37014.38	0.00116	178.98994	206.80
40	387.22	0.04	39484.04	0.00133	179.01965	220.56
45	403.99	0.045	41194.05	0.00149	179.04938	230.07
50	410.94	0.05	41902.72	0.00166	179.07911	233.99
55	415.22	0.055	42339.15	0.00182	179.10885	236.39
60	418.78	0.06	42702.15	0.00199	179.13860	238.37
65	419.07	0.065	42731.72	0.00216	179.16836	238.50

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$$

S ₂ (40%) =	95.40 Kg/cm ²
------------------------	--------------------------

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

73.17 Kg/cm ²	0.00033
95.40 Kg/cm ²	ε ₂
106.23 Kg/cm ²	0.00050

ε ₂ =	0.00044
------------------	---------

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S ₁
0.00017	37.50 Kg/cm ²

S ₁ =	11.31 Kg/cm ²
------------------	--------------------------

$$E_c = \frac{95.40 - 11.31}{0.00044 - 0.00005}$$

E _c =	213,943.86 Kg/cm ²
------------------	-------------------------------

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 209
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 43-B

BRIQUETA - C° CON CASCOTE		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	43-B	Altura Prom.	L = 29.94 cm
Fecha de Moldeo	29/03/2022	Diametro	D ₁ = 14.92 cm
Fecha de Rotura	26/04/2022		D ₂ = 15.14 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A _o = 177.35406 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 244.08		

43-B

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	177.35406	0.00
5	64.22	0.005	6548.38	0.00017	177.38368	36.92
10	126.01	0.01	12848.99	0.00033	177.41331	72.42
15	186.78	0.015	19045.58	0.00050	177.44296	107.33
20	245.89	0.02	25072.91	0.00067	177.47261	141.28
25	304.39	0.025	31038.03	0.00084	177.50227	174.86
30	342.9	0.03	34964.82	0.00100	177.53195	196.95
35	375.49	0.035	38287.96	0.00117	177.56163	215.63
40	398.87	0.04	40671.97	0.00134	177.59132	229.02
45	417.67	0.045	42588.97	0.00150	177.62102	239.77
50	425.24	0.05	43360.86	0.00167	177.65074	244.08

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$$

S ₂ (40%) =	97.63 Kg/cm ²
------------------------	--------------------------

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

72.42 Kg/cm ²	0.00033
97.63 Kg/cm ²	ε ₂
107.33 Kg/cm ²	0.00050

ε ₂ =	0.00045
------------------	---------

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S ₁
0.00017	36.92 Kg/cm ²

S ₁ =	11.05 Kg/cm ²
------------------	--------------------------

$$E_c = \frac{97.63 - 11.05}{0.00045 - 0.00005}$$

E _c =	213,991.58 Kg/cm ²
------------------	-------------------------------

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 210
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 44-B

BRIQUETA - C° CON CASCOTE		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	44-B	Altura Prom.	L = 30.14 cm
Fecha de Moldeo	29/03/2022	Diametro	D ₁ = 15.03 cm
Fecha de Rotura	26/04/2022		D ₂ = 15.16 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A _o = 178.89772 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 247.42		

44-B

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	178.89772	0.00
5	64.29	0.005	6555.52	0.00017	178.92740	36.64
10	112.41	0.01	11462.22	0.00033	178.95709	64.05
15	158.85	0.015	16197.61	0.00050	178.98680	90.50
20	204.65	0.02	20867.75	0.00066	179.01651	116.57
25	247.18	0.025	25204.45	0.00083	179.04623	140.77
30	287.63	0.03	29329.05	0.00100	179.07596	163.78
35	327.9	0.035	33435.30	0.00116	179.10570	186.68
40	366.07	0.04	37327.42	0.00133	179.13546	208.38
45	395.09	0.045	40286.53	0.00149	179.16522	224.86
50	412.41	0.05	42052.62	0.00166	179.19499	234.68
55	424.29	0.055	43264.00	0.00182	179.22477	241.40
60	432.63	0.06	44114.41	0.00199	179.25456	246.10
65	435.02	0.065	44358.11	0.00216	179.28436	247.42

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$$

S ₂ (40%) =	98.97 Kg/cm ²
------------------------	--------------------------

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

90.50 Kg/cm ²	0.00050
98.97 Kg/cm ²	ε ₂
116.57 Kg/cm ²	0.00066

ε ₂ =	0.00055
------------------	---------

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S ₁
0.00017	36.64 Kg/cm ²

S ₁ =	11.04 Kg/cm ²
------------------	--------------------------

$$E_c = \frac{98.97 - 11.04}{0.00055 - 0.00005}$$

E_c = 175,296.50 Kg/cm²

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



TABLA 211
DETERMINACIÓN DEL MÓDULO DE ELASTICIDAD BRIQUETA 45-B

BRIQUETA - C° CON CASCOTE		Dimensiones (Briqueta)	
Briqueta N°	45-B	Altura Prom.	L = 30.07 cm
Fecha de Moldeo	29/03/2022	Diametro	D ₁ = 14.95 cm
Fecha de Rotura	26/04/2022		D ₂ = 15.01 cm
Resist.-Diseño (kg/cm ²)	f'c = 210	Área Inicial	A _o = 176.24296 cm ²
Resist.-Obtenida (kg/cm ²)	f'c = 238.90		

45-B

D _v	F	ΔV	F	ε _v (X)	A _i	σ (Y)
Lectura Dial	Fuerza Aplicada	Conversion despl. vertical	Fuerza Aplicada	Def. Unitaria	Area Corregida	Esfuerzo Unitario
0.01	kN	cm	kg	-	cm ²	kg/cm ²
0	0	0	0.00	0.00000	176.24296	0.00
5	52.16	0.005	5318.65	0.00017	176.27227	30.17
10	102.82	0.01	10484.35	0.00033	176.30159	59.47
15	146.8	0.015	14968.90	0.00050	176.33092	84.89
20	187.02	0.02	19070.05	0.00067	176.36025	108.13
25	224.83	0.025	22925.46	0.00083	176.38960	129.97
30	262.01	0.03	26716.63	0.00100	176.41896	151.44
35	298.57	0.035	30444.58	0.00116	176.44833	172.54
40	331.62	0.04	33814.62	0.00133	176.47771	191.61
45	358.06	0.045	36510.66	0.00150	176.50710	206.85
50	379.19	0.05	38665.24	0.00166	176.53650	219.02
55	396.5	0.055	40430.30	0.00183	176.56591	228.98
60	413.74	0.06	42188.23	0.00200	176.59532	238.90

$$E_c = \frac{(S_2 - S_1)}{\epsilon_2 - 0.00005}$$

S₂ (40%) = 95.56 Kg/cm²

(*) Interpolación de la Def. Unt. para el 40% de la Resistencia Última

84.89 Kg/cm ²	0.00050
95.56 Kg/cm ²	ε ₂
108.13 Kg/cm ²	0.00067

ε₂ = 0.00058

(*) Interpolación de la Resist. para la 50millonesimas de Def. Unitaria

0.00000	0.00 Kg/cm ²
0.00005	S ₁
0.00017	30.17 Kg/cm ²

S₁ = 9.07 Kg/cm²

$$E_c = \frac{95.56 - 9.07}{0.00058 - 0.00005}$$

E_c = 164,683.95 Kg/cm²

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Capítulo IV. Resultados de la Investigación

4.1. Resultados respecto a los objetivos específicos

4.1.1. Resultados en cuanto a los cálculos de la resistencia a la compresión

4.1.1.1. Resultados en cuanto a la resistencia a la compresión del concreto Tradicional

- Al someter a cargas axiales de compresión las 45 briquetas de concreto preparado con materiales tradicionales, preparados bajo un diseño de mezcla de 210 kg/cm², se obtuvo que el promedio de resistencia a la compresión a los 7 días fue de 157.41 kg/cm², 189.20 kg/cm² a los 14 días y 245.91 kg/cm² a los 28 días como muestra el siguiente cuadro:

TABLA 212
RESULTADOS A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO TRADICIONAL

		RESULTADOS - RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - CONCRETO TRADICIONAL			
Tesis: "Comparación Del Módulo De Elasticidad Del Concreto Tradicional Vs. Concreto Preparado Reemplazando Agregado Grueso Por Cascote Y Adicionado Con Superplastificante En La Ciudad Del Cusco-2023"					
Responsables: Eyner G. Huanca Medina y Anghelo J. Palma Rimachi					
Nombre	<i>f'_c</i> - 07 días (kg/cm ²)	Nombre	<i>f'_c</i> - 14 días (kg/cm ²)	Nombre	<i>f'_c</i> - 28 días (kg/cm ²)
01 - A	154.84	16 - A	200.48	31 - A	237.40
02 - A	147.35	17 - A	181.36	32 - A	206.22
03 - A	149.74	18 - A	186.93	33 - A	254.92
04 - A	163.48	19 - A	174.98	34 - A	261.90
05 - A	154.73	20 - A	183.04	35 - A	230.65
06 - A	169.76	21 - A	181.51	36 - A	259.31
07 - A	149.09	22 - A	195.95	37 - A	233.32
08 - A	157.35	23 - A	185.85	38 - A	253.16
09 - A	151.85	24 - A	187.08	39 - A	240.65
10 - A	166.44	25 - A	173.22	40 - A	248.64
11 - A	158.65	26 - A	191.32	41 - A	262.44
12 - A	158.70	27 - A	202.00	42 - A	242.49
13 - A	167.38	28 - A	201.41	43 - A	262.97
14 - A	153.53	29 - A	189.39	44 - A	234.47
15 - A	158.26	30 - A	203.42	45 - A	260.09
Promedio	157.41	Promedio	189.20	Promedio	245.91

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

- Con los resultados obtenidos según la tabla 212, podemos afirmar que las briquetas de concreto preparado con materiales tradicionales, presentan un comportamiento favorable de resistencia a la compresión en función a la resistencia esperada, esto se detalla en el siguiente cuadro:

TABLA 213
% RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CONCRETO TRADICIONAL

% Resistencia a compresión (concreto tradicional) - Diseño 210 kg/cm ²			
Edad (días)	% Resistencia nominal	% Resistencia Obtenida	Resultado
7	65.00%	74.96%	Favorable
14	90.00%	90.09%	Favorable
28	100.00%	117.10%	Favorable

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



- Con respecto a los cálculos estadísticos obtenidos como muestra la tabla 214, podemos apreciar que los resultados de los cálculos obtenidos de la resistencia a la compresión del concreto preparado con materiales tradicionales, a distintas edades, presentan una confiabilidad en un rango de muy buena a buena, según la clasificación por desviación estándar y coeficiente de variación que indica el INEI.

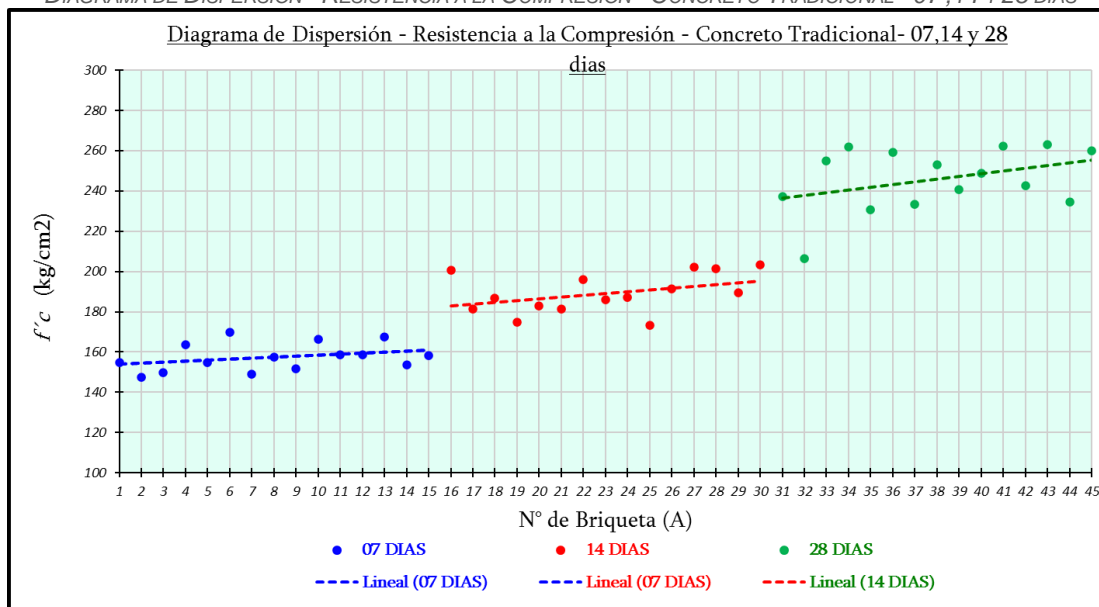
TABLA 214
CÁLCULOS ESTADÍSTICOS - RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN – CONCRETO TRADICIONAL

Cálculos Estadísticos - Resistencia a la compresión			
Concreto Tradicional	Desviación Estándar	Coefficiente de Variación	Confiabilidad
7 días	6.88	4.37%	Muy Bueno
14 días	9.74	5.15%	Buena
28 días	15.93	6.48%	Buena

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

- En el diagrama mostrado en la figura 87, podemos apreciar que los cálculos obtenidos con respecto a la resistencia a la compresión del concreto tradicional, presentan una distribución que se acerca al valor absoluto de la media o línea de tendencia, evidenciando una dispersión aceptable que se contrasta también con los datos que muestra la tabla 214.

FIGURA 87
DIAGRAMA DE DISPERSIÓN - RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - CONCRETO TRADICIONAL - 07, 14 Y 28 DÍAS



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

4.1.1.2. Resultados en cuanto a la Resistencia a la Compresión del concreto con Cascote

- Al someter las 45 briquetas de concreto con cascote a cargas axiales de compresión, preparados bajo un diseño de mezcla para 210 kg/cm², se obtuvo que el promedio de

resistencia a la compresión a los 7 días fue de 156.80 kg/cm², 222.47 kg/cm² a los 14 días y 241.11 kg/cm² a los 28 días como muestra el siguiente cuadro:

TABLA 215
RESULTADOS A LA COMPRESIÓN DEL C° CON CASCOTE

Universidad Andina del Cusco		RESULTADOS - RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - CONCRETO CON CASCOTE			
Tesis: "Comparación Del Módulo De Elasticidad Del Concreto Tradicional Vs. Concreto Preparado Reemplazando Agregado Grueso Por Cascote Y Adicionado Con Superplastificante En La Ciudad Del Cusco-2023"					
Responsables: Eyner G. Huanca Medina y Anghelo J. Palma Rimachi					
Nombre	f'c - 07 días (kg/cm ²)	Nombre	f'c - 14 días (kg/cm ²)	Nombre	f'c - 28 días (kg/cm ²)
01 - B	146.31	16 - B	216.33	31 - B	225.13
02 - B	166.42	17 - B	214.43	32 - B	230.10
03 - B	166.30	18 - B	232.62	33 - B	238.35
04 - B	168.07	19 - B	229.46	34 - B	259.25
05 - B	166.78	20 - B	211.62	35 - B	221.04
06 - B	156.69	21 - B	218.10	36 - B	231.36
07 - B	157.34	22 - B	234.94	37 - B	256.43
08 - B	146.63	23 - B	231.50	38 - B	252.22
09 - B	160.59	24 - B	212.28	39 - B	228.20
10 - B	146.49	25 - B	221.69	40 - B	255.59
11 - B	162.57	26 - B	219.60	41 - B	248.39
12 - B	171.50	27 - B	234.45	42 - B	238.94
13 - B	139.49	28 - B	198.11	43 - B	244.41
14 - B	147.34	29 - B	215.24	44 - B	247.87
15 - B	149.46	30 - B	246.68	45 - B	239.38
Promedio	156.80	Promedio	222.47	Promedio	241.11

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

- Con los resultados obtenidos según la tabla 215, podemos afirmar que las briquetas de concreto preparado con cascote, presentan un comportamiento favorable de resistencia a la compresión en función a la resistencia esperada, esto se detalla en el siguiente cuadro:

TABLA 216
% RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CONCRETO CON CASCOTE

% Resistencia a compresión (Concreto con Cascote) - Diseño 210 kg/cm ²			
Edad (días)	% Resistencia nominal	% Resistencia Obtenida	Resultado
7	65.00%	74.67%	Favorable
14	90.00%	105.94%	Favorable
28	100.00%	114.81%	Favorable

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

- Con respecto a los cálculos estadísticos obtenidos como muestra la tabla 217, podemos apreciar que los cálculos obtenidos de la resistencia a la compresión del concreto con cascote, a distintas edades, presentan una confiabilidad buena, según la clasificación por desviación estándar y coeficiente de variación que indica el INEI.

TABLA 217
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN – CONCRETO CON CASCOTE

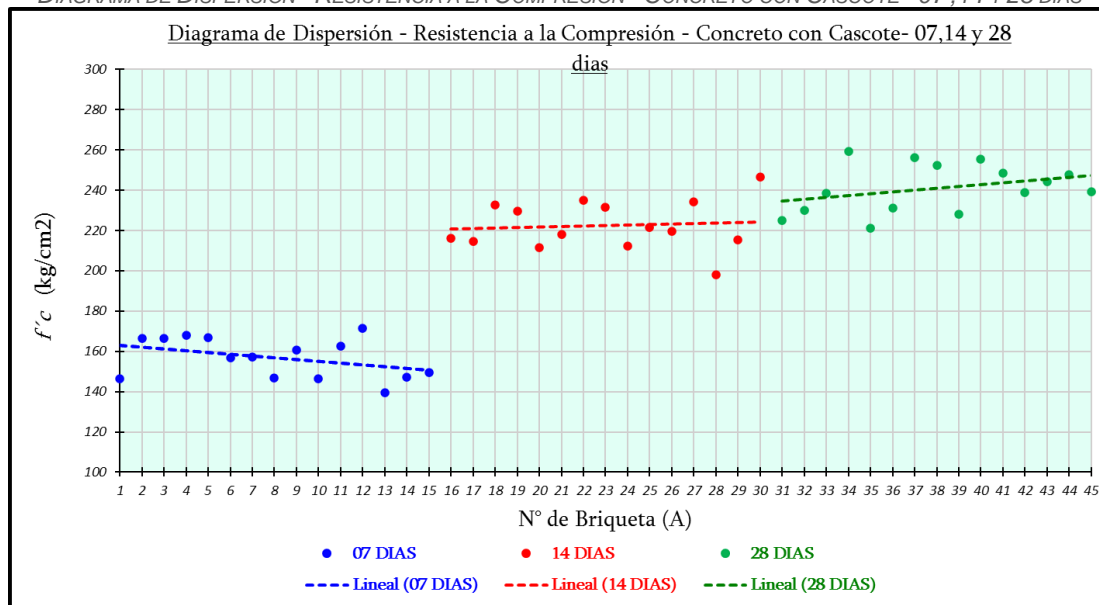
Cálculos Estadísticos - Resistencia a la compresión			
Concreto con Cascote	Desviación Estándar	Coficiente de Variación	Confiabilidad
7 días	10.13	6.46%	Bueno
14 días	12.29	5.53%	Bueno
28 días	12.14	5.03%	Bueno

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

- En el diagrama mostrado en la figura 88, podemos apreciar que los resultados de los cálculos obtenidos con respecto a la resistencia a la compresión del concreto con cascote, presentan una distribución que se acerca al valor absoluto de la media o línea de tendencia, evidenciando una dispersión aceptable que se contrasta también con los datos que muestra la tabla 215.

FIGURA 88

DIAGRAMA DE DISPERSIÓN - RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - CONCRETO CON CASCOTE - 07, 14 Y 28 DÍAS



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

4.1.1.3. Resultados en cuanto a la comparación de la Resistencia a la Compresión del Concreto Tradicional Vs. Concreto con Cascote.

- Según el cuadro comparativo de la tabla 218, se puede apreciar los valores de los cálculos de la resistencia a la compresión del concreto con cascote en referencia a los valores de los cálculos de la resistencia a la compresión del concreto elaborado con materiales tradicionales.



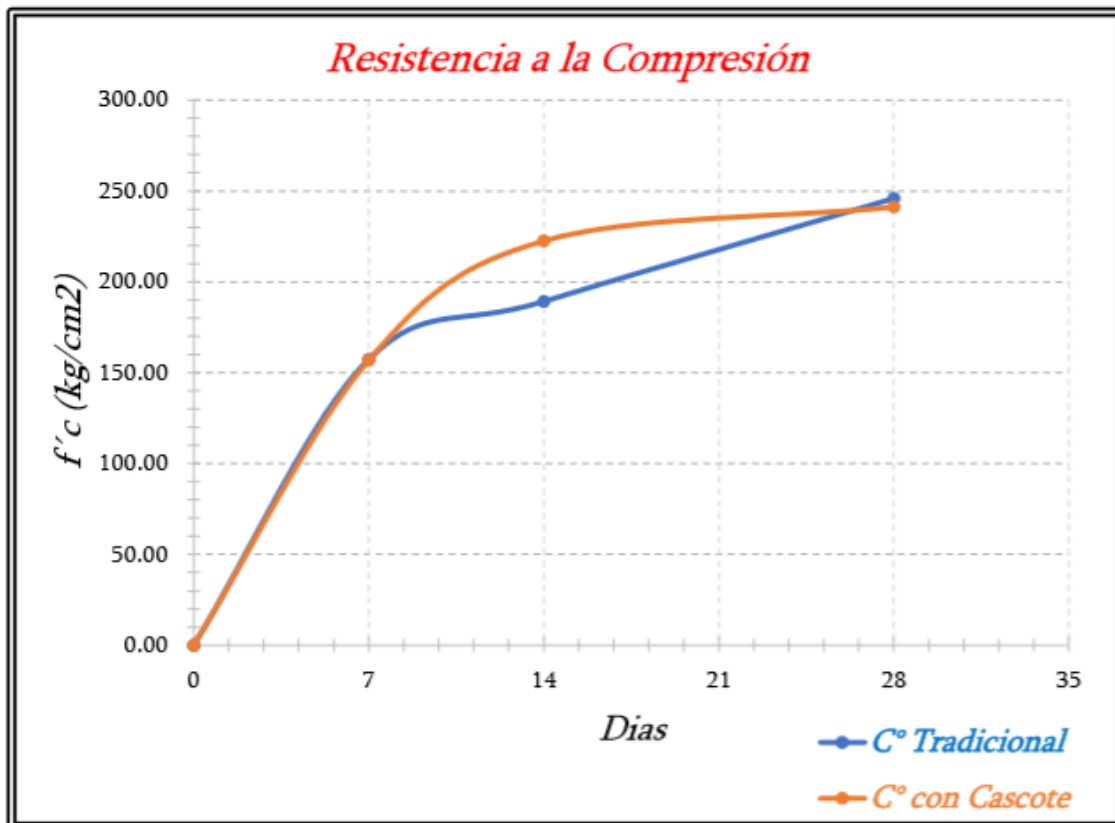
TABLA 218
COMPARACIÓN DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN

Comparación $f'c$ - (Resistencia a la Compresión)				
Días	C° Tradicional (kg/cm ²)	% Patrón	C° con Cascote (kg/cm ²)	% Obtenido
0	0.00	0.00%	0.00	0.00%
7	157.41	100.00%	156.80	99.61%
14	189.20	100.00%	222.47	117.59%
28	245.91	100.00%	241.11	98.05%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

- Asimismo, en el diagrama mostrado en la figura 89, podemos apreciar la evolución e días de la resistencia a la compresión el concreto preparado con materiales tradicionales vs. concreto con cascote.

FIGURA 89
COMPARACIÓN DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

4.1.2. Resultados en cuanto a la granulometría de los agregados

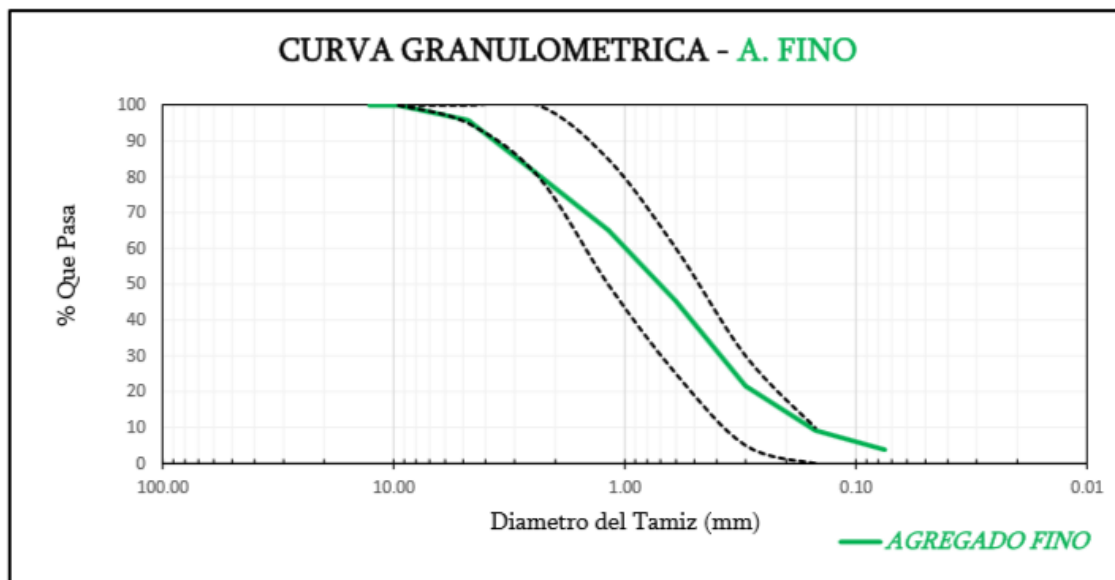
4.1.2.1. Resultados en cuanto a la granulometría del agregado fino

- Se observa en el análisis granulométrico, que el agregado de la cantera de Huillqui se encuentra dentro de los parámetros que establece la norma NTP 400.037, ya que este está dentro de los límites del HUSO granulométrico establecido.



- El módulo de fineza es de 2.82, por lo que se entiende que:
 - Se encuentra dentro del parámetro establecido por la NTP 400.037, que indica que este valor debe encontrarse entre 2.3 y 3.1
 - Según la clasificación del estudio de Alfonso Montejo Fonseca el agregado fino se clasifica como agregado fino MEDIANO, ya que el valor del módulo de fineza se encuentra entre 2.6 a 2.9.

FIGURA 90
CURVA GRANULOMÉTRICA - A. FINO



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

TABLA 219
CARACTERÍSTICAS DEL A. FINO

CARACTERÍSTICAS	
Cantera	Huillqui
%Roca	0%
%Grava	416%
%Arena	92%
%Finos	4%
Módulo de Fineza	2.82
Tamaño Máximo TM	1/2"
Tamaño Máximo Nominal	N°4

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

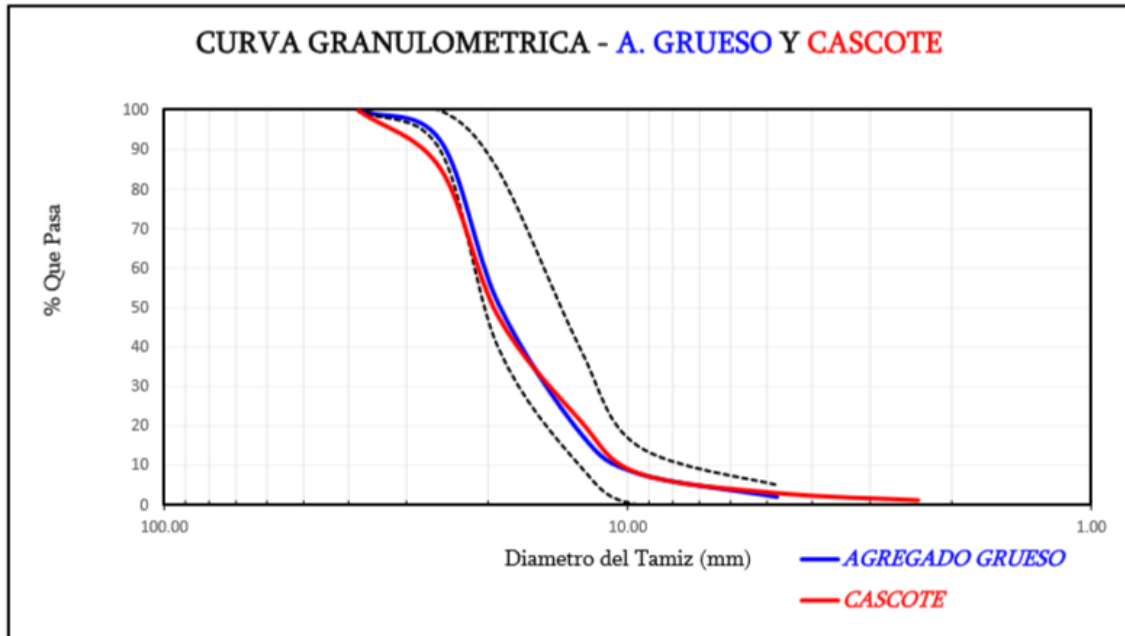
4.1.2.2. Resultados en cuanto a la granulometría del Agregado Grueso y Cascote

En el gráfico de la figura 91 se puede apreciar las curvas granulométricas del agregado grueso de la cantera de Zurite y cascote, con sus respectivas características, observándose que en términos generales se encuentran dentro de los límites granulométricos permisibles por la norma NTP 400.037.



FIGURA 91

CURVA GRANULOMÉTRICA- A. GRUESO Y CASCOTE



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

TABLA 220

CARACTERÍSTICAS DEL A. GRUESO

CARACTERÍSTICAS	
Cantera	Zurite
%Roca	0%
%Grava	98%
%Arena	1%
%Finos	1%
Módulo de Fineza	8.2
Tamaño Máximo TM	1 1/2"
Tamaño Máximo Nominal	1"

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

TABLA 221

CARACTERÍSTICAS DEL CASCOTE

CARACTERÍSTICAS	
Cantera	Cascote
%Roca	0%
%Grava	97%
%Arena	2%
%Finos	1%
Módulo de Fineza	8.29
Tamaño Máximo TM	1 1/2"
Tamaño Máximo Nominal	1"

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

- Observamos que la granulometría del agregado grueso de Zurite, se encuentra dentro del HUSO granulométrico según NTP 400.037. Teniendo como tamaño máximo (TM) el tamiz de 1 1/2" y como tamaño máximo nominal (TMN) el tamiz de 1". Estos



resultados indican que el agregado grueso presenta una buena gradación. De la muestra total, se observa que se tiene un 98% de grava, un 0.88% arena y un 1.12% de finos como muestra la tabla 220

- Observamos que la granulometría del cascote se encuentra, en su mayoría dentro del HUSO granulométrico según NTP 400.037. Teniendo como tamaño máximo (TM) el tamiz de 1 ½” y como tamaño máximo nominal (TMN) el tamiz de 1”. Estos resultados indican que el agregado grueso presenta, en general, una buena gradación. De la muestra total, se observa que se tiene un 97.04% de grava, un 0.76% arena y un 2.20% de finos como muestra la tabla 221

4.1.3. Resultados en cuanto a las propiedades y características de los Agregados: Fino, Grueso y Cascote

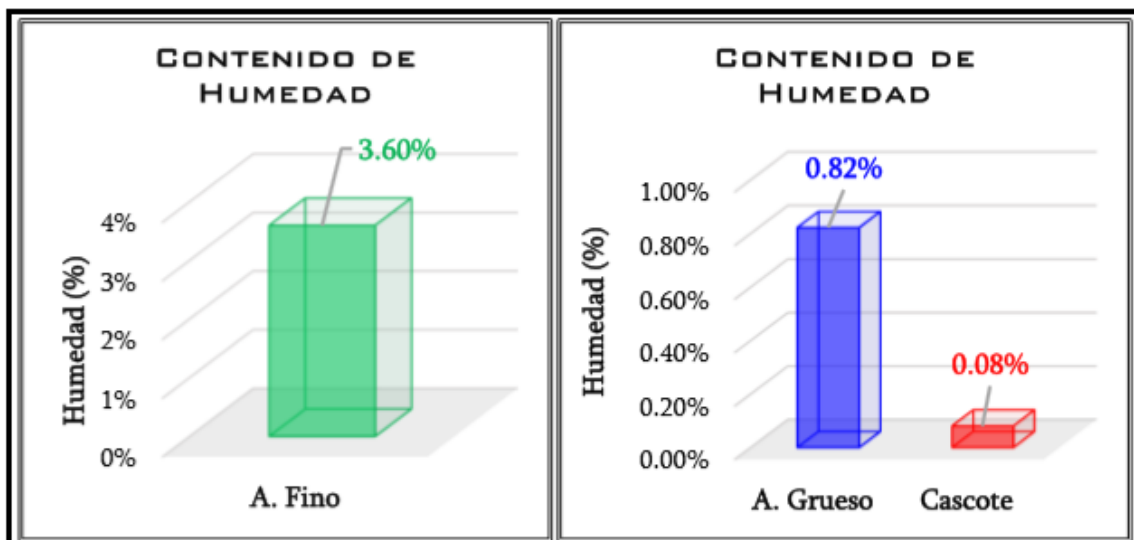
TABLA 222
CARACTERÍSTICAS DE LOS AGREGADOS

Característica de los Agregados			
	A. Fino	A. Grueso	Cascote
Contenido de humedad	3.60%	0.82%	0.08%
Peso Unitario Suelto	1.579	1.337	1.118
Peso Unitario Compactado	1.697	1.542	1.326
Peso Específico de la masa	2.554	2.642	2.208
% De Absorción	2.47%	1.40%	7.24%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

A. CONTENIDO DE HUMEDAD:

FIGURA 92
CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS AGREGADOS: FINO, GRUESO Y CASCOTE

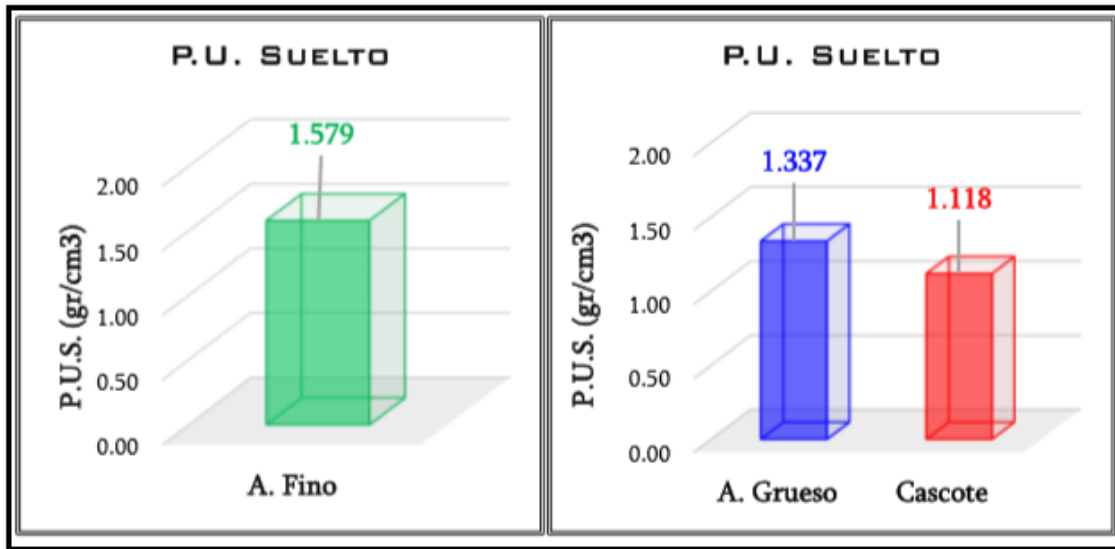


FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

- De los diagramas mostrados en la figura 92, se aprecia que el cascote presenta un porcentaje de humedad muy bajo, esto debido a las condiciones de escombro en las que se encontraba el concreto reciclado.

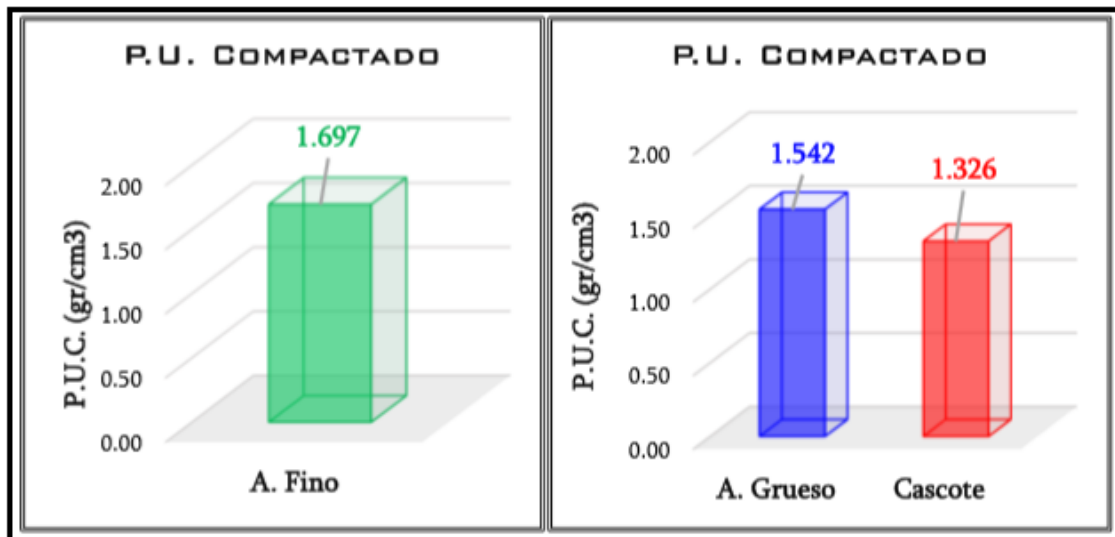
B. PESO UNITARIO SUELTO Y COMPACTADO (VARILLADO):

FIGURA 93
PESO UNITARIO SUELTO DE LOS AGREGADOS: FINO, GRUESO Y CASCOTE



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

FIGURA 94
PESO COMPACTADO DE LOS AGREGADOS: FINO, GRUESO Y CASCOTE



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

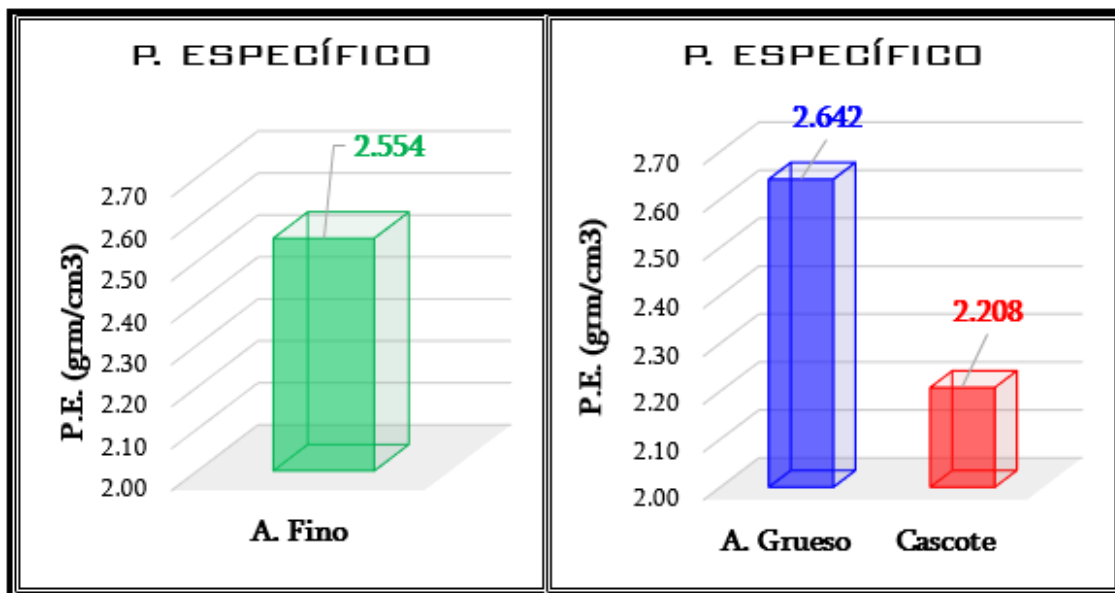
- Según los diagramas mostrados en las figuras 93 y 94, Se determinó que el Peso unitario suelto P.U.S. del agregado fino de la cantera de Huillqui es de 1.579 gr/cm³, y que el Peso unitario Compactado es de 1.697 gr/cm³, cabe mencionar que este último resultado se encuentra dentro de los límites recomendados por E. Pasquel (Tópicos de tecnología

de concreto pag 176), ya que menciona que este valor debe estar comprendido entre 1.5-1.7 gr/cm³ para ser apto para la fabricación de concreto.

- Con respecto al agregado grueso de la cantera de Huillqui, los diagramas de las figuras 95 y 96, muestran los resultados del Peso unitario suelto P.U.S. (1.337 gr/cm²), y el Peso unitario Compactado (1.542 gr/cm³), cabe mencionar que este último resultado se encuentra, también, dentro de los límites recomendados por Pasquel.
- Con respecto al cascote, se determinó que el Peso unitario suelto P.U.S. es de 1.118 gr/cm³, asimismo el Peso unitario Compactado P.U.C es de 1.326 gr/cm³ como muestran los diagramas de las figuras 93 y 94, cabe mencionar que este último resultado se encuentra por debajo de los valores establecidos por el estudio de Pasquel, por lo que se entiende que este agregado es de baja densidad, y que, a pesar de no encontrarse dentro de estos límites, se aproxima a estos.

C. PESO ESPECÍFICO

FIGURA 95
PESO ESPECÍFICO DE LOS AGREGADOS: FINO, GRUESO Y CASCOTE



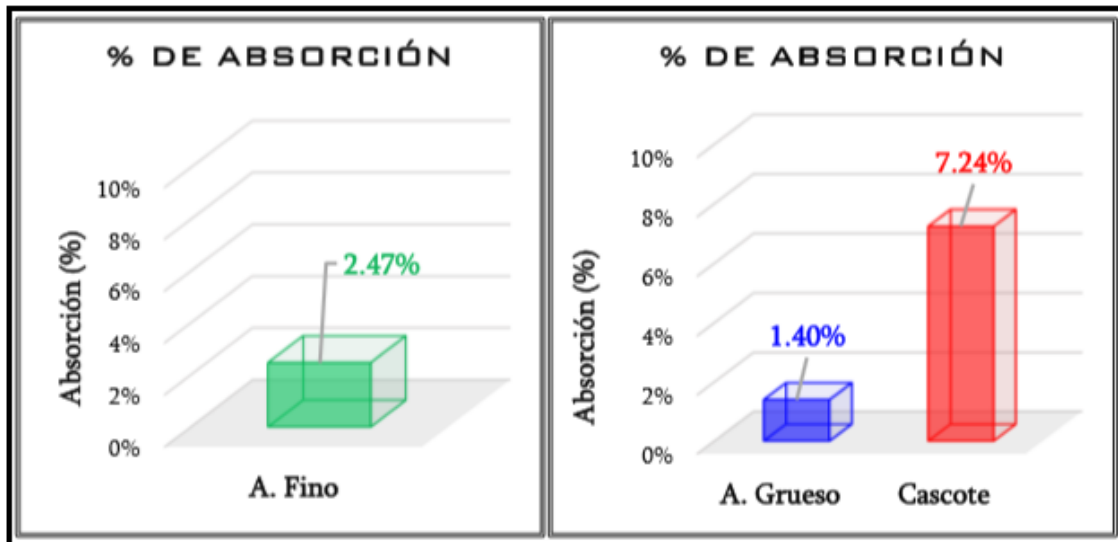
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Según los resultados mostrados en los diagramas de la figura 95, podemos observar que los valores de peso específico de la masa de los agregado fino y grueso tradicionales, se encuentran dentro de los límites recomendados por Pasquel, quien menciona que estos valores deben estar comprendidos entre 2.5 - 2.75 gr/cm, por lo que se entiende que los agregados tradicionales de Huillqui y Zurite son aptos para la fabricación de concreto, Asimismo podemos mencionar que el cascote no cumple esta condición, por lo que

entendemos que en este punto el cascote no es recomendable para la fabricación de concreto.

D. ABSORCIÓN

FIGURA 96
% DE ABSORCIÓN DE LOS AGREGADOS: FINO, GRUESO Y CASCOTE



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

- Según los resultados mostrados en los diagramas de la figura 96, podemos observar el elevado porcentaje de absorción del cascote frente a los porcentajes de absorción del agregado fino y grueso, esto nos indica que el cascote presenta una mayor capacidad de absorber agua en sus espacios vacíos, lo que implica una fuerte variación en la cantidad de agua efectiva en el diseño de mezcla para la fabricación del concreto.

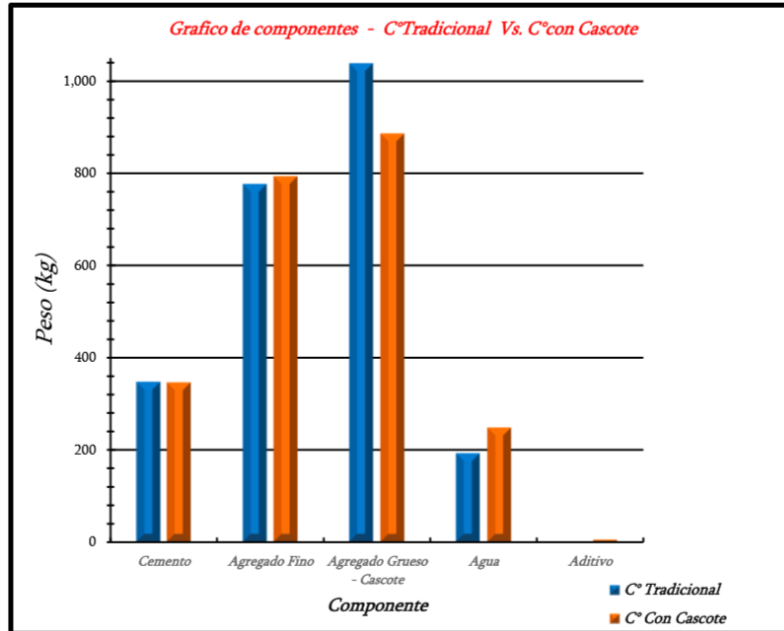
4.1.4. Resultados en cuanto a la comparación de los componentes y peso unitario del Concreto Tradicional Vs. Concreto con Cascote

TABLA 223
PESO DE COMPONENTES PARA 1M3 DE CONCRETO

Peso de componentes para 1m3 de concreto		
Elemento	C° Tradicional	C° con Cascote
Cemento	345.63 kg	345.63 kg
Agregado Fino	776.21 kg	793.45 kg
Agregado Grueso - Cascote	1038.43 kg	886.19 kg
Agua	190.50 kg	247.74 kg
Aditivo	0.00 kg	4.88 kg
	2350.77 kg/m3	2277.90 kg/m3

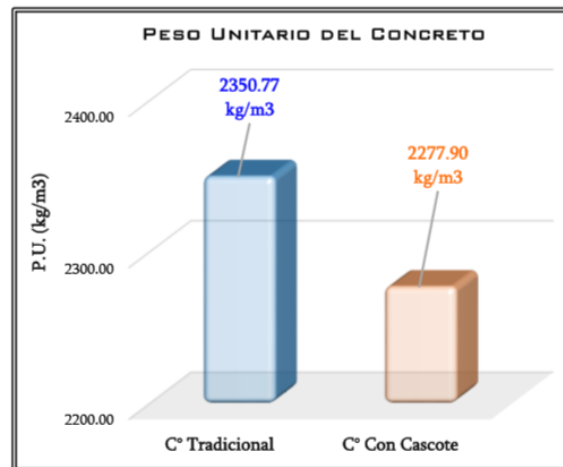
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

FIGURA 97
COMPARACIÓN DE COMPONENTES ENTRE EL C° TRADICIONAL VS C° CON CASCOTE



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

FIGURA 98
COMPARACIÓN DEL PESO UNITARIO DEL CONCRETO DEL C° TRADICIONAL VS C° CON CASCOTE



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

4.2. Resultados respecto al objetivo General

4.2.1. Resultados en cuanto a la determinación del Módulo de elasticidad

4.2.1.1. Resultados en cuanto a los cálculos del Módulo de Elasticidad del Concreto

Tradicional

- Al someter las 45 briquetas de concreto preparado con materiales tradicionales a cargas axiales de compresión, se obtuvo que el módulo de elasticidad promedio a los 7 días fue de 135,989.01 kg/cm², 168,283.05 kg/cm² a los 14 días y 205,955.93 kg/cm² a los 28 días como muestra el siguiente cuadro:

TABLA 224
RESULTADOS – MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL C° TRADICIONAL

Universidad Andina del Cusco		RESULTADOS - MÓDULO DE ELASTICIDAD - CONCRETO TRADICIONAL			
Tesis: "Comparación Del Módulo De Elasticidad Del Concreto Tradicional Vs. Concreto Preparado Reemplazando Agregado Grueso Por Cascote Y Adicionado Con Superplastificante En La Ciudad Del Cusco-2023"					
Responsables: Eyner G. Huanca Medina y Anghelo J. Palma Rimachi					
Nombre	Ec - 07 días (kg/cm2)	Nombre	Ec - 14 días (kg/cm2)	Nombre	Ec - 28 días (kg/cm2)
01 - A	131,211.02	16 - A	175,952.40	31 - A	221,297.03
02 - A	118,779.68	17 - A	148,209.17	32 - A	234,570.73
03 - A	146,305.28	18 - A	148,263.42	33 - A	209,630.69
04 - A	139,164.77	19 - A	167,223.44	34 - A	248,365.34
05 - A	133,583.04	20 - A	165,640.20	35 - A	207,573.21
06 - A	132,528.47	21 - A	177,078.90	36 - A	214,104.70
07 - A	157,485.50	22 - A	178,186.11	37 - A	193,310.05
08 - A	167,684.39	23 - A	176,537.18	38 - A	206,798.79
09 - A	116,008.20	24 - A	169,346.60	39 - A	208,344.11
10 - A	127,531.32	25 - A	158,454.59	40 - A	156,096.29
11 - A	123,937.92	26 - A	148,234.49	41 - A	182,085.71
12 - A	140,638.11	27 - A	170,317.24	42 - A	200,920.12
13 - A	131,311.31	28 - A	202,346.11	43 - A	217,234.32
14 - A	134,736.18	29 - A	169,476.65	44 - A	180,083.52
15 - A	138,929.98	30 - A	168,979.28	45 - A	208,924.39
Promedio	135,989.01	Promedio	168,283.05	Promedio	205,955.93

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

- Con respecto a los cálculos estadísticos obtenidos como muestra la tabla 225, podemos apreciar que los valores del módulo de elasticidad del concreto elaborado con materiales tradicionales, evaluados a distintas edades, presentan una confiabilidad buena, según la clasificación por desviación estándar y coeficiente de variación que indica el INEI.

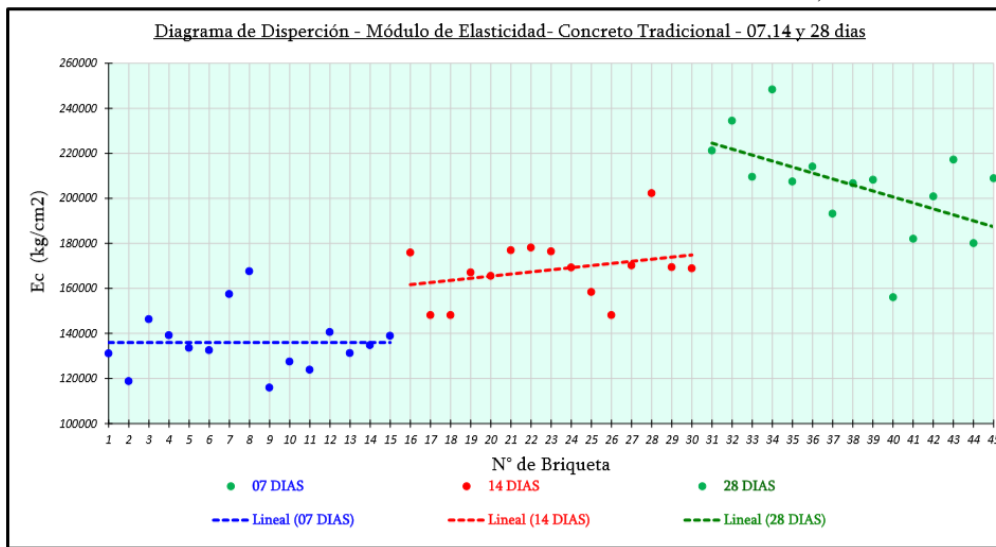
TABLA 225
CÁLCULOS ESTADÍSTICOS – MÓDULO DE ELASTICIDAD – C° TRADICIONAL

Cálculos Estadístico - Módulo de Elasticidad			
Concreto Tradicional	Desviación Estándar	Coeficiente de variación	Confiabilidad
7 días	20985.44	14.54%	Bueno
14 días	20819.78	8.37%	Bueno
28 días	27392.58	14.14%	Bueno

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

- Asimismo, según el diagrama de la figura 99, podemos observar que estos cálculos presentan una distribución que se acerca al valor absoluto de la media o línea de tendencia, evidenciando una dispersión aceptable que se contrasta también con los datos que muestra la tabla 223

FIGURA 99
DIAGRAMA DE DISPERSIÓN- MÓDULO DE ELASTICIDAD – C° TRADICIONAL – 07, 14 Y 28 DÍAS



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

4.2.1.2. Resultados en cuanto a los cálculos del Módulo de Elasticidad del Concreto con Cascote

- Al someter las 45 briquetas de concreto con cascote a cargas axiales de compresión, se obtuvo que el módulo de elasticidad promedio a los 7 días fue de 144,370.68 kg/cm², 178,588.08 kg/cm² a los 14 días y 193,710.94 kg/cm² a los 28 días como muestra el siguiente cuadro:

TABLA 226
RESULTADOS – MÓDULO DE ELASTICIDAD DEL C° CON CASCOTE

Universidad Andina del Cusco		RESULTADOS - MÓDULO DE ELASTICIDAD - CONCRETO CON CASCOTE		Universidad Andina del Cusco	
Tesis: "Comparación Del Módulo De Elasticidad Del Concreto Tradicional Vs. Concreto Preparado Reemplazando Agregado Grueso Por Cascote Y Adicionado Con Superplastificante En La Ciudad Del Cusco-2023"					
Responsables: Eyner G. Huanca Medina y Anghelo J. Palma Rimachi					
Nombre	Ec - 07 días (kg/cm ²)	Nombre	Ec - 14 días (kg/cm ²)	Nombre	Ec - 28 días (kg/cm ²)
01 - B	147,639.68	16 - B	180,080.60	31 - B	192,153.27
02 - B	125,639.44	17 - B	177,295.28	32 - B	213,371.14
03 - B	132,440.84	18 - B	205,458.19	33 - B	214,368.53
04 - B	131,784.77	19 - B	192,454.29	34 - B	239,965.98
05 - B	174,285.66	20 - B	206,299.72	35 - B	181,022.76
06 - B	149,561.51	21 - B	170,212.10	36 - B	151,420.89
07 - B	132,157.08	22 - B	169,290.62	37 - B	163,358.56
08 - B	118,882.71	23 - B	168,067.22	38 - B	211,229.86
09 - B	175,398.87	24 - B	212,094.43	39 - B	192,834.08
10 - B	157,654.73	25 - B	161,639.38	40 - B	195,165.95
11 - B	145,266.19	26 - B	174,047.78	41 - B	182,857.24
12 - B	139,345.72	27 - B	169,796.42	42 - B	213,943.86
13 - B	177,415.21	28 - B	148,541.71	43 - B	213,991.58
14 - B	128,123.53	29 - B	168,719.12	44 - B	175,296.50
15 - A	129,964.28	30 - A	174,824.38	45 - A	164,683.95
Promedio	144,370.68	Promedio	178,588.08	Promedio	193,710.94

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



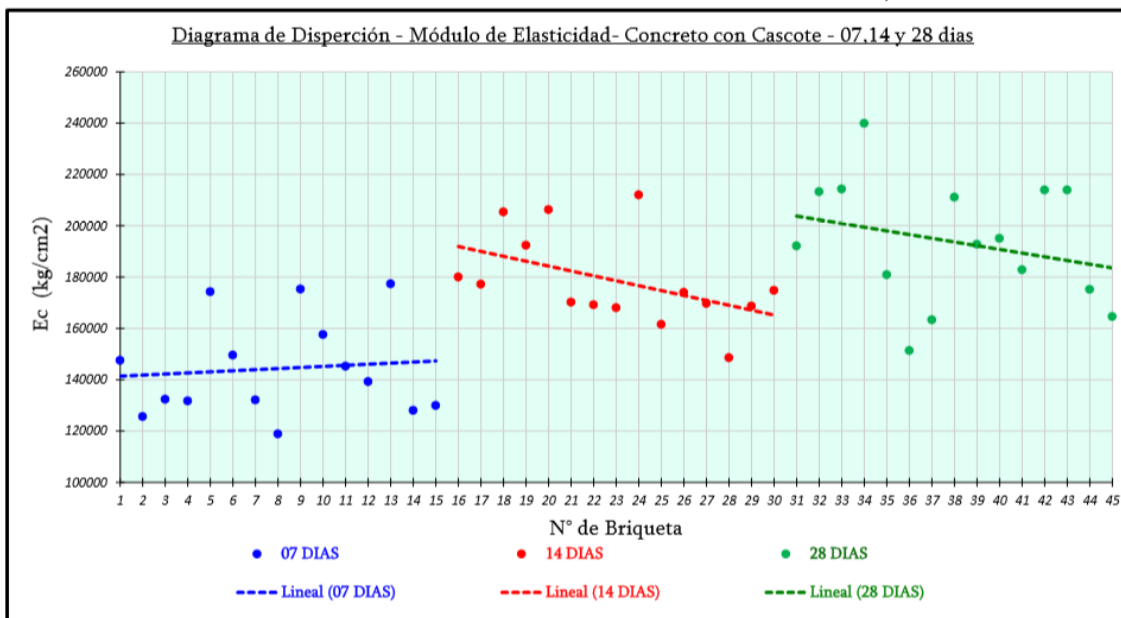
- Con respecto a los cálculos estadísticos obtenidos como muestra la tabla 227, podemos apreciar que los valores del módulo de elasticidad del concreto con cascote, evaluados a distintas edades, presentan una confiabilidad buena según la clasificación por desviación estándar y coeficiente de variación que indica el INEI., sin embargo, debemos mencionar que la evaluación a los 07 y 28 días nos encontramos al límite máximo para considerarse en esta categoría, ya que si el coeficiente de variación supera el 15% se considera una confiabilidad regular.

TABLA 227
CÁLCULOS ESTADÍSTICOS – MÓDULO DE ELASTICIDAD – C° CON CASCOTE

Cálculos Estadístico - Módulo de Elasticidad			
Concreto Cascote	Desviación Estándar	Coeficiente de variación	Confiabilidad
7 días	20985.44	14.54%	Bueno
14 días	20819.78	11.66%	Bueno
28 días	27392.58	14.14%	Bueno

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

FIGURA 100
DIAGRAMA DE DISPERSIÓN- MÓDULO DE ELASTICIDAD – C° CON CASCOTE – 07, 14 Y 28 DÍAS



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

- Asimismo, según el diagrama de la figura 100, podemos observar que estos cálculos presentan una distribución que se acerca relativamente al valor absoluto de la media o línea de tendencia, evidenciando una dispersión regularmente aceptable.



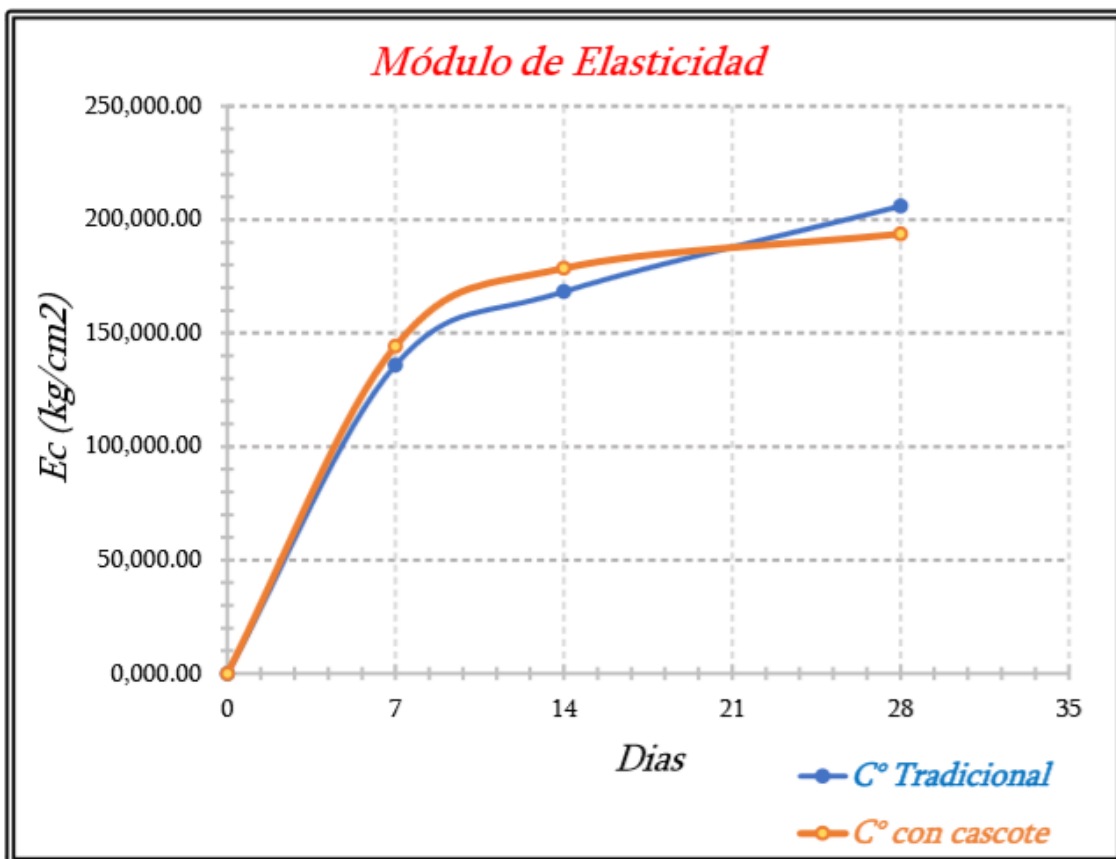
4.2.2. Resultados en cuanto a la comparación del Módulo de elasticidad del Concreto Tradicional Vs. Concreto con Cascote.

TABLA 228
COMPARACIÓN MODULO DE ELASTICIDAD DEL C° TRADICIONAL VS C° CON CASCOTE

Ec - Módulo de Elasticidad				
Días	C° Tradicional	Porcentaje	C° con cascote	Porcentaje
0	0.00	0.00%	0	0.00%
7	135989.01	100.00%	144370.68	106.16%
14	168283.05	100.00%	178588.08	106.12%
28	205955.93	100.00%	193710.94	94.05%

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

FIGURA 101
COMPARACIÓN MODULO DE ELASTICIDAD DEL C° TRADICIONAL VS C° CON CASCOTE



FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



Capítulo V. Discusión

5.1. Descripción de los hallazgos más relevantes y significativos

- El hallazgo más relevante de nuestra investigación fue la verificación de la semejanza que existen entre los valores de resistencia a la compresión y el módulo de elasticidad del concreto elaborado con materiales tradicionales, y el concreto elaborado con materiales no convencionales como es el caso del cascote, que siendo un material que no es obtenido de manera natural y que en su mayoría prestaron servicio durante mucho tiempo o fueron sometidos a condiciones climáticas desfavorables, este puede comportarse a la altura de un agregado convencional.
- Otro de los hallazgos más relevantes de la presente investigación fue comprobar que las propiedades del cascote como agregado, no están dentro de los parámetros establecidos por la normativa, como es el caso de la elevada capacidad de absorción de dicho material que altera la cantidad de agua efectiva, y que esto puede ser subsanado con el uso de un aditivo, en este caso de aditivo plastificante.
- Siendo el concreto con cascote un material que puede ser utilizado en el ámbito de la construcción, las entidades locales y regionales bien pudieren utilizarlo en obras de infraestructura, que implicaría aminorar la contaminación en nuestro medio ambiente, además de mejorar la optimización de recursos y producción innovadora de concreto



CONCLUSIONES

CONCLUSIÓN N° 01

- ✓ Se demostró parcialmente la hipótesis general: “Los valores del módulo de elasticidad del concreto preparado reemplazando agregado grueso por cascote y adicionado con superplastificante, presentan similitud a los valores del Módulo de elasticidad del concreto preparado con materiales tradicionales” referenciado a la tabla 226 y figura 103 del capítulo IV de la presente investigación, donde se demuestra que los valores del módulo de elasticidad del concreto con cascote a los 07 y 14 días presentan un comportamiento muy favorable con respecto al módulo de elasticidad del concreto tradicional frente al módulo de elasticidad del concreto con cascote a los 28 días que, si bien es cierto es un valor que se aproxima a al valor del concreto preparado con materiales tradicionales, se encuentra por debajo de este, evidenciando un comportamiento relativamente favorable.

CONCLUSIÓN N° 02

- ✓ Se demostró la hipótesis específica: “Los valores de la resistencia a la compresión del concreto tradicional y concreto preparado reemplazando agregado grueso por cascote y adicionado con superplastificante evaluados a los 7, 14 y 28 días después de su fabricación presentan similitud” referenciado a la tabla 216 y figura 91 del capítulo IV de la presente investigación, donde se demuestra que el porcentaje de resistencia obtenido, supera al porcentaje de resistencia nominal de diseño evaluado a los 7, 14 y 28 días, concluyendo que el concreto reemplazando agregado grueso por cascote y adicionado con superplastificante presenta resultados favorables de resistencia a compresión.

CONCLUSIÓN N° 03

- ✓ No se logró demostrar la hipótesis específica: “Las características y propiedades de los agregados utilizados para la elaboración de concreto tradicional y concreto preparado reemplazando agregado grueso por cascote y adicionado con superplastificante son adecuadas para elaborar un diseño de mezclas” referenciado a la tabla 220 y figuras 94, 95, 96 y 97 del capítulo IV de la presente investigación, en vista que las propiedades de contenido de humedad, peso unitario suelto, peso unitario compactado, porcentaje de absorción y peso específico del cascote, no están dentro de los parámetros normales que



debe presentar un agregado grueso, sin embargo, es importante mencionar que, si bien es cierto que los índices son diferentes, estos son cercanos a los valores normales parametrizados para la elaboración de un diseño de mezcla y fabricación de concreto.

CONCLUSIÓN N° 04

- ✓ Se logró demostrar parcialmente la hipótesis específica: “El cascote utilizado como agregado grueso, cumple los requisitos necesarios para reemplazar de manera eficaz y eficiente al agregado grueso tradicional en la preparación de concreto” referenciado a la tabla 220 del capítulo IV de la presente investigación, en vista que, parámetros tan incidentes como la densidad y porcentaje de absorción del agregado cascote, modifican de manera sustancial la cantidad final de agua efectiva, haciendo importante el uso de aditivo para no alterar este valor que modifica las propiedades del concreto deseado.

CONCLUSIÓN N° 05

- ✓ Se logró demostrar parcialmente la hipótesis específica: “Las proporciones de los componentes del concreto tradicional y concreto preparado reemplazando agregado grueso por cascote y adicionado con superplastificante no sufren variaciones sustanciales en cuanto a cantidad” referenciado a la tabla 221 y figura 99 del capítulo IV de la presente investigación, en vista que, las cantidades de cemento, agregado fino y agregado grueso son semejantes para un metro cubico de concreto según su diseño de mezcla, lo que no ocurre con la cantidad de agua, puesto que su variación si es considerable.



RECOMENDACIONES

RECOMENDACIÓN 01:

Se recomienda ampliar la investigación, realizando el análisis comparativo del concreto tradicional y concreto elaborado con cascote, desde un punto de vista económico.

RECOMENDACIÓN 02:

Se recomienda realizar la investigación con un enfoque comparativo con respecto al cálculo del módulo de elasticidad establecida por la Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales ASTM y la norma establecida por el Instituto Americano del Concreto ACI,

RECOMENDACIÓN 03:

Se recomienda realizar investigaciones comparativas de elementos estructurales realizados con concreto con materiales tradicionales y concreto elaborado con cascote.

RECOMENDACIÓN 04:

Se recomienda realizar investigaciones en análisis comparativo para las propiedades de resistencia a la flexión, del concreto fabricado con materiales tradicionales y concreto elaborado con cascote.

RECOMENDACIÓN 05:

Se recomienda ampliar la investigación con respecto a la comparación de distintos tipos de cascote.

RECOMENDACIÓN 06:

Se recomienda a la Universidad Andina del Cusco implementar con diales electrónicos que puedan ser sincronizados en tiempo real con el equipo universal, tales como el medidor de deformaciones electrónico conocido LVDT (Linear Variable Differential Transformer) con el cual se miden las deformaciones verticales, estas deformaciones se registran automáticamente por medio de una computadora conectada al medidor, por lo tanto por medio de un programa se puede graficar la curva $\sigma - \varepsilon$ y calcular al mismo tiempo el módulo de elasticidad.



REFERENCIAS

- 360 en concreto. (19 de noviembre de 2013). *AGREGADOS RECICLADOS: ¿QUÉ Y PARA QUÉ?* Obtenido de AGREGADOS RECICLADOS: ¿QUÉ Y PARA QUÉ?: <http://blog.360gradosenconcreto.com/agregados-recicladados-que-y-para-que/>
- Abanto, C. (2009). *Tecnología del concreto (Teoría y problemas)*. Lima: San Marcos.
- Arias, F. (2015). *El proyecto de investigación*. Caracas: Episteme.
- ASTM C-150 Cemento (nombre). (s.f.).
- ASTM C-469 Método de Ensayo Estándar para determinar El Módulo de elasticidad del concreto a compresión. (s.f.).
- ASTM C-595 (nombre). (s.f.).
- Diseño de mezclas – Comité 211.1 – Instituto Americano del Concreto (ACI). (s.f.).
- Fonseca, A. (2006). *revistacimientos*. Obtenido de <https://revistacimientos.com>: <https://revistacimientos.com/por-que-no-se-cumplen-las-especificaciones-granulometricas-de-la-arena-y-grava-en-la-produccion-de-hormigones/>
- Fonseca, A. M. (2002). *Ingeniería de Pavimentos para Carreteras*.
- Gutiérrez de Lopez, L. (2003). *El concreto y otros materiales para la construcción*.
- Guzmán, S. d. (2001). *Tecnología del concreto y del mortero 5ta edición*.
- Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación 6° edición*.
- Hernández, F. C. (2014). *Metodología de la investigación (6ª edición ed.)*. México: McGrwall Hill Education.
- Jairo, N. H. (2010). *Tecnología del concreto, Materiales, propiedades y diseño de mezclas Tercera edición – Tomo 1*. Colombia.
- Matallana, R. (2019). *El concreto, fundamentos y nuevas tecnologías*. Colombia.
- Norma ASMT C-150 (El cemento). (s.f.).
- NTP 334.009 cemento portland. (s.f.).
- NTP 334.044 (nombre). (s.f.).
- NTP 334.082 Cementos Portland. *Especificación de la performance*. (s.f.).
- NTP 334.090 cementos adicionados. (s.f.).
- NTP 339.088 Concreto, agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland. (s.f.).
- NTP 339.185, MTC E-108 y ASMT D2216, Normas para calcular el contenido de humedad en los agregados. (s.f.).
- NTP 350.001 Requisitos que deben cumplir los tamices de ensayo para la clasificación de materiales según el tamaño de partículas. (s.f.).
- NTP 400.010: 2000 AGREGADOS. *Extracción y preparación de las muestras*. (s.f.).



NTP 400.011 AGREGADOS, Definición y clasificación. (s.f.).

NTP 400.012, MTC E-204 y ASMT C136, Normas que establecen el método para determinar la distribución por tamaño de las partículas de los agregados fino y grueso. (s.f.).

NTP 400.017 Método de ensayo normalizado para determinar la masa por unidad de volumen o densidad ("Peso Unitario") y los vacíos en los agregados. (s.f.).

NTP 400.019 Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la degradación en agregados gruesos de tamaños menores por abrasión e impacto en la máquina de Los Ángeles. (s.f.).

NTP 400.021 Método de ensayo normalizado para determinar el peso específico y la absorción (después de 24 horas) del agregado Grueso. (s.f.).

NTP 400.022 Método de ensayo normalizado para determinar el peso específico y la absorción (después de 24 horas) del agregado fino. (s.f.).

NTP 400.037: 2000 AGREGADOS. Requisitos. (s.f.).

Pacasmayo. (12 de Octubre de 2016). *Cementos Pacasmayo*. Obtenido de Cementos Pacasmayo: <http://www.cementospacasmayo.com.pe/productos-y-servicios/cementos/tradicional/tipo-i/>

Pacasmayo S.A.A. (2009). *Aplicaciones de los tipos de cemento*.

Pacasmayo S.A.A. (2016). *Definición del módulo de elasticidad*.

Pasquel Carbajal, E. (1998). *Tópicos de tecnología del concreto*. Lima: San Marcos.

Rafael Riddell C., P. H. (2002). *Fundamentos De Ingeniería Estructural Para Estudiantes De Arquitectura*. Chile: Ediciones PUC de Chile.

Rivva Lopez, E. (1992). *Diseño de mezclas*.

Rivva Lopez, E. (2000). *Naturaleza y materiales del concreto*. Lima.

Siebel, K. y. (2001). *Propiedades del hormigón con áridos reciclados 2/2001*.

Steven H. Kosmatka, B. K. (2004). *Diseño y control de mezclas de concreto*.

Torres Carrillo, A. (2004). *Curso de Tecnología del concreto*. Lima: UNI.

Vivian, Q. C. (2006). *Apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje de la tecnología del hormigón*. Bolivia.



ANEXOS

METROTEC

METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 125 - 2022**

*Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza*

Página 1 de 3

1. Expediente	220307	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	GRUPO ALLPA INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.C.R.L.	
3. Dirección	Av. Costanera Mza. D Lote. 5, Wanchaq - Cusco - CUSCO	Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente. METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
4. Equipo	PRENSA DE CONCRETO	
Capacidad	2000 kN	
Marca	PyS EQUIPOS	
Modelo	STYE-2000	
Número de Serie	160123 (*)	
Procedencia	CHINA	
Identificación	NO INDICA	
Indicación Marca Modelo Número de Serie Resolución	DIGITAL MC LM-02 NO INDICA 0,01 kN	
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS	
5. Fecha de Calibración	2022-07-08	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2022-07-15

Firmado digitalmente
por Williams Pérez
Fecha: 2022.07.15
16:49:30 -05'00'



Metrologia & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego , SMP , LIMA
Telf: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com
metrologia@metrologiatecnicas.com
www.metrologiatecnicas.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 125 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 2 de 3

6. Método de Calibración

La calibración se realizó por el método de comparación directa utilizando patrones trazables al SI calibrados en las instalaciones del LEDI-PUCP tomado como referencia el método descrito en la norma UNE-EN ISO 7500-1:2018 "Verificación de Máquinas de Ensayo Uniaxiales Estáticos. Parte 1: Máquinas de ensayo de tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza."

7. Lugar de calibración

LABORATORIO DE SUELOS
Av. Costanera Mza. D Lote. 5, Wanchaq - Cusco - CUSCO

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	12,3 °C	13,3 °C
Humedad Relativa	55 % HR	56 % HR

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Informe/Certificado de calibración
Celdas patrones calibradas en HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK GmbH - Alemania 2020-1 87747 / 2021-1 95857	CELDA DE CARGA calibrado a 1 000 kN con incertidumbre del orden de 0,3 %	LEDI-PUCP INF-LE 037-22B

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación CALIBRADO.
- Durante la realización de cada secuencia de calibración la temperatura del equipo de medida de fuerza permanece estable dentro de un intervalo de $\pm 2,0$ °C.
- El equipo no indica clase sin embargo cumple con el criterio para máquinas de ensayo uniaxiales de clase de 1,0 según la norma UNE-EN ISO 7500-1.
- (*) Serie de identificación indicado en una etiqueta adherido en el equipo.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LF - 125 - 2022**

Área de Metrología
Laboratorio de Fuerza

Página 3 de 3

11. Resultados de Medición

Indicación del Equipo		Indicación de Fuerza (Ascenso) Patrón de Referencia			
%	F_i (kN)	F_1 (kN)	F_2 (kN)	F_3 (kN)	$F_{Promedio}$ (kN)
10	100,0	101,6	101,6	101,7	101,6
20	200,0	201,3	200,7	201,0	201,0
30	300,0	300,7	300,4	298,3	299,8
40	400,0	400,4	400,4	400,0	400,2
50	500,0	500,0	499,9	500,0	500,0
60	600,0	599,4	599,3	599,4	599,4
70	700,0	698,7	698,7	698,6	698,7
80	800,0	798,1	798,4	797,8	798,1
90	900,0	897,8	898,0	897,8	897,9
Retorno a Cero		0,0	0,0	0,0	

Indicación del Equipo F (kN)	Errores Encontrados en el Sistema de Medición				Incertidumbre U ($k=2$) (%)
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resol. Relativa a (%)	
100,0	-1,58	0,10	---	0,01	0,24
200,0	-0,48	0,29	---	0,01	0,24
300,0	0,07	0,78	---	0,00	0,24
400,0	-0,06	0,10	---	0,00	0,24
500,0	0,00	0,02	---	0,00	0,24
600,0	0,11	0,02	---	0,00	0,24
700,0	0,19	0,01	---	0,00	0,24
800,0	0,23	0,07	---	0,00	0,24
900,0	0,23	0,02	---	0,00	0,24

MÁXIMO ERROR RELATIVO DE CERO (f_0)	0,00 %
---	--------

12. Incertidumbre

La incertidumbre expandida de medición se ha obtenido multiplicando la incertidumbre estándar de la medición por el factor de cobertura $k=2$, el cual corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente 95%. La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.



METROTEC

METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 240 - 2022**

*Área de Metrología
Laboratorio de Masas*

Página 1 de 4

1. Expediente	220307
2. Solicitante	GRUPO ALLPA INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.C.R.L.
3. Dirección	Av. Costanera Mza. D Lote. 5, Wanchaq - Cusco - CUSCO
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA
Capacidad Máxima	16100 g
División de escala (d)	0,1 g
Div. de verificación (e)	1 g
Clase de exactitud	II
Marca	METTLER TOLEDO
Modelo	SB16001
Número de Serie	1129163524 (*)
Capacidad mínima	5 g
Procedencia	SUIZA
Identificación	NO INDICA
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS
5. Fecha de Calibración	2022-07-09

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Fecha de Emisión
2022-07-13

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

Firmado digitalmente por
Williams Pérez
Fecha: 2022.07.15 17:14:11
-05'00'



Metrologia & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego , SMP , LIMA
Telf: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com
metrologia@metrologiatecnicas.com
www.metrologiatecnicas.com



METROTEC

METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 240 - 2022**

*Área de Metrología
Laboratorio de Masas*

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación directa, según el PC-011: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II" del SNM-INDECOPI. Cuarta Edición.

7. Lugar de calibración

LABORATORIO DE SUELOS
Av. Costanera Mza. D Lote. 5, Wanchaq - Cusco - CUSCO

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	11,7	11,7
Humedad Relativa (%HR)	56	55

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud E1) DM-INACAL: LM-075-2020	PESAS (Clase de Exactitud: E2)	LM-C-120-2022
PESAS (Clase de exactitud E1) DM-INACAL: LM-063-2018		
PESA (Clase de exactitud F1) DM- INACAL: LM-C-289-2021	PESA (Clase de Exactitud M1)	SGM-A-2121-2021
PESA (Clase de exactitud E1) HAFNER: LM-273-2019	PESA (Clase de Exactitud F1)	E174-L-354B-2021-4

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (*) Serie indicado en una etiqueta adherido al equipo.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 240 - 2022**

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

				Inicial	Final	
				Temperatura (°C)	11,7	11,7
Medición Nº	Carga L1 = 8 000,0 g			Carga L2 = 16 000,0 g		
	I (g)	ΔL (g)	E (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)
1	7 999,9	0,05	-0,11	15 999,8	0,04	-0,20
2	7 999,9	0,04	-0,10	15 999,8	0,03	-0,19
3	7 999,9	0,04	-0,10	15 999,8	0,04	-0,20
4	7 999,9	0,05	-0,11	15 999,8	0,05	-0,21
5	7 999,9	0,04	-0,10	15 999,8	0,04	-0,20
6	7 999,9	0,04	-0,10	15 999,8	0,04	-0,20
7	7 999,9	0,05	-0,11	15 999,8	0,03	-0,19
8	7 999,9	0,04	-0,10	15 999,8	0,04	-0,20
9	7 999,9	0,03	-0,09	15 999,8	0,04	-0,20
10	7 999,9	0,04	-0,10	15 999,8	0,04	-0,20
	Diferencia Máxima			Diferencia Máxima		
	0,02			0,02		
	Error Máximo Permissible			Error Máximo Permissible		
	± 2,00			± 2,00		

ENSAYO DE EXCENRICIDAD

2	5
1	
3	4

Posición
de las
cargas

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	11,7	11,7

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1	10,0 g	10,0	0,05	0,00	5 000,0	4 999,9	0,04	-0,10	-0,10
2		10,0	0,06	-0,01		4 999,9	0,03	-0,09	-0,08
3		10,0	0,05	0,00		5 000,1	0,06	0,08	0,08
4		10,0	0,04	0,01		5 000,0	0,05	-0,01	-0,02
5		10,0	0,05	0,00		4 999,9	0,03	-0,09	-0,09
Error máximo permisible									± 2,00

* Valor entre 0 y 10e



METROTEC

METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 240 - 2022**

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	11,7	11,7

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
10,0	10,0	0,05	0,00						
20,0	20,0	0,05	0,00	0,00	19,9	0,04	-0,09	-0,09	1,00
100,0	100,0	0,04	0,01	0,01	99,9	0,03	-0,08	-0,08	1,00
500,0	500,0	0,05	0,00	0,00	500,0	0,04	0,01	0,01	1,00
1 000,0	1 000,0	0,05	0,00	0,00	1 000,0	0,04	0,01	0,01	1,00
3 000,0	3 000,0	0,04	0,01	0,01	3 000,0	0,05	0,00	0,00	1,00
6 000,0	5 999,9	0,03	-0,09	-0,09	5 999,9	0,04	-0,10	-0,10	2,00
9 000,0	8 999,9	0,04	-0,10	-0,10	8 999,9	0,03	-0,09	-0,09	2,00
12 000,0	11 999,8	0,03	-0,18	-0,18	11 999,8	0,04	-0,19	-0,19	2,00
15 000,0	14 999,8	0,03	-0,19	-0,19	14 999,8	0,03	-0,19	-0,19	2,00
16 100,0	16 099,8	0,04	-0,20	-0,20	16 099,8	0,04	-0,20	-0,20	2,00

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza. ΔL: Carga adicional. E₀: Error en cero.
l: Indicación de la balanza. E: Error encontrado E_c: Error corregido.

Lectura corregida $R_{CORREGIDA} = R + 0,00001309959 R$

Incertidumbre expandida de medición $U = 2x\sqrt{0,002381667 g^2 + 0,0000000001414314 R^2}$

12. Incertidumbre

La incertidumbre U reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento



METROTEC

METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 240 - 2022**

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	11,7	11,7

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± g)
	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (g)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
10,0	10,0	0,05	0,00	0,00	19,9	0,04	-0,09	-0,09	1,00
20,0	20,0	0,05	0,00	0,00	19,9	0,04	-0,09	-0,09	1,00
100,0	100,0	0,04	0,01	0,01	99,9	0,03	-0,08	-0,08	1,00
500,0	500,0	0,05	0,00	0,00	500,0	0,04	0,01	0,01	1,00
1 000,0	1 000,0	0,05	0,00	0,00	1 000,0	0,04	0,01	0,01	1,00
3 000,0	3 000,0	0,04	0,01	0,01	3 000,0	0,05	0,00	0,00	1,00
6 000,0	5 999,9	0,03	-0,09	-0,09	5 999,9	0,04	-0,10	-0,10	2,00
9 000,0	8 999,9	0,04	-0,10	-0,10	8 999,9	0,03	-0,09	-0,09	2,00
12 000,0	11 999,8	0,03	-0,18	-0,18	11 999,8	0,04	-0,19	-0,19	2,00
15 000,0	14 999,8	0,03	-0,19	-0,19	14 999,8	0,03	-0,19	-0,19	2,00
16 100,0	16 099,8	0,04	-0,20	-0,20	16 099,8	0,04	-0,20	-0,20	2,00

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza. ΔL: Carga adicional. E_o: Error en cero.
l: Indicación de la balanza. E: Error encontrado E_c: Error corregido.

Lectura corregida $R_{CORREGIDA} = R + 0,00001309959 R$

Incertidumbre expandida de medición $U = 2x\sqrt{0,002381667 g^2 + 0,0000000001414314 R^2}$

12. Incertidumbre

La incertidumbre U reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento



METROTEC

METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 241 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación directa, según el PC-011: "Procedimiento de Calibración de Balanzas de Funcionamiento No Automático Clase I y Clase II" del SNM-INDECOPI. Cuarta Edición.

7. Lugar de calibración

LABORATORIO DE SUELOS
Av. Costanera Mza. D Lote. 5, Wanchaq - Cusco - CUSCO

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	13,0	14,0
Humedad Relativa (%HR)	54	53

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud E1) DM-INACAL: LM-075-2020	PESAS (Clase de Exactitud: E2)	LM-C-120-2022
PESAS (Clase de exactitud E1) DM-INACAL: LM-063-2018		

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de CALIBRADO.
- (*) Serie indicado en una etiqueta adherido al equipo.



METROTEC

METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 241 - 2022**

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

Medición Nº	Carga L1 = 2 000,00 g			Carga L2 = 4 000,00 g			
	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	
1	2 000,00	5	-1	4 000,00	5	-2	
2	2 000,00	5	-1	4 000,00	6	-3	
3	2 000,00	4	0	4 000,00	6	-3	
4	2 000,00	5	-1	4 000,00	5	-2	
5	2 000,00	5	-1	4 000,00	5	-2	
6	2 000,00	4	0	4 000,00	6	-3	
7	2 000,00	6	-2	3 999,99	3	-10	
8	2 000,00	5	-1	4 000,00	5	-2	
9	2 000,00	5	-1	4 000,00	6	-3	
10	2 000,00	4	0	4 000,00	5	-2	
Diferencia Máxima			2	Diferencia Máxima			8
Error Máximo Permisible			± 200	Error Máximo Permisible			± 300

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD

2	5
1	
3	4

Posición
de las
cargas

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	13,0	13,0

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	I (g)	ΔL (mg)	Eo (mg)	Carga L (g)	I (g)	ΔL (mg)	E (mg)	Ec (mg)
1	0,10 g	0,10	5	0	1 300,00	1 300,01	6	9	9
2		0,10	4	1		1 300,02	7	18	17
3		0,10	6	-1		1 300,01	6	9	10
4		0,10	5	0		1 300,01	5	10	10
5		0,10	5	0		1 300,02	7	18	18
Error máximo permisible								± 200	

* Valor entre 0 y 10e

Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA
Telf: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com
metrologia@metrologiatecnicas.com
www.metrologiatecnicas.com



METROTEC

METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 241 - 2022**

Área de Metrología
Laboratorio de Masas

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	14,0	14,0

Carga L (g)	CRECIENTES				DECRECIENTES				e.m.p ** (± mg)
	l (g)	ΔL(mg)	E(mg)	Ec (mg)	l (g)	ΔL(mg)	E(mg)	Ec (mg)	
0,10	0,10	5	0						
0,50	0,50	6	-1	-1	0,50	5	0	0	100
1,00	1,00	5	0	0	1,00	5	0	0	100
10,00	10,00	5	0	0	10,01	6	9	9	100
50,00	50,00	6	-1	-1	50,00	5	0	0	100
100,00	100,00	5	0	0	100,00	4	1	1	100
500,00	500,01	7	8	8	500,00	5	0	0	200
1 000,00	1 000,01	7	8	8	1 000,01	6	9	9	200
2 000,00	2 000,00	5	-1	-1	1 999,99	3	-9	-9	300
3 000,00	3 000,00	6	-2	-3	3 000,00	6	-2	-3	300
4 000,00	3 999,99	3	-10	-10	4 000,00	4	-1	-1	300
4 100,00	4 100,00	5	-2	-2	4 100,00	5	-2	-2	300

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
I: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
E_C: Error corregido.

Lectura corregida

R CORREGIDA = R - 0,00000057286 R

Incertidumbre expandida de medición

$U = 2x \sqrt{0,000029372 \text{ g}^2 + 0,0000000000132324 \text{ R}^2}$

12. Incertidumbre

La incertidumbre U reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Fin del documento



METROTEC

METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 242 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Masa

Página 1 de 4

1. Expediente	220307	Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).
2. Solicitante	GRUPO ALLPA INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.C.R.L.	
3. Dirección	Av. Costanera Mza. D Lote. 5, Wanchaq - Cusco - CUSCO	Los resultados son válidos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente. METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados. Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite. El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.
4. Equipo de medición	BALANZA ELECTRÓNICA	
Capacidad Máxima	30 kg	
División de escala (d)	0,005 kg	
Div. de verificación (e)	0,05 kg	
Clase de exactitud	III	
Marca	PESAMATIC	
Modelo	KTACS-Q7	
Número de Serie	HSJBC1500917 (*)	
Capacidad mínima	0,1 kg	
Procedencia	NO INDICA	
Identificación	NO INDICA	
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS	
5. Fecha de Calibración	2022-07-09	

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrología

Sello

2022-07-13

Firmado digitalmente por
Williams Pérez
Fecha: 2022.07.15 17:00:07
-05'00'



Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA
Telf: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com
metrologia@metrologiatecnicas.com
www.metrologiatecnicas.com



METROTEC

METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 242 - 2022

Área de Metrología

Laboratorio de Masa

Página 2 de 4

6. Método de Calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación directa, según el PC-001 1ra Edición, 2019: "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase III y clase IIII" del INACAL-DM.

7. Lugar de calibración

LABORATORIO DE SUELOS

Av. Costanera Mza. D Lote. 5, Wanchaq - Cusco - CUSCO

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	14,3	14,3
Humedad Relativa (%)	49	51

9. Patrones de referencia

Los resultados de la calibración son trazables a la Unidad de Medida de los Patrones Nacionales de Masa de la Dirección de Metrología - INACAL en concordancia con el Sistema Internacional de Unidades de Medidas (SI) y el Sistema Legal de Unidades del Perú (SLUMP).

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado de calibración
PESAS (Clase de exactitud E1) DM - INACAL LM-075-2020	Pesa (exactitud E2)	LM-C-120-2022
PESA (Clase de exactitud E2) DM-INACAL: LM-273-2019	Pesa (exactitud F1)	E174-L-354B-2021-3
PESA (Clase de exactitud F1) DM - INACAL LM-C-152-2020	Pesa (exactitud M1)	SGM-A-2121-2021
PESA (Clase de exactitud F1) DM - INACAL LM-153-2020	Pesa (exactitud M1)	SGM-A-2122-2021

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- (*) Serie indicado en una etiqueta adherido al equipo.

Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA

Tel: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com

metrologia@metrologiatecnicas.com

www.metrologiatecnicas.com



METROTEC

METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 242 - 2022**

Área de Metrología
Laboratorio de Masa

Página 3 de 4

11. Resultados de Medición

INSPECCIÓN VISUAL

AJUSTE DE CERO	TIENE	PLATAFORMA	TIENE	ESCALA	NO TIENE
OSCILACIÓN LIBRE	TIENE	SISTEMA DE TRABA	NO TIENE	CURSOR	NO TIENE
		NIVELACIÓN	TIENE		

ENSAYO DE REPETIBILIDAD

	Inicial	Final
Temperatura	14,3 °C	14,3 °C

Medición Nº	Carga L1 = 15,0000 kg			Carga L2 = 30,0000 kg		
	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)
1	15,005	2,5	5,0	29,995	2,0	-4,5
2	15,005	2,0	5,5	29,995	2,0	-4,5
3	15,005	2,5	5,0	30,000	3,0	-0,5
4	15,005	3,0	4,5	30,000	2,5	0,0
5	15,005	3,5	4,0	29,998	2,0	-1,5
6	15,000	2,5	0,0	30,000	3,0	-0,5
7	15,000	2,0	0,5	30,000	2,5	0,0
8	15,005	3,0	4,5	30,000	2,5	0,0
9	15,000	2,5	0,0	30,000	2,5	0,0
10	15,000	2,0	0,5	29,995	2,0	-4,5
	Diferencia Máxima		4,5	Diferencia Máxima		4,5
	Error Máximo Permissible		± 50,0	Error Máximo Permissible		± 100,0

ENSAYO DE EXCENTRICIDAD



Posición de
las cargas

	Inicial	Final
Temperatura	14,3 °C	14,3 °C

Posición de la Carga	Determinación del Error en Cero Eo				Determinación del Error Corregido Ec				
	Carga Mínima*	I (kg)	ΔL (g)	Eo (g)	Carga (L)	I (kg)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)
1		0,050	2,5	0,0		10,005	3,5	4,0	4,0
2		0,050	2,0	0,5		9,990	2,0	-9,5	-10,0
3	0,0500 kg	0,050	3,0	-0,5	10,0000 kg	9,995	2,5	-5,0	-4,5
4		0,050	2,5	0,0		10,010	4,0	8,5	8,5
5		0,050	2,5	0,0		10,010	4,5	8,0	8,0
						Error máximo permisible			± 50,0

* Valor entre 0 y 10e

Metrología & Técnicas S.A.C.

Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA

Tel: (511) 540-0642

Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com

metrologia@metrologiatecnicas.com

www.metrologiatecnicas.com



METROTEC

METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LM - 242 - 2022**

Área de Metrología
Laboratorio de Masa

Página 4 de 4

ENSAYO DE PESAJE

	Inicial	Final
Temperatura	14,3 °C	14,3 °C

Carga L (kg)	CARGA CRECIENTE				CARGA DECRECIENTE				± e.m.p (g)**
	l (kg)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	l (kg)	ΔL (g)	E (g)	Ec (g)	
0,0500	0,050	2,5	0,0						
0,1000	0,100	3,0	-0,5	-0,5	0,100	2,5	0,0	0,0	50,0
0,2000	0,200	3,0	-0,5	-0,5	0,200	3,0	-0,5	-0,5	50,0
0,5000	0,500	2,5	0,0	0,0	0,500	2,5	0,0	0,0	50,0
1,0000	1,000	3,0	-0,5	-0,5	1,000	3,0	-0,5	-0,5	50,0
5,0000	5,005	3,5	4,0	4,0	5,000	2,5	0,0	0,0	50,0
10,0000	10,000	2,5	0,0	0,0	10,005	3,0	4,5	4,5	50,0
15,0000	15,005	3,0	4,5	4,5	15,005	3,5	4,0	4,0	50,0
20,0000	20,000	3,5	-1,0	-1,0	20,005	3,5	4,0	4,0	50,0
25,0000	24,995	2,0	-4,5	-4,5	24,995	2,5	-5,0	-5,0	50,0
30,0000	30,005	3,5	4,0	4,0	30,005	3,5	4,0	4,0	100,0

** error máximo permisible

Leyenda: L: Carga aplicada a la balanza.
l: Indicación de la balanza.

ΔL: Carga adicional.
E: Error encontrado

E₀: Error en cero.
E_c: Error corregido.

LECTURA CORREGIDA : $R_{CORREGIDA} = R - 3,84 \times 10^{-5} \times R$

INCERTIDUMBRE : $U = 2 \times \sqrt{1,06 \times 10^{-5} \text{ kg}^2 + 1,99 \times 10^{-7} \times R^2}$

12. Incertidumbre

La incertidumbre U reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k=2, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego, SMP, LIMA
Telf: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com
metrologia@metrologiatecnicas.com
www.metrologiatecnicas.com



METROTEC

METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LT - 135 - 2022**

*Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura*

Página 1 de 6

1. Expediente	220354
2. Solicitante	GRUPO ALLPA INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.C.R.L.
3. Dirección	Av. Costanera Mza. D Lote. 5, Wanchaq - Cusco - CUSCO
4. Equipo	HORNO
Alcance Máximo	De 0 °C a 200 °C
Marca	PINZUAR
Modelo	PG190
Número de Serie	371 (*)
Procedencia	COLOMBIA
Identificación	NO INDICA
Ubicación	LABORATORIO DE SUELOS

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, que realizan las unidades de la medición de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados son validos en el momento de la calibración. Al solicitante le corresponde disponer en su momento la ejecución de una recalibración, la cual está en función del uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición o a reglamento vigente.

METROLOGÍA & TÉCNICAS S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aqui declarados.

Este certificado de calibración no podrá ser reproducido parcialmente sin la aprobación por escrito del laboratorio que lo emite.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

Descripción	Controlador / Selector	Instrumento de medición
Alcance	0 °C a 200 °C	0 °C a 200 °C
División de escala / Resolución	0,1 °C	0,1 °C
Tipo	CONTROLADOR DIGITAL	TERMÓMETRO DIGITAL

5. Fecha de Calibración 2022-07-11

Fecha de Emisión

Jefe del Laboratorio de Metrologia

Sello

2022-07-15

Firmado digitalmente por
Williams Pérez
Fecha: 2022.07.15 17:29:34
-05'00'



Metrologia & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego , SMP , LIMA
Telf: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com
metrologia@metrologiatecnicas.com
www.metrologiatecnicas.com



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LT - 135 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 2 de 6

6. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación directa de acuerdo al PC-018 "Procedimiento para la Calibración de Medios Isotérmicos con Aire como Medio Termostático", 2da edición, publicado por el SNM-INDECOPI, 2009.

7. Lugar de calibración

LABORATORIO DE SUELOS
Av. Costanera Mza. D Lote. 5, Wanchaq - Cusco - CUSCO

8. Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	16,0 °C	16,0 °C
Humedad Relativa	32 %	38 %

El tiempo de calentamiento y estabilización del equipo fue de 120 minutos.
El controlador se seteo en 110 °C

9. Patrones de referencia

Trazabilidad	Patrón utilizado	Certificado y/o Informe de calibración
Dirección de Metrología INACAL LT - 091 - 2021	TERMÓMETRO DE INDICACIÓN DIGITAL CON 12 CANALES	LT-0090-2022
Dirección de Metrología INACAL LT - 108 - 2021		

10. Observaciones

- Se colocó una etiqueta autoadhesiva con la indicación de **CALIBRADO**.
- (*) Serie inscrito con tinta indeleble sobre el equipo.
- La periodicidad de la calibración depende del uso, mantenimiento y conservación del instrumento de medición.



**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LT - 135 - 2022**

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 3 de 6

11. Resultados de Medición

PARA LA TEMPERATURA DE 110 °C

Tiempo (min)	Termómetro del equipo (°C)	TEMPERATURAS EN LAS POSICIONES DE MEDICIÓN (°C)										T _{prom} (°C)	max-T _m
		NIVEL SUPERIOR					NIVEL INFERIOR						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
00	111,4	115,3	113,2	112,3	110,7	110,9	125,8	115,6	110,2	110,9	111,6	113,7	15,6
02	110,8	113,2	111,7	111,1	109,5	110,9	120,0	112,4	108,9	109,7	109,9	111,7	11,1
04	109,3	113,1	111,2	110,6	109,0	110,6	122,0	113,0	108,4	109,0	109,6	111,7	13,6
06	111,6	115,4	113,3	112,5	111,1	110,9	125,4	115,5	110,2	110,9	111,7	113,7	15,2
08	110,8	113,3	111,5	111,3	109,7	110,9	119,7	112,7	108,9	109,8	110,1	111,8	10,8
10	109,8	113,2	111,4	110,9	109,3	110,6	123,9	113,5	108,7	109,2	109,9	112,1	15,2
12	111,1	114,1	112,4	111,8	110,4	110,9	124,9	114,6	109,7	110,4	110,9	113,0	15,2
14	110,1	112,3	111,0	110,5	109,1	110,8	119,2	111,8	108,3	108,9	109,2	111,1	10,9
16	110,8	114,8	113,0	112,1	110,6	110,9	127,9	116,2	109,9	110,5	111,4	113,7	18,0
18	110,8	113,2	111,4	111,1	109,7	110,9	121,8	112,9	108,8	109,4	110,0	111,9	13,0
20	109,4	112,3	111,2	110,3	108,7	110,5	121,8	112,4	108,2	108,8	109,4	111,4	13,6
22	111,3	115,3	112,8	112,3	110,8	110,9	126,9	115,4	109,9	110,6	111,4	113,6	17,0
24	110,5	112,7	111,5	110,9	109,2	110,9	120,4	112,5	108,7	109,3	109,7	111,6	11,7
26	109,9	113,6	111,6	111,1	109,8	110,7	125,7	114,6	108,7	109,5	109,9	112,5	17,0
28	111,0	114,1	112,0	111,5	110,0	111,0	123,7	114,1	109,2	110,0	110,6	112,6	14,5
30	109,6	112,1	110,7	110,3	108,9	110,6	120,3	111,9	108,1	108,7	109,0	111,1	12,2
32	111,1	114,8	113,2	112,2	110,7	110,9	127,2	115,3	109,9	110,5	111,4	113,6	17,3
34	110,8	113,0	111,4	110,9	109,4	111,0	121,1	112,5	108,7	109,5	109,9	111,7	12,4
36	109,6	113,2	111,7	110,8	109,3	110,8	123,3	113,4	108,4	109,0	110,0	112,0	14,9
38	111,1	114,0	112,8	112,1	110,4	111,0	126,0	115,0	109,8	110,3	111,2	113,3	16,2
40	110,5	112,1	111,3	110,7	109,2	110,9	120,4	111,9	108,4	109,1	109,4	111,3	12,0
42	109,9	113,9	111,9	111,5	109,8	110,7	128,2	115,0	109,2	109,6	110,4	113,0	19,0
44	111,6	113,6	112,9	112,5	110,8	111,0	125,9	115,9	110,3	110,9	111,6	113,6	15,6
46	110,8	112,9	111,7	111,1	109,6	111,2	122,0	112,0	108,9	109,4	109,9	111,9	13,1
48	109,6	112,3	111,1	110,4	109,0	110,9	122,8	112,9	108,4	109,0	109,4	111,6	14,4
50	111,6	115,3	113,4	112,8	111,1	111,2	129,0	116,2	110,4	111,1	111,9	114,2	18,6
52	111,1	113,3	111,9	111,5	109,8	111,2	122,5	113,4	109,2	109,8	110,3	112,3	13,3
54	109,7	111,7	110,5	110,0	108,8	111,1	120,4	111,9	108,0	108,5	109,0	111,0	12,4
56	110,8	113,9	112,7	112,0	110,4	111,3	129,0	115,3	109,7	110,3	111,3	113,6	19,3
58	110,5	112,7	111,3	110,9	109,5	111,2	122,9	112,7	108,7	109,4	109,9	111,9	14,2
60	109,9	113,2	111,7	111,2	109,4	110,8	128,3	114,3	108,9	109,6	110,2	112,8	19,4
T.PROM	110,5	113,5	112,0	111,3	109,8	110,9	123,9	113,8	109,1	109,7	110,4	112,4	
T.MAX	111,6	115,4	113,4	112,8	111,1	111,3	129,0	116,2	110,4	111,1	111,9		
T.MIN	109,3	111,7	110,5	110,0	108,7	110,5	119,2	111,8	108,0	108,5	109,0		
DTT	2,3	3,6	2,9	2,8	2,4	0,8	9,8	4,4	2,4	2,6	2,9		



METROTEC

METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.

Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LT - 135 - 2022

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 4 de 6

PARÁMETRO	VALOR (°C)	INCERTIDUMBRE EXPANDIDA (°C)
Máxima Temperatura Medida	129,0	0,94
Mínima Temperatura Medida	108,0	0,39
Desviación de Temperatura en el Tiempo	9,8	0,11
Desviación de Temperatura en el Espacio	14,7	0,68
Estabilidad Medida (±)	4,9	0,04
Uniformidad Medida	19,4	0,68

- T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
T prom : Promedio de las temperaturas en la diez posiciones de medición para un instante dado.
T.MAX : Temperatura máxima.
T.MIN : Temperatura mínima.
DTT : Desviación de Temperatura en el Tiempo.

Para cada posición de medición su "**desviación de temperatura en el tiempo**" DTT está dada por la diferencia entre la máxima y la mínima temperatura en dicha posición.

Entre dos posiciones de medición su "**desviación de temperatura en el espacio**" está dada por la diferencia entre los promedios de temperaturas registradas en ambas posiciones.

Incertidumbre expandida de las indicaciones del termómetro propio del Medio Isotermo : 0,06 °C

La incertidumbre expandida de medición fue calculada a partir de los componentes de incertidumbre de los factores de influencia en la calibración. La incertidumbre indicada no incluye una estimación de variaciones a largo plazo.

La uniformidad es la máxima diferencia medida de temperatura entre las diferentes posiciones espaciales para un mismo instante de tiempo.

La estabilidad es considerada igual a $\pm 1/2$ DTT.

Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego , SMP , LIMA
Telf: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com
metrologia@metrologiatecnicas.com
www.metrologiatecnicas.com



METROTEC

METROLOGIA & TÉCNICAS S.A.C.

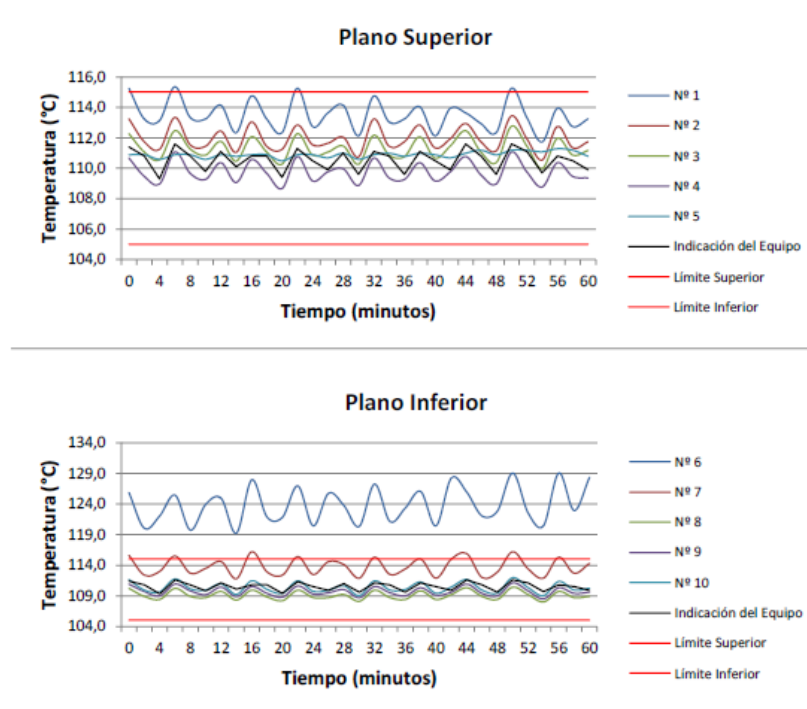
Servicios de Calibración y Mantenimiento de Equipos e Instrumentos de Medición Industriales y de Laboratorio

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LT - 135 - 2022**

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 5 de 6

**DISTRIBUCIÓN DE TEMPERATURAS EN EL EQUIPO
TEMPERATURA DE TRABAJO: $110\text{ °C} \pm 5\text{ °C}$**



Metrología & Técnicas S.A.C.
Av. San Diego de Alcalá Mz. F1 lote 24 Urb. San Diego , SMP , LIMA
Telf: (511) 540-0642
Cel.: (511) 971 439 272 / 971 439 282

ventas@metrologiatecnicas.com
metrologia@metrologiatecnicas.com
www.metrologiatecnicas.com

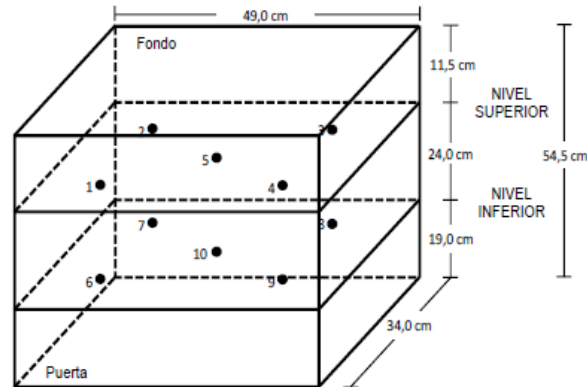


**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
MT - LT - 135 - 2022**

Área de Metrología
Laboratorio de Temperatura

Página 6 de 6

DISTRIBUCIÓN DE LOS TERMOPARES



Los sensores 5 y 10 están ubicados en el centro de sus respectivos niveles.



Los sensores del 1 al 4 y del 6 al 9 se colocaron a 8 cm de las paredes laterales y a 6 cm del fondo y frente del equipo a calibrar.

12. Incertidumbre

La incertidumbre reportada en el presente certificado es la incertidumbre expandida de medición que resulta de multiplicar la incertidumbre estándar por el factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95%.



CONSTANCIA DEL LABORATORIO



Constancia

El que suscribe; el gerente operaciones, Ing. Sebastian Quispe Ccarita, de la empresa Allpa Ingeniería y Construcción, con RUC: 20603749457 ubicada en la Av. La Costanera Mza. D, Lote. 5 (ingreso por calle Daniel Paiva F) del distrito de Wanchaq, provincia y departamento del Cusco.

CERTIFICA

Que, Los testistas Eyner Giancarlo Huanca Medina identificado con DNI N° 47564121 y Anghelo J. Palma Rimachi identificado con DNI N° 48463280, realizaron distintos ensayos en las instalaciones del laboratorio para la tesis "Comparación de módulo de elasticidad del concreto tradicional vs. Concreto preparado reemplazando agregado grueso por cascote y adicionado con Superplastificante en la ciudad del Cusco" en la empresa, desde el 01 de febrero hasta el 28 de Abril de 2022.


Durante el tiempo de su permanencia, ha demostrado cooperación, puntualidad, honestidad y responsabilidad en el desempeño de su tesis.

Realizando los siguientes ensayos:

- Ensayo de Granulometría de agregados y cascote
- Ensayo de contenido de humedad
- Ensayo Peso Unitario de los agregados
- Ensayo Peso específico de los agregados
- Elaboración de Diseño de mezcla
- Elaboración de testigos cilíndricos de concreto
- Rotura de Briquetas sometidas a carga axial
- Extracción de datos para la determinación del Módulo de Elasticidad

Se le expide la presente constancia a solicitud de la parte interesada para los fines y usos que crea por conveniente.

Cusco, 28 de Abril del 2022.



GRUPO ALLPA INGENIERIA Y CONSTRUCCION
Sebastian Quispe Ccarita
DNI: 45996257
GERENTE COMERCIAL

GRUPO ALLPA INGENIERIA Y CONSTRUCCION S.R.L.
Av. La Costanera D-5, Ingreso por la calle Daniel Paiva F, Wanchaq, Cusco, Perú
907 767 610
facebook.com/grupoallpaingenieria
https://www.allpaingenieria.com.pe/
secom@allpaingenieria.com.pe