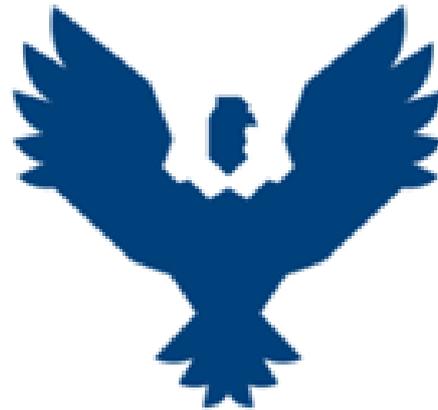




UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

“ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA AL INCORPORAR 1% DE FIBRAS DE VIDRIO, POLIPROPILENO Y ACERO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO $f'c=210$ KG/CM² ELABORADO CON CEMENTO TIPO HE EN LA CIUDAD DE CUSCO 2022”

Presentado por

Bach. Mujica Ccoñislla, Aliluz Gaby

Bach. Taboada Ore, Paolo Cesar

Para optar al Título Profesional de
Ingeniero Civil

Asesor:

Mgt. Ing. Ed Gutierrez Carlotto

CUSCO – PERÚ

2023



Metadatos

Datos del autor	
Nombres y apellidos	Paolo Cesar Taboada Ore Aliluz Gaby Mujica Ccoñislla
Número de documento de identidad	70815436 71975492
URL de Orcid	015100898c@uandina.edu.pe 015201244i@uandina.edu.pe
Datos del asesor	
Nombres y apellidos	Ed Gutierrez Carlotto
Número de documento de identidad	46086133
URL de Orcid	egutierrezc@uandina.edu.pe
Datos del jurado	
Presidente del jurado (jurado 1)	
Nombres y apellidos	Adan Renzo Aguilar Hilari
Número de documento de identidad	48226102
Jurado 2	
Nombres y apellidos	Rode Luz Arohuanca Sosa
Número de documento de identidad	23922286
Jurado 3	
Nombres y apellidos	Goyo Alvarez Alvarez
Número de documento de identidad	46383097
Jurado 4	
Nombres y apellidos	Hugo Cana Paullo
Número de documento de identidad	40331257
Datos de la investigación	
Línea de investigación de la Escuela Profesional	Tecnología del concreto

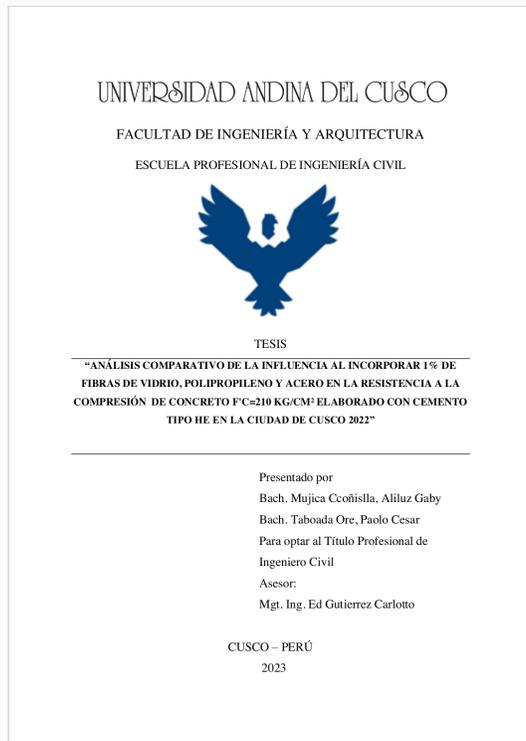


Recibo digital

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:	Paolo César Taboada Ore
Título del ejercicio:	Tesis civil
Título de la entrega:	ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA AL INCORPORAR...
Nombre del archivo:	TESIS_TABOADA_ORE_-_MUJICA_CCO_ISLLA.pdf
Tamaño del archivo:	8.97M
Total páginas:	144
Total de palabras:	27,436
Total de caracteres:	139,140
Fecha de entrega:	19-oct.-2023 05:05a. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega...	2200608446




Ed Gutiérrez Carlotto
INGENIERO CIVIL
181409



Ed Gutiérrez Carlotta
INGENIERO CIVIL
181409

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA AL INCORPORAR 1% DE FIBRAS DE VIDRIO, POLIPROPILENO Y ACERO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO $F'C=210 \text{ KG/CM}^2$ ELABORADO CON CEMENTO TIPO HE EN LA

Fecha de entrega: 19-oct-2023 05:05a.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2200608446

Nombre del archivo: TESIS_TABOADA_ORE_-_MUJICA_CCO_ISLLA.pdf (8.97M)

Total de palabras: 27436

por Paolo César Taboada Ore

Total de caracteres: 139140

CIUDA



1% DE FIBRAS DE VIDRIO, POLIPROPILENO Y ACERO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO F'C=210 KG/CM² ELABORADO CON CEMENTO TIPO HE EN LA CIUDA

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

17%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	6%
2	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	3%
3	es.slideshare.net Fuente de Internet	2%
4	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Cesar Vallejo Trabajo del estudiante	1%
6	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.uandina.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	1library.co Fuente de Internet	<1%



Ed Gutiérrez Carlotta
INGENIERO CIVIL
181409



9

Fuente de Internet

< 1 %

10

repositorio.usanpedro.edu.pe

Fuente de Internet

< 1 %

11

Submitted to Universidad Tecnologica de los Andes

Trabajo del estudiante

< 1 %

12

Submitted to Universidad Católica de Santa María

Trabajo del estudiante

< 1 %

13

Submitted to Universidad Privada del Norte

Trabajo del estudiante

< 1 %

14

repositorio.urp.edu.pe

Fuente de Internet

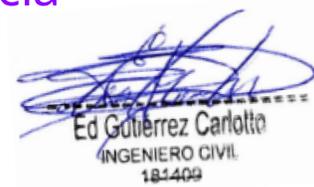
< 1 %

15

Wagner Eduardo Vanço. "Análise das perturbações causadas pela poluição harmônica e por desequilíbrio de tensão em geradores síncronos de polos salientes isolados", Universidade de Sao Paulo, Agencia USP de Gestao da Informacao Academica (AGUIA), 2020

Publicación

< 1 %



16

repositorio.ucss.edu.pe

Fuente de Internet

< 1 %

17

repositorio.unap.edu.pe

Fuente de Internet

< 1 %



18	Fuente de Internet	< 1 %
19	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	< 1 %
20	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	< 1 %
21	idoc.pub Fuente de Internet	< 1 %
22	www.mincetur.gob.pe Fuente de Internet	< 1 %
23	Submitted to Universidad Nacional Autonoma de Chota Trabajo del estudiante	< 1 %
24	vriunap.pe Fuente de Internet	< 1 %
25	tesis.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	< 1 %
26	repositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	< 1 %
27	apirepositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	< 1 %
28	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	< 1 %





29

Fuente de Internet

< 1 %

30

repositorio.upla.edu.pe

Fuente de Internet

< 1 %

31

Miryam Gabriela Pacheco Rodriguez. "Modelo de comunicación interna para instituciones públicas de educación superior. Caso Universidad de Guayaquil.", Universitat Politecnica de Valencia, 2022

Publicación

< 1 %

32

repositorio.unj.edu.pe

Fuente de Internet

< 1 %

33

Fernanda dos Santos Nogueira de Góes, Luciana Mara Monti Fonseca, Maria Cândida de Carvalho Furtado, Adriana Moraes Leite et al. "Evaluation of the virtual learning object "Diagnostic reasoning in nursing applied to preterm newborns"", Revista Latino-Americana de Enfermagem, 2011

Publicación

< 1 %



34

repositorio.unfv.edu.pe

Fuente de Internet

< 1 %

35

repositorio.unsaac.edu.pe

Fuente de Internet

< 1 %

36

A. Magalhães, R. Veiga. "Caracterización física y mecánica de los morteros antiguos.

< 1 %



conservación", Materiales de Construcción,
2009

Publicación

37

"Inter-American Yearbook on Human Rights /
Anuario Interamericano de Derechos
Humanos, Volume 33 (2017)", Brill, 2018

Publicación

<1 %

38

Patricia Batista Grau. "Desarrollo de
nanoestructuras de ZnO mediante anodizado
electroquímico en diferentes condiciones para
su aplicación en el área energética",
Universitat Politecnica de Valencia, 2021

Publicación

<1 %

39

Luis Dante Sanchez Luna. "Influência do pH,
da temperatura e da vazão mássica de
alimentação de uréia no cultivo de >i/i<",
Universidade de Sao Paulo, Agencia USP de
Gestao da Informacao Academica (AGUIA),
2003

Publicación

<1 %

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias

Apagado

Excluir bibliografía

Activo





Agradecimientos

Agradecer principalmente a Dios, mis padres y por haberme dado la vida y acompañarme en este proceso. También a mi familia por brindarme constantemente sus buenos ánimos y fortaleza para cumplir este anhelado sueño. Al Mgt. Ing. Ed Gutierrez Carlotto, por su orientación permanente y continua para el desarrollo de esta investigación, así mismo a todas las personas que durante este arduo camino pudieron ofrecerme de su más sincero apoyo, hicieron que todo sea posible en esta vida, especialmente en concluir esta investigación.

Mujica Ccoñislla, Aliluz Gaby

Agradecer a Dios, mis padres, hermanos, familia en general y amigos que me apoyaron en cada momento en para poder finalizar exitosamente el presente tema de investigación y poder llegar a cumplir mi sueño de ser Ingeniero Civil. Mi sincero agradecimiento a cada instructor de nuestra escuela de ingeniería y arquitectura que contribuyó significativamente a mi desarrollo profesional, del mismo modo un especial agradecimiento al Mgt. Ing. Ed Gutierrez Carlotto, Mgt. Ing. Hugo Cana Paullo y Mgt. Ing. Adan Aguilar Hilari, por el apoyo en todo el proceso del presente estudio.

Taboada Ore, Paolo Cesar



Dedicatoria

Esta investigación la dedico a mis padres Nélica y William, por ser los pilares de mi vida, Así mismo a mis hermanos Brandon y William por darme siempre su apoyo y motivación en cada paso que doy en mi desarrollo profesional.

Mujica Ccoñislla, Aliluz Gaby

Dedico el trabajo realizado a mis padres Rosmery y Cesar, a mis hermanos Andre, Aldair y Milagros quienes son mi mayor motivación y razón de ser, por darme siempre su apoyo incondicional, para así poder concluir con este gran objetivo en mi vida profesional.

Taboada Ore, Paolo Cesar



Índice General

Agradecimientos	2
Dedicatoria.....	3
Índice General.....	4
Índice de tablas	8
Índice de figuras.....	9
Resumen.....	12
Abstract.....	13
Capítulo I: Introducción.....	14
1.1. Planteamiento del Problema	14
1.2. Formulación interrogativa del problema.....	15
1.2.1. Problema General	15
1.2.2. Problemas Específicos.....	15
1.3. Justificación	16
1.3.1. Conveniencia	16
1.3.2. Relevancia social	16
1.3.3. Implicancias Practicas	16
1.3.4. Valor Teórico.....	17
1.3.5. Utilidad Metodológica.....	17
1.4. Objetivo de la investigación.....	17
1.4.1. Objetivo General.....	17
1.4.2. Objetivos Específicos	17
1.5. Delimitación del Estudio.....	18
1.5.1. Delimitación Espacial.....	18
1.5.2. Delimitación Temporal.....	18
Capitulo II: Marco Teórico	19
2.1. Antecedentes de la Investigación.....	19



2.1.1. Antecedentes Internacionales	19
2.1.2. Antecedentes Nacionales	21
2.1.3. Antecedentes Locales	23
2.2. Bases Teóricas	24
2.2.1. Concreto	24
2.2.2. Análisis estadísticos de datos	33
2.4. Hipótesis	35
2.4.1. Hipótesis general	35
2.4.2. Hipótesis Especificas	35
2.5. Variables e indicadores.	36
2.5.1. Identificación de Variables	36
2.5.2. Operacionalización de Variables	37
Capitulo III: Método	38
3.1. Alcance del Estudio	38
3.1.1. Enfoque de la investigación.....	38
3.1.2 Nivel o alcance de la investigación	38
3.1.3 Método de investigación.....	38
3.2. Diseño de la Investigación	39
3.2.1 Diseño metodológico	39
3.2.2 Diseño de Ingeniería.....	40
3.3. Población.....	41
3.3.1. Descripción de la población	41
3.3.2. Cuantificación de la población	41
3.4. Muestra	42
3.4.1. Descripción de la muestra	42
3.4.2. Cuantificación de la muestra	43
3.4.3. Método de muestreo	43



3.4.4. Criterios de evaluación de muestra.....	43
3.5. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	44
3.5.1. Instrumentos de Ingeniería	44
3.5.2. Muestreo de los agregados finos y gruesos (NTP 400.10).....	49
3.5.3. Análisis Granulométrico Agregado Fino por Tamizado NTP 400.012:2001.....	50
3.5.4. Peso Unitario Suelto y Varillado de los Agregados Fino y Grueso	55
3.5.5. Peso Específico y Absorción de los Agregados	56
3.5.6. Humedad.....	60
3.5.7. Ensayo Resistencia a la abrasión (ASTM C 131, AASHTO T 96 – 02) Método – máquina de los ángeles.....	62
3.5.8. Elaboración y curado de especímenes de concreto con adición de 1% de fibras de vidrio, acero y polipropileno, realizadas en laboratorio.....	65
3.6. Plan de Análisis de datos	73
3.6.1. Análisis granulométrico para Agregado Fino Grueso	73
3.6.2. Análisis de Resultados de Humedad de los Agregados Fino y Grueso.....	76
3.6.3. Análisis de resultados de Peso Unitario Suelto	78
3.6.4. Análisis de resultados de Peso Unitario Varillado	80
3.6.5 Análisis de resultados de Peso Específico.....	82
3.6.6. Abrasión de Agregado Grueso y Agregado Fino	84
3.6.7. Diseño de Mezclas.....	87
3.6.8. Ensayo a compresión de concreto $f^c= 210 \text{ kg/ cm}^2$ muestra patrón.....	92
3.6.9. Ensayo a compresión de concreto $f^c= 210 \text{ kg/ cm}^2$ con adición de 1% de Fibra de Vidrio	95
3.6.10. Ensayo a compresión de concreto $f^c= 210 \text{ kg/ cm}^2$ con adición de 1% de Fibra de acero.....	98
3.6.11. Ensayo a compresión de concreto $f^c= 210 \text{ kg/ cm}^2$ con adición de 1% de Fibra de Polipropileno	101
Capitulo IV: Resultados.....	105



4.1. Resultados Respecto a los Objetivos Específicos	105
4.2. Resultados Respecto al Objetivo General	117
Capítulo V: Discusión.....	120
5.1. Descripción de los Hallazgos más Relevantes y Significativos	120
5.2. Limitaciones del Estudio.....	120
5.3. Comparación Crítica con la Literatura Existente.....	120
5.4. Implicancias del Estudio	121
Conclusiones	124
Recomendaciones	126
Referencias.....	127
Instrumentos de recolección de datos	130
Validación de instrumentos.....	140



Índice de tablas

Tabla 1 <i>Cuadro de Operacionalización de Variables</i>	37
Tabla 2 <i>Población y muestras propuestas para la Investigación.</i>	42
Tabla 3 <i>Resumen de los resultados del Diseño de Mezclas</i>	92
Tabla 4 <i>Resultados del esfuerzo a compresión a los 7 días de edad</i>	105
Tabla 5 <i>Matriz de correlaciones de la resistencia a la compresión con respecto a 1% de adición de fibra de vidrio a los 7 días.</i>	107
Tabla 6 <i>Matriz de correlaciones de las muestras patrón con respecto a las muestras con 1% de adición de fibra de acero a los 7 días.</i>	108
Tabla 7 <i>Matriz de correlaciones de las muestras patrón con respecto a las muestras con 1% de adición de fibra de polipropileno a los 7 días.</i>	109
Tabla 9 <i>Tabla resumen de los resultados de la resistencia a la compresión a los 28 días de edad.</i>	111
Tabla 10 <i>Matriz de correlaciones de las muestras patrón con respecto a las muestras con 1% de adición de fibra de vidrio a los 28 días.</i>	114
Tabla 11 <i>Matriz de correlaciones de las muestras patrón con respecto a las muestras con 1% de adición de fibra de acero a los 28 días.</i>	115
Tabla 12 <i>Matriz de correlaciones de las muestras patrón con respecto a las muestras con 1% de adición de fibra de polipropileno a los 28 días.</i>	116



Índice de figuras

Figura 1 Diseño de Ingeniería.....	40
Figura 2 Instrumentos para determinar el Peso Específico del A.F.....	46
Figura 3 Instrumentos para determinar el Peso Unitario del A.F.....	47
Figura 4 Instrumentos para determinar el Peso Específico del A.G.....	47
Figura 5 Juego de tamices para el análisis granulométrico de los Agregados Fino y Gruesos.....	48
Figura 6 Máquina para el ensayo a compresión.....	48
Figura 7 Uso del Horno Eléctrico.....	49
Figura 8 Procedimiento para el Cuarteo del Agregado Grueso.....	50
Figura 9 Lavado del Material.....	51
Figura 10 Secado en horno del agregado a temperatura de 110 °C.....	51
Figura 11 Tamizado del Agregado Fino y Grueso.....	52
Figura 12 Tamizado de Agregado Fino y Grueso.....	52
Figura 13 Análisis Granulométrico del Agregado Fino.....	53
Figura 14 Análisis Granulométrico del Agregado Grueso.....	54
Figura 15 Procedimiento para determinar el Peso unitario del Agregado Grueso y Fino.....	55
Figura 16 Resultados de Peso Unitario y Peso Varillado para los Agregados.....	56
Figura 17 Procedimiento para la Determinación del Peso Específico del Agregado Grueso.....	57
Figura 18 Ensayo para la determinación del Porcentaje de Absorción del Agregado Grueso.....	57
Figura 19 Ensayo para la determinación del Porcentaje de Absorción del Agregado Fino.....	58
Figura 20 Ensayo para la determinación del Peso Específico del Agregado Fino.....	58
Figura 21 Toma de datos para el Peso específico y absorción del A.F. y A.G.....	59
Figura 22 Procedimiento de secado de materiales en el horno.....	60
Figura 23 Control del peso de los agregados para determinar el contenido de humedad.....	61
Figura 24 Contenido de Humedad del Material Fino y Material Grueso.....	61
Figura 25 Proceso de ensayo de Abrasión.....	62
Figura 26 Toma de datos de los resultados del Ensayo de Resistencia a la Abrasión o Desgaste del Agregado Grueso.....	63
Figura 27 Toma de datos de los resultados del Ensayo de Resistencia a la Abrasión o Desgaste del Agregado Fino.....	64
Figura 28 Adquisición y selección de las Fibras a ser añadidas al concreto.....	65



Figura 29 Selección de las fibras y posterior cuantificación de masa para ser añadida al concreto.....	66
Figura 30 Adquisición y cuantificación de peso del cemento Tipo HE para la elaboración del concreto.....	66
Figura 31 Proceso de Elaboración del Concreto según Diseño de Mezclas.....	67
Figura 32 Incorporación de las fibras a la elaboración del concreto.....	67
Figura 33 Incorporación de las Fibras de Polipropileno en la elaboración del Concreto.....	68
Figura 34 Corroboración de SLUMP.....	68
Figura 35 Elaboración de los especímenes en moldes (briquetas).....	69
Figura 36 Proceso de Curado de los Especímenes.....	69
Figura 37 Briquetas con edad de 7 y 28 días de ser elaboradas.....	70
Figura 38 Briquetas pesadas en balanza electrónica.....	70
Figura 39 Proceso de Rotura de los especímenes (briquetas) a los 7 días de edad.....	71
Figura 40 Proceso de Rotura de los especímenes (briquetas) a los 7 días de edad para fibras restantes.....	71
Figura 41 Briquetas después del proceso de rotura.....	72
Figura 42 Estado de las briquetas (28 días) después del proceso de rotura.....	72
Figura 43 Estado de Briquetas después del proceso de roturas.....	73
Figura 44 Análisis Granulométrico Agregado Fino.....	74
Figura 45 Análisis Granulométrico Agregado Grueso.....	75
Figura 46 Resultados Contenido de Humedad para agregado Fino y Grueso.....	77
Figura 47 Resultados de Peso Unitario para Agregado Grueso y Fino.....	79
Figura 48 Resultados del ensayo de Peso Unitario Varillado para Agregado Grueso y Fino.....	81
Figura 49 Procesamiento y resultados para el ensayo de Peso Especifico y Absorción de Agregado Fino y Grueso.....	83
Figura 50 Procesamiento y resultados del ensayo a Resistencia a la Abrasión o Desgaste del Agregado Grueso.....	85
Figura 51 Procesamiento y resultados del ensayo a Resistencia a la Abrasión o Desgaste del Agregado Fino.....	86
Figura 52 Resultados del Diseño de Mezclas.....	88
Figura 53 Resultados de la Resistencia a la compresión para muestras patrón a los 7 días de edad.....	93
Figura 54 Resultados de Resistencia a la compresión para muestras patrón a los 28 días de edad.....	94



Figura 55 Resistencia a la compresión para la edad de 7 días (fibra de vidrio).....	96
Figura 56 Resistencia a la compresión para la edad de 28 días (fibra de vidrio).....	97
Figura 57 Resistencia a la compresión edad 7 días (C°S° + fibra de acero).....	99
Figura 58 Resistencia a la compresión edad 28 días (C°S° + fibra de acero).....	100
Figura 59 Resistencia a la compresión edad 7 días (C°S° + Fibra Polipropileno).....	102
Figura 60 Resistencia a la compresión edad 28 días (C°S° + Fibra Polipropileno).....	103
Figura 61 Resistencia a la compresión a los 7 días de edad.....	107
Figura 62 Coeficientes estandarizados concreto adicionado con fibra de vidrio.....	108
Figura 63 Coeficientes estandarizados concreto adicionado con fibra de acero.....	109
Figura 64 Coeficientes estandarizados concreto adicionado con fibra de polipropileno.....	110
Figura 65 Coeficientes estandarizados del concreto adicionado con fibra de vidrio.....	114
Figura 66 Coeficientes estandarizados del concreto adicionado con fibra de acero.....	115
Figura 67 Coeficientes estandarizados del concreto adicionado con fibra de polipropileno.	116
Figura 68 Resistencia a la compresión a los 7 días de edad.....	117
Figura 69 Resistencia a la compresión a los 28 días de edad.....	118
Figura 70 Resultados de la resistencia a compresión del concreto f'c 210Kg/cm ² patrón comparado con el concreto adicionado con fibras de vidrio, acero y polipropileno a la edad de 7 días.....	119
Figura 71 Resultados de la resistencia a compresión del concreto f'c 210Kg/cm ² patrón comparado con el concreto adicionado con fibras de vidrio, acero y polipropileno a la edad de 28 días.....	119



Resumen

En la tesis realizada se comparó las diferencias en las propiedades mecánicas de muestras de concreto convencional comparado con adiciones de fibras de vidrio, polipropileno y acero añadido al 1% del volumen de la matriz del concreto elaborado con cemento tipo HE con el fin de determinar el mejor uso de estas para los elementos estructurales usuales en la ciudad de Cusco. La investigación se llevó a cabo de forma cuantitativa, descriptiva y correlacional, con el objetivo de conocer el comportamiento cada una de las muestras y buscar la mejora de su resistencia a la compresión.

Dentro de los resultados obtenidos para el concreto añadido con fibra de vidrio se observó que superaron la resistencia estimada, con un promedio de 209.63 Kg/cm² (7 días de edad) y 254.02 Kg/cm² (28 de días de edad), para la adición con fibras de acero fue de 194.26 Kg/cm² (7 días de edad) y 237.87 Kg/cm² (28 de días de edad) para la adición con fibra de polipropileno fue de 219.44 (7 días de edad) y 259.57 (28 de días de edad). Por lo tanto, se observó que para el 1% de adición en base al volumen de la matriz de concreto, la resistencia a la compresión del concreto a los 7 días de edad mejoró un promedio de 12.72% (fibra de vidrio), mejoró un promedio de 02.27% (fibra de acero) y mejoró un promedio de 20.32% (fibra de polipropileno) en comparación al concreto patrón convencional, y para una edad de 28 días de edad mejoró un promedio de 15.02% (fibra de vidrio), mejoró un promedio de 07.71% (fibra de acero) y mejoró un promedio de 17.54% (fibra de polipropileno) en comparación al concreto patrón convencional.

Palabras clave: Resistencia a la compresión, Adición de Fibra, Concreto



Abstract

In the thesis carried out, the differences in the mechanical properties of conventional concrete samples compared with additions of glass fibers, polypropylene and metal added to 1% of the volume of the matrix of concrete made with HE type cement were compared in order to determine the better use of these for the usual structural elements in the city of Cusco. The research was carried out in a quantitative, descriptive and correlational way, with the aim of knowing the behavior of each of the samples and seeking to improve their resistance to compression.

Among the results obtained for the concrete added with fiberglass, it was observed that they exceeded the estimated resistance, with an average of 209.63 Kg/cm² (7 days old) and 254.02 Kg/cm² (28 days old), for the addition with metal fibers was 194.26 Kg/cm² (7 days old) and 237.87 Kg/cm² (28 days old) for the addition with polypropylene fiber was 219.44 (7 days old) and 259.57 (28 days old). days old). Therefore, it is observed that for the 1% alloy based on the volume of the concrete matrix, the compressive strength of the concrete at 7 days of age improved an average of 12.72% (fiberglass), improved a average of 02.27% (metal fiber) and improved an average of 20.32% (polypropylene fiber) compared to the conventional standard concrete, and for an age of 28 days old improved an average of 15.02% (fiberglass), improved an average of 07.71% (metal fiber) and improved an average of 17.54% (polypropylene fiber) compared to the conventional concrete pattern.

Keywords: Compressive strength, Fiber addition, Concrete



Capítulo I: Introducción

La presente tesis se basa en comparar las propiedades mecánicas de las muestras de concreto convencional, utilizando un cemento nuevo en el mercado (Tipo He) con adiciones y determinar un uso mejor con respecto a sus propiedades mecánicas para los elementos estructurales conocidos usualmente, de tal forma que sea más fácil y eficiente identificar qué tipo de fibra se puede emplear en cada caso de elemento estructural, de acuerdo con los parámetros que se necesitan en la ciudad de Cusco.

En estudios realizados previamente se pudo demostrar que el uso de fibras es una opción óptima que se puede emplear para poder mejorar las propiedades mecánicas del concreto, por lo que es necesario tener conocimiento de la mejora que ocasiona cada tipo de fibra al ser añadida en el concreto en cuanto a sus propiedades mecánicas, ya que cada fibra tiene diferente comportamiento en una matriz de concreto.

El tipo de investigación a que se llevara a cabo tiene un enfoque cuantitativo, esto se da ya que las variables pueden ser numéricamente medidas, también será una investigación descriptiva, esto debido a que se buscará de identificar las diferentes propiedades para cada modelo de muestra presentada; y correlacional, pues al final tendremos que hacer una comparación con respecto a los requerimientos mínimos en elementos estructurales comúnmente conocidos.

Se busca tener el resultado de que la mezcla de concreto convencional con cemento HE tenga una mejor trabajabilidad que las mezclas con adiciones de fibras, mientras que las fibras de vidrio obtendrán una mejora en cuanto a la resistencia al impacto en losas; la fibra de polipropileno ayudará en cuanto al control de fisuras en columnas y vigas; las fibras de acero presentaran un mejor comportamiento en cuanto a flexión frente a las otras fibras en vigas y muros de contención.

1.1. Planteamiento del Problema

En la ciudad del Cusco de un tiempo a esta parte, carecemos de investigaciones relevantes centradas en el comportamiento de concretos reforzados con distintos tipos de fibras, como las de vidrio, polipropileno, acero y el empleo del cemento tipo HE. Si bien se utilizan estas fibras en algunas losas para prevenir la formación temprana de fisuras, no disponemos de estudios que analicen cómo estas fibras se comportan a diferentes altitudes sobre el nivel del mar en nuestra región.



Cuando se menciona la resistencia del concreto, generalmente se hace referencia a su capacidad de soportar fuerzas de compresión, una vez que el concreto ha endurecido completamente. El proceso de endurecimiento comienza con el fraguado final del concreto y continúa en el tiempo, dependiendo por completo de las condiciones de curado del material. En esencia, esto resulta de la mezcla de un aglutinante (generalmente cemento, arena, grava o piedra triturada y agua), que, al fraguar y endurecerse, adquiere una resistencia.

El concreto que utilizamos en nuestra vida diaria presenta deficiencias notables en cuanto a su capacidad de resistir fuerzas de flexión, tracción y compresión. Para abordar estos problemas, se tiene la necesidad de incorporar fibras de polipropileno, vidrio y acero en la mezcla de concreto. Cuando se añade el concreto con estas fibras este se refuerza, se originan micro fisuras que absorben los esfuerzos de tracción, evitando así la formación de fisuras y mejorando su tenacidad.

En la ciudad del Cusco, que abarca un área de 385.1 km², las fibras más comunes y disponibles en el mercado para reforzar el concreto son las de fibra de vidrio y polipropileno, debido a su costo relativamente bajo y sus propiedades de resistencia a la tracción. Sin embargo, es importante considerar que la inclusión de fibras en la mezcla de concreto puede afectar la facilidad de manipulación del material. Dado que la mayoría de las edificaciones construidas utilizan concreto de baja calidad con una resistencia $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, surge la necesidad de mejorar las viviendas de los habitantes para elevar su calidad de vida. Por lo tanto, se plantea la posibilidad de mejorar y comparar el concreto al agregar fibras de vidrio, polipropileno y acero, con el objetivo de reducir la cantidad de aire en la mezcla, mejorar su trabajabilidad y por ende en la resistencia a la compresión.

1.2. Formulación interrogativa del problema

1.2.1. Problema General

¿De qué manera influye la incorporación de fibras de vidrio, polipropileno y acero en las propiedades mecánicas de resistencia a la compresión al elaborar concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ con cemento tipo HE?

1.2.2. Problemas Específicos

Problema específico N° 01:

¿En qué medida influye la incorporación de fibras de vidrio en la resistencia a la compresión del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ elaborado con cemento HE?



Problema específico N° 02:

¿En qué medida influye la incorporación de fibras de polipropileno en la resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ elaborado con cemento HE?

Problema específico N° 03:

¿En qué medida influye la incorporación de fibras de acero en la resistencia a la compresión del concreto $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ elaborado con cemento HE?

1.3. Justificación

1.3.1. Conveniencia

El uso del cemento HE y la adición de fibras de distintos materiales en la ciudad de Cusco es una técnica relativamente innovadora. y su uso es escaso debido a la poca información que se tiene sobre el uso de estas fibras, las propiedades mecánicas que las fibras aportan y los beneficios que éstas dan a la mezcla de concreto, ya que nos brindan un mejor comportamiento mecánico del concreto e incrementan sus propiedades mecánicas.

1.3.2. Relevancia social

En la ciudad de Cusco no tenemos muchas estructuras hechas con este tipo de mezclas con adiciones de fibras, y al siempre estar en pleno desarrollo, este tipo de mezclas proporcionan una opción más para poder desarrollar mejores estructuras y/o edificaciones por tener mayor resistencia a la compresión que el hormigón típico, es una alternativa más para poder empezar a construir proyectos de gran envergadura y conocer los beneficios de estas también porque al trabajar con el cemento HE las estructuras alcanzan sus resistencias máximas en un menor tiempo, lo que las hace útiles mucho antes que los concretos normales. Cabe señalar que esta investigación beneficiará a la comunidad estudiantil de universidades locales y nacionales estableciendo base y antecedente para futuras investigaciones, así como también beneficiará a la comunidad en general que pueda optar por su investigación o uso en proyectos.

1.3.3. Implicancias Practicas

Sabiendo que las características del hormigón endurecido y fluido se alteran indistintamente mediante el uso de las adiciones basados en fibras de diversos materiales se podrá tomar decisiones correctas sobre su uso final y encontrar una correcta obtención de trabajabilidad y resistencia a la compresión del concreto alterado para así tener alternativas más eficientes, económicas y ecológicas, en comparación del concreto patrón.



1.3.4. Valor Teórico

El presente planteamiento tiene relevancia metodológica y ser de gran interés para el sector de la construcción de estructuras, pavimentos, edificaciones entre otros, además, el uso de fibras como el acero, el vidrio y el polipropileno puede tener una influencia positiva en el medio ambiente., al ser usadas como producto del reciclaje de sus materias primas, por lo que su reúso mejorará tanto sus propiedades en el concreto como la disminución de residuos en la ciudad de Cusco.

1.3.5. Utilidad Metodológica

La investigación corresponde a una investigación experimental, teniendo como fin la búsqueda de una solución del problema, para lo cual se propone un sistema de trabajo, objetivos del estudio; se buscará información adecuada del tema y finalmente se analizará los resultados obtenidos de otros autores y se corroborara si se cumplen los objetivos, para poder enunciar las conclusiones. La investigación dejara un precedente de cómo realizar correctamente la elaboración del concreto propuesto.

1.4. Objetivo de la investigación

1.4.1. Objetivo General

Determinar la influencia en la resistencia a la compresión del concreto debido a la incorporación de fibras de vidrio, polipropileno y acero para concreto $f'c= 210 \text{ Kg/cm}^2$ elaborado con cemento HE.

1.4.2. Objetivos Específicos

Objetivo Especifico N° 01

Determinar la influencia en la resistencia a la compresión del concreto debido a la incorporación de la fibra de vidrio en la resistencia a compresión de concreto $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ elaborado con cemento HE.

Objetivo Especifico N° 02:

Determinar la influencia en la resistencia a la compresión del concreto debido a la incorporación de la fibra de polipropileno en la resistencia a la compresión de concreto $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$ elaborado con cemento HE.



Objetivo Especifico N° 03:

Determinar la influencia en la resistencia a la compresión del concreto debido a la incorporación de las fibras de acero en la resistencia a la compresión del concreto $f'_c=210$ Kg/cm² elaborado con cemento HE.

1.5. Delimitación del Estudio

1.5.1. Delimitación Espacial

La investigación se limitó al uso del Laboratorio CONGEOING EIRL. CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL, ubicada en la ciudad del Cusco, específicamente distrito San Sebastián, para realizar ensayos de laboratorio debido a la pandemia del COVID-19 por lo cual los ensayos necesarios fueron practicados en laboratorios particulares debidamente certificados y que cuentan con sus equipos calibrados.

1.5.2. Delimitación Temporal

La investigación se limitó temporalmente con inicio de agosto del 2022 y con una finalización del mes de junio del 2023.



Capítulo II: Marco Teórico

2.1. Antecedentes de la Investigación

2.1.1. Antecedentes Internacionales

a) Antecedente N°1

En su artículo (Weiss, Yang, & Shah) de la revista “**Journal of Engineering Mechanics** denominado: “**Shrinkage Cracking of Restrained Concrete Slabs**”. (Weiss, Yang, & Shah, 1998).

Resumen: En los Estados Unidos, el agrietamiento por contracción restringida es un problema significativo de durabilidad. Los problemas que afectan el agrietamiento por contracción restringida surgen de las prácticas de diseño y construcción, así como de las propiedades del material. Los mecanismos de se presentan y analizan la contracción por secado, autógena y por carbonatación junto con los problemas relacionados con la fluencia. Estrés térmico también juegan un papel en el agrietamiento de la cubierta del puente. Estos estreses resultan del calor de hidratación, cambios de temperatura diurnos y radiación solar. Se presentan y evalúan los métodos de prueba actuales y propuestos. Métodos convencionales e innovadores. de control de la contracción por secado se presentan. Se analizan algunos materiales innovadores, entre ellos: fibras, hormigón compensador de la contracción, aditivos reductores de la contracción y hormigón extensible. (Weiss Y. &., 1998)

Conclusión: El uso de materiales innovadores combinados con mejores prácticas de diseño y construcción puede eliminar el agrietamiento por contracción restringida.

Aporte de la Investigación: Las fibras generalmente se agregan al concreto en pequeñas cantidades y se ha encontrado que son efectivas para controlar el agrietamiento por contracción. Las fibras no alteran significativamente la contracción libre del concreto y, cuando se usan en cantidades moderadas, pueden aumentar la resistencia a las grietas y reducir las aberturas de grietas, se llegó a la conclusión que el los valores óptimos para la mejora de propiedades mecánicas en adiciones al concreto son del 1% al 2% del volumen de dicha matriz de concreto. (Weiss Y. &., 1998)



b) Antecedente N°2

En su Tesis (Zapata & Arango): **“Influencia de la Fibra de Vidrio en las Propiedades Mecánicas de Mezclas de Concreto”**, sustentado para obtener el grado de Ingeniero Civil en la Universidad EAFIT, Colombia. (Zapata & Arango, 2013)

Resumen: Con diversas cantidades de fibra de vidrio, incluyendo 0,5%, 1%, 1,5%, 1,5%, 2% y 2,5% del volumen total, los investigadores estudiaron la resistencia a la compresión. Estos valores hallados muestran que añadir fibra de vidrio a las matrices de hormigón aumenta su resistencia a la compresión hasta un 1%; sin embargo, añadir más reduce esta resistencia. (Zapata&Arango, 2013)

Conclusión: Los tres parámetros estudiados mejoran con la adición de fibra de vidrio al adicionar 1% a la matriz de hormigón. Si se utiliza mínima cantidad de fibra, los resultados no se ven afectados, pero si se utiliza más, la resistencia, el módulo elástico y la trabajabilidad de la mezcla empiezan a resentirse. Sin embargo, también se observa una mejora en tensión. Por ello, los investigadores decidieron equilibrar el porcentaje de adición de fibra de vidrio para que se puedan mejorar los resultados. (Zapata&Arango, 2013)

Aporte de la Investigación: Mejorar el comportamiento a tensión en las matrices de concreto con aplicación de fibra de vidrio disminuye la fisuración por retracción del concreto, fenómeno que ocurre en las mezclas debido al cambio de temperatura del material mientras pasa de estado líquido a sólido. La disminución de la fisuración por retracción se refleja en cualidades como durabilidad, mayor flexión y aumento de ductilidad en elementos estructurales compuestos de concreto. La investigación tuvo como resultado que se reflejó en un aumento del 3% en su resistencia con respecto a una muestra base o patrón. (Zapata&Arango, 2013)

c) Antecedente N°3

En su publicación (Medina & Cifuentes): **"Hormigón reforzado con fibras de polipropileno. influencia de la ductilidad de la fibra sobre la fragilidad y el efecto tamaño"**, en la revista **“Anales de la mecánica de Fractura Volumen I”**. (Medina & Cifuentes, 2007)

Resumen: En el presente trabajo se examinan, mediante una investigación experimental, los cambios mecánicos de las fibras de polipropileno sobre fragilidad y el efecto de tamaño del hormigón reforzado con ellas. En el experimento, se evaluó el hormigón reforzado con dos



tipos diferentes de fibras y un hormigón de control sin fibras en probetas entalladas geoméricamente similares de diversos tamaños. (Cifuentes, 2007)

Conclusiones: según la investigación, se podría concluir que las fibras presentan diferentes comportamientos mecánicos, unas de las fibras poseen una alta tenacidad y una baja elongación y las otras fibras poseen baja tenacidad y alta elongación. En función de estos resultados se analiza el efecto que la ductilidad de las fibras presenta sobre la propia ductilidad del concreto reforzado con ellas. Además, se indica que añadir fibras de polipropileno en matrices de concreto, aumenta significativamente la resistencia a la compresión de este concreto. (Cifuentes, 2007)

Aporte de la Investigación: Las cualidades mecánicas de un material mejoran notablemente con el aumento de fibras de polipropileno. Esto ha quedado demostrado por la observación de un aumento medio de la resistencia a la compresión del 14%, de la resistencia a la tracción del 6% y de la resistencia a la flexión del 5%. Por lo tanto, puede decirse que las fibras de polipropileno añadidas se incrementan notablemente la resistencia mecánica del material.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

a) Antecedente N°1

En la tesis (Palma & Manrique): *“Estudio del uso de partículas de vidrio en concretos con resistencias convencionales en la ciudad de Arequipa”* sustentado para obtener el grado de Ingeniero Civil en la Universidad Católica de Santa. (Palma & Manrique, 2020)

Resumen: Se ha propuesto añadir diferentes agregados de partículas de vidrio trituradas en el hormigón y sustituir parcialmente el árido fino, para conseguir finalmente el diseño de la mezcla más ventajoso y el mejor comportamiento del hormigón. Para realizar la mezcla de hormigón se han utilizado materiales de la ciudad de Arequipa, como áridos finos y gruesos de la mina La Poderosa - Supermix, hemos utilizado 2 marcas de cemento IP (Yura IP y Wari IP) como Wari IP. Trabajó juntos. Una marca relativamente nueva en el mercado del sur del país. Para utilizar el vidrio, se recogen las botellas, posteriormente se esterilizan, después se llevan a un molino de bolas con una producción de 0,67 - 2 toneladas por hora, donde se trituran, después se aplican las comprobaciones pertinentes y después se añaden. Sobre mezclas de hormigón. Se realizaron 4 diseños de base para determinar los mejores, después se añadieron 4 más con el vidrio ya añadido y finalmente 36 diseños con diferentes diseños. (Manrique, 2020)



Conclusión: Según los resultados de la anterior investigación se pudo observar y concluir que la resistencia a la compresión máxima de hormigón de 210 Kg/cm² (21 MPa) con la adición de partículas de vidrio es sólo un 1,5% superior a la resistencia de diseño con cemento Yura IP y un 27,4% con cemento Wari IP, Yura Para hormigón de 280 kg/cm con IP cemento. Esto es un 1,8% más bajo que la resistencia de diseño y un 33,4% más alto con el cemento Vario IP. La resistencia a la compresión máxima del hormigón de 210 Kg/cm² con sustitución parcial por partículas de vidrio fue un 16,6% superior a la resistencia de diseño con cemento Yura IP, 41,7% con cemento Wari IP y 280 kg/cm² con hormigón (28 MPa). El cemento Yura IP es un 11,3% mayor que la resistencia del diseño y un 34,8% mayor con el cemento Wari IP. (Manrique, 2020)

Aporte de la Investigación: Se tiene que en la investigación anteriormente citada Se realizaron 4 diseños básicos para determinar el mejor diseño en cuanto al comportamiento en las propiedades mecánicas, posteriormente se añadieron 4 más con el vidrio ya añadido y finalmente 36 diseños con diferentes combinaciones de vidrio (añadido y en variación parcial del árido fino). Para cada diseño, todos los ensayos de hormigón se llevaron a cabo en estado fresco y endurecido, analizando y comparando posteriormente todos los resultados hallados en el laboratorio. (Manrique, 2020)

b) Antecedente N°2

En la tesis (Flores & Mendoza) “*Análisis de la correlación del módulo de rotura (MR) v.s. la resistencia a tracción indirecta (f_t) y compresión (f_c) de concreto f_c = 280, 300, 350, 420 kgf/cm² para pavimento rígido con fibras de polipropileno y fibras metálicas a los 7, 14 Y 28 días de edad en la Av. Metropolitana de la ciudad de Arequipa*” sustentado para obtener el grado de Ingeniero Civil en la Universidad Católica de Santa María. (Flores & Mendoza, 2020)

Resumen: Este estudio examina la relación entre la resistencia a la compresión, el módulo de rotura y la resistencia a la tracción indirecta del hormigón. Con la adición de fibras metálicas y de polipropileno, la capacidad mecánica del pavimento rígido es otro aspecto que se pretende mejorar. Los hormigones con resistencias f_c de 280, 300, 350 y 420 kgf/cm² con fibras de polipropileno y metálicas para pavimentos rígidos son el objeto del estudio. La cuestión más difícil es averiguar cómo se relacionan las características del hormigón con su comportamiento cuando se añaden distintos tipos de fibras. (Flores & Mendoza, 2020)



Conclusión: Se descubrió que 1 kgf/m³ para las microfibras de polipropileno, 4 kgf/m³ para las microfibras de polipropileno y 30 kgf/m³ para las fibras metálicas eran las dosis adecuadas para alcanzar una dosis óptima en relación con la investigación. Los resultados mostraron que la extrapolación a diferentes dosis puede mejorar las condiciones de las losas de hormigón al aumentar su resistencia y tenacidad. En el caso de los pavimentos, tiene un coste significativo. (Flores & Mendoza, 2020)

Aporte de Investigación: La investigación determinó que el empleo de las fibras de acero y polipropileno mejora la forma en que se estructuran los pavimentos rígidos, pero el coste de estas fibras equilibra la optimización que se logra en la reducción del espesor, por lo que no se consigue una disminución en los precios del concreto premezclado.

2.1.3. Antecedentes Locales

a) Antecedente N°1

En su tesis Ramos: *“Estudio del comportamiento de vigas de concreto reforzadas y con refuerzo secundario adicional de fibras de acero, que presentan aberturas horizontales transversales”* sustentado para obtener el grado de Ingeniero Civil en la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco. (Ramos, 2021)

Resumen: La presente investigación trata de la evaluación experimental de doce vigas de concreto reforzada a escala real ensayadas en condiciones de flexión en 4 puntos hasta la falla. En donde se evaluaron tanto los impactos en la resistencia, rigidez, ductilidad como incide el usar dosificaciones de fibras de acero como un refuerzo en vigas que presentan aberturas transversales. Las 12 vigas, todas con una sección de 0.25m x 0.40m y 3 metros de luz libre con una resistencia a la compresión de 28MPa (280 Kg/cm²), se distribuyen en los siguientes casos: una viga estándar sin abertura y sin dosificación de fibra de acero, que fue el punto de referencia para fines de comparación, una viga con abertura rectangular prediseñada sin dosificación de fibra y vigas con abertura rectangular prediseñada y con 02 dosificaciones de fibras de acero, de la misma forma se analizó el impacto de una doble abertura circular perforada post-construida la viga, simulando una abertura no programada, sin dosificación de fibra y vigas con doble abertura circular y con 02 dosificaciones de fibras de acero. (Ramos, 2021)

Conclusiones: Según los resultados y las observaciones de los ensayos se encontró que la abertura pre-diseñada no influyó en una pérdida de resistencia, caso contrario con las aberturas



no programadas que registraron pérdidas de resistencia del 12%; ambos tipos de abertura produjeron pérdidas de rigidez del 10% y ductilidad del 25%. Además, el uso de fibras de acero como refuerzo secundario en dosificaciones de 20 y 50 kg/m³ incrementa la resistencia de las vigas de concreto armado hasta en un 40% y en una reducción de ductilidad del 59%. (Ramos, 2021)

Aporte de la Investigación: Según los resultados del anterior antecedente se espera, para la presente investigación, obtener resultados de una mejora del 15% en las propiedades físico mecánicas del concreto al adicionar fibras de acero en el concreto elaborado con cemento HE. (Ramos, 2021)

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Concreto

“En la construcción, el hormigón es una mezcla de áridos, cemento, aire, agua y, ocasionalmente, aditivos. Las partículas de áridos se unen químicamente mediante la mezcla de cemento y agua para crear el material cohesivo conocido como hormigón. En ocasiones se añaden aditivos al hormigón para modificar o mejorar determinadas cualidades” (Abanto, 2015, pág. 65).

“El concreto, debido a sus propiedades, debe cumplir cuatro funciones principales. En primer lugar, la mezcla en estado fresco debe ser trabajable, consistente y cohesiva para facilitar la colocación, sin producir segregación o alta exudación. En segundo lugar, el concreto en estado endurecido debe tener las propiedades de acuerdo a la función del uso de la estructura. En tercer lugar, que el costo sea el mínimo necesario para la calidad deseada” (Rivva, 2000).

“Es un material o compuesto resultado de la unión de componentes como: cemento, agua, agregados y de forma opcional adiciones y aditivos. En su estado fresco se puede reconocer como una masa moldeable y adaptable a todo tipo de recipientes, como es el caso de los encofrados; cuando esta masa llega a su punto de fragua posee una consistencia rígida con ciertas propiedades como la resistencia y durabilidad” (Abanto, 2015).

La proporción de componentes de este tipo de material para 1 m³ oscilan entre los siguientes porcentajes: 60 – 75% de agregados, 15 – 22% de agua, 7 – 15% de cemento, 1 – 3% de aire, y 0.1 – 0.2% de aditivos, estas proporciones solo afectan al volumen de dicho material mas no en cuanto a sus propiedades dado que por ejemplo la relación agua – cemento en cuanto a



proporción volumétrica es reducida pero toma parte fundamental en cuanto a la ganancia de propiedades mecánicas, trabajabilidad y durabilidad. (Abanto, 2015)

2.2.1.1. Componentes del concreto

Los componentes principales del concreto son:

Concreto = Agregados + Agua + Cemento + Aire (+Aditivos + Adiciones) (Abanto, 2015)

2.2.1.1.1. Agregado Grueso

Según Abanto (2015) “el agregado grueso es un material de origen pétreo el cual puede ser extraído de forma natural o artificial de canteras para su uso como material de construcción, principalmente se lo considera como el porcentaje retenido sobre la malla N°4 (4.75 mm). Se puede encontrar este material en forma de grava, el cual proviene de la disgregación natural de materias pétreas en depósitos de lechos de ríos o canteras; y en forma de piedra chancada o triturada, el cual es obtenido por medio de un proceso artificial de trituración con un producto más angular y con mejor adherencia.”

2.2.1.1.2. Agregado Fino

“El agregado fino es un material de origen pétreo el cual puede ser extraído de forma natural o artificial de canteras para su uso como material de construcción, principalmente se lo considera como el porcentaje pasante de la malla 3/8” (9.5 mm) y retenido en la malla N°200 (74 μm). Se puede encontrar este material de dos formas, como arena gruesa y arena fina”. (Abanto, 2015)

2.2.1.1.3. Cemento Portland

“El cemento Portland es un producto comercial ampliamente accesible que reacciona lentamente con el agua cuando se combina con ella, tanto si se utiliza solo como en combinación con arena, piedra u otros elementos comparables. Se trata simplemente de un Clinker finamente molido fabricado a partir de fuego a alta temperatura y premezclado con cantidades especificadas de cal, óxido de aluminio, hierro y sílice” (Abanto, 2015, pág. 15).

2.2.1.1.4. Cemento Portland Tipo HE

“Tiene la nomenclatura de cemento tipo HE según la norma NTP 334.082, es un cemento de recientemente agregando al mercado y última generación, hecho bajo los más exigentes estándares de la industria del cemento, colaborando responsablemente con el fin de preservar



el medio ambiente. Es un cemento apto para la elaboración de estructuras que requieren altas resistencias a edades tempranas como concretos estructurales, pavimentos, puentes y prefabricados. También es utilizable en obras de infraestructura y construcción en general” (Norma Técnica Peruana 334.082).

2.2.1.1.5. Agua

Según Pasquel (1993), “El agua se considera un elemento esencial para hidratar el cemento y que se activen sus propiedades tanto en estado fresco como líquido, por esta circunstancia debe cumplir unos requisitos mínimos para su uso, teniendo en cuenta su composición química, por la lo cual no puede ocurrir. El aprovechamiento puede causar daños laterales en el hormigón” (pág. 59).

El agua es uno de los elementos fundamentales para el concreto ya que su reacción con el cemento produce la fragua del mismo, es un lubricante e hidratante. Esta agua debe tener ciertos parámetros de uso y calidad, por lo que se prefiere usar agua potable. También se puede usar otras calidades de agua mientras cumplan los parámetros de calidad requerida para construcción.

2.2.1.1.6. Aditivos

“Los aditivos son elementos de origen químico que permiten modificar ciertas características o propiedades de los concretos, como son la capacidad de trabajabilidad de los mismos, incremento de fluidez, incorporación de aire, modificación de los tiempos de fraguado, incrementar la resistencia de los concretos, interactuar con la cinética de hidratación e incrementar o disminuir su viscosidad. Se emplea una proporción reducida en el compuesto de concreto” (Abanto, 2015).

2.2.1.1.7. Adiciones

“Los aditivos son sustancias, de origen natural o sintético, que, añadidas al hormigón, pueden mejorar algunas de sus características, como sus propiedades mecánicas tanto en estado fresco como endurecido. La distinción fundamental entre aditivos y sustancias es la proporción de su aplicación. En el caso de los aditivos se emplea una cantidad mayor. Pueden ser aditivos derivados de minerales como la puzolana o la escoria de alto horno” (Abanto, 2015).



2.2.1.2. Propiedades del concreto

Según Abanto (2015) Un concreto que ha sido fabricado con éxito proporciona la resistencia requerida según su diseño y presenta los mejores resultados y acabados. Por consiguiente, está estrechamente relacionado con el diseño y la forma de colocación de la mezcla.

Se considera como propiedad de un material a la constitución del mismo, la forma de sus componentes, maleabilidad y estructura interna; además de su comportamiento frente a determinadas acciones como frente a cargas y efectos naturales. En el caso del concreto se determina sus propiedades de composición por medio de las presentes en estado fresco y en cuanto a propiedades que parten de su comportamiento como aquellas presentes en su estado endurecido.

Una definición importante también es considerar las *propiedades mecánicas*, como el comportamiento mecánico del concreto presente en las estructuras a acción de los factores que afectan a las mismas como su resistencia a soportar cargas gravitatorias, sísmicas o de viento; esfuerzos originados por flexión, corte o la combinación de los mismos, también el transcurso del tiempo tiene repercusiones en el material como contracción, fluencia, agrietamiento entre otros. (Abanto, 2015)

2.2.1.3. Propiedades en estado fresco

“Son aquellas existentes en el concreto desde su la incorporación de los elementos hasta su punto de fragua, estas propiedades son las que determinan la calidad del concreto a elaborar o factores que afectan directamente a sus propiedades mecánicas” (Norma Técnica Peruana 339.035,2015).

2.2.1.4. Grado de asentamiento

El grado de asentamiento o SLUMP es la propiedad del concreto que permite determinar el grado de resistencia a soportar deformaciones en un estado fresco se le denomina también grado de consistencia. Proporciona información acerca de la uniformidad de la muestra ensayada y permite controlar su calidad.

Se realiza por medio del ensayo NTP 339.035 “Método de ensayo para la medición del Asentamiento del hormigón con el cono de Abrams”, que usa un equipo denominado Cono de Abrams como molde el cual al ser desprendido permite determinar cuántas pulgadas a partir del ras ha asentado el concreto. (NTP 339.035)



2.2.1.5. Contenido de aire

“El contenido de aire es una propiedad que permite determinar el porcentaje de aire presente en la mezcla de concreto, de tal forma que este contenido sea el adecuado y de acuerdo a la normativa se encuentre en los parámetros normales. El aire en un concreto es producido por efectos mecánicos de forma natural y depende de la granulometría de sus agregados y tiempo de mezclado. De esta forma se puede controlar ciertos problemas que aparecerían si es que este contenido fuera mayor o menor, asegurando la calidad del concreto” (NTP 339.035).

2.2.1.6. Temperatura

“La temperatura del concreto es una propiedad que permite determinar la calidad de concreto a elaborar, debido a que presenta un impacto en las propiedades mecánicas del mismo. La temperatura va a incrementar a medida que la reacción agua cemento suceda, al cual se conoce como calor de hidratación, de acuerdo a este la fragua sucederá en un determinado momento” (NTP 339.035)

2.2.1.7. Peso unitario

Es la propiedad que determina la densidad del concreto lo cual determina el peso del concreto por una unidad y verifica el tipo de concreto que se está empleando, de acuerdo a su porcentaje de aire y de los compuestos de la mezcla y que serán otorgados a los elementos estructurales.

2.2.1.8. Propiedades en estado endurecido

Según Abanto (2015) Un concreto elaborado con precisión otorga la resistencia esperada de acuerdo al plan de mezcla establecido y ofrece los mejores resultados finales. Por lo tanto, está directamente relacionado a la planificación de la mezcla y al método de colocación.

Son aquellas existentes en el concreto una vez comenzada la fragua, estas propiedades son la que se aprecian de forma directa las propiedades mecánicas. Entre estas se pueden determinar las siguientes:

2.2.1.9. Resistencia a la compresión

“La resistencia del hormigón se define como el esfuerzo máximo que sostiene el elemento sin resquebrajarse. Debido a que el hormigón está hecho para resistir el esfuerzo de compresión, es su resistencia medida a estas tensiones la que se va a utilizar como valor de su



calidad. Es una propiedad del concreto después del fraguado la cual presenta una nomenclatura ($f'c$). Se define como la capacidad para resistir un peso axial por su área. Se mide en términos de tensión como Kg/cm² o MPa. Desde el día en que el hormigón fragua hasta el final de su vida útil, su resistencia a la compresión aumenta; antes de los 28 días presenta un aumento de resistencia acelerado, que después de los 28 días se incrementa a lo largo de su vida útil de forma mínima. A los 7 días el concreto llega a obtener una resistencia entre 70 – 75% de la resistencia que obtendrá a los 28 días. Se puede determinar de acuerdo a la norma ASTM C39” (Rivva, 1992).

2.2.1.10. Resistencia a flexión

“La propiedad de flexión es usada en elementos como pavimentos rígidos o losas que son sometidos a el paso de cargas gravitatorias, dinámicas o de temperatura; y se determina a través del módulo de rotura (M.R.), se puede evaluar por medio de vigas de concreto simplemente apoyadas. Los resultados a flexión son usados para verificar el cumplimiento de ciertas especificaciones mínimas del mezclado y puesta del concreto” (NTP 339.078, 2012, pág. 5).

2.2.1.11. Retracción plástica

“El concreto una vez que empieza sus condiciones de fraguado presentara cambios en cuanto a su volumen tanto por factores térmicos como hidrométricos las cuales son notorias a medida que comience su fraguado y en la vida útil del mismo. En el concreto en estado fresco y antes de llegar a su fraguado se comienzan a producir tensiones por la pérdida de agua al hidratarse el cemento. Que produce una vez fraguado fisuras de diferentes tamaños las cuales deben ser analizadas para determinar la calidad del concreto” (Rivva, 1992).

2.2.1.12. Diseño de Mezclas

“Los diseños de mezclas son un conjunto de técnicas que permiten definir la dosificación correcta para realizar una mezcla de concreto adecuada para ciertos parámetros específicos dados para un tipo de proyecto de acuerdo a los requerimientos. Existen distintos métodos para realizar un diseño con ciertos grados de aceptación o confiabilidad, como son: Método ACI, Método de Modulo de Fineza, Método de Walker, Método de Fuller, entre otros” (Pasquel Carbajal, 1993).



2.2.1.12.1. Diseño por el Módulo de Fineza

“Este método de diseño de mezclas permite tomar el módulo de fineza total de la mezcla de los agregados para satisfacer el diseño de mezclas, se sustenta básicamente en la proporcionalidad del promedio logarítmico de la dimensión de las partículas de la distribución granulométrica. Por esta razón es uno de los métodos más usados para la investigación científica, por lo que será usado para esta investigación. La desventaja de su aplicación es que da por sobreentendido el análisis detallado de la granulometría de la mezcla por medio de un promedio, pues se debe dar importancia a la proporción de los finos que afecta directamente a las propiedades de un concreto” (INDECOPI, 2011).

2.2.1.13. Concreto Reforzado con Fibras

“El concreto reforzado con fibras es básicamente una mezcla compuesta por pasta de cemento con agregados y fibras. Esta pasta es la combinación del cemento portland, agua y aditivos que se vayan a utilizar, y los agregados que pueden ser arena fina o gruesa y piedra triturada o natural; asimismo las fibras pueden ser de vidrio, acero, materiales artificiales (polipropileno) o materiales naturales” (Pasquel Carbajal, 1993).

2.2.1.13.1. Tipos de fibras

Siguiendo el código ACI-544, las fibras tienen la siguiente clasificación:

- ✓ Fibra Natural: Bagas de caña de azúcar, coco, maguey, yute, bambú.
- ✓ Fibra Sintética o Artificial: acrílica, poliéster, polipropileno, carbono, nylon, etc.
- ✓ Fibra de Vidrio.
- ✓ Fibra de Acero.

- **Fibras naturales**

Estos materiales se han empleado desde antes de la armadura convencional de concreto para reforzar estructuras como los adobes y los morteros.

Los adobes y los morteros suelen ser reforzados con fibras naturales desde antiguamente, antes de que se inventara la armadura convencional de concreto. Estas fibras se clasifican en orgánicas, como los elementos livianos como el corcho, el aserrín y la viruta de madera, y las minerales. Entre las fibras orgánicas se encuentran las fibras vegetales, que se usan para reemplazar a los agregados. (Pasquel Carbajal, 1993)



- **Fibras de polipropileno**

Las primeras fibras de polipropileno se pusieron en el mercado con el objetivo de usarse en mezclas de concreto. Su situación individual hace que actúen como un refuerzo de la masa, ayudando a limitar las fisuras por contracción plástica en estado fresco y a evitar los agrietamientos por temperatura una vez endurecido. Son incoloras, con un entretejido pequeño y una superficie impermeable, lo que permite que no absorban el agua de mezclado. (Pasquel Carbajal, 1993)

- **Fibra de vidrio**

Las fibras de vidrio tienen un origen mineral y se dan como resultado de varios procesos que modifican los diferentes materiales que la componen, como son: arena, que es un material compuesto de fibras diferentes la cual se añade otros materiales como cal, aluminio y magnesio, así como determinados óxidos.

Las fibras de vidrio se han estado investigado desde los años 60 en donde se observó que las fibras fabricadas de boro silicato o sílice-cal-soda mostraron reactividad con la pasta de cemento haciendo que se reduzca la resistencia del concreto.

Las fibras de vidrio se conforman de hebras delgadas, poseen una gran facilidad de trabajo y manejabilidad por lo que se adaptan fácilmente a los diferentes procesos constructivos. Se incorporan de manera fácil dentro de la mezcla, sin que se produzcan problemas en la trabajabilidad, proporcionando a la mezcla una alta resistencia al fuego, a la corrosión y al ataque biológico de microorganismos. (Pasquel Carbajal, 1993)

- **Fibras de acero**

Estas fibras son pedazos de corto tamaño, que van variando desde un pequeño alambre cortado en trozos hasta las fibras finales con longitud, diámetros equivalentes y formas muy diversas.

La norma ASTM A820 clasifica a las fibras en base a su proceso de fabricación en 4 tipos:

- Trefiladas.
- Láminas cortas.
- Extractos fundidos.
- Otras fibras.



2.2.1.13.2. Interacción Fibra-Concreto

Según Meza de Luna, Ortiza Lozano, & Peralta Jaime (INDECOPI, 2011) “En las últimas décadas, el uso de concreto reforzado con fibras se ha incrementado en aplicaciones muy diversas, entre ellas los pisos industriales. Las fibras metálicas y poliméricas son usadas para reforzar el concreto e incrementar su tenacidad y el control de la fisuración. El concreto reforzado con fibras (Fiber Reinforced concrete, Frc) puede ser utilizado sustituyendo o incluso eliminando el refuerzo convencional, así como también reducir el grosor de una losa industrial; existen numerosas formulaciones propuestas para cuantificar el incremento en las resistencias mecánicas a flexión con el uso de fibras en el concreto.

Ventajas:

- Son estables y ligeros en la mezcla de hormigón.
- No absorben agua.
- Disminuyen las fisuras en el concreto.
- Su baja densidad hace que este tipo de fibra quede empotrada en el hormigón o mortero de forma que no sea visible en la superficie.
- Aumenta la resistencia al impacto.

Desventajas:

- Posee un bajo módulo de elasticidad.
- Tienen menos capacidad de adherencia debido a su configuración química.

Interacción en fibras de vidrio

Ventajas:

- Son livianas
- Aumenta la resistencia al impacto.
- Resistentes a la corrosión y ataques biológicos de microorganismos.
- Disminuye el agrietamiento del concreto por contracción plástica.
- Presenta una alta resistencia a tracción.



Desventajas:

- Son atacadas por los álcalis del cemento, por lo que la fibra pierde resistencia.
- Con el paso del tiempo pierden ductilidad.

Interacción fibras de acero

Ventajas:

- Presentan buenas características dentro del concreto.
- Mejoran la resistencia a flexión y corte.
- Dan mayor resistencia a compresión.

Desventajas:

- Al ser acero tiene un nivel de oxidación si se encuentran expuestas.
- En la etapa del mezclado de elementos reducen la trabajabilidad. (INDECOPI, 2011)

2.2.2. Análisis estadísticos de datos

“El análisis estadístico de datos es una de las ciencias más importantes ya que permite, gracias a la recopilación de datos, interpretar datos para que estos sean validados. Es aplicado en la mayoría de casos para datos cuantitativos, pues en la mayoría de casos en la misma investigación se encuentran datos descriptivos y dependiendo del número de variables la investigación usa variadas técnicas estadísticas. Se pueden aplicar diversos softwares para determinar los resultados de las diferentes técnicas estadísticas como es Sistema de Análisis Estadístico (SAS), Stat soft, Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales (SPSS), entre otros” (Sanchez Carrión, 2006).

2.2.2.1. Estadística Diferencial

“Este tipo de estadística establece un conjunto de métodos que tratan de deducir acerca de situaciones generales posibles o futuras del conjunto de datos obtenidos de un estudio anterior. Implica que se usen datos muestrales para generalizar un fenómeno a ocurrir en una población. Su objetivo principal es determinar diferencias entre grupos de datos, examinar las variables asociadas, y realizar comparaciones entre grupos. Se usan como métodos de análisis: t – test, análisis de varianza, correlación y regresiones” (Sanchez Carrión, 2006).



2.2.2.2. Variables estadísticas

“Las variables estadísticas son características de un individuo o espécimen que puede adquirir diferentes valores los cuales pueden ser medidos. Existen 2 tipos de variables estadísticas como Variables cuantitativas (se pueden medir en forma numérica) o cualitativas (no se puede medir de forma numérica). Donde las variables cuantitativas son aquellas discretas (usa números enteros y no finitos) o continuas (usa números fraccionarios y finitos). Las variables cualitativas pueden ser nominales (sin orden específico), ordinales (con jerarquía) o binarias (solos 2 resultados)” (Sanchez Carrión, 2006).

2.2.2.3. Tablas de frecuencia

“Es aquella tabla que muestra una distribución de datos por medio de sus frecuencias. Es usado para variables cuantitativas o variables cualitativas ordinales. Su objetivo principal es realizar un ordenamiento de datos de forma numérica gracias a las características de la distribución de una muestra especificada” (Sanchez Carrión, 2006).

2.2.2.4. Valor promedio

También denominada media aritmética y se puede definir como el centro de gravedad de los datos a estudiar. (Pasquel Carbajal, 1993)

2.2.2.5. Mediana

Es un valor que permite dividir la mitad superior de la muestra y la inferior. Por lo que se puede definir como partes iguales de los datos de la muestra. (Sanchez Carrión, 2006)

2.2.2.6. Moda

Es un valor dentro de la muestra que por definición es el más repetido a lo largo de toda la muestra, el valor que se obtiene con mayor frecuencia.

2.2.2.7. Análisis Comparativo de Resultados

Análisis de cantidades

Se comparará el número total de resultados generados en cada ensayo, tanto para los ensayos en estado fresco como en estado endurecido de la mezcla de concreto. (Sanchez Carrión, 2006)



Se comparará las propiedades mecánicas del concreto convencional con diferentes fibras (acero, vidrio y polipropileno) y se mostrarán los resultados numéricamente en tablas y gráficos de análisis para poder observar los valores reales de cada ensayo en diferentes especímenes.

Análisis de tiempos

Para el modelo de análisis se plantearon tres diferentes etapas donde se realizará el análisis de datos; para los ensayos de las mezclas de concreto en estado fresco se hará la recolección y comparación de datos en la primera etapa (0 días), para los ensayos en estado endurecido, estos se harán en la 2da y 3era etapa de la investigación (7 y 28 días). (Sanchez Carrión, 2006).

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general

La adición de distintos tipos de fibras como el acero, polipropileno y vidrio, mejoran la resistencia a compresión en un 15% del concreto $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ elaborado con cemento HE

2.4.2. Hipótesis Especificas

Sub Hipótesis N°1

Las propiedades mecánicas del concreto con fibras de vidrio reflejan una mejora en la resistencia a la compresión mayor al 15% con respecto al concreto patrón.

Sub Hipótesis N°2.

Las propiedades mecánicas del concreto con fibras de polipropileno reflejan una mejora en la resistencia a la compresión mayor al 15% con respecto al concreto patrón.

Sub Hipótesis N°3.

Las propiedades mecánicas del concreto con fibras de acero evidencian un aumento en la resistencia a la compresión mayor al 15% con respecto al concreto patrón.



2.5. Variables e indicadores.

2.5.1. Identificación de Variables

2.5.1.1. Variable Independientes

Es el fenómeno a la que se evaluará su capacidad para influir, incidir o afectar a otras variables.

- Cantidad porcentual de fibras de vidrio, polipropileno o acero respecto al volumen del concreto $f'c=210\text{Kg/cm}^2$.

2.5.1.2. Variables Dependientes

Una variable dependiente representa una cantidad cuyo valor *depende* de cómo se modifica la variable independiente.

- Propiedades mecánicas de resistencia a la compresión del concreto en estado endurecido.



2.5.2. Operacionalización de Variables

Tabla 1

Cuadro de Operacionalización de Variables

Matriz Operacional						
Variables	Definición	Dimensión	Porcentaje de Adición de Fibras	Indicadores	Metodología	Instrumentos
Independiente	Independiente	Independiente				
Cantidad en porcentaje de fibras de, polipropileno, fibras de vidrio o fibras de acero	Fibras de vidrio tipo AR: Diseñadas tener una mejor adherencia al concreto en estado endurecido.	%	1%	Cantidad de Fibra de Vidrio	Comparación de porcentajes	NTP 339.204 ASTM-1116
	Fibras de acero de alambre trefilado en frío con extremos en forma de ganchos: Diseñadas tener una mejor adherencia al concreto en estado endurecido.	%	1%	Cantidad de Fibra de Polipropileno	Comparación de porcentajes	
	Fibras de polipropileno: Diseñadas tener una mejor adherencia al concreto en estado endurecido.	%	1%	Cantidad de Fibra de Acero	Comparación de porcentajes	
Dependiente	Dependiente	Dependiente		Indicadores	Metodología	Instrumentos
Propiedad mecánica del hormigón endurecido (Resistencia mecánica a la compresión).	Propiedades del concreto en estado endurecido: Son aquellas propiedades presentes en el concreto desde el punto de fragua, estas propiedades muestran de forma directa las propiedades mecánicas. Entre estas se pueden determinar las siguientes:	kgf/cm ²		Resistencia a la compresión	Prensa Hidráulica	NTP 339.034

Nota. Se muestra el cuadro de operacionalización de variables para la presente investigación, se observa la relación entre las variables y los porcentajes de añadidura de cada tipo de fibra al concreto $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$.



Capítulo III: Método

3.1. Alcance del Estudio

3.1.1. Enfoque de la investigación

El enfoque de la investigación será de tipo cuantitativo, según Fernández Sampieri (2018), esta investigación radica en la recolección de datos el cual establece una relación entre los participantes de la investigación sustrayendo las experiencias, ideologías, filosofías, para con ello permitarnos interpretar los resultados la realidad en función de parámetros medible, replicable y que puede reproducirse en cualquier momento con las mismas condiciones.

Debido a las siguientes características:

- Explora la ocurrencia de los fenómenos en profundidad.
- Analiza múltiples realidades objetivas.
- Tiene un proceso secuencial
- Se plantea diferentes hipótesis.

3.1.2 Nivel o alcance de la investigación

Esta investigación empleó el nivel de tipo Descriptivo-Correlacional, los estudios correlacionales tienen por objeto medir el grado de relación significativa que existe entre dos o más variables, conocer el comportamiento de una variable dependiente a partir de la información de la variable independiente o causal. (Fernández & Sampieri, 2014, pág. 89)

3.1.3 Método de investigación

Teniendo como base el libro de (Hernandez, Fernandez, & Baptiste, 2014, pág. 130), denominado “*Metodología de la Investigación*”, nos pone en conocimiento que, el diseño Cuasi - experimental, “se lleva a cabo la experimentación de una o más variables independientes para examinar afectan a una o más variables dependientes. en comparación a una muestra patrón. En un experimento la variable interesa al investigador independiente porque hipotéticamente sería una de los resultados que producen el supuesto efecto”.



3.2. Diseño de la Investigación

3.2.1 Diseño metodológico

Este diseño metodológico de Hernández Sampieri (2014, pág. 220) es un enfoque científico para el desarrollo de estudios que busca la generación de conocimiento a través de la recopilación de información sobre un tema específico. Esta metodología consiste en la selección de un marco teórico, la recolección de datos, la elaboración de una hipótesis y la validación de los resultados por medio de diferentes herramientas estadísticas. Esta metodología se utiliza para analizar y comprender un fenómeno determinado, con el fin de proponer soluciones eficaces para abordar problemas y mejorar ciertos procesos.

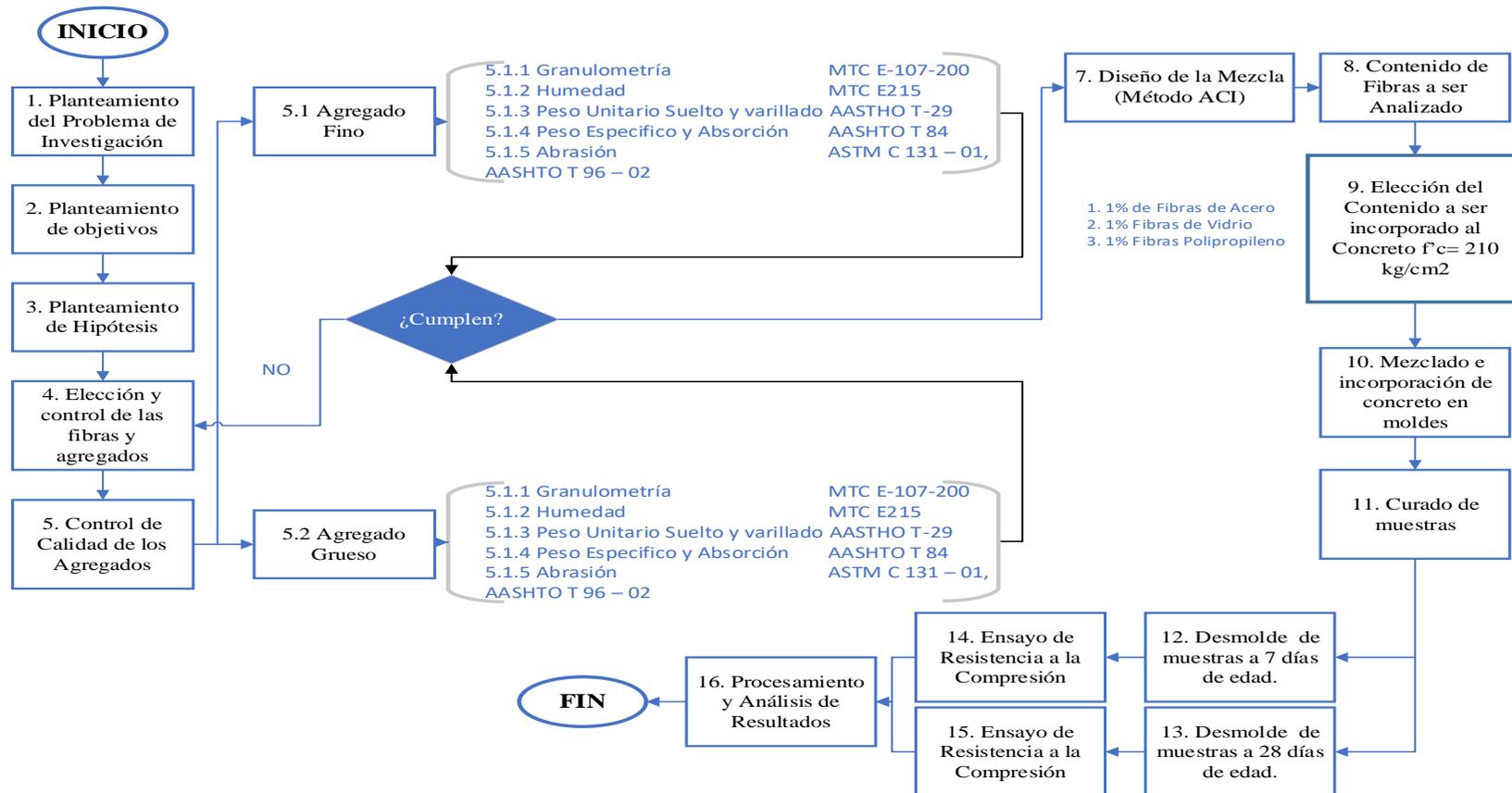
El diseño de investigación para la presente tesis es Cuasi Experimental, debido a que se estará estudiando la resistencia del concreto $f^c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ al incorporarse 1% de fibras de acero, vidrio y polipropileno con respecto al volumen del concreto en comparación de muestras patrón de concreto $f^c = 210 \text{ Kg/cm}^2$.



3.2.2 Diseño de Ingeniería

Figura 1

Diseño de Ingeniería.



Nota. Se aprecia en la figura el flujograma con el cual se realizó la presente investigación la cual consta de una serie de pasos correlacionados con los ensayos y normas a ser considerados para su evaluación.



3.3. Población

3.3.1. Descripción de la población

“Toda indagación debe ser transparente, abierta a críticas y respuesta, y esta práctica sólo es posible si el investigador define claramente a la población objeto de estudio y aclara la selección de la muestra.” (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2014, pág. 170)

Se investigó el efecto de la inclusión de fibras de vidrio, compresión y flexión del hormigón en las propiedades mecánicas $f^c=210 \text{ kg/cm}^2$, la población será igual a la muestra.

La población y muestras propuestas para la investigación consta de 120 probetas, divididas en 30 probetas patrón, 30 probetas añadidas con 1% de fibra de vidrio en relación al volumen del concreto, 30 probetas añadidas con 1% de fibra de acero en relación al volumen del concreto, 30 probetas añadidas con 1% de fibra de polipropileno en relación al volumen del concreto, de las cuales la mitad de cada una respectivamente se romperán a los 7 días de edad y la otra mitad a los 28 días de edad de las cuatro muestras respectivamente. Dichas probetas serán homogéneas de forma cilíndrica, con 30 centímetros de altura y 15 centímetros de diámetro debidamente elaborada correctamente y con un tiempo de curado ideal.

3.3.2. Cuantificación de la población

Según Hernández Sampieri (2014), una muestra es un subconjunto de elementos que se seleccionan de una población para tener información de la misma. La muestra debe ser representativa de la población para garantizar que los resultados que se hallaron sean válidos. La muestra debe ser elegida con cuidado para evitar sesgos o errores en la recopilación de la información.

Para esta investigación en la cual se analizó las Propiedades Mecánicas de concreto convencional realización con cemento tipo He y concreto elaborado con cemento tipo HE, fibras de acero, vidrio y polipropileno, precisamos que la población es infinita ya que se analizó mediante la norma la cantidad de probetas a ser elaboradas. Por lo tanto, la muestra que se utilizó en la presente tesis es un subconjunto representativo de la población infinita. En la tabla n°2 se observa detalladamente la distribución de probetas clasificadas mediante su edad y material adherido respectivamente



Tabla 2

Población y muestras propuestas para la Investigación.

ELEMENTO		DESCRIPCION				
Población	Se utilizaran 4 poblaciones con especímenes cilíndricos y prismáticos; de concreto convencional utilizando cemento HE, con adiciones de fibra de vidrio (1%), fibras de metal (1%) y fibras de polipropileno (1%)					
Muestra	Resistencia a la compresión	Concreto patrón	PROBETAS	30	15	7 días
					15	28 días
		Fibra de vidrio	PROBETAS	30	15	7 días
					15	28 días
		Fibra de polipropileno	PROBETAS	30	15	7 días
					15	28 días
		Fibra de metal	PROBETAS	30	15	7 días
					15	28 días
Total de Muestras				120	120	

Nota. Se aprecia la consideración de la cantidad de muestras a tomarse en cuenta conjuntamente para las edades del concreto las cuales serán evaluadas a los 7 días y 28 días de edad.

3.4. Muestra

3.4.1. Descripción de la muestra

De acuerdo con Monje Álvarez (2011), Cuando el universo contiene una gran cantidad de elementos, sería demasiado enfrentamiento tratar de evaluar cada una de ellas. Por lo tanto, se elige una muestra, un pequeño grupo de elementos que refleje el comportamiento general del universo. Esta muestra, si es representativa, debería ofrecer resultados similares a los que se obtendrían al estudiar todo el universo, con un número de unidades mucho menor.

Para la investigación propuesta la muestra se confirmó por especímenes de concreto $f'c = 210$ Kg/cm², Estas se clasifican en: muestras patrón elaborado con cemento HE, muestras con 1% de adición de fibras de vidrio elaborado con cemento HE, muestras con adición de 1% de polipropileno elaborado con cemento HE y muestras con adición de 1% de adición de fibras de acero elaborado con cemento HE.

Para la elaboración de los tipos de muestras se necesitó agregado fino y agregado grueso siendo provenientes de las canteras de Huambutio para AF y Vicho para AG, el tipo de cemento con la cual se elaboró fue Tipo HE.



3.4.2. Cuantificación de la muestra

En la cuantificación de las muestras consideramos en total 120 probetas, ya que se consideró una muestra representativa y suficiente para poder determinar las características de Resistencia a la Compresión de todos los tipos de concreto que se está investigando.

3.4.3. Método de muestreo

En el muestreo No Probabilísticas, esto debido a que la elección de elementos no se basa en ninguna proporción estadística, sino que los criterios de decisión dependen de características tales como tamaño, resistencia, etc. Esta forma de selección no se relaciona con la aleatoriedad mecánica de la probabilidad, sino que requiere la toma de decisiones por parte de alguien o un colectivo. De esta forma, esta técnica de muestreo refleja otros criterios de investigación. La elección entre muestreo probabilístico o no probabilístico depende de la finalidad del estudio y de los resultados que se buscan obtener. (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2006)

El muestreo se rige de acuerdo a las normas NTP, ASSHTO y ACI para su selección, elaboración y procesamiento. Además cabe señalar que las muestras con adición de las fibras anteriormente mencionadas dotaran de características considerables para aumentar la resistencia a la compresión del concreto $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, los cuales son seleccionadas y procesadas de acuerdo al criterio personal de los tesisistas.

3.4.4. Criterios de evaluación de muestra

Para la presente investigación evalúo las muestras según el siguiente criterio:

- Se realizó la Resistencia a la compresión, con 120 muestras de probetas cilíndricas de 15 centímetros de diámetro y 30 centímetros de alto, para concreto $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, dentro de estas, 30 fueron las muestras patrón donde no se adicionaron ningún tipo de fibra siendo 15 probetas ensayadas a los 7 días de edad y los 15 restantes a los 28 días de edad, de igual manera se procedió a realizar este tipo de procedimiento para la edición del 1% de fibras de acero, polipropileno y vidrio respectivamente.
- Se tuvo en consideración que los modelos cumplan con las condiciones de calidad y los procedimientos según la normativa como se muestra en el diseño de ingeniería en acápite 3.2.2 de esta investigación.
- Los materiales utilizados para la creación de las muestras de concreto $f'_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ para las muestras fueron los siguientes:



- Cemento tipo HE (marca Yura).
 - Árido Fino proveniente de la cantera de Huambutio.
 - Árido Grueso proveniente de la cantera de Vicho con T.M.N. de $\frac{3}{4}$ ".
 - Adición de 1% de fibra de acero en reemplazo al volumen de la matriz de concreto.
 - Adición de 1% de fibra de vidrio en reemplazo al volumen de la matriz de concreto.
 - Adición de 1% de fibra de polipropileno en reemplazo al volumen de la matriz de concreto.
- La dosificación o diseño de mezcla se realizó previos estudios de laboratorios correspondiente a: análisis granulométrico, contenido de humedad, peso unitario, peso específico, abrasión. Los cuales fueron realizados para ambos tipos de agregados.
 - Especímenes de concreto elaborados de la siguiente manera: 30 especímenes de concreto $f'c=210$ Kg/cm² (patrón, sin edición de ningún tipo de aditivo y/o fibra); 30 especímenes de concreto $f'c=210$ Kg/cm² adicionando 1% de fibra de vidrio, 30 especímenes de concreto $f'c=210$ Kg/cm² adicionando 1% de fibra de polipropileno; 30 especímenes de concreto $f'c=210$ Kg/cm² adicionando 1% de fibra de acero.
 - Modelos de concreto cilíndricos de medidas: 30 cm de altura x 15 cm de diámetro.
 - Modelos de concreto ensayados a los 7 y 28 días de edad.

3.5. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

3.5.1. Instrumentos de Ingeniería

Para la investigación se usaron los siguientes materiales e instrumentos:

- **Ensayo de análisis granulométrico de agregado fino y grueso:**
 - Tamizadores Mecánico calibrados.
 - Tamices: N°4, N°8, N°16, N°30, N°50, N°100 y N°200.
 - Balanzas con 0.1 g. y de 0.01 g de sensibilidad.
 - Brochas.
 - Cucharón de madera y metálico.
 - Escobillón metálico y de plástico.
 - Serie de Tamices gruesos: 1 $\frac{1}{2}$ ", 1", $\frac{3}{4}$ ", $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{8}$ ", N°4 y N°8.



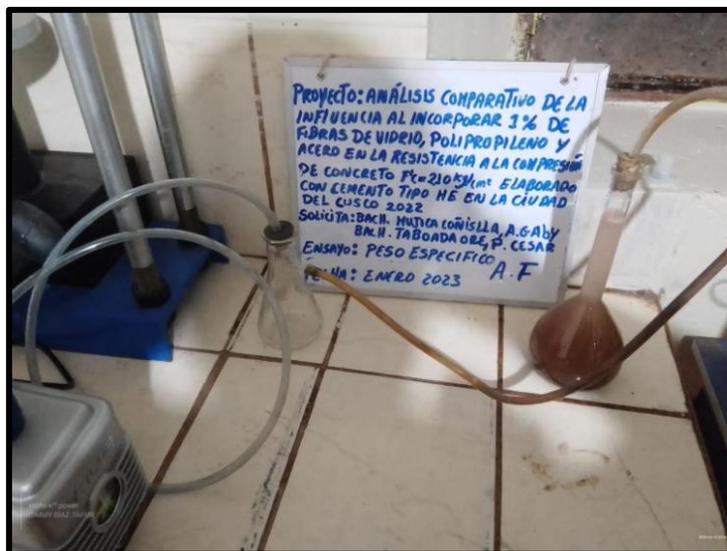
- **Ensayos de Peso específico y Absorción del Agregado fino y grueso**
 - Balanzas con 0.1 g. y de 0.01 g de sensibilidad.
 - Molde en forma de cono y apisonador metálico.
 - Fiola de vidrio de 0.5 litros.
 - Horno calibrado.
 - Bomba de vacíos calibrado.
 - Bandejas de distintos tamaños metálicas.
 - Cucharón de madera y metálico.
- **Ensayo de contenido de Humedad del Agregado fino**
 - Balanzas con 0.1 g. y de 0.01 g de sensibilidad.
 - Bandejas de distintos tamaños metálicas.
 - Recipientes de distintos tamaños metálicos.
 - Cucharón de madera y metálico.
 - Horno calibrado.
- **Ensayo de contenido de Humedad del Agregado grueso**
 - Balanzas con 0.1 g. y de 0.01 g de sensibilidad.
 - Bandejas de distintos tamaños metálicas.
 - Cucharón de madera y metálico.
 - Horno calibrado.
- **Ensayo de Resistencia a la Degradación por Abrasión e Impacto en la Máquina de los Ángeles:**
 - Máquina calibrada conocida como “Los Ángeles”.
 - Tamices 1/2 pulgadas, 3/8 pulgadas y N°10
 - Balanzas con 0.1 g. y de 0.01 g de sensibilidad.
 - Bolas de acero.
 - Bandejas de distintos tamaños metálicas.
 - Horno calibrado.
 - Cucharón de madera y metálico.



- **Elaboración y curado de especímenes de concreto autocompactante en laboratorio**
 - Cuchara de madera y metálico.
 - Cucharón de madera y metálico.
 - Comba de goma.
 - Acero liso de 45 centímetros.
 - Moldes cilíndricos de PVC y acero según diseño.
 - Balanza con una precisión determinada de 1 gramo.
 - Wincha en óptimas condiciones.
 - Vernier en óptimas condiciones.
- **Ensayo de Resistencia a Compresión**
 - Máquina de prensa hidráulica para medir la resistencia a compresión.
 - Almohadas de neopreno normada.
 - Vernier en óptimas condiciones.
 - Wincha en óptimas condiciones.

Figura 2

Instrumentos para determinar el Peso Específico del A.F.



Nota. En la imagen se aprecia el uso del instrumento para determinar el peso específico del agregado fino.



Figura 3

Instrumentos para determinar el Peso Unitario del A.F.



Nota. En la figura se aprecia la aplicación del ensayo del peso unitario para el agregado fino.

Figura 4

Instrumentos para determinar el Peso Específico del A.G.



Nota. En la figura se aprecia la aplicación de los instrumentos y el ensayo del peso específico del agregado fino.



Figura 5

Juego de tamices para el análisis granulométrico de los Agregados Fino y Gruesos.



Nota. En la figura se aprecia la aplicación del ensayo del tamizado para la determinación de la granulometría de los agregados.

Figura 6

Máquina para el ensayo a compresión.



Nota. En la figura se aprecia la aplicación del ensayo del tamizado para la determinación de la granulometría de los agregados.



Figura 7

Uso del Horno Eléctrico



Nota. En la figura se aprecia la aplicación del horno eléctrico para la determinación de la cantidad de humedad de los agregados.

3.5.2. Muestreo de los agregados finos y gruesos (NTP 400.10)

a) Procedimiento

Se tomo aproximadamente 32 kilogramos de las muestras del AF y AG previamente limpiado y libre de cualquier elemento orgánico y/o contaminantes, posteriormente se realizó una mezcla con la ayuda de una pala para tener una muestra homogénea. Posteriormente se extiende el material y se realiza el cuarteo con la ayuda de una varilla compacta y espátulas. Posteriormente a la división se escogió dos partes diagonalmente opuestas y que tengan características similares. Posteriormente se pesó la muestra representativa obtenida y fueron almacenadas dentro de bolsas y baldes para prevenir cualquier tipo de contaminación como se observa en las figuras n°18, 19, 20, 21,22.



3.5.3. Análisis Granulométrico Agregado Fino por Tamizado NTP 400.012:2001

Este ensayo consistió en:

1. La determinación cuantitativa de los diferentes tamaños de partículas del agregado de cada material se realiza mediante el uso de tamices de abertura cuadrada.
2. Se debe proceder a determinar la distribución de los tamaños de las partículas de la muestra mediante la colocación sucesiva de los tamices, de mayor a menor abertura de malla.

a) Procedimiento

Primeramente, se realizó la selección de la muestra para ser sometida por análisis de cuarteo para posteriormente pesarla y llevarla al horno por 24 horas a una temperatura de $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$.

Posteriormente se colocaron las muestras en las mallas apiladas para cada tipo de agregado fino o grueso respectivamente.

Terminando el tamizado se procedió a retirar las mallas apiladas del tamizador mecánico para poder pesar el contenido de cada una de estas y se registradas en los formatos posteriormente.

Figura 8

Procedimiento para el Cuarteo del Agregado Grueso



Nota. En la figura se aprecia la aplicación del método de cuarteo para el agregado fino y agregado grueso.



Figura 9

Lavado del Material



Nota. En la figura se puede apreciar el uso de las bandejas para la el ensayo de tamizaje de los agregados finos y guresos.

Figura 10

Secado en horno del agregado a temperatura de 110 °C



Nota. En la figura se aprecia la aplicación del horno eléctrico para la determinación de la cantidad de humedad de los agregados.



Figura 11

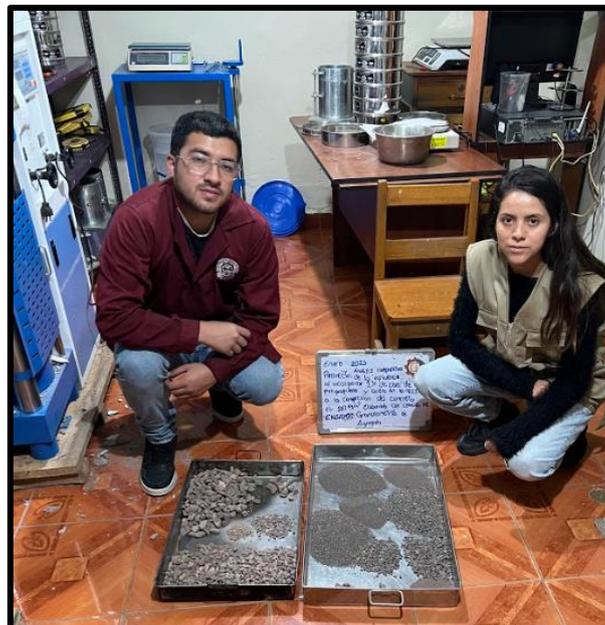
Tamizado del Agregado Fino y Grueso.



Nota. En la figura se puede apreciar el uso del juego de tamices para la determinación de la granulometría para los agregados finos y gruesos.

Figura 12

Tamizado de Agregado Fino y Grueso



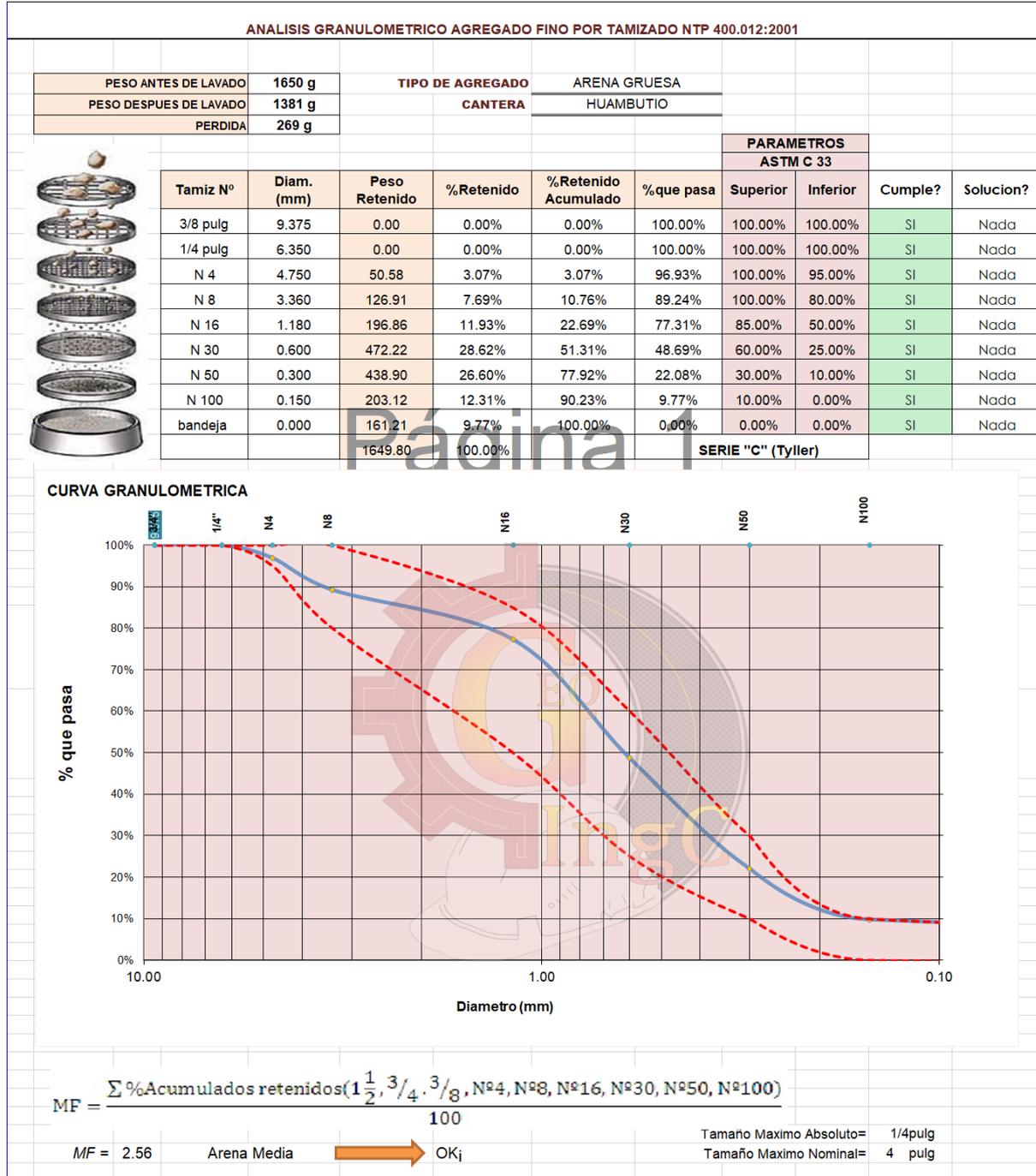
Nota. En la figura se puede apreciar el tamizaje realizado para los agregados finos y gruesos a ser utilizados para el diseño de mezclas.



c) Toma de datos

Figura 13

Análisis Granulométrico del Agregado Fino

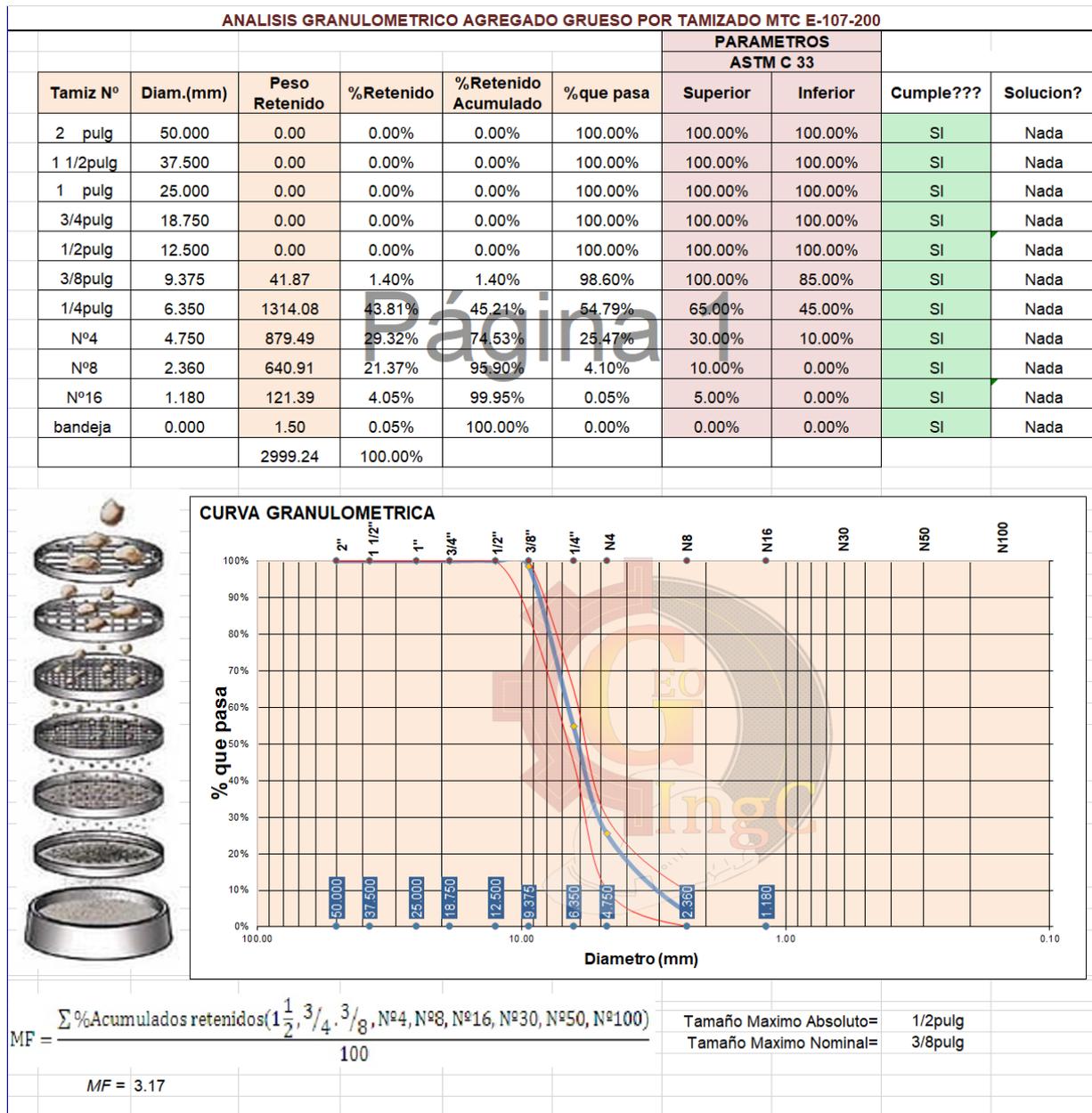


Nota. se aprecia el llenado de los datos obtenidos en laboratorio y su relación con los resultados de la granulometría aplicada para cada tipo de agregado (fino y grueso).



Figura 14

Análisis Granulométrico del Agregado Grueso



Nota. se aprecia el llenado de los datos obtenidos en laboratorio y su relación con los resultados de la granulometría aplicada para cada tipo de agregado (fino y grueso).

3.5.4. Peso Unitario Suelto y Varillado de los Agregados Fino y Grueso

Este ensayo consistió en:

Obtener el peso unitario del agregado fino suelto y compactado

a) Procedimiento

Peso unitario suelto:

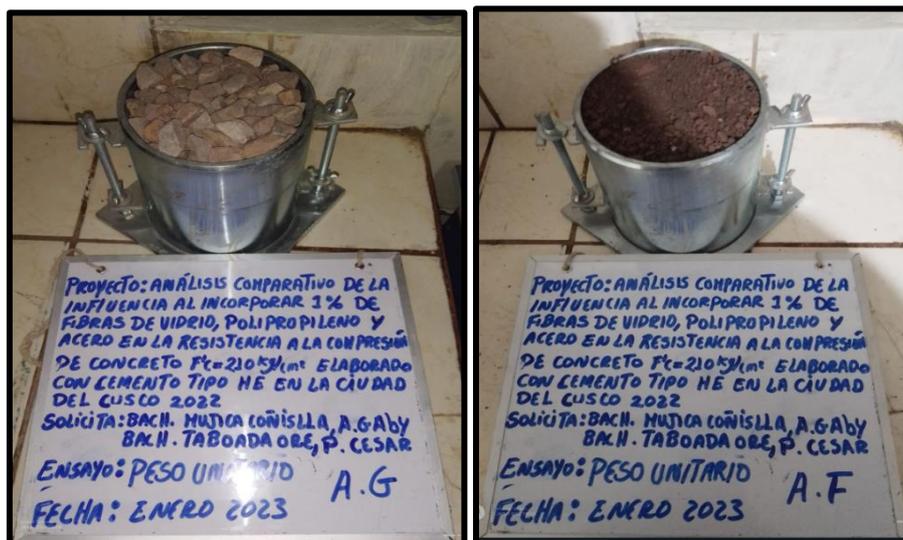
- Se obtuvo el volumen y el peso de la forma cilíndrica.
- Después se colocó el árido a una altura de 5 cm por encima del molde con una cuchara metálica hasta llenarlo y el molde se niveló con una varilla de nivelación de 5/8 de pulgada por eliminar el exceso de material.
- Se pesó el árido dentro del molde.
- El ensayo se repitió dos veces para finalmente tener la media de los resultados.

Peso unitario compactado:

- Se obtuvo el volumen y el peso de la forma cilíndrica.
- Después se coloca el árido en el molde hasta un tercio y se aplican 24 veces con una varilla de 5/8" y la vara de acero se distribuye por toda la zona del molde sin tocar el fondo y así se compacta el material. Se repite 2 veces más hasta que se haya completado el molde y se lleva a cabo la nivelación con una barra de molde.
- Se pesó el árido con el molde.
- El ensayo se repitió dos veces para finalmente tener la media de los resultados.

Figura 15

Procedimiento para determinar el Peso unitario del Agregado Grueso y Fino



Nota. Se aprecia la aplicación de los instrumentos y la metodología para determinar el peso unitario del agregado fino y agregado grueso.



b) Toma de datos

Figura 16

Resultados de Peso Unitario y Peso Varillado para los Agregados

PESO UNITARIO SUELTO AASTHO T-29				
AGREGADO FINO	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
PESO DE MOLDE	3895.00 gr	3895.00 gr	3895.00 gr	
PESO MOLDE + MATERIAL HUMEDO	14202.00gr	14215.00gr	14219.00gr	
VOLUMEN DE MOLDE	6912.00cm ³	6912.00cm ³	6912.00cm ³	
PESO UNITARIO SUELTO	1491.17 kg/m³	1493.06 kg/m³	1493.63 kg/m³	1492.62 kg/m³
PROMEDIO DE PESO UNITARIO SUELTO =		1492.62 kg/m³		

PESO UNITARIO VARILLADO AASTHO T-29				
AGREGADO FINO	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
PESO DE MOLDE	3895.00 gr	3895.00 gr	3895.00 gr	
PESO MOLDE + MATERIAL HUMEDO	15046.00gr	15024.00gr	15035.00gr	
VOLUMEN DE MOLDE	6912.00cm ³	6912.00cm ³	6912.00cm ³	
PESO UNITARIO SUELTO	1613.28 kg/m³	1610.10 kg/m³	1611.69 kg/m³	1611.69 kg/m³
PROMEDIO DE PESO UNITARIO SUELTO =		1611.69 kg/m³		

Nota. Se aprecia los resultados para el peso unitario suelto del agregado fino y grueso utilizando la metodología del AASTHO T-29.

3.5.5. Peso Específico y Absorción de los Agregados

Este ensayo consistió en:

Determinar el peso específico y nominal, así como también el grado de absorción del agregado fino suelto y compactado.

a) Procedimiento

- En lugar destacado, se seleccionó la muestra por método de cuartelaje, donde aprox. 1 kg pasado por la malla núm.04.
- Se pesa el vial con 500 ml de agua y se anota su peso.
- La muestra se pone en un horno a una temperatura de 110 °C durante 24 horas.
- Después de obtener la muestra parcialmente seca, se divide la muestra, se toman 500 g de peso en un horno a 110°C, los 500 g restantes se colocan en la fiola.
- Después de la colocación de A.F. se llena el vial con 500 ml de agua y se elimina el aire atrapado, tras lo cual se pesa el contenido en ambos casos.



Figura 17

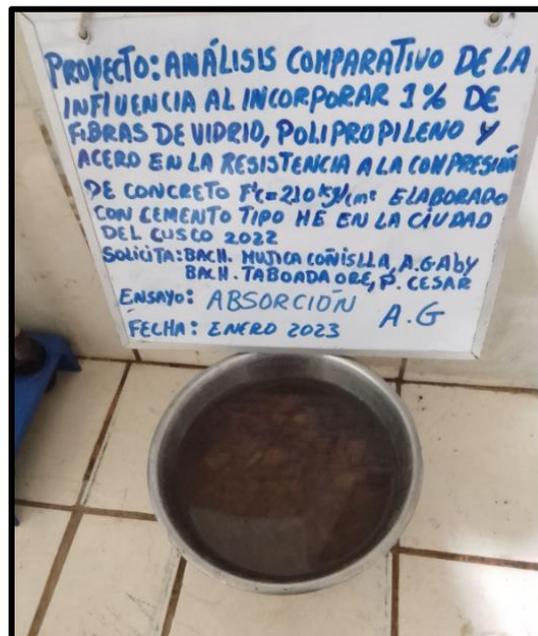
Procedimiento para la Determinación del Peso Específico del Agregado Grueso



Nota. Se aprecia los instrumentos y aplicación de los pasos para la determinación del Peso específico del agregado grueso.

Figura 18

Ensayo para la determinación del Porcentaje de Absorción del Agregado Grueso



Nota. Se aprecia los instrumentos y aplicación de los pasos para la determinación de la absorción del agregado grueso.

Figura 19

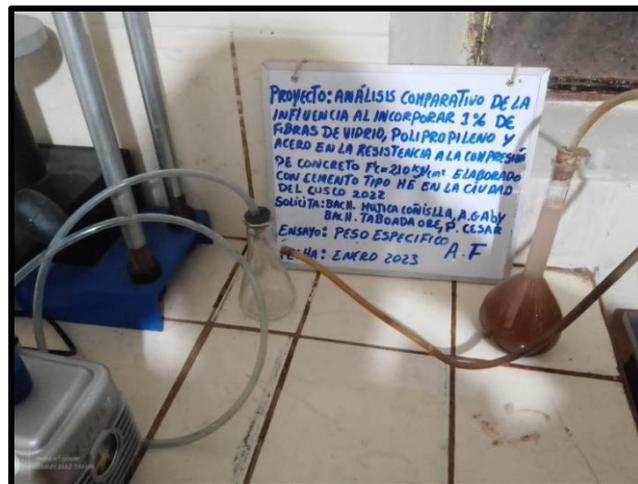
Ensayo para la determinación del Porcentaje de Absorción del Agregado Fino



Nota. Se aprecia los instrumentos y aplicación de los pasos para la determinación de la absorción del agregado grueso.

Figura 20

Ensayo para la determinación del Peso Específico del Agregado Fino



Nota. Se aprecia los instrumentos y aplicación de los pasos para la determinación del peso específico del agregado fino.



b) Toma de Datos

Figura 21

Toma de datos para el Peso específico y absorción del A.F. y A.G.

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO FINO AASHTO T 84	
Wo = Peso en el aire de la muestra secada en el horno, gr	: 498.12 gr
V = Volumen de Frasco en cm ³	: 500.00 cm ³
Va = Peso en gramos o volumen en cm ³ de agua añadida en el frasco	: 302.77 cm ³
$P_{em} = \frac{W_o}{(V - V_a)} = 2.53 \text{ gr/cm}^3$	$Ab = \frac{500 - W_o}{W_o} \times 100 = 0.38\%$
$P_{sss} = \frac{500}{(V - V_a)} \times 100 = 2.54 \text{ gr/cm}^3$	$P_{aparente} = \frac{W_o}{(V - V_a) - (500 - W_o)} = 2.55 \text{ gr/cm}^3$
PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO GRUESO AASHTO T 84	
A = PESO SECO EN EL AIRE	: 1465.00 gr
B = PESO SUPERFICIALMENTE SECO	: 1480.00 gr
C = PESO DE LA MUESTRA EN AGUA	: 896.00 gr
$\gamma_{esp} = \frac{A}{B - C} = 2.51$	$\gamma_{aparente} = \frac{A}{A - C} = 2.57$
$\gamma_m = \frac{B}{B - C} = 2.53$	$Absorcion = \frac{B - A}{A} = 1.02\%$
AG. GRUESO	AG. FINO
	
FINALMENTE:	
P.E. AG. GRUESO 2.51gr/cm ³	
P.E. AG. FINO 2.53gr/cm ³	

Nota. Se aprecia los resultados para el ensayo del peso específico y absorción del agregado fino.



3.5.6. Humedad

Este ensayo consistió en:

Determinar el total de humedad para las muestras de los Agregado Fino y Grueso.

a) Procedimiento

- Primeramente, se realiza pesando la muestra para cada caso ya sea agregado fino o grueso.
- Se registra el peso de las muestras
- Posteriormente se llevan al horno a 110°C por 24 horas
- Por último, se retira la muestra del horno para su enfriamiento y posteriormente se pesa y se registra cada peso para posteriormente determinar su contenido de humedad

Figura 22

Procedimiento de secado de materiales en el horno



Nota. Se aprecia los instrumentos y aplicación de los pasos para la determinación del porcentaje de humedad del agregado.

Figura 23

Control del peso de los agregados para determinar el contenido de humedad



Nota. Se aprecia los instrumentos y aplicación de los pasos para la determinación del porcentaje de humedad de los agregados.

b) Toma de Datos

Figura 24

Contenido de Humedad del Material Fino y Material Grueso

CONTENIDO DE HUMEDAD MTC E215				
AGREGADO FINO	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
PESO DE CAPSULA	23.21	23.98	22.15	
PESO CAPS + MATERIAL HUMEDO	133.88	143.32	160.70	
PESO CAPS + MATERIAL SECO	131.96	141.23	159.10	
PESO DEL AGUA	1.92	2.09	1.60	
PESO DEL SUELO SECO	108.75	117.25	136.95	
CONTENIDO DE AGUA (%)	1.77	1.78	1.17	1.57

CONTENIDO DE HUMEDAD DE MATERIAL GRUESO				
AGREGADO GRUESO	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
PESO DE CAPSULA	31.64	15.44	19.04	
PESO CAPS + MATERIAL HUMEDO	146.57	132.49	166.57	
PESO CAPS + MATERIAL SECO	144.32	131.33	164.06	
PESO DEL AGUA	2.25	1.16	2.51	
PESO DEL SUELO SECO	112.68	115.89	145.02	
CONTENIDO DE AGUA (%)	2.00	1.00	1.73	1.58

Nota. Se aprecia los formatos y la aplicación de los pasos para la determinación del porcentaje de humedad de los agregados.



3.5.7. Ensayo Resistencia a la abrasión (ASTM C 131, AASHTO T 96 – 02) Método – máquina de los ángeles.

Este ensayo mide el desgaste del árido grueso causado por el impacto y la fricción entre sus partículas y determina su índice de calidad y dureza del árido.

a) Procedimiento

Primeramente, se tamizo la muestra a ser ensayada de agregado grueso referentes a aquellos que fueron retenidos en el tamiz de $\frac{3}{4}$ " y lo demás que fue retenido en el tamiz de $\frac{1}{2}$ ".

A continuación, la muestra es colocada en la máquina de los ángeles y según el método utilizado, se colocan 11 bolas metálicas y después se programa la máquina para realizar 500 revoluciones a intervalos de 15 minutos.

Al final del tiempo programado, el material se elimina de la máquina de ángel para el cribado. El material colocado en la malla núm. 10 se lavó y se puso en una bandeja para hornear a 110°C durante 24 horas. Pasadas 24 horas, se retira el material del horno y cuando la muestra se ha enfriado, se pesa para registrar el peso final.

Figura 25

Proceso de ensayo de Abrasión



Nota. Se aprecia los instrumentos y aplicación de los pasos para la determinación de la resistencia a la abrasión mediante la aplicación de la máquina de los ángeles.



Figura 27

Toma de datos de los resultados del Ensayo de Resistencia a la Abrasión o Desgaste del Agregado Fino

MUESTRA		ARENA GRUESA		ENSAYO DE RESISTENCIA A LA ABRASIÓN O DESGASTE (ASTM C 131 – 01, AASHTO T 96 – 02) METODO - MAQUINA DE LOS ANGELES			
TAMIZ				GRADACION			
PASA		RETENIDO		A	B	C	D
1 1/2 pulg	37.500 mm	1 pulg	25.000 mm	1250 +/- 25			
1 pulg	25.000 mm	3/4 pulg	18.750 mm	1250 +/- 25			
3/4 pulg	18.750 mm	1/2 pulg	12.500 mm	1250 +/- 10	2500 +/- 10		
1/2 pulg	12.500 mm	3/8 pulg	9.500 mm	1250 +/- 10	2500 +/- 10		
3/8 pulg	9.500 mm	1/4 pulg	6.350 mm			2500 +/- 10	
1/4 pulg	6.350 mm	N° 4	4.750 mm			2500 +/- 10	
N° 4	4.750 mm	N° 8	3.360 mm				5000 +/- 10
MASA TOTAL DE LA MUESTRA (gr)				5000 +/- 10	5000 +/- 10	5000 +/- 10	5000 +/- 10
NUMERO DE ESFERAS				12	11	8	6
MASA DE LAS ESFERAS (gr)				5000 +/- 25	4584 +/- 25	3330 +/- 20	2500 +/- 15
MASA DE CADA ESFERA (gr)				417 +/- 20	417 +/- 20	416 +/- 20	417 +/- 20
NUMERO DE VUELTAS				500	500	500	500
FRECUENCIA (revoluciones x min)				30 α 33	31 α 33	32 α 33	33 α 33

GRADACION	T max	m.m	
A	1 pulg	25.000	NO
B	1/2 pulg	12.500	NO
C	1/4 pulg	6.350	NO
D	N° 4	4.750	SI

TAMIZ				GRADACION			
PASA		RETENIDO		A	B	C	D
1 1/2 pulg	37.500 mm	1 pulg	25.000 mm				
1 pulg	25.000 mm	3/4 pulg	18.750 mm				
3/4 pulg	18.750 mm	1/2 pulg	12.500 mm				
1/2 pulg	12.500 mm	3/8 pulg	9.500 mm				
3/8 pulg	9.500 mm	1/4 pulg	6.350 mm				
1/4 pulg	6.350 mm	N° 4	4.750 mm				
N° 4	4.750 mm	N° 8	3.360 mm				5000 +/- 25
MASA TOTAL DE LA MUESTRA (gr)				0 +/- 10	0 +/- 10	0 +/- 10	5000 +/- 10
NUMERO DE ESFERAS				12	11	8	6
MASA DE LAS ESFERAS (gr)				5000 +/- 25	4584 +/- 25	3330 +/- 20	2500 +/- 15
MASA DE CADA ESFERA (gr)				417 +/- 20	417 +/- 20	416 +/- 20	417 +/- 20
NUMERO DE VUELTAS				500	500	500	500
FRECUENCIA (revoluciones x min)				30 α 33	31 α 33	32 α 33	33 α 33

Nota. Se aprecia los instrumentos y aplicación de los pasos para la determinación mediante la aplicación de formatos con fórmulas para la determinación de la resistencia a la abrasión mediante la aplicación de la máquina de los ángeles.



3.5.8. Elaboración y curado de especímenes de concreto con adición de 1% de fibras de vidrio, acero y polipropileno, realizadas en laboratorio.

Este ensayo consistió en:

Realizar 15 testigos (probetas cilíndricas con dimensiones 6 pulg de Diámetro y altura 12 pulg) para muestras patrón y para cada fibra a ser evaluada a los 7 y 28 días de edad de ser elaboradas.

a) Procedimiento

Tras realizar el diseño de la mezcla y calcular la adición del 1% de cada fibra para las muestras de hormigón con $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$, se mezclaron los respectivos materiales: árido fino, árido grueso, cemento tipo HE, agua, fibras; Hemos continuado llenando cada encofrado antes de limpiar e impermeabilizar el interior con una capa de aceite mineral para evitar que el hormigón se pegue al encofrado. Continúe llenando el tubo y, finalmente, continúe eliminando el exceso de mezcla. Aplicar la mezcla en cada molde, darle un acabado adecuado y mantenerlo sobre una superficie plana.

Figura 28

Adquisición y selección de las Fibras a ser añadidas al concreto.



Nota. Se aprecia la aplicación de las fibras de acero a la elaboración del concreto $f'c=280 \text{ Kg/cm}^2$.

Figura 29

Selección de las fibras y posterior cuantificación de masa para ser añadida al concreto



Nota. Se aprecia la aplicación de las fibras a la elaboración del concreto $f'c=280 \text{ Kg/cm}^2$.

Figura 30

Adquisición y cuantificación de peso del cemento Tipo HE para la elaboración del concreto



Figura 31

Proceso de Elaboración del Concreto según Diseño de Mezclas



Nota. Se aprecia el taraje de los materiales a ser utilizados para la elaboración del concreto.

Figura 32

Incorporación de las fibras a la elaboración del concreto



Nota. Aplicación de las fibras en el mezclado del concreto.



Figura 33

Incorporación de las Fibras de Polipropileno en la elaboración del Concreto



Nota. Aplicación de las fibras en el mezclado del concreto.

Figura 34

Corroboración de SLUMP



Nota. Determinación del slump del concreto fresco.



Figura 35

Elaboración de los especímenes en moldes (briqueteras)



Nota. Aplicación de la mezcla de concreto en las briqueteras.

Figura 36

Proceso de Curado de los Especímenes



Figura 37

Briquetas con edad de 7 y 28 días de ser elaboradas



Figura 38

Briquetas pesadas en balanza electrónica



Nota. Taraje de las muestras a ser ensayadas en la maquina a compresión y determinar la resistencia a compresión a la cual pueden soportar.

Figura 39

Proceso de Rotura de los especímenes (briquetas) a los 7 días de edad

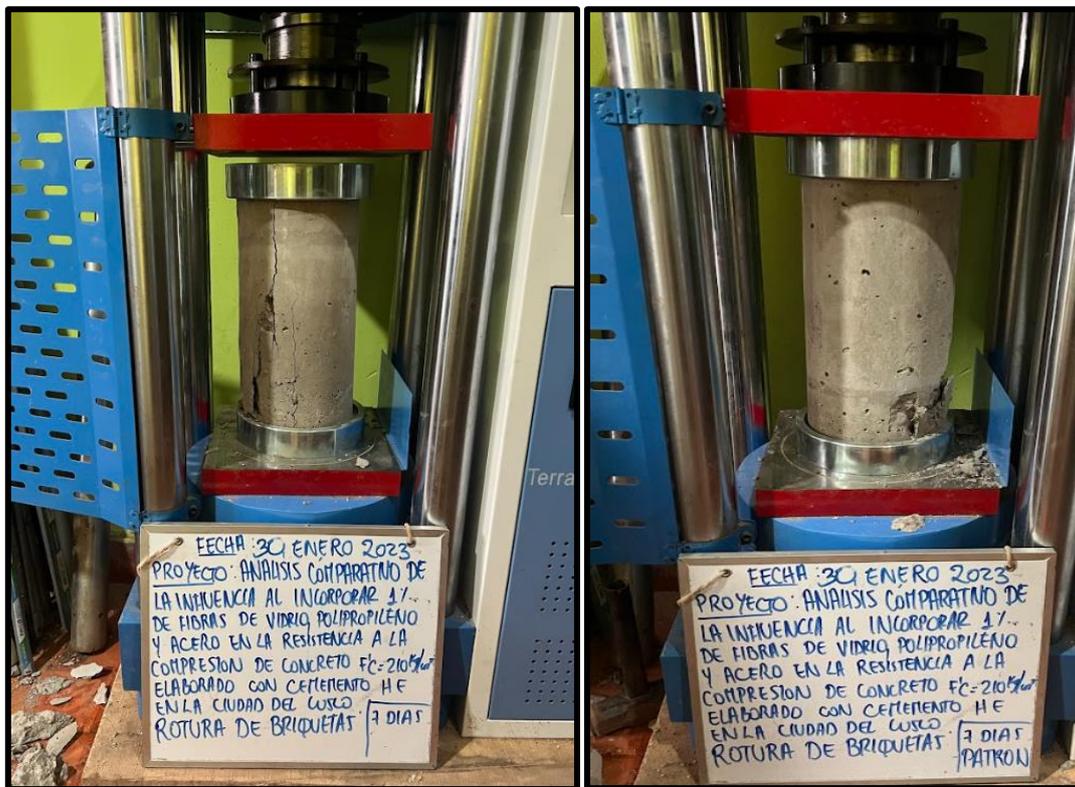


Figura 40

Proceso de Rotura de los especímenes (briquetas) a los 7 días de edad para fibras restantes



Figura 41

Briquetas después del proceso de rotura



Nota. Muestras después de la aplicación del ensayo de resistencia a la compresión la cual fue aplicada mediante una maquina compresora.

Figura 42

Estado de las briquetas (28 días) después del proceso de rotura.





Figura 43

Estado de Briquetas después del proceso de roturas.



3.6. Plan de Análisis de datos

3.6.1. Análisis granulométrico para Agregado Fino Grueso

a) Procesamiento o Cálculos de la prueba

Posteriormente a los ensayos realizados en laboratorio y su registro de datos se procedió a realizar los trabajos correspondientes en gabinete para lo cual se utilizó el software Excel para su formulación y posterior procesamiento.



b) Diagramas, tablas

Figura 44

Análisis Granulométrico Agregado Fino

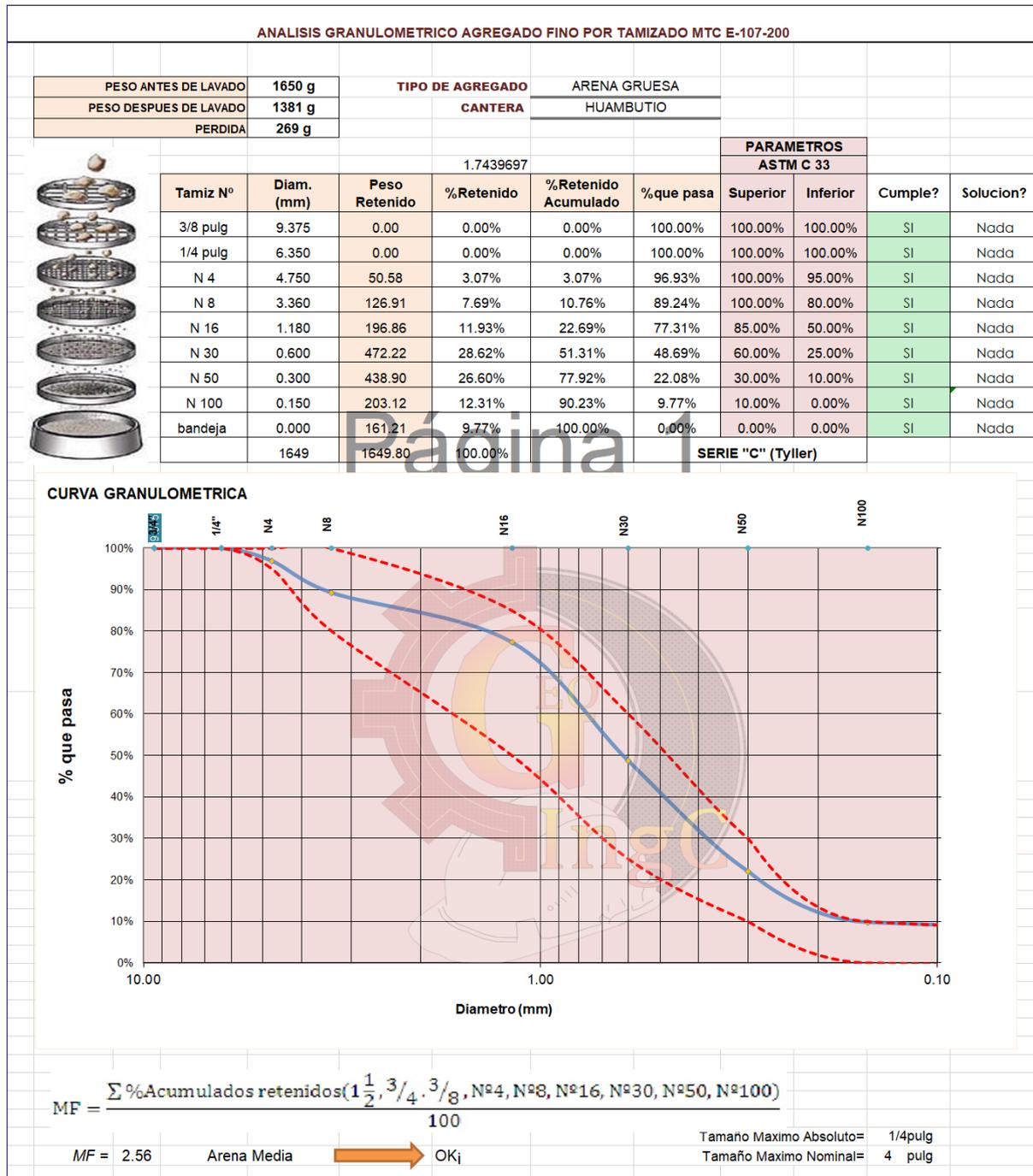
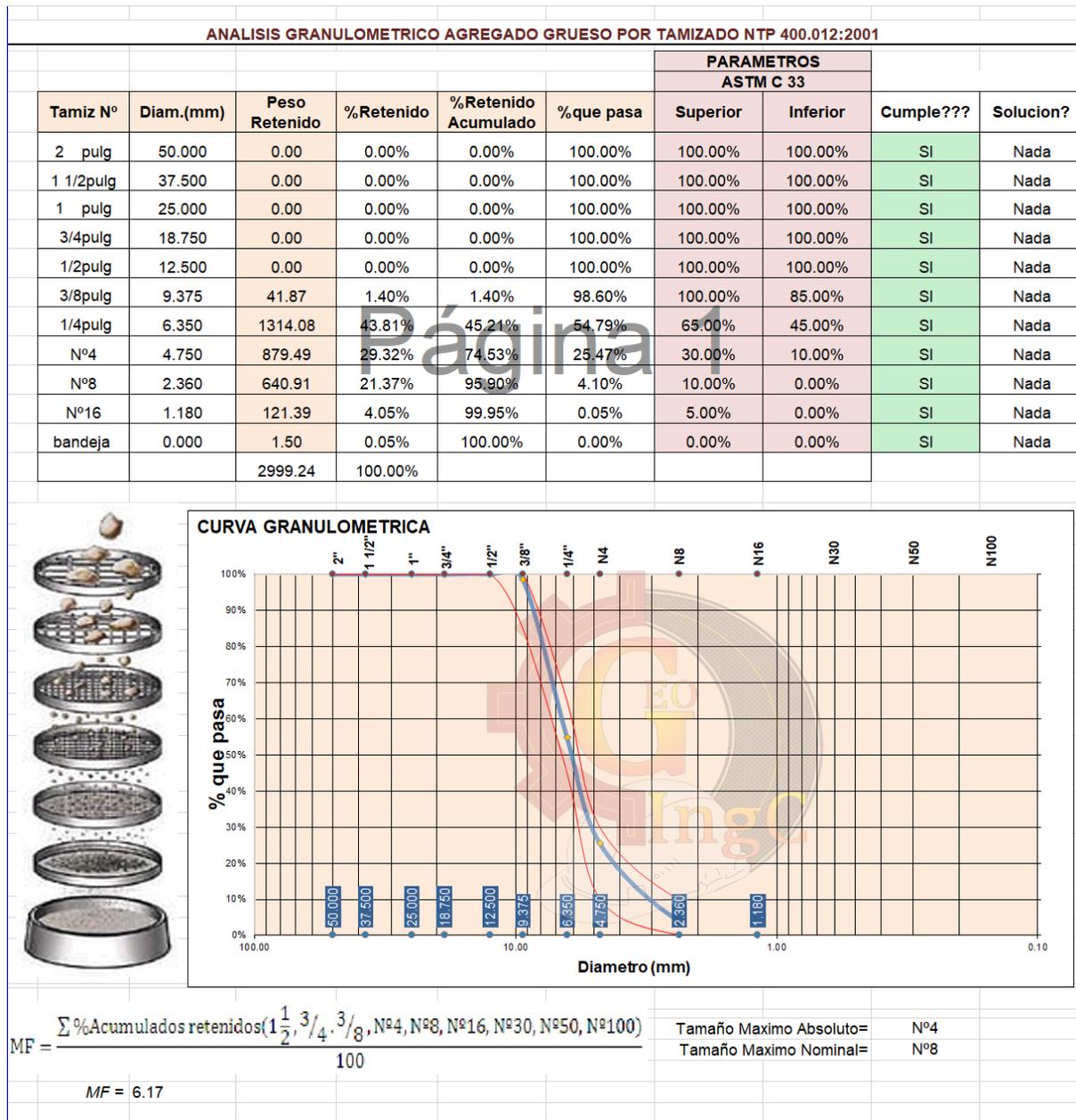


Figura 45

Análisis Granulométrico Agregado Grueso



c) Análisis de la prueba

El AF que se utilizó fue arena gruesa de la cantera de Huambutio, obteniéndose un porcentaje de material retenido en la malla N°50 con 26.6 % y obteniéndose un M.F. de 2.56 lo cual resulta apto para la elaboración del concreto.

El agregado Grueso que se utilizó fue piedra chancada proveniente de la cantera de Vicho, presenta un M.F. de 6.17, teniendo como T.M.N. 1/2"



3.6.2. Análisis de Resultados de Humedad de los Agregados Fino y Grueso

a) Procesamiento o Cálculos de la prueba

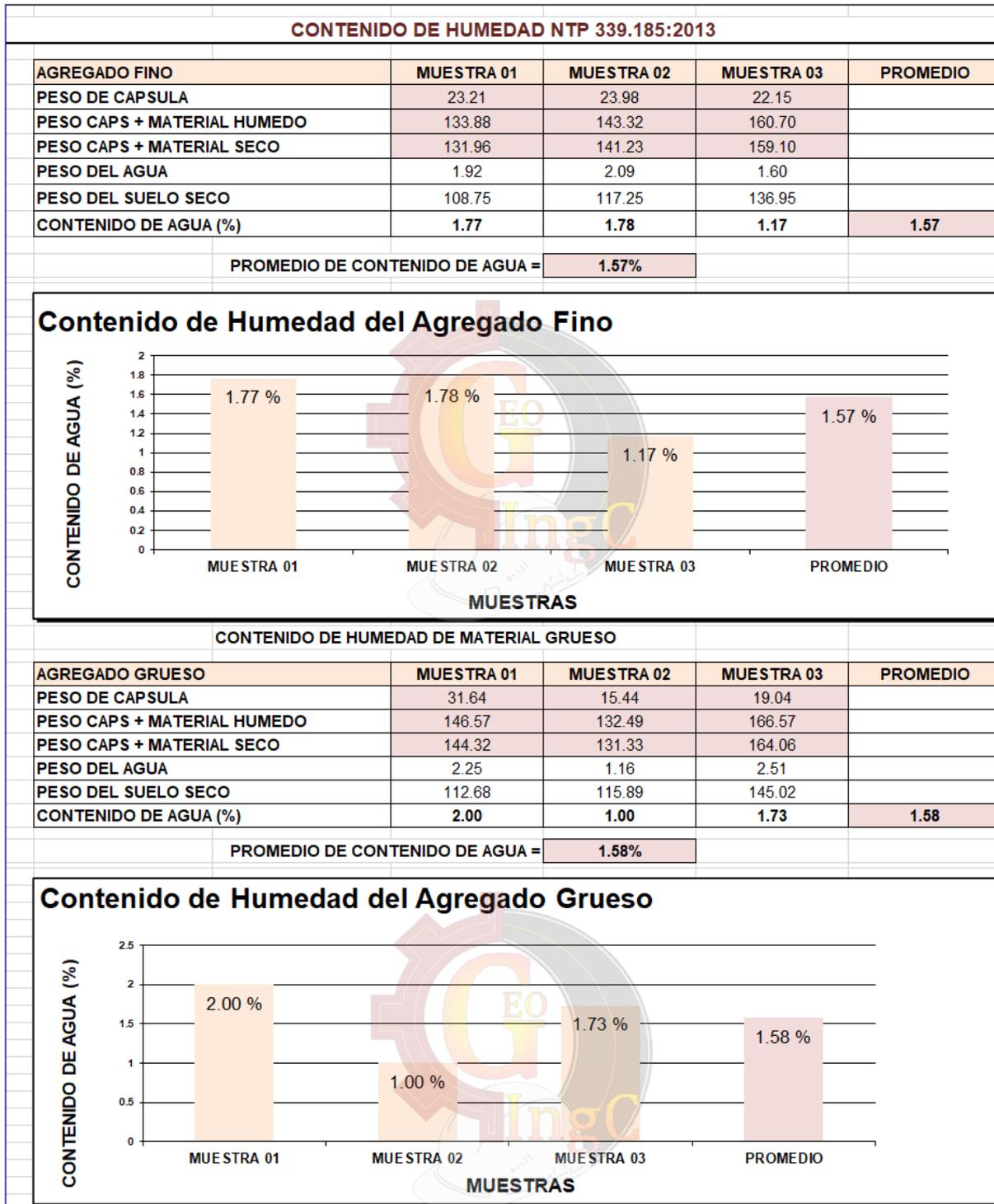
Posteriormente a los ensayos realizados en laboratorio y su registro de datos se procedió a realizar los trabajos correspondientes en gabinete para lo cual se utilizó el software Excel para su formulación y posterior procesamiento.

b) Diagramas, tablas



Figura 46

Resultados Contenido de Humedad para agregado Fino y Grueso



Nota. Resultados del contenido de humedad de los agregados. Donde se observa resultados aceptables para la elaboración del diseño de mezclas.



c) Análisis de la prueba

Se analizaron 03 tipos de muestras para determinar el contenido de humedad para el agregado fino, dichos resultados se promediaron obteniéndose un resultado promedio de contenido de agua del 1.57% para el agregado fino.

Posteriormente se analizaron 03 tipos de muestras para determinar el contenido de humedad para el agregado grueso, dichos resultados se promediaron obteniéndose un resultado promedio de contenido de agua del 1.58% para el agregado grueso.

3.6.3. Análisis de resultados de Peso Unitario Suelto

a) Procesamiento o Cálculos de la prueba

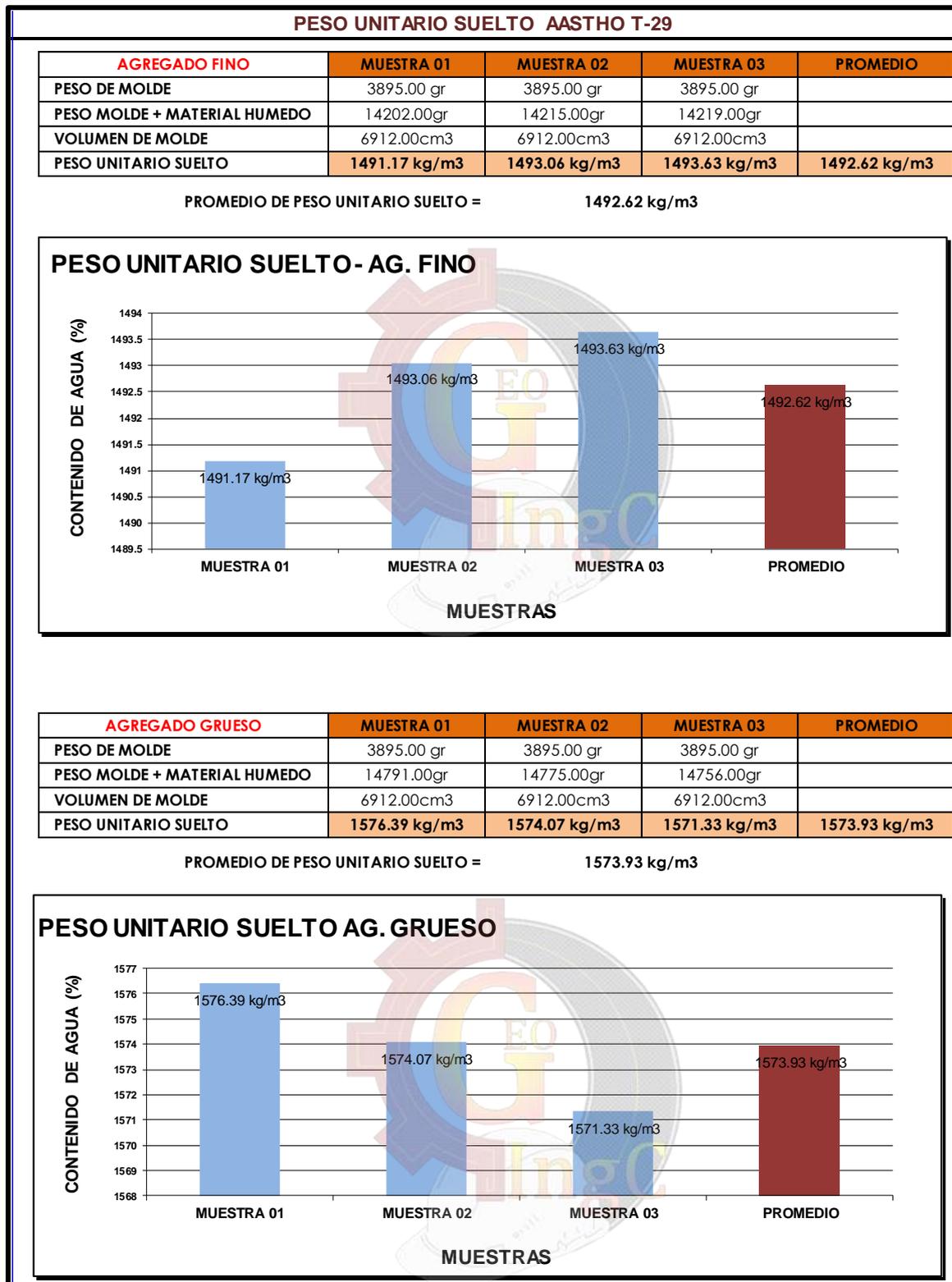
Posteriormente a los ensayos realizados en laboratorio y su registro de datos se procedió a realizar los trabajos correspondientes en gabinete para lo cual se utilizó el software Excel para su formulación y posterior procesamiento.

b) Diagramas, tablas



Figura 47

Resultados de Peso Unitario para Agregado Grueso y Fino



Nota. Resultados del peso unitario. Donde se observa resultados aceptables para la elaboración del diseño de mezclas.



c) Análisis de la prueba

Para determinar el peso unitario suelto del Agregado Fino se realizó el ensayo correspondiente para 03 muestras, posteriormente se realizó el promedio de peso unitario suelto del agregado fino obteniéndose 1492.62 kg/cm³

Posteriormente para determinar el peso unitario suelto del Agregado Grueso se realizó el ensayo correspondiente para 03 muestras, posteriormente se realizó el promedio de peso unitario suelto del agregado fino obteniéndose 1573.93 kg/cm³.

3.6.4. Análisis de resultados de Peso Unitario Varillado

a) Procesamiento o Cálculos de la prueba

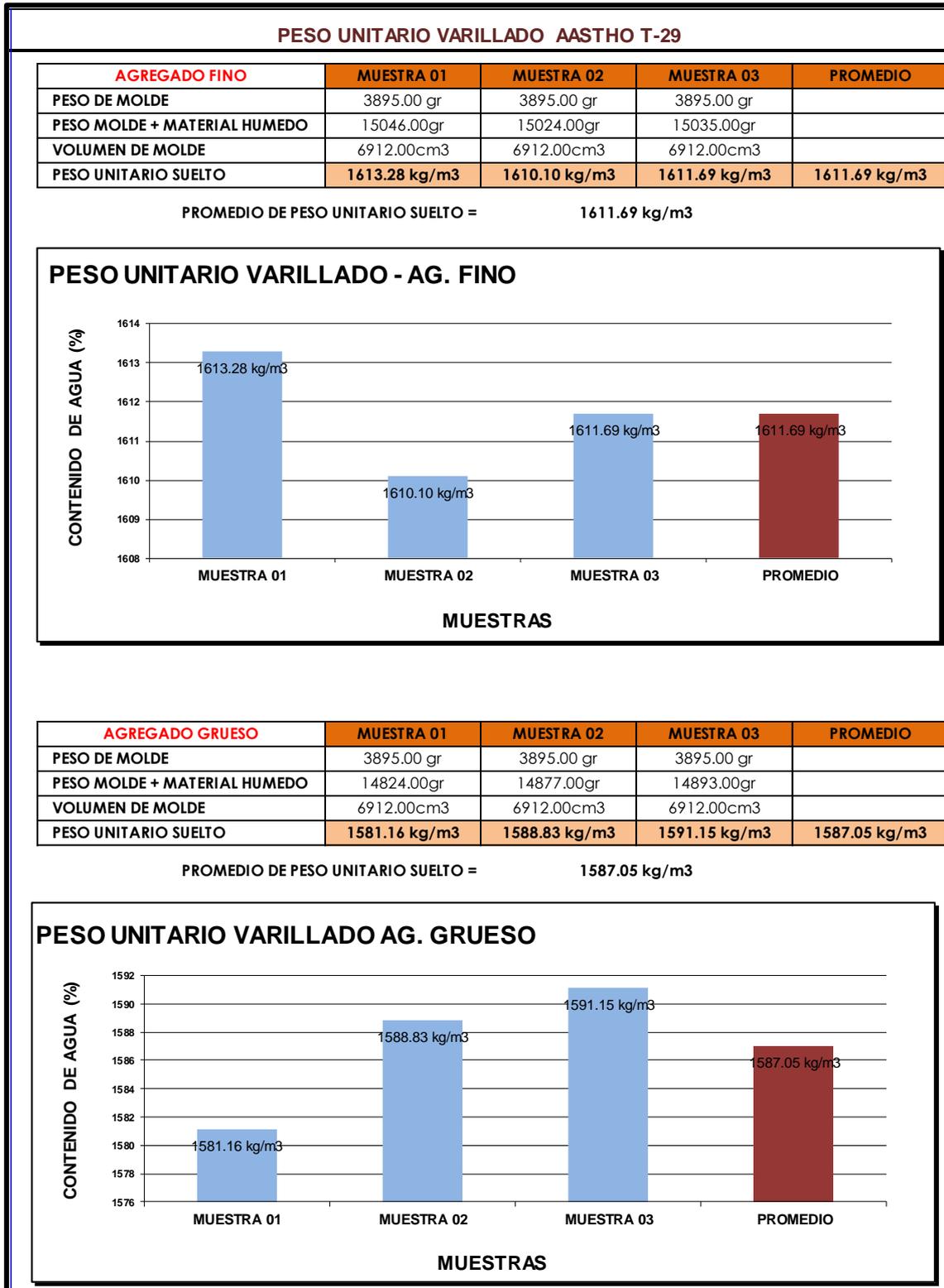
Posteriormente a los ensayos realizados en laboratorio y su registro de datos se procedió a realizar los trabajos correspondientes en gabinete para lo cual se utilizó el software Excel para su formulación y posterior procesamiento.

b) Diagramas, tablas



Figura 48

Resultados del ensayo de Peso Unitario Varillado para Agregado Grueso y Fino



Nota. Resultados del peso unitario. Donde se observa resultados aceptables para la elaboración del diseño de mezclas.



c) Análisis de la prueba

Con el fin de determinar el peso unitario de varilla del árido fino, se lleva a cabo pruebas similares para 03 muestras, posteriormente se obtuvo el peso unitario medio de varilla de árido fino, que alcanzó 1611,69 kg/cm³.

Entonces, para determinar el peso de la unidad de barra del árido grueso, se lleva a cabo pruebas similares para 03 muestras, más tarde se obtuvo el peso unitario de la barra medio del árido fino como 1587,05 kg /cm.

3.6.5 Análisis de resultados de Peso Específico

a) Procesamiento o Cálculos de la prueba

Posteriormente a los ensayos realizados en laboratorio y su registro de datos se procedió a realizar los trabajos correspondientes en gabinete para lo cual se utilizó el software Excel para su formulación y posterior procesamiento a continuación se detalla también las ecuaciones que se utilizaron para la obtención de los resultados del Densidad y absorción del árido fino y agregado grueso.

b) Diagramas, tablas



Figura 49

Procesamiento y resultados para el ensayo de Peso Especifico y Absorción de Agregado Fino y Grueso

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO FINO AASHTO T 84					
Wo = Peso en el aire de la muestra secada en el horno, gr	: 498.12 gr				
V = Volumen de Frasco en cm ³	: 500.00 cm ³				
Va = Peso en gramos o volumen en cm ³ de agua añadida en el frasco	: 302.77 cm ³				
$P_{em} = \frac{W_o}{(V - V_a)} = 2.53 \text{ gr/cm}^3$	$Ab = \frac{500 - W_o}{W_o} \times 100 = 0.38\%$				
$P_{sss} = \frac{500}{(V - V_a)} \times 100 = 2.54 \text{ gr/cm}^3$	$P_{aparente} = \frac{W_o}{(V - V_a) - (500 - W_o)} = 2.55 \text{ gr/cm}^3$				
PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO GRUESO AASHTO T 84					
A = PESO SECO EN EL AIRE	: 1465.00 gr				
B = PESO SUPERFICIALMENTE SECO	: 1480.00 gr				
C = PESO DE LA MUESTRA EN AGUA	: 896.00 gr				
$\gamma_{esp} = \frac{A}{B - C} = 2.51$	$\gamma_{aparente} = \frac{A}{A - C} = 2.57$				
$\gamma_m = \frac{B}{B - C} = 2.53$	$Absorcion = \frac{B - A}{A} = 1.02\%$				
<p>AG. GRUESO</p> 	<p>AG. FINO</p> 				
<p>FINALMENTE:</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>P.E. AG. GRUESO</td> <td>2.51gr/cm³</td> </tr> <tr> <td>P.E. AG. FINO</td> <td>2.53gr/cm³</td> </tr> </table>		P.E. AG. GRUESO	2.51gr/cm ³	P.E. AG. FINO	2.53gr/cm ³
P.E. AG. GRUESO	2.51gr/cm ³				
P.E. AG. FINO	2.53gr/cm ³				

Nota. Resultados del peso específico y absorción del agregado fino y grueso. Donde se observa resultados aceptables para la elaboración del diseño de mezclas.



c) Análisis de la prueba

Se halló que la gravedad específica del árido grueso era de 2,51 gr/cm³ y su gravedad específica del árido fino era de 2,53 gr/cm³.

3.6.6. Abrasión de Agregado Grueso y Agregado Fino

a) Procesamiento o Cálculos de la prueba

Posteriormente a los ensayos realizados en laboratorio y su registro de datos se procedió a realizar los trabajos correspondientes en gabinete para lo cual se utilizó el software Excel para su formulación y posterior procesamiento.

b) Diagramas, tablas



Figura 50

Procesamiento y resultados del ensayo a Resistencia a la Abrasión o Desgaste del Agregado Grueso

MUESTRA		PIEDRA CHANCADA		ENSAYO DE RESISTENCIA A LA ABRASION O DESGASTE (ASTM C 131 – 01, AASHTO T 96 – 02) METODO - MAQUINA DE LOS ANGELES																				
TAMIZ				GRADACION																				
PASA		RETENIDO		A	B	C	D																	
1 1/2 pulg	37.500 mm	1 pulg	25.000 mm	1250 +/- 25																				
1 pulg	25.000 mm	3/4 pulg	18.750 mm	1250 +/- 25																				
3/4 pulg	18.750 mm	1/2 pulg	12.500 mm	1250 +/- 10	2500 +/- 10																			
1/2 pulg	12.500 mm	3/8 pulg	9.500 mm	1250 +/- 10	2500 +/- 10																			
3/8 pulg	9.500 mm	1/4 pulg	6.350 mm			2500 +/- 10																		
1/4 pulg	6.350 mm	N° 4	4.750 mm			2500 +/- 10																		
N° 4	4.750 mm	N° 8	3.360 mm				5000 +/- 10																	
MASA TOTAL DE LA MUESTRA (gr)				5000 +/- 10	5000 +/- 10	5000 +/- 10	5000 +/- 10																	
NUMERO DE ESFERAS				12	11	8	6																	
MASA DE LAS ESFERAS (gr)				5000 +/- 25	4584 +/- 25	3330 +/- 20	2500 +/- 15																	
MASA DE CADA ESFERA (gr)				417 +/- 20	417 +/- 20	416 +/- 20	417 +/- 20																	
NUMERO DE VUELTAS				500	500	500	500																	
FRECUENCIA (revoluciones x min)				30 a 33	31 a 33	32 a 33	33 a 33																	
				<table border="1"> <thead> <tr> <th>GRADACION</th> <th>T max</th> <th>m.m</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>1 pulg</td> <td>25.000</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>1/2 pulg</td> <td>12.500</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>1/4 pulg</td> <td>6.350</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>N° 4</td> <td>4.750</td> </tr> </tbody> </table>		GRADACION	T max	m.m	A	1 pulg	25.000	B	1/2 pulg	12.500	C	1/4 pulg	6.350	D	N° 4	4.750	NO	SI	NO	NO
GRADACION	T max	m.m																						
A	1 pulg	25.000																						
B	1/2 pulg	12.500																						
C	1/4 pulg	6.350																						
D	N° 4	4.750																						
TAMIZ				GRADACION																				
PASA		RETENIDO		A	B	C	D																	
1 1/2 pulg	37.500 mm	1 pulg	25.000 mm																					
1 pulg	25.000 mm	3/4 pulg	18.750 mm																					
3/4 pulg	18.750 mm	1/2 pulg	12.500 mm		2500 +/- 25																			
1/2 pulg	12.500 mm	3/8 pulg	9.500 mm		2500 +/- 25																			
3/8 pulg	9.500 mm	1/4 pulg	6.350 mm																					
1/4 pulg	6.350 mm	N° 4	4.750 mm																					
N° 4	4.750 mm	N° 8	3.360 mm																					
MASA TOTAL DE LA MUESTRA (gr)				0 +/- 10	5000 +/- 10	0 +/- 10	0 +/- 10																	
NUMERO DE ESFERAS				12	11	8	6																	
MASA DE LAS ESFERAS (gr)				5000 +/- 25	4584 +/- 25	3330 +/- 20	2500 +/- 15																	
MASA DE CADA ESFERA (gr)				417 +/- 20	417 +/- 20	416 +/- 20	417 +/- 20																	
NUMERO DE VUELTAS				500	500	500	500																	
FRECUENCIA (revoluciones x min)				30 a 33	31 a 33	32 a 33	33 a 33																	
MATERIAL PARA AFIRMADO DATOS				Especificaciones		Tamaño Maximo																		
				Gradacion	N° de esferas	Pasa	Retenido																	
Pi= Peso inicial de la muestra				5012.00gr	A	12	1 1/2"	3/8"																
Pf= Pfinal -muestra desp. de pasada malla N12				4271.00gr																				
% ABRASION = (Pi-Pf)/Pi X 100				14.78%				CUMPLE?																
						NORMA EG2013 40% Maximo	SI																	

Nota. Resultados del ensayo de la resistencia a la abrasión del agregado fino y grueso. Donde se observa resultados aceptables para la elaboración del diseño de mezclas.



Figura 51

Procesamiento y resultados del ensayo a Resistencia a la Abrasión o Desgaste del Agregado

Fino

MUESTRA		ARENA GRUESA		ENSAYO DE RESISTENCIA A LA ABRASIÓN O DESGASTE (ASTM C 131 – 01, AASHTO T 96 – 02) METODO - MAQUINA DE LOS ANGELES																		
TAMIZ				GRADACION																		
PASA		RETENIDO		A	B	C	D															
1 1/2 pulg	37.500 mm	1 pulg	25.000 mm	1250 +/- 25																		
1 pulg	25.000 mm	3/4 pulg	18.750 mm	1250 +/- 25																		
3/4 pulg	18.750 mm	1/2 pulg	12.500 mm	1250 +/- 10	2500 +/- 10																	
1/2 pulg	12.500 mm	3/8 pulg	9.500 mm	1250 +/- 10	2500 +/- 10																	
3/8 pulg	9.500 mm	1/4 pulg	6.350 mm			2500 +/- 10																
1/4 pulg	6.350 mm	N° 4	4.750 mm			2500 +/- 10																
N° 4	4.750 mm	N° 8	3.360 mm				5000 +/- 10															
MASA TOTAL DE LA MUESTRA (gr)				5000 +/- 10	5000 +/- 10	5000 +/- 10	5000 +/- 10															
NUMERO DE ESFERAS				12	11	8	6															
MASA DE LAS ESFERAS (gr)				5000 +/- 25	4584 +/- 25	3330 +/- 20	2500 +/- 15															
MASA DE CADA ESFERA (gr)				417 +/- 20	417 +/- 20	416 +/- 20	417 +/- 20															
NUMERO DE VUELTAS				500	500	500	500															
FRECUENCIA (revoluciones x min)				30 a 33	31 a 33	32 a 33	33 a 33															
				<table border="1"> <thead> <tr> <th>GRADACION</th> <th>T max</th> <th>m.m</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>1 pulg</td> <td>25.000</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>1/2 pulg</td> <td>12.500</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>1/4 pulg</td> <td>6.350</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>N° 4</td> <td>4.750</td> </tr> </tbody> </table>		GRADACION	T max	m.m	A	1 pulg	25.000	B	1/2 pulg	12.500	C	1/4 pulg	6.350	D	N° 4	4.750	<p>NO NO NO SI</p>	
GRADACION	T max	m.m																				
A	1 pulg	25.000																				
B	1/2 pulg	12.500																				
C	1/4 pulg	6.350																				
D	N° 4	4.750																				
TAMIZ				GRADACION																		
PASA		RETENIDO		A	B	C	D															
1 1/2 pulg	37.500 mm	1 pulg	25.000 mm																			
1 pulg	25.000 mm	3/4 pulg	18.750 mm																			
3/4 pulg	18.750 mm	1/2 pulg	12.500 mm																			
1/2 pulg	12.500 mm	3/8 pulg	9.500 mm																			
3/8 pulg	9.500 mm	1/4 pulg	6.350 mm																			
1/4 pulg	6.350 mm	N° 4	4.750 mm																			
N° 4	4.750 mm	N° 8	3.360 mm				5000 +/- 25															
MASA TOTAL DE LA MUESTRA (gr)				0 +/- 10	0 +/- 10	0 +/- 10	5000 +/- 10															
NUMERO DE ESFERAS				12	11	8	6															
MASA DE LAS ESFERAS (gr)				5000 +/- 25	4584 +/- 25	3330 +/- 20	2500 +/- 15															
MASA DE CADA ESFERA (gr)				417 +/- 20	417 +/- 20	416 +/- 20	417 +/- 20															
NUMERO DE VUELTAS				500	500	500	500															
FRECUENCIA (revoluciones x min)				30 a 33	31 a 33	32 a 33	33 a 33															
MATERIAL PARA AFIRMADO				Especificaciones		Tamaño Maximo																
DATOS				Gradacion	N° de esferas	Pasa	Retenido															
Pi= Peso inicial de la muestra		5055.00gr		A	12	1 1/2"	3/8"															
Pf= Pfinal -muestra desp. de pasada malla N12		4122.00gr																				
% ABRASION = (Pi-Pf)/Pi X 100		18.46%																				
				NORMA EG2013		40% Maximo	CUMPLE?															
							SI															

Nota. Resultados del ensayo de la resistencia a la abrasión del agregado fino y grueso. Donde se observa resultados aceptables para la elaboración del diseño de mezclas



c) Análisis de la prueba

Según los resultados obtenidos de la abrasión del agregado grueso se obtuvo que inicialmente el peso fue de 5012.00 gr de la muestra y posteriormente fue de 4271.00 gr por lo cual la obtención del % de Abrasión para el agregado grueso es de 14.78%. según la norma EG 2013 se estaría cumpliendo con su utilización.

Según los resultados obtenidos de la abrasión del agregado fino se obtuvo que inicialmente el peso fue de 5055.00 gr de la muestra y posteriormente fue de 4122.00 gr por lo cual la obtención del % de Abrasión para el agregado grueso es de 18.46%, según la norma EG 2013 se estaría cumpliendo con su utilización.

3.6.7. Diseño de Mezclas

a) Procesamiento o Cálculos de la prueba

Posteriormente a los ensayos realizados en laboratorio y su registro de datos se procedió a realizar los trabajos correspondientes en gabinete para lo cual se utilizó el software Excel para su formulación y posterior procesamiento.

b) Diagramas, tablas



Figura 52

Resultados del Diseño de Mezclas

DISEÑO DE MEZCLAS - METODO ACI 211	
1.- Propiedades del Concreto a Diseñar	
f'c=	210 kg/cm ²
SLUMP=	3 pulg
Consistencia=	Plastica
Uso de aditivo	Sin Aditivo
2.- Características de los Materiales:	
2.1.- Cemento:	
Marca:	Yura
Tipo:	HE
Peso Especifico:	2.95
2.2.- Agua:	
Agua potable de la red publica de la ciudad	
2.3.- Agregado Fino:	
Peso Especifico de la masa	2.53
Absorción	0.38%
Contenido de Humedad	1.57%
Modulo de Fineza	2.56
Peso Compacto Seco	1611.69 kg/m ³
Peso Suelto Seco	1492.62 kg/m ³
2.4.- Agregado Grueso:	
Perfil Angular	Si
Tamaño Maximo Nominal	Nº8
Peso Compacto Seco	1587.05 kg/m ³
Peso Suelto Seco	1573.93 kg/m ³
Peso Especifico de la masa	2.51
Absorción	1.02%
Contenido de Humedad	1.58%
Modulo de Fineza	6.17
3.- Determinacion de la resistencia promedio (f'c'r)	
Calculo de la Desviacion Estandar	
Como no se cuenta con un registro de resultados de ensayos que posibilite el calculo de la desviacion estandar se hara uso del siguiente cuadro según RNE tabla 5.3	
f'c	f'c'r
menor de 210	f'c+70
210 a 350	f'c+85
mayor a 350	1.1f'c+50



	f'c=	210 kg/cm2
Por lo tanto la resistencia promedio sera:		
	fc'r=	295 kg/cm2
4.- Calculo del volumen unitario de agua		
	f'c=	210 kg/cm2
	Tmax Nominal	1/2pulg
	SLUMP	3 pulg
	AGUA X M3	216.00 lt/m3
5.- Selección del contenido de aire atrapado		
	f'c=	210 kg/cm2
	AIRE ATRAPADO	2.50%
6.- Calculo de la relacion Agua : Cemento		
	f'c=	210 kg/cm2
	A/C	0.55
7.- Factor Cemento		
	f'c=	210 kg/cm2
	Factor Cemento	393 kg/m3
	Factor Cemento	9.24 bolsas
8.- Calculo del Volumen Absoluto de la pasta		
	f'c=	210 kg/cm2
	Cemento x m3	0.133 m3
	AGUA X M3	0.216 m3
	Aire x m3	0.025 m3
	Vol. de la Pasta	0.380 m3
9.- Volumen Absoluto del Agregado		
	f'c=	210 kg/cm2
	Vol. de los Agreg.	0.620 m3
10.- Calculo de los volúmenes absolutos del agregado		
	f'c=	210 kg/cm2
	mf	2.56
	Tmax nominal	1/2pulg
	b/bo	0.590 m3
	Peso Unit. Seco Var.	1587.05 kg/m3
	Peso A.G.	936.36 kg
	VAG	0.373 m3
	VAF	0.247 m3



11.- Pesos Secos de los Agregados		
	f' c=	210 kg/cm2
	AF	623 kg/m3
	AG	936 kg/m3
12.- Valores de Diseño		
	f' c=	210 kg/cm2
	Cemento	393 kg/m3
	Agua de Diseño	216 lt/m3
	Agregado Fino	623 kg/m3
	Agregado Grueso	936 kg/m3
	TOTAL	2176 kg/m3
13.- Correccion por Humedad del Agregado		
	f' c=	210 kg/cm2
	AF	632 kg/m3
	AG	951 kg/m3
	Humedad superficial del agregado (Humedad Natural - Absorcion)	
	AF	1.19%
	AG	0.55%
	Aporte de Agua de Los agregados	
	AF	7.44 kg/m3
	AG	5.18 kg/m3
	Agua Efectiva	
	Agua inicial	216.00 kg/m3
	Aporte de lo Agreg.	12.62 kg/m3
	Agua Final	203.38 kg/m3
14.- Valores de Diseño corregidos por humedad		
	f' c=	210 kg/cm2
	Cemento	432 kg/m3
	Agua de Diseño	203 kg/m3
	Agregado Fino	632 kg/m3
	Agregado Grueso	951 kg/m3
	Aire	2.50%
	Peso Total	2227 kg/m3
15.- Proporción por peso corregidos por humedad por kg de cemento		
	f' c=	210 kg/cm2
	Cemento	1.00
	Agua de Diseño	0.47 lt/bolsa
	Agregado Fino	1.46
	Agregado Grueso	2.20



16.-	Peso por tandas de una bolsa	
	f' c=	210 kg/cm²
	Cemento	42.5 kg/bolsa
	Agua de Diseño	20 lt/bolsa
	Agregado Fino	62.2 kg/bolsa
	Agregado Grueso	93.6 kg/bolsa
17.-	Proporcion por volumen corregidos por humedad por cada pie³ de cemento	
	f' c=	210 kg/cm²
	Cemento	1.00 pie ³ /pie ³
	Agua de Diseño	20 lt/pie ³
	Agregado Fino	1.5 pie ³ /pie ³
	Agregado Grueso	2.1 pie ³ /pie ³
18.-	Proporcion por volumen corregidos por humedad por cada m³ de concreto	
	f' c=	210 kg/cm²
	Cemento	10.16 bls/m ³
	Agua de Diseño	0.203 m ³ /m ³
	Agregado Fino	0.42 m ³ /m ³
	Agregado Grueso	0.60 m ³ /m ³
19.-	Proporcion por peso corregidos por humedad por cada testigo elaborado	
	f' c=	210 kg/cm²
	Diámetro	15 cm
	Altura	30 cm
	Cantidad de Testigos	5
	Volumen por testigo	5301 cm ³
	Factor por desperdicios	1.1
	Volumen corregido	0.0058 m ³
	Cemento	14.801 kg
	Agua de Diseño	6.523 kg
	Agregado Fino	18.440 kg
	Agregado Grueso	27.733 kg
	Suma	67.50 kg
	Peso por Testigo	13.50 kg

Nota. Se realizo el diseño de mezclas según los resultados obtenidos para los materiales a ser utilizados.



c) Análisis de la prueba

Se obtuvieron los siguientes resultados

Tabla 3

Resumen de los resultados del Diseño de Mezclas

Proporcion por volumen corregidos por humedad por cada pie³ de cemento	
f'c=	210 kg/cm²
Cemento	1.00 pie ³ /pie ³
Agua de Diseño	20 lt/pie ³
Agregado Fino	1.5 pie ³ /pie ³
Agregado Grueso	2.1 pie ³ /pie ³

Proporcion por volumen corregidos por humedad por cada m³ de concreto	
f'c=	210 kg/cm²
Cemento	10.16 bls/m ³
Agua de Diseño	0.203 m ³ /m ³
Agregado Fino	0.42 m ³ /m ³
Agregado Grueso	0.60 m ³ /m ³

x|

3.6.8. Ensayo a compresión de concreto f'c= 210 kg/ cm² muestra patrón

a) Procesamiento o Cálculos de la prueba

Posteriormente a los ensayos realizados en laboratorio y su registro de datos se procedió a realizar los trabajos de curado y de rotura de briquetas a compresión con la utilización de una prensa hidráulica debidamente calibrada y certificada.

b) Diagramas, tablas

A continuación, se presentan los resultados para los 7 y 28 días de edad de las muestras las cuales fueron sometidas a esfuerzo a compresión.

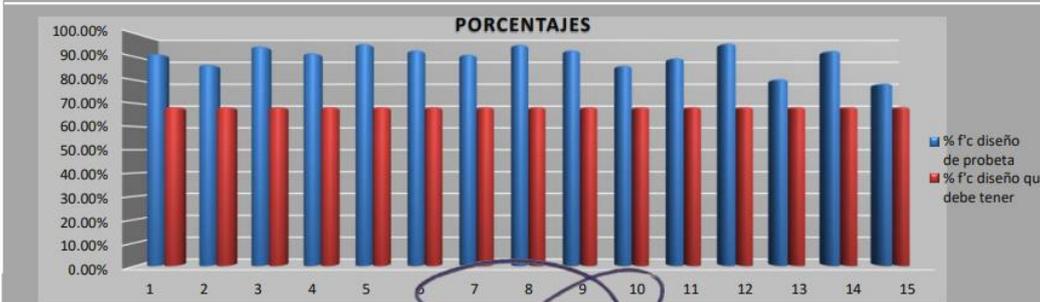
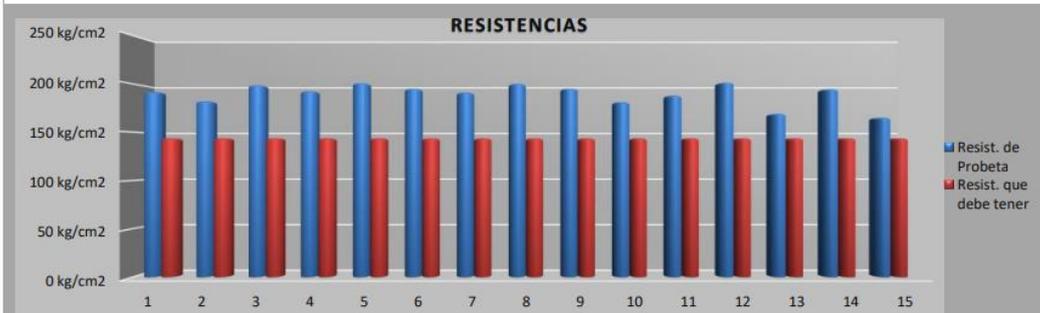


Figura 53

Resultados de la Resistencia a la compresión para muestras patrón a los 7 días de edad

INFORME N°01 - 7 DIAS

N° de Briquea	COD	ELEMENTO	Fecha		Edad (días)	Ensayo o Evolucion	Dial	f c (kg/cm2) Diseño	RESISTENCIAS		PORCENTAJES de f c		CUMPLE
			Moldeo	Rotura					Resist. de Probeta (kg/cm2)	Resist. que debe tener (kg/cm2)	% f c diseño de probeta %	% f c diseño que debe tener %	
1	PAT-01	CONCRETO SIMPLE (PATRON)	22/01/2023	29/01/2023	7	Evolucion	343.41	210	191.97	143.61	91.41%	68.39%	SI
2	PAT-02		22/01/2023	29/01/2023	7	Evolucion	325.85	210	182.15	143.61	86.74%	68.39%	SI
3	PAT-03		22/01/2023	29/01/2023	7	Evolucion	355.58	210	198.77	143.61	94.65%	68.39%	SI
4	PAT-04		22/01/2023	29/01/2023	7	Evolucion	344.50	210	192.58	143.61	91.70%	68.39%	SI
5	PAT-05		22/01/2023	29/01/2023	7	Evolucion	359.41	210	200.91	143.61	95.67%	68.39%	SI
6	PAT-06		22/01/2023	29/01/2023	7	Evolucion	349.15	210	195.18	143.61	92.94%	68.39%	SI
7	PAT-07		22/01/2023	29/01/2023	7	Evolucion	342.25	210	191.32	143.61	91.11%	68.39%	SI
8	PAT-08		22/01/2023	29/01/2023	7	Evolucion	358.230	210	200.25	143.61	95.36%	68.39%	SI
9	PAT-09		22/01/2023	29/01/2023	7	Evolucion	349.250	210	195.23	143.61	92.97%	68.39%	SI
10	PAT-10		22/01/2023	29/01/2023	7	Evolucion	324.220	210	181.24	143.61	86.31%	68.39%	SI
11	PAT-11		22/01/2023	29/01/2023	7	Evolucion	336.290	210	187.99	143.61	89.52%	68.39%	SI
12	PAT-12		22/01/2023	29/01/2023	7	Evolucion	360.230	210	201.37	143.61	95.89%	68.39%	SI
13	PAT-13		22/01/2023	29/01/2023	7	Evolucion	302.360	210	169.02	143.61	80.49%	68.39%	SI
14	PAT-14		22/01/2023	29/01/2023	7	Evolucion	348.230	210	194.66	143.61	92.70%	68.39%	SI
15	PAT-15		22/01/2023	29/01/2023	7	Evolucion	295.210	210	165.03	143.61	78.58%	68.39%	SI



PROMEDIO: 189.85 kg/cm2



ING. JUAN CARLOS PECEROS QUINONES
CIP. 274202
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN
GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES

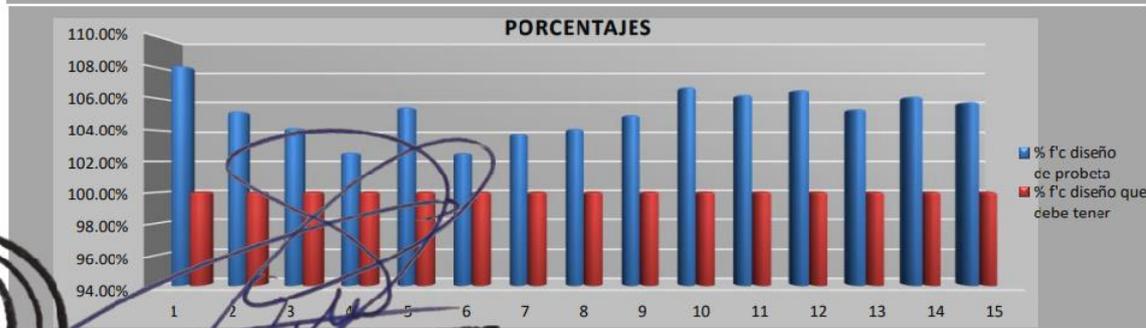
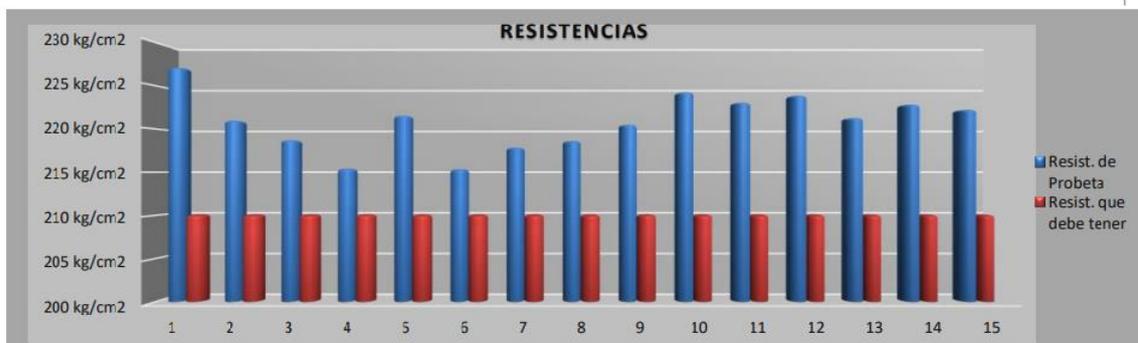


Figura 54

Resultados de Resistencia a la compresión para muestras patrón a los 28 días de edad

INFORME N°02 - 28 DÍAS

N° de Briqueeta	COD	ELEMENTO	Fecha		Edad (días)	Ensayo o Evolucion	Dial kN	f'c (kg/cm ²) Diseño	RESISTENCIAS		PORCENTAJES de f'c		¿CUMPLE?
			Moledo	Rotura					Resist. de Probeta (kg/cm ²)	Resist. que debe tener (kg/cm ²)	% f'c diseño de probeta %	% f'c diseño que debe tener %	
1	PAT-01	CONCRETO SIMPLE (PATRON)	22/01/2023	19/02/2023	28	Ensayo	406.25	210	227.10	210.00	108.14%	100.00%	SI
2	PAT-02		22/01/2023	19/02/2023	28	Ensayo	395.23	210	220.94	210.00	105.21%	100.00%	SI
3	PAT-03		22/01/2023	19/02/2023	28	Ensayo	391.28	210	218.73	210.00	104.16%	100.00%	SI
4	PAT-04		22/01/2023	19/02/2023	28	Ensayo	385.23	210	215.35	210.00	102.55%	100.00%	SI
5	PAT-05		22/01/2023	19/02/2023	28	Ensayo	396.23	210	221.50	210.00	105.47%	100.00%	SI
6	PAT-06		22/01/2023	19/02/2023	28	Ensayo	385.12	210	215.29	210.00	102.52%	100.00%	SI
7	PAT-07		22/01/2023	19/02/2023	28	Ensayo	389.77	210	217.89	210.00	103.75%	100.00%	SI
8	PAT-08		22/01/2023	19/02/2023	28	Ensayo	391.11	210	218.63	210.00	104.11%	100.00%	SI
9	PAT-09		22/01/2023	19/02/2023	28	Ensayo	394.40	210	220.47	210.00	104.99%	100.00%	SI
10	PAT-10		22/01/2023	19/02/2023	28	Ensayo	401.22	210	224.29	210.00	106.80%	100.00%	SI
11	PAT-11		22/01/2023	19/02/2023	28	Ensayo	399.12	210	223.11	210.00	106.24%	100.00%	SI
12	PAT-12		22/01/2023	19/02/2023	28	Ensayo	400.55	210	223.91	210.00	106.62%	100.00%	SI
13	PAT-13		22/01/2023	19/02/2023	28	Ensayo	395.77	210	221.24	210.00	105.35%	100.00%	SI
14	PAT-14		22/01/2023	19/02/2023	28	Ensayo	398.74	210	222.90	210.00	106.14%	100.00%	SI
15	PAT-15		22/01/2023	19/02/2023	28	Ensayo	397.45	210	222.18	210.00	105.80%	100.00%	SI



ING. JUAN CARLOS PECEROS QUIÑONES
CIP. 274202
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN
GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES

PROMEDIO: 220.90 kg/cm²



3.6.9. Ensayo a compresión de concreto $f'c= 210 \text{ kg/ cm}^2$ con adición de 1% de Fibra de Vidrio

a) Procesamiento o Cálculos de la prueba

Posteriormente a los ensayos realizados en laboratorio y su registro de datos se procedió a realizar los trabajos de curado y de rotura de briquetas a compresión con la utilización de una prensa hidráulica debidamente calibrada y certificada.

b) Diagramas, tablas

Primero se presentarán los resultados obtenidos a los 7 días de edad y posteriormente los resultados obtenidos a los 28 días de edad.

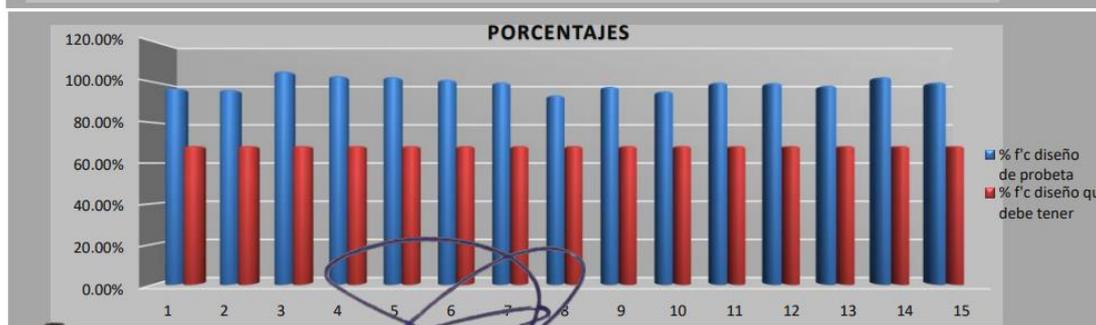
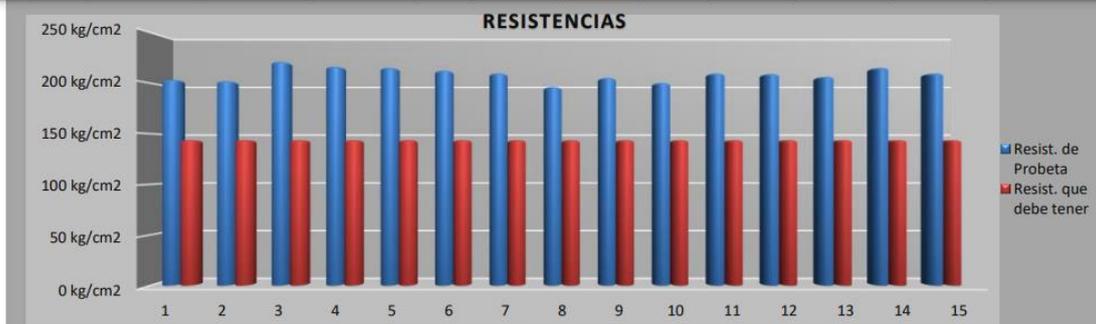


Figura 55

Resistencia a la compresión para la edad de 7 días (fibra de vidrio)

INFORME N°01 - 7 DIAS

N° de Briqueta	COD	ELEMENTO	Fecha		Edad (días)	Ensayo o Evolucion	Dial	f _c (kg/cm ²) Diseño	RESISTENCIAS		PORCENTAJES de f _c		CUMPLET
			Moldeo	Rotura					Resist. de Probeta (kg/cm ²)	Resist. que debe tener (kg/cm ²)	% f _c diseño de probeta %	% f _c diseño que debe tener %	
1	FV-01	CONCRETO SIMPLE + FIBRA DE VIDRIO	22/01/2023	29/01/2023	7	Evolucion	364.35	210	203.68	143.61	96.99%	68.39%	SI
2	FV-02		22/01/2023	29/01/2023	7	Evolucion	361.62	210	202.15	143.61	96.26%	68.39%	SI
3	FV-03		22/01/2023	29/01/2023	7	Evolucion	395.88	210	221.30	143.61	105.38%	68.39%	SI
4	FV-04		22/01/2023	29/01/2023	7	Evolucion	387.21	210	216.45	143.61	103.07%	68.39%	SI
5	FV-05		22/01/2023	29/01/2023	7	Evolucion	385.24	210	215.35	143.61	102.55%	68.39%	SI
6	FV-06		22/01/2023	29/01/2023	7	Evolucion	380.23	210	212.55	143.61	101.22%	68.39%	SI
7	FV-07		22/01/2023	29/01/2023	7	Evolucion	375.36	210	209.83	143.61	99.92%	68.39%	SI
8	FV-08		22/01/2023	29/01/2023	7	Evolucion	351.230	210	196.34	143.61	93.50%	68.39%	SI
9	FV-09		22/01/2023	29/01/2023	7	Evolucion	367.230	210	205.29	143.61	97.75%	68.39%	SI
10	FV-10		22/01/2023	29/01/2023	7	Evolucion	358.520	210	200.42	143.61	95.44%	68.39%	SI
11	FV-11		22/01/2023	29/01/2023	7	Evolucion	375.140	210	209.71	143.61	99.86%	68.39%	SI
12	FV-12		22/01/2023	29/01/2023	7	Evolucion	374.230	210	209.20	143.61	99.62%	68.39%	SI
13	FV-13		22/01/2023	29/01/2023	7	Evolucion	369.210	210	206.39	143.61	98.28%	68.39%	SI
14	FV-14		22/01/2023	29/01/2023	7	Evolucion	385.120	210	215.29	143.61	102.52%	68.39%	SI
15	FV-15		22/01/2023	29/01/2023	7	Evolucion	375.210	210	209.75	143.61	99.88%	68.39%	SI



PROMEDIO: 208.91 kg/cm²



ING. JUAN CARLOS PECEROS QUINONES
CIP. 274207
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN
GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES

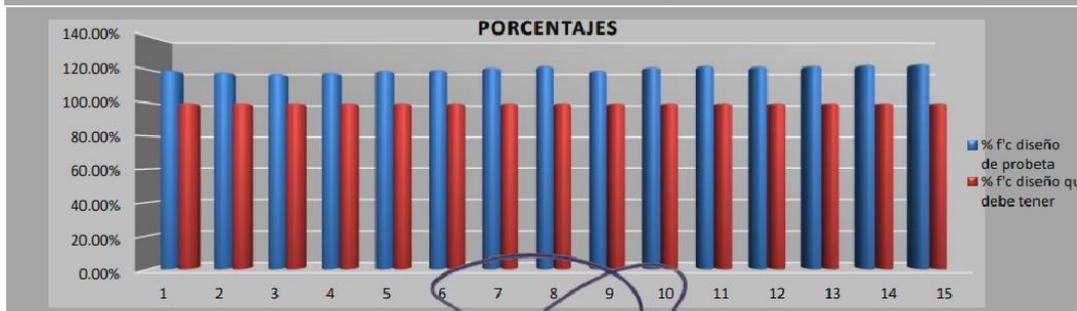


Figura 56

Resistencia a la compresión para la edad de 28 días (fibra de vidrio)

INFORME N°02 - 28 DIAS

N° de Briquea	COD	ELEMENTO	Fecha		Edad (días)	Ensayo o Evolucion	Dial kN	Fc (kg/cm2) Diseño	RESISTENCIAS		PORCENTAJES de fc		COMPLETA
			Moldeo	Rotura					Resist. de Probeta (kg/cm2)	Resist. que debe tener (kg/cm2)	% Fc diseño de probeta %	% Fc diseño que debe tener %	
1	FV-01	CONCRETO SIMPLE + FIBRA DE VIDRIO	22/01/2023	19/02/2023	28	Ensayo	450.35	210	251.75	210.00	119.88%	100.00%	SI
2	FV-02		22/01/2023	19/02/2023	28	Ensayo	445.62	210	249.11	210.00	118.62%	100.00%	SI
3	FV-03		22/01/2023	19/02/2023	28	Ensayo	442.12	210	247.15	210.00	117.69%	100.00%	SI
4	FV-04		22/01/2023	19/02/2023	28	Ensayo	445.08	210	248.80	210.00	118.48%	100.00%	SI
5	FV-05		22/01/2023	19/02/2023	28	Ensayo	449.58	210	251.32	210.00	119.68%	100.00%	SI
6	FV-06		22/01/2023	19/02/2023	28	Ensayo	451.15	210	252.20	210.00	120.09%	100.00%	SI
7	FV-07		22/01/2023	19/02/2023	28	Ensayo	456.13	210	254.98	210.00	121.42%	100.00%	SI
8	FV-08		22/01/2023	19/02/2023	28	Ensayo	459.82	210	257.04	210.00	122.40%	100.00%	SI
9	FV-09		22/01/2023	19/02/2023	28	Ensayo	449.58	210	251.32	210.00	119.68%	100.00%	SI
10	FV-10		22/01/2023	19/02/2023	28	Ensayo	457.12	210	255.53	210.00	121.68%	100.00%	SI
11	FV-11		22/01/2023	19/02/2023	28	Ensayo	460.23	210	257.27	210.00	122.51%	100.00%	SI
12	FV-12		22/01/2023	19/02/2023	28	Ensayo	458.65	210	256.39	210.00	122.09%	100.00%	SI
13	FV-13		22/01/2023	19/02/2023	28	Ensayo	460.23	210	257.27	210.00	122.51%	100.00%	SI
14	FV-14		22/01/2023	19/02/2023	28	Ensayo	462.12	210	258.33	210.00	123.01%	100.00%	SI
15	FV-15		22/01/2023	19/02/2023	28	Ensayo	464.23	210	259.51	210.00	123.58%	100.00%	SI



PROMEDIO: 253.87 kg/cm2



ING. JUAN CARLOS PECEROS QUIÑONES
CIP. 274207
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN
GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES



c) Análisis de la prueba

- Según los resultados mostrados anteriormente para el concreto con edad de 7 días se ha obtenido una resistencia entre 178.39 Kg/cm^2 y 219.76 Kg/cm^2 con un promedio de 209.63 Kg/cm^2 superándose la resistencia que debería tener según los cálculos realizados previamente.
- De igual manera se tiene un margen relativamente considerable con respecto a los resultados de la resistencia del concreto a la edad de 28 días en la cual se ha obtenido una resistencia entre 247.88 Kg/cm^2 y 259.85 Kg/cm^2 con un promedio de 254.02 Kg/cm^2 superándose la resistencia que debería tener según los cálculos realizados previamente.

3.6.10. Ensayo a compresión de concreto $f'c= 210 \text{ kg/ cm}^2$ con adición de 1% de Fibra de acero

a) Procesamiento o Cálculos de la prueba posteriormente a los ensayos realizados en laboratorio y su registro de datos se procedió a realizar los trabajos de curado y de rotura de briquetas a compresión con la utilización de una prensa hidráulica debidamente calibrada y certificada.

b) Diagramas, tablas a continuación, se presentan los resultados obtenidos del ensayo a compresión sometidos a las muestras con edad de 7 y 28 días de edad.

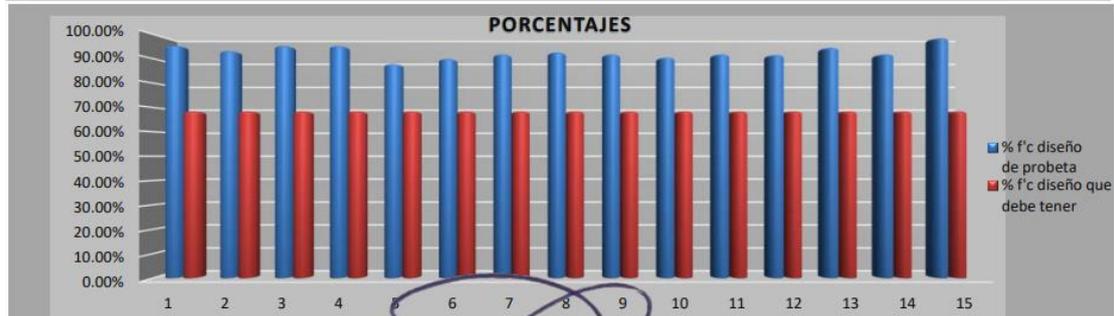
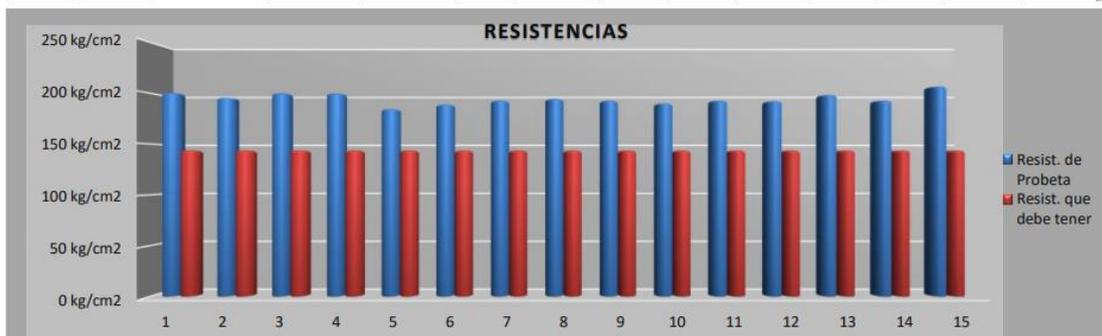


Figura 57

Resistencia a la compresión edad 7 días ($C^{\circ}S^{\circ}$ + fibra de acero)

INFORME N°01 - 7 DIAS

N° de Briquea	COD	ELEMENTO	Fecha		Edad (días)	Ensayo o Evolucion	Dial (kN)	f c (kg/cm2) Diseño	RESISTENCIAS		PORCENTAJES de f c		¿CUMPLE?
			Moldeo	Rotura					Resist. de Probeta (kg/cm2)	Resist. que debe tener (kg/cm2)	% f c diseño de probeta	% f c diseño que debe tener	
1	M - 01	CONCRETO SIMPLE + METAL	23/01/2023	30/01/2023	7	Evolucion	358.88	210	200.62	143.61	95.53%	68.39%	SI
2	M - 02		23/01/2023	30/01/2023	7	Evolucion	350.50	210	195.93	143.61	93.30%	68.39%	SI
3	M - 03		23/01/2023	30/01/2023	7	Evolucion	358.33	210	200.31	143.61	95.39%	68.39%	SI
4	M - 04		23/01/2023	30/01/2023	7	Evolucion	358.12	210	200.19	143.61	95.33%	68.39%	SI
5	M - 05		23/01/2023	30/01/2023	7	Evolucion	330.26	210	184.62	143.61	87.91%	68.39%	SI
6	M - 06		23/01/2023	30/01/2023	7	Evolucion	338.23	210	189.07	143.61	90.04%	68.39%	SI
7	M - 07		23/01/2023	30/01/2023	7	Evolucion	345.23	210	192.99	143.61	91.90%	68.39%	SI
8	M - 08		23/01/2023	30/01/2023	7	Evolucion	348.230	210	194.66	143.61	92.70%	68.39%	SI
9	M - 09		23/01/2023	30/01/2023	7	Evolucion	345.210	210	192.98	143.61	91.89%	68.39%	SI
10	M - 10		23/01/2023	30/01/2023	7	Evolucion	340.230	210	190.19	143.61	90.57%	68.39%	SI
11	M - 11		23/01/2023	30/01/2023	7	Evolucion	345.250	210	193.00	143.61	91.90%	68.39%	SI
12	M - 12		23/01/2023	30/01/2023	7	Evolucion	344.230	210	192.43	143.61	91.63%	68.39%	SI
13	M - 13		23/01/2023	30/01/2023	7	Evolucion	355.320	210	198.63	143.61	94.58%	68.39%	SI
14	M - 14		23/01/2023	30/01/2023	7	Evolucion	345.320	210	193.04	143.61	91.92%	68.39%	SI
15	M - 15		23/01/2023	30/01/2023	7	Evolucion	370.120	210	206.90	143.61	98.52%	68.39%	SI



PROMEDIO: 195.04 kg/cm2

ING. JUAN CARLOS PECEROS QUINONES
CIP. 274207
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN
ESTRUCTURAS Y VIAS TERRESTRES

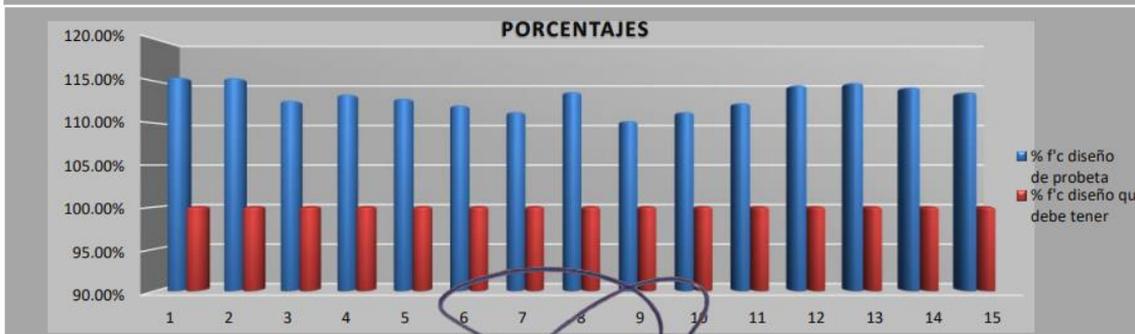
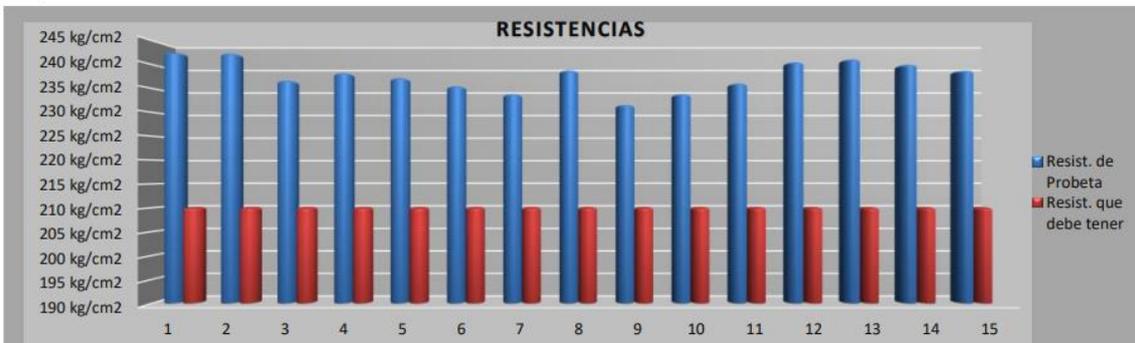


Figura 58

Resistencia a la compresión edad 28 días ($C^{\circ}S^{\circ}$ + fibra de acero)

INFORME N°02 - 28 DIAS

N° de Briquea	COD	ELEMENTO	Fecha		Edad (días)	Ensayo o Evolucion	Dial kN	f _c (kg/cm ²) Diseño	RESISTENCIAS		PORCENTAJES de f _c		¿CUMPLE?
			Moldeo	Rotura					Resist. de Probeta (kg/cm ²)	Resist. que debe tener (kg/cm ²)	% f _c diseño de probeta %	% f _c diseño que debe tener %	
1	M - 01	CONCRETO SIMPLE + METAL	23/01/2023	20/02/2023	28	Ensayo	433.88	210	242.54	210.00	115.50%	100.00%	SI
2	M - 02		23/01/2023	20/02/2023	28	Ensayo	433.50	210	242.33	210.00	115.40%	100.00%	SI
3	M - 03		23/01/2023	20/02/2023	28	Ensayo	423.33	210	236.65	210.00	112.69%	100.00%	SI
4	M - 04		23/01/2023	20/02/2023	28	Ensayo	426.12	210	238.21	210.00	113.43%	100.00%	SI
5	M - 05		23/01/2023	20/02/2023	28	Ensayo	424.26	210	237.17	210.00	112.94%	100.00%	SI
6	M - 06		23/01/2023	20/02/2023	28	Ensayo	421.23	210	235.47	210.00	112.13%	100.00%	SI
7	M - 07		23/01/2023	20/02/2023	28	Ensayo	418.23	210	233.79	210.00	111.33%	100.00%	SI
8	M - 08		23/01/2023	20/02/2023	28	Ensayo	427.230	210	238.83	210.00	113.73%	100.00%	SI
9	M - 09		23/01/2023	20/02/2023	28	Ensayo	414.210	210	231.55	210.00	110.26%	100.00%	SI
10	M - 10		23/01/2023	20/02/2023	28	Ensayo	418.230	210	233.79	210.00	111.33%	100.00%	SI
11	M - 11		23/01/2023	20/02/2023	28	Ensayo	422.250	210	236.04	210.00	112.40%	100.00%	SI
12	M - 12		23/01/2023	20/02/2023	28	Ensayo	430.230	210	240.50	210.00	114.53%	100.00%	SI
13	M - 13		23/01/2023	20/02/2023	28	Ensayo	431.320	210	241.11	210.00	114.82%	100.00%	SI
14	M - 14		23/01/2023	20/02/2023	28	Ensayo	429.320	210	239.99	210.00	114.28%	100.00%	SI
15	M - 15		23/01/2023	20/02/2023	28	Ensayo	427.120	210	238.76	210.00	113.70%	100.00%	SI



PROMEDIO: 237.78 kg/cm²



ING. JUAN CARLOS PECEROS QUIRONES
CIP. 274207
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN
GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES



c) Análisis de la prueba

- Según los resultados mostrados anteriormente para el concreto con edad de 7 días se ha obtenido una resistencia entre 182.03 Kg/cm^2 y 217.49 Kg/cm^2 con un promedio de 194.26 Kg/cm^2 superándose la resistencia que debería tener según los cálculos realizados previamente.
- De igual manera se tiene un margen relativamente considerable con respecto a los resultados de la resistencia del concreto a la edad de 28 días en la cual se ha obtenido una resistencia entre 231.93 Kg/cm^2 y 242.98 Kg/cm^2 con un promedio de 237.87 Kg/cm^2 superándose la resistencia que debería tener según los cálculos realizados previamente.

3.6.11. Ensayo a compresión de concreto $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ con adición de 1% de Fibra de Polipropileno

- a) Procesamiento o Cálculos de la prueba posteriormente a los ensayos realizados en laboratorio y su registro de datos se procedió a realizar los trabajos de curado y de rotura de briquetas a compresión con la utilización de una prensa hidráulica debidamente calibrada y certificada.
- b) Diagramas, tablas a continuación, se presentan los resultados obtenidos del ensayo a compresión sometidos a las muestras con edad de 7 y 28 días de edad.

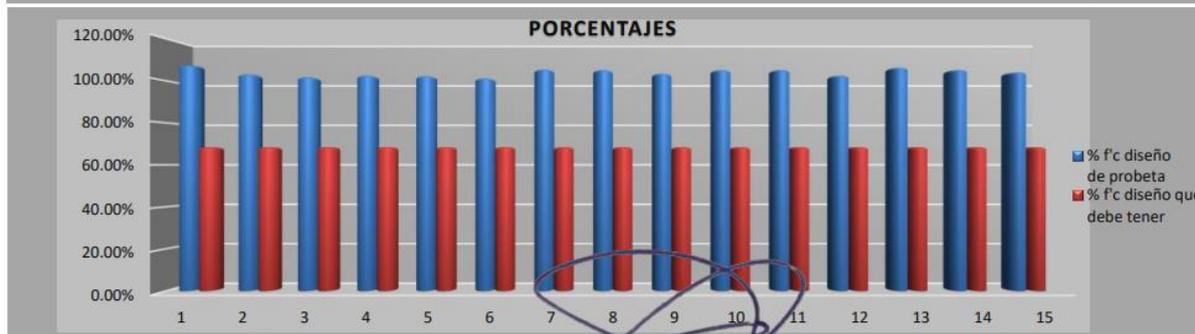
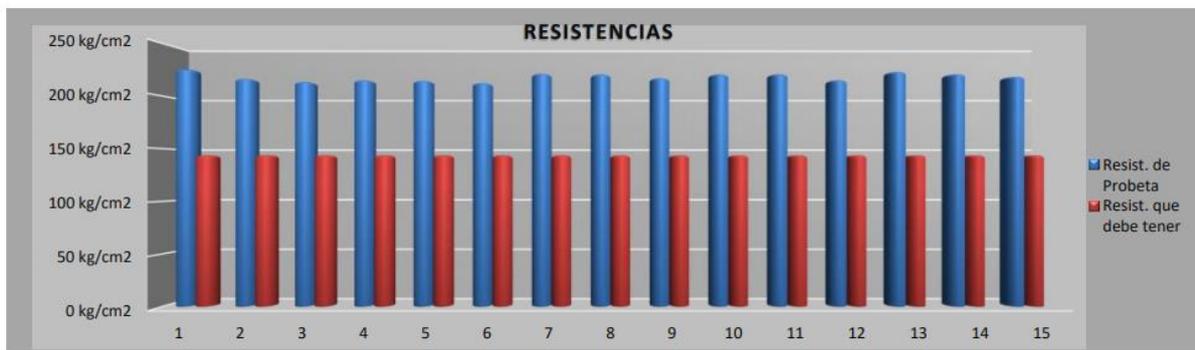


Figura 59

Resistencia a la compresión edad 7 días (C°S° + Fibra Polipropileno)

INFORME N°01 - 7 DIAS

N° de Briquea	COD	ELEMENTO	Fecha		Edad (días)	Ensayo o Evolucion	Dial kN	f'c (kg/cm ²) Diseño	RESISTENCIAS		PORCENTAJES de f'c		¿CUMPLE?
			Moldeo	Rotura					Resist. de Probeta (kg/cm ²)	Resist. que debe tener (kg/cm ²)	% f'c diseño de probeta %	% f'c diseño que debe tener %	
1	PLPR- 01	CONCRETO SIMPLE + POLIPROPILENO	23/01/2023	30/01/2023	7	Evolucion	404.03	210	225.86	143.61	107.55%	68.39%	SI
2	PLPR- 02		23/01/2023	30/01/2023	7	Evolucion	387.59	210	216.67	143.61	103.17%	68.39%	SI
3	PLPR- 03		23/01/2023	30/01/2023	7	Evolucion	382.36	210	213.74	143.61	101.78%	68.39%	SI
4	PLPR- 04		23/01/2023	30/01/2023	7	Evolucion	385.21	210	215.34	143.61	102.54%	68.39%	SI
5	PLPR- 05		23/01/2023	30/01/2023	7	Evolucion	384.27	210	214.81	143.61	102.29%	68.39%	SI
6	PLPR- 06		23/01/2023	30/01/2023	7	Evolucion	380.26	210	212.57	143.61	101.22%	68.39%	SI
7	PLPR- 07		23/01/2023	30/01/2023	7	Evolucion	396.23	210	221.50	143.61	105.47%	68.39%	SI
8	PLPR- 08		23/01/2023	30/01/2023	7	Evolucion	395.230	210	220.94	143.61	105.21%	68.39%	SI
9	PLPR- 09		23/01/2023	30/01/2023	7	Evolucion	388.770	210	217.33	143.61	103.49%	68.39%	SI
10	PLPR- 10		23/01/2023	30/01/2023	7	Evolucion	395.260	210	220.95	143.61	105.22%	68.39%	SI
11	PLPR- 11		23/01/2023	30/01/2023	7	Evolucion	395.410	210	221.04	143.61	105.26%	68.39%	SI
12	PLPR- 12		23/01/2023	30/01/2023	7	Evolucion	385.232	210	215.35	143.61	102.55%	68.39%	SI
13	PLPR- 13		23/01/2023	30/01/2023	7	Evolucion	399.440	210	223.29	143.61	106.33%	68.39%	SI
14	PLPR- 14		23/01/2023	30/01/2023	7	Evolucion	395.360	210	221.01	143.61	105.24%	68.39%	SI
15	PLPR- 15		23/01/2023	30/01/2023	7	Evolucion	391.120	210	218.64	143.61	104.11%	68.39%	SI



PROMEDIO: 218.60 kg/cm²



ING. JUAN CARLOS PECEROS QUIRONES
CIP. 274207
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN
GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES

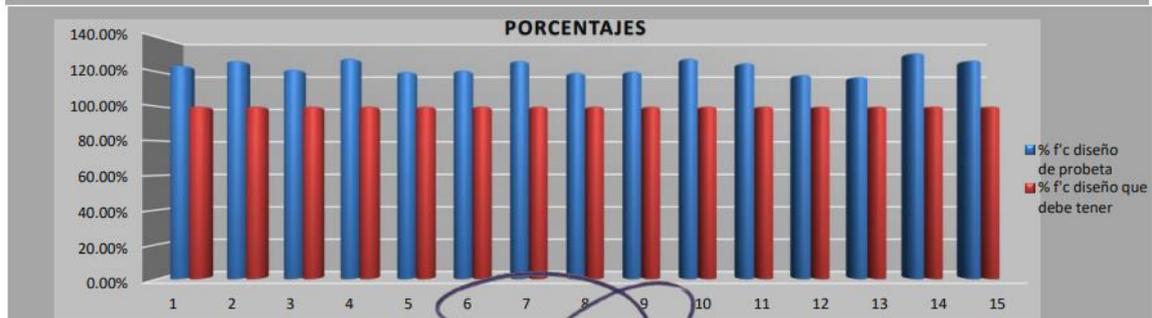
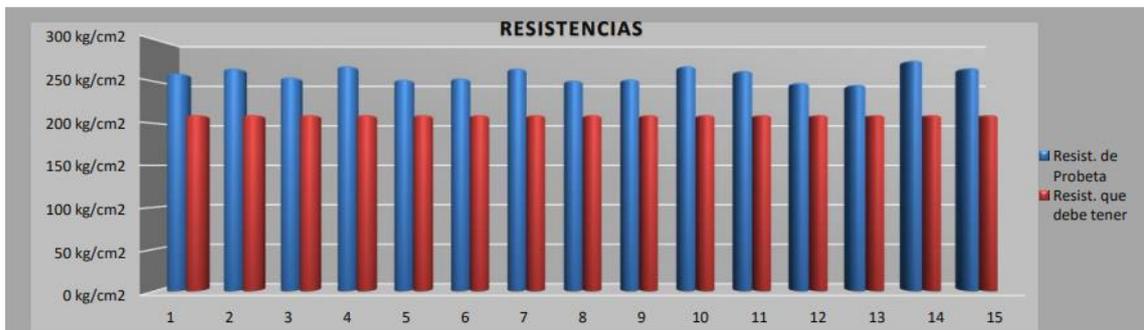


Figura 60

Resistencia a la compresión edad 28 días ($C^{\circ}S^{\circ}$ + Fibra Polipropileno)

INFORME N°02 - 28 DIAS

N° de Briquea	COD	ELEMENTO	Fecha		Edad (días)	Ensayo o Evolucion	Dial kN	f _c (kg/cm ²) Diseño	RESISTENCIAS		PORCENTAJES de f _c		¿CUMPLE?
			Moldeo	Rotura					Resist. de Probeta (kg/cm ²)	Resist. que debe tener (kg/cm ²)	% f _c diseño de probeta %	% f _c diseño que debe tener %	
2	PLPR- 02	23/01/2023	20/02/2023	28	Ensayo	475.25	210	265.67	210.00	126.51%	100.00%	SI	
3	PLPR- 03	23/01/2023	20/02/2023	28	Ensayo	456.20	210	255.02	210.00	121.44%	100.00%	SI	
4	PLPR- 04	23/01/2023	20/02/2023	28	Ensayo	480.25	210	268.46	210.00	127.84%	100.00%	SI	
5	PLPR- 05	23/01/2023	20/02/2023	28	Ensayo	451.36	210	252.31	210.00	120.15%	100.00%	SI	
6	PLPR- 06	23/01/2023	20/02/2023	28	Ensayo	454.23	210	253.92	210.00	120.91%	100.00%	SI	
7	PLPR- 07	23/01/2023	20/02/2023	28	Ensayo	475.21	210	265.65	210.00	126.50%	100.00%	SI	
8	PLPR- 08	23/01/2023	20/02/2023	28	Ensayo	449.51	210	251.28	210.00	119.66%	100.00%	SI	
9	PLPR- 09	23/01/2023	20/02/2023	28	Ensayo	452.11	210	252.73	210.00	120.35%	100.00%	SI	
10	PLPR- 10	23/01/2023	20/02/2023	28	Ensayo	480.23	210	268.45	210.00	127.83%	100.00%	SI	
11	PLPR- 11	23/01/2023	20/02/2023	28	Ensayo	470.12	210	262.80	210.00	125.14%	100.00%	SI	
12	PLPR- 12	23/01/2023	20/02/2023	28	Ensayo	444.59	210	248.53	210.00	118.35%	100.00%	SI	
13	PLPR- 13	23/01/2023	20/02/2023	28	Ensayo	440.29	210	246.13	210.00	117.20%	100.00%	SI	
14	PLPR- 14	23/01/2023	20/02/2023	28	Ensayo	492.15	210	275.12	210.00	131.01%	100.00%	SI	
15	PLPR- 15	23/01/2023	20/02/2023	28	Ensayo	476.25	210	266.23	210.00	126.78%	100.00%	SI	



PROMEDIO: 259.49 kg/cm²



ING. JUAN CARLOS PÉCEROS QUIÑONES
CIP. 274207
ING. CIVIL ESPECIALISTA EN
GEOTECNIA Y VIAS TERRESTRES



c) Análisis de la prueba

- Según los resultados mostrados anteriormente para el concreto con edad de 7 días se ha obtenido una resistencia entre 208.00 Kg/cm^2 y 230.35 Kg/cm^2 con un promedio de 219.44 Kg/cm^2 superándose la resistencia que debería tener según los cálculos realizados previamente.
- De igual manera se tiene un margen relativamente considerable con respecto a los resultados de la resistencia del concreto a la edad de 28 días en la cual se ha obtenido una resistencia entre 246.23 Kg/cm^2 y 275.37 Kg/cm^2 con un promedio de 259.57 Kg/cm^2 superándose la resistencia que debería tener según los cálculos realizados previamente.



Capítulo IV: Resultados

4.1. Resultados Respecto a los Objetivos Específicos

Tabla 4

Resultados del esfuerzo a compresión a los 7 días de edad

ÍTEM	PATRON	VIDRIO	ACERO	POLIPROPILENO
	Resist. de Probeta	Resist. de Probeta	Resist. de Probeta	Resist. de Probeta
	(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)
1	191.97	203.68	200.62	226.88
2	182.15	202.15	195.93	214.90
3	198.77	221.30	200.31	211.97
4	192.58	216.45	200.19	213.57
5	200.91	215.35	184.62	213.04
6	195.18	212.55	189.07	224.77
7	191.32	209.83	192.99	214.14
8	200.25	196.34	194.66	230.35
9	195.23	205.29	192.98	226.74
10	181.24	200.42	190.19	208.00
11	187.99	209.71	193.00	208.09
12	201.37	209.20	192.43	224.76
13	169.02	206.39	198.63	221.52
14	194.66	215.29	193.04	230.42
15	165.03	209.75	206.90	222.46

Nota: Cuadro de resumen de los resultados de resistencia a la compresión de las muestras patrón con respecto a las muestras con 1% de adición de fibra de vidrio, polipropileno y acero a los 7 días.

- Resistencia Promedio:
 - Patrón: 189.96 kilogramos/centímetros²
 - Fibras de vidrio: 209.57 kilogramos/centímetros²
 - Fibras de acero: 194.75 kilogramos/centímetros²
 - Fibras de polipropileno: 218.16 kilogramos/centímetros²



- Resistencia Máxima:
 - Patrón: 201.37 kilogramos/centímetros²
 - Fibras de vidrio: 221.30 kilogramos/centímetros²
 - Fibras de acero: 206.90 kilogramos/centímetros²
 - Fibras de polipropileno: 230.42 kilogramos/centímetros²

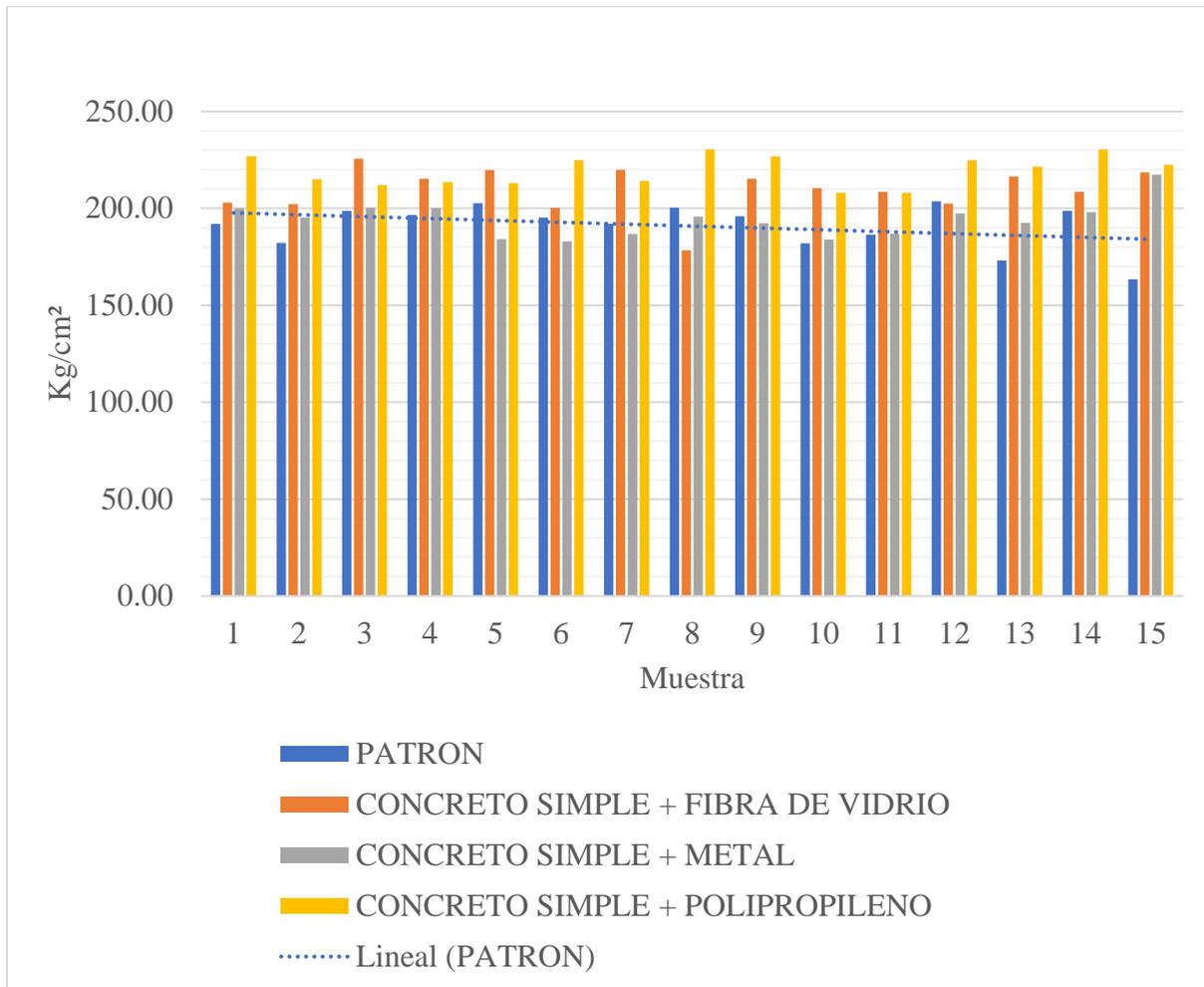
- Resistencia Mínima:
 - Patrón: 165.03 kilogramos/centímetros²
 - Fibras de vidrio: 196.34 kilogramos/centímetros²
 - Fibras de acero: 184.62 kilogramos/centímetros²
 - Fibras de polipropileno: 208.00 kilogramos/centímetros²

- Variabilidad de la Resistencia:
 - La mayor variabilidad se observa en la muestra patrón y la muestra con fibra de vidrio, con una diferencia de 36.34 Kg/cm² y 24.96 Kg/cm² entre los valores máximos y mínimos, respectivamente.
 - La muestra con fibra de acero demuestra una variabilidad moderada con una diferencia de 22.28 Kg/cm² entre los valores máximos y mínimos.
 - La muestra con fibra de polipropileno tiene la menor variabilidad con una diferencia de 22.42 Kg/cm² entre los valores máximos y mínimos.

- Comparación entre Materiales:
 - La muestra con fibra de polipropileno tiene la mayor resistencia promedio, seguido por la muestra con fibra de vidrio, la muestra con fibra de acero y la muestra patrón
 - La muestra con fibra de polipropileno tiene la mayor resistencia máxima, mientras que la muestra patrón tiene la menor.
 - La muestra con fibra de polipropileno tiene la mayor resistencia mínima, mientras que la muestra patrón tiene la menor.
 - En general, la muestra con fibra de polipropileno parece ser el material más consistente en términos de resistencia.

Figura 61

Resistencia a la compresión a los 7 días de edad



Nota: Matriz de correlaciones de las muestras patrón con respecto a las muestras con 1% de adición de fibra de vidrio, polipropileno y acero a los 7 días.

Tabla 5

Matriz de correlaciones de la resistencia a la compresión con respecto a 1% de adición de fibra de vidrio a los 7 días.

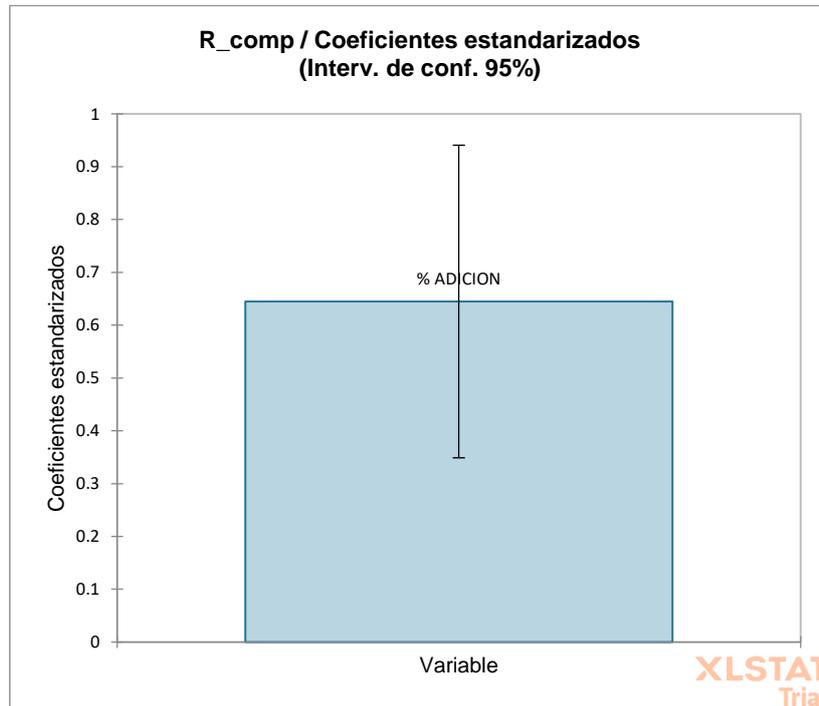
	% ADICIÓN	R_comp
% ADICIÓN	1	0.645
R_comp	0.645	1

Nota. Se observa que para cada 1% añadido de fibra de vidrio la Resistencia a compresión aumenta en un orden de 0.65%



Figura 62

Coefficientes estandarizados concreto adicionado con fibra de vidrio



Nota. Donde para cada 1% de adición de la fibra de vidrio se puede mejorar la resistencia a la compresión en un orden de 0.65 veces más en comparación del concreto convencional.

Tabla 6

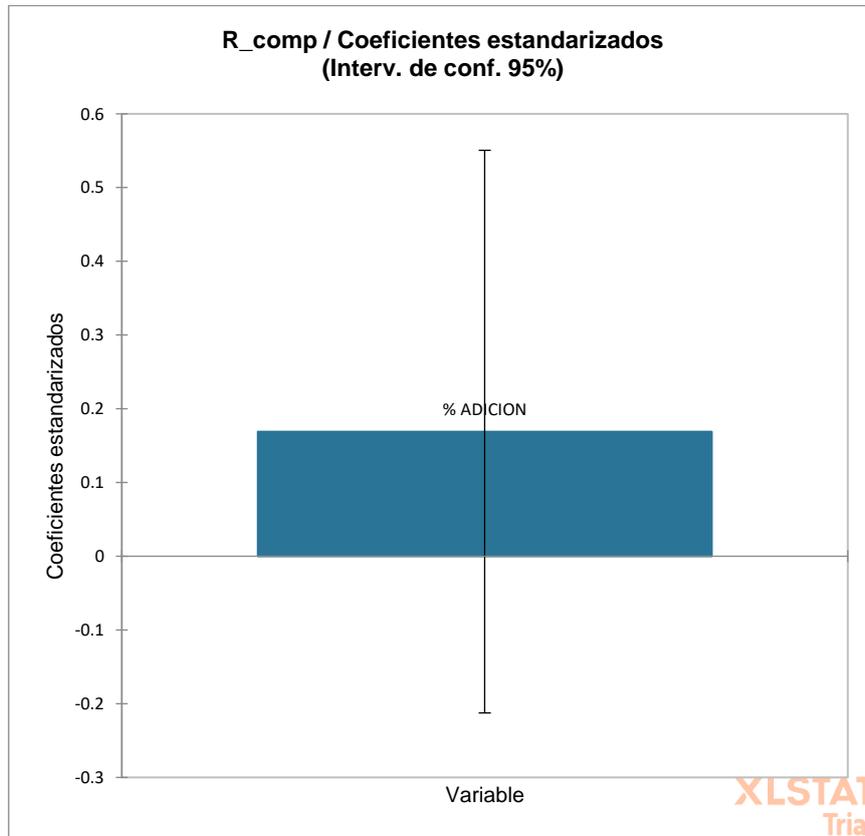
Matriz de correlaciones de las muestras patrón con respecto a las muestras con 1% de adición de fibra de acero a los 7 dias.

	% ADICION	R_comp
% ADICION	1	0.169
R_comp	0.169	1



Figura 63

Coefficientes estandarizados concreto adicionado con fibra de acero



Nota. Donde para cada 1% de adición de la fibra de acero se puede mejorar la resistencia a la compresión en un orden de 0.17 veces más en comparación del concreto convencional.

Tabla 7

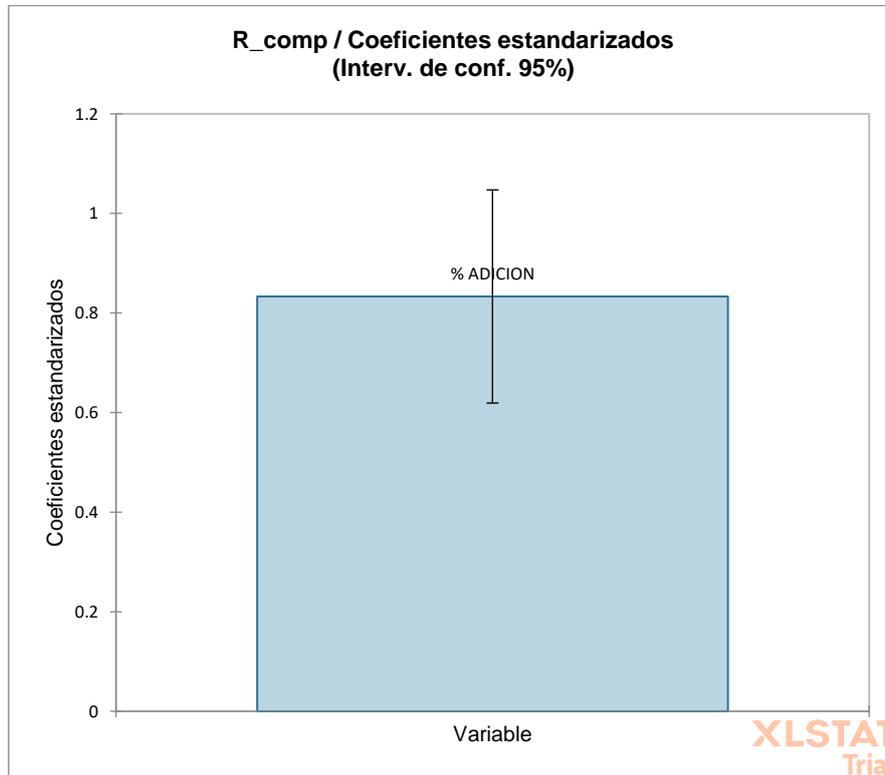
Matriz de correlaciones de las muestras patrón con respecto a las muestras con 1% de adición de fibra de polipropileno a los 7 días.

	% ADICION	R_comp
% ADICION	1	0.833
R_comp	0.833	1



Figura 64

Coefficientes estandarizados concreto adicionado con fibra de polipropileno



Nota. Donde para cada 1% de adición de la fibra de polipropileno se puede mejorar la resistencia a la compresión en un orden de 0.68 veces más en comparación del concreto convencional.



Tabla 9

Tabla resumen de los resultados de la resistencia a la compresión a los 28 días de edad.

ÍTEM	PATRON	VIDRIO	ACERO	POLIPROPILENO
	Resist. de Probeta	Resist. de Probeta	Resist. de Probeta	Resist. de Probeta
	(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)	(Kg/cm ²)
1	227.10	251.75	242.54	260.00
2	220.94	249.11	242.33	265.67
3	218.73	247.15	236.65	255.02
4	215.35	248.80	238.21	268.46
5	221.50	251.32	237.17	252.31
6	215.29	252.20	235.47	253.92
7	217.89	254.98	233.79	265.65
8	218.63	257.04	238.83	251.28
9	220.47	251.32	231.55	252.73
10	224.29	255.53	233.79	268.45
11	223.11	257.27	236.04	262.80
12	223.91	256.39	240.50	248.53
13	221.24	257.27	241.11	246.13
14	222.90	258.33	239.99	275.12
15	222.18	259.51	238.76	266.23

Nota: Cuadro de resumen de los resultados de la resistencia a compresión de las muestras patrón con respecto a las muestras con 1% de adición de fibra de vidrio, polipropileno y acero a los 28 días.

- Resistencia Promedio:
 - Patrón: 221.19 kilogramos/centímetros²
 - Fibras de vidrio: 254.49 kilogramos/centímetros²
 - Fibras de acero: 238.61 kilogramos/centímetros²
 - Fibras de polipropileno: 260.51 kilogramos/centímetros²

- Resistencia Máxima:
 - Patrón: 227.10 kilogramos/centímetros²
 - Fibras de vidrio: 259.51 kilogramos/centímetros²
 - Fibras de acero: 242.54 kilogramos/centímetros²
 - Fibras de polipropileno: 275.12 kilogramos/centímetros²



- Resistencia Mínima:
 - Patrón: 215.29 kilogramos/centímetros²
 - Fibra de vidrio: 247.15 kilogramos/centímetros²
 - Fibra de acero: 231.55 kilogramos/centímetros²
 - Fibra de polipropileno: 246.13 kilogramos/centímetros²

- Variabilidad de la Resistencia:
 - La mayor variabilidad se observa en el polipropileno, con una diferencia de 29.99 Kg/cm² entre los valores máximos y mínimos.
 - La muestra con fibra de vidrio también muestra una variabilidad significativa con una diferencia de 12.36 Kg/cm².
 - La muestra con patrón tiene una variabilidad moderada con una diferencia de 11.81 Kg/cm².
 - La muestra con fibra de acero tiene la menor variabilidad con una diferencia de 10.28 Kg/cm².

- Comparación entre Materiales:
 - La muestra con fibra de polipropileno tiene la mayor resistencia promedio, seguido por la muestra con fibra de vidrio, muestra con fibra de acero y la muestra patrón.
 - La muestra con fibra de polipropileno también tiene la mayor resistencia máxima, mientras que la muestra patrón tiene la menor.
 - La muestra con fibra de vidrio tiene la mayor resistencia mínima, mientras que la muestra patrón tiene la menor.
 - La muestra con fibra de vidrio tiene la mayor variabilidad en sus resultados, lo que sugiere que puede ser menos consistente en términos de resistencia.

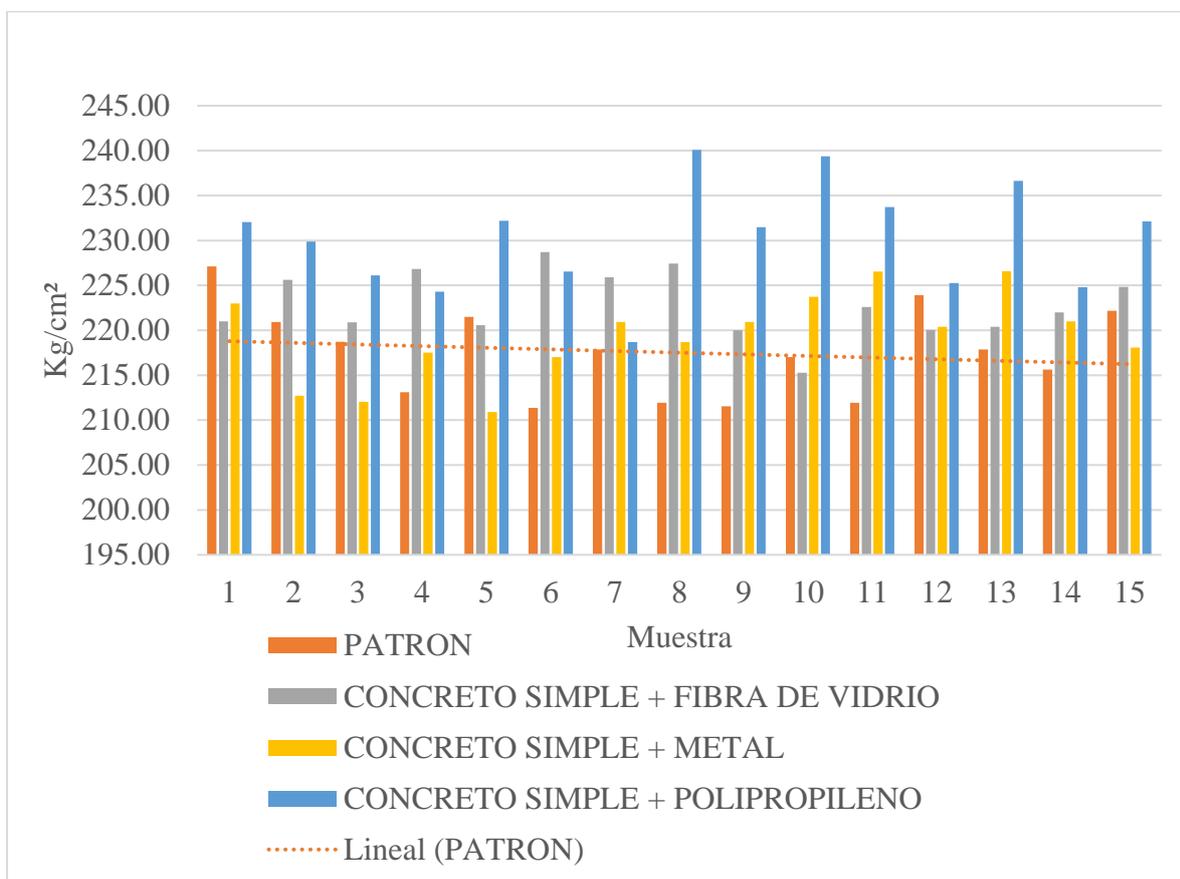


De la tabla 4 anteriormente mostrados se logró corroborar que la resistencia de compresión para la fibra de vidrio, acero y propileno llegan al orden promedio de 10%, 3% y 16% más que la resistencia de la muestra patrón ($f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$) para 7 días de edad del concreto.

De la tabla 5 anteriormente mostrados se logró corroborar que la resistencia de compresión para la fibra de vidrio, acero y propileno llegan al orden promedio de 15%, 8% y 17% más que la resistencia de la muestra patrón ($f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$) para la edad de 28 días del concreto.

Figura 65

Resistencia a la compresión a los 28 días de edad



Nota: Matriz de correlaciones de las muestras patrón con respecto a las muestras con 1% de adición de fibra de vidrio, polipropileno y acero a los 28 días



Tabla 10

Matriz de correlaciones de las muestras patrón con respecto a las muestras con 1% de adición de fibra de vidrio a los 28 días.

	% ADICION	R_comp
% ADICION	1	0.978
R_comp	0.978	1

Nota. Donde para cada 1% de adición de la fibra de vidrio se puede mejorar la resistencia a la compresión en un orden de 0.978 veces más en comparación del concreto convencional.

Figura 65

Coefficientes estandarizados del concreto adicionado con fibra de vidrio

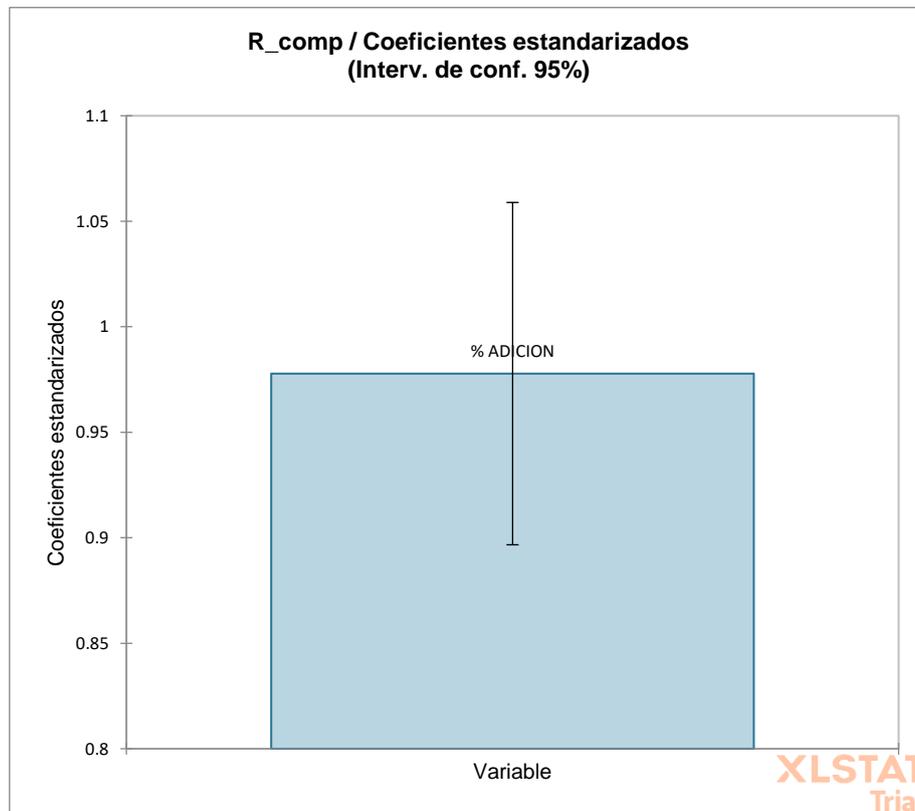




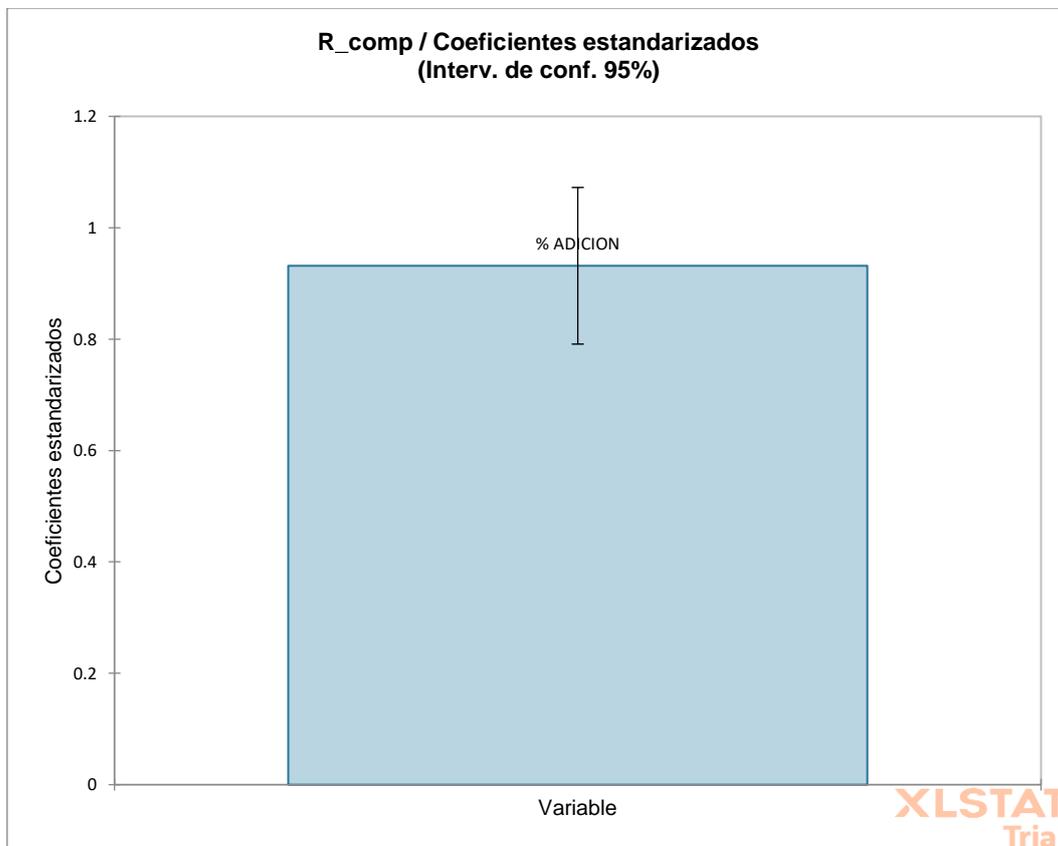
Tabla 11

Matriz de correlaciones de las muestras patrón con respecto a las muestras con 1% de adición de fibra de acero a los 28 días.

	% ADICION	R_comp
% ADICION	1	0.832
R_comp	0.832	1

Figura 66

Coefficientes estandarizados del concreto adicionado con fibra de acero



Nota. Donde para cada 1% de adición de la fibra de acero se puede mejorar la resistencia a la compresión en un orden de 0.832 veces más en comparación del concreto convencional.



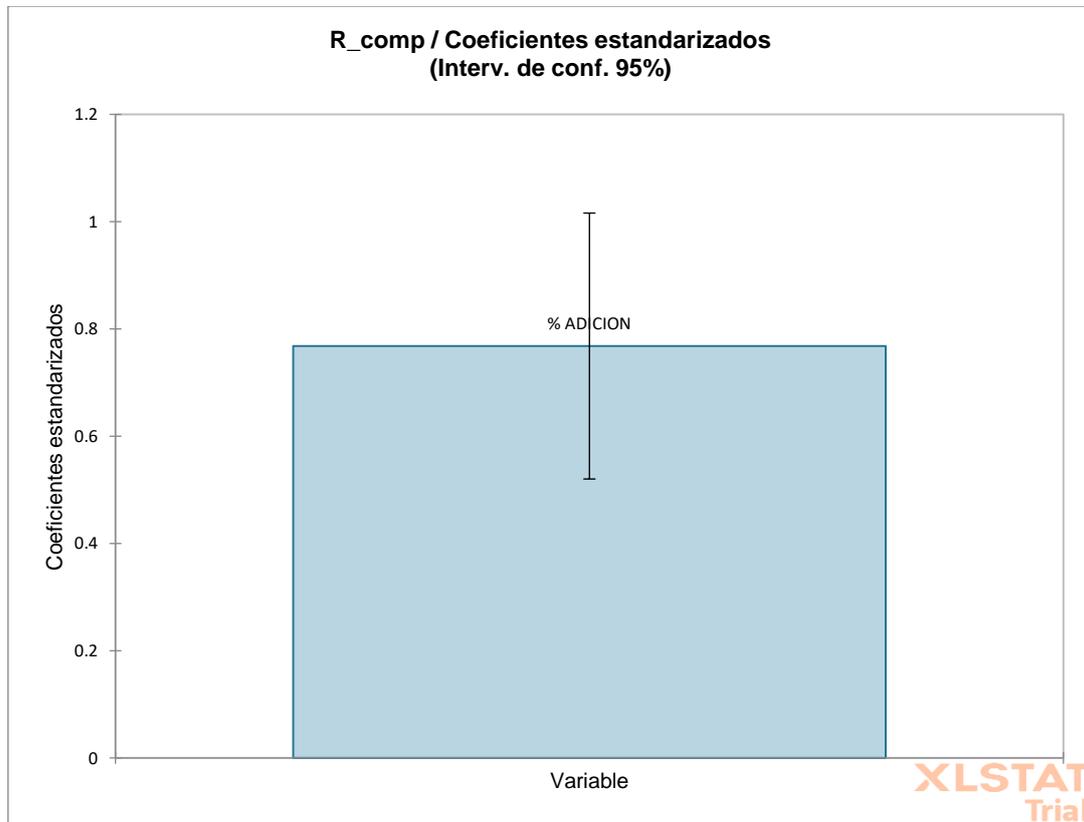
Tabla 12

Matriz de correlaciones de las muestras patrón con respecto a las muestras con 1% de adición de fibra de polipropileno a los 28 días.

	% ADICION	R_comp
% ADICION	1	0.949
R_comp	0.949	1

Figura 67

Coefficientes estandarizados del concreto adicionado con fibra de polipropileno.



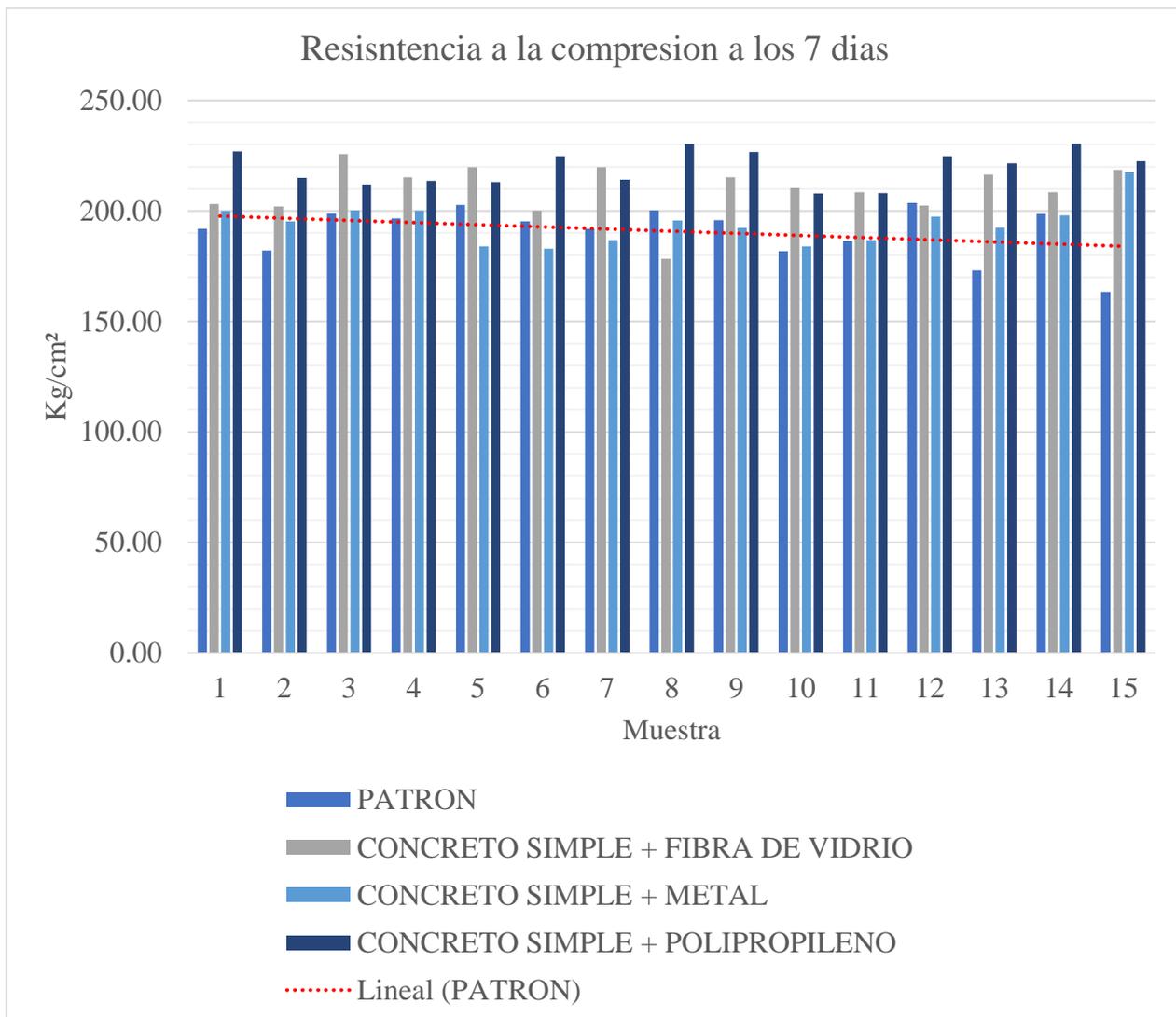
Nota. Donde para cada 1% de adición de la fibra de polipropileno se puede mejorar la resistencia a la compresión en un orden de 0.949 veces más en comparación del concreto convencional.

4.2. Resultados Respecto al Objetivo General

A continuación, se presenta de manera resumida los resultados obtenidos de las resistencias a compresión de las muestras con 7 días de edad.

Figura 68

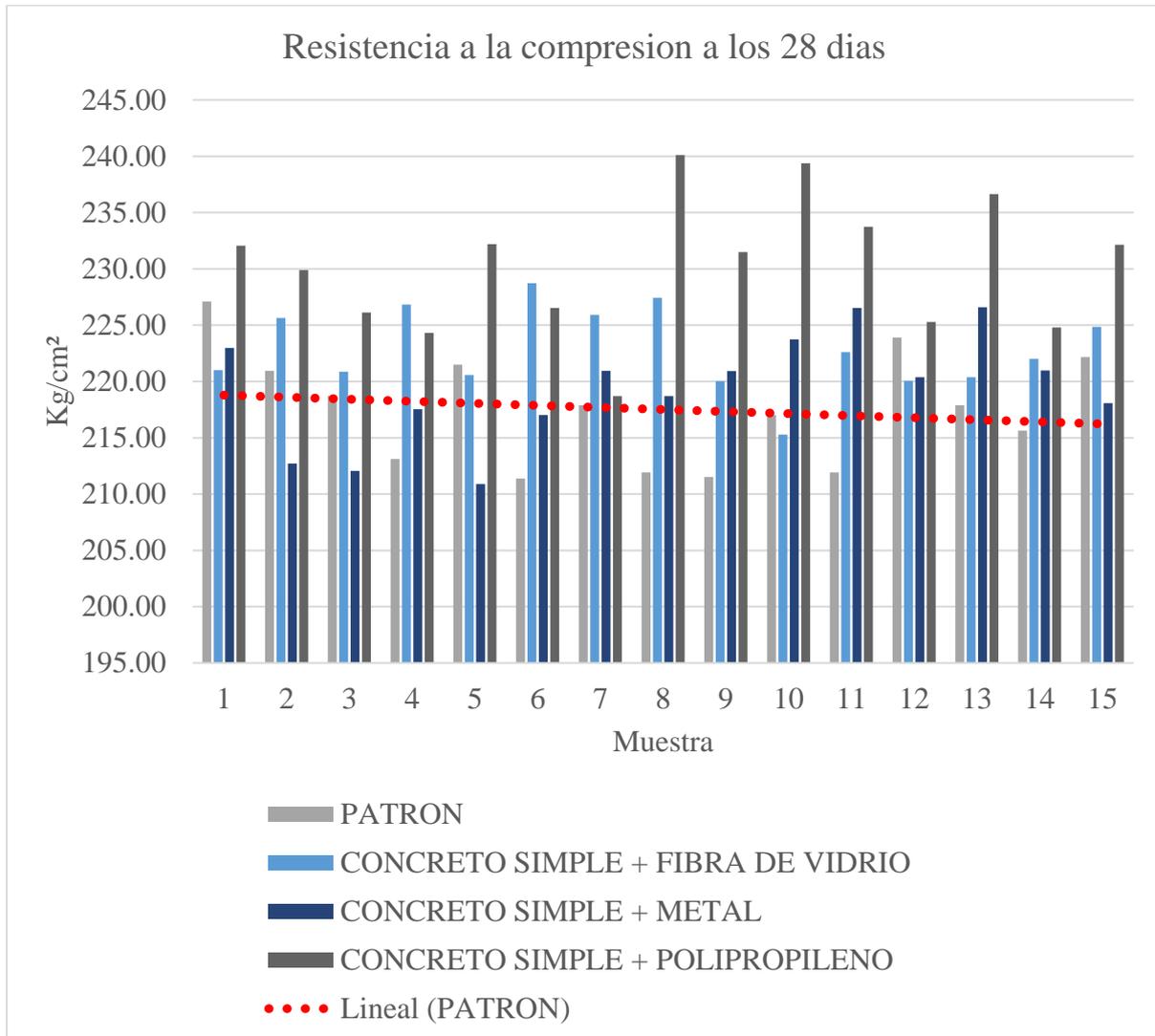
Resistencia a la compresión a los 7 días de edad



Nota. Según los resultados anteriormente demostrados se observa las fibras de polipropileno obtuvieron mejor comportamiento que las fibras de vidrio y de acero.

Figura 69

Resistencia a la compresión a los 28 días de edad



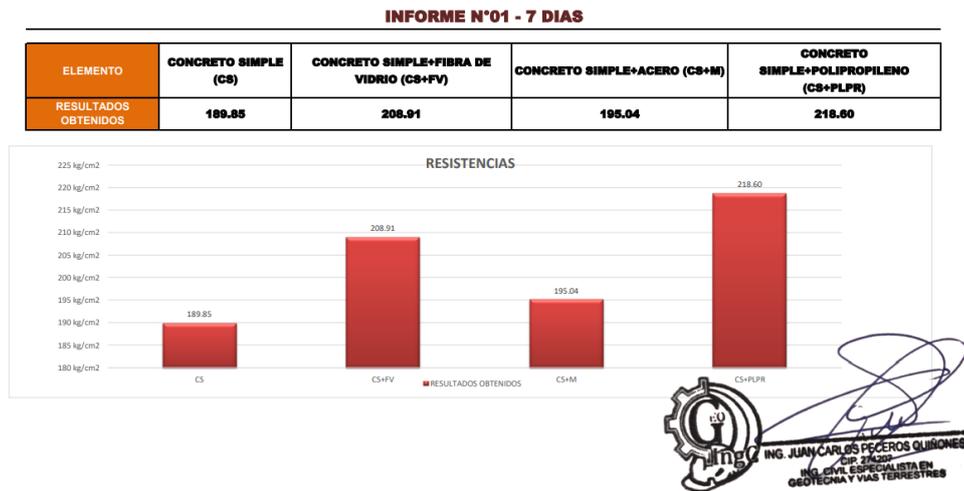
Nota. Según los resultados anteriormente demostrados se observa las fibras de polipropileno obtuvieron mejor comportamiento que las fibras de vidrio y de acero. Analizados para los 28 días de edad donde se aprecia una diferencia considerable del uso del polipropileno.



A continuación, se presenta de manera resumida los resultados obtenidos de las resistencias a compresión de las muestras con 7 días de edad.

Figura 70

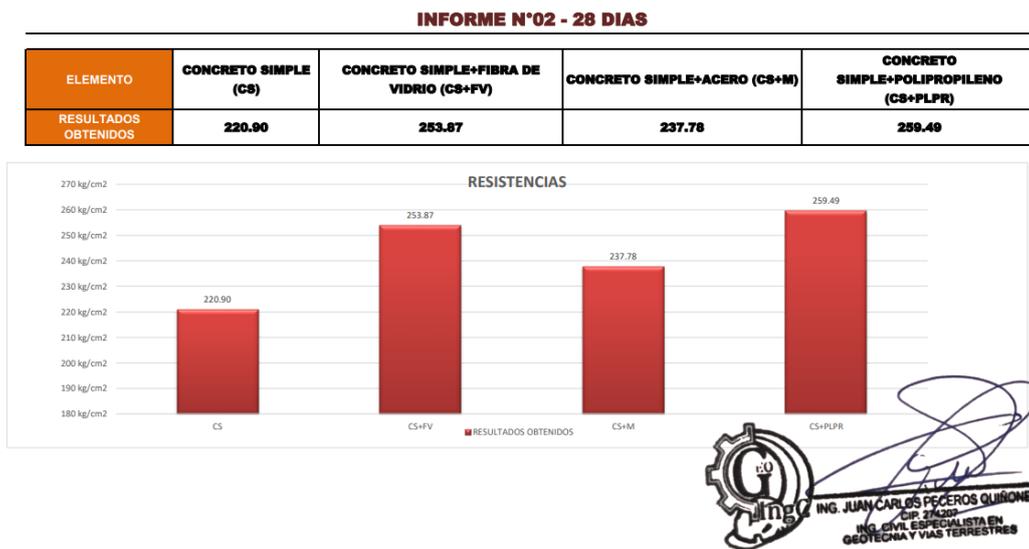
Resultados de la resistencia a compresión del concreto $f'c$ 210Kg/cm² patrón comparado con el concreto adicionado con fibras de vidrio, acero y polipropileno a la edad de 7 días.



Nota: Cuadro de barra comparativo de los valores de las muestras patrón con respecto a las muestras con 1% de adición de fibra de vidrio, acero y polipropileno a la edad de 7 días.

Figura 71

Resultados de la resistencia a compresión del concreto $f'c$ 210Kg/cm² patrón comparado con el concreto adicionado con fibras de vidrio, acero y polipropileno a la edad de 28 días.



Nota: Cuadro de barra comparativo de los valores de las muestras patrón con respecto a las muestras con 1% de adición de fibra de vidrio, acero y polipropileno a la edad de 28 días.



Capítulo V: Discusión

5.1. Descripción de los Hallazgos más Relevantes y Significativos

Tomando en cuenta los resultados y posteriormente el proceso estadístico realizado demuestran que hay una mejora significativa con respecto a la adición de estas fibras debido a que al solo añadir 1% de cada polímero a la matriz del concreto se llegó a mejorar en el orden de 15.5%, 8%, 17% la resistencia a la compresión cuando se añaden fibras de vidrio, acero y polipropileno, en comparación con la muestra estándar.

5.2. Limitaciones del Estudio

Al ser una investigación con materiales relativamente nuevos en el mercado.

Se limita al uso del cemento HE, árido grueso utilizado de la cantera de Huambutio, árido fino utilizado de la cantera de Vicho y durante el desarrollo de la investigación se tuvo que diseñar una mezcla con el objetivo de obtener las propiedades autocompactantes requeridas para este concreto.

Se limita a la identificación, reciclaje y preparado de la materia prima para poder extraer los tipos de fibras que requerimos para uso e investigación de la tesis.

Se limita al uso de las herramientas y equipos debidamente calibrados y certificados del laboratorio “CONGEOING EIRL. CONSULTORIA EN GEOLOGIA E INGENIERIA CIVIL” utilizados en la ejecución de los ensayos necesarios.

Se limita a cumplir con las normas establecidas, los ajustes en la dosificación se hicieron de acuerdo con las especificaciones de los estándares de ACI 211 y ASTM 131-01.

5.3. Comparación Crítica con la Literatura Existente

¿Por qué se escogió solo 1% de adición de las fibras al concreto $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$?

Se utilizó el 1% porque permitía elaborar y comprender los resultados en relación con el atributo mecánico de la resistencia a la compresión.

Además, que según los antecedentes descritos en el capítulo 2. Como se menciona en el estudio (*Antecedente Internacional N°1*) plantea que la dosis óptima de fibras depende de varios factores, estos autores plantearon utilizar 1% y 2% de fibras de polipropileno y vidrio en función al volumen de la matriz y la tesis (*Antecedente Internacional N°2*) opto por trabajar 0.5%, 1%, 1.5%, 2% y 2.5% de fibras de vidrio en relación con el volumen respectivo del



hormigón. Por lo tanto, como el tipo y la geometría de las fibras, el diseño y la consistencia del concreto, el método de colocación y el tipo de aplicación es similar en ambos estudios se optó por usar una dosis general entre 0.5% y 1.5% del volumen total del concreto y geométricamente colocarla en fibras también basándonos en nuestros antecedentes mencionados.

¿Cuál es la comparación entre los resultados obtenidos y con los antecedentes existentes?

En la tesis (*Antecedente Internacional N°2*) se observó que al 1% de incremento de fibras de vidrio afecto entre 2% y 5% en la resistencia a compresión, esto debido posiblemente a que su dosificación fue diseñada para un concreto 380kg/cm².

En la tesis (*Antecedente Nacional N°1*) se observó que la compresión máxima del hormigón de 210 Kg/cm² con sustitución parcial por partículas de vidrio fue un 16,6% utilizando cemento Yura IP, superior a la resistencia de diseño.

En la tesis (*Antecedente Nacional N°2*) los resultados muestran que el uso de fibras metálicas y de polipropileno en hormigón ordinario con $f'c = 280 \text{ kgf/cm}^2$ aumenta la resistencia en un 8,46% y un 12,33%, respectivamente.

Por lo tanto:

En nuestra investigación obtenemos los resultados a los 28 días de un aumento para el concreto tipo HE adicionado con 1% de fibra de vidrio de 15.5%, para el concreto tipo HE adicionado con 1% de fibra de acero de 8%, y para el concreto tipo HE adicionado con 1% de fibra de polipropileno de 17%, lo cual nos indica con respecto a los resultados de los antecedentes existentes que el adicionar fibras al concreto utilizando un cemento tipo HE incrementa aún más la resistencia a compresión que al incrementar estas fibras utilizando un cemento tipo IP.

5.4. Implicancias del Estudio

¿Por qué se realizó el presente estudio?

El objetivo de este estudio fue comprobar cómo la adición de acero, polipropileno y fibra de vidrio a la fabricación tradicional de hormigón afectaba a la resistencia a compresión del cemento tipo HE con $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$.



Si no eran necesarios para el diseño de la mezcla, ¿por qué se sometieron los áridos a pruebas de dureza?

Se optó realizar el ensayo de dureza en los aridos tanto finos como gruesos porque al realizar el diseño mezcla necesitamos trabajar con agregados que tengan un buen grado de resistencia al desgaste, por lo tanto, estos agregados debían cumplir según norma estos valores, caso contrario tendríamos que haber cambiado de agregados. Dado que nuestro diseño de mezcla este enfocado a utilizarse en pavimentos como también para elementos estructurales.

¿Para qué tipo de elemento está orientado este tipo de concreto?

El tipo de concreto que se utilizó en todas las variantes estudiadas en esta tesis elaborado con cemento HE es utilizable principalmente pavimentos rígidos y en todo elemento estructural como vigas, columnas, losas, zapatas, etc. Esto debido a que el concreto elaborado alcanza su resistencia de diseño en menos tiempo a comparación de un concreto básico conocido. Esto es de gran beneficio ya que tendremos elementos más resistentes y utilizables en corto tiempo, optimizando tiempo y dinero en los proyectos realizados con este nuevo material.

¿Por qué surgió la metodología ACI-211 de dosificación de la mezcla para producir hormigón aditivado?

El American Concrete Institute (ACI) es una entidad estadounidense que busca disponer estándares, normativas y sugerencias técnicas en relación al concreto. Estas normas son ampliamente empleadas para la fabricación de concreto, por lo cual se optó por innovar con la metodología ACI 211 para un diseño de mezcla de hormigón autocompactante utilizando recursos locales, se dio la aprobación una vez más en 2019, alcanzando los requerimientos especificados por las normas vigentes.

¿Por qué se utilizó cemento tipo HE?

El cemento tipo HE ofrece alta resistencia a edad temprana por lo cual este mismo permite elaborar concreto con mayores resistencias mecánicas.



¿Por qué se utilizó fibras de vidrio, acero y polipropileno?

Como refuerzo en la estructura de hormigón, estas fibras reducen la probabilidad de grietas causadas por la contracción plástica o térmica. En el caso de la fibra de polipropileno, esto proporciona resistencia a la corrosión del hormigón, aumentando su durabilidad. Las fibras de vidrio reducen las grietas de contracción y reducen el tamaño de los poros, mejorando la durabilidad. Inicialmente, estas fibras se utilizaban para mejorar las propiedades mecánicas del hormigón convencional, aumentar la resistencia a la compresión y reducir la porosidad.

¿Por qué la poca variación pese a utilizar distinto tipos de fibras?

En nuestra investigación obtenemos los resultados a los 28 días de un aumento para el concreto tipo HE adicionado con 1% de fibra de vidrio de 15.5%, para el concreto tipo HE adicionado con 1% de fibra de acero de 8%, y para el concreto tipo HE adicionado con 1% de fibra de polipropileno de 17%, estos resultados si bien cumplieron nuestra hipótesis parcialmente aún pueden superar mas aún su % de resistencia a compresión, este resultado dependerá de la forma, tamaño y el momento en el que se adicionara las fibras a la mezcla base. Los resultados del concreto elaborado con cemento HE y adición de fibras de polipropileno y con fibras de vidrio alcanzo un mejor resultado debido a la homogeneidad de las fibras en cuanto a tamaño y la forma, en cambio el resultado del concreto con cemento HE adicionado fibra de acero no elevo su resistencia al mismo nivel debido a que en su composición no hubo homogeneidad de fibras y hubo presencia de limo lo que pudo ocasionar este problema.



Conclusiones

Primera conclusión:

Respecto al objetivo general:

Se observó que las fibras de acero superaban el 8% en comparación con el hormigón convencional, los resultados de las muestras con fibras mostraron que su resistencia a la compresión superaba el 15.5% y el 17% en el caso de las fibras de vidrio y de propileno, respectivamente. Esto valoró parcialmente la hipótesis general de que "La adición de diferentes tipos de fibras, como acero, polipropileno y vidrio, mejoran la resistencia a compresión en un 15% del hormigón $f'_c=210 \text{ Kg/cm}^2$ fabricado con cemento HE".

La resistencia a la compresión del hormigón formado con cemento HE y $f'_c= 210 \text{ Kg/cm}^2$ aumenta considerablemente mediante la adición de varios tipos de fibras, superando al hormigón ordinario en un 15% de media. De este modo, aumenta la capacidad de carga del hormigón y disminuye la fisuración. Las fibras sirven de refuerzo interno del hormigón.

La dosis óptima de fibras para el concreto $f'_c= 210 \text{ Kg/cm}^2$ es de 1%, ya que una dosis mayor podría afectar la trabajabilidad, la adherencia y el acabado del concreto. Para lograr una distribución homogénea de las fibras en el concreto, se recomienda mezclarlas previamente con el agregado fino antes de añadir el cemento y el agua.

Segunda conclusión:

Respecto a los objetivos específicos:

- Los parámetros mecánicos del hormigón con fibras de vidrio revelan un aumento de la resistencia a la compresión de más del 15% en comparación con el hormigón estándar, como se indica en la subhipótesis N°1. Se alcanzó el objetivo específico N° 1. Se alcanzó el porcentaje del 15.5% indicado en la Tabla N°5.
- El objetivo específico 2 se cumplió, y también se demostró que la subhipótesis N°2 era cierta: "Las propiedades mecánicas del hormigón con fibras de polipropileno reflejan una mejora de la resistencia a la compresión superior al 15% con respecto al hormigón estándar." De hecho, las estadísticas de la Tabla N°5 indican que se produjo un 17% más de hormigón de lo habitual.



- Según los resultados, que se muestran en la Tabla N°5, la adición de fibras de acero sólo consiguió una mejora del 8% en comparación con los resultados de la muestra estándar, lo que contradice la subhipótesis N°3, que afirmaba: "Las propiedades mecánicas del hormigón con fibras de acero muestran un aumento de la resistencia a la compresión superior al 15% con respecto al hormigón estándar".



Recomendaciones

- Se recomienda que los estudiantes lleven a cabo investigaciones adicionales utilizando varias dosis de fibra para cada tipo de fibra antes de evaluar cómo afectan estas fibras a las resistencias a la compresión y a la tracción del hormigón ($f'_c=210 \text{ Kg/cm}^2$) para comprender cómo afectan estos nuevos diseños a las propiedades mecánicas del hormigón.
- Se recomienda que los alumnos realicen un estudio utilizando una combinación de los tres tipos de fibras (polipropileno, polietileno y poliéster) en cada muestra para conocer una gama más amplia de propiedades físico-mecánicas del hormigón con una densidad de $f'_c= 210 \text{ Kg/cm}^2$,
- Se recomienda a los estudiantes distribuir homogéneamente las fibras en el agregado fino antes de mezclarlo con el cemento y el agua para así poder evitar aglomeraciones y/o cúmulos en la mezcla que afecten la calidad del concreto.
- Se recomienda a los estudiantes realizar estudios con edades de 14 y 21 días para poder observar el incremento de la resistencia a compresión y tracción con el paso del tiempo.
- Se recomienda a los investigadores elegir el tipo y la dosis de fibras adecuados para cada aplicación del concreto, teniendo en cuenta las propiedades que se quieren mejorar, el diseño y la consistencia del concreto, el método de colocación y el tipo de estructura. Existen diferentes tipos de fibras, como las de acero, polipropileno, polietileno y poliéster, que tienen distintos efectos sobre la resistencia a la tracción, la fisuración, el impacto, el fuego y la durabilidad del concreto. La dosis óptima de fibras depende de varios factores, pero en general se recomienda una dosis entre 0.5% y 1.5% del volumen total del concreto.



Referencias

- Abanto, F. (2015). *Tecnología del Concreto*. Lima: San Marcos.
- Barros, F. (2012). *Diseño de Hormigones con Fibras de Polipropileno para Resistencias a la Compresión de 21 y 28 MPA con agregados de la Cantera de Pifo*. Quito: Universidad Central de Ecuador.
- Cifuentes, M. &. (2007). *Hormigón reforzado con fibras de polipropileno. influencia de la ductilidad de la fibra sobre la fragilidad y el efecto tamaño", en la revista "Anales de la mecánica de Fractura Volumen I*.
- Fernández, & Sampieri, B. &. (2014). *Metodología de la investigación 6ta edición*. Mexico: Mc Graw Hill.
- Flores, Y., & Mendoza, J. (2020). *Análisis de la correlación del módulo de rotura (MR) v.s. la resistencia a tracción indirecta ($f't$) y compresión ($f'c$) de concreto $f'c = 280, 300, 350, 420 \text{ kgf/cm}^2$ para pavimento rígido con fibras de polipropileno y fibras metálicas a los 7, 14 Y 28 días* . Arequipa: Repositorio Universidad Católica de Santa María.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. d. (2014). *Metodologia de la Investigacion*. Mexico: Mc Graw Hill.
- Hernandez, R., Fernandez, C., & Baptiste, P. (2014). *Metodología de la investigación (Sexta ed.)*. México: Mc Graw Hill.
- INDECOPI. (2011). *Analisis Granulometricos Del Agregado Fino, Grueso y Global. Agregados*.
- Manrique, P. &. (2020). *Estudio del uso de partículas de vidrio en concretos con resistencias convencionales en la ciudad de Arequipa*.
- Marmol, P. (2010). *Hormigones con Fibras de Acero, Características Mecánicas* . Madrid: Escuela Tecnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.
- Medina, F., & Cifuentes, H. (2007). *Hormigon Reforzado con Fibras de Polipropileno. Influencia de la Ductibilidad de la Fibra sobre la Fragilidad y el Efecto Tamaño* . Sevilla: Anales de la Mecánica de Fractura.



- Miranda, C., & Rado, M. (2019). *Propuesta de concretos reforzados con fibras de acero y cemento puzolánico para la construcción de pavimentos rígidos en la región de Apurímac*. Lima: Repositorio Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Norma Técnica Peruana 334.082, 2. (s.f.). (*Norma Técnica Peruana 334.082, 2008*). Lima.
- NTP 339.078, N. T. (2012). *Concreto. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo*. Lima: Indecopi.
- NTP 400.017, N. (2011). *Agregados. Método de ensayo normalizado para*. Lima: Indecopi.
- Ñaupas, D., & Sosa, D. (2019). *Comportamiento mecánico del concreto reforzados con fibra de acero en el análisis estructural de placas en el proyecto de ampliación del centro médico San Conrado en los Olivos, Lima - Perú*. Lima: Repositorio Universidad San Martín de Porres.
- Palma, R., & Manrique, J. (2020). *Estudio del uso de partículas de vidrio en concretos con resistencias convencionales en la ciudad de Arequipa*. Arequipa: Repositorio Universidad Católica de Santa María.
- Pasquel Carbajal, E. (1993). *Temas de tecnología del concreto en el Perú*. Lima: Colegio de Ingenieros del Perú.
- Ramos, J. (2021). *Estudio del comportamiento de vigas de concreto reforzadas y con refuerzo secundario adicional de fibras de acero, que presentan aberturas horizontales transversales*. Cusco: Repositorio Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.
- Rivva, E. (1992). *Diseño de Mezclas*. Lima: CIP.
- Sanchez Carrión, J. J. (2006). *Manual de Análisis Estadístico de los Datos*. Alianza Editorial.
- Weiss, J., Yang, W., & Shah, S. (1998). Shrinkage Cracking of Restrained Concrete Slabs. *Journal of Engineering Mechanics*, 765. doi:[https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9399\(1998\)124:7\(765\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9399(1998)124:7(765))
- Weiss, Y. &. (1998). (*Weiss, Yang, & Shah*) de la revista “*Journal of Engineering Mechanics* denominado: “*Shrinkage Cracking of Restrained Concrete Slabs*”.



Zapata&Arango. (2013). *Influencia de la Fibra de Vidrio en las Propiedades Mecánicas de Mezclas de Concreto*”, realizado en la Universidad EAFIT, Colombia.

Zapata, & Arango. (2013). *Influencia de la Fibra de Vidrio en las Propiedades Mecánicas de Mezclas de Concreto*. Bogotá: Universidad EAFIT.



Instrumentos de recolección de datos

PROYECTO/OBRA ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA AL INCORPORAR 1% DE FIBRAS DE VIDRIO, POLIPROPILENO Y ACERO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO F'C=210 KG/CM2 ELABORADO CON CEMENTO TIPO HE EN LA CIUDAD DE CUSCO 2022								CARACTERÍSTICAS DEL CONCRETO					
SOLICITANTE Bach. Mujica Ccoñislla, Ailuz Gaby Bach. Taboada Ore, Paolo Cesar								ENDURECIMIENTO: _____		EDAD DE ENSAYO: _____		DIMENSIONES (D-h): _____	
								FECHA _____					
INFORME N°02 - 28 DIAS													
N° de Briqueta	COD	ELEMENTO	Fecha		Edad (días)	Ensayo o Evolucion	Dial kN	f'c (kg/cm2) Diseño	RESISTENCIAS		PORCENTAJES de f'c		CUMPLET
			Moldeo	Rotura					Resist. de Probeta (kg/cm2)	Resist. que debe tener (kg/cm2)	% f'c diseño de probeta	% f'c diseño que debe tener	
											%	%	
1	PAT-01	CONCRETO SIMPLE (PATRON)	22/01/2023	19/02/2023	28								
2	PAT-02		22/01/2023	19/02/2023	28								
3	PAT-03		22/01/2023	19/02/2023	28								
4	PAT-04		22/01/2023	19/02/2023	28								
5	PAT-05		22/01/2023	19/02/2023	28								
6	PAT-06		22/01/2023	19/02/2023	28								
7	PAT-07		22/01/2023	19/02/2023	28								
8	PAT-08		22/01/2023	19/02/2023	28								
9	PAT-09		22/01/2023	19/02/2023	28								
10	PAT-10		22/01/2023	19/02/2023	28								
11	PAT-11		22/01/2023	19/02/2023	28								
12	PAT-12		22/01/2023	19/02/2023	28								
13	PAT-13		22/01/2023	19/02/2023	28								
14	PAT-14		22/01/2023	19/02/2023	28								
15	PAT-15		22/01/2023	19/02/2023	28								

1 kg/cm2

1 kg/cm2

1 kg/cm2

1 kg/cm2

0 kg/cm2

0 kg/cm2

0 kg/cm2

RESISTENCIAS

■ Resist. de Probeta

■ Resist. que debe tener

120.00%

100.00%

80.00%

60.00%

40.00%

20.00%

0.00%

PORCENTAJES

■ % f'c diseño de probeta



PROYECTO/OBRA

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA AL INCORPORAR 1% DE FIBRAS DE VIDRIO, POLIPROPILENO Y ACERO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO $f_c=210$ KG/CM² ELABORADO CON CEMENTO TIPO HE EN LA CIUDAD DE CUSCO 2022

SOLICITANTE

Bach. Mujica Ccoñislla, Aliluz Gaby Bach. Taboada Ore, Paolo Cesar

INFORME N°02 - 28 DIAS

ELEMENTO	CONCRETO SIMPLE (CS)	CONCRETO SIMPLE+FIBRA DE VIDRIO (CS+FV)	CONCRETO SIMPLE+ACERO (CS+M)	CONCRETO SIMPLE+POLIPROPILENO (CS+PLPR)
RESULTADOS OBTENIDOS				

RESISTENCIAS				
360 kg/cm ²				
340 kg/cm ²				
320 kg/cm ²				
300 kg/cm ²				
280 kg/cm ²				
260 kg/cm ²				
240 kg/cm ²				
220 kg/cm ²				
200 kg/cm ²				
180 kg/cm ²				
160 kg/cm ²				
140 kg/cm ²				
120 kg/cm ²				
100 kg/cm ²				
80 kg/cm ²				
60 kg/cm ²				
40 kg/cm ²				
20 kg/cm ²				
0 kg/cm ²				

CS

CS+FV

■ RESULTADOS OBTENIDOS

CS+M

CS+PLPR



PROYECTO/OBRA

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA AL INCORPORAR 1% DE FIBRAS DE VIDRIO, POLIPROPILENO Y ACERO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO FC=210 KG/CM² ELABORADO CON CEMENTO TIPO HE EN LA CIUDAD DE CUSCO 2022

SOLICITANTE

Bach. Mujica Ccoñislla, Alluz Gaby Bach. Taboada Ore, Paolo Cesar

FECHA

CUSCO, ENERO 2023

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO POR TAMIZADO MTC E-107-200

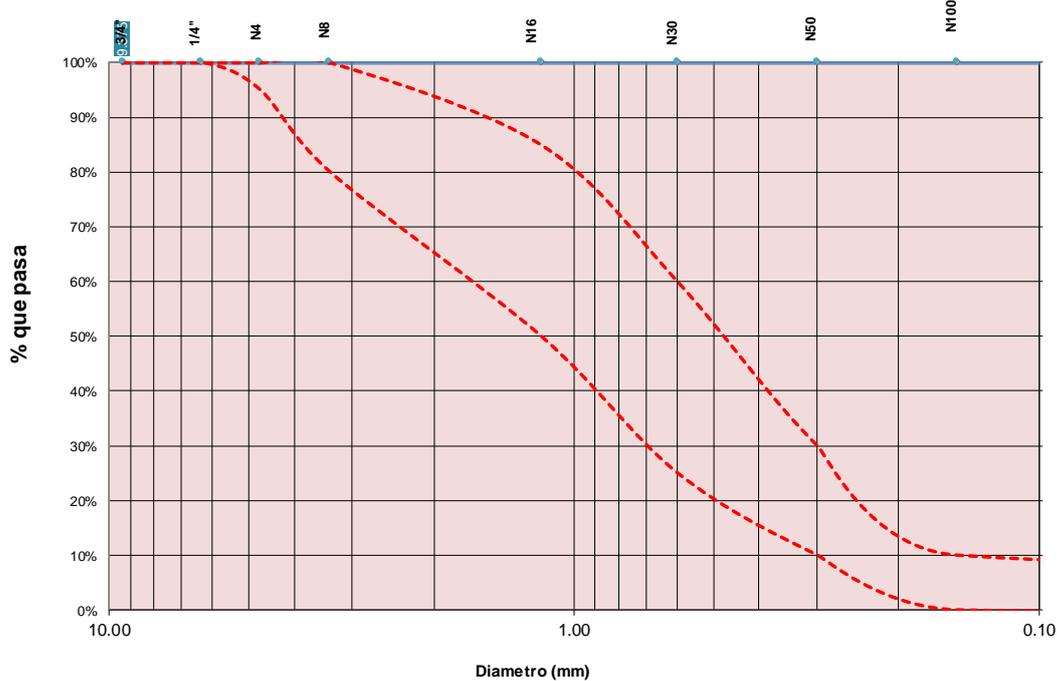
PESO ANTES DE LAVADO	1650 g
PESO DESPUES DE LAVADO	1381 g
PERDIDA	269 g

TIPO DE AGREGADO ARENA GRUESA
CANTERA HUAMBUTIO



Tamiz Nº	Diam. (mm)	Peso Retenido	%Retenido	%Retenido Acumulado	%que pasa	PARAMETROS ASTM C 33		Cumple?	Solucion?
						Superior	Inferior		
3/8 pulg	9.375				100.00%	100.00%	100.00%	SI	Nada
1/4 pulg	6.350				100.00%	100.00%	100.00%	SI	Nada
N 4	4.750				100.00%	100.00%	95.00%	SI	Nada
N 8	3.360				100.00%	100.00%	80.00%	SI	Nada
N 16	1.180				100.00%	85.00%	50.00%	NO	Aumentar
N 30	0.600				100.00%	60.00%	25.00%	NO	Aumentar
N 50	0.300				100.00%	30.00%	10.00%	NO	Aumentar
N 100	0.150				100.00%	10.00%	0.00%	NO	Reducir
bandeja	0.000				100.00%	0.00%	0.00%	NO	Aumentar
SERIE "C" (Tyler)									

CURVAGRANULOMETRICA



$$MF = \frac{\sum \% \text{Acumulados retenidos} (1\frac{1}{2}, \frac{3}{4}, \frac{3}{8}, N^{\circ}4, N^{\circ}8, N^{\circ}16, N^{\circ}30, N^{\circ}50, N^{\circ}100)}{100}$$

MF= 0.00

Arena Fina



Aumentar Arena Gruesa

Tamaño Maximo Absoluto= #/ND
Tamaño Maximo Nominal= 3/8pulg



PROYECTO/OBRA

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA AL INCORPORAR 1% DE FIBRAS DE VIDRIO, POLIPROPILENO Y ACERO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO F'C=210 KG/CM2 ELABORADO CON CEMENTO TIPO HE EN LA CIUDAD DE CUSCO 2022

SOLICITANTE

Bach. Mujica Ccoñislla, Aliluz Gaby Bach. Taboada Ore, Paolo Cesar

FECHA

CUSCO, ENERO 2023

TIPO DE AGREGADO PIEDRA CHANCADA

CANTERA VICHO

PESO ANTES DE LAVADO 3000 g

PESO DESPUES DE LAVADO 2950 g

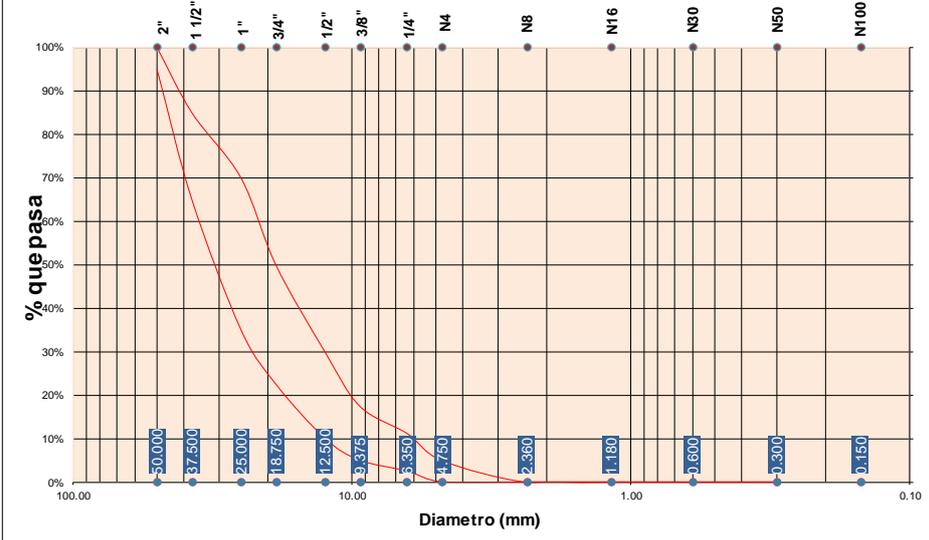
PERDIDA 50 g

ANALISIS GRANULOMETRICO AGREGADO GRUESO POR TAMIZADO MTC E-107-200

Tamiz Nº	Diam.(mm)	Peso Retenido	%Retenido	%Retenido Acumulado	%que pasa	PARAMETROS ASTM C 33		Cumple???	Solucion?
						Superior	Inferior		
2 pulg	50.000					100.00%	95.00%	NO	Quitar
1 1/2pulg	37.500					85.00%	65.00%	NO	Quitar
1 pulg	25.000					70.00%	35.00%	NO	Quitar
3/4pulg	18.750					50.00%	22.50%	NO	Quitar
1/2pulg	12.500					30.00%	10.00%	NO	Aumentar
3/8pulg	9.375					17.50%	5.00%	NO	Quitar
1/4pulg	6.350					11.25%	2.50%	NO	Quitar
Nº4	4.750					5.00%	0.00%	SI	Nada
Nº8	2.360					0.00%	0.00%	SI	Nada
Nº16	1.180					0.00%	0.00%	SI	Nada
Nº30	0.600					0.00%	0.00%	SI	Nada
Nº50	0.300					0.00%	0.00%	SI	Nada
Nº100	0.150					0.00%	0.00%	SI	Nada
bandeja	0.000					0.00%	0.00%	SI	Nada
		0.00	0.00%						



CURVA GRANULOMETRICA



$$MF = \frac{\sum \% \text{Acumulados retenidos} (1\frac{1}{2}, 3\frac{3}{4}, 3\frac{3}{8}, N^{\circ}4, N^{\circ}8, N^{\circ}16, N^{\circ}30, N^{\circ}50, N^{\circ}100)}{100}$$

MF = 0.00

Tamaño Maximo Absoluto= #ND
Tamaño Maximo Nominal= 2 pulg



CONTENIDO DE HUMEDAD MTC E215

AGREGADO FINO	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
PESO DE CAPSULA				
PESO CAPS + MATERIAL HUMEDO				
PESO CAPS + MATERIAL SECO				
PESO DEL AGUA				
PESO DEL SUELO SECO				
CONTENIDO DE AGUA (%)				0.00

PROMEDIO DE CONTENIDO DE AGUA = 0.00%

Contenido de Humedad del Agregado Fino

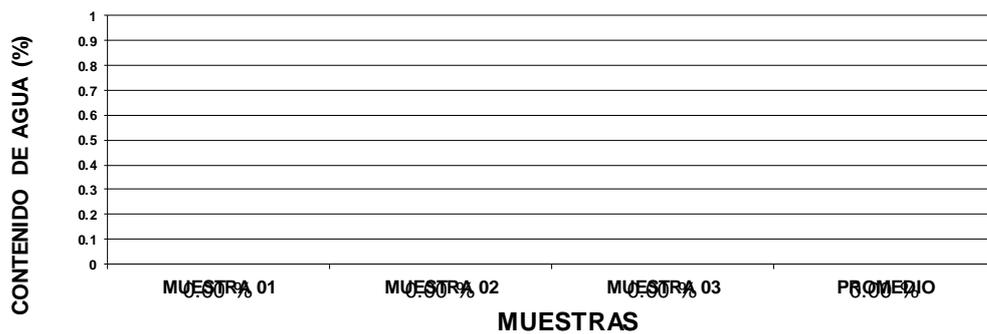


CONTENIDO DE HUMEDAD DE MATERIAL GRUESO

AGREGADO GRUESO	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
PESO DE CAPSULA				
PESO CAPS + MATERIAL HUMEDO				
PESO CAPS + MATERIAL SECO				
PESO DEL AGUA				
PESO DEL SUELO SECO				
CONTENIDO DE AGUA (%)				0.00

PROMEDIO DE CONTENIDO DE AGUA = 0.00%

Contenido de Humedad del Agregado Grueso





PROYECTO/OBRA

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA AL INCORPORAR 1% DE FIBRAS DE VIDRIO, POLIPROPILENO Y ACERO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO F'c=210 KG/CM2 ELABORADO CON CEMENTO TIPO HE EN LA CIUDAD DE CUSCO 2022

SOLICITANTE

Bach. Mujica Ccoñislla, Aliluz Gaby Bach. Taboada Ore, Paolo Cesar CUSCO, ENERO 2023

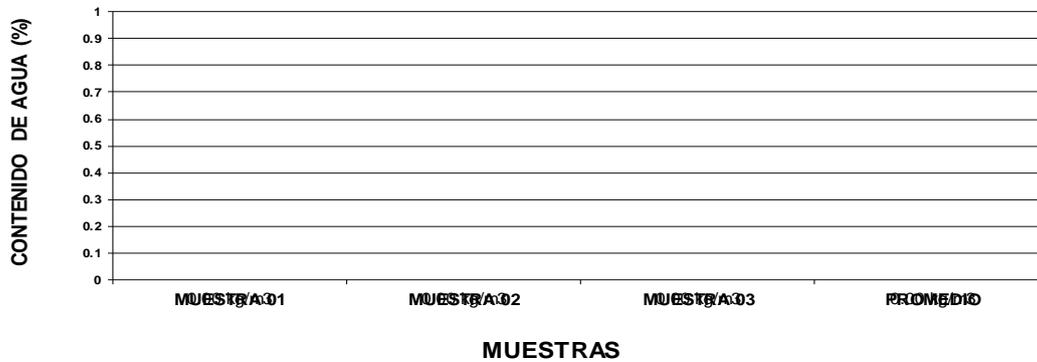
FECHA

PESO UNITARIO SUELTO AASTHO T-29

AGREGADO FINO	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
PESO DE MOLDE				
PESO MOLDE + MATERIAL HUMEDO				
VOLUMEN DE MOLDE				
PESO UNITARIO SUELTO	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!

PROMEDIO DE PESO UNITARIO SUELTO = #iDIV/0!

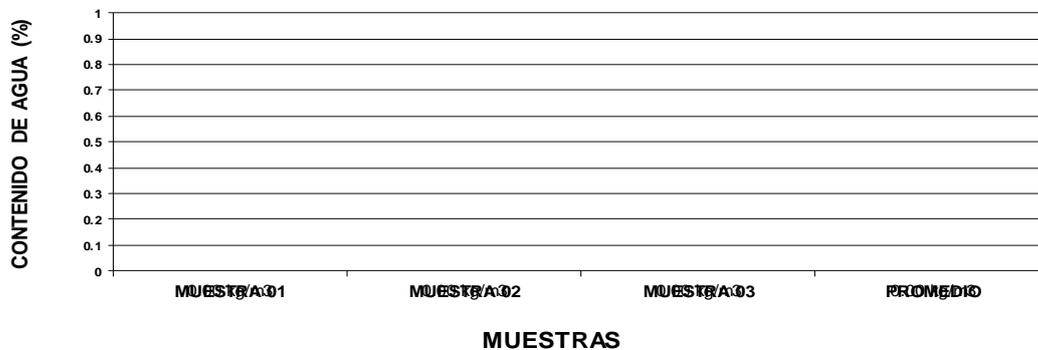
PESO UNITARIO SUELTO - AG. FINO



AGREGADO GRUESO	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
PESO DE MOLDE				
PESO MOLDE + MATERIAL HUMEDO				
VOLUMEN DE MOLDE				
PESO UNITARIO SUELTO	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!	#iDIV/0!

PROMEDIO DE PESO UNITARIO SUELTO = #iDIV/0!

PESO UNITARIO SUELTO AG. GRUESO





PROYECTO/OBRA

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA AL INCORPORAR 1% DE FIBRAS DE VIDRIO, POLIPROPILENO Y ACERO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO F'c=210 KG/CM2 ELABORADO CON CEMENTO TIPO HE EN LA CIUDAD DE CUSCO 2022

SOLICITANTE

Bach. Mujica Ccoñislla, Aliluz Gaby Bach. Taboada Ore, Paolo Cesar CUSCO, ENERO 2023

FECHA

PESO UNITARIO VARILLADO AASTHO T-29

AGREGADO FINO	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
PESO DE MOLDE				
PESO MOLDE + MATERIAL HUMEDO				
VOLUMEN DE MOLDE				
PESO UNITARIO SUELTO				0.00 kg/m3

PROMEDIO DE PESO UNITARIO SUELTO = 0.00 kg/m3

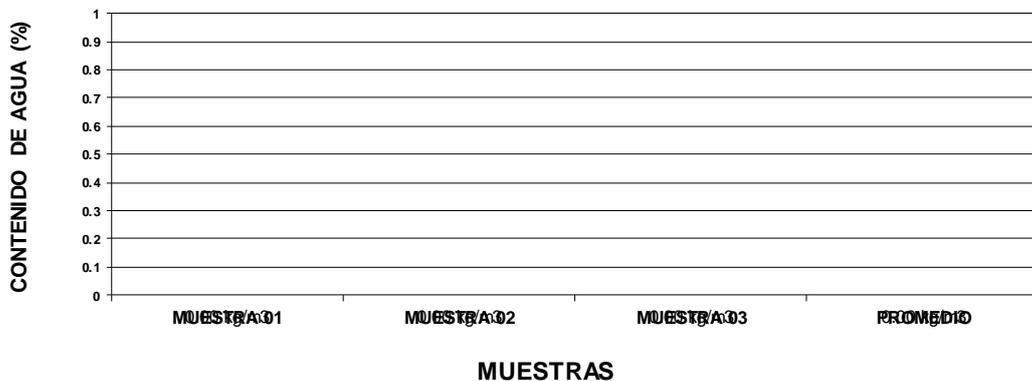
PESO UNITARIO VARILLADO - AG. FINO



AGREGADO GRUESO	MUESTRA 01	MUESTRA 02	MUESTRA 03	PROMEDIO
PESO DE MOLDE				
PESO MOLDE + MATERIAL HUMEDO				
VOLUMEN DE MOLDE				
PESO UNITARIO SUELTO				0.00 kg/m3

PROMEDIO DE PESO UNITARIO SUELTO = 0.00 kg/m3

PESO UNITARIO VARILLADO AG. GRUESO





PROYECTO/OBRA

ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA AL INCORPORAR 1% DE FIBRAS DE VIDRIO, POLIPROPILENO Y ACERO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO F'C=210 KG/CM2 ELABORADO CON CEMENTO TIPO HE EN LA CIUDAD DE CUSCO 2022

SOLICITANTE

Bach. Mujica Ccoñislla, Aliluz Gaby Bach. Taboada Ore, Paolo Cesar

FECHA

CUSCO, ENERO 2023

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO FINO AASHTO T 84

Wo= Peso en el aire de la muestra secada en el horno, gr : 498.12 gr
V= Volumen de Frasco en cm³ : 500.00 cm³
Va= Peso en gramos o volumen en cm³ de agua añadida en el frasco : 302.77 cm³

$$P_{em} = \frac{W_o}{(V - V_a)} = 2.53 \text{ gr/cm}^3$$

$$Ab = \frac{500 - W_o}{W_o} \times 100 = 0.38\%$$

$$P_{sss} = \frac{500}{(V - V_a)} \times 100 = 2.54 \text{ gr/cm}^3$$

$$P_{aparente} = \frac{W_o}{(V - V_a) - (500 - W_o)} = 2.55 \text{ gr/cm}^3$$

PESO ESPECIFICO Y ABSORCION DE AGREGADO GRUESO AASHTO T 84

A= PESO SECO EN EL AIRE : 1465.00 gr
B= PESO SUPERFICIALMENTE SECO : 1480.00 gr
C= PESO DE LA MUESTRA EN AGUA : 896.00 gr

$$\gamma_{esp} = \frac{A}{B - C} = 2.51$$

$$\gamma_{aparente} = \frac{A}{A - C} = 2.57$$

$$\gamma_m = \frac{B}{B - C} = 2.53$$

$$Absorcion = \frac{B - A}{A} = 1.02\%$$

AG. GRUESO



AG. FINO



FINALMENTE:

P.E. AG. GRUESO 2.51gr/cm³

P.E. AG. FINO 2.53gr/cm³



PROYECTO: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA AL INCORPORAR 1% DE FIBRAS DE VIDRIO, POLIPROPILENO Y ACERO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO F'C=210 KG/CM2 ELABORADO CON CEMENTO TIPO HE EN LA CIUDAD DE CUSCO 2022

SOLICITANTE: Bach. Mujica Ccoñislla, Aliluz Gaby Bach. Taboada Ore, Paolo Cesar

FECHA: CUSCO, ENERO 2023

MUESTRA | PIEDRA CHANCADA

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA ABRASIÓN O DESGASTE (ASTM C 131 – 01, AASHTO T 96 – 02)
METODO - MAQUINA DE LOS ANGELES**

TAMIZ				GRADACION			
PASA		RETENIDO		A	B	C	D
1 1/2 pulg	37.500 mm	1 pulg	25.000 mm	1250 +/- 25			
1 pulg	25.000 mm	3/4 pulg	18.750 mm	1250 +/- 25			
3/4 pulg	18.750 mm	1/2 pulg	12.500 mm	1250 +/- 10	2500 +/- 10		
1/2 pulg	12.500 mm	3/8 pulg	9.500 mm	1250 +/- 10	2500 +/- 10		
3/8 pulg	9.500 mm	1/4 pulg	6.350 mm			2500 +/- 10	
1/4 pulg	6.350 mm	N° 4	4.750 mm			2500 +/- 10	
N° 4	4.750 mm	N° 8	3.360 mm				5000 +/- 10
MASA TOTAL DE LA MUESTRA (gr)				5000 +/- 10	5000 +/- 10	5000 +/- 10	5000 +/- 10
NUMERO DE ESFERAS				12	11	8	6
MASA DE LAS ESFERAS (gr)				5000 +/- 25	4584 +/- 25	3330 +/- 20	2500 +/- 15
MASA DE CADA ESFERA (gr)				417 +/- 20	417 +/- 20	416 +/- 20	417 +/- 20
NUMERO DE VUELTAS				500	500	500	500
FRECUENCIA (revoluciones x min)				30 a 33	31 a 33	32 a 33	33 a 33

GRADACION	T max	m.m	
A	1 pulg	25.000	#N/D
B	1/2 pulg	12.500	#N/D
C	1/4 pulg	6.350	#N/D
D	N° 4	4.750	#N/D

TAMIZ				GRADACION			
PASA		RETENIDO		A	B	C	D
1 1/2 pulg	37.500 mm	1 pulg	25.000 mm				
1 pulg	25.000 mm	3/4 pulg	18.750 mm				
3/4 pulg	18.750 mm	1/2 pulg	12.500 mm				
1/2 pulg	12.500 mm	3/8 pulg	9.500 mm				
3/8 pulg	9.500 mm	1/4 pulg	6.350 mm				
1/4 pulg	6.350 mm	N° 4	4.750 mm				
N° 4	4.750 mm	N° 8	3.360 mm				
MASA TOTAL DE LA MUESTRA (gr)							
NUMERO DE ESFERAS				12	11	8	6
MASA DE LAS ESFERAS (gr)				5000 +/- 25	4584 +/- 25	3330 +/- 20	2500 +/- 15
MASA DE CADA ESFERA (gr)				417 +/- 20	417 +/- 20	416 +/- 20	417 +/- 20
NUMERO DE VUELTAS				500	500	500	500
FRECUENCIA (revoluciones x min)				30 a 33	31 a 33	32 a 33	33 a 33

MATERIAL PARA AFIRMADO DATOS		Especificaciones		Tamaño Maximo	
		Gradacion	N° de esferas	Pasa	Retenido
Pi= Peso inicial de la muestra	5012.00gr	A	12	1 1/2"	3/8"
Pf= Pfinal -muestra desp. de pasada malla N12	4271.00gr				
% ABRASION = (Pi-Pf)/Pi X 100	14.78%				CUMPLE?
				NORMA EG2013 40% Maximo	SI



PROYECTO: ANÁLISIS COMPARATIVO DE LA INFLUENCIA AL INCORPORAR 1% DE FIBRAS DE VIDRIO, POLIPROPILENO Y ACERO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO F'C=210 KG/CM2 ELABORADO CON CEMENTO TIPO HE EN LA CIUDAD DE CUSCO 2022							
SOLICITANTE: Bach. Mujica Ccoñislla, Aliluz Gaby Bach. Taboada Ore, Paolo Cesar							
FECHA: CUSCO, ENERO 2023							
MUESTRA		ARENA GRUESA					
ENSAYO DE RESISTENCIA A LA ABRASION O DESGASTE (ASTM C 131 – 01, AASHTO T 96 – 02) METODO - MAQUINA DE LOS ANGELES							
TAMIZ				GRADACION			
PASA		RETENIDO		A	B	C	D
1 1/2 pulg	37.500 mm	1 pulg	25.000 mm	1250 +/- 25			
1 pulg	25.000 mm	3/4 pulg	18.750 mm	1250 +/- 25			
3/4 pulg	18.750 mm	1/2 pulg	12.500 mm	1250 +/- 10	2500 +/- 10		
1/2 pulg	12.500 mm	3/8 pulg	9.500 mm	1250 +/- 10	2500 +/- 10		
3/8 pulg	9.500 mm	1/4 pulg	6.350 mm			2500 +/- 10	
1/4 pulg	6.350 mm	N° 4	4.750 mm			2500 +/- 10	
N° 4	4.750 mm	N° 8	3.360 mm				5000 +/- 10
MASA TOTAL DE LA MUESTRA (gr)				5000 +/- 10	5000 +/- 10	5000 +/- 10	5000 +/- 10
NUMERO DE ESFERAS				12	11	8	6
MASA DE LAS ESFERAS (gr)				5000 +/- 25	4584 +/- 25	3330 +/- 20	2500 +/- 15
MASA DE CADA ESFERA (gr)				417 +/- 20	417 +/- 20	416 +/- 20	417 +/- 20
NUMERO DE VUELTAS				500	500	500	500
FRECUENCIA (revoluciones x min)				30 a 33	31 a 33	32 a 33	33 a 33
				GRADACION	T max	m.m	
				A	1 pulg	25.000	#N/D
				B	1/2 pulg	12.500	#N/D
				C	1/4 pulg	6.350	#N/D
				D	N° 4	4.750	#N/D
TAMIZ				GRADACION			
PASA		RETENIDO		A	B	C	D
1 1/2 pulg	37.500 mm	1 pulg	25.000 mm				
1 pulg	25.000 mm	3/4 pulg	18.750 mm				
3/4 pulg	18.750 mm	1/2 pulg	12.500 mm				
1/2 pulg	12.500 mm	3/8 pulg	9.500 mm				
3/8 pulg	9.500 mm	1/4 pulg	6.350 mm				
1/4 pulg	6.350 mm	N° 4	4.750 mm				
N° 4	4.750 mm	N° 8	3.360 mm				
MASA TOTAL DE LA MUESTRA (gr)							
NUMERO DE ESFERAS				12	11	8	6
MASA DE LAS ESFERAS (gr)				5000 +/- 25	4584 +/- 25	3330 +/- 20	2500 +/- 15
MASA DE CADA ESFERA (gr)				417 +/- 20	417 +/- 20	416 +/- 20	417 +/- 20
NUMERO DE VUELTAS				500	500	500	500
FRECUENCIA (revoluciones x min)				30 a 33	31 a 33	32 a 33	33 a 33
MATERIAL PARA AFIRMADO DATOS				Especificaciones		Tamaño Maximo	
				Gradacion	N° de esferas	Pasa	Retenido
Pi= Peso inicial de la muestra		5055.00gr		A	12	1 1/2"	3/8"
Pf= Pfinal -muestra desp. de pasada malla N12		4122.00gr					
% ABRASION = (Pi-Pf)/Pi X 100		18.46%					
				NORMA EG2013		40% Maximo	CUMPLE? SI



Validación de instrumentos



LABORATORIO DE METROLOGÍA CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN 668 - 2023 GLML

Fecha : 2023-01-06

Solicitante: CONGEOINGC EIRL
Dirección: MZA. Q LOTE 8 AHS. HERRERA, WANCHAQ - CUSCO
Instrumento / Tipo: MÁQUINA DE LOS ÁNGELES
Marca: HUMBOLDT
Modelo / Serie: H-3860A.2F / 12053860A.2F
Fecha de Calibración: 2023-01-16
Norma Utilizada Como: ASTM C 131 - 1
Referencia:
Instrumentos Utilizados: Pie de Rey Digital Certificado: N° L - 1417 - 2022
 Balanza Ohaus Certificado: N° 0669 - 2023 GLM
 Cronómetro Certificado: N° 1025-4813435
Método de Calibración: Comparación Directa

Esferas Maquina de los Angeles				
Valor Nominal	Peso (g)	Diametro 1	Diametro 2	Promedio L
V	390 g - 445 g ± 1 g	(mm)	(mm)	(mm)
1	418.36	46.83	46.84	46.84
2	419.41	46.88	46.87	46.88
3	418.30	46.85	46.84	46.85
4	419.26	46.88	46.85	46.87
5	419.21	46.87	46.89	46.88
6	396.62	46.00	46.01	46.01
7	419.25	46.88	46.88	46.88
8	417.53	46.83	46.82	46.83
9	419.65	46.91	46.89	46.90
10	420.30	46.90	46.91	46.91
11	419.69	46.85	46.86	46.86
12	420.21	46.87	46.89	46.88
Masa Total	5007.79	5000 ± 25 g		

Numero de vueltas	
N° de vueltas programado en el indicador del equipo	N° de vueltas contadas
5	5
10	10
50	50
100	100
150	150
300	300
400	400
500	500
550	550

Numero de vueltas	
Tiempo (min)	N° de vueltas contadas
1	32
6	190
12	379

Gilmer Antonio Huamán Poguioma
 Responsable de Operación de Metrología



(*) Este informe expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y se refiere al momento y condiciones en que se realizaron. G & L LABORATORIO S.A.C; no se responsabiliza de los perjuicios que puedan derivarse del uso inadecuado del instrumento.

Teléfono: (01) 622 - 5814
 Celular: 992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858
 Correo: laboratorio.gyllaboratorio@gmail.com
 servicios@gyllaboratorio.com
 Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
 Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos
 Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de **G&L LABORATORIO S.A.C**



LABORATORIO DE METROLOGÍA | CALIDAD Y RESPONSABILIDAD ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 669-2023 GLM

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2023-01-06

1. SOLICITANTE : CONGEOINGC E.I.R.L.

DIRECCIÓN : MZA. Q LOTE. 8. AHS. HERRERA, WANCHAQ - CUSCO

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : BALANZA

MARCA : OHAUS

MODELO : SCOUT PRO SP602

NÚMERO DE SERIE : B239364821

ALCANCE DE INDICACIÓN : 600 g

DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN : 0.01 g

DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN (e) : 0.1 g

PROCEDENCIA : CHINA

IDENTIFICACIÓN : NO PRESENTA

TIPO : ELECTRÓNICA

UBICACIÓN : LABORATORIO

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2023-01-05

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 $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones 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 reglamentaciones vigentes.

G & L LABORATORIO 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.

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC 011 4ta Edición, 2010: "Procedimiento para la calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y clase II" del INDECOPI.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LAB. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE CONGEOINGC E.I.R.L
MZA. Q LOTE. 8, AHS HERRERA, WANCHAQ - CUSCO



Teléfono: 011 622 - 5814
Celular: 992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo: laboratorio.gylaboratorio@gmail.com
servicios@gylaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de G&L LABORATORIO S.A.C



LABORATORIO DE METROLOGÍA CALIDAD Y RESPONSABILIDAD
ES NUESTRA MAYOR GARANTÍA



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 671-2023 GLM

Página 1 de 3

FECHA DE EMISIÓN : 2023-01-06

1. SOLICITANTE : CONGEOINGC E.I.R.L

DIRECCIÓN : MZA. Q LOTE. 8, AHS. HERRERA,
WANCHAQ - CUSCO

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN : **BALANZA**

MARCA : OHAUS

MODELO : R31P30

NÚMERO DE SERIE : 8341130248

ALCANCE DE INDICACIÓN : 30000 g

DIVISIÓN DE ESCALA / RESOLUCIÓN : 1 g

DIVISIÓN DE VERIFICACIÓN (e) : 10 g

PROCEDENCIA : CHINA

IDENTIFICACIÓN : N°06

TIPO : ELECTRÓNICA

UBICACIÓN : LABORATORIO

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2023-01-05

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 $k=2$. La incertidumbre fue determinada según la "Guía para la Expresión de la incertidumbre en la medición". Generalmente, el valor de la magnitud está dentro del intervalo de los valores determinados con la incertidumbre expandida con una probabilidad de aproximadamente 95 %.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones 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 reglamentaciones vigentes.

G & L LABORATORIO 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.

3. PROCEDIMIENTO DE CALIBRACIÓN

La calibración se realizó mediante el método de comparación 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.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN

LAB. DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO DE CONGEOINGC E.I.R.L
MZA. Q LOTE. 8, AHS. HERRERA - WANCHAQ - CUSCO



Teléfono:
(01) 622 - 5814
Celular:
992 - 302 - 883 / 962 - 227 - 858

Correo:
laboratorio.gylaboratorio@gmail.com
servicios@gyllaboratorio.com

Av. Miraflores Mz. E Lt. 60
Urb. Santa Elisa II Etapa Los Olivos
Lima

Prohibida la Reproducción total de este documento sin la autorización de G&L LABORATORIO S.A.C



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° LT - 455 -2023

Página: 1 de 5

Expediente : LPB-00110422-0000101

Fecha de emisión : 15/01/2023

1. Solicitante : CONGEOINGC E.I.R.L.

RUC : 20610425098

2. Instrumentos de Medición : HORNO

Indicación : ELÉCTRICO CON SISTEMA DE RECIRCULACIÓN DE AIRE

Marca del Equipo : TERRASERVICE LABORATORIO SRL

Modelo del Equipo : STHX-1A

Número de serie : T-0102

Capacidad del Equipo : 76L

Marca del indicador : AUTOCOMP

Modelo de indicador : No indica

Temperatura Calibrada : 110°C ± 10 °C

Fecha de Calibración : 14/01/2023

3. Método de Calibración

La calibración se efectuó por comparación con termopares y termómetro multicanal calibrados, de acuerdo al "Procedimiento para la calibración caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático" PC-018 - INDECOPI - 2ª Edición - Junio 2009.

4. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO	TRAZABILIDAD
TERMÓMETRO DIGITAL	JINKO	E200922130001-1	CNAS

5. Condiciones Ambientales

	INICIAL	FINAL
Temperatura °C	19.9	19.9
Humedad %	64%	64%

El instrumento de medición con el modelo y el número de serie abajo indicados ha sido calibrado, probado y verificado usando patrones certificados con trazabilidad a la Dirección de Metrología del INACAL y otros.

Los resultados son válidos en el momento y en las condiciones 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 reglamentaciones vigentes.

TERRASERVICE LABORATORIO PERU SRL no se responsabiliza de los prejuicios que pue, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

☎ 01 323 9468

📠 938 385 323 / 980 668 072 / 927 526 207

📍 JR. Andahuaylas N°477

San Martín de Porres - Lima

RUC: 20603356781

www.terraservicelaboratorioperu.com





CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° MCH - 207 - 2022

Página: 1 de 2

Expediente : TLPB-00110422-0000101

Fecha de emisión : 22/12/2022

1. Solicitante : CONGEOINGC EIRL

RUC : 20610425098

2. Descripción del Equipo : MÁQUINA DE COMPRESIÓN CON CONTROL DE VELOCIDAD

Marca : Terraservice Laboratorio Perú S.R.L.

Modelo de Prensa : DYE-2000

Capacidad : 2000 kN

Número de serie : 2281100

Marca del transductor : Sensing Pressure

Número de serie del transductor : 40CrNiMoBVF

Modelo del indicador : RFP-03

3. Fecha y Lugar de Calibración

Lugar : Jr. Andahuaylas 477, San Martín de Porres - Lima

Fecha : 22/12/2022

4. Método de Calibración

La calibración se realizó de acuerdo a la norma ASTM E4.

5. Trazabilidad

INSTRUMENTO	MARCA	CERTIFICADO O INFORME	TRAZABILIDAD
CELDA DE CARGA	GALOCE	INF-LE 082-21/C	PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
INDICADOR	WEIGHT X2SS		

6. Condiciones Ambientales

Magnitud	Inicial	Final
Temperatura °C	25	25.1
Humedad %	68%	71%

7. Resultados de la medición

Con fines de identificación se ha colocado una etiqueta autoadhesiva de color verde con el número de Certificación y fecha de calibración de la empresa TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ S.R.L.

Los datos obtenidos de la prensa se encuentran en la siguiente página.

☎ 01 323 9468

☎ 938 385 323 / 980 668 072 / 927 526 207

📍 JR. Andahuaylas N°477

San Martín de Porres - Lima

RUC: 20603356781

www.terraservicelaboratorioperu.com

TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ SRL

Gerzo Renate Rodríguez Bazzalar
Auxiliar de Metrología

TERRASERVICE LABORATORIO PERÚ SRL

Ing. B. DIANA S. MONTENEGRO CARHUAS
Jefe de Metrología

