

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“ANÁLISIS DE LA COMPRESIÓN DEL
CONCRETO $F'C=210\text{KG}/\text{CM}^2$ CON ADICIÓN DE
2%, 4% Y 6% DE LIMADURA DE HIERRO
FUNDIDO, CAJAMARCA 2023”

Tesis para optar al título profesional de:

INGENIERO CIVIL

Autor:

Erick Nicolás Vargas Minchán

Asesor:

Mg. Jane Elizabeth Álvarez Llanos
<https://orcid.org/0000-0001-5684-2897>

Cajamarca - Perú

JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	MIGUEL ANGEL MOSQUEIRA MORENO	26733060
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	LIZBETH MILAGROS MERMA GALLARDO	40012838
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	ANITA ELIZABET ALVA SARMIENTO	26697612
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

INFORME DE SIMILITUD

ANÁLISIS DE LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C=210KG/CM2 CON ADICIÓN DE 2%, 4% Y 6% DE LIMADURA DE HIERRO FUNDIDO, CAJAMARCA 2023

INFORME DE ORIGINALIDAD

15%	16%	1%	10%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	8%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
3	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	2%
4	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	1%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Apagado

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres por todo el apoyo que me dieron ya que por ellos he llegado hasta este punto, por darme la oportunidad de construirme un futuro profesional,

A mis docentes por brindarme todo el conocimiento necesario que aplicaré con ética.

A mi asesor por el apoyo y dedicación que me brindo para desarrollar este trabajo de investigación de manera eficiente.

Tabla de contenido

JURADO EVALUADOR	2
INFORME DE SIMILITUD	3
AGRADECIMIENTO	4
TABLA DE CONTENIDO	5
ÍNDICE DE TABLAS	8
ÍNDICE DE FIGURAS	12
ÍNDICE DE ECUACIONES	17
RESUMEN	18
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	19
1.1. Realidad problemática	19
1.2. Formulación del problema	22
1.3. Objetivos	22
1.4. Hipótesis	23
CAPÍTULO II. METODO	29
CAPITULO III. RESULTADOS	37

CAPITULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	161
REFERENCIAS	164
ANEXOS	166
ANEXO N° 1: Matriz de Consistencia	166
ANEXO N° 2: Matriz de Operacionalización	169
ANEXO N° 3: Protocolo de Contenido de Humedad	171
ANEXO N° 4: Protocolo de Análisis Granulométrico de Agregado Fino	172
ANEXO N° 5: Protocolo de Análisis Granulométrico de Agregado Grueso	173
ANEXO N° 6: Protocolo de Peso Unitario de los Agregados	174
ANEXO N° 7: Protocolo de Gravedad Especifica y Absorción de Agregados	
Finos	175
ANEXO N° 8: Protocolo de Peso Específico y Absorción de Agregados Gruesos	176
ANEXO N° 9: Protocolo de Gravedad Especifica y Absorción de Hierro Fundido	177
ANEXO N° 10: Protocolos de Resistencia a la Compresión de Testigos	
Cilíndricos.	178
ANEXO N° 12: FOTOGRAFIAS EN CANTERA	212
ANEXO N° 13: CAPTURAS DE CALCULOS EN EXCEL	214
ANEXO N° 14: Obtención de limadura de hierro fundido	222

ANEXO N° 15: Ficha de medición visual de tamaño de partícula	224
ANEXO N° 16: Hierro fundido en partículas (Limadura de hierro fundido)	225

Índice de tablas

Tabla 1: Resumen detallado de la población a ensayo a compresión.....	31
Tabla 3: Contenido de Humedad para Agregado Fino	38
Tabla 4: Contenido de Humedad para Agregado Grueso	38
Tabla 7: Peso unitario del agregado fino	40
Tabla 8: Peso Unitario del Agregado Grueso	41
Tabla 9: Gravedad Específica y Absorción de Agregados Finos	41
Tabla 10: Peso Específico y Absorción de Agregados Gruesos	42
Tabla 11: Gravedad Específica y Absorción de Limadura de Hierro Fundido	43
Tabla 12: Resumen de valores obtenidos de ensayos en laboratorio.....	44
Tabla 13: Diseño de mezcla de concreto patrón con agregados secos	44
Tabla 14: Diseño de Mezcla de Concreto Patrón con Agregados Húmedos	45
Tabla 15: Diseño de mezcla de concreto con adición de limadura de hierro fundido de 2% y Agregado seco	45
Tabla 16: Diseño de mezcla de concreto con adición de limadura de hierro fundido de 2% y Agregado Húmedo.....	46
Tabla 17: Diseño de mezcla de concreto con adición de limadura de hierro fundido de 4% y Agregado seco	46
Tabla 18: Diseño de mezcla de concreto con adición de limadura de hierro fundido de 4% y Agregado Húmedo.....	47
Tabla 19: Diseño de mezcla de concreto con adición de limadura de hierro fundido de 6% y Agregado Seco.....	47
Tabla 20: Diseño de mezcla de concreto con adición de limadura de hierro fundido de 6% y Agregado Húmedo.....	48
Tabla 21: Análisis de Resistencia a la Compresión de la probeta P – 01	53

Tabla 22: Análisis de Resistencia a la Compresión de la probeta P - 02.....	57
Tabla 23: Análisis de Resistencia a la Compresión de la probeta P – 03	60
Tabla 24: Análisis de Resistencia a la Compresión de la probeta 2% - 01.....	64
Tabla 25: Análisis de Resistencia a la Compresión de la probeta 2% - 02.....	68
Tabla 26: Análisis de Resistencia a la Compresión de la probeta 2% - 03.....	72
Tabla 27: Análisis de Resistencia a la Compresión de la probeta 4% - 01.....	76
Tabla 28: Análisis de Resistencia a la Compresión de la probeta 4% - 02.....	80
Tabla 29: Análisis de Resistencia a la Compresión de la probeta 4% - 03.....	83
Tabla 30: Análisis de Resistencia a la Compresión de la probeta 6% - 01.....	87
Tabla 31: Análisis de Resistencia a la Compresión de la probeta 6% - 02.....	91
Tabla 32: Análisis de Resistencia a la Compresión de la probeta 6% - 03.....	95
Tabla 33: Análisis de Resistencia a la Compresión de la probeta P – 04	98
Tabla 34: Análisis de Resistencia a la Compresión de la probeta P – 05	103
Tabla 35: Análisis de Resistencia a la Compresión de la probeta P – 06	107
Tabla 36: Análisis de Resistencia a la Compresión de la probeta 2% - 04.....	112
Tabla 37: Análisis de Resistencia a la Compresión de la probeta 2% - 05.....	116
Tabla 38: Análisis de Resistencia a la Compresión de la probeta 2% - 06.....	121
Tabla 39: Análisis de Resistencia a la Compresión de la probeta 4% - 04.....	125
Tabla 40: Análisis de Resistencia a la Compresión de la probeta 4% - 05.....	130
Tabla 41: Análisis de Resistencia a la Compresión de la probeta 4% - 06.....	134
Tabla 42: Análisis de Resistencia a la Compresión de la probeta 6% - 04.....	139
Tabla 43: Análisis de Resistencia a la Compresión de la probeta 6% - 05.....	143
Tabla 44: Análisis de Resistencia a la Compresión de la probeta 6% - 06.....	148
Tabla 45: Cargas Máximas a los 7 días de probetas ensayadas a los 8 días.....	152

Tabla 46: Cargas máximas a los 7 días	153
Tabla 47: Cargas máximas a los 7 días	156
Tabla 48: <i>Evaluación de resultados ACI 214</i>	159
Tabla 49: <i>Módulo de elasticidad</i>	160
Tabla 50: Matriz de consistencia	166
Tabla 51: Matriz de Operacionalización	169
Tabla 52: Protocolo de Contenido de Humedad	171
Tabla 53: Protocolo de Análisis Granulométrico de Agregado Fino.....	172
Tabla 54: Protocolo de Análisis Granulométrico de Agregado Grueso	173
Tabla 55: Protocolo de Peso Unitario de los Agregados	174
Tabla 56: Protocolo de Gravedad Especifica y Absorción de Agregados Finos..	175
Tabla 57: Protocolo de Peso Específico y Absorción de Agregados Gruesos.....	176
Tabla 58: Protocolo de Gravedad Especifica y Absorción de Hierro Fundido.....	177
Tabla 59: <i>Protocolos de Resistencia a la Compresión de probeta P - 01</i>	178
Tabla 60: <i>Protocolos de Resistencia a la Compresión de probeta P – 02</i>	179
Tabla 61: <i>Protocolos de Resistencia a la Compresión de probeta P - 03</i>	180
Tabla 62: <i>Protocolos de Resistencia a la Compresión de probeta P - 04</i>	181
Tabla 63: Protocolos de Resistencia a la Compresión de probeta P – 05	182
Tabla 64: Protocolos de Resistencia a la Compresión de probeta P - 06.....	183
Tabla 65: <i>Protocolos de Resistencia a la Compresión de probeta 2% – 01</i>	184
Tabla 66: <i>Protocolos de Resistencia a la Compresión de probeta 2% – 02</i>	185
Tabla 67: <i>Protocolos de Resistencia a la Compresión de probeta 2% – 03</i>	186
Tabla 68: <i>Protocolos de Resistencia a la Compresión de probeta 2% – 04</i>	187
Tabla 69: <i>Protocolos de Resistencia a la Compresión de probeta 2% – 05</i>	188

Tabla 70: <i>Protocolos de Resistencia a la Compresión de probeta 2% – 06</i>	189
Tabla 71: <i>Protocolos de Resistencia a la Compresión de probeta 4% – 01</i>	190
Tabla 72: <i>Protocolos de Resistencia a la Compresión de probeta 4% – 02</i>	191
Tabla 73: <i>Protocolos de Resistencia a la Compresión de probeta 4% – 03</i>	192
Tabla 74: <i>Protocolos de Resistencia a la Compresión de probeta 4% – 04</i>	193
Tabla 75: <i>Protocolos de Resistencia a la Compresión de probeta 4% – 05</i>	194
Tabla 76: <i>Protocolos de Resistencia a la Compresión de probeta 4% – 06</i>	195
Tabla 77: <i>Protocolos de Resistencia a la Compresión de probeta 6% – 01</i>	196
Tabla 78: <i>Protocolos de Resistencia a la Compresión de probeta 6% – 02</i>	197
Tabla 79: <i>Protocolos de Resistencia a la Compresión de probeta 6% – 03</i>	198
Tabla 80: <i>Protocolo de Resistencia a la Compresión de probeta 6% – 04</i>	199
Tabla 81: <i>Protocolo de Resistencia a la Compresión de probeta 6% – 05</i>	200
Tabla 82: <i>Protocolo de Resistencia a la Compresión de probeta 6% – 06</i>	201
Tabla 83: <i>Ficha de medición visual de tamaño de partícula aproximada</i>	224

Índice de figuras

Figura 1: Flujograma de proceso de investigación	29
Figura 2: Lugar de acopio de limadura de hierro fundido	33
Figura 3: Lugar de acopio	34
Figura 4: Almacenamiento de limadura de hierro fundido.	34
Figura 5: Cantera de extracción de agregados	35
Figura 6: Medición visual previa de tamaño de partícula.	37
Figura 7: Análisis del tamaño de partícula usando ilustración a escala.	37
Figura 8: Curva Granulométrica de Agregado Grueso.....	39
Figura 9: Curva Granulométrica de Agregado Fino.....	40
Figura 10: Slump del concreto con adición	49
Figura 11: Slump del concreto sin adición	50
Figura 12: Probetas en proceso de curado	51
Figura 13: probetas patrón	51
Figura 14: Probetas con 2% de adición	52
Figura 15: probeta con 4% de adición	52
Figura 16: probeta con 6% de adición	52
Figura 17: Curva de Esfuerzo - Deformación de la Probeta Patrón P – 01	56
Figura 18: Probeta Patrón P – 01	56
Figura 19: Curva de Esfuerzo - Deformación de la Probeta Patrón P – 02	59
Figura 20: Probeta Patrón P – 02.....	60
Figura 21: Curva de Esfuerzo - Deformación de la Probeta Patrón P – 03	63
Figura 22: Probeta Patrón P – 03.....	64
Figura 23: <i>Curva de Esfuerzo - Deformación de la Probeta 2% - 01</i>	<i>67</i>

Figura 24: Probeta Patrón 2% - 01	68
Figura 25: Curva de Esfuerzo - Deformación de la Probeta 2% - 02.....	71
Figura 26: Probeta Patrón 2% - 02	72
Figura 27: Curva de Esfuerzo - Deformación de la Probeta 2% - 3.....	75
Figura 28: Probeta Patrón 2% - 03	76
Figura 29: Curva de Esfuerzo - Deformación de la Probeta 4% - 01.....	79
Figura 30: Probeta Patrón 4% - 01	79
Figura 31: Curva de Esfuerzo - Deformación de la Probeta 4% - 02.....	82
Figura 32: Probeta Patrón 4% - 02	83
Figura 33: Curva de Esfuerzo - Deformación de la Probeta 4% - 3.....	86
Figura 34: Probeta Patrón 4% - 03	87
Figura 35: Curva de Esfuerzo - Deformación de la Probeta 6% - 01.....	90
Figura 36: Probeta Patrón 6% - 01	90
Figura 37: Curva de Esfuerzo - Deformación de la Probeta 6% - 02.....	94
Figura 38: Probeta Patrón 6% - 02	94
Figura 39: Curva de Esfuerzo - Deformación de la Probeta 6% - 03.....	97
Figura 40: Probeta Patrón 6% - 02	98
Figura 41: Curva de Esfuerzo - Deformación de la Probeta P – 04	102
Figura 42: Probeta Patrón P – 04.....	102
Figura 43: Curva de Esfuerzo - Deformación de la Probeta P – 05	106
Figura 44: Probeta Patrón P – 05.....	107
Figura 45: Curva de Esfuerzo - Deformación de la Probeta P – 06	111
Figura 46: Probeta Patrón P – 06.....	111
Figura 47: Curva de Esfuerzo - Deformación de la Probeta 2% - 04.....	115

Figura 48: Probeta Patrón 2% - 04	116
Figura 49: Curva de Esfuerzo - Deformación de la Probeta 2% - 05	120
Figura 50: Probeta Patrón 2% - 05	120
Figura 51: Curva de Esfuerzo - Deformación de la Probeta 2% - 06	124
Figura 52: Probeta Patrón 2% - 06	125
Figura 53: Curva de Esfuerzo - Deformación de la Probeta 4% - 04	129
Figura 54: Probeta Patrón 4% - 04	129
Figura 55: Curva de Esfuerzo - Deformación de la Probeta 4% - 05	133
Figura 56: Probeta Patrón 4% - 05	134
Figura 57: Curva de Esfuerzo - Deformación de la Probeta 4% - 06	138
Figura 58: Probeta Patrón 4% - 06	138
Figura 59: Curva de Esfuerzo - Deformación de la Probeta 6% - 04	142
Figura 60: Probeta Patrón 6% - 04	143
Figura 61: Curva de Esfuerzo - Deformación de la Probeta 6% - 05	147
Figura 62: Probeta Patrón 6% - 05	147
Figura 63: Curva de Esfuerzo - Deformación de la Probeta 6% - 06	151
Figura 64: Probeta Patrón 6% - 06	152
Figura 65: Cargas máximas de probetas a los 7 días	154
Figura 66: Esfuerzos máximos a los 7 días por diseño de mezcla.	154
Figura 67: % de Incremento de la Resistencia a la compresión a los 7 días	155
Figura 68: Cargas máximas de probetas a los 28 días	157
Figura 69: Esfuerzos máximos a los 28 días por diseño de mezcla.	157
Figura 70: % de Incremento de la Resistencia a la compresión a los 28 días	158
Figura 71: Curva y ecuación de la curva de resistencias máximas.....	159

Figura 72: Rotulado de taras.....	202
Figura 73: Toma de datos de peso de muestras de agregado.....	202
Figura 74: Secado de muestras de agregado.....	203
Figura 75: Análisis granulométrico	203
Figura 76: secado para ensayo de gravedad especifica	204
Figura 77: Medición de dimensiones para ensayo de peso volumetrico	204
Figura 78: Ensayo de peso volumétrico agregado fino	205
Figura 79: Ensayo de peso volumétrico agregado grueso	205
Figura 80: Ensayo de gravedad especifica y absorción de agregado fino	206
Figura 81: Ensayo de gravedad especifica y absorción de agregado fino (Picnómetro).....	206
Figura 82: Gravedad especifica y absorción de limadura de hierro fundido (Picnómetro).....	207
Figura 83: Preparación de Mezcla de concreto.....	207
Figura 84: Ensayo de Slump.....	208
Figura 85: Medición de asentamiento	208
Figura 86: Realización de probetas	209
Figura 87: Desmoldado y rotulado de probetas.....	209
Figura 88: Ensayo de Resistencia a la Compresión de Testigos Cilíndricos.....	210
Figura 89: Probeta ensayada.....	210
Figura 90: Probetas ensayadas.....	211
Figura 91: Análisis de tipos de rotura.....	211
Figura 92: Cantera acumulación de agregado triturado y lavado.....	212
Figura 93: Adquisición de agregado fino para posteriores ensayos	212

Figura 94: Adquisición de agregado Grueso para posteriores ensayos	213
Figura 95: Cemento Tipo I	213
Figura 96: Calculo de Contenido de Humedad	214
Figura 97: Análisis Granulométrico	215
Figura 98: Peso unitario de los agregados	216
Figura 99: Gravedad especifica y absorción de agregados finos.....	217
Figura 100: Peso específico y absorción de agregados gruesos	218
Figura 101: gravedad especifica y absorción de limadura de hierro fundido.....	219
Figura 102: Datos de ensayo de compresión de testigos cilíndricos	220
Figura 103: Ficha en Excel de ensayo de resistencia a la compresión de testigos cilíndricos.	221
Figura 104: Cuadros estadísticos en excel.....	222
Figura 105: Obtención de limadura de hierro fundido.	222
Figura 106: Pieza sin maquinar y maquinada.....	223
Figura 107: Fabricación de pieza rota	223
Figura 108: limadura de hierro fundido como subproducto de maquinado	225

Índice de ecuaciones

Ecuación 1: Modulo de finura de agregado fino.	26
Ecuación 2: Modulo de finura de agregado grueso.	26
Ecuación 3: contenido de humedad.	27
Ecuación 4: Gravedad Específica y Absorción para agregado fino.	27
Ecuación 5: Peso Específico y Absorción para agregado grueso.	28
Ecuación 6 : Peso unitario compactado y suelto del agregado fino y grueso.....	28

RESUMEN

El uso de adiciones en el concreto es cada vez más común ya que es necesario el uso de concretos especiales para distintos usos, la limadura de hierro fundido es un residuo producto del maquinado de piezas, estos residuos son desechados, su uso como material de adición para el concreto podría ser de utilidad para darle un segundo uso y mitigar el impacto ambiental que esta pueda generar, para un uso adecuado es necesario conocer el comportamiento del concreto con esta adición, es por ello la razón de este trabajo en el que se analizaron las propiedades mecánicas del concreto con distintas dosificaciones dando como resultado, a los 7 días un incremento de la resistencia hasta en un 9.31% de la resistencia del concreto patrón para el diseño con 6% de adición de limadura de hierro fundido y un incremento de 3.86% de la resistencia a la compresión a los 28 días para el diseño con 6% de limadura de hierro fundido afirmando la hipótesis, y un aumento de la elasticidad para el diseño con adición de 4% de limadura de hierro fundido contradiciendo a la hipótesis, y por último el porcentaje óptimo para incrementar la resistencia a la compresión es de 8.71%.

Palabras clave: Propiedades Mecánicas, Resistencia a la Compresión, Módulo de Elasticidad, Hierro Fundido y Dosificación

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

En el mundo existe una gran demanda de concreto así lo explica en su documento de resumen del plan de trabajo (Global Cement and Concrete, 2021) que en 2020 14 mil millones de m^3 fue el volumen de concreto producido en todo el mundo y 4.2 millones de toneladas de cemento fue la producción mundial.

En el Perú, el sector de la construcción presentó un crecimiento del 38% entre julio de 2020 y junio de 2021, aumentando así la demanda de materiales para la elaboración del concreto (CAPECO, 2021, p1)

El concreto es el material más usado para la construcción en el Perú; como se evidencia en la construcción de edificaciones, carreteras puentes, presas y muchas más obras de construcción civil, su uso se debe a que un material muy manejable, versátil, resistente durable y moldeable, es así que es considerado como uno de los materiales más usados a nivel mundial. Actualmente las adiciones en el concreto para la construcción de edificaciones no se encuentran muy implementada ya que en algunos sectores consideran que el uso de estos no es necesario (Carhuavilca, Chávez, Guillén, Mendoza, & Vargas, 2020, p.4), Estos casos se dan en los sectores donde las construcciones son elaboradas por personas sin conocimientos técnicos (albañilería residencial) desaprovechando así los beneficios que estas adiciones le incorporan al concreto tanto en sus características mecánicas como químicas, dando como resultado construcciones de mala calidad (Carhuavilca, Chávez, Guillén, Mendoza, & Vargas, 2020, p.4).

El 77% del concreto elaborado en Perú lo constituye un concreto de mala calidad, este porcentaje se debe a que su elaboración se da sin supervisión técnica, usando

materiales de mala calidad y sin seguir procedimientos normados, llegando a obtener concretos que no alcanzan la resistencia mínima permitida (Garay y Quispe, 2016, p.6).

(Paqsa, 2015, p.5) menciona la importancia de conocer las características que los aditivos le atribuyen al concreto como son las de asegurar las estructuras por años, (Lira s. f., 2021, p.3) también menciona la importancia del uso del concreto resaltando las características mecánicas que los aditivos le atribuyen, como la resistencia a la compresión.

Por otro lado, (Díaz, 2007) indica que, a nivel internacional, la industria de hierro fundido es una de las principales, y que se emplea para la fabricación de componentes para maquinaria. También menciona que la producción de dicho material es tres veces más que la producción de metales ferrosos y no ferrosos. Esto lo convierte en un material muy abundante, por lo que es obvio que por su alta producción genera muchos residuos, por tal motivo, nace la necesidad de analizar la adición hierro fundido para el concreto y así aprovechar estos desechos como un sub producto.

En Cajamarca existen varios talleres de tornería dedicados al maquinado de piezas metálicas las cuales producen desechos que no son reutilizados causando contaminación al medio ambiente, en el taller de tornería FABRISER con RUC 10434618873 ubicado en la av. La fortaleza N° 104 Cajamarca con coordenadas UTM WGS84 17M 775480 E, 9207976S; se la consulta para saber un aproximado de cuanto material es desechado, indico "que al maquinar una pieza esta desprende más del 50% en la fabricación de piezas nuevas". Para el caso de cuanto material, en kg, maquina al mes, indicó que "este valor se encuentra en el rango de entre 75 a 100 kg trabajando de lunes a sábado", lo que indica que la cantidad de material desechado llega a ser 50 kg mensuales.

(Reyes, J. y Rodríguez, Y., 2010) en su investigación realizaron pruebas con 3%, 4%, 5% de adición de limalia, señalan que la adición de limalia (limadura) procedente de las industrias como residuo, resultado del maquinado de piezas metálicas, la adición en un 4% de este residuo en su mezcla incremento la resistencia a la compresión de 22 MPa de una mezcla patrón a 30 MPa a los 28 días de fraguado.

En otro estudio realizado por (Medina L. y Ramos A., 2021) en su tesis de investigación denominada "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO DOSIFICACIONES DE VIRUTA DE ACERO TRATADA CON CRIBA VIBRATORIA, LIMA, 2021" obtuvieron como resultado, basados en el método del ACI 211 y NTP 339.078, incrementos en la resistencia y disminución de la elasticidad, siendo el 5% el porcentaje de adición de viruta de acero que más favoreció a la mezcla patrón incrementando en un promedio de 18.75% a los 28 días demostrando que la adición de este material es beneficioso si se requiere incrementar la resistencia al concreto.

Con respecto a su utilización, podría usarse para la construcción de pavimentos ya que estas están sometidas constantemente a cargas vivas vehiculares, en el Artículo publicado en la revista Horizonte Minero edición 114, (2016) muestran la obra realizada en Antapaccay, que se hizo la construcción de una losa con fibra de acero de la marca Dramix® para los almacenes de componentes con adición de fibras de acero, indicando que estas fibras pueden reemplazar parcial o totalmente a las barras de acero, de esta manera reducir los tiempos de ejecución y mano de obra llegando la obra a costar hasta la mitad en su totalidad (p. 38)

Es así que en la investigación se determinará si la adición de limadura de hierro

fundido en el concreto para la construcción nos puede permitir obtener concretos con propiedades mecánicas mejoradas para ciertos elementos estructurales y no estructurales, además que contribuye con la disminución del impacto ambiental que los desechos de hierro fundido generan. Así nace la necesidad de un estudio que permita demostrar lo mencionado anteriormente; por ello, la presente tesis con título "Análisis de las propiedades mecánicas del concreto $f_c=210\text{kg}/\text{cm}^2$ con adición de 2%, 4% y 6% de limadura de hierro fundido, Cajamarca, 2022", busca encontrar los beneficios de la adición de limadura de hierro fundido en el concreto.

1.2. Formulación del problema

Teniendo en cuenta la problemática, nace como pregunta de investigación ¿cuál es el análisis de las propiedades mecánicas del concreto $f_c=210\text{kg}/\text{cm}^2$ con adición de 2%, 4% y 6% de limadura de hierro fundido, Cajamarca 2023? De esta manera se tiene como variable independiente "limadura de hierro fundido" y variable dependiente "propiedades mecánicas" así se podrá conocer el efecto que la limadura de hierro fundido tiene en las propiedades mecánicas del concreto al ser adicionadas y poder determinar si la limadura de hierro fundido ayuda a mejorar la resistencia del concreto y en qué porcentaje, esto ayudara a tener el conocimiento necesario para poder determinar en qué estructuras de concreto se puede utilizar al construir las.

1.3. Objetivos

Esta tesis de investigación se ha trazado como objetivo principal:

- Determinar el porcentaje óptimo de limadura de hierro fundido a un concreto de $f_c 210 \text{ kg}/\text{cm}^2$, que logre mejorar sus características mecánicas.

Y como objetivos específicos los siguientes:

- Analizar las propiedades mecánicas, respecto a la resistencia a la compresión y módulo de elasticidad, del concreto $f'_c=210\text{kg}/\text{cm}^2$ con adición de 2%, 4% y 6% de limadura de hierro fundido.
- Analizar las propiedades mecánicas, respecto a la resistencia a la compresión y módulo de elasticidad, del concreto $f'_c=210\text{kg}/\text{cm}^2$ convencional.
- Comparar las propiedades mecánicas, respecto a la resistencia a la compresión y módulo de elasticidad, del concreto $f'_c=210\text{kg}/\text{cm}^2$ con adición de 2% de limadura de hierro con concreto $f'_c=210\text{kg}/\text{cm}^2$ convencional.
- Comparar las propiedades mecánicas, respecto a la resistencia a la compresión y módulo de elasticidad, del concreto $f'_c=210\text{kg}/\text{cm}^2$ con adición de 4%, de limadura de hierro fundido con concreto $f'_c=210\text{kg}/\text{cm}^2$ convencional.
- Comparar las propiedades mecánicas, respecto a la resistencia a la compresión y módulo de elasticidad, del concreto $f'_c=210\text{kg}/\text{cm}^2$ con adición de 6%, de limadura de hierro fundido con concreto $f'_c=210\text{kg}/\text{cm}^2$ convencional.

1.4. Hipótesis

Por otro lado, se propone, a la pregunta de investigación planteada, como respuesta la siguiente hipótesis; la resistencia a la compresión del concreto con adición de 2%, 4% y 6% incrementan linealmente y el módulo de elasticidad con la adición de dichos porcentajes de limadura de hierro fundido reduce.

Como primer antecedente, Chavéz Ravines (2014) en su tesis denominada "Resistencia a la compresión de un concreto con adición de limaduras de hierro fundido" publicado en Cajamarca - Perú, tuvo como objetivo general determinar la variación de la resistencia a la compresión del concreto adicionando limaduras de hierro fundido en tres

porcentajes en peso del agregado fino (4%, 6% y 8%) para su investigación elaboró 18 probetas sin adición y 18 probetas por cada adición porcentaje de adición obteniendo como resultado un aumento de la resistencia a compresión del 57% ($331.69\text{ kg}/\text{cm}^2$) con respecto a la resistencia del concreto de diseño.

Como segundo antecedente, Villalobos Pasapera (2018) en su tesis denominada "Evaluación de las propiedades mecánicas del concreto adicionando limaduras de acero" publicado en Pimentel – Perú, tuvo como objetivo general evaluar las propiedades mecánicas del concreto adicionando limaduras de acero obteniendo como resultado un aumento de $38\text{ kg}/\text{cm}^2$ en la resistencia a la compresión del concreto usando 4% de limadura de acero en concreto $175\text{ kg}/\text{cm}^2$ a los 28 días y un aumento de $51\text{ kg}/\text{cm}^2$ en la resistencia a la compresión del concreto usando 8% de limadura de acero en concreto $210\text{ kg}/\text{cm}^2$ a los 28 días

Como tercer antecedente (Chunlin, Kunpeng, y Depeng 2011) en su investigación obtuvieron como resultado de analizar el módulo de elasticidad del concreto con adición de escoria de EAF (Escorias de acería de horno de arco eléctrico) una disminución ligera

Así mismo para complementar la base teórica que permita el buen desarrollo de la presente tesis de estudio, se detallan los principales conceptos, como:

Aditivo definido como, "Material distinto del agua, de los agregados o del cemento hidráulico, utilizado como componente del concreto, y que se añade a éste antes o durante su mezclado a fin de modificar sus propiedades" (NTE E.060, 2009, p.13).

Aditivo acelerante definido como, "Sustancia que al ser añadida el concreto, mortero o lechada, acorta el tiempo de fraguado, incrementando la velocidad de desarrollo inicial de resistencia.

Aditivo incorporador de aire definido como, "Es el aditivo cuyo propósito es incorporar aire en forma de burbujas esféricas uniformemente distribuidas en la mezcla, con la finalidad principal de hacerlo resistente a las heladas" (NTE E.060, 2009, p.13).

Aditivo retardador definido como, "Aditivo que prolonga el tiempo de fraguado" (NTE E.060, 2009, p.13).

Agregado se define como, "Material granular, de origen natural o artificial, como arena, grava, piedra triturada y escoria de hierro de alto horno, empleado con un medio cementante para formar concreto o mortero hidráulico" (NTE E.060, 2009, p.13).

Agregado Fino se define como; "Agregado proveniente de la desintegración natural o artificial, que pasa el tamiz 9,5 mm (3/8")" (NTE E.060, 2009, p.13).

Agregado Grueso se define como; "Agregado retenido en el tamiz 4,75 mm (N.º 4), proveniente de la desintegración natural o mecánica de las rocas" (NTE E.060, 2009, p.13).

Cemento definido como, "Material pulverizado que por adición de una cantidad conveniente de agua forma una pasta aglomerante capaz de endurecer, tanto bajo el agua como en el aire. Quedan excluidas las cales hidráulicas, las cales aéreas y los yesos" (NTE E.060, 2009, p.14).

Concreto el cual se define como "Mezcla de cemento Portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua, con o sin aditivos" (N.T.E. E.60 2020. p.14)

Hierro fundido son metales ferrosos que contienen carbono entre 2% y 4%, son fabricados con la intención de ser fundidos y de 1 a 3 por ciento de silicio. (Smith et al. 2014)

Limadura definida como, "f. pl. Partes muy menudas que con la lima u otra herramienta se arrancan de la pieza que se lima". (ASALE y RAE s. f.)

Módulo de elasticidad definido como "Relación entre el esfuerzo normal y la deformación unitaria correspondiente, para esfuerzos de tracción o compresión menores que el límite de proporcionalidad del material" (N.T.E. E.60 2020)

Resistencia a la compresión del concreto definido como el máximo esfuerzo que el concreto puede resistir antes de que este llegue a su punto de falla.

(11 Congreso Internacional de la construcción y EXPOCON ICG, 2004)

Las fórmulas y/o ecuaciones a utilizar serán extraídas de las normas de ensayos en laboratorio antes mencionadas y se muestran a continuación

Para el análisis granulométrico se usará:

Ecuación 1: Modulo de finura de agregado fino.

$$M.F._{AF} = \frac{\sum \%RET.ACUM_{(TAMICES-ESTANDAR)}}{100}$$

Donde:

M.F._{AF}: Es el módulo de finura del agregado fino.

Σ% RET.ACUM: Es el porcentaje de agregado fino retenido en las mallas N° 04, N° 08, N°16, N°30, N°50 y N°100.

Fuente: NTP 400.012

Ecuación 2: Modulo de finura de agregado grueso.

$$M.F._{AF} = \frac{\sum \%RET.ACUM_{(TAMICES-ESTANDAR)}}{100}$$

Donde:

M.F._{AG}: Es el módulo de finura del agregado grueso.

Σ% RET.ACUM: Es el porcentaje de agregado fino retenido en las mallas 1 ½", 3/4", 3/8", N° 04, N° 08, N°16, N°30, N°50 y N°100.

Fuente: NTP 400.012

Para el análisis de contenido de humedad se usará:

Ecuación 3: contenido de humedad.

$$W\% = \frac{\text{Peso Humedo} - \text{Peso Seco}}{\text{Peso Seco}}$$

Donde:

W%: Es el contenido de humedad expresado en porcentaje.

Fuente: NTP 400.010

Para el ensayo de peso específico y absorción se usará:

Ecuación 4: Gravedad Específica y Absorción para agregado fino.

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

Donde:

Pe: Peso Específico de Masa.

A: Peso en el aire, de la muestra seca al horno (gr.).

B: Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca (gr.)

C: Peso en el agua, de la muestra saturada superficialmente seca(gr.)

Fuente: NTP 400.022

Ecuación 5: Peso Específico y Absorción para agregado grueso.

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

Donde:

Pe: Peso Específico de Masa.

A: Peso en el aire, de la muestra seca al horno (gr.).

B: Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca (gr.)

C: Peso en el agua, de la muestra saturada superficialmente seca(gr.)

Fuente: NTP 400.021

Para el ensayo de peso unitario compactado de los agregados se usará:

Ecuación 6 : Peso unitario compactado y suelto del agregado fino y grueso.

$$Puc = \frac{Wac}{Vm} \quad ; \quad Pus = \frac{Was}{Vm}$$

Donde:

Puc: Peso unitario compactado del agregado fino y grueso.

Pus: Peso unitario suelto del agregado fino y grueso.

Vm: Volumen del molde

Wac: peso del agregado fino o grueso compactado

Was: peso del agregado fino o grueso suelto

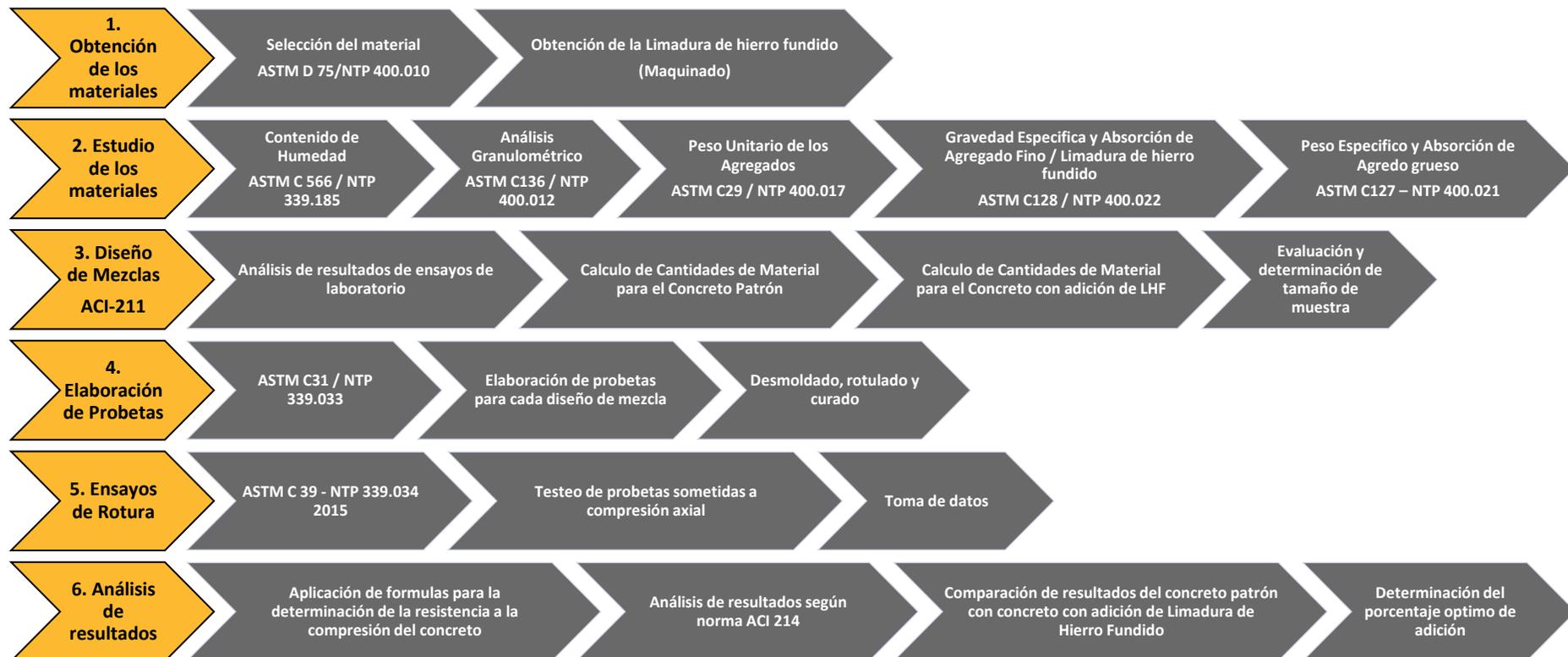
Va: Peso en (gr) o volumen (cm³) del agua añadida al frasco

Fuente: NTP 400.017

CAPÍTULO II. METODO

Figura 1

Flujograma de proceso de investigación



Esta tesis tiene como componente metodológica: la pregunta de investigación ¿cuál es el análisis de las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210\text{kg}/\text{cm}^2$ con adición de 2%, 4% y 6% de limadura de hierro fundido, Cajamarca 2023?

Por otro lado, el enfoque considerado para este estudio es el cuantitativo, ya que según Álvarez s. f. (2011) el proceso metodológico es “la pretensión explicativa es característica de los estudios cuantitativos, de donde se deriva la predicción, la manipulación técnica y el control sobre los acontecimientos o hechos, preferencialmente del mundo natural” (p. 16). Es por ello que para poder explicar las predicciones se tiene que acudir a la manipulación técnica de muestras que nos permita obtener los resultados necesarios para verificar la veracidad de la hipótesis planteada.

También, (Hernández Sampieri y Fernández Collado 2014) establecen este tipo de investigación como cuasiexperimental, en su libro titulado “metodología de la investigación” 6ta edición indican que las muestras no son asignadas al azar sino que ya están indicadas antes del experimento (p. 151). Por otra parte, según el conocimiento perseguido, se optó por una investigación aplicada ya que, Vargas (2009) establece que, investigación aplicada, se entiende como el uso del conocimiento en la práctica, también menciona que la investigación aplicada “tiene como propósito hacer un uso inmediato del conocimiento existente” esto ayuda a obtener nuevos conocimientos que benefician a la sociedad (p. 6)

Por la dimensión temporal este estudio es de tipo transversal ya que, Hidalgo (2005) menciona que este tipo de investigación implica que en un solo corte en el tiempo se realiza la recolección de datos (p. 10)

Con respecto a la intervención del investigador, se ha elegido la observacional, Müggenburg (2018) indica que este tipo de investigación se apoya en el uso de técnicas

que permiten que a través de la observación se pueda obtener información (p. 3), en conclusión este tipo de investigación se adapta perfectamente al estudio ya que no se manipularán variables que pueda alterar el resultado real

En cuanto al grupo de participación, el trabajo se desarrollara usando probetas como muestras donde la población será todo concreto que se necesite para elaborar las probetas con adición de limadura de hierro fundido, la muestra será no probabilística ya que según la norma ASTM C 39 - NTP 339.03 (2015) menciona que para la elaboración y curado de especímenes de concreto es necesaria al menos 2 probetas cilíndricas de 150mm x 300mm por cada dosificación a los 7 y 28 días de curado.

Tabla 1

Resumen detallado de la población a ensayo a compresión.

DETALLE	Días de ensayo de rotura		SUBTOTAL
	7 días	28 días	
Concreto $f'c=210\text{Kg}/\text{cm}^2$	3	3	6
Concreto $f'c=210\text{ Kg}/\text{cm}^2$ con 2% de limadura de hierro fundido	3	3	6
Concreto $f'c=210\text{ Kg}/\text{cm}^2$ con 4% de limadura de hierro fundido	3	3	6
Concreto $f'c=210\text{ Kg}/\text{cm}^2$ con 6% de limadura de hierro fundido	3	3	6
	TOTAL		24

Nota. la elaboración será siguiendo el procedimiento plasmada en la norma ASTM C31 y su equivalente NTP 339.033.

Así mismo, como instrumentos de recolección de datos se cuenta con fichas de recolección de datos conocidas también como protocolos en las que se tomará los datos y las observaciones necesarias de cada prueba que se realizará en un laboratorio de confianza y certificado, en este caso en el laboratorio de concreto de la Universidad Privada del

Norte. Para la toma de datos de la gradación del agregado grueso y fino se utilizará una ficha de granulometría la que nos indicará los distintos porcentajes retenidos en los distintos tamices, también se usará una ficha de contenido de humedad que nos permitirá obtener el contenido de agua en el material fino y grueso para conocer el peso específico y la cantidad de agua que absorben los agregados fino y grueso se usaran los protocolos denominados gravedad específica y absorción de agregados finos y peso específico y absorción de agregados gruesos. por último, se determinará los pesos unitarios del agregado con la ayuda de la ficha de toma de datos denominada peso unitario de los agregados

Como técnica de análisis de datos se utilizará el software Excel, donde se procesarán los datos recogidos y se realizará una prueba de normalidad donde se sacará una prueba paramétrica, de esta manera se determinarán los resultados obtenidos.

El siguiente punto trata sobre el procedimiento de recolección de datos, es así que se llenó la ficha de recolección de datos estos se analizaran y finalmente se realizara un cálculo y procesamiento de datos

Por otro lado, como técnica de recolección de datos se optó por la observación sistemática, regulada o controlada, según Álvarez s. f.(2011) esta técnica manipula variables que son observables, que ayuda a establecer controles (p. 143), es por ello, que se utilizara esta técnica ya que se planteó un problema, una muestra, un formato y se especificó los miembros que serán observados.

El procedimiento para la obtención de limadura de hierro fundido es mediante el maquinado de piezas hechas de este metal en talleres de tornerías y rectificadoras, en este caso el sub producto de hierro fundido (limadura de hierro fundido) se obtuvo en la Empresa NICOVA MOTORS ubicada en la ciudad de Cajamarca, distrito y provincia de

Cajamarca, Av. San Martín de Porres 1677, ya que cuenta con la maquinaria especializada para la obtención de dicho subproducto garantizando así su uniformidad y limpieza.

Figura 2

Lugar de acopio de limadura de hierro fundido

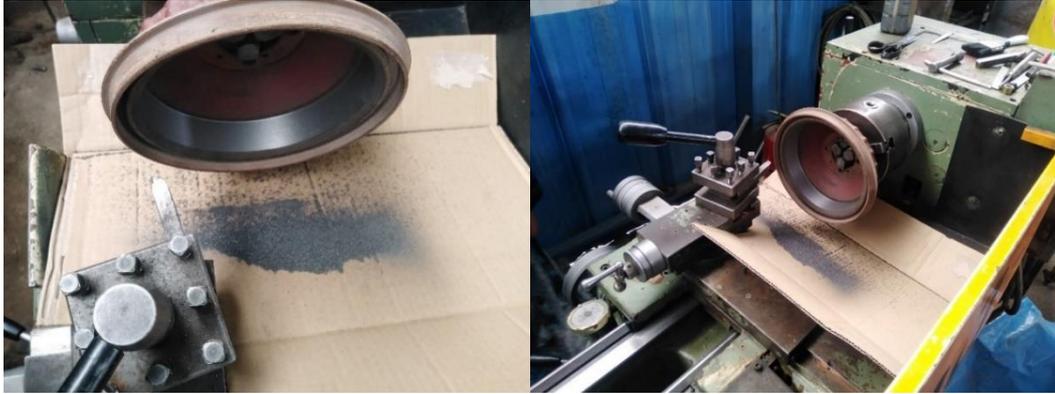


Nota: Coordenada UTM WGS 84 E 774432.82 N, N 9208436.31, 17S

La técnica y tratamiento de limadura de hierro fundido para su obtención fue maquinado de forma selectiva de tambores de freno de hierro fundido y no otro metal para así garantizar su pureza evitando mezclar con otro tipo de metales. El hierro fundido por su naturaleza al ser maquinado el sub producto obtenido se encuentra en partículas pequeñas semejantes a granos de arena muy fina no mayor a 2 mm y para su comprobación será tamizado en laboratorio. Finalmente se procede al lavado con desengrasante industrial para evitar posible contaminación de hidrocarburos

Figura 3

Lugar de acopio



Nota. Obtención de limadura de hierro fundido por maquinado selectivo

Figura 4

Almacenamiento de limadura de hierro fundido.



Nota. La limadura de hierro fundido obtenida se almacena en recipientes plásticos para evitar su contaminación durante el tiempo de almacenamiento

El hierro fundido usado para este estudio es de tipo gris, ya que este es el hierro fundido que se usa para la fabricación de tambores y discos de freno así lo explica Mamani (2018) en su tesis denominada "ESTUDIO DE PARÁMETROS DE SOLDABILIDAD EN LA RECONSTRUCCIÓN DE PIEZAS DE HIERRO FUNDIDO GRIS". También

detalla la composición del hierro fundido gris que generalmente tiene, que es según ASTM A 48; 2.5 a 4.0 % de carbono; 2.4 a 2.5 % de silicio; 0.4 a 1.0% de magnesio; 0.05 a 1.0 % de fósforo y 0.06 a 0.15 % de azufre.

En cuanto a la obtención de agregado fino y grueso se optó por la cantera Bazán Contratistas ubicada en la carretera 3M carretera a Bambamarca con coordenadas UTM WGS84 17 M 773423 E, 9210586 S; teniendo en cuenta la norma NTP 400.010 que indica las cantidades y la manera de extraer una muestra significativa del material, se escogió esta cantera ya que era la única operativa en el sector al momento de realizar la investigación.

Figura 5

Cantera de extracción de agregados



Nota. Cantera está ubicada cerca al Grifo 3M Carretera a Bambamarca

En el caso del cemento para la mezcla de concreto se utilizó cemento Pacasmayo tipo I, la cual a la hora de adquirirlo se verificó la fecha de caducidad de la bolsa de 42.5 kg, la compra se realizó en Dino Vásquez.

Para el diseño de mezcla patrón se usará el método ACI plasmada en la norma técnica ACI 211, este método es utilizado en los estudios usados como antecedentes, dicha

norma nos permite calcular la cantidad de agregado fino agregado grueso agua y cemento que se usará para la el concreto. Para el cálculo de estas cantidades es necesario realizar ensayo en laboratorio de análisis granulométrico de agregado fino y grueso, ensayo de pesos específicos y absorción y ensayo de contenido de humedad, estos ensayos nos permitirán determinar tamaño máximo nominal, tamaño máximo y módulo de finura del agregado, peso específico de masa y porcentaje de absorción, porcentaje de agua en el material al ser adquiridas de la cantera.

Con respecto los criterios de aceptación de resultados y control del concreto se seguirá y evaluara de la manera en la que lo establece la norma ACI 214 esta indica que la desviación estándar y el coeficiente de variación, del análisis de las resistencias máximas de los especímenes, estén dentro de un rango aceptable de no cumplir los parámetros establecidos por dicha norma se rechazarán las muestras.

Finalmente, en el caso de los aspectos éticos, se tendrá como primera consideración la no manipulación de datos, se garantizara la veracidad de los resultados obtenidos, no se adulterara ni cambiara ningún valor obtenido, se le dará la respectiva acreditación, citando, a todos los autores de los que tomo información para llevar a cabo el desarrollo de este estudio, por último se asegura la confidencialidad de los datos extraídos de los expedientes, estudios artículo, libros, normas y demás debido a que los datos extraídos fueron utilizados para fines de desarrollo de esta investigación.

CAPITULO III. RESULTADOS

Después del maquinado de las piezas de hierro fundido se logró obtener limadura de hierro fundido, de la cual se tomó una muestra significativa y al azar, posteriormente se comparó de manera visual el tamaño máximo de las partículas que la componen para tener un alcance previo al diseño de mezcla y ensayos de laboratorio

Figura 6

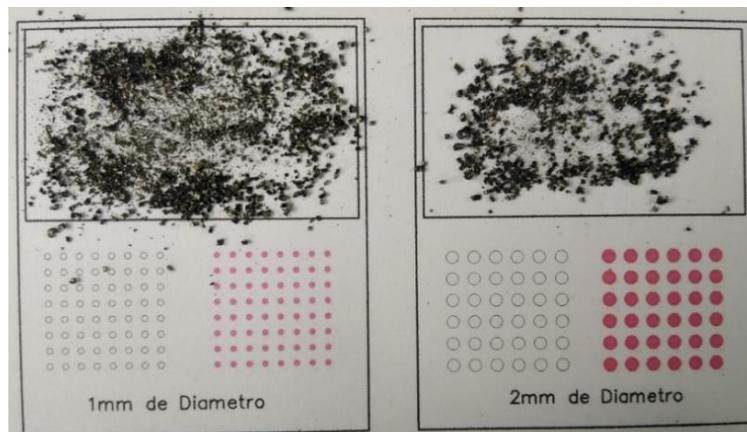
Medición visual previa de tamaño de partícula.



Con la ayuda de una ficha graduada se pudo observar el tamaño máximo aproximado de las partículas de hierro fundido.

Figura 7

Análisis del tamaño de partícula usando ilustración a escala.



De los ensayos realizados en laboratorio de los agregados y del aditivo se obtuvo lo siguiente:

Para el ensayo de contenido de humedad:

Tabla 2

Contenido de Humedad para Agregado Fino

ENSAYO N°	T1	T2	T3
Peso del recipiente (gr.)	33.60	33.80	33.30
Peso de (M. Hum. + recipiente) (gr.)	339.30	408.30	419.30
Peso de (M. Seca. + recipiente) (gr.)	316.40	378.20	390.30
Peso del Agua (gr.)	22.90	30.10	29.00
Peso de la Muestra Seca (gr.)	282.80	344.40	357.00
Contenido de Humedad (%)	8.10%	8.74%	8.12%
Promedio del Contenido de Humedad (%)	8.32%		

De este ensayo determinamos el contenido de humedad para el agregado fino en un 8.32% con una desviación estándar 0.297 %

Tabla 3

Contenido de Humedad para Agregado Grueso

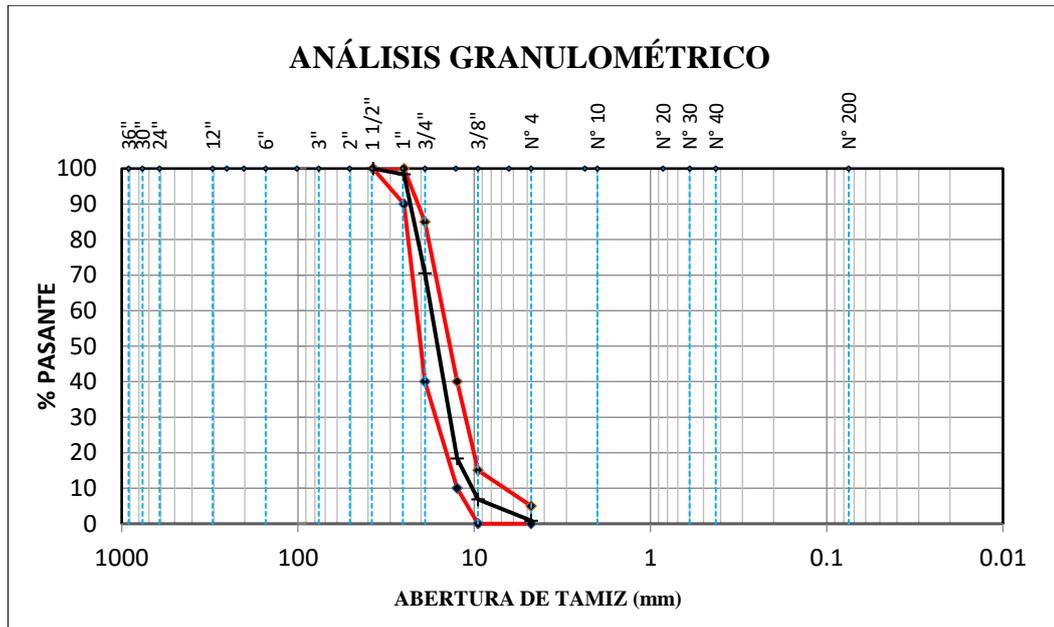
ENSAYO N°	T1	T2	T3
Peso del recipiente (gr.)	33.80	34.60	33.80
Peso de (M. Hum. + recipiente) (gr.)	454.90	444.00	461.30
Peso de (M. Seca. + recipiente) (gr.)	447.20	436.40	453.40
Peso del Agua (gr.)	7.70	7.60	7.90
Peso de la Muestra Seca (gr.)	413.40	401.80	419.60
Contenido de Humedad (%)	1.86%	1.89%	1.88%
Promedio del Contenido de Humedad (%)	1.88%		

De este ensayo determinamos el contenido de humedad para el agregado grueso en un 1.88% con una desviación estándar de 0.012%

Una vez realizado el análisis granulométrico de los agregados se obtuvieron los siguientes resultados:

Figura 8

Curva Granulométrica de Agregado Grueso

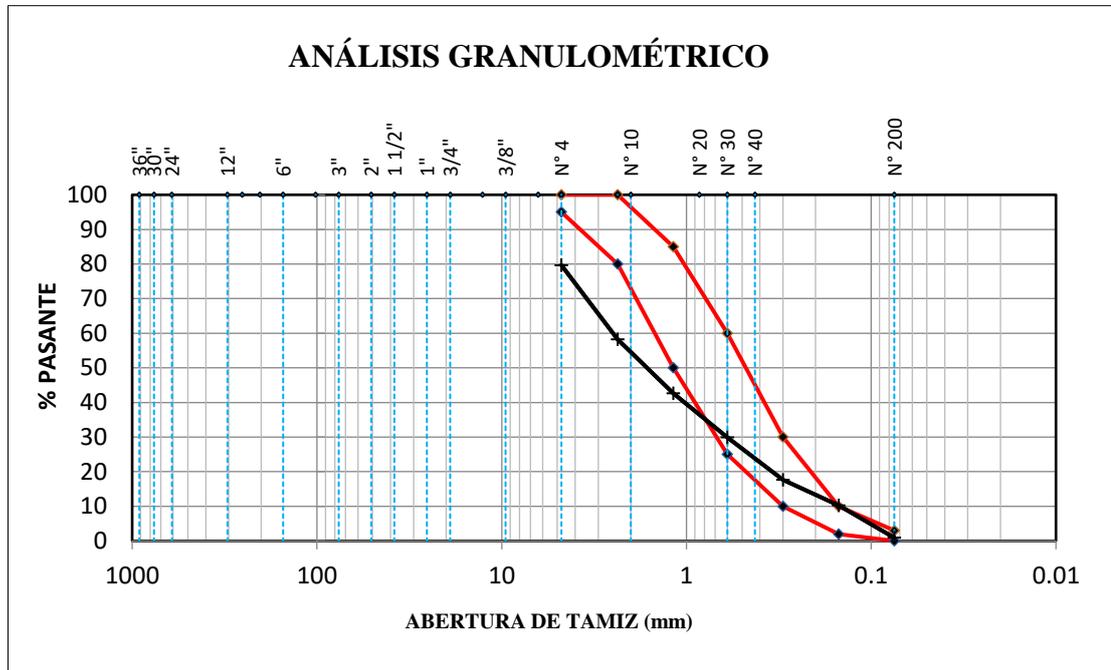


Nota. La línea negra representa la curva granulométrica del agregado y la línea roja el huso granulométrico 56.

Analizando los datos obtenidos determinamos un módulo de finura con un valor de 3.62 de estos valores determinamos la curva granulométrica expresada en la siguiente gráfica. A pesar de encontrarse fuera del uso granulométrico se seguirá usando el método ACI 211 debido a que el propósito de este estudio es el análisis de la influencia de las partículas de hierro fundido mas no la del agregado.

Figura 9

Curva Granulométrica de Agregado Fino



el agregado fino con una desviación estándar de 0.012

Tabla 5

Peso Unitario del Agregado Grueso

DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
Peso Unitario Compactado	gr.	1.51	1.51	1.51	1.51
Peso Unitario Suelto	gr.	1.41	1.42	1.43	1.42

Analizando los datos obtenidos determinamos que el peso unitario compactado es de 1.51 gr/cm³ con una desviación estándar de 0.0034 y un peso unitario suelto de 1.42 gr/cm³ para el agregado fino con una desviación estándar de 0.0089

Tabla 6

Gravedad Específica y Absorción de Agregados Finos.

ID	DESCRIPCIÓN	Und.	Valores
A	Peso al aire de la muestra desecada.	gr.	492.80
B	Peso del picnómetro aforado lleno de agua.	gr.	1296.60
C	Peso total del picnómetro aforado con la muestra y lleno de agua	gr.	1607.10
S	Peso de la Muestra Saturada Superficie Seca	gr.	500.00
E	Peso específico aparente (Seco) $P. e. a (seco) = \frac{A}{B + S - C}$	gr./cm ³	2.60

F	Peso específico aparente (SSS) $P. e. a (SSS) = \frac{S}{B + S - C}$	gr./cm ³	2.64
G	Peso específico nominal (Seco) $P. e. a (seco) = \frac{A}{B + A - C}$	gr./cm ³	2.70
H	Absorción $Abs (\%) = \frac{S - A}{A} * 100\%$	(%)	1.46

Analizando los datos obtenidos determinamos que el peso específico aparente seco 2.60, un peso específico aparente superfinamente seco saturado de 2.64, un peso específico nominal seco de 2.70 y una absorción 1.46%.

Tabla 7

Peso Específico y Absorción de Agregados Gruesos

ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	Promedio
A	Peso en el aire de la muestra seca	gr.	1548.40	1047.70	1129.70	N.A.
B	Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca	gr.	1564.10	1060.20	1145.20	N.A.
C	Peso Sumergido en agua de la muestra saturada. (Utilizando canasta)	gr.	964.70	652.70	704.10	N.A.
D	Peso específico aparente seco $P. e. a (seco) = \frac{A}{B - C}$	gr/cm ³	2.58	2.57	2.56	2.57
E	Peso específico aparente SSS $P. e. a (SSS) = \frac{B}{B - C}$	gr/cm ³	2.61	2.60	2.60	2.60

F	Peso específico nominal $P. e. a (SSS) = \frac{A}{A - C}$	gr/cm ³	2.65	2.65	2.65	2.65
G	Absorción $Abs (\%) = \frac{B - A}{A} * 100\%$	gr/cm 132	1.01%	1.19%	1.37%	1.19%

Curva Granulométrica de Agregado Grueso Curva Granulométrica de Agregado Grueso Analizando los datos obtenidos determinamos que el peso específico aparente seco 2.57, un peso específico aparente superfinamente seco saturado de 2.60, un peso específico nominal seco de 2.65 y una absorción 1.19% con una desviación estándar de 0.146%

Tabla 8

Gravedad Específica y Absorción de Limadura de Hierro Fundido

ID	DESCRIPCIÓN	Und.	Valores
A	Peso al aire de la muestra desecada.	gr.	500.00
B	Peso del picnómetro aforado lleno de agua.	gr.	1306.30
C	Peso total del picnómetro aforado con la muestra y lleno de agua	gr.	1734.90
S	Peso de la Muestra Saturada Superficie Seca	gr.	500.00
E	Peso específico aparente (Seco) $P. e. a (seco) = \frac{A}{B + S - C}$	gr/cm ³	7.00
F	Peso específico aparente (SSS) $P. e. a (SSS) = \frac{S}{B + S - C}$	gr./cm ³	7.00
G	Peso específico nominal (Seco) $P. e. a (seco) = \frac{A}{B + A - C}$	gr./cm ³	7.00

H	Absorción $Abs (\%) = \frac{S - A}{A} * 100\%$	(%)	0.00
----------	---	-----	------

Analizando los datos obtenidos determinamos que el peso específico aparente seco 7.00, un peso específico aparente superfinamente seco saturado de 7.00, un peso específico nominal seco de 7.00 y una absorción 0%.

Tabla 9

Resumen de valores obtenidos de ensayos en laboratorio.

Detalle	Und.	Agregado Fino	Agregado Grueso	Limadura de Hierro Fundido
Contenido De Humedad	%	8.32%	1.88%	N/A
Peso Unitario Compactado	gr/mc3	1.75	1.51	N/A
Peso Unitario Suelto	gr/mc3	1.58	1.42	N/A
Módulo De Finura		3.62	7.22	N/A
Peso Específico Aparente Seco	gr/cm ³	2.60	2.57	7.00
Peso Específico Aparente SSS	gr/cm ³	2.64	2.60	7.00
Peso Específico Nominal	gr/cm ³	2.70	2.65	7.00
Absorción	%	1.46%	1.19%	0%

De los datos anterior obtenidos del análisis de ensayos realizados en laboratorio se determinó por el método ACI-211 los diseños de mezcla con agregado seco y húmedo para la compensación del contenido de humedad según las siguientes tablas

Tabla 10

Diseño de mezcla de concreto patrón con agregados secos

DETALLE	CANTIDAD	
	POR M3	POR BOLSA
CEMENTO TIPO I	367.12 kg/m ³	1
AGREGADO FINO	759.49 kg/m ³	2.07
AGREGADO GRUESO	941.50 kg/m ³	2.56
AGUA	205.00 lt/m ³	23.73 lt

Tabla 11

Diseño de Mezcla de Concreto Patrón con Agregados Húmedos

DETALLE	CANTIDAD	
	POR M3	POR BOLSA
CEMENTO TIPO I	367.12 kg/m ³	1
AGREGADO FINO	822.68 kg/m ³	2.24
AGREGADO GRUESO	959.20 kg/m ³	2.61
AGUA	146.40 lt/m ³	16.95 lt

Tabla 12

Diseño de mezcla de concreto con adición de limadura de hierro fundido de 2% y

Agregado seco

DETALLE	CANTIDAD	
	POR M3	POR BOLSA
CEMENTO TIPO I	367.12 kg/m ³	1
AGREGADO FINO	744.30 kg/m ³	2.03
AGREGADO GRUESO	941.50 kg/m ³	2.56
AGUA	205.00 lt/m ³	23.73 lt
LIMADURA DE HIERRO FUNDIDO	15.19 kg/m ³	0.04

Tabla 13

Diseño de mezcla de concreto con adición de limadura de hierro fundido de 2% y Agregado Húmedo

DETALLE	CANTIDAD	
	POR M3	POR BOLSA
CEMENTO TIPO I	367.12 kg/m ³	1
AGREGADO FINO	806.23 kg/m ³	2.20
AGREGADO GRUESO	959.20 kg/m ³	2.61
AGUA	147.44 lt/m ³	17.07 lt
LIMADURA DE HIERRO FUNDIDO	15.19 kg/m ³	0.04

Tabla 14

Diseño de mezcla de concreto con adición de limadura de hierro fundido de 4% y Agregado seco

DETALLE	CANTIDAD	
	POR M3	POR BOLSA
CEMENTO TIPO I	367.12 kg/m ³	1
AGREGADO FINO	729.11 kg/m ³	1.99
AGREGADO GRUESO	941.50 kg/m ³	2.56
AGUA	205.00 lt/m ³	23.73 lt
LIMADURA DE HIERRO FUNDIDO	30.38 kg/m ³	0.08

Tabla 15

Diseño de mezcla de concreto con adición de limadura de hierro fundido de 4% y Agregado Húmedo

DETALLE	CANTIDAD	
	POR M3	POR BOLSA
CEMENTO TIPO I	367.12 kg/m ³	1
AGREGADO FINO	789.77 kg/m ³	2.15
AGREGADO GRUESO	959.20 kg/m ³	2.61
AGUA	148.49 lt/m ³	17.19 lt
LIMADURA DE HIERRO FUNDIDO	30.38 kg/m ³	0.08

Tabla 16

Diseño de mezcla de concreto con adición de limadura de hierro fundido de 6% y Agregado seco

DETALLE	CANTIDAD	
	POR M3	POR BOLSA
Cemento Tipo I	367.12 kg/m ³	1
Agregado Fino	713.92 kg/m ³	1.94
Agregado Grueso	941.50 kg/m ³	2.56
Agua	205.00 lt/m ³	23.73 lt
Limadura de Hierro Fundido	45.57 kg/m ³	0.12

Tabla 17

Diseño de mezcla de concreto con adición de limadura de hierro fundido de 6% y Agregado Húmedo

DETALLE	CANTIDAD	
	POR M3	POR BOLSA
Cemento Tipo I	367.12 kg/m ³	1
Agregado Fino	773.32 kg/m ³	2.11
Agregado Grueso	959.20 kg/m ³	2.61
Agua	149.53 lt/m ³	17.31 lt
Limadura de Hierro Fundido	45.57 kg/m ³	0.12

Después de haber evaluado todos los datos recogidos en laboratorio y haber hecho el diseño de mezcla para cada grupo de probetas se procedió a realizar los testigos cilíndricos (probetas) las cuales siguieron un procedimiento estandarizado.

El concreto tuvo que pasar la prueba de cono de Abrams (Slump) que se usó para el diseño de mezcla, que es de 3" a 4" de asentado, para este caso se tuvo que adicionar un 10 % de agua ya que en el tiempo de almacenado para el desarrollo de las probetas el agregado perdió humedad de esta manera se garantizó el contenido óptimo de agua para el diseño.

Los resultados se detallan en las siguientes imágenes: Para todos los casos el valor del slump estuvo entre 3" y 4" pasando la prueba con éxito.

Figura 10

Slump del concreto con adición



Figura 11

Slump del concreto sin adición



Como resultado se obtuvo las 24 probetas para su análisis de resistencia a la compresión las cuales fueron rotuladas con la fecha, característica y numeradas para poder identificarlas. Estas probetas serán analizadas posteriormente en orden de la siguiente manera: las probetas patrón y con adición numeradas del 1 al 3 se analizarán a los 7 días y las demás a los 28 días.

Figura 12

Probetas en proceso de curado



Figura 13

Probetas patrón



Figura 14

Probetas con 2% de adición



Figura 15

Probeta con 4% de adición



Figura 16

Probeta con 6% de adición



Se realizo el ensayo de resistencia a la compresión a los 7 días las probetas 1, 2 y 3 de 4% - HF y 6% - HF y a los 8 días las probetas 1, 2 y 3 patrones y de 2% - HF debido a problemas con los horarios.

Los resultados obtenidos son los siguientes:

Para la probeta Patrón numero 1 (P - 01) analizada a los 8 días, un diámetro promedio de 15.378 cm y una altura promedio de 30.48 alcanzando una carga máxima de 58413.00 kg

Tabla 18

Análisis de Resistencia a la Compresión de la probeta P - 01

Nº	CARGA (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0.00000	0.00000	0.000000
2	1000	0.15900	5.38442	0.005217
3	2000	0.17200	10.76883	0.005643
4	3000	0.18700	16.15325	0.006135
5	4000	0.20300	21.53767	0.006660
6	5000	0.21600	26.92208	0.007087
7	6000	0.22500	32.30650	0.007382
8	7000	0.23500	37.69092	0.007710
9	8000	0.24200	43.07533	0.007940
10	9000	0.24800	48.4597	0.008136
11	10000	0.25600	53.8442	0.008399
12	11000	0.26100	59.2286	0.008563
13	12000	0.26400	64.6130	0.008661
14	13000	0.26900	69.9974	0.008825

15	14000	0.27300	75.3818	0.008957
16	15000	0.27700	80.7662	0.009088
17	16000	0.28000	86.1507	0.009186
18	17000	0.28300	91.5351	0.009285
19	18000	0.28600	96.9195	0.009383
20	19000	0.28800	102.3039	0.009449
21	20000	0.28900	107.6883	0.009482
22	21000	0.29200	113.0727	0.009580
23	22000	0.29400	118.4572	0.009646
24	23000	0.29700	123.8416	0.009744
25	24000	0.30100	129.2260	0.009875
26	25000	0.30200	134.6104	0.009908
27	26000	0.30400	139.9948	0.009974
28	27000	0.30600	145.3792	0.010039
29	28000	0.31000	150.7637	0.010171
30	29000	0.31300	156.1481	0.010269
31	30000	0.31500	161.5325	0.010335
32	31000	0.31700	166.9169	0.010400
33	32000	0.32000	172.3013	0.010499
34	33000	0.32100	177.6857	0.010531
35	34000	0.32300	183.0702	0.010597
36	35000	0.32400	188.4546	0.010630
37	36000	0.32600	193.8390	0.010696

38	37000	0.32900	199.2234	0.010794
39	38000	0.33100	204.6078	0.010860
40	39000	0.33400	209.9922	0.010958
41	40000	0.33500	215.3767	0.010991
42	41000	0.33700	220.7611	0.011056
43	42000	0.33900	226.1455	0.011122
44	43000	0.34000	231.5299	0.011155
45	44000	0.34050	236.9143	0.011171
46	45000	0.34100	242.2987	0.011188
47	46000	0.34400	247.6832	0.011286
48	47000	0.34700	253.0676	0.011385
49	48000	0.34800	258.4520	0.011417
50	49000	0.34900	263.8364	0.011450
51	50000	0.35000	269.2208	0.011483
52	51000	0.35200	274.6052	0.011549
53	52000	0.35400	279.9897	0.011614
54	53000	0.35700	285.3741	0.011713
55	54000	0.36200	290.7585	0.011877
56	55000	0.36400	296.1429	0.011942
57	56000	0.36500	301.5273	0.011975
58	57000	0.36800	306.9117	0.012073
59	58000	0.37300	312.2962	0.012238
60	58413	0.40000	314.5199	0.013123

Figura 17

Curva de Esfuerzo - Deformación de la Probeta Patrón P – 01



Figura 18

Probeta Patrón P – 01



NOTA. La fractura de la Probeta Patrón P – 01 fue de Tipo 5

Para la probeta Patrón numero 2 (P - 02) analizada a los 8 días, un diámetro promedio de 15.138 cm y una altura promedio de 30.39 alcanzando una carga máxima de 55999.00 kg

Tabla 19
Análisis de Resistencia a la Compresión de la probeta P - 02

N°	CARGA (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0.00000	0.00000	0.000000
2	1000	0.17000	5.55651	0.005595
3	2000	0.18800	11.11301	0.006187
4	3000	0.19900	16.66952	0.006549
5	4000	0.21300	22.22602	0.007010
6	5000	0.22100	27.78253	0.007273
7	6000	0.23500	33.33904	0.007734
8	7000	0.24400	38.89554	0.008030
9	8000	0.25000	44.45205	0.008227
10	9000	0.25600	50.0086	0.008425
11	10000	0.26100	55.5651	0.008589
12	11000	0.26600	61.1216	0.008754
13	12000	0.27000	66.6781	0.008885
14	13000	0.27200	72.2346	0.008951
15	14000	0.27400	77.7911	0.009017
16	15000	0.27600	83.3476	0.009083
17	16000	0.27700	88.9041	0.009116
18	17000	0.27900	94.4606	0.009182
19	18000	0.28100	100.0171	0.009247
20	19000	0.28300	105.5736	0.009313

21	20000	0.28500	111.1301	0.009379
22	21000	0.28800	116.6866	0.009478
23	22000	0.29000	122.2431	0.009544
24	23000	0.29300	127.7996	0.009642
25	24000	0.29600	133.3561	0.009741
26	25000	0.29900	138.9127	0.009840
27	26000	0.30100	144.4692	0.009906
28	27000	0.30400	150.0257	0.010004
29	28000	0.30600	155.5822	0.010070
30	29000	0.30800	161.1387	0.010136
31	30000	0.31000	166.6952	0.010202
32	31000	0.31100	172.2517	0.010235
33	32000	0.31200	177.8082	0.010268
34	33000	0.31300	183.3647	0.010301
35	34000	0.31500	188.9212	0.010366
36	35000	0.31800	194.4777	0.010465
37	36000	0.31900	200.0342	0.010498
38	37000	0.31950	205.5907	0.010514
39	38000	0.32100	211.1472	0.010564
40	39000	0.32300	216.7037	0.010630
41	40000	0.32400	222.2602	0.010663
42	41000	0.32600	227.8168	0.010728
43	42000	0.32800	233.3733	0.010794

44	43000	0.33400	238.9298	0.010992
45	44000	0.33600	244.4863	0.011057
46	45000	0.33900	250.0428	0.011156
47	46000	0.34100	255.5993	0.011222
48	47000	0.34300	261.1558	0.011288
49	48000	0.34400	266.7123	0.011321
50	49000	0.34700	272.2688	0.011419
51	50000	0.35000	277.8253	0.011518
52	51000	0.35200	283.3818	0.011584
53	52000	0.36000	288.9383	0.011847
54	53000	0.36600	294.4948	0.012045
55	54000	0.37200	300.0513	0.012242
56	55000	0.38000	305.6078	0.012505
57	55999	0.41500	311.1588	0.013657

Figura 19

Curva de Esfuerzo - Deformación de la Probeta Patrón P – 02



Figura 20

Probeta Patrón P – 02



NOTA. La fractura de la Probeta Patrón P – 02 fue de Tipo 5

Para la probeta Patrón numero 3 (P - 03) analizada a los 8 días, un diámetro promedio de 15.383 cm y una altura promedio de 30.46 alcanzando una carga máxima de 60482.00 kg

Tabla 20

Análisis de Resistencia a la Compresión de la probeta P - 03

Nº	CARGA (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0.00000	0.00000	0.000000
2	1000	0.12400	5.38092	0.004070
3	2000	0.14300	10.76183	0.004694
4	3000	0.15500	16.14275	0.005088
5	4000	0.16600	21.52367	0.005449

6	5000	0.18100	26.90458	0.005942
7	6000	0.19100	32.28550	0.006270
8	7000	0.19900	37.66642	0.006532
9	8000	0.20300	43.04733	0.006664
10	9000	0.21200	48.4283	0.006959
11	10000	0.21700	53.8092	0.007123
12	11000	0.21900	59.1901	0.007189
13	12000	0.22200	64.5710	0.007287
14	13000	0.22400	69.9519	0.007353
15	14000	0.22600	75.3328	0.007419
16	15000	0.22900	80.7138	0.007517
17	16000	0.23200	86.0947	0.007616
18	17000	0.23600	91.4756	0.007747
19	18000	0.23900	96.8565	0.007845
20	19000	0.24000	102.2374	0.007878
21	20000	0.24100	107.6183	0.007911
22	21000	0.24250	112.9993	0.007960
23	22000	0.24400	118.3802	0.008010
24	23000	0.24700	123.7611	0.008108
25	24000	0.24900	129.1420	0.008174
26	25000	0.25100	134.5229	0.008239
27	26000	0.25200	139.9038	0.008272
28	27000	0.25400	145.2848	0.008338

29	28000	0.25600	150.6657	0.008404
30	29000	0.25800	156.0466	0.008469
31	30000	0.26000	161.4275	0.008535
32	31000	0.26100	166.8084	0.008568
33	32000	0.26300	172.1893	0.008633
34	33000	0.26500	177.5703	0.008699
35	34000	0.26700	182.9512	0.008765
36	35000	0.26900	188.3321	0.008830
37	36000	0.27200	193.7130	0.008929
38	37000	0.27400	199.0939	0.008994
39	38000	0.27600	204.4748	0.009060
40	39000	0.27800	209.8558	0.009126
41	40000	0.28100	215.2367	0.009224
42	41000	0.28600	220.6176	0.009388
43	42000	0.28800	225.9985	0.009454
44	43000	0.29000	231.3794	0.009520
45	44000	0.29100	236.7603	0.009552
46	45000	0.29300	242.1413	0.009618
47	46000	0.29600	247.5222	0.009717
48	47000	0.29800	252.9031	0.009782
49	48000	0.29900	258.2840	0.009815
50	49000	0.30000	263.6649	0.009848
51	50000	0.30300	269.0458	0.009946

52	51000	0.30700	274.4268	0.010078
53	52000	0.30900	279.8077	0.010143
54	53000	0.31200	285.1886	0.010242
55	54000	0.31500	290.5695	0.010340
56	55000	0.31600	295.9504	0.010373
57	56000	0.31700	301.3313	0.010406
58	57000	0.31900	306.7123	0.010472
59	58000	0.32100	312.0932	0.010537
60	59000	0.32700	317.4741	0.010734
61	60000	0.33000	322.8550	0.010833
62	60482	0.33500	325.4486	0.010997

Figura 21

Curva de Esfuerzo - Deformación de la Probeta Patrón P – 03



Figura 22

Probeta Patrón P – 03



NOTA. La fractura de la Probeta Patrón P – 03 fue de Tipo 2

Para la probeta con adición de limadura de hierro fundido en un 2% numero 1 (2% - 01) analizada a los 8 días, un diámetro promedio de 15.183 cm y una altura promedio de 30.46 alcanzando una carga máxima de 61891.00 kg

Tabla 21

Análisis de Resistencia a la Compresión de la probeta 2% - 01

Nº	CARGA (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0.00000	0.00000	0.000000
2	1000	0.05300	5.52362	0.001740
3	2000	0.06600	11.04723	0.002167
4	3000	0.08000	16.57085	0.002626
5	4000	0.09000	22.09447	0.002955

6	5000	0.11000	27.61808	0.003611
7	6000	0.11700	33.14170	0.003841
8	7000	0.12700	38.66532	0.004169
9	8000	0.13200	44.18893	0.004334
10	9000	0.13800	49.7126	0.004531
11	10000	0.14000	55.2362	0.004596
12	11000	0.14500	60.7598	0.004760
13	12000	0.14800	66.2834	0.004859
14	13000	0.15300	71.8070	0.005023
15	14000	0.15900	77.3306	0.005220
16	15000	0.16000	82.8543	0.005253
17	16000	0.16100	88.3779	0.005286
18	17000	0.16400	93.9015	0.005384
19	18000	0.16700	99.4251	0.005483
20	19000	0.17000	104.9487	0.005581
21	20000	0.17200	110.4723	0.005647
22	21000	0.17700	115.9960	0.005811
23	22000	0.17800	121.5196	0.005844
24	23000	0.17900	127.0432	0.005877
25	24000	0.18200	132.5668	0.005975
26	25000	0.18800	138.0904	0.006172
27	26000	0.19000	143.6140	0.006238
28	27000	0.19100	149.1377	0.006271

29	28000	0.19500	154.6613	0.006402
30	29000	0.19700	160.1849	0.006467
31	30000	0.20200	165.7085	0.006632
32	31000	0.20800	171.2321	0.006829
33	32000	0.21000	176.7557	0.006894
34	33000	0.21100	182.2794	0.006927
35	34000	0.21400	187.8030	0.007026
36	35000	0.21700	193.3266	0.007124
37	36000	0.22000	198.8502	0.007223
38	37000	0.22200	204.3738	0.007288
39	38000	0.22300	209.8974	0.007321
40	39000	0.22600	215.4211	0.007420
41	40000	0.22800	220.9447	0.007485
42	41000	0.23000	226.4683	0.007551
43	42000	0.23300	231.9919	0.007649
44	43000	0.23600	237.5155	0.007748
45	44000	0.23750	243.0391	0.007797
46	45000	0.23900	248.5628	0.007846
47	46000	0.24100	254.0864	0.007912
48	47000	0.24200	259.6100	0.007945
49	48000	0.24400	265.1336	0.008011
50	49000	0.24600	270.6572	0.008076
51	50000	0.24700	276.1808	0.008109

52	51000	0.24800	281.7045	0.008142
53	52000	0.25000	287.2281	0.008207
54	53000	0.25200	292.7517	0.008273
55	54000	0.25400	298.2753	0.008339
56	55000	0.25600	303.7989	0.008404
57	56000	0.25950	309.3225	0.008519
58	57000	0.26100	314.8462	0.008569
59	58000	0.26350	320.3698	0.008651
60	59000	0.26700	325.8934	0.008766
61	60000	0.27100	331.4170	0.008897
62	61000	0.27300	336.9406	0.008963
63	61891	0.28300	341.8622	0.009291

Figura 23

Curva de Esfuerzo - Deformación de la Probeta 2% - 01

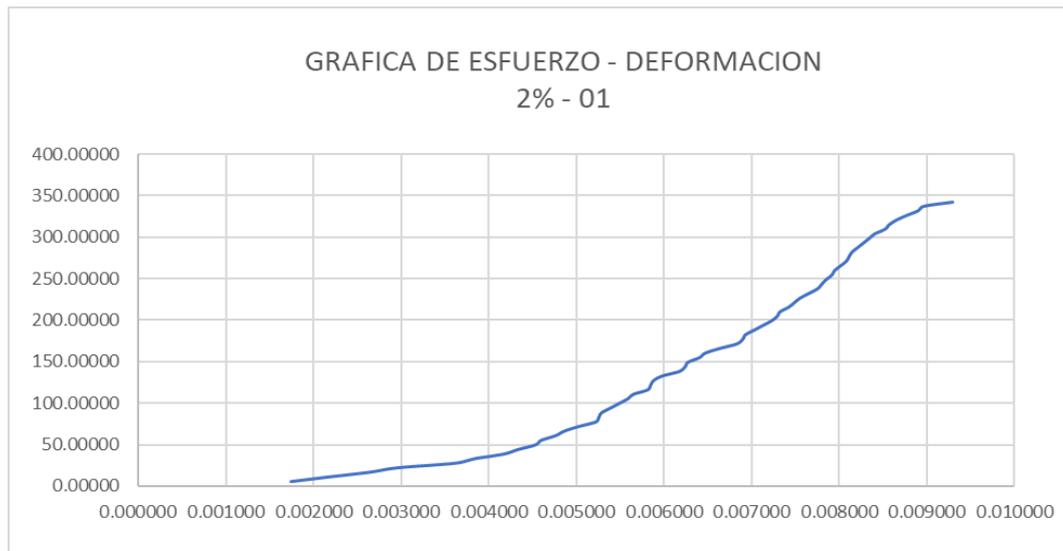


Figura 24

Probeta Patrón 2% - 01



NOTA. La fractura de la Probeta Patrón 2% - 01 fue de Tipo 4

Para la probeta con adición de limadura de hierro fundido en un 2% numero 2 (2% - 02) analizada a los 8 días, un diámetro promedio de 15.168 cm y una altura promedio de 30.41 alcanzando una carga máxima de 58830.00 kg

Tabla 22

Análisis de Resistencia a la Compresión de la probeta 2% - 02

N°	CARGA (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0.00000	0.00000	0.000000
2	1000	0.14100	5.53455	0.004637
3	2000	0.15900	11.06909	0.005229
4	3000	0.16900	16.60364	0.005558
5	4000	0.17700	22.13819	0.005821

6	5000	0.18500	27.67274	0.006084
7	6000	0.19100	33.20728	0.006282
8	7000	0.20100	38.74183	0.006610
9	8000	0.21000	44.27638	0.006906
10	9000	0.21500	49.8109	0.007071
11	10000	0.21900	55.3455	0.007202
12	11000	0.22300	60.8800	0.007334
13	12000	0.22500	66.4146	0.007400
14	13000	0.22900	71.9491	0.007531
15	14000	0.23300	77.4837	0.007663
16	15000	0.23700	83.0182	0.007794
17	16000	0.24000	88.5528	0.007893
18	17000	0.24200	94.0873	0.007959
19	18000	0.24400	99.6219	0.008025
20	19000	0.24600	105.1564	0.008090
21	20000	0.24800	110.6909	0.008156
22	21000	0.25000	116.2255	0.008222
23	22000	0.25200	121.7600	0.008288
24	23000	0.25400	127.2946	0.008353
25	24000	0.25600	132.8291	0.008419
26	25000	0.25800	138.3637	0.008485
27	26000	0.26000	143.8982	0.008551
28	27000	0.26100	149.4328	0.008584

29	28000	0.26300	154.9673	0.008649
30	29000	0.26400	160.5019	0.008682
31	30000	0.26600	166.0364	0.008748
32	31000	0.26700	171.5710	0.008781
33	32000	0.26800	177.1055	0.008814
34	33000	0.27000	182.6401	0.008880
35	34000	0.27050	188.1746	0.008896
36	35000	0.27100	193.7092	0.008913
37	36000	0.27200	199.2437	0.008945
38	37000	0.27500	204.7783	0.009044
39	38000	0.27600	210.3128	0.009077
40	39000	0.27700	215.8473	0.009110
41	40000	0.27900	221.3819	0.009176
42	41000	0.28000	226.9164	0.009209
43	42000	0.28100	232.4510	0.009241
44	43000	0.28150	237.9855	0.009258
45	44000	0.28250	243.5201	0.009291
46	45000	0.28300	249.0546	0.009307
47	46000	0.28400	254.5892	0.009340
48	47000	0.28700	260.1237	0.009439
49	48000	0.28850	265.6583	0.009488
50	49000	0.28900	271.1928	0.009504
51	50000	0.29050	276.7274	0.009554

52	51000	0.29250	282.2619	0.009620
53	52000	0.29450	287.7965	0.009685
54	53000	0.29700	293.3310	0.009768
55	54000	0.30100	298.8656	0.009899
56	55000	0.30300	304.4001	0.009965
57	56000	0.30500	309.9347	0.010031
58	57000	0.30700	315.4692	0.010096
59	58000	0.32500	321.0037	0.010688
60	58830	0.34000	325.5974	0.011182

Figura 25

Curva de Esfuerzo - Deformación de la Probeta 2% - 02



Figura 26

Probeta Patrón 2% - 02



Nota. La fractura de la Probeta Patrón 2% - 02 fue de Tipo 4

Para la probeta con adición de limadura de hierro fundido en un 2% numero 3 (2% - 03) analizada a los 8 días, un diámetro promedio de 14.928 cm y una altura promedio de 29.86 alcanzando una carga máxima de 57512.00 kg

Tabla 23

Análisis de Resistencia a la Compresión de la probeta 2% - 03

Nº	CARGA (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0.00000	0.00000	0.000000
2	1000	0.16300	5.71394	0.005458
3	2000	0.18800	11.42789	0.006295
4	3000	0.21400	17.14183	0.007166
5	4000	0.23700	22.85577	0.007936

6	5000	0.24300	28.56972	0.008137
7	6000	0.25500	34.28366	0.008539
8	7000	0.26500	39.99761	0.008874
9	8000	0.27200	45.71155	0.009108
10	9000	0.27800	51.4255	0.009309
11	10000	0.28600	57.1394	0.009577
12	11000	0.29200	62.8534	0.009778
13	12000	0.30500	68.5673	0.010213
14	13000	0.31400	74.2813	0.010515
15	14000	0.32100	79.9952	0.010749
16	15000	0.33100	85.7092	0.011084
17	16000	0.33700	91.4231	0.011285
18	17000	0.34000	97.1370	0.011385
19	18000	0.34400	102.8510	0.011519
20	19000	0.34700	108.5649	0.011620
21	20000	0.35000	114.2789	0.011720
22	21000	0.35600	119.9928	0.011921
23	22000	0.36200	125.7068	0.012122
24	23000	0.36400	131.4207	0.012189
25	24000	0.36900	137.1346	0.012356
26	25000	0.37200	142.8486	0.012457
27	26000	0.37600	148.5625	0.012591
28	27000	0.37900	154.2765	0.012691

29	28000	0.38200	159.9904	0.012792
30	29000	0.38700	165.7044	0.012959
31	30000	0.38900	171.4183	0.013026
32	31000	0.39300	177.1323	0.013160
33	32000	0.39500	182.8462	0.013227
34	33000	0.39900	188.5601	0.013361
35	34000	0.40800	194.2741	0.013662
36	35000	0.40900	199.9880	0.013696
37	36000	0.40950	205.7020	0.013712
38	37000	0.41000	211.4159	0.013729
39	38000	0.41200	217.1299	0.013796
40	39000	0.41400	222.8438	0.013863
41	40000	0.41600	228.5577	0.013930
42	41000	0.42000	234.2717	0.014064
43	42000	0.42200	239.9856	0.014131
44	43000	0.42400	245.6996	0.014198
45	44000	0.43000	251.4135	0.014399
46	45000	0.43100	257.1275	0.014432
47	46000	0.43300	262.8414	0.014499
48	47000	0.43400	268.5554	0.014533
49	48000	0.43600	274.2693	0.014600
50	49000	0.43800	279.9832	0.014667
51	50000	0.43850	285.6972	0.014684

52	51000	0.43900	291.4111	0.014700
53	52000	0.43950	297.1251	0.014717
54	53000	0.44000	302.8390	0.014734
55	54000	0.44200	308.5530	0.014801
56	55000	0.44300	314.2669	0.014834
57	56000	0.44500	319.9808	0.014901
58	57000	0.44600	325.6948	0.014935
59	57512	0.49800	328.6203	0.016676

Figura 27

Curva de Esfuerzo - Deformación de la Probeta 2% - 3



Figura 28

Probeta Patrón 2% - 03



Nota. La fractura de la Probeta Patrón 2% - 03 fue de Tipo 5

Para la probeta con adición de limadura de hierro fundido en un 4% numero 1 (4% - 01) analizada a los 7 días, un diámetro promedio de 14.855 cm y una altura promedio de 29.78 cm alcanzando una carga máxima de 50808 kg

Tabla 24

Análisis de Resistencia a la Compresión de la probeta 4% - 01

Nº	CARGA (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0.00000	0.00000	0.000000
2	1000	0.15700	5.76985	0.005272
3	2000	0.19700	11.53971	0.006615
4	3000	0.22000	17.30956	0.007388
5	4000	0.23200	23.07942	0.007790
6	5000	0.24500	28.84927	0.008227

7	6000	0.25100	34.61912	0.008428
8	7000	0.26300	40.38898	0.008831
9	8000	0.27300	46.15883	0.009167
10	9000	0.28000	51.9287	0.009402
11	10000	0.28700	57.6985	0.009637
12	11000	0.29900	63.4684	0.010040
13	12000	0.30700	69.2382	0.010309
14	13000	0.31500	75.0081	0.010578
15	14000	0.31800	80.7780	0.010678
16	15000	0.32500	86.5478	0.010913
17	16000	0.33100	92.3177	0.011115
18	17000	0.33700	98.0875	0.011316
19	18000	0.34300	103.8574	0.011518
20	19000	0.34700	109.6272	0.011652
21	20000	0.35100	115.3971	0.011786
22	21000	0.35500	121.1669	0.011921
23	22000	0.36000	126.9368	0.012089
24	23000	0.36300	132.7066	0.012189
25	24000	0.37000	138.4765	0.012424
26	25000	0.37600	144.2463	0.012626
27	26000	0.38100	150.0162	0.012794
28	27000	0.38700	155.7861	0.012995
29	28000	0.39200	161.5559	0.013163

30	29000	0.39600	167.3258	0.013298
31	30000	0.40100	173.0956	0.013465
32	31000	0.40500	178.8655	0.013600
33	32000	0.41000	184.6353	0.013768
34	33000	0.41500	190.4052	0.013936
35	34000	0.41700	196.1750	0.014003
36	35000	0.41900	201.9449	0.014070
37	36000	0.42100	207.7147	0.014137
38	37000	0.42300	213.4846	0.014204
39	38000	0.42500	219.2544	0.014271
40	39000	0.42700	225.0243	0.014338
41	40000	0.42900	230.7942	0.014406
42	41000	0.43000	236.5640	0.014439
43	42000	0.45500	242.3339	0.015279
44	43000	0.45800	248.1037	0.015379
45	44000	0.46000	253.8736	0.015447
46	45000	0.46300	259.6434	0.015547
47	46000	0.47500	265.4133	0.015950
48	47000	0.47600	271.1831	0.015984
49	48000	0.47800	276.9530	0.016051
50	49000	0.48100	282.7228	0.016152
51	50000	0.48400	288.4927	0.016253
52	50808	0.49800	293.1547	0.016723

Figura 29

Curva de Esfuerzo - Deformación de la Probeta 4% - 01

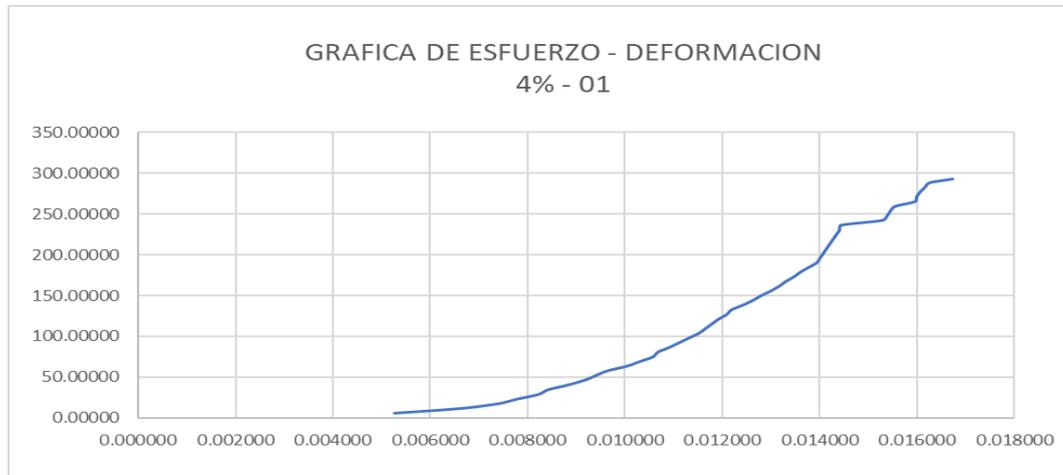


Figura 30

Probeta Patrón 4% - 01



Nota. La fractura de la Probeta Patrón 4% - 01 fue de Tipo 5

Para la probeta con adición de limadura de hierro fundido en un 4% numero 2 (4% - 02) analizada a los 7 días, un diámetro promedio de 14.835 cm y una altura promedio de 29.76 cm alcanzando una carga máxima de 52912.00 kg

Tabla 25
Análisis de Resistencia a la Compresión de la probeta 4% - 02

N°	CARGA (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0.00000	0.00000	0.000000
2	1000	0.25200	5.78542	0.008469
3	2000	0.28200	11.57084	0.009477
4	3000	0.28800	17.35626	0.009679
5	4000	0.31700	23.14169	0.010653
6	5000	0.33000	28.92711	0.011090
7	6000	0.33900	34.71253	0.011392
8	7000	0.34700	40.49795	0.011661
9	8000	0.35100	46.28337	0.011796
10	9000	0.35700	52.0688	0.011997
11	10000	0.36300	57.8542	0.012199
12	11000	0.36700	63.6396	0.012333
13	12000	0.37200	69.4251	0.012501
14	13000	0.38000	75.2105	0.012770
15	14000	0.38900	80.9959	0.013073
16	15000	0.39000	86.7813	0.013106
17	16000	0.39500	92.5667	0.013274
18	17000	0.40500	98.3522	0.013610
19	18000	0.41200	104.1376	0.013846
20	19000	0.41500	109.9230	0.013946

21	20000	0.42000	115.7084	0.014114
22	21000	0.42400	121.4939	0.014249
23	22000	0.43100	127.2793	0.014484
24	23000	0.43600	133.0647	0.014652
25	24000	0.43900	138.8501	0.014753
26	25000	0.44100	144.6355	0.014820
27	26000	0.44500	150.4210	0.014955
28	27000	0.44900	156.2064	0.015089
29	28000	0.45600	161.9918	0.015324
30	29000	0.46200	167.7772	0.015526
31	30000	0.46500	173.5626	0.015627
32	31000	0.46700	179.3481	0.015694
33	32000	0.46900	185.1335	0.015761
34	33000	0.47100	190.9189	0.015828
35	34000	0.47200	196.7043	0.015862
36	35000	0.47400	202.4898	0.015929
37	36000	0.47800	208.2752	0.016064
38	37000	0.48500	214.0606	0.016299
39	38000	0.48900	219.8460	0.016433
40	39000	0.50000	225.6314	0.016803
41	40000	0.50200	231.4169	0.016870
42	41000	0.50500	237.2023	0.016971
43	42000	0.51100	242.9877	0.017173

44	43000	0.51400	248.7731	0.017273
45	44000	0.51600	254.5586	0.017341
46	45000	0.51800	260.3440	0.017408
47	46000	0.52800	266.1294	0.017744
48	47000	0.53400	271.9148	0.017946
49	48000	0.53500	277.7002	0.017979
50	49000	0.53900	283.4857	0.018114
51	50000	0.54000	289.2711	0.018147
52	51000	0.54400	295.0565	0.018282
53	52000	0.54600	300.8419	0.018349
54	52912	0.57000	306.1182	0.019155

Figura 31

Curva de Esfuerzo - Deformación de la Probeta 4% - 02

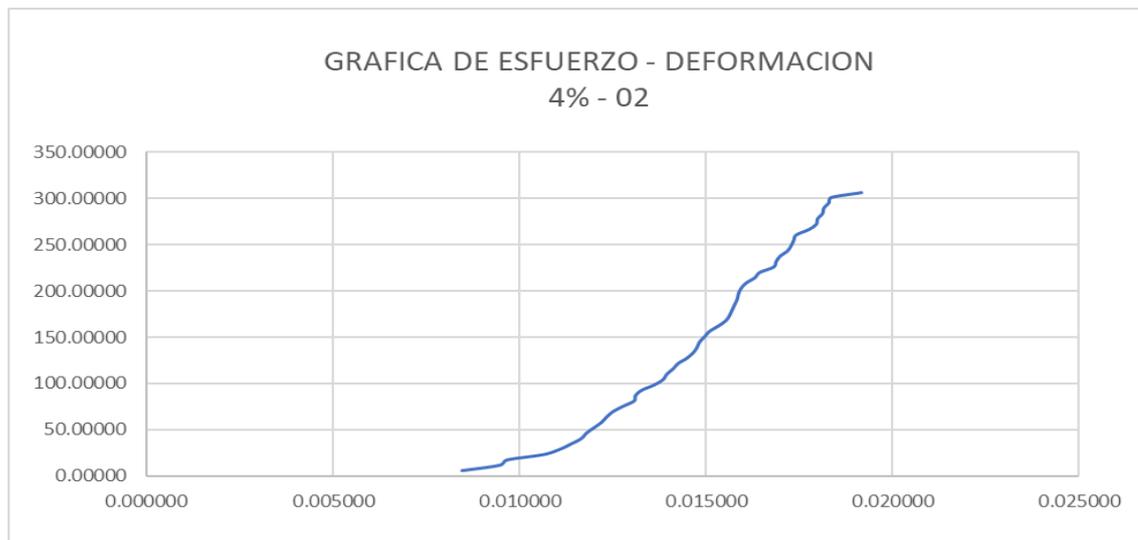


Figura 32

Probeta Patrón 4% - 02



Nota. La fractura de la Probeta Patrón 4% - 02 fue de Tipo 5

Para la probeta con adición de limadura de hierro fundido en un 4% numero 3 (4% - 03) analizada a los 8 días, un diámetro promedio de 15.053 cm y una altura promedio de 30.47 cm alcanzando una carga máxima de 57949.00 kg

Tabla 26

Análisis de Resistencia a la Compresión de la probeta 4% - 03

Nº	CARGA (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0.00000	0.00000	0.000000
2	1000	0.13000	5.61944	0.004267
3	2000	0.14200	11.23888	0.004661
4	3000	0.15500	16.85831	0.005088
5	4000	0.16100	22.47775	0.005284
6	5000	0.17000	28.09719	0.005580

7	6000	0.17800	33.71663	0.005842
8	7000	0.18600	39.33606	0.006105
9	8000	0.19000	44.95550	0.006236
10	9000	0.19700	50.5749	0.006466
11	10000	0.20500	56.1944	0.006729
12	11000	0.21100	61.8138	0.006926
13	12000	0.21400	67.4333	0.007024
14	13000	0.21600	73.0527	0.007090
15	14000	0.21900	78.6721	0.007188
16	15000	0.22200	84.2916	0.007287
17	16000	0.22300	89.9110	0.007319
18	17000	0.22500	95.5304	0.007385
19	18000	0.23100	101.1499	0.007582
20	19000	0.23300	106.7693	0.007648
21	20000	0.23500	112.3888	0.007713
22	21000	0.23600	118.0082	0.007746
23	22000	0.23620	123.6276	0.007753
24	23000	0.23640	129.2471	0.007759
25	24000	0.23680	134.8665	0.007772
26	25000	0.23700	140.4859	0.007779
27	26000	0.23710	146.1054	0.007782
28	27000	0.23720	151.7248	0.007786
29	28000	0.23900	157.3443	0.007845

30	29000	0.24000	162.9637	0.007877
31	30000	0.24200	168.5831	0.007943
32	31000	0.24500	174.2026	0.008042
33	32000	0.24800	179.8220	0.008140
34	33000	0.25500	185.4414	0.008370
35	34000	0.25700	191.0609	0.008435
36	35000	0.26000	196.6803	0.008534
37	36000	0.26050	202.2998	0.008550
38	37000	0.26100	207.9192	0.008567
39	38000	0.26300	213.5386	0.008632
40	39000	0.26400	219.1581	0.008665
41	40000	0.26700	224.7775	0.008764
42	41000	0.26750	230.3969	0.008780
43	42000	0.26800	236.0164	0.008796
44	43000	0.26850	241.6358	0.008813
45	44000	0.26930	247.2553	0.008839
46	45000	0.27000	252.8747	0.008862
47	46000	0.27200	258.4941	0.008928
48	47000	0.27500	264.1136	0.009026
49	48000	0.27800	269.7330	0.009125
50	49000	0.28000	275.3524	0.009190
51	50000	0.28200	280.9719	0.009256
52	51000	0.28500	286.5913	0.009354

53	52000	0.28600	292.2108	0.009387
54	53000	0.28700	297.8302	0.009420
55	54000	0.28900	303.4496	0.009486
56	55000	0.29100	309.0691	0.009551
57	56000	0.29600	314.6885	0.009716
58	57000	0.33000	320.3079	0.010832
59	57949	0.34400	325.6408	0.011291

Figura 33

Curva de Esfuerzo - Deformación de la Probeta 4% - 3



Figura 34

Probeta Patrón 4% - 03



Nota. La fractura de la Probeta Patrón 4% - 03 fue de Tipo 6

Para la probeta con adición de limadura de hierro fundido en un 6% numero 1 (6% - 01) analizada a los 7 días, un diámetro promedio de 15.110 cm y una altura promedio de 30.42 cm alcanzando una carga máxima de 54693.00 kg

Tabla 27

Análisis de Resistencia a la Compresión de la probeta 6% - 01

Nº	CARGA (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0.00000	0.00000	0.000000
2	1000	0.16700	5.57675	0.005489
3	2000	0.18500	11.15350	0.006081
4	3000	0.20300	16.73025	0.006673
5	4000	0.21500	22.30700	0.007067
6	5000	0.22400	27.88375	0.007363

7	6000	0.23100	33.46050	0.007593
8	7000	0.23900	39.03725	0.007856
9	8000	0.24500	44.61400	0.008053
10	9000	0.25100	50.1908	0.008250
11	10000	0.25600	55.7675	0.008415
12	11000	0.26000	61.3443	0.008546
13	12000	0.26500	66.9210	0.008710
14	13000	0.26800	72.4978	0.008809
15	14000	0.27100	78.0745	0.008908
16	15000	0.28000	83.6513	0.009203
17	16000	0.28800	89.2280	0.009466
18	17000	0.29300	94.8048	0.009631
19	18000	0.29800	100.3815	0.009795
20	19000	0.30200	105.9583	0.009927
21	20000	0.30500	111.5350	0.010025
22	21000	0.30900	117.1118	0.010157
23	22000	0.31200	122.6885	0.010255
24	23000	0.31500	128.2653	0.010354
25	24000	0.31900	133.8420	0.010485
26	25000	0.32200	139.4188	0.010584
27	26000	0.32400	144.9955	0.010650
28	27000	0.32600	150.5723	0.010715
29	28000	0.32800	156.1490	0.010781

30	29000	0.32900	161.7258	0.010814
31	30000	0.32950	167.3025	0.010831
32	31000	0.33000	172.8793	0.010847
33	32000	0.33400	178.4560	0.010978
34	33000	0.34000	184.0328	0.011176
35	34000	0.34100	189.6095	0.011209
36	35000	0.34300	195.1863	0.011274
37	36000	0.34400	200.7630	0.011307
38	37000	0.34500	206.3398	0.011340
39	38000	0.34600	211.9165	0.011373
40	39000	0.34700	217.4933	0.011406
41	40000	0.34800	223.0700	0.011439
42	41000	0.34900	228.6468	0.011471
43	42000	0.35100	234.2235	0.011537
44	43000	0.35200	239.8003	0.011570
45	44000	0.35400	245.3770	0.011636
46	45000	0.36000	250.9538	0.011833
47	46000	0.37400	256.5305	0.012293
48	47000	0.38400	262.1073	0.012622
49	48000	0.39600	267.6840	0.013016
50	49000	0.40300	273.2608	0.013246
51	50000	0.40800	278.8375	0.013411
52	51000	0.41200	284.4143	0.013542

53	52000	0.41900	289.9910	0.013772
54	53000	0.42100	295.5678	0.013838
55	54000	0.42700	301.1445	0.014035
56	54693	0.43000	305.0092	0.014134

Figura 35

Curva de Esfuerzo - Deformación de la Probeta 6% - 01

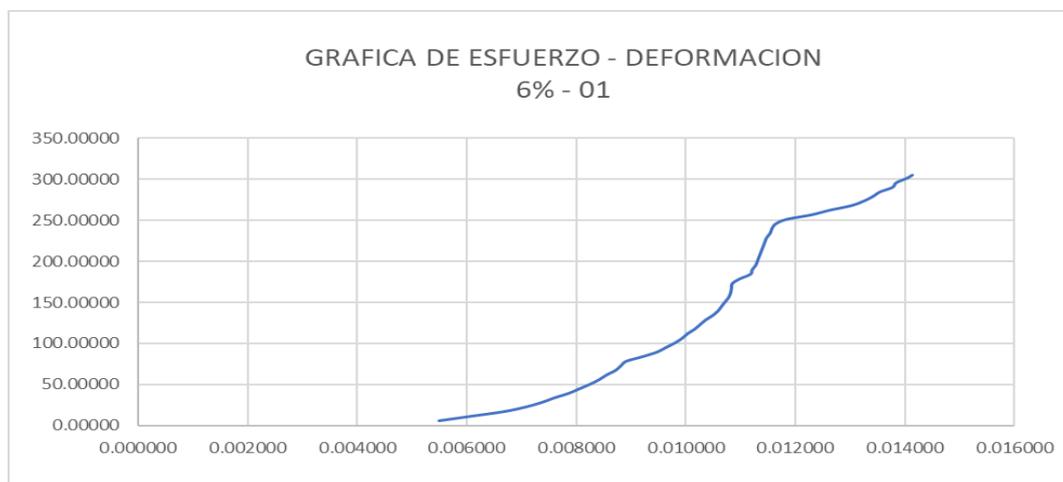


Figura 36

Probeta Patrón 6% - 01



Nota. La fractura de la Probeta Patrón 6% - 01 fue de Tipo 2

Para la probeta con adición de limadura de hierro fundido en un 6% numero 2 (6% - 02) analizada a los 7 días, un diámetro promedio de 15.358 cm y una altura promedio de 30.38 cm alcanzando una carga máxima de 60.961 kg

Tabla 28
Análisis de Resistencia a la Compresión de la probeta 6% - 02

N°	CARGA (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0.00000	0.00000	0.000000
2	1000	0.15100	5.39845	0.004970
3	2000	0.16700	10.79690	0.005497
4	3000	0.18100	16.19535	0.005958
5	4000	0.19000	21.59380	0.006254
6	5000	0.20000	26.99225	0.006583
7	6000	0.21200	32.39070	0.006978
8	7000	0.21800	37.78915	0.007176
9	8000	0.22300	43.18760	0.007340
10	9000	0.22900	48.5860	0.007538
11	10000	0.23400	53.9845	0.007702
12	11000	0.23800	59.3829	0.007834
13	12000	0.24100	64.7814	0.007933
14	13000	0.24300	70.1798	0.007999
15	14000	0.24500	75.5783	0.008065
16	15000	0.24700	80.9767	0.008130
17	16000	0.24900	86.3752	0.008196

18	17000	0.25200	91.7736	0.008295
19	18000	0.25400	97.1721	0.008361
20	19000	0.25800	102.5705	0.008492
21	20000	0.26100	107.9690	0.008591
22	21000	0.26200	113.3674	0.008624
23	22000	0.26300	118.7659	0.008657
24	23000	0.26500	124.1643	0.008723
25	24000	0.26800	129.5628	0.008822
26	25000	0.27000	134.9612	0.008887
27	26000	0.27200	140.3597	0.008953
28	27000	0.27400	145.7581	0.009019
29	28000	0.27700	151.1566	0.009118
30	29000	0.27900	156.5550	0.009184
31	30000	0.28200	161.9535	0.009282
32	31000	0.28400	167.3519	0.009348
33	32000	0.28600	172.7504	0.009414
34	33000	0.28800	178.1488	0.009480
35	34000	0.28900	183.5473	0.009513
36	35000	0.29100	188.9457	0.009579
37	36000	0.29400	194.3442	0.009677
38	37000	0.29600	199.7426	0.009743
39	38000	0.30200	205.1411	0.009941
40	39000	0.30400	210.5395	0.010007

41	40000	0.30600	215.9380	0.010072
42	41000	0.30800	221.3364	0.010138
43	42000	0.31100	226.7349	0.010237
44	43000	0.31400	232.1333	0.010336
45	44000	0.31700	237.5318	0.010434
46	45000	0.32000	242.9302	0.010533
47	46000	0.32100	248.3287	0.010566
48	47000	0.32300	253.7271	0.010632
49	48000	0.32600	259.1256	0.010731
50	49000	0.32800	264.5240	0.010797
51	50000	0.33300	269.9225	0.010961
52	51000	0.33600	275.3209	0.011060
53	52000	0.33800	280.7194	0.011126
54	53000	0.33900	286.1178	0.011159
55	54000	0.34000	291.5163	0.011192
56	55000	0.34200	296.9147	0.011257
57	56000	0.34500	302.3132	0.011356
58	57000	0.35500	307.7116	0.011685
59	58000	0.36500	313.1101	0.012014
60	59000	0.37400	318.5085	0.012311
61	60000	0.37800	323.9070	0.012442
62	60961	0.38900	329.0949	0.012804

Figura 37

Curva de Esfuerzo - Deformación de la Probeta 6% - 02



Figura 38

Probeta Patrón 6% - 02



NOTA. La fractura de la Probeta Patrón 6% - 02 fue de Tipo 2

Para la probeta con adición de limadura de hierro fundido en un 6% numero 3 (6% - 03) analizada a los 8 días, un diámetro promedio de 14.863 cm y una altura promedio de

29.83 cm alcanzando una carga máxima de 52830.00 kg

Tabla 29

Análisis de Resistencia a la Compresión de la probeta 6% - 03

Nº	CARGA (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0.00000	0.00000	0.000000
2	1000	0.03300	5.76403	0.001106
3	2000	0.05300	11.52806	0.001777
4	3000	0.06500	17.29210	0.002179
5	4000	0.07400	23.05613	0.002481
6	5000	0.08700	28.82016	0.002917
7	6000	0.09700	34.58419	0.003252
8	7000	0.10400	40.34822	0.003487
9	8000	0.11500	46.11226	0.003856
10	9000	0.12300	51.8763	0.004124
11	10000	0.13000	57.6403	0.004359
12	11000	0.13500	63.4044	0.004526
13	12000	0.13900	69.1684	0.004660
14	13000	0.14100	74.9324	0.004727
15	14000	0.14200	80.6964	0.004761
16	15000	0.14300	86.4605	0.004794
17	16000	0.14350	92.2245	0.004811
18	17000	0.14400	97.9885	0.004828
19	18000	0.14600	103.7526	0.004895

20	19000	0.14800	109.5166	0.004962
21	20000	0.15100	115.2806	0.005063
22	21000	0.15400	121.0447	0.005163
23	22000	0.15700	126.8087	0.005264
24	23000	0.16200	132.5727	0.005431
25	24000	0.16500	138.3368	0.005532
26	25000	0.16550	144.1008	0.005549
27	26000	0.16600	149.8648	0.005565
28	27000	0.16900	155.6289	0.005666
29	28000	0.17300	161.3929	0.005800
30	29000	0.17800	167.1569	0.005968
31	30000	0.18000	172.9210	0.006035
32	31000	0.18600	178.6850	0.006236
33	32000	0.18800	184.4490	0.006303
34	33000	0.19100	190.2131	0.006404
35	34000	0.19300	195.9771	0.006471
36	35000	0.19500	201.7411	0.006538
37	36000	0.19900	207.5052	0.006672
38	37000	0.20200	213.2692	0.006772
39	38000	0.20400	219.0332	0.006840
40	39000	0.21300	224.7972	0.007141
41	40000	0.21700	230.5613	0.007275
42	41000	0.23100	236.3253	0.007745

43	42000	0.23900	242.0893	0.008013
44	43000	0.24600	247.8534	0.008248
45	44000	0.25000	253.6174	0.008382
46	45000	0.25700	259.3814	0.008616
47	46000	0.26100	265.1455	0.008751
48	47000	0.26400	270.9095	0.008851
49	48000	0.26600	276.6735	0.008918
50	49000	0.26800	282.4376	0.008985
51	50000	0.27100	288.2016	0.009086
52	51000	0.27400	293.9656	0.009186
53	52000	0.28000	299.7297	0.009388
54	52830	0.28900	304.5138	0.009689

Figura 39

Curva de Esfuerzo - Deformación de la Probeta 6% - 03

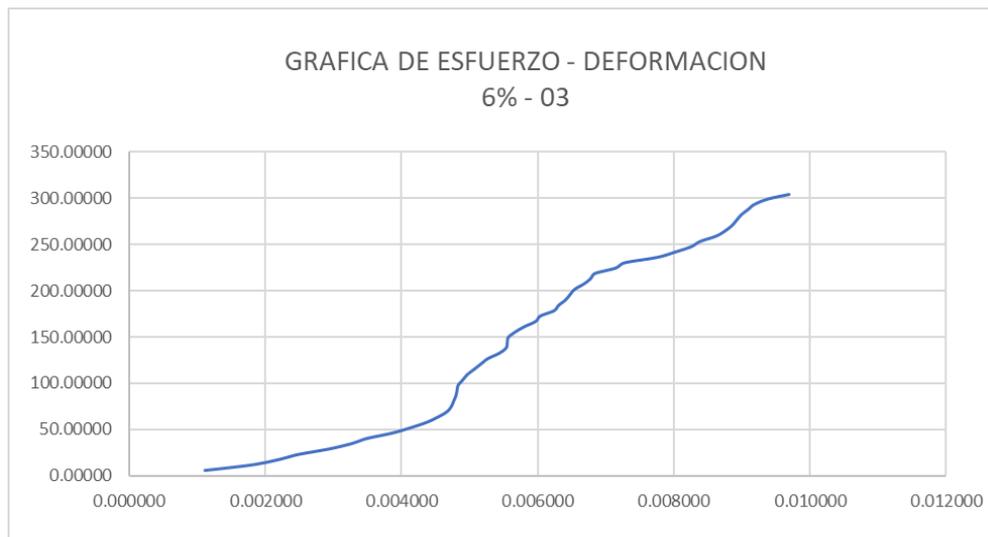


Figura 40

Probeta Patrón 6% - 02



Nota. La fractura de la Probeta Patrón 6% - 02 fue de Tipo 5

Para las probetas cilíndricas analizadas a los 28 días se obtiene los siguientes resultados

Para la probeta Patrón numero 4 (P – 04) con un diámetro promedio de 15.178 cm y una altura promedio de 30.447 cm alcanzó una carga máxima de 69364.00 kg

Tabla 30

Análisis de Resistencia a la Compresión de la probeta P – 04

Nº	CARGA (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0.00000	0.00000	0.000000
2	1000	0.17000	5.52726	0.005584
3	2000	0.20400	11.05451	0.006700
4	3000	0.22100	16.58177	0.007259
5	4000	0.22900	22.10903	0.007521

6	5000	0.24100	27.63628	0.007915
7	6000	0.24800	33.16354	0.008145
8	7000	0.26000	38.69080	0.008540
9	8000	0.26700	44.21805	0.008769
10	9000	0.27300	49.7453	0.008966
11	10000	0.28100	55.2726	0.009229
12	11000	0.28500	60.7998	0.009361
13	12000	0.29000	66.3271	0.009525
14	13000	0.29700	71.8543	0.009755
15	14000	0.30300	77.3816	0.009952
16	15000	0.30700	82.9089	0.010083
17	16000	0.31400	88.4361	0.010313
18	17000	0.31800	93.9634	0.010444
19	18000	0.32300	99.4906	0.010609
20	19000	0.32700	105.0179	0.010740
21	20000	0.33200	110.5451	0.010904
22	21000	0.33700	116.0724	0.011069
23	22000	0.34000	121.5996	0.011167
24	23000	0.34100	127.1269	0.011200
25	24000	0.34400	132.6542	0.011298
26	25000	0.34600	138.1814	0.011364
27	26000	0.34900	143.7087	0.011463
28	27000	0.35000	149.2359	0.011496

29	28000	0.35100	154.7632	0.011528
30	29000	0.35300	160.2904	0.011594
31	30000	0.35800	165.8177	0.011758
32	31000	0.36100	171.3450	0.011857
33	32000	0.36300	176.8722	0.011922
34	33000	0.36500	182.3995	0.011988
35	34000	0.36600	187.9267	0.012021
36	35000	0.36900	193.4540	0.012120
37	36000	0.37000	198.9812	0.012152
38	37000	0.37300	204.5085	0.012251
39	38000	0.37600	210.0358	0.012349
40	39000	0.37900	215.5630	0.012448
41	40000	0.38000	221.0903	0.012481
42	41000	0.38300	226.6175	0.012579
43	42000	0.38900	232.1448	0.012776
44	43000	0.39000	237.6720	0.012809
45	44000	0.39300	243.1993	0.012908
46	45000	0.39500	248.7266	0.012974
47	46000	0.40000	254.2538	0.013138
48	47000	0.40200	259.7811	0.013203
49	48000	0.40500	265.3083	0.013302
50	49000	0.41000	270.8356	0.013466
51	50000	0.41100	276.3628	0.013499

52	51000	0.41200	281.8901	0.013532
53	52000	0.41300	287.4173	0.013565
54	53000	0.41500	292.9446	0.013630
55	54000	0.41700	298.4719	0.013696
56	55000	0.42000	303.9991	0.013795
57	56000	0.42400	309.5264	0.013926
58	57000	0.42900	315.0536	0.014090
59	58000	0.43200	320.5809	0.014189
60	59000	0.45300	326.1081	0.014878
61	60000	0.45700	331.6354	0.015010
62	61000	0.46100	337.1627	0.015141
63	62000	0.46100	342.6899	0.015141
64	63000	0.46400	348.2172	0.015240
65	64000	0.46500	353.7444	0.015273
66	65000	0.46900	359.2717	0.015404
67	66000	0.47200	364.7989	0.015503
68	67000	0.47400	370.3262	0.015568
69	68000	0.47700	375.8535	0.015667
70	69000	0.48200	381.3807	0.015831
71	69364	0.50900	383.3926	0.016718

Figura 41

Curva de Esfuerzo - Deformación de la Probeta P – 04



Figura 42

Probeta Patrón P – 04



NOTA. La fractura de la Probeta Patrón P - 04 fue de Tipo 5

Para la probeta Patrón numero 5 (P – 05) con un diámetro promedio de 15.47 cm y una altura promedio de 30.463 cm alcanzó una carga máxima de 72613.00 kg

Tabla 31
Análisis de Resistencia a la Compresión de la probeta P – 05

N°	CARGA (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0.00000	0.00000	0.000000
2	1000	0.07900	5.32022	0.002593
3	2000	0.10800	10.64044	0.003545
4	3000	0.12700	15.96066	0.004169
5	4000	0.14000	21.28088	0.004596
6	5000	0.14500	26.60109	0.004760
7	6000	0.15600	31.92131	0.005121
8	7000	0.16100	37.24153	0.005285
9	8000	0.16500	42.56175	0.005416
10	9000	0.17000	47.8820	0.005580
11	10000	0.17400	53.2022	0.005712
12	11000	0.17900	58.5224	0.005876
13	12000	0.18400	63.8426	0.006040
14	13000	0.18700	69.1628	0.006139
15	14000	0.19000	74.4831	0.006237
16	15000	0.19300	79.8033	0.006335
17	16000	0.19800	85.1235	0.006500
18	17000	0.20100	90.4437	0.006598
19	18000	0.20700	95.7639	0.006795
20	19000	0.20900	101.0842	0.006861

21	20000	0.21200	106.4044	0.006959
22	21000	0.21400	111.7246	0.007025
23	22000	0.21500	117.0448	0.007058
24	23000	0.21900	122.3650	0.007189
25	24000	0.22100	127.6853	0.007255
26	25000	0.22400	133.0055	0.007353
27	26000	0.22500	138.3257	0.007386
28	27000	0.22600	143.6459	0.007419
29	28000	0.22700	148.9661	0.007452
30	29000	0.23100	154.2863	0.007583
31	30000	0.23600	159.6066	0.007747
32	31000	0.23800	164.9268	0.007813
33	32000	0.24000	170.2470	0.007878
34	33000	0.24100	175.5672	0.007911
35	34000	0.24200	180.8874	0.007944
36	35000	0.24300	186.2077	0.007977
37	36000	0.24500	191.5279	0.008042
38	37000	0.24700	196.8481	0.008108
39	38000	0.24800	202.1683	0.008141
40	39000	0.24900	207.4885	0.008174
41	40000	0.25200	212.8088	0.008272
42	41000	0.25500	218.1290	0.008371
43	42000	0.25600	223.4492	0.008404

44	43000	0.25700	228.7694	0.008436
45	44000	0.25900	234.0896	0.008502
46	45000	0.26200	239.4098	0.008601
47	46000	0.26400	244.7301	0.008666
48	47000	0.26500	250.0503	0.008699
49	48000	0.26500	255.3705	0.008699
50	49000	0.26600	260.6907	0.008732
51	50000	0.26900	266.0109	0.008830
52	51000	0.27000	271.3312	0.008863
53	52000	0.27200	276.6514	0.008929
54	53000	0.27400	281.9716	0.008994
55	54000	0.27600	287.2918	0.009060
56	55000	0.27800	292.6120	0.009126
57	56000	0.28100	297.9323	0.009224
58	57000	0.28200	303.2525	0.009257
59	58000	0.28300	308.5727	0.009290
60	59000	0.28400	313.8929	0.009323
61	60000	0.28400	319.2131	0.009323
62	61000	0.28400	324.5333	0.009323
63	62000	0.28500	329.8536	0.009356
64	63000	0.28500	335.1738	0.009356
65	64000	0.28600	340.4940	0.009388
66	65000	0.28900	345.8142	0.009487

67	66000	0.29000	351.1344	0.009520
68	67000	0.29200	356.4547	0.009585
69	68000	0.29500	361.7749	0.009684
70	69000	0.29900	367.0951	0.009815
71	70000	0.30300	372.4153	0.009946
72	71000	0.30700	377.7355	0.010078
73	72000	0.31100	383.0558	0.010209
74	72613	0.31500	386.3170	0.010340

Figura 43

Curva de Esfuerzo - Deformación de la Probeta P - 05

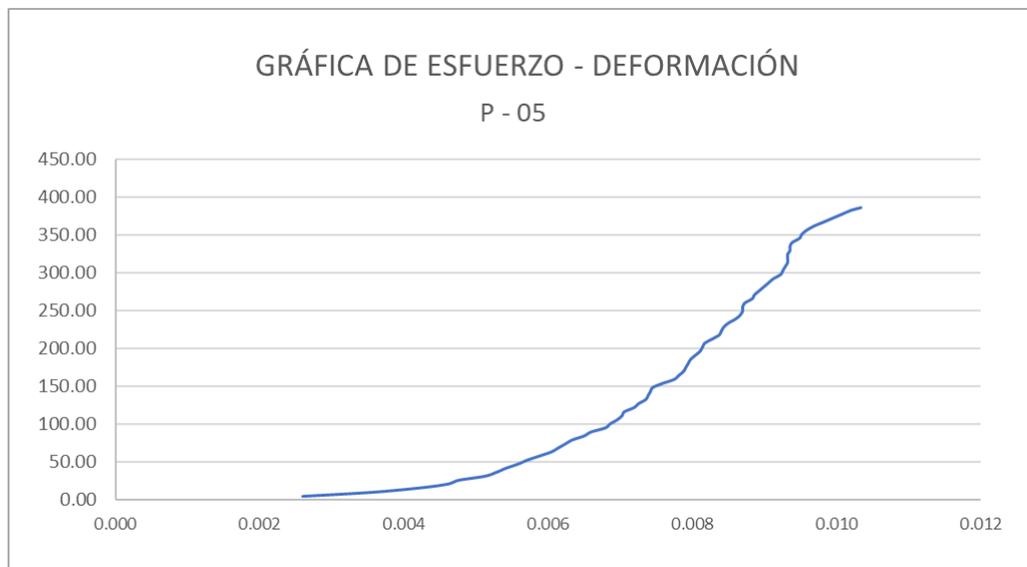


Figura 44

Probeta Patrón P – 05



Nota. La fractura de la Probeta Patrón P - 05 fue de Tipo 5

Para la probeta Patrón numero 6 (P – 06) con un diámetro promedio de 15.17 cm y una altura promedio de 30.45 cm alcanzó una carga máxima de 69629.00 kg

Tabla 32

Análisis de Resistencia a la Compresión de la probeta P – 06

Nº	CARGA (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0.00000	0.00000	0.000000
2	1000	0.15900	5.53272	0.005222
3	2000	0.17300	11.06545	0.005681
4	3000	0.18800	16.59817	0.006174
5	4000	0.19800	22.13089	0.006502

6	5000	0.21100	27.66362	0.006929
7	6000	0.22200	33.19634	0.007291
8	7000	0.22900	38.72906	0.007521
9	8000	0.23900	44.26179	0.007849
10	9000	0.24300	49.7945	0.007980
11	10000	0.24900	55.3272	0.008177
12	11000	0.25600	60.8600	0.008407
13	12000	0.26200	66.3927	0.008604
14	13000	0.26700	71.9254	0.008768
15	14000	0.27100	77.4581	0.008900
16	15000	0.27800	82.9909	0.009130
17	16000	0.28200	88.5236	0.009261
18	17000	0.28600	94.0563	0.009392
19	18000	0.29000	99.5890	0.009524
20	19000	0.29500	105.1217	0.009688
21	20000	0.30600	110.6545	0.010049
22	21000	0.30800	116.1872	0.010115
23	22000	0.31400	121.7199	0.010312
24	23000	0.31700	127.2526	0.010411
25	24000	0.32100	132.7854	0.010542
26	25000	0.32300	138.3181	0.010608
27	26000	0.32500	143.8508	0.010673
28	27000	0.32900	149.3835	0.010805

29	28000	0.33500	154.9163	0.011002
30	29000	0.33700	160.4490	0.011067
31	30000	0.34100	165.9817	0.011199
32	31000	0.34200	171.5144	0.011232
33	32000	0.34500	177.0471	0.011330
34	33000	0.34700	182.5799	0.011396
35	34000	0.34800	188.1126	0.011429
36	35000	0.35000	193.6453	0.011494
37	36000	0.35200	199.1780	0.011560
38	37000	0.35400	204.7108	0.011626
39	38000	0.35900	210.2435	0.011790
40	39000	0.36200	215.7762	0.011888
41	40000	0.36400	221.3089	0.011954
42	41000	0.36500	226.8417	0.011987
43	42000	0.36800	232.3744	0.012085
44	43000	0.37000	237.9071	0.012151
45	44000	0.37300	243.4398	0.012250
46	45000	0.37400	248.9726	0.012282
47	46000	0.37500	254.5053	0.012315
48	47000	0.37900	260.0380	0.012447
49	48000	0.38300	265.5707	0.012578
50	49000	0.38900	271.1034	0.012775
51	50000	0.39000	276.6362	0.012808

52	51000	0.39100	282.1689	0.012841
53	52000	0.39400	287.7016	0.012939
54	53000	0.39600	293.2343	0.013005
55	54000	0.39800	298.7671	0.013071
56	55000	0.40400	304.2998	0.013268
57	56000	0.40800	309.8325	0.013399
58	57000	0.40900	315.3652	0.013432
59	58000	0.41100	320.8980	0.013498
60	59000	0.41200	326.4307	0.013530
61	60000	0.41400	331.9634	0.013596
62	61000	0.41600	337.4961	0.013662
63	62000	0.41900	343.0288	0.013760
64	63000	0.42300	348.5616	0.013892
65	64000	0.42400	354.0943	0.013924
66	65000	0.42900	359.6270	0.014089
67	66000	0.43200	365.1597	0.014187
68	67000	0.43400	370.6925	0.014253
69	68000	0.43900	376.2252	0.014417
70	69000	0.44200	381.7579	0.014516
71	69629	0.44400	385.2380	0.014581

Figura 45

Curva de Esfuerzo - Deformación de la Probeta P - 06



Figura 46

Probeta Patrón P – 06



Nota. La fractura de la Probeta Patrón P - 06 fue de Tipo 5

Para la probeta con adición de limadura de hierro fundido en un 2% numero 4 (2% - 04) se obtuvo un diámetro promedio de 15.473 cm y una altura promedio de 30.513 cm alcanzando una carga máxima de 73329.00kg

Tabla 33
Análisis de Resistencia a la Compresión de la probeta 2% - 04

N°	CARGA (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0.00000	0.00000	0.000000
2	1000	0.08800	5.31850	0.002884
3	2000	0.11500	10.63700	0.003769
4	3000	0.13500	15.95550	0.004424
5	4000	0.14800	21.27400	0.004850
6	5000	0.16000	26.59250	0.005244
7	6000	0.16700	31.91100	0.005473
8	7000	0.17900	37.22950	0.005866
9	8000	0.18900	42.54800	0.006194
10	9000	0.19500	47.8665	0.006391
11	10000	0.20500	53.1850	0.006718
12	11000	0.21300	58.5035	0.006981
13	12000	0.21700	63.8220	0.007112
14	13000	0.22100	69.1405	0.007243
15	14000	0.22500	74.4590	0.007374
16	15000	0.23100	79.7775	0.007570
17	16000	0.23600	85.0960	0.007734
18	17000	0.23900	90.4145	0.007833
19	18000	0.24000	95.7330	0.007865
20	19000	0.24300	101.0515	0.007964

21	20000	0.24600	106.3700	0.008062
22	21000	0.25000	111.6885	0.008193
23	22000	0.25400	117.0070	0.008324
24	23000	0.25800	122.3255	0.008455
25	24000	0.26100	127.6440	0.008554
26	25000	0.26300	132.9625	0.008619
27	26000	0.26500	138.2810	0.008685
28	27000	0.26800	143.5995	0.008783
29	28000	0.27000	148.9180	0.008849
30	29000	0.27200	154.2365	0.008914
31	30000	0.27600	159.5550	0.009045
32	31000	0.27900	164.8735	0.009144
33	32000	0.28100	170.1920	0.009209
34	33000	0.28300	175.5105	0.009275
35	34000	0.28500	180.8290	0.009340
36	35000	0.28800	186.1475	0.009438
37	36000	0.29000	191.4660	0.009504
38	37000	0.29200	196.7845	0.009570
39	38000	0.29500	202.1030	0.009668
40	39000	0.30100	207.4215	0.009865
41	40000	0.30400	212.7400	0.009963
42	41000	0.30600	218.0585	0.010028
43	42000	0.30900	223.3770	0.010127

44	43000	0.31200	228.6955	0.010225
45	44000	0.31400	234.0140	0.010291
46	45000	0.31600	239.3325	0.010356
47	46000	0.31900	244.6510	0.010454
48	47000	0.32100	249.9695	0.010520
49	48000	0.32200	255.2880	0.010553
50	49000	0.32400	260.6065	0.010618
51	50000	0.32800	265.9250	0.010749
52	51000	0.33100	271.2435	0.010848
53	52000	0.33400	276.5620	0.010946
54	53000	0.33600	281.8805	0.011012
55	54000	0.33800	287.1990	0.011077
56	55000	0.34000	292.5175	0.011143
57	56000	0.34200	297.8360	0.011208
58	57000	0.34300	303.1545	0.011241
59	58000	0.34500	308.4730	0.011307
60	59000	0.34700	313.7915	0.011372
61	60000	0.34700	319.1100	0.011372
62	61000	0.34900	324.4285	0.011438
63	62000	0.35000	329.7470	0.011470
64	63000	0.35200	335.0655	0.011536
65	64000	0.35500	340.3840	0.011634
66	65000	0.35900	345.7025	0.011765

67	66000	0.36200	351.0210	0.011864
68	67000	0.36300	356.3395	0.011896
69	68000	0.36400	361.6580	0.011929
70	69000	0.36500	366.9765	0.011962
71	70000	0.36900	372.2950	0.012093
72	71000	0.37100	377.6135	0.012159
73	72000	0.37500	382.9320	0.012290
74	73000	0.38000	388.2505	0.012454
75	73329	0.38800	390.0003	0.012716

Figura 47

Curva de Esfuerzo - Deformación de la Probeta 2% - 04

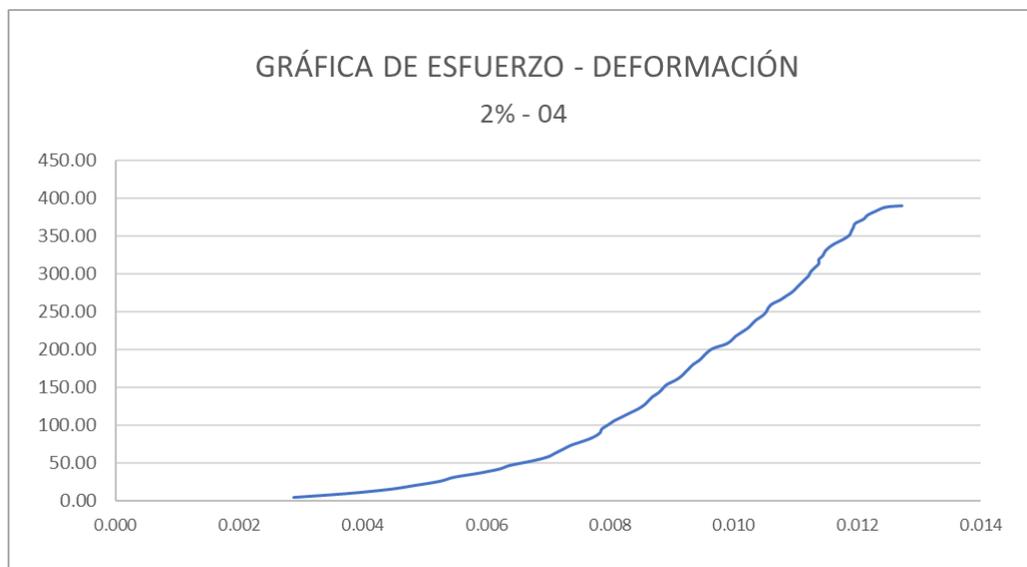


Figura 48

Probeta Patrón 2% - 04



NOTA. La fractura de la Probeta Patrón 2% - 04 fue de Tipo 3

Para la probeta con adición de limadura de hierro fundido en un 2% numero 5 (2% - 05) se obtuvo un diámetro promedio de 15.47 cm y una altura promedio de 30.477 cm alcanzando una carga máxima de 71483.00 kg

Tabla 34

Análisis de Resistencia a la Compresión de la probeta 2% - 05

N°	CARGA (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0.00000	0.00000	0.000000
2	1000	0.17100	5.32022	0.005611
3	2000	0.20000	10.64044	0.006562
4	3000	0.21900	15.96066	0.007186
5	4000	0.23300	21.28088	0.007645
6	5000	0.24300	26.60109	0.007973
7	6000	0.25300	31.92131	0.008301

8	7000	0.26200	37.24153	0.008597
9	8000	0.26900	42.56175	0.008826
10	9000	0.27200	47.8820	0.008925
11	10000	0.28000	53.2022	0.009187
12	11000	0.28400	58.5224	0.009319
13	12000	0.28600	63.8426	0.009384
14	13000	0.28900	69.1628	0.009483
15	14000	0.29300	74.4831	0.009614
16	15000	0.29900	79.8033	0.009811
17	16000	0.30300	85.1235	0.009942
18	17000	0.30600	90.4437	0.010040
19	18000	0.30800	95.7639	0.010106
20	19000	0.31300	101.0842	0.010270
21	20000	0.31400	106.4044	0.010303
22	21000	0.31500	111.7246	0.010336
23	22000	0.32000	117.0448	0.010500
24	23000	0.32200	122.3650	0.010565
25	24000	0.32400	127.6853	0.010631
26	25000	0.32700	133.0055	0.010730
27	26000	0.33000	138.3257	0.010828
28	27000	0.33200	143.6459	0.010894
29	28000	0.33600	148.9661	0.011025
30	29000	0.33800	154.2863	0.011090

31	30000	0.33900	159.6066	0.011123
32	31000	0.34000	164.9268	0.011156
33	32000	0.34200	170.2470	0.011222
34	33000	0.34300	175.5672	0.011255
35	34000	0.34400	180.8874	0.011287
36	35000	0.34700	186.2077	0.011386
37	36000	0.34800	191.5279	0.011419
38	37000	0.34900	196.8481	0.011451
39	38000	0.35000	202.1683	0.011484
40	39000	0.35400	207.4885	0.011615
41	40000	0.35600	212.8088	0.011681
42	41000	0.35700	218.1290	0.011714
43	42000	0.36000	223.4492	0.011812
44	43000	0.36100	228.7694	0.011845
45	44000	0.36300	234.0896	0.011911
46	45000	0.36400	239.4098	0.011944
47	46000	0.36400	244.7301	0.011944
48	47000	0.36500	250.0503	0.011976
49	48000	0.36800	255.3705	0.012075
50	49000	0.39000	260.6907	0.012797
51	50000	0.39500	266.0109	0.012961
52	51000	0.39800	271.3312	0.013059
53	52000	0.40200	276.6514	0.013190

54	53000	0.40400	281.9716	0.013256
55	54000	0.40800	287.2918	0.013387
56	55000	0.40900	292.6120	0.013420
57	56000	0.41100	297.9323	0.013486
58	57000	0.41400	303.2525	0.013584
59	58000	0.41600	308.5727	0.013650
60	59000	0.41900	313.8929	0.013748
61	60000	0.42000	319.2131	0.013781
62	61000	0.42400	324.5333	0.013912
63	62000	0.42700	329.8536	0.014011
64	63000	0.43200	335.1738	0.014175
65	64000	0.43400	340.4940	0.014240
66	65000	0.43600	345.8142	0.014306
67	66000	0.43900	351.1344	0.014404
68	67000	0.44000	356.4547	0.014437
69	68000	0.44300	361.7749	0.014536
70	69000	0.46300	367.0951	0.015192
71	70000	0.48900	372.4153	0.016045
72	71000	0.49000	377.7355	0.016078
73	71483	0.49200	380.3052	0.016143

Figura 49

Curva de Esfuerzo - Deformación de la Probeta 2% - 05

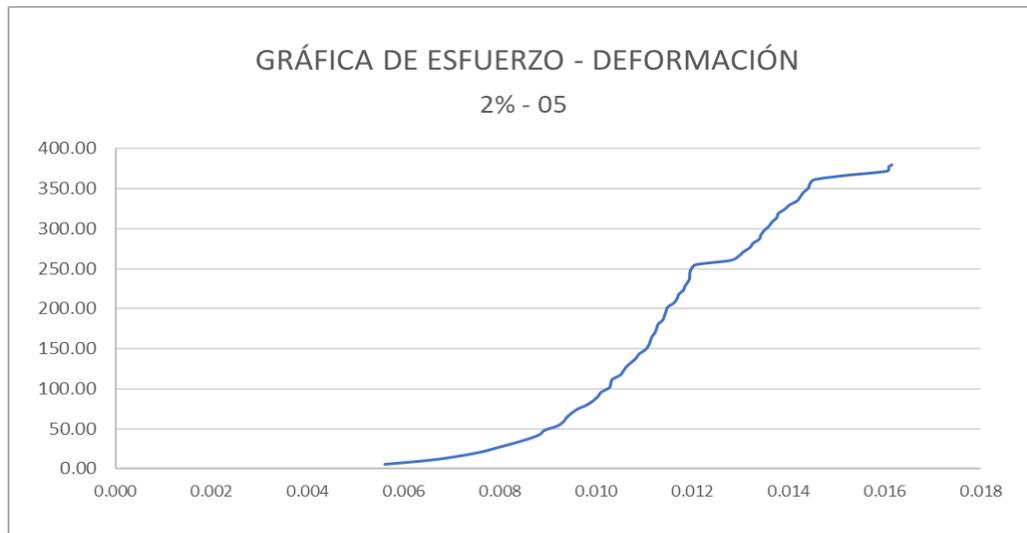


Figura 50

Probeta Patrón 2% - 05



Nota. La fractura de la Probeta Patrón 2% - 05 fue de Tipo 5

Para la probeta con adición de limadura de hierro fundido en un 2% numero 6 (2% - 06) se obtuvo un diámetro promedio de 15.465 cm y una altura promedio de 30.480 cm alcanzando una carga máxima de 76201.00 kg

Tabla 35
Análisis de Resistencia a la Compresión de la probeta 2% - 06

N°	CARGA (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0.00000	0.00000	0.000000
2	1000	0.08800	5.32366	0.002887
3	2000	0.11300	10.64732	0.003707
4	3000	0.13100	15.97098	0.004298
5	4000	0.14000	21.29464	0.004593
6	5000	0.14900	26.61830	0.004888
7	6000	0.15900	31.94196	0.005217
8	7000	0.16400	37.26562	0.005381
9	8000	0.16900	42.58928	0.005545
10	9000	0.17600	47.9129	0.005774
11	10000	0.18200	53.2366	0.005971
12	11000	0.18700	58.5603	0.006135
13	12000	0.19000	63.8839	0.006234
14	13000	0.19300	69.2076	0.006332
15	14000	0.19800	74.5312	0.006496
16	15000	0.20200	79.8549	0.006627
17	16000	0.20500	85.1786	0.006726
18	17000	0.20800	90.5022	0.006824
19	18000	0.21000	95.8259	0.006890
20	19000	0.21300	101.1495	0.006988

21	20000	0.21400	106.4732	0.007021
22	21000	0.21700	111.7968	0.007119
23	22000	0.21800	117.1205	0.007152
24	23000	0.22000	122.4442	0.007218
25	24000	0.22300	127.7678	0.007316
26	25000	0.22400	133.0915	0.007349
27	26000	0.22500	138.4151	0.007382
28	27000	0.22700	143.7388	0.007448
29	28000	0.23000	149.0625	0.007546
30	29000	0.23200	154.3861	0.007612
31	30000	0.23400	159.7098	0.007677
32	31000	0.23500	165.0334	0.007710
33	32000	0.23600	170.3571	0.007743
34	33000	0.23800	175.6808	0.007808
35	34000	0.23900	181.0044	0.007841
36	35000	0.24000	186.3281	0.007874
37	36000	0.24100	191.6517	0.007907
38	37000	0.24200	196.9754	0.007940
39	38000	0.24300	202.2991	0.007972
40	39000	0.24400	207.6227	0.008005
41	40000	0.24500	212.9464	0.008038
42	41000	0.24600	218.2700	0.008071
43	42000	0.24700	223.5937	0.008104

44	43000	0.24800	228.9174	0.008136
45	44000	0.25100	234.2410	0.008235
46	45000	0.25300	239.5647	0.008301
47	46000	0.25500	244.8883	0.008366
48	47000	0.25600	250.2120	0.008399
49	48000	0.25800	255.5357	0.008465
50	49000	0.25900	260.8593	0.008497
51	50000	0.26000	266.1830	0.008530
52	51000	0.26200	271.5066	0.008596
53	52000	0.26100	276.8303	0.008563
54	53000	0.26400	282.1540	0.008661
55	54000	0.26500	287.4776	0.008694
56	55000	0.26600	292.8013	0.008727
57	56000	0.26700	298.1249	0.008760
58	57000	0.26900	303.4486	0.008825
59	58000	0.27000	308.7723	0.008858
60	59000	0.27100	314.0959	0.008891
61	60000	0.27200	319.4196	0.008924
62	61000	0.27300	324.7432	0.008957
63	62000	0.27400	330.0669	0.008990
64	63000	0.27600	335.3905	0.009055
65	64000	0.27800	340.7142	0.009121
66	65000	0.28000	346.0379	0.009186

67	66000	0.28100	351.3615	0.009219
68	67000	0.28300	356.6852	0.009285
69	68000	0.28400	362.0088	0.009318
70	69000	0.28500	367.3325	0.009350
71	70000	0.28600	372.6562	0.009383
72	71000	0.28900	377.9798	0.009482
73	72000	0.29000	383.3035	0.009514
74	73000	0.29300	388.6271	0.009613
75	74000	0.29700	393.9508	0.009744
76	75000	0.30100	399.2745	0.009875
77	76000	0.30300	404.5981	0.009941
78	76201	0.30700	405.6682	0.010072

Figura 51

Curva de Esfuerzo - Deformación de la Probeta 2% - 06

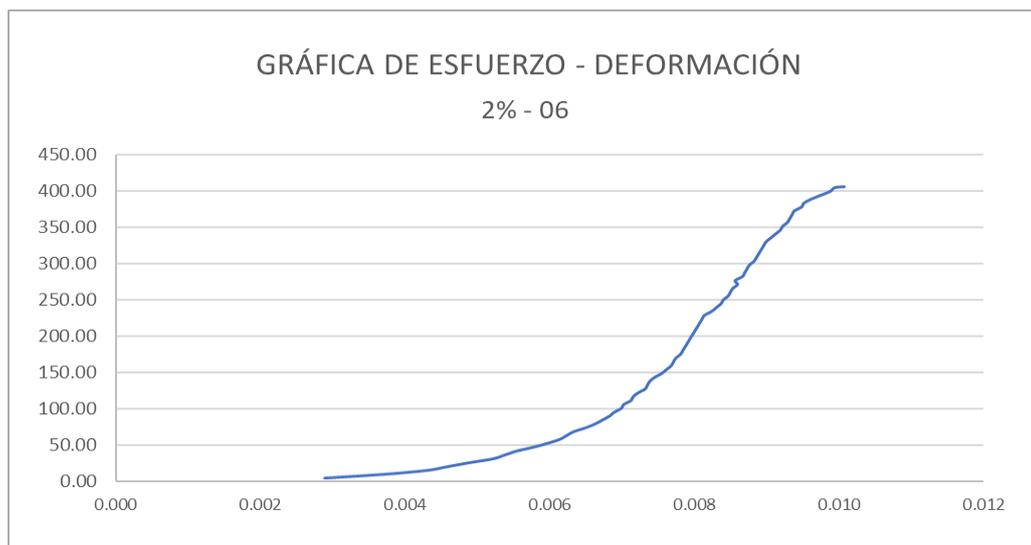


Figura 52

Probeta Patrón 2% - 06



Nota. La fractura de la Probeta Patrón 2% - 06 fue de Tipo 5

Para la probeta con adición de limadura de hierro fundido en un 4% numero 4 (4% - 04) se obtuvo un diámetro promedio de 15.230 cm y una altura promedio de 30.550 cm alcanzando una carga máxima de 72754.00 kg

Tabla 36

Análisis de Resistencia a la Compresión de la probeta 4% - 04

Nº	CARGA (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0.00000	0.00000	0.000000
2	1000	0.26200	5.48922	0.008576
3	2000	0.28800	10.97843	0.009427
4	3000	0.30500	16.46765	0.009984
5	4000	0.31800	21.95686	0.010409

6	5000	0.32400	27.44608	0.010606
7	6000	0.33600	32.93530	0.010998
8	7000	0.34000	38.42451	0.011129
9	8000	0.34300	43.91373	0.011227
10	9000	0.34700	49.4029	0.011358
11	10000	0.35000	54.8922	0.011457
12	11000	0.35200	60.3814	0.011522
13	12000	0.35800	65.8706	0.011718
14	13000	0.36100	71.3598	0.011817
15	14000	0.36300	76.8490	0.011882
16	15000	0.36600	82.3382	0.011980
17	16000	0.37000	87.8275	0.012111
18	17000	0.37300	93.3167	0.012209
19	18000	0.37600	98.8059	0.012308
20	19000	0.37800	104.2951	0.012373
21	20000	0.38300	109.7843	0.012537
22	21000	0.39000	115.2735	0.012766
23	22000	0.39400	120.7627	0.012897
24	23000	0.39800	126.2520	0.013028
25	24000	0.40100	131.7412	0.013126
26	25000	0.40700	137.2304	0.013322
27	26000	0.41000	142.7196	0.013421
28	27000	0.41200	148.2088	0.013486

29	28000	0.41300	153.6980	0.013519
30	29000	0.41500	159.1873	0.013584
31	30000	0.41900	164.6765	0.013715
32	31000	0.42100	170.1657	0.013781
33	32000	0.42300	175.6549	0.013846
34	33000	0.42700	181.1441	0.013977
35	34000	0.43300	186.6333	0.014173
36	35000	0.43600	192.1226	0.014272
37	36000	0.43800	197.6118	0.014337
38	37000	0.44000	203.1010	0.014403
39	38000	0.44000	208.5902	0.014403
40	39000	0.44100	214.0794	0.014435
41	40000	0.44200	219.5686	0.014468
42	41000	0.44400	225.0579	0.014534
43	42000	0.44700	230.5471	0.014632
44	43000	0.44800	236.0363	0.014664
45	44000	0.45000	241.5255	0.014730
46	45000	0.45200	247.0147	0.014795
47	46000	0.45600	252.5039	0.014926
48	47000	0.45900	257.9931	0.015025
49	48000	0.46100	263.4824	0.015090
50	49000	0.46300	268.9716	0.015155
51	50000	0.46400	274.4608	0.015188

52	51000	0.46400	279.9500	0.015188
53	52000	0.46500	285.4392	0.015221
54	53000	0.46800	290.9284	0.015319
55	54000	0.47100	296.4177	0.015417
56	55000	0.47300	301.9069	0.015483
57	56000	0.47400	307.3961	0.015516
58	57000	0.47700	312.8853	0.015614
59	58000	0.47800	318.3745	0.015646
60	59000	0.48000	323.8637	0.015712
61	60000	0.48200	329.3530	0.015777
62	61000	0.48600	334.8422	0.015908
63	62000	0.48800	340.3314	0.015974
64	63000	0.49000	345.8206	0.016039
65	64000	0.49100	351.3098	0.016072
66	65000	0.49300	356.7990	0.016137
67	66000	0.49400	362.2882	0.016170
68	67000	0.49500	367.7775	0.016203
69	68000	0.50400	373.2667	0.016498
70	69000	0.50800	378.7559	0.016628
71	70000	0.51200	384.2451	0.016759
72	71000	0.51600	389.7343	0.016890
73	72000	0.51900	395.2235	0.016989
74	72754	0.52800	399.3624	0.017283

Figura 53

Curva de Esfuerzo - Deformación de la Probeta 4% - 04



Figura 54: Probeta Patrón 4% - 04

Probeta Patrón 4% - 04



NOTA. La fractura de la Probeta Patrón 4% - 04 fue de Tipo 3

Para la probeta con adición de limadura de hierro fundido en un 4% numero 5 (4% - 05) se obtuvo un diámetro promedio de 15.155 cm y una altura promedio de 30.41 cm alcanzando una carga máxima de 70996.00 kg

Tabla 37
Análisis de Resistencia a la Compresión de la probeta 4% - 05

N°	CARGA (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0.00000	0.00000	0.000000
2	1000	0.22500	5.54368	0.007399
3	2000	0.25500	11.08736	0.008385
4	3000	0.26900	16.63104	0.008846
5	4000	0.28000	22.17472	0.009207
6	5000	0.28700	27.71841	0.009438
7	6000	0.29600	33.26209	0.009734
8	7000	0.30400	38.80577	0.009997
9	8000	0.31300	44.34945	0.010293
10	9000	0.31800	49.8931	0.010457
11	10000	0.32200	55.4368	0.010589
12	11000	0.32900	60.9805	0.010819
13	12000	0.33300	66.5242	0.010950
14	13000	0.33800	72.0679	0.011115
15	14000	0.34000	77.6115	0.011181
16	15000	0.34200	83.1552	0.011246
17	16000	0.34500	88.6989	0.011345
18	17000	0.34700	94.2426	0.011411
19	18000	0.34800	99.7863	0.011444
20	19000	0.35000	105.3299	0.011509

21	20000	0.35200	110.8736	0.011575
22	21000	0.35500	116.4173	0.011674
23	22000	0.36000	121.9610	0.011838
24	23000	0.36200	127.5047	0.011904
25	24000	0.36300	133.0483	0.011937
26	25000	0.36500	138.5920	0.012003
27	26000	0.36700	144.1357	0.012068
28	27000	0.36900	149.6794	0.012134
29	28000	0.37100	155.2231	0.012200
30	29000	0.37300	160.7668	0.012266
31	30000	0.37600	166.3104	0.012364
32	31000	0.37700	171.8541	0.012397
33	32000	0.37900	177.3978	0.012463
34	33000	0.38600	182.9415	0.012693
35	34000	0.38800	188.4852	0.012759
36	35000	0.39000	194.0288	0.012825
37	36000	0.39200	199.5725	0.012890
38	37000	0.39400	205.1162	0.012956
39	38000	0.39500	210.6599	0.012989
40	39000	0.40000	216.2036	0.013154
41	40000	0.40200	221.7472	0.013219
42	41000	0.40500	227.2909	0.013318
43	42000	0.40800	232.8346	0.013417

44	43000	0.41000	238.3783	0.013482
45	44000	0.41100	243.9220	0.013515
46	45000	0.41300	249.4656	0.013581
47	46000	0.41500	255.0093	0.013647
48	47000	0.41800	260.5530	0.013745
49	48000	0.42000	266.0967	0.013811
50	49000	0.42200	271.6404	0.013877
51	50000	0.42400	277.1841	0.013943
52	51000	0.42600	282.7277	0.014009
53	52000	0.42900	288.2714	0.014107
54	53000	0.43100	293.8151	0.014173
55	54000	0.43500	299.3588	0.014305
56	55000	0.43700	304.9025	0.014370
57	56000	0.43900	310.4461	0.014436
58	57000	0.44100	315.9898	0.014502
59	58000	0.44200	321.5335	0.014535
60	59000	0.44300	327.0772	0.014568
61	60000	0.44600	332.6209	0.014666
62	61000	0.44900	338.1645	0.014765
63	62000	0.45000	343.7082	0.014798
64	63000	0.45400	349.2519	0.014929
65	64000	0.45700	354.7956	0.015028
66	65000	0.46000	360.3393	0.015127

67	66000	0.46200	365.8830	0.015192
68	67000	0.46300	371.4266	0.015225
69	68000	0.46500	376.9703	0.015291
70	69000	0.46800	382.5140	0.015390
71	70000	0.47100	388.0577	0.015488
72	70996	0.47300	393.5792	0.015554

Figura 55

Curva de Esfuerzo - Deformación de la Probeta 4% - 05

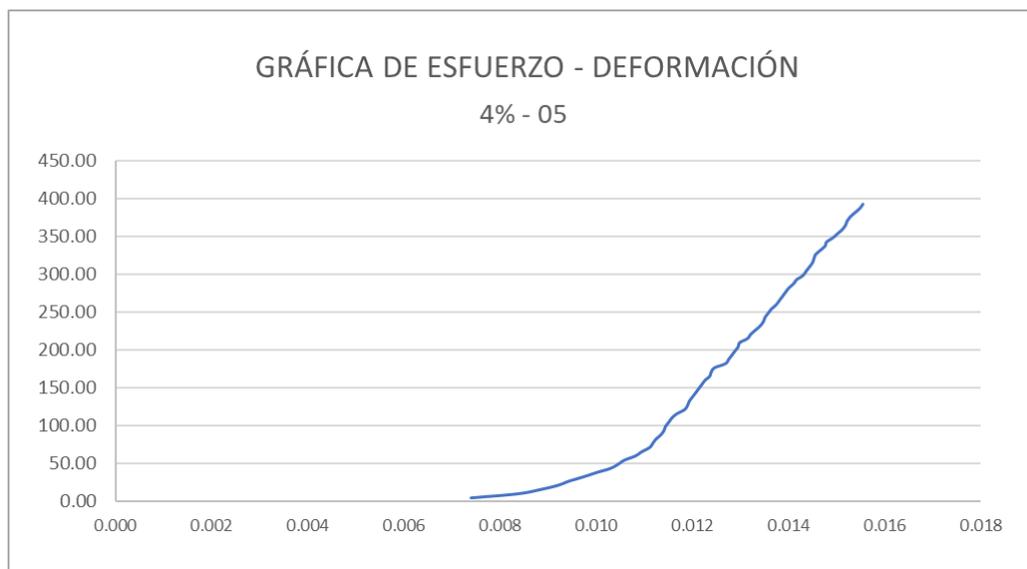


Figura 56

Probeta Patrón 4% - 05



NOTA. La fractura de la Probeta Patrón 4% - 05 fue de Tipo 3

Para la probeta con adición de limadura de hierro fundido en un 4% numero 6 (4% - 06) se obtuvo un diámetro promedio de 15.018 cm y una altura promedio de 30.553 cm alcanzando una carga máxima de 70123.00 kg

Tabla 38

Análisis de Resistencia a la Compresión de la probeta 4% - 06

N°	CARGA (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0.00000	0.00000	0.000000
2	1000	0.22400	5.64566	0.007331
3	2000	0.24300	11.29132	0.007953
4	3000	0.25800	16.93698	0.008444

5	4000	0.26500	22.58265	0.008673
6	5000	0.27500	28.22831	0.009001
7	6000	0.28200	33.87397	0.009230
8	7000	0.28600	39.51963	0.009361
9	8000	0.29300	45.16529	0.009590
10	9000	0.30500	50.8110	0.009983
11	10000	0.31200	56.4566	0.010212
12	11000	0.31900	62.1023	0.010441
13	12000	0.32400	67.7479	0.010604
14	13000	0.33400	73.3936	0.010932
15	14000	0.34000	79.0393	0.011128
16	15000	0.34500	84.6849	0.011292
17	16000	0.35000	90.3306	0.011455
18	17000	0.35900	95.9762	0.011750
19	18000	0.36400	101.6219	0.011914
20	19000	0.36800	107.2676	0.012045
21	20000	0.37500	112.9132	0.012274
22	21000	0.38000	118.5589	0.012437
23	22000	0.38800	124.2046	0.012699
24	23000	0.39000	129.8502	0.012765
25	24000	0.39500	135.4959	0.012928
26	25000	0.40100	141.1415	0.013125
27	26000	0.40700	146.7872	0.013321

28	27000	0.41100	152.4329	0.013452
29	28000	0.41500	158.0785	0.013583
30	29000	0.42000	163.7242	0.013746
31	30000	0.42500	169.3698	0.013910
32	31000	0.43000	175.0155	0.014074
33	32000	0.43500	180.6612	0.014237
34	33000	0.43900	186.3068	0.014368
35	34000	0.44000	191.9525	0.014401
36	35000	0.44300	197.5982	0.014499
37	36000	0.44700	203.2438	0.014630
38	37000	0.45100	208.8895	0.014761
39	38000	0.45400	214.5351	0.014859
40	39000	0.45900	220.1808	0.015023
41	40000	0.46200	225.8265	0.015121
42	41000	0.46400	231.4721	0.015187
43	42000	0.46600	237.1178	0.015252
44	43000	0.46800	242.7634	0.015317
45	44000	0.47100	248.4091	0.015416
46	45000	0.47300	254.0548	0.015481
47	46000	0.47500	259.7004	0.015547
48	47000	0.48000	265.3461	0.015710
49	48000	0.48200	270.9918	0.015776
50	49000	0.48600	276.6374	0.015907

51	50000	0.48900	282.2831	0.016005
52	51000	0.49100	287.9287	0.016070
53	52000	0.49300	293.5744	0.016136
54	53000	0.49700	299.2201	0.016267
55	54000	0.50300	304.8657	0.016463
56	55000	0.50800	310.5114	0.016627
57	56000	0.51200	316.1570	0.016758
58	57000	0.51400	321.8027	0.016823
59	58000	0.51800	327.4484	0.016954
60	59000	0.52200	333.0940	0.017085
61	60000	0.52500	338.7397	0.017183
62	61000	0.52900	344.3854	0.017314
63	62000	0.53200	350.0310	0.017412
64	63000	0.53500	355.6767	0.017510
65	64000	0.53800	361.3223	0.017609
66	65000	0.54000	366.9680	0.017674
67	66000	0.54200	372.6137	0.017739
68	67000	0.54500	378.2593	0.017838
69	68000	0.55100	383.9050	0.018034
70	69000	0.55600	389.5506	0.018198
71	70000	0.56600	395.1963	0.018525
72	70123	0.57200	395.8907	0.018721

Figura 57

Curva de Esfuerzo - Deformación de la Probeta 4% - 06

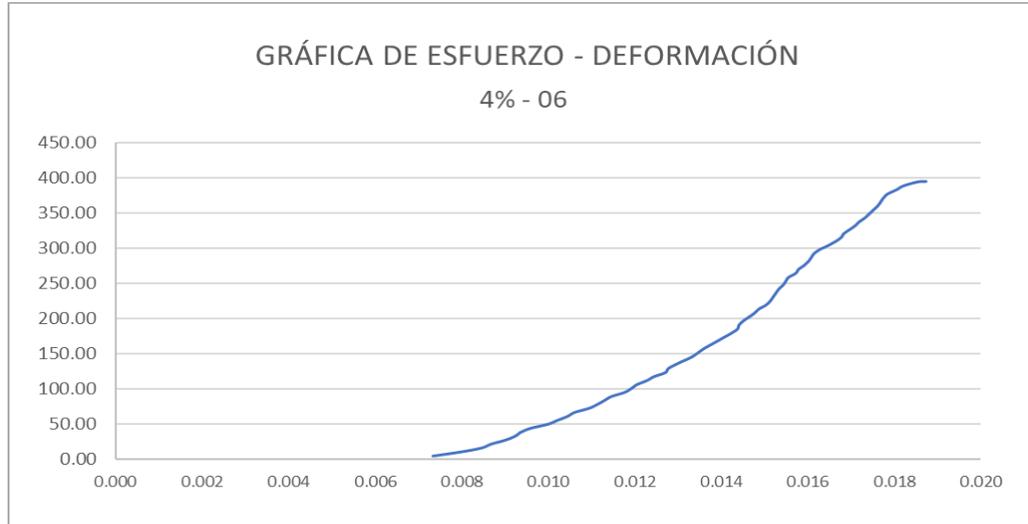


Figura 58

Probeta Patrón 4% - 06



Nota. La fractura de la Probeta Patrón 4% - 06 fue de Tipo 2

Para la probeta con adición de limadura de hierro fundido en un 6% numero 4 (6% - 04) se obtuvo un diámetro promedio de 15.458 cm y una altura promedio de 30.663 cm alcanzando una carga máxima de 73837.00 kg

Tabla 39
Análisis de Resistencia a la Compresión de la probeta 6% - 04

N°	CARGA (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0.00000	0.00000	0.000000
2	1000	0.22700	5.32883	0.007403
3	2000	0.24400	10.65765	0.007957
4	3000	0.25000	15.98648	0.008153
5	4000	0.26000	21.31531	0.008479
6	5000	0.26400	26.64413	0.008610
7	6000	0.27200	31.97296	0.008871
8	7000	0.27700	37.30179	0.009034
9	8000	0.28200	42.63061	0.009197
10	9000	0.28500	47.9594	0.009294
11	10000	0.28900	53.2883	0.009425
12	11000	0.29000	58.6171	0.009458
13	12000	0.29300	63.9459	0.009555
14	13000	0.29800	69.2747	0.009718
15	14000	0.30500	74.6036	0.009947
16	15000	0.30700	79.9324	0.010012
17	16000	0.31100	85.2612	0.010142
18	17000	0.31400	90.5901	0.010240
19	18000	0.31500	95.9189	0.010273
20	19000	0.31700	101.2477	0.010338

21	20000	0.31900	106.5765	0.010403
22	21000	0.32100	111.9054	0.010469
23	22000	0.32200	117.2342	0.010501
24	23000	0.32400	122.5630	0.010566
25	24000	0.32700	127.8918	0.010664
26	25000	0.33000	133.2207	0.010762
27	26000	0.33300	138.5495	0.010860
28	27000	0.33500	143.8783	0.010925
29	28000	0.33600	149.2072	0.010958
30	29000	0.33800	154.5360	0.011023
31	30000	0.34000	159.8648	0.011088
32	31000	0.34000	165.1936	0.011088
33	32000	0.34100	170.5225	0.011121
34	33000	0.34100	175.8513	0.011121
35	34000	0.34200	181.1801	0.011153
36	35000	0.34500	186.5089	0.011251
37	36000	0.34700	191.8378	0.011316
38	37000	0.34800	197.1666	0.011349
39	38000	0.34800	202.4954	0.011349
40	39000	0.34900	207.8242	0.011382
41	40000	0.34900	213.1531	0.011382
42	41000	0.35000	218.4819	0.011414
43	42000	0.35100	223.8107	0.011447

44	43000	0.35300	229.1396	0.011512
45	44000	0.35500	234.4684	0.011577
46	45000	0.35700	239.7972	0.011643
47	46000	0.36000	245.1260	0.011740
48	47000	0.36100	250.4549	0.011773
49	48000	0.36200	255.7837	0.011806
50	49000	0.36300	261.1125	0.011838
51	50000	0.36300	266.4413	0.011838
52	51000	0.36400	271.7702	0.011871
53	52000	0.36500	277.0990	0.011903
54	53000	0.36600	282.4278	0.011936
55	54000	0.36700	287.7566	0.011969
56	55000	0.36900	293.0855	0.012034
57	56000	0.37000	298.4143	0.012067
58	57000	0.37100	303.7431	0.012099
59	58000	0.37300	309.0720	0.012164
60	59000	0.37500	314.4008	0.012230
61	60000	0.37700	319.7296	0.012295
62	61000	0.37900	325.0584	0.012360
63	62000	0.38000	330.3873	0.012393
64	63000	0.38300	335.7161	0.012490
65	64000	0.38900	341.0449	0.012686
66	65000	0.39000	346.3737	0.012719

67	66000	0.39100	351.7026	0.012751
68	67000	0.39300	357.0314	0.012817
69	68000	0.39500	362.3602	0.012882
70	69000	0.39700	367.6891	0.012947
71	70000	0.40300	373.0179	0.013143
72	71000	0.40700	378.3467	0.013273
73	72000	0.41000	383.6755	0.013371
74	73000	0.41100	389.0044	0.013404
75	73837	0.42500	393.4646	0.013860

Figura 59

Curva de Esfuerzo - Deformación de la Probeta 6% - 04

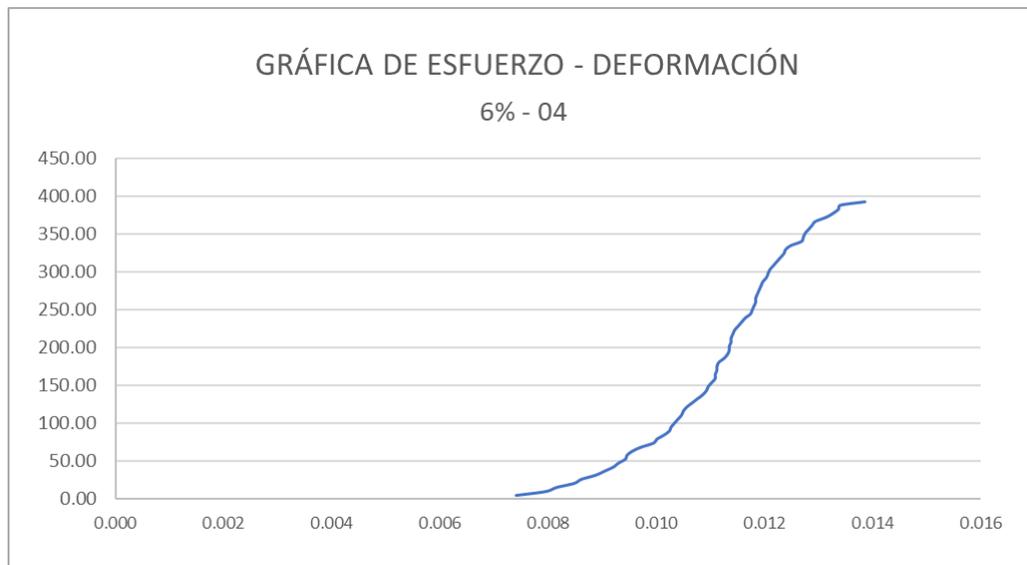


Figura 60

Probeta Patrón 6% - 04



Nota. La fractura de la Probeta Patrón 6% - 04 fue de Tipo 3

Para la probeta con adición de limadura de hierro fundido en un 6% numero 5 (6% - 05) se obtuvo un diámetro promedio de 15.198 cm y una altura promedio de 30.617 cm alcanzando una carga máxima de 73926.00 kg

Tabla 40

Análisis de Resistencia a la Compresión de la probeta 6% - 05

Nº	CARGA (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0.00000	0.00000	0.000000
2	1000	0.28100	5.51272	0.009178
3	2000	0.31600	11.02544	0.010321
4	3000	0.33500	16.53816	0.010942
5	4000	0.34500	22.05087	0.011268

6	5000	0.35400	27.56359	0.011562
7	6000	0.36300	33.07631	0.011856
8	7000	0.36800	38.58903	0.012020
9	8000	0.37500	44.10175	0.012248
10	9000	0.38000	49.6145	0.012412
11	10000	0.38800	55.1272	0.012673
12	11000	0.39300	60.6399	0.012836
13	12000	0.39900	66.1526	0.013032
14	13000	0.40500	71.6653	0.013228
15	14000	0.40900	77.1781	0.013359
16	15000	0.41300	82.6908	0.013489
17	16000	0.41500	88.2035	0.013555
18	17000	0.42100	93.7162	0.013751
19	18000	0.42300	99.2289	0.013816
20	19000	0.42900	104.7417	0.014012
21	20000	0.43300	110.2544	0.014143
22	21000	0.43600	115.7671	0.014241
23	22000	0.43900	121.2798	0.014339
24	23000	0.44100	126.7925	0.014404
25	24000	0.44400	132.3052	0.014502
26	25000	0.44600	137.8180	0.014567
27	26000	0.44800	143.3307	0.014633
28	27000	0.45000	148.8434	0.014698

29	28000	0.45400	154.3561	0.014829
30	29000	0.45600	159.8688	0.014894
31	30000	0.46000	165.3816	0.015024
32	31000	0.46200	170.8943	0.015090
33	32000	0.46400	176.4070	0.015155
34	33000	0.46600	181.9197	0.015220
35	34000	0.46800	187.4324	0.015286
36	35000	0.47100	192.9451	0.015384
37	36000	0.47300	198.4579	0.015449
38	37000	0.47400	203.9706	0.015482
39	38000	0.47600	209.4833	0.015547
40	39000	0.47700	214.9960	0.015580
41	40000	0.48000	220.5087	0.015678
42	41000	0.48300	226.0215	0.015776
43	42000	0.48500	231.5342	0.015841
44	43000	0.48700	237.0469	0.015906
45	44000	0.48800	242.5596	0.015939
46	45000	0.48900	248.0723	0.015972
47	46000	0.49100	253.5850	0.016037
48	47000	0.49200	259.0978	0.016070
49	48000	0.49400	264.6105	0.016135
50	49000	0.49600	270.1232	0.016200
51	50000	0.50800	275.6359	0.016592

52	51000	0.51000	281.1486	0.016658
53	52000	0.51200	286.6614	0.016723
54	53000	0.51400	292.1741	0.016788
55	54000	0.51500	297.6868	0.016821
56	55000	0.51800	303.1995	0.016919
57	56000	0.52200	308.7122	0.017050
58	57000	0.52400	314.2250	0.017115
59	58000	0.52700	319.7377	0.017213
60	59000	0.53000	325.2504	0.017311
61	60000	0.53200	330.7631	0.017376
62	61000	0.53400	336.2758	0.017441
63	62000	0.53600	341.7885	0.017507
64	63000	0.53800	347.3013	0.017572
65	64000	0.53900	352.8140	0.017605
66	65000	0.54000	358.3267	0.017637
67	66000	0.54100	363.8394	0.017670
68	67000	0.59200	369.3521	0.019336
69	68000	0.59700	374.8649	0.019499
70	69000	0.60100	380.3776	0.019630
71	70000	0.60900	385.8903	0.019891
72	71000	0.61900	391.4030	0.020218
73	72000	0.62400	396.9157	0.020381
74	73000	0.63000	402.4284	0.020577

75	73926	0.64200	407.5332	0.020969
----	-------	---------	----------	----------

Figura 61

Curva de Esfuerzo - Deformación de la Probeta 6% - 05

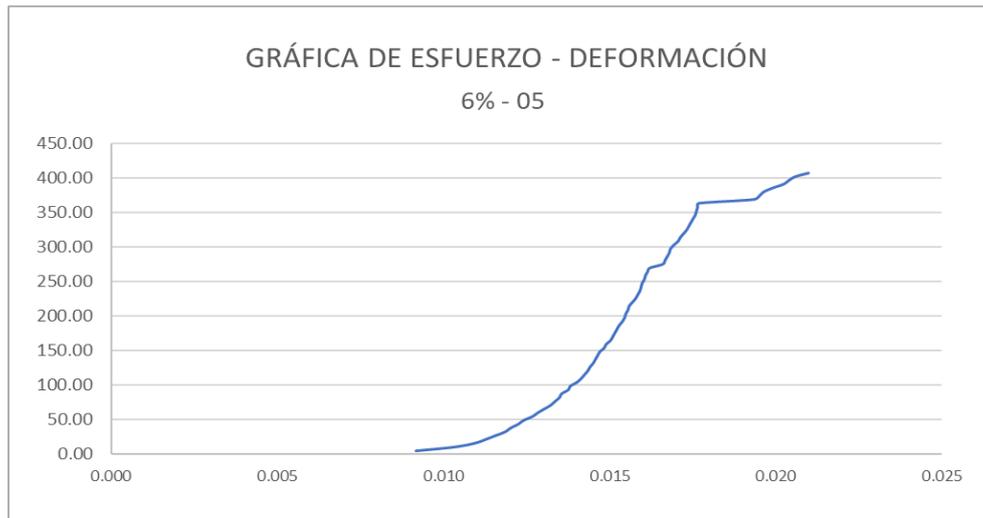


Figura 62

Probeta Patrón 6% - 05



Nota. La fractura de la Probeta Patrón 6% - 05 fue de Tipo 5

Para la probeta con adición de limadura de hierro fundido en un 6% numero 6 (6% - 06) se obtuvo un diámetro promedio de 15.46 cm y una altura promedio de 30.660 cm alcanzando una carga máxima de 74820.00 kg

Tabla 41
Análisis de Resistencia a la Compresión de la probeta 6% - 06

Nº	CARGA (kg)	Deformación	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0.00000	0.00000	0.000000
2	1000	0.14000	5.32710	0.004566
3	2000	0.16000	10.65421	0.005219
4	3000	0.16900	15.98131	0.005512
5	4000	0.17900	21.30841	0.005838
6	5000	0.18700	26.63552	0.006099
7	6000	0.19000	31.96262	0.006197
8	7000	0.19700	37.28972	0.006425
9	8000	0.20500	42.61683	0.006686
10	9000	0.21000	47.9439	0.006849
11	10000	0.21400	53.2710	0.006980
12	11000	0.21700	58.5981	0.007078
13	12000	0.22100	63.9252	0.007208
14	13000	0.22300	69.2523	0.007273
15	14000	0.22400	74.5794	0.007306
16	15000	0.22600	79.9066	0.007371
17	16000	0.22900	85.2337	0.007469

18	17000	0.23200	90.5608	0.007567
19	18000	0.23500	95.8879	0.007665
20	19000	0.23700	101.2150	0.007730
21	20000	0.23900	106.5421	0.007795
22	21000	0.24000	111.8692	0.007828
23	22000	0.24100	117.1963	0.007860
24	23000	0.24100	122.5234	0.007860
25	24000	0.24300	127.8505	0.007926
26	25000	0.24500	133.1776	0.007991
27	26000	0.24600	138.5047	0.008023
28	27000	0.24900	143.8318	0.008121
29	28000	0.25200	149.1589	0.008219
30	29000	0.25400	154.4860	0.008284
31	30000	0.25500	159.8131	0.008317
32	31000	0.25600	165.1402	0.008350
33	32000	0.25900	170.4673	0.008447
34	33000	0.26100	175.7944	0.008513
35	34000	0.26400	181.1215	0.008611
36	35000	0.26400	186.4486	0.008611
37	36000	0.26400	191.7757	0.008611
38	37000	0.26500	197.1028	0.008643
39	38000	0.26700	202.4299	0.008708
40	39000	0.26900	207.7570	0.008774

41	40000	0.27000	213.0841	0.008806
42	41000	0.27200	218.4112	0.008871
43	42000	0.27300	223.7383	0.008904
44	43000	0.27600	229.0655	0.009002
45	44000	0.27700	234.3926	0.009035
46	45000	0.27900	239.7197	0.009100
47	46000	0.28100	245.0468	0.009165
48	47000	0.28300	250.3739	0.009230
49	48000	0.28400	255.7010	0.009263
50	49000	0.28500	261.0281	0.009295
51	50000	0.28600	266.3552	0.009328
52	51000	0.28700	271.6823	0.009361
53	52000	0.28900	277.0094	0.009426
54	53000	0.28900	282.3365	0.009426
55	54000	0.29000	287.6636	0.009459
56	55000	0.29200	292.9907	0.009524
57	56000	0.29500	298.3178	0.009622
58	57000	0.29700	303.6449	0.009687
59	58000	0.30000	308.9720	0.009785
60	59000	0.30300	314.2991	0.009883
61	60000	0.30500	319.6262	0.009948
62	61000	0.30600	324.9533	0.009980
63	62000	0.30800	330.2804	0.010046

64	63000	0.31100	335.6075	0.010144
65	64000	0.31300	340.9346	0.010209
66	65000	0.31400	346.2617	0.010241
67	66000	0.31600	351.5888	0.010307
68	67000	0.31900	356.9159	0.010404
69	68000	0.32000	362.2430	0.010437
70	69000	0.32200	367.5701	0.010502
71	70000	0.32300	372.8972	0.010535
72	71000	0.32400	378.2244	0.010568
73	72000	0.32800	383.5515	0.010698
74	73000	0.33500	388.8786	0.010926
75	74000	0.33900	394.2057	0.011057
76	74820	0.34800	398.5739	0.011350

Figura 63

Curva de Esfuerzo - Deformación de la Probeta 6% - 06

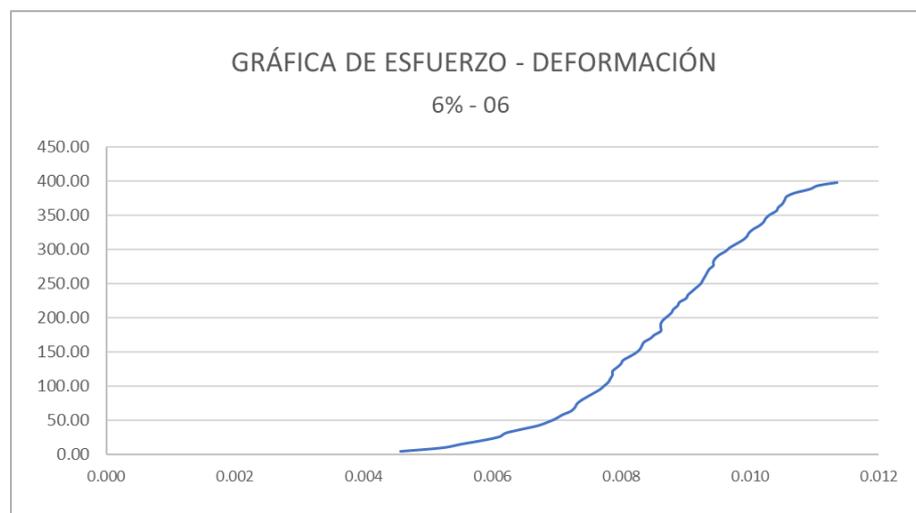


Figura 64

Probeta Patrón 6% - 06



NOTA. La fractura de la Probeta Patrón 6% - 06 fue de Tipo 3

Para el análisis y comparación de los resultados obtenidos en el ensayo a compresión de las probetas es necesario compararlas por edades, a las probetas analizadas a los 8 días se les recalculó la resistencia máxima y se determinó dicho valor a los 7 días, conociéndose que la resistencia a los 7 días es aproximadamente 65% y a los 8 días de 71%, de esta manera se obtuvo los resultados plasmados en la siguiente tabla

Tabla 42

Cargas Máximas a los 7 días de probetas ensayadas a los 8 días

PROBETA	IDENTIFICADOR	CARGA MAX A LOS 8 DIAS	CARGA MAX A LOS 7 DIAS
	P - 01	58413	52734
P. PATRON	P - 02	55999	50555
	P - 03	60482	54602

	2% - 01	61891	55874
P. 2% LHF	2% - 02	58830	53110
	2% - 03	57512	51921

Después de haber obtenido todos los valores de las cargas máximas de las 24 probetas se resumen en las siguientes tablas y figuras

Tabla 43

Cargas máximas a los 7 días

PROBETA	IDENTIFICA DOR	CARGA MAX	AREA	ESFUERZO Kg/cm2	PROMEDIO
	P - 01	52734	185.72	283.94	
P. PATRON	P - 02	50555	179.97	280.91	286.22
	P - 03	54602	185.84	293.81	
	2% - 01	55874	181.04	308.63	
P. 2% LHF	2% - 02	53110	180.68	293.94	299.75
	2% - 03	51921	175.01	296.67	
	4% - 01	50808	173.31	293.15	
P. 4% LHF	4% - 02	52912	172.85	306.12	308.30
	4% - 03	57949	177.95	325.64	
	6% - 01	54693	179.32	305.01	
P. 6% LHF	6% - 02	60961	185.24	329.09	312.87
	6% - 03	52830	173.49	304.51	

Nota. en esta tabla se detalla las cargas máximas de cada probeta a los 7 días y los promedios de cada una de ellas, ordenadas por cada diseño de mezcla.

Figura 65

Cargas máximas de probetas a los 7 días

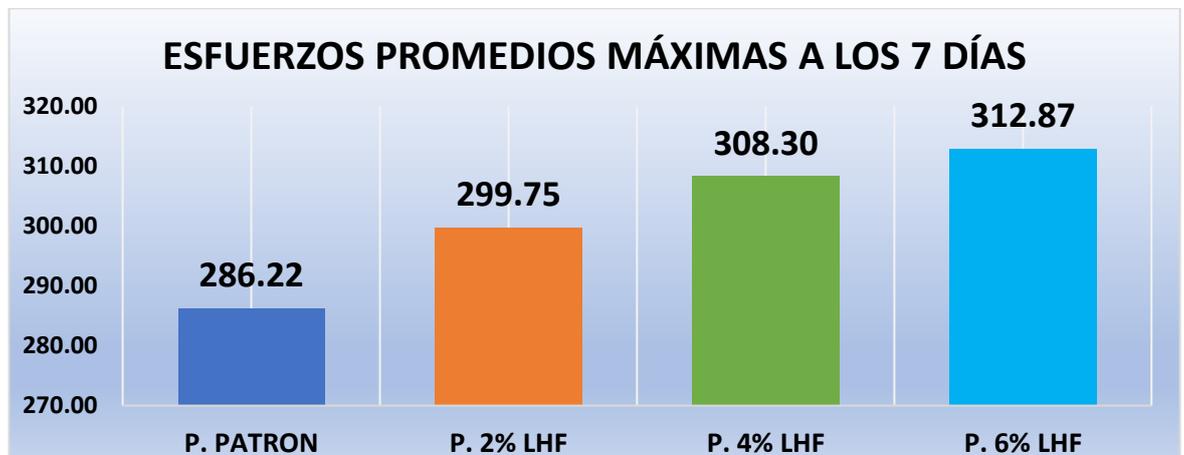


Nota. en el grafico se separó por colores cada diseño de mezcla y muestran las cargas máximas obtenidas en laboratorio

De la Tabla 45 se deduce que a los 7 días el diseño patrón de concreto llega a 286.22 kg/cm² y que el diseño con 6 % de limadura de hierro fundido alcanzo 312.87 kg/cm² estos valores se ilustran en la siguiente figura

Figura 66

Esfuerzos máximos a los 7 días por diseño de mezcla.



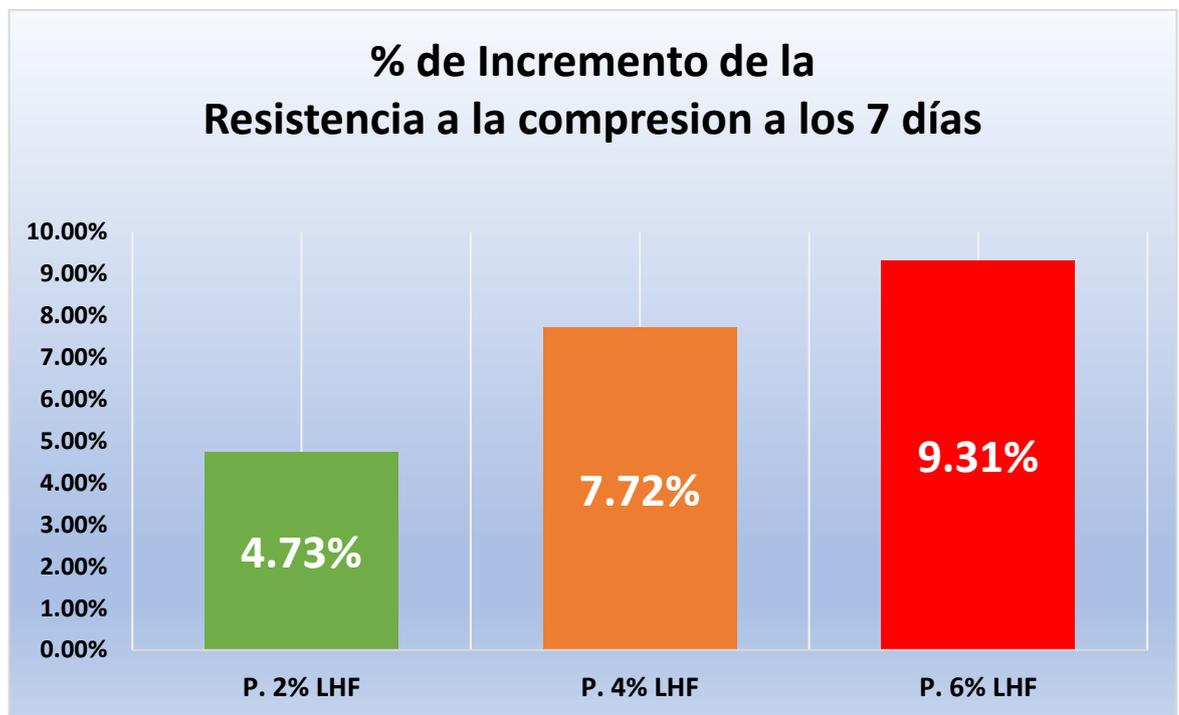
En el gráfico se puede distinguir el incremento de la resistencia a la compresión del

concreto con adición de limadura de hierro fundido a los 7 días, siendo el 6% de adición la que presenta más incremento de su resistencia

En el grafico siguiente se analizó el porcentaje de la resistencia del concreto con respecto a la resistencia del concreto patrón a los 7 días

Figura 67

% de Incremento de la Resistencia a la compresión a los 7 días



En el grafico anterior se observa que para un concreto con adición del 2% de limadura de hierro fundido la resistencia a la compresión incrementa en un 4.73% con respecto a la resistencia de un concreto patrón, para un concreto con adición de 4% de hierro fundido la resistencia a la compresión incrementa en un 7.72% y para el diseño con un 6% de limadura de hierro fundido la resistencia a la compresión incremento en un 9.31%

Tabla 44
Cargas máximas a los 28 días

PROBETA	IDENTIFICADOR	CARGA MAX	AREA	ESFUERZO Kg/cm2	promedio
	P - 04	69364	180.92	383.39	
P. PATRON	P - 05	72613	187.96	386.32	384.98
	P - 06	69629	180.74	385.24	
	2% - 04	73329	188.02	390.00	
P. 2% LHF	2% - 05	71483	187.96	380.31	391.99
	2% - 06	76201	187.84	405.67	
	4% - 04	72754	182.18	399.36	
P. 4% LHF	4% - 05	70996	180.39	393.58	396.28
	4% - 06	70123	177.13	395.89	
	6% - 04	73837	187.66	393.46	
P. 6% LHF	6% - 05	73926	181.40	407.53	399.86
	6% - 06	74820	187.72	398.57	

Nota. en esta tabla se detalla las cargas máximas de cada probeta a los 28 días y los promedios de cada una de ellas ordenadas por cada diseño de mezcla.

Figura 68

Cargas máximas de probetas a los 28 días

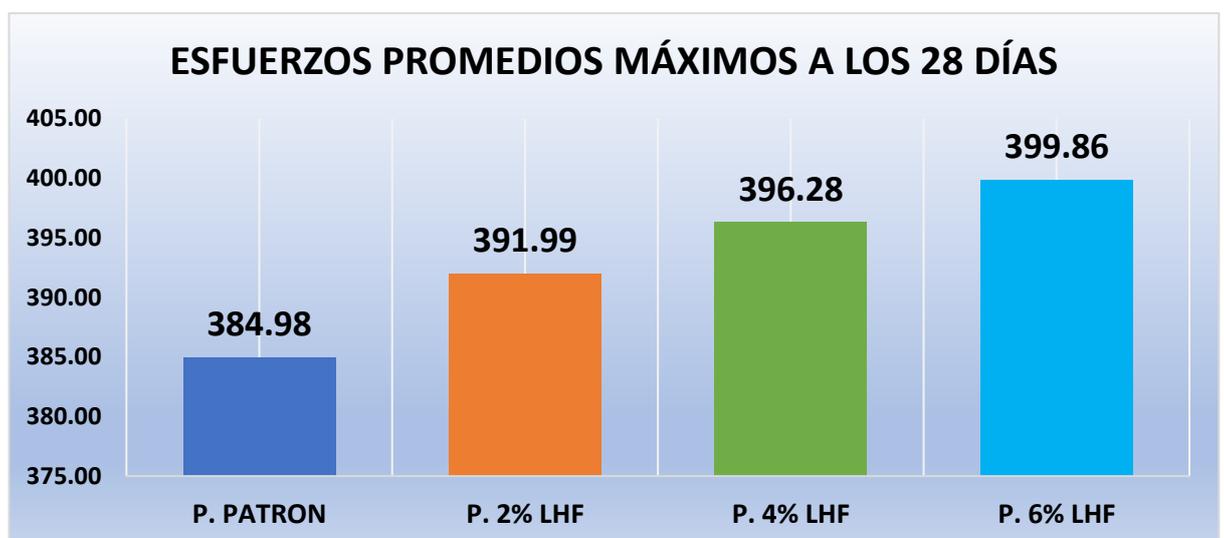


Nota. en el grafico se separó por colores cada diseño de mezcla y muestran las cargas máximas obtenidas en laboratorio

De la Tabla 46 se deduce que a los 28 días el diseño patrón de concreto llega a 386.98 kg/cm² y que el diseño con 6 % de limadura de hierro fundido alcanzo 399.86 kg/cm² estos valores se ilustran en la siguiente figura

Figura 69

Esfuerzos máximos a los 28 días por diseño de mezcla.

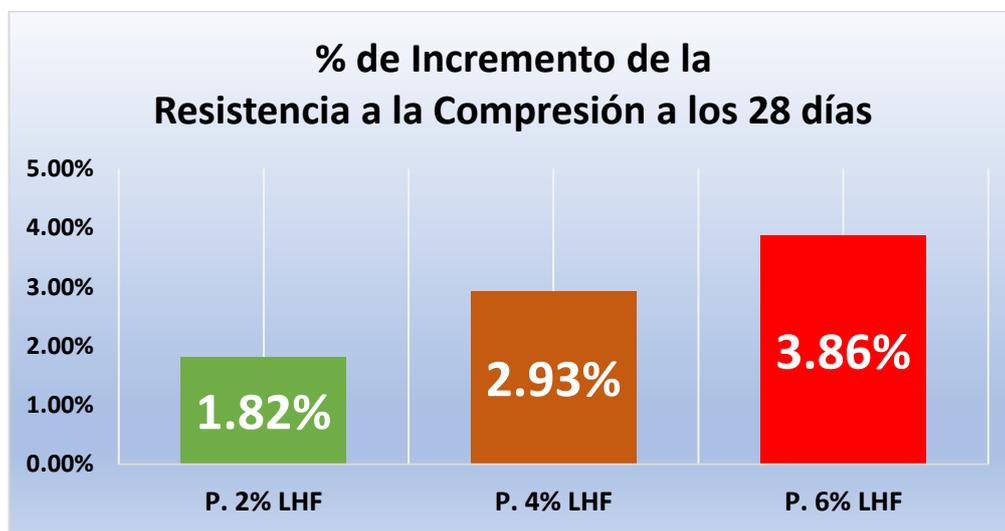


En el gráfico se puede distinguir el incremento de la resistencia a la compresión del concreto con adición de limadura de hierro fundido siendo el 6% de adición la que presenta más incremento de su resistencia a los 28 días

En el grafico siguiente se analizó el porcentaje de la resistencia del concreto con respecto a la resistencia del concreto patrón

Figura 70

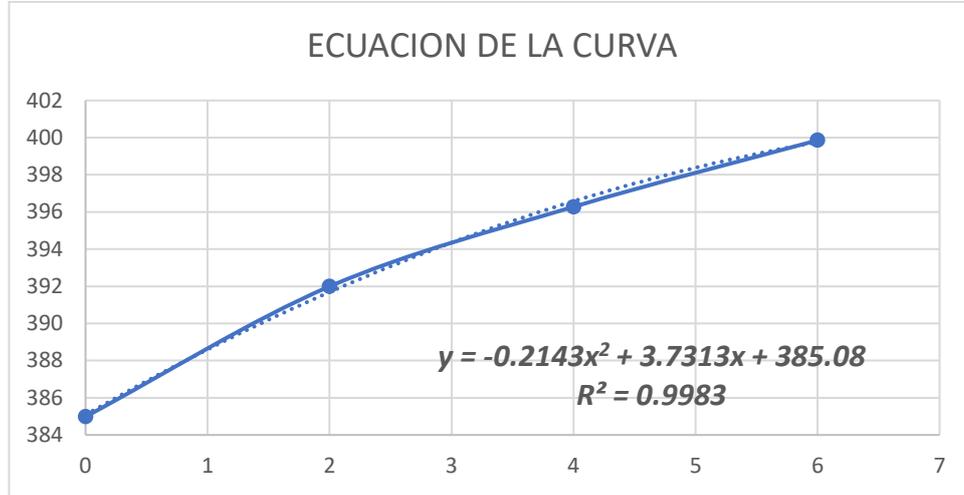
% de Incremento de la Resistencia a la compresión a los 28 días



En el grafico anterior se observa que para un concreto con adición del 2% de limadura de hierro fundido la resistencia a la compresión incrementa en un 1.82% con respecto a la resistencia de un concreto patrón, para un concreto con adición de 4% de hierro fundido la resistencia a la compresión incrementa en un 2.93% y para el diseño con un 6% de limadura de hierro fundido la resistencia a la compresión incremento en un 3.86%

Figura 71

Curva y ecuación de la curva de resistencias máximas



De las resistencias máximas se determinó usando Excel la curva de incremento de resistencia, de esta se extrajo la ecuación de la curva Polinómica con un R^2 con un valor de 0.9983, de la ecuación se determinó el valor óptimo, para incrementar su resistencia, de 8.71% de hierro fundido.

Después de obtener los resultados se procedemos con la evaluación de resultados de ensayos de resistencia del concreto siguiendo la norma ACI 214, de esta evaluación obtenemos la siguiente tabla de resultados:

Tabla 45

Evaluación de resultados ACI 214

Diseño	Concreto patrón		Concreto con 2% de LHF		Concreto con 4% de LHF		Concreto con 6% de LHF	
	7 días	28 días	7 días	28 días	7 días	28 días	7 días	28 días
Desviación estándar	0.8	1.3	0.8	1.3	1.6	0.3	1.4	0.7
Coefficiente de variación	2.61%	0.59%	2.61%	0.59%	5.30%	0.13%	4.49%	0.33%

De la tabla 48 se concluye que todas las probetas son aceptables ya que sus valores de desviación estándar y coeficiente de variación están dentro de los rangos aceptables

Para el análisis del módulo de elasticidad la norma ACI 318-19 nos indica que tomemos el 45% del esfuerzo máximo y su deformación correspondiente de las probetas analizadas a los 28 días ya que estas han alcanzado cerca del 100% de su resistencia máxima.

Tabla 46

Módulo de Elasticidad

DISEÑO	IDENTIFICADOR	ESFUERZO 45%	ϵ_u	MÓDULO DE ELASTICIDAD
P. PATRON	P - 04	172.53	0.011871	14533.65
	P - 05	173.84	0.007901	22003.98
	P - 06	173.36	0.011264	15389.90
P. 2% LHF	2% - 04	175.50	0.009275	18922.85
	2% - 05	171.14	0.011227	15243.11
	2% - 06	182.55	0.007851	23252.68
P. 4% LHF	4% - 04	179.71	0.013943	12889.17
	4% - 05	177.11	0.012460	14214.79
	4% - 06	178.15	0.014165	12577.16
P. 6% LHF	6% - 04	177.06	0.011128	15910.89
	6% - 05	183.39	0.015238	12035.13
	6% - 06	179.36	0.008578	20908.66

De la tabla 47 se puede verificar que para el diseño con 2% de limadura de hierro fundido el concreto reduce su elasticidad al tener una mayor pendiente y para un 4% de adición de limadura de hierro fundido el concreto se vuelve más elástico siendo este el de menor pendiente.

CAPITULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Con respecto a los resultados obtenidos hasta el momento tienen características semejantes a los estudios que se utilizaron como antecedentes al adicionar limadura de hierro fundido al concreto, en un 2% el incremento de su resistencia no es muy notoria a comparación de las adiciones de 4% y 6 % que presenta un incremento en su resistencia, de la misma manera con respecto a su módulo de elasticidad se puede apreciar un cambio, a los 28 días, al adicionar limadura de hierro fundido.

La resistencia del concreto patrón alcanzó una resistencia a los 7 días de 286.22 kg/cm^2 y a los 28 días de 384.98 kg/cm^2 , también al analizar su módulo de elasticidad esta fue de 17309 kg/cm^2

La resistencia del concreto con adición de 2% de limadura de hierro fundido alcanzó una resistencia a los 7 días de 299.75 kg/cm^2 siendo un 4.73% más que el valor de la resistencia del concreto patrón y a los 28 días de 391.99 kg/cm^2 siendo un 1.82% más que el valor de la resistencia del concreto patrón, también al analizar su módulo de elasticidad esta fue de 19139.55 kg/cm^2 esto significa que es menos elástico a comparación del concreto patrón

La resistencia del concreto con adición de 4% de limadura de hierro fundido alcanzó una resistencia a los 7 días de 308.3 kg/cm^2 siendo un 7.72% más que el valor de la resistencia del concreto patrón y a los 28 días de 396.28 kg/cm^2 siendo un 2.93% más que el valor de la resistencia del concreto patrón, también al analizar su módulo de elasticidad esta fue de 13227.04 kg/cm^2 esto significa que es el más elástico a comparación del concreto patrón

La resistencia del concreto con adición de 6% de limadura de hierro fundido alcanzó una resistencia a los 7 días de 312.87 kg/cm^2 siendo un 9.31% más que el valor de la

resistencia del concreto patrón y a los 28 días de $399.86 \text{ kg}/\text{cm}^2$ siendo un 3.86% más que el valor de la resistencia del concreto patrón, también al analizar su módulo de elasticidad esta fue de $16284 \text{ kg}/\text{cm}^2$ esto significa que es un poco más elástico a comparación del concreto patrón,

El porcentaje de adición de hierro fundido es de 8.71% según la ecuación obtenida de la curva, este porcentaje hará que el concreto incremente su resistencia de diseño.

En conclusión, si se desea diseñar un concreto más resistente la adición de limadura de hierro debe tener un valor de 8.71% del peso del Agregado fino seco y si se desea tener un concreto más elástico la adición de limadura de hierro fundido debe ser 4% del peso del Agregado fino seco y si se desea tener un concreto más rígido la adición de limadura de hierro debe tener un valor de 2 % del peso del Agregado fino seco, de esta manera se logró verificar la hipótesis planteada afirmando así que la adición de limadura de hierro fundido si incrementa la resistencia del concreto pero solo el 2% de limadura de hierro fundido es la que presenta un decremento en su elasticidad y las adiciones de 4 y 6% de limadura de hierro fundido al contrario de reducir la elasticidad esta se ve aumentada siendo el 4% la que más elasticidad mostro contradiciendo así la hipótesis.

Al igual que (Reyes, J. y Rodríguez, Y., 2010) que determinaron que para una adición de limalia en un 4% incremento la resistencia a la compresión del concreto de 22 MPa de una mezcla patrón a 30 MPa a los 28 días de fraguado. De la misma manera (Medina L. y Ramos A., 2021) al adicionar un 5% viruta de acero a la mezcla patrón incremento en un promedio de 18.75% a los 28 días. El incremento obtenido en este estudio es de 9.31% a los 7 días y 3.86% a los 28 días, en su resistencia a la compresión ambas para el diseño con una adición de 6% de limadura de hierro fundido

Una limitación es que al tomar un dato de manera visual conlleva a pequeños errores

ya que al tomar un dato de esta manera por ejemplo en el ensayo de compresión al tomar la medida de deformación existe un tiempo de reacción lo que se traduce a tomas de medidas aproximadas.

Los instrumentos con los que se cuentan en laboratorio dificultan la obtención de los datos a diferencia de equipos automatizados de mayor precisión.

La disponibilidad de canteras era una limitación más ya que durante la investigación la cantera Bazán Contratistas Generales era la única que proveía los agregados para la elaboración del concreto.

Es importante seguir investigando más sobre las propiedades mecánicas del concreto con adición de limadura de hierro fundido ya que los estudios tienen una limitación que es el tiempo y es necesario saber cómo el concreto reacciona a un tiempo mayor a los 28 días, también es importante saber cómo reaccionaría en climas distintos y en zonas distintas ya que el concreto estará en contacto con sustancias que puedan reaccionar con la limadura de hierro fundido afectando o favoreciendo las propiedades mecánicas estudiadas en esta investigación.

El uso de concreto con adición de limadura de hierro fundido sería importante las losas con altos requerimientos de carga como los pavimentos y en las losas nervadas de edificaciones ya que estas requieren grandes luces

REFERENCIAS

- Álvarez, Carlos Arturo Monje. 2011. «METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN CUANTITATIVA Y CUALITATIVA Guía didáctica». 217.
- GCCA- Global Cement and Concrete. 2021 « FUTURO DEL HORMIGÓN» 19p.
- Anón. s. f.-b. «hierro fundido.pdf».
- Anón. s. f.-c. «Horizonte Minero edición 114.pdf».
- Congreso Internacional de la construcción y EXPOCON (11, 2004, Perú)._2004. Naturaleza y materiales del concreto. Instituto de la Construcción y_Gerencia (ICG). Lima, Perú. 390 p.
- Medina Lázaro Grisley Javier, Ramos Arana Máximo Percy. s. f. «ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL CONCRETO ADICIONANDO DOSIFICACIONES DE VIRUTA DE ACERO TRATADA CON CRIBA VIBRATORIA, LIMA, 2021». 207.
- Mamani Alanoca Milton Arturo (2018) «ESTUDIO DE PARÁMETROS DE SOLDABILIDAD EN LA RECONSTRUCCIÓN DE PIEZAS DE HIERRO FUNDIDO GRIS». p. 113
- NTP 339.183 2013. «CONCRETO. Practica normalizada para la elaboracion y curado de especimenes de concreto en el laboratorio». p. 29
- ASALE, RAE-, y RAE. s. f. «limadura | Diccionario de la lengua española». «*Diccionario de la lengua española*» - Edición del Tricentenario. Recuperado 15 de abril de 2022 (<https://dle.rae.es/limadura>).
- CAPECO. 2021. «Capeco - Construcción crece 38% entre julio 2020 y junio 2021 pero se contraería en lo que queda del año y en el 2022». Recuperado 24 de noviembre de 2021 (<https://www.capeco.org/entrada-noticia/construccion-crece-38-entre-julio-2020-y-junio-2021-pero-se-contraeria-en-lo-que-queda-del-ano-y-en-el-2022>).
- Chavéz Ravines, Jhony Eduardo Chávez. s. f. «RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE UN CONCRETO CON ADICIÓN DE LIMADURAS DE HIERRO FUNDIDO». 161.
- Chunlin, Liu, Zha Kunpeng, y Chen Depeng. 2011. «Possibility of Concrete Prepared with Steel Slag as Fine and Coarse Aggregates: A Preliminary Study». *Procedia Engineering* 24:412-16. doi: 10.1016/j.proeng.2011.11.2667.
- Hernández Sampieri, Roberto, y Carlos Fernández Collado. 2014. *Metodología de la investigación*. Sexta edición. editado por P. Baptista Lucio. México D.F.: McGraw-Hill Education.
- Hidalgo, I. Isabel Vásquez. 2005. «Tipos de estudio y métodos de investigación». 12.

- Lira, Gabriel. s. f. «La importancia de los aditivos en concreto - Construcción Latinoamericana». Recuperado 7 de noviembre de 2021 (<https://www.construccionlatinoamericana.com/news/la-importancia-de-los-aditivos-en-concreto/8013937.article>).
- Müggenburg Rodríguez V., María Cristina, y Iñiga Pérez Cabrera. 2018. «Tipos de estudio en el enfoque de investigación cuantitativa». *Enfermería Universitaria* 4(1). doi: 10.22201/eneo.23958421e.2007.1.469.
- N.T.E. E.60. 2020. «Norma E.060 Concreto armado.pdf». *Google Docs*. Recuperado 24 de noviembre de 2021 (https://drive.google.com/file/d/19EYUVMgwvm6rDs47GV374avco2ylU5Kz/view?usp=sharing&usp=embed_facebook).
- Paqsa, Experto. 2015. «¿Por qué utilizar aditivos en la construcción? |». |. Recuperado 7 de noviembre de 2021 (<https://blog.paqsa.com.mx/por-que-utilizar-aditivos-en-la-construccion/>).
- Smith, William Fortune, Javad Hashemi, Gabriel Nagore C??zares, Ram??n Esquivel Gonz??lez, y Arturo Barba Pingarr??n. 2014. *Fundamentos de la ciencia e ingenier??a de materiales*.
- Vargas Cordero, Zoila Rosa. 2009. «La Investigación aplicada: Una forma de conocer las realidades con evidencia científica». *Revista Educación* 33(1):155. doi: 10.15517/revedu.v33i1.538.
- Villalobos Pasapera, Magaly Elizabeth. s. f. «ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL». 238.
- Reyes, J; Rodríguez, Y. 201 O. Análisis de la resistencia a la compresión del concreto al adicionar limalla fina en un 3%, 4% y 5% respecto al peso de la mezcla. Tesis Bach. Ing. Civil. Bucaramanga, Colombia. ¡Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga. 146 p.

ANEXOS

ANEXO N° 1. Matriz de Consistencia

Tabla 47

Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	Hipótesis	Metodología
¿cuál es el análisis de las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210\text{kg}/\text{cm}2$ con adición de 2%, 4% y 6% de limadura de hierro fundido, Cajamarca 2023?	<p>Objetivo general</p> <p>analizar las propiedades mecánicas del concreto $f'c=210\text{kg}/\text{cm}2$ con adición de 2%, 4% y 6% de limadura de hierro fundido</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>1. Determinar el porcentaje óptimo de limadura de hierro fundido para adicionar a un concreto de $f'c 210 \text{ kg}/\text{cm}2$</p>	<p>Hipótesis general</p> <p>la resistencia a la compresión del concreto con adición de 2%, 4% y 6% incrementa y el módulo de elasticidad con la adición de dichos porcentajes de limadura de hierro fundido reduce</p>	<p>Tipo de investigación</p> <p>Tipo: Aplicada</p> <p>Nivel: Descriptivo-Explicativa</p> <p>Enfoque: Cuantitativo</p> <p>Diseño: Experimental, longitudinal</p>

2. Analizar las propiedades mecánicas, respecto a la resistencia a la compresión y módulo de elasticidad, del concreto $f'c=210\text{kg}/\text{cm}2$ con adición de 2%, 4% y 6% de limadura de hierro fundido.

3. Analizar las propiedades mecánicas, respecto a la resistencia a la compresión y módulo de elasticidad, del concreto $f'c=210\text{kg}/\text{cm}2$ convencional.

4. Comparar las propiedades mecánicas, respecto a la resistencia a la compresión y módulo de elasticidad, del concreto $f'c=210\text{kg}/\text{cm}2$ con adición de 2% de limadura de hierro con concreto $f'c=210\text{kg}/\text{cm}2$ convencional.

Población y Muestra

1. Población - Muestra:

Todo el concreto a utilizar - 24 probetas

2. Instrumentos:

Fichas técnicas de observación

5. Comparar las propiedades mecánicas, respecto a la resistencia a la compresión y módulo de elasticidad, del concreto $f'c=210\text{kg}/\text{cm}^2$ con adición de 4%, de limadura de hierro fundido con concreto $f'c=210\text{kg}/\text{cm}^2$ convencional.

6. Comparar las propiedades mecánicas, respecto a la resistencia a la compresión y módulo de elasticidad, del concreto $f'c=210\text{kg}/\text{cm}^2$ con adición de 6%, de limadura de hierro fundido con concreto $f'c=210\text{kg}/\text{cm}^2$ convencional.

ANEXO N° 2: Matriz de Operacionalización

Tabla 48

Matriz de Operacionalización

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	valor
PROPIEDADES MECANICAS (RESISTENCIA A LA COMPRESION Y ELASTICIDAD)	Definido como el máximo esfuerzo que el concreto puede resistir antes de que este llegue a su punto de falla.	Preparación de probetas para ensayo de compresión de acuerdo a la norma "ASTM C 39 - NTP 339.034 2015 " Para determinar su resistencia	RESISTENCIA A LA COMPRESION	Carga	kg/cm2
	Relación entre el esfuerzo normal y la deformación unitaria correspondiente, para esfuerzos de tracción o compresión menores que el		MÓDULO DE ELASTICIDAD	Deformación	Pa

límite de proporcionalidad
del material

LIMADURA DE HIERRO FUNDIDO	Partes muy menudas que con la lima u otra herramienta se arrancan de la pieza que se lima	Se reemplaza el porcentaje de 2%, 4% y 6% del peso del agregado fino para elaborar las probetas a ensayar según la norma “ASTM C 39 - NTP 339.034 2015 - CONCRETO”	Parámetros de diseño	Porcentaje peso del agregado fino	kg
-----------------------------------	---	--	----------------------	-----------------------------------	----

ANEXO N° 3: Protocolo de Contenido de Humedad

Tabla 49

Protocolo de Contenido de Humedad

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA			
PROTOCOLO			
	ENSAYO	CONTENIDO DE HUMEDAD	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CH-LS-UPNC:
	NORMA	NTP 339.185	
	PROYECTO	TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210KG/CM2 CON ADICIÓN DE 2%, 4% Y 6% DE LIMADURA DE HIERRO FUNDIDO, CAJAMARCA, 2022"	
CANTERA	Bazán Contratistas	TIPO DE MATERIAL	Agregado fino y grueso de río
UNICACION	Huambocancha	COLOR DE MATERIAL	Gris
FECHA DE MUESTRA	18/05/2022	HORA DE ENSAYO	12:50 p. m.
FECHA DE ENSAYO	20/05/2022	REVISADO POR	Cabrera Barboza Luz

A. CONTENIDO DE HUMEDAD PARA AGREGADO FINO

ENSAYO N°	T1	T2	T3
Peso del recipiente (gr.)	33,60	33,80	33,30
Peso de (M. Hum. + recipiente) (gr.)	339,30	408,30	419,30
Peso de (M. Seca. + recipiente) (gr.)	316,40	378,20	390,30
Peso del Agua (gr.)	22,90	30,10	29,00
Peso de la Muestra Seca (gr.)	282,80	344,40	357,00
Contenido de Humedad (%)	8,10 %	8,74 %	8,12 %
Promedio del Contenido de Humedad (%)	8,32 %		

B. CONTENIDO DE HUMEDAD PARA AGREGADO GRUESO

ENSAYO N°	T1	T2	T3
Peso del recipiente (gr.)	33,80	34,60	33,80
Peso de (M. Hum. + recipiente) (gr.)	454,90	444,00	461,30
Peso de (M. Seca. + recipiente) (gr.)	447,20	436,40	453,40
Peso del Agua (gr.)	7,70	7,60	7,90
Peso de la Muestra Seca (gr.)	413,40	401,80	419,60
Contenido de Humedad (%)	1,86 %	1,89 %	1,88 %
Promedio del Contenido de Humedad (%)	1,88 %		

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
		
NOMBRE: Vargas Minchan Erick Nicolas	NOMBRE: Cabrera Barboza Luz	NOMBRE: Quevedo Porras Violeta Zarela
FECHA: 20/05/2022	FECHA: 26/05/2022	FECHA: 28/05/2022

ANEXO N° 4: Protocolo de Análisis Granulométrico de Agregado Fino

Tabla 50

Protocolo de Análisis Granulométrico de Agregado Fino

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA								
PROTOCOLO								
ENSAYO	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS					CÓDIGO DEL DOCUMENTO:		
NORMA	MTC E204 – ASTM C136 – NTP 400.012					AGGF-LC-UPNC:		
PROYECTO	TES 15 : "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210KG/CM2 CON ADICIÓN DE 2%, 4% Y 6% DE LIMADURA DE HIERRO FUNDIDO, CAJAMARCA, 2022"							
CANTERA:	Bazan Contralistas		TM:	-				
UBICACIÓN:	Huambocancha		TMN:	-				
FECHA DE MUESTRA:	18-05-2022		M.F.:	3,62				
FECHA DE ENSAYO:	21-05-2022		HUSO A UTILIZAR:	-				
RESPONSABLE:	Vargas Minchan Erick		REVISADO POR:	Luz Cabrera Barboza				

AGREGADO FINO

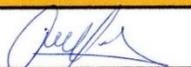
Mínimo: 500 gr.								
N°	TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	% PASANTE ACUMULADO (%)	Husos Granulométrico (Según norma ASTM C33)	
	(pulg)	(mm)					Limite Inferior	Limite Superior
1	N° 4	4.75	327,30	20,34	20,34	79,66	95	100
2	N° 8	2.36	345,20	21,45	41,79	58,21	80	100
3	N° 10	2.00	-	-	-	-	-	-
4	N° 16	1.18	251,20	15,61	57,40	42,60	50	85
5	N° 30	0.6	203,80	12,67	70,07	29,93	25	60
6	N° 50	0.3	198,00	12,31	82,38	17,62	10	30
7	N° 100	0.15	119,20	7,41	89,78	10,22	2	10
8	N° 200	0.075	149,60	9,30	99,08	0,92	0	3
9	Bandeja	0	14,20	0,92	100,00	0,00	-	-

Nota: Para calcular la granulometría, utilizar todas las mallas, para el caso del módulo de finura no utilizar la malla N° 10 y N° 200. Con la siguiente fórmula podemos determinar

$$M.F = \frac{(\sum \% \text{ Retenido acumulado en las mallas N}^\circ 4, 8, 16, 30, 50 \text{ y } 100)}{100}$$

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	ASESOR
		
NOMBRE: Vargas Minchan Erick	NOMBRE: Luz Cabrera Barboza	NOMBRE: Violeta Quevedo
FECHA: 21-05-2022	FECHA: 21-05-22	FECHA: 25 / 05

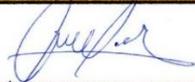
ANEXO N° 5: Protocolo de Análisis Granulométrico de Agregado Grueso
Tabla 51
Protocolo de Análisis Granulométrico de Agregado Grueso

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA								
PROTOCOLO								
ENSAYO	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DE AGREGADOS GRUESOS Y FINOS						CÓDIGO DEL DOCUMENTO:	
NORMA	MTC E204 – ASTM C136 – NTP 400.012						AGGF-LC-UPNC:	
PROYECTO	TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210KG/CM2 CON ADICIÓN DE 2%, 4% Y 6% DE LIMADURA DE HIERRO FUNDIDO, CAJAMARCA, 2022"							
CANTERA:	Bazán Contratistas			TM:	1"			
UBICACIÓN:	Huambocancha			TMN:	3/4"			
FECHA DE MUESTRA:	18/05/2022			M.F:	7,22			
FECHA DE ENSAYO:	21/05/2022			HUSO A UTILIZAR:	56			
RESPONSABLE:	Vargas Minchan Erick N.			REVISADO POR:	Cabrera Barboza Luz			
AGREGADO GRUESO								
MATERIAL: Dependiente de TM								
N°	TAMIZ		PESO RETENIDO (gr)	% RETENIDO (%)	% RETENIDO ACUMULADO (%)	% PASANTE ACUMULADO (%)	Husos Granulométrico (Depende TMN, Revisar Norma ASTM C33)	
	(pulg)	(mm)					Límite Superior	Límite Inferior
1	2 1/2"	63.5	—	—	—	—	—	—
2	2"	50.8	—	—	—	—	—	—
1	1 1/2"	38.1	0,00	0,00	0,00	100,00	100	100
2	1"	25	87,00	1,63	1,63	98,37	100	90
3	3/4"	19	1490,00	27,84	29,47	70,53	85	40
4	1/2"	12.5	2790,10	52,13	81,60	18,40	40	10
5	3/8"	9.5	615,70	11,50	93,11	6,89	15	0
6	N° 4	4.75	321,80	6,01	99,12	0,88	5	0
7	Bandeja	-	47,10	0,88	100,00	—	—	—
<p>Nota: El tamaño máximo (TM), se calcula como el menor tamiz en el que pasa el 100% y el tamaño máximo nominal (TMN), se calcula como el tamiz superior al que retiene mayor o igual del 10% retenido acumulado. Norma ASTM C33</p>								
OBSERVACIONES:								
RESPONSABLE DEL ENSAYO			COORDINADOR DE LABORATORIO			ASESOR		
								
NOMBRE: Vargas Minchan Erick Nicolas			NOMBRE: Cabrera Barboza Luz			NOMBRE: Quevedo Porras Violeta		
FECHA: 21/05/2022			FECHA: 21/05/2022			FECHA: 28/05/2022		

ANEXO N° 6: Protocolo de Peso Unitario de los Agregados

Tabla 52

Protocolo de Peso Unitario de los Agregados

LABORATORIO DE CONCRETO						
PROTOCOLO						
ENSAYO	PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:		
NORMA	MTC E 203 / ASTM C29 / NTP 400.017			PUA-LC-UPNC:		
PROYECTO	TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210KG/CM2 CON ADICIÓN DE 2%, 4% Y 6% DE LIMADURA DE HIERRO FUNDIDO, CAJAMARCA, 2022"					
CANTERA:	Bazán Contratistas	TIPO DE CANTERA:	Cantera de río			
UBICACIÓN:	Huambocancha	TIPO DEL MATERIAL:	Agregado fino y grueso de río			
FECHA DE MUESTRA:	18/05/2022	RESPONSABLE:	Vargas Minchan Erick Nicolas			
FECHA DE ENSAYO:	25/05/2022	REVISADO POR:	Cabrera Barboza Luz			
PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO						
AGREGADO FINO	TAMAÑO MÁX. NOMINAL	---			VOLUMEN MOLDE	9418.35
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso del Molde + AF Compactado	gr.	21198.00	21189.00	21336.00	
B	Peso del molde	gr.	4785.00	4785.00	4785.00	
C	Peso del AF Compactado, C = A - B	gr.	16413.00	16404.00	16551.00	
D	PESO UNITARIO COMPACTADO D = C / Vol. Molde	gr.	1.74	1.74	1.76	1.75
E	Peso del Molde + AF Suelto	gr.	19614.00	19606.00	19854.00	
F	Peso del AF Suelto, F = E - B	gr.	14829.00	14821.00	15069.00	
G	PESO UNITARIO SUELTO, G = F / Vol. Molde	gr.	1.57	1.57	1.60	1.58
PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO						
AGREGADO GRUESO	TAMAÑO MÁX. NOMINAL	3/4"			VOLUMEN MOLDE	9418.35
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso del Molde + AG Compactado	gr.	1901.00	18967.00	19046.00	
B	Peso del molde	gr.	4785.00	4785.00	4785.00	
C	Peso del AG Compactado, C = A - B	gr.	14226.00	14182.00	14261.00	
D	PESO UNITARIO COMPACTADO D = C / Vol. Molde	gr.	1.51	1.51	1.51	1.51
E	Peso del Molde + AG Suelto	gr.	18031.00	18193.00	18220.00	
F	Peso del AG Suelto, F = E - B	gr.	13246.00	13408.00	13435.00	
G	PESO UNITARIO SUELTO, G = F / Vol. Molde	gr.	1.41	1.42	1.43	1.42
OBSERVACIONES:						
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		DOCENTE		
						
NOMBRE: Vargas Minchan Erick Nicolas		NOMBRE: Cabrera Barboza Luz		NOMBRE: Quevedo Porras Violeta Zarela		
FECHA: 24/05/2022		FECHA: 26/05/2022		FECHA: 28/05/2022		

ANEXO N° 7: Protocolo de Gravedad Especifica y Absorción de Agregados

Finos

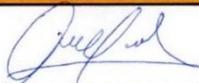
Tabla 53

Protocolo de Gravedad Especifica y Absorción de Agregados Finos

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
PROTOCOLO						
	ENSAYO	GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS			CÓDIGO DEL DOCUMENTO: GEAF-LC-UPNC:	
	NORMA	MTC E205 / ASTM C128 / NTP 400.022				
	PROYECTO	TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210KG/CM2 CON ADICIÓN DE 2%, 4% Y 6% DE LIMADURA DE HIERRO FUNDIDO, CAJAMARCA, 2022"				
CANTERA:	Bazan contratistas	TIPO DE CANTERA:	Cantera de rio			
UBICACIÓN:	Huambocancha	TIPO DE MATERIAL:	Agregado fino y grueso de rio			
FECHA DE MUESTRA:	18/05/2022	RESPONSABLE:	Vargas Minchan Erick Nicolas			
FECHA DE ENSAYO:	25/05/2022	REVISADO POR:	Cabrera Barboza Luz			

GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS (LIMADURA DE HIERRO FUNDIDO)						
ID	DESCRIPCIÓN	Und.	1	2	3	RESULTADO
A	Peso al aire de la muestra desecada.	gr.	492,80	-----	-----	N.A
B	Peso del picnómetro aforado lleno de agua.	gr.	1296,60	-----	-----	N.A
C	Peso total del picnómetro aforado con la muestra y lleno de agua	gr.	1607,10	-----	-----	N.A
S	Peso de la Muestra Saturada Superficie Seca	gr.	500,00	-----	-----	N.A
E	Peso específico aparente (Seco) $P. e. a (seco) = \frac{A}{B + S - C}$	gr./cm ³	2,60	-----	-----	
F	Peso específico aparente (SSS) $P. e. a (SSS) = \frac{S}{B + S - C}$	gr./cm ³	2,64	-----	-----	
G	Peso específico nominal (Seco) $P. e. a (seco) = \frac{A}{B + A - C}$	gr./cm ³	2,70	-----	-----	
H	Absorción $Abs (\%) = \frac{S - A}{A} * 100\%$	(%)	1,46	-----	-----	

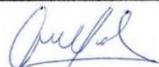
N.A: NO APLICA

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
		
NOMBRE: Vargas Minchan Erick Nicolas FECHA: 25/05/2022	NOMBRE: Cabrera Barboza Luz FECHA: 27/05/2022	NOMBRE: Quevedo Porras Violeta Zarela FECHA: 28/05/2022

ANEXO N° 8: Protocolo de Peso Específico y Absorción de Agregados Gruesos

Tabla 54

Protocolo de Peso Específico y Absorción de Agregados Gruesos

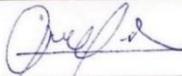
LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
PROTOCOLO						
ENSAYO	PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:		
NORMA	MTC E206 – ASTM C127 – NTP 400.021			PEAG-LC-UPNC:		
PROYECTO	TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210KG/CM2 CON ADICIÓN DE 2%, 4% Y 6% DE LIMADURA DE HIERRO FUNDIDO, CAJAMARCA, 2022"					
CANTERA:	Bazán Contratistas	TIPO DE CANTERA:	Cantera de río			
UBICACIÓN:	Huambocancha	TIPO DE MATERIAL:	Agregado fino y grueso de río			
FECHA DE MUESTRA:	18/05/2022	RESPONSABLE:	Vargas Minchan Erick Nicolas			
FECHA DE ENSAYO:	24/05/2022	REVISADO POR:	Cabrera Barboza Luz			
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS						
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	Promedio
A	Peso en el aire de la muestra seca	gr.	1548.40	1047.70	1129.70	N.A
B	Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca	gr.	1564.10	1060.20	1145.20	N.A
C	Peso Sumergido en agua de la muestra saturada. (Utilizando canasta)	gr.	964.70	652.70	704.10	N.A
D	Peso específico aparente seco $P. e. a (seco) = \frac{A}{B - C}$	gr/cm ³	2.58	2.57	2.56	2.57
E	Peso específico aparente SSS $P. e. a (SSS) = \frac{B}{B - C}$	gr/cm ³	2.61	2.60	2.60	2.60
F	Peso específico nominal $P. e. a (SSS) = \frac{A}{A - C}$	gr/cm ³	2.65	2.65	2.65	2.65
N.A: No aplica						
OBSERVACIONES:						
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		DOCENTE		
						
NOMBRE: Vargas Minchan Erick Nicolas		NOMBRE: Cabrera Barboza Luz		NOMBRE: Quevedo Porras Violeta Zarela		
FECHA: 24/05/2022		FECHA: 26/05/2022		FECHA: 28/05/2022		

ANEXO N° 9: Protocolo de Gravedad Especifica y Absorción de Hierro

Fundido

Tabla 55

Protocolo de Gravedad Especifica y Absorción de Hierro Fundido

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
PROTOCOLO						
ENSAYO	GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS			CÓDIGO DEL DOCUMENTO: GEAF-LC-UPNC:		
NORMA	MTC E205 / ASTM C128 / NTP 400.022					
PROYECTO	TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210KG/CM2 CON ADICIÓN DE 2%, 4% Y 6% DE LIMADURA DE HIERRO FUNDIDO, CAJAMARCA, 2022"					
CANTERA:	NICOYA	TIPO DE CANTERA:	FACTORIA			
UBICACIÓN:	CAJAMARCA	TIPO DE MATERIAL:	Limadura de hierro fundido			
FECHA DE MUESTRA:	18/05/2022	RESPONSABLE:	Vargas Minchan Erick Nicolas			
FECHA DE ENSAYO:	25/05/2022	REVISADO POR:	Cabrera Barboza Luz			
GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS (LIMADURA DE HIERRO FUNDIDO)						
ID	DESCRIPCIÓN	Und.	1	2	3	RESULTADO
A	Peso al aire de la muestra desecada.	gr.	500,00	-----	-----	N.A
B	Peso del picnómetro aforado lleno de agua.	gr.	1306,30	-----	-----	N.A
C	Peso total del picnómetro aforado con la muestra y lleno de agua	gr.	1734,90	-----	-----	N.A
S	Peso de la Muestra Saturada Superficie Seca	gr.	500,00	-----	-----	N.A
E	Peso específico aparente (Seco) $P.e.a (seco) = \frac{A}{B + S - C}$	gr/cm³	7,00	-----	-----	
F	Peso específico aparente (SSS) $P.e.a (SSS) = \frac{S}{B + S - C}$	gr/cm³	7,00	-----	-----	
G	Peso específico nominal (Seco) $P.e.a (seco) = \frac{A}{B + A - C}$	gr/cm³	7,00	-----	-----	
H	Absorción $Abs (\%) = \frac{S - A}{A} * 100\%$	(%)	0,00	-----	-----	
N.A: NO APLICA						
OBSERVACIONES: El Hierro fundido al estar expuesto a la interperie y sumergido en agua tiende a oxidarse incrementando su masa						
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		DOCENTE		
						
NOMBRE: Vargas Minchan Erick Nicolas		NOMBRE: Cabrera Barboza Luz		NOMBRE: Quevedo Porras Violeta Zarela		
FECHA: 25/05/2022		FECHA: 26/05/2022		FECHA: 28/05/2022		

ANEXO N° 10: Protocolos de Resistencia a la Compresión de Testigos

Cilíndricos.

Tabla 56

Protocolos de Resistencia a la Compresión de probeta P - 01

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS			CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034			
PROYECTO	TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210KG/CM2 CON ADICIÓN DE 2%, 4% Y 6% DE LIMADURA DE HIERRO FUNDIDO, CAJAMARCA, 2022"			
ID. PROBETA:	P - 01	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.378 cm	
FECHA DE ELABORACIÓN:	30/05/2022	ÁREA (cm²):	185.721 cm²	
FECHA DE ENSAYO:	7/06/2022	RESPONSABLE:	Vargas Minchan Erick Nicolas	
EDAD DE LA PROBETA:	8 Días	REVISADO POR:	Cabrera Barboza Luz	

Nº	CARGA (kg)	Deformación (cm)	σ (kg/cm²)	ϵ_u
1	0	0.000000	0.000000	0.000000
2	1000	0.159000	5.384417	0.005217
3	2000	0.172000	10.768833	0.005643
4	3000	0.187000	16.153250	0.006135
5	4000	0.203000	21.537666	0.006660
6	5000	0.216000	26.922083	0.007087
7	6000	0.225000	32.306499	0.007382
8	7000	0.235000	37.690916	0.007710
9	8000	0.242000	43.075332	0.007940
10	9000	0.248000	48.459749	0.008136
11	10000	0.256000	53.844165	0.008399
12	11000	0.261000	59.228582	0.008563
13	12000	0.264000	64.612998	0.008661
14	13000	0.269000	69.997415	0.008825
15	14000	0.273000	75.381831	0.008957
16	15000	0.277000	80.766248	0.009088
17	16000	0.280000	86.150664	0.009186
18	17000	0.283000	91.535081	0.009285
19	18000	0.286000	96.919497	0.009383
20	19000	0.288000	102.303914	0.009449
21	20000	0.289000	107.688330	0.009482
22	21000	0.292000	113.072747	0.009580
23	22000	0.294000	118.457163	0.009646
24	23000	0.297000	123.841580	0.009744
25	24000	0.301000	129.225996	0.009875
26	25000	0.302000	134.610413	0.009908
27	26000	0.304000	139.994829	0.009974
28	27000	0.306000	145.379246	0.010039
29	28000	0.310000	150.763662	0.010171
30	29000	0.313000	156.148079	0.010269
31	30000	0.315000	161.532495	0.010335
32	31000	0.317000	166.916912	0.010400
33	32000	0.320000	172.301328	0.010499
34	33000	0.321000	177.685745	0.010531
35	34000	0.323000	183.070161	0.010597
36	35000	0.324000	188.454578	0.010630
37	36000	0.326000	193.838994	0.010696
38	37000	0.329000	199.223411	0.010794
39	38000	0.331000	204.607827	0.010860
40	39000	0.334000	209.992244	0.010958
41	40000	0.335000	215.376660	0.010991
42	41000	0.337000	220.761077	0.011056
43	42000	0.339000	226.145493	0.011122
44	43000	0.340000	231.529910	0.011155
45	44000	0.340500	236.914326	0.011171
46	45000	0.341000	242.298743	0.011188
47	46000	0.344000	247.683159	0.011286
48	47000	0.347000	253.067576	0.011385
49	48000	0.348000	258.451992	0.011417
50	49000	0.349000	263.836409	0.011450
51	50000	0.350000	269.220826	0.011483
52	51000	0.352000	274.605242	0.011549
53	52000	0.354000	279.989659	0.011614
54	53000	0.357000	285.374075	0.011713
55	54000	0.362000	290.758492	0.011877
56	55000	0.364000	296.142908	0.011942
57	56000	0.365000	301.527325	0.011975
58	57000	0.368000	306.911741	0.012073
59	58000	0.373000	312.296158	0.012238
60	58413	0.400000	314.519922	0.013123
61				
62				
63				
64				
65				
66				
67				
68				
69				
70				
71				
72				
73				
74				
75				
76				
77				
78				
79				
80				
81				
82				
83				
84				

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
		
NOMBRE: Vargan Minchan Erick Nicolas	NOMBRE: Cabrera Barboza Luz	NOMBRE: Quevedo Porras Violeta Zarela
FECHA: 7/06/2022	FECHA: 07/06/22	FECHA: 28/06/2022

Tabla 57

Protocolos de Resistencia a la Compresión de probeta P - 02

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:	
NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034			
PROYECTO	TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210KG/CM2 CON ADICIÓN DE 2%, 4% Y 6% DE LIMADURA DE HIERRO FUNDIDO, CAJAMARCA, 2022"			
ID. PROBETA:	P - 02	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.138 cm	
FECHA DE ELABORACIÓN:	30/05/2022	ÁREA (cm²):	179.969 cm²	
FECHA DE ENSAYO:	7/06/2022	RESPONSABLE:	Vargas Minchan Erick Nicolas	
EDAD DE LA PROBETA:	8 Días	REVISADO POR:	Cabrera Barboza Luz	

Nº	CARGA (kg)	Deformacion (cm)	σ (kg/cm²)	ϵ_u
1	0	0.000000	0.000000	0.000000
2	1000	0.170000	5.556506	0.005595
3	2000	0.188000	11.113012	0.006187
4	3000	0.199000	16.669519	0.006549
5	4000	0.213000	22.226025	0.007010
6	5000	0.221000	27.782531	0.007273
7	6000	0.235000	33.339037	0.007734
8	7000	0.244000	38.895544	0.008030
9	8000	0.250000	44.452050	0.008227
10	9000	0.256000	50.008556	0.008425
11	10000	0.261000	55.565062	0.008589
12	11000	0.266000	61.121569	0.008754
13	12000	0.270000	66.678075	0.008885
14	13000	0.272000	72.234581	0.008951
15	14000	0.274000	77.791087	0.009017
16	15000	0.276000	83.347594	0.009083
17	16000	0.277000	88.904100	0.009116
18	17000	0.279000	94.460606	0.009182
19	18000	0.281000	100.017112	0.009247
20	19000	0.283000	105.573619	0.009313
21	20000	0.285000	111.130125	0.009379
22	21000	0.288000	116.686631	0.009478
23	22000	0.290000	122.243137	0.009544
24	23000	0.293000	127.799643	0.009642
25	24000	0.296000	133.356150	0.009741
26	25000	0.299000	138.912656	0.009840
27	26000	0.301000	144.469162	0.009906
28	27000	0.304000	150.025668	0.010004
29	28000	0.306000	155.582175	0.010070
30	29000	0.308000	161.138681	0.010136
31	30000	0.310000	166.695187	0.010202
32	31000	0.311000	172.251693	0.010235
33	32000	0.312000	177.808200	0.010268
34	33000	0.313000	183.364706	0.010301
35	34000	0.315000	188.921212	0.010366
36	35000	0.318000	194.477718	0.010465
37	36000	0.319000	200.034225	0.010498
38	37000	0.319500	205.590731	0.010514
39	38000	0.321000	211.147237	0.010564
40	39000	0.323000	216.703743	0.010630
41	40000	0.324000	222.260250	0.010663
42	41000	0.326000	227.816756	0.010728
43	42000	0.328000	233.373262	0.010794
44	43000	0.334000	238.929768	0.010992
45	44000	0.336000	244.486275	0.011057
46	45000	0.339000	250.042781	0.011156
47	46000	0.341000	255.599287	0.011222
48	47000	0.343000	261.155793	0.011288
49	48000	0.344000	266.712299	0.011321
50	49000	0.347000	272.268806	0.011419
51	50000	0.350000	277.825312	0.011518
52	51000	0.352000	283.381818	0.011584
53	52000	0.360000	288.938324	0.011847
54	53000	0.366000	294.494831	0.012045
55	54000	0.372000	300.051337	0.012242
56	55000	0.380000	305.607843	0.012505
57	55999	0.415000	311.164349	0.013657
58				
59				
60				
61				
62				
63				
64				
65				
66				
67				
68				
69				
70				
71				
72				
73				
74				
75				
76				
77				
78				
79				
80				
81				
82				
83				
84				

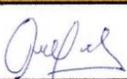
OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
		
NOMBRE: Vargas Minchan Erick Nicolas	NOMBRE: Cabrera Barboza Luz	NOMBRE: Quevedo Porras Violeta Zarela
FECHA: 7/06/2022	FECHA: 07/06/22	FECHA: 28/06/2022

Tabla 58

Protocolos de Resistencia a la Compresión de probeta P - 03

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:	
NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034			
PROYECTO	TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210KG/CM2 CON ADICIÓN DE 2%, 4% Y 6% DE LIMADURA DE HIERRO FUNDIDO, CAJAMARCA, 2022"			
ID. PROBETA:	P - 03	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.383 cm	
FECHA DE ELABORACIÓN:	30/05/2022	ÁREA (cm²):	185.842 cm²	
FECHA DE ENSAYO:	7/06/2022	RESPONSABLE:	Vargas Minchan Erick Nicolas	
EDAD DE LA PROBETA:	8 Días	REVISADO POR:	Cabrera Barboza Luz	

Nº	CARGA (kg)	Deformacion (cm)	σ (kg/cm²)	ϵ_u	Nº	CARGA (kg)	Deformacion (cm)	σ (kg/cm²)	ϵ_u
1	0	0.000000	0.000000	0.000000	43	42000	0.288000	225.998503	0.009454
2	1000	0.124000	5.380917	0.004070	44	43000	0.290000	231.379419	0.009520
3	2000	0.143000	10.761833	0.004694	45	44000	0.291000	236.760336	0.009552
4	3000	0.155000	16.142750	0.005088	46	45000	0.293000	242.141253	0.009618
5	4000	0.166000	21.523667	0.005449	47	46000	0.296000	247.522169	0.009717
6	5000	0.181000	26.904584	0.005942	48	47000	0.298000	252.903086	0.009782
7	6000	0.191000	32.285500	0.006270	49	48000	0.299000	258.284003	0.009815
8	7000	0.199000	37.666417	0.006532	50	49000	0.300000	263.664920	0.009848
9	8000	0.203000	43.047334	0.006664	51	50000	0.303000	269.045836	0.009946
10	9000	0.212000	48.428251	0.006959	52	51000	0.307000	274.426753	0.010078
11	10000	0.217000	53.809167	0.007123	53	52000	0.309000	279.807670	0.010143
12	11000	0.219000	59.190084	0.007189	54	53000	0.312000	285.188587	0.010242
13	12000	0.222000	64.571001	0.007287	55	54000	0.315000	290.569503	0.010340
14	13000	0.224000	69.951917	0.007353	56	55000	0.316000	295.950420	0.010373
15	14000	0.226000	75.332834	0.007419	57	56000	0.317000	301.331337	0.010406
16	15000	0.229000	80.713751	0.007517	58	57000	0.319000	306.712253	0.010472
17	16000	0.232000	86.094668	0.007616	59	58000	0.321000	312.093170	0.010537
18	17000	0.236000	91.475584	0.007747	60	59000	0.327000	317.474087	0.010734
19	18000	0.239000	96.856501	0.007845	61	60000	0.330000	322.855004	0.010833
20	19000	0.240000	102.237418	0.007878	62	60482	0.335000	325.448605	0.010997
21	20000	0.241000	107.618335	0.007911	63				
22	21000	0.242500	112.999251	0.007960	64				
23	22000	0.244000	118.380168	0.008010	65				
24	23000	0.247000	123.761085	0.008108	66				
25	24000	0.249000	129.142001	0.008174	67				
26	25000	0.251000	134.522918	0.008239	68				
27	26000	0.252000	139.903835	0.008272	69				
28	27000	0.254000	145.284752	0.008338	70				
29	28000	0.256000	150.665668	0.008404	71				
30	29000	0.258000	156.046585	0.008469	72				
31	30000	0.260000	161.427502	0.008535	73				
32	31000	0.261000	166.808419	0.008568	74				
33	32000	0.263000	172.189335	0.008633	75				
34	33000	0.265000	177.570252	0.008699	76				
35	34000	0.267000	182.951169	0.008765	77				
36	35000	0.269000	188.332085	0.008830	78				
37	36000	0.272000	193.713002	0.008929	79				
38	37000	0.274000	199.093919	0.008994	80				
39	38000	0.276000	204.474836	0.009060	81				
40	39000	0.278000	209.855752	0.009126	82				
41	40000	0.281000	215.236669	0.009224	83				
42	41000	0.286000	220.617586	0.009388	84				

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
		
NOMBRE: Vargas Minchan Erick Nicolas	NOMBRE: Cabrera Barboza Luz	NOMBRE: Quevedo Porras Violeta Zarela
FECHA: 7/06/2022	FECHA: 07/06/22	FECHA: 28/06/2022

Tabla 59

Protocolos de Resistencia a la Compresión de probeta P - 04

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:	
NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034			
PROYECTO	TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210KG/CM2 CON ADICIÓN DE 2%, 4% Y 6% DE LIMADURA DE HIERRO FUNDIDO, CAJAMARCA, 2022"			
ID. PROBETA:	P - 04	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.178 cm	
FECHA DE ELABORACIÓN:	30/05/2022	ÁREA (cm²):	180.922 cm²	
FECHA DE ENSAYO:	27/06/2022	RESPONSABLE:	Vargas Minchan Erick Nicolas	
EDAD DE LA PROBETA:	28 Días	REVISADO POR:	Cabrera Barboza Luz	

Nº	CARGA (kg)	Deformacion (cm)	σ (kg/cm²)	ϵ_r
1	0	0.000000	0.000000	0.000000
2	1000	0.170000	5.527257	0.005584
3	2000	0.204000	11.054513	0.006700
4	3000	0.221000	16.581770	0.007259
5	4000	0.229000	22.109027	0.007521
6	5000	0.241000	27.636284	0.007915
7	6000	0.248000	33.163540	0.008145
8	7000	0.260000	38.690797	0.008540
9	8000	0.267000	44.218054	0.008769
10	9000	0.273000	49.745310	0.008966
11	10000	0.281000	55.272567	0.009229
12	11000	0.285000	60.799824	0.009361
13	12000	0.290000	66.327081	0.009525
14	13000	0.297000	71.854337	0.009755
15	14000	0.303000	77.381594	0.009952
16	15000	0.307000	82.908851	0.010083
17	16000	0.314000	88.436107	0.010313
18	17000	0.318000	93.963364	0.010444
19	18000	0.323000	99.490621	0.010609
20	19000	0.327000	105.017877	0.010740
21	20000	0.332000	110.545134	0.010904
22	21000	0.337000	116.072391	0.011069
23	22000	0.340000	121.599648	0.011167
24	23000	0.341000	127.126904	0.011200
25	24000	0.344000	132.654161	0.011298
26	25000	0.346000	138.181418	0.011364
27	26000	0.349000	143.708674	0.011463
28	27000	0.350000	149.235931	0.011496
29	28000	0.351000	154.763188	0.011528
30	29000	0.353000	160.290445	0.011594
31	30000	0.358000	165.817701	0.011758
32	31000	0.361000	171.344958	0.011857
33	32000	0.363000	176.872215	0.011922
34	33000	0.365000	182.399471	0.011988
35	34000	0.366000	187.926728	0.012021
36	35000	0.369000	193.453985	0.012120
37	36000	0.370000	198.981242	0.012152
38	37000	0.373000	204.508498	0.012251
39	38000	0.376000	210.035755	0.012349
40	39000	0.379000	215.563012	0.012448
41	40000	0.380000	221.090268	0.012481
42	41000	0.383000	226.617525	0.012579

Nº	CARGA (kg)	Deformacion (cm)	σ (kg/cm²)	ϵ_r
43	42000	0.389000	232.144782	0.012776
44	43000	0.390000	237.672039	0.012809
45	44000	0.393000	243.199295	0.012908
46	45000	0.395000	248.726552	0.012974
47	46000	0.400000	254.253809	0.013138
48	47000	0.402000	259.781065	0.013203
49	48000	0.405000	265.308322	0.013302
50	49000	0.410000	270.835579	0.013466
51	50000	0.411000	276.362835	0.013499
52	51000	0.412000	281.890092	0.013532
53	52000	0.413000	287.417349	0.013565
54	53000	0.415000	292.944606	0.013630
55	54000	0.417000	298.471862	0.013696
56	55000	0.420000	303.999119	0.013795
57	56000	0.424000	309.526376	0.013926
58	57000	0.429000	315.053632	0.014090
59	58000	0.432000	320.580889	0.014189
60	59000	0.433000	326.108146	0.014278
61	60000	0.437000	331.635403	0.015010
62	61000	0.461000	337.162659	0.015141
63	62000	0.461000	342.689916	0.015141
64	63000	0.464000	348.217173	0.015240
65	64000	0.465000	353.744429	0.015273
66	65000	0.469000	359.271686	0.015404
67	66000	0.472000	364.798943	0.015503
68	67000	0.474000	370.326200	0.015568
69	68000	0.477000	375.853456	0.015667
70	69000	0.482000	381.380713	0.015831
71	69364	0.509000	383.392634	0.016718
72				
73				
74				
75				
76				
77				
78				
79				
80				
81				
82				
83				
84				

OBSERVACIONES:

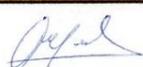
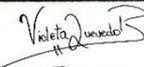
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
		
NOMBRE: Vargas Minchan Erick Nicolas	NOMBRE: Cabrera Barboza Luz	NOMBRE: Quevedo Porras Violeta Zarela
FECHA: 27/06/2022	FECHA: 27/06/22	FECHA: 1/07/2022

Tabla 60

Protocolos de Resistencia a la Compresión de probeta P - 05

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LG-UPNC:	
NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034			
PROYECTO	TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210KG/CM2 CON ADICIÓN DE 2%, 4% Y 6% DE LIMADURA DE HIERRO FUNDIDO, CAJAMARCA, 2022"			
ID. PROBETA:	P - 05	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.470 cm	
FECHA DE ELABORACIÓN:	30/05/2022	ÁREA (cm²):	187.962 cm²	
FECHA DE ENSAYO:	27/06/2022	RESPONSABLE:	Vargas Minchan Erick Nicolas	
EDAD DE LA PROBETA:	28 Días	REVISADO POR:	Cabrera Barboza Luz	

Nº	CARGA (kg)	Deformacion (cm)	σ (kg/cm²)	ϵ_u
1	0	0.000000	0.000000	0.000000
2	1000	0.079000	5.320219	0.002593
3	2000	0.108000	10.640438	0.003545
4	3000	0.127000	15.960656	0.004169
5	4000	0.140000	21.280875	0.004596
6	5000	0.145000	26.601094	0.004760
7	6000	0.156000	31.921313	0.005121
8	7000	0.161000	37.241531	0.005285
9	8000	0.165000	42.561750	0.005416
10	9000	0.170000	47.881969	0.005580
11	10000	0.174000	53.202188	0.005712
12	11000	0.179000	58.522406	0.005876
13	12000	0.184000	63.842625	0.006040
14	13000	0.187000	69.162844	0.006139
15	14000	0.190000	74.483063	0.006237
16	15000	0.193000	79.803282	0.006335
17	16000	0.198000	85.123500	0.006500
18	17000	0.201000	90.443719	0.006598
19	18000	0.207000	95.763938	0.006795
20	19000	0.209000	101.084157	0.006861
21	20000	0.212000	106.404375	0.006959
22	21000	0.214000	111.724594	0.007025
23	22000	0.215000	117.044813	0.007058
24	23000	0.219000	122.365032	0.007189
25	24000	0.221000	127.685251	0.007255
26	25000	0.224000	133.005469	0.007353
27	26000	0.225000	138.325688	0.007386
28	27000	0.226000	143.645907	0.007419
29	28000	0.227000	148.966126	0.007452
30	29000	0.231000	154.286344	0.007583
31	30000	0.236000	159.606563	0.007747
32	31000	0.238000	164.926782	0.007813
33	32000	0.240000	170.247001	0.007878
34	33000	0.241000	175.567219	0.007911
35	34000	0.242000	180.887438	0.007944
36	35000	0.243000	186.207657	0.007977
37	36000	0.245000	191.527876	0.008042
38	37000	0.247000	196.848095	0.008108
39	38000	0.248000	202.168313	0.008141
40	39000	0.249000	207.488532	0.008174
41	40000	0.252000	212.808751	0.008272
42	41000	0.255000	218.128970	0.008371
43	42000	0.256000	223.449188	0.008404
44	43000	0.257000	228.769407	0.008436
45	44000	0.259000	234.089626	0.008502
46	45000	0.262000	239.409845	0.008601
47	46000	0.264000	244.730064	0.008666
48	47000	0.265000	250.050282	0.008699
49	48000	0.265000	255.370501	0.008699
50	49000	0.266000	260.690720	0.008732
51	50000	0.269000	266.010939	0.008830
52	51000	0.270000	271.331157	0.008863
53	52000	0.272000	276.651376	0.008929
54	53000	0.274000	281.971595	0.008994
55	54000	0.276000	287.291814	0.009060
56	55000	0.278000	292.612032	0.009126
57	56000	0.281000	297.932251	0.009224
58	57000	0.282000	303.252470	0.009257
59	58000	0.283000	308.572689	0.009290
60	59000	0.284000	313.892908	0.009323
61	60000	0.284000	319.213126	0.009323
62	61000	0.284000	324.533345	0.009323
63	62000	0.285000	329.853564	0.009356
64	63000	0.285000	335.173783	0.009356
65	64000	0.286000	340.494001	0.009388
66	65000	0.289000	345.814220	0.009487
67	66000	0.290000	351.134439	0.009520
68	67000	0.292000	356.454658	0.009585
69	68000	0.295000	361.774877	0.009684
70	69000	0.299000	367.095095	0.009815
71	70000	0.303000	372.415314	0.009946
72	71000	0.307000	377.735533	0.010078
73	72000	0.311000	383.055752	0.010209
74	72613	0.315000	386.317046	0.010340
75				
76				
77				
78				
79				
80				
81				
82				
83				
84				

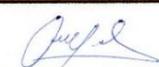
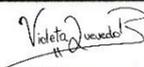
OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
		
NOMBRE: Vargas Minchan Erick Nicolas	NOMBRE: Cabrera Barboza Luz	NOMBRE: Quevedo Porras Violeta Zarela
FECHA: 27/06/2022	FECHA: 27/06/22	FECHA: 1/07/2022

Tabla 61

Protocolo de Resistencia a la Compresión de probeta P – 06

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS			CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034			
PROYECTO	TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210KG/CM2 CON ADICIÓN DE 2%, 4% Y 6% DE LIMADURA DE HIERRO FUNDIDO, CAJAMARCA, 2022"			
ID. PROBETA:	P - 06	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.170 cm	
FECHA DE ELABORACIÓN:	30/05/2022	ÁREA (cm²):	180.743 cm²	
FECHA DE ENSAYO:	27/06/2022	RESPONSABLE:	Vargas Minchan Erick Nicolas	
EDAD DE LA PROBETA:	28 Días	REVISADO POR:	Cabrera Barboza Luz	

Nº	CARGA (kg)	Deformación (cm)	σ (kg/cm²)	ϵ_u
1	0	0.000000	0.000000	0.000000
2	1000	0.159000	5.532723	0.005222
3	2000	0.173000	11.065447	0.005681
4	3000	0.188000	16.598170	0.006174
5	4000	0.198000	22.130894	0.006502
6	5000	0.211000	27.663617	0.006929
7	6000	0.222000	33.196340	0.007291
8	7000	0.229000	38.729064	0.007521
9	8000	0.239000	44.261787	0.007849
10	9000	0.243000	49.794510	0.007980
11	10000	0.249000	55.327234	0.008177
12	11000	0.256000	60.859957	0.008407
13	12000	0.262000	66.392681	0.008604
14	13000	0.267000	71.925404	0.008768
15	14000	0.271000	77.458127	0.008900
16	15000	0.278000	82.990851	0.009130
17	16000	0.282000	88.523574	0.009261
18	17000	0.286000	94.056297	0.009392
19	18000	0.290000	99.589021	0.009524
20	19000	0.295000	105.121744	0.009688
21	20000	0.306000	110.654468	0.010049
22	21000	0.308000	116.187191	0.010115
23	22000	0.314000	121.719914	0.010312
24	23000	0.317000	127.252638	0.010411
25	24000	0.321000	132.785361	0.010542
26	25000	0.323000	138.318084	0.010608
27	26000	0.325000	143.850808	0.010673
28	27000	0.329000	149.383531	0.010805
29	28000	0.335000	154.916255	0.011002
30	29000	0.337000	160.448978	0.011067
31	30000	0.341000	165.981701	0.011199
32	31000	0.342000	171.514425	0.011232
33	32000	0.345000	177.047148	0.011330
34	33000	0.347000	182.579871	0.011396
35	34000	0.348000	188.112595	0.011429
36	35000	0.350000	193.645318	0.011494
37	36000	0.352000	199.178042	0.011560
38	37000	0.354000	204.710765	0.011626
39	38000	0.359000	210.243488	0.011790
40	39000	0.362000	215.776212	0.011888
41	40000	0.364000	221.308935	0.011954
42	41000	0.365000	226.841658	0.011987
43	42000	0.368000	232.374382	0.012085
44	43000	0.370000	237.907105	0.012151
45	44000	0.373000	243.439829	0.012250
46	45000	0.374000	248.972552	0.012282
47	46000	0.375000	254.505275	0.012315
48	47000	0.379000	260.037999	0.012447
49	48000	0.383000	265.570722	0.012578
50	49000	0.389000	271.103445	0.012775
51	50000	0.390000	276.636169	0.012808
52	51000	0.391000	282.168892	0.012841
53	52000	0.394000	287.701616	0.012939
54	53000	0.396000	293.234339	0.013005
55	54000	0.398000	298.767062	0.013071
56	55000	0.404000	304.299786	0.013268
57	56000	0.408000	309.832509	0.013399
58	57000	0.409000	315.365232	0.013432
59	58000	0.411000	320.897956	0.013498
60	59000	0.412000	326.430679	0.013530
61	60000	0.414000	331.963403	0.013596
62	61000	0.416000	337.496126	0.013662
63	62000	0.419000	343.028849	0.013760
64	63000	0.423000	348.561573	0.013892
65	64000	0.424000	354.094296	0.013924
66	65000	0.429000	359.627019	0.014089
67	66000	0.432000	365.159743	0.014187
68	67000	0.434000	370.692466	0.014253
69	68000	0.439000	376.225190	0.014417
70	69000	0.442000	381.757913	0.014516
71	69629	0.444000	385.237996	0.014581
72				
73				
74				
75				
76				
77				
78				
79				
80				
81				
82				
83				
84				

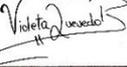
OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
		
NOMBRE: Vargan Minchan Erick Nicolas	NOMBRE: Cabrera Barboza Luz	NOMBRE: Quevedo Porras Violeta Zarela
FECHA: 27/06/2022	FECHA: 27/06/22	FECHA: 1/07/2022

Tabla 62

Protocolo de Resistencia a la Compresión de probeta 2 – 01

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS			CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034			
PROYECTO	TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210KG/CM2 CON ADICIÓN DE 2%, 4% Y 6% DE LIMADURA DE HIERRO FUNDIDO, CAJAMARCA, 2022"			
ID. PROBETA:	2% - 01	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.183 cm	
FECHA DE ELABORACIÓN:	30/05/2022	ÁREA (cm²):	181.041 cm²	
FECHA DE ENSAYO:	7/06/2022	RESPONSABLE:	Vargas Minchan Erick Nicolas	
EDAD DE LA PROBETA:	8 Días	REVISADO POR:	Cabrera Barboza Luz	

Nº	CARGA (kg)	Deformación (cm)	σ (kg/cm²)	ϵ_u
1	0	0.000000	0.000000	0.000000
2	1000	0.053000	5.523617	0.001740
3	2000	0.066000	11.047234	0.002167
4	3000	0.080000	16.570850	0.002626
5	4000	0.090000	22.094467	0.002955
6	5000	0.110000	27.618084	0.003611
7	6000	0.117000	33.141701	0.003841
8	7000	0.127000	38.665317	0.004169
9	8000	0.132000	44.188934	0.004334
10	9000	0.138000	49.712551	0.004531
11	10000	0.140000	55.236168	0.004596
12	11000	0.145000	60.759784	0.004760
13	12000	0.148000	66.283401	0.004859
14	13000	0.153000	71.807018	0.005023
15	14000	0.159000	77.330635	0.005220
16	15000	0.160000	82.854251	0.005253
17	16000	0.161000	88.377868	0.005286
18	17000	0.164000	93.901485	0.005384
19	18000	0.167000	99.425102	0.005483
20	19000	0.170000	104.948719	0.005581
21	20000	0.172000	110.472335	0.005647
22	21000	0.177000	115.995952	0.005811
23	22000	0.178000	121.519569	0.005844
24	23000	0.179000	127.043186	0.005877
25	24000	0.182000	132.566802	0.005975
26	25000	0.188000	138.090419	0.006172
27	26000	0.190000	143.614036	0.006238
28	27000	0.191000	149.137653	0.006271
29	28000	0.195000	154.661269	0.006402
30	29000	0.197000	160.184886	0.006467
31	30000	0.202000	165.708503	0.006632
32	31000	0.208000	171.232120	0.006829
33	32000	0.210000	176.755736	0.006894
34	33000	0.211000	182.279353	0.006927
35	34000	0.214000	187.802970	0.007026
36	35000	0.217000	193.326587	0.007124
37	36000	0.220000	198.850204	0.007223
38	37000	0.222000	204.373820	0.007288
39	38000	0.223000	209.897437	0.007321
40	39000	0.226000	215.421054	0.007420
41	40000	0.228000	220.944671	0.007485
42	41000	0.230000	226.468287	0.007551
43	42000	0.233000	231.991904	0.007649
44	43000	0.236000	237.515521	0.007748
45	44000	0.237500	243.039138	0.007797
46	45000	0.239000	248.562754	0.007846
47	46000	0.241000	254.086371	0.007912
48	47000	0.242000	259.609988	0.007945
49	48000	0.244000	265.133605	0.008011
50	49000	0.246000	270.657221	0.008076
51	50000	0.247000	276.180838	0.008109
52	51000	0.248000	281.704455	0.008142
53	52000	0.250000	287.228072	0.008207
54	53000	0.252000	292.751689	0.008273
55	54000	0.254000	298.275305	0.008339
56	55000	0.256000	303.798922	0.008404
57	56000	0.259500	309.322539	0.008519
58	57000	0.261000	314.846156	0.008569
59	58000	0.263500	320.369772	0.008651
60	59000	0.267000	325.893389	0.008766
61	60000	0.271000	331.417006	0.008897
62	61000	0.273000	336.940623	0.008963
63	61891	0.283000	341.862165	0.009291
64				
65				
66				
67				
68				
69				
70				
71				
72				
73				
74				
75				
76				
77				
78				
79				
80				
81				
82				
83				
84				

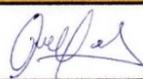
OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
		
NOMBRE: Vargas Minchan Erick Nicolas	NOMBRE: Cabrera Barboza Luz	NOMBRE: Quevedo Porras Violeta Zarela
FECHA: 7/06/2022	FECHA: 07/06/22	FECHA: 28/06/2022

Tabla 63

Protocolo de Resistencia a la Compresión de probeta 2 – 02

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS			CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034			
PROYECTO	TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c=210KG/CM2 CON ADICIÓN DE 2%, 4% Y 6% DE LIMADURA DE HIERRO FUNDIDO, CAJAMARCA, 2022"			
ID. PROBETA:	2% - 02	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.168 cm	
FECHA DE ELABORACIÓN:	30/05/2022	ÁREA (cm²):	180.683 cm2	
FECHA DE ENSAYO:	7/06/2022	RESPONSABLE:	Vargas Minchan Erick Nicolas	
EDAD DE LA PROBETA:	8 Días	REVISADO POR:	Cabrera Barboza Luz	

Nº	CARGA (kg)	Deformacion (cm)	σ (kg/cm²)	ϵ_u
1	0	0.000000	0.000000	0.000000
2	1000	0.141000	5.534547	0.004637
3	2000	0.159000	11.069095	0.005229
4	3000	0.169000	16.603642	0.005558
5	4000	0.177000	22.138190	0.005821
6	5000	0.185000	27.672737	0.006084
7	6000	0.191000	33.207284	0.006282
8	7000	0.201000	38.741832	0.006610
9	8000	0.210000	44.276379	0.006906
10	9000	0.215000	49.810927	0.007071
11	10000	0.219000	55.345474	0.007202
12	11000	0.223000	60.880021	0.007334
13	12000	0.225000	66.414569	0.007400
14	13000	0.229000	71.949116	0.007531
15	14000	0.233000	77.483664	0.007663
16	15000	0.237000	83.018211	0.007794
17	16000	0.240000	88.552758	0.007893
18	17000	0.242000	94.087306	0.007959
19	18000	0.244000	99.621853	0.008025
20	19000	0.246000	105.156401	0.008090
21	20000	0.248000	110.690948	0.008156
22	21000	0.250000	116.225495	0.008222
23	22000	0.252000	121.760043	0.008288
24	23000	0.254000	127.294590	0.008353
25	24000	0.256000	132.829138	0.008419
26	25000	0.258000	138.363685	0.008485
27	26000	0.260000	143.898232	0.008551
28	27000	0.261000	149.432780	0.008584
29	28000	0.263000	154.967327	0.008649
30	29000	0.264000	160.501875	0.008682
31	30000	0.266000	166.036422	0.008748
32	31000	0.267000	171.570969	0.008781
33	32000	0.268000	177.105517	0.008814
34	33000	0.270000	182.640064	0.008880
35	34000	0.270500	188.174612	0.008896
36	35000	0.271000	193.709159	0.008913
37	36000	0.272000	199.243706	0.008945
38	37000	0.275000	204.778254	0.009044
39	38000	0.276000	210.312801	0.009077
40	39000	0.277000	215.847349	0.009110
41	40000	0.279000	221.381896	0.009176
42	41000	0.280000	226.916443	0.009209

Nº	CARGA (kg)	Deformacion (cm)	σ (kg/cm²)	ϵ_u
43	42000	0.281000	232.450991	0.009241
44	43000	0.281500	237.985538	0.009258
45	44000	0.282500	243.520086	0.009291
46	45000	0.283000	249.054633	0.009307
47	46000	0.284000	254.589180	0.009340
48	47000	0.287000	260.123728	0.009439
49	48000	0.288500	265.658275	0.009488
50	49000	0.289000	271.192823	0.009504
51	50000	0.290500	276.727370	0.009554
52	51000	0.292500	282.261917	0.009620
53	52000	0.294500	287.796465	0.009685
54	53000	0.297000	293.331012	0.009768
55	54000	0.301000	298.865560	0.009899
56	55000	0.303000	304.400107	0.009965
57	56000	0.305000	309.934654	0.010031
58	57000	0.307000	315.469202	0.010096
59	58000	0.325000	321.003749	0.010688
60	58830	0.340000	325.597424	0.011182
61				
62				
63				
64				
65				
66				
67				
68				
69				
70				
71				
72				
73				
74				
75				
76				
77				
78				
79				
80				
81				
82				
83				
84				

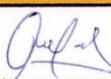
OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
		
NOMBRE: Vargas Minchan Erick Nicolas	NOMBRE: Cabrera Barboza Luz	NOMBRE: Quevedo Porras Violeta Zarela
FECHA: 7/06/2022	FECHA: 07/06/22	FECHA: 28/06/2022

Tabla 64
Protocolo de Resistencia a la Compresión de probeta 2 – 03

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS			CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034			
PROYECTO	TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210KG/CM2 CON ADICIÓN DE 2%, 4% Y 6% DE LIMADURA DE HIERRO FUNDIDO, CAJAMARCA, 2022"			
ID. PROBETA:	2% - 03	DIAMETRO PROBETA (cm):	14.928 cm	
FECHA DE ELABORACIÓN:	30/05/2022	ÁREA (cm²):	175.010 cm²	
FECHA DE ENSAYO:	7/06/2022	RESPONSABLE:	Vargas Minchan Erick Nicolas	
EDAD DE LA PROBETA:	8 Días	REVISADO POR:	Cabrera Barboza Luz	

Nº	CARGA (kg)	Deformacion (cm)	σ (kg/cm²)	ϵ_u
1	0	0.000000	0.000000	0.000000
2	1000	0.163000	5.713944	0.005458
3	2000	0.188000	11.427887	0.006295
4	3000	0.214000	17.141831	0.007166
5	4000	0.237000	22.855775	0.007936
6	5000	0.243000	28.569719	0.008137
7	6000	0.255000	34.283662	0.008539
8	7000	0.265000	39.997606	0.008874
9	8000	0.272000	45.711550	0.009108
10	9000	0.278000	51.425494	0.009309
11	10000	0.286000	57.139437	0.009577
12	11000	0.292000	62.853381	0.009778
13	12000	0.305000	68.567325	0.010213
14	13000	0.314000	74.281268	0.010515
15	14000	0.321000	79.995212	0.010749
16	15000	0.331000	85.709156	0.011084
17	16000	0.337000	91.423100	0.011285
18	17000	0.340000	97.137043	0.011385
19	18000	0.344000	102.850987	0.011519
20	19000	0.347000	108.564931	0.011620
21	20000	0.350000	114.278875	0.011720
22	21000	0.356000	119.992818	0.011921
23	22000	0.362000	125.706762	0.012122
24	23000	0.364000	131.420706	0.012189
25	24000	0.369000	137.134649	0.012356
26	25000	0.372000	142.848593	0.012457
27	26000	0.376000	148.562537	0.012591
28	27000	0.379000	154.276481	0.012691
29	28000	0.382000	159.990424	0.012792
30	29000	0.387000	165.704368	0.012959
31	30000	0.389000	171.418312	0.013026
32	31000	0.393000	177.132256	0.013160
33	32000	0.395000	182.846199	0.013227
34	33000	0.399000	188.560143	0.013361
35	34000	0.408000	194.274087	0.013662
36	35000	0.409000	199.988030	0.013696
37	36000	0.409500	205.701974	0.013712
38	37000	0.410000	211.415918	0.013729
39	38000	0.412000	217.129862	0.013796
40	39000	0.414000	222.843805	0.013863
41	40000	0.416000	228.557749	0.013930
42	41000	0.420000	234.271693	0.014064
43	42000	0.422000	239.985637	0.014131
44	43000	0.424000	245.699580	0.014198
45	44000	0.430000	251.413524	0.014399
46	45000	0.431000	257.127468	0.014432
47	46000	0.433000	262.841411	0.014499
48	47000	0.434000	268.555355	0.014533
49	48000	0.436000	274.269299	0.014600
50	49000	0.438000	279.983243	0.014667
51	50000	0.438500	285.697186	0.014684
52	51000	0.439000	291.411130	0.014700
53	52000	0.439500	297.125074	0.014717
54	53000	0.440000	302.839017	0.014734
55	54000	0.442000	308.552961	0.014801
56	55000	0.443000	314.266905	0.014834
57	56000	0.445000	319.980849	0.014901
58	57000	0.446000	325.694792	0.014935
59	57512	0.448000	328.620332	0.016676
60				
61				
62				
63				
64				
65				
66				
67				
68				
69				
70				
71				
72				
73				
74				
75				
76				
77				
78				
79				
80				
81				
82				
83				
84				

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
		
NOMBRE: Vargas Minchan Erick Nicolas	NOMBRE: Cabrera Barboza Luz	NOMBRE: Quevedo Porras Violeta Zarcla
FECHA: 7/06/2022	FECHA: 07/06/22	FECHA: 28/06/2022

Tabla 65

Protocolo de Resistencia a la Compresión de probeta 2% - 04

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:	
NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034			
PROYECTO	TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210KG/CM2 CON ADICIÓN DE 2%, 4% Y 6% DE LIMADURA DE HIERRO FUNDIDO, CAJAMARCA, 2022"			
ID. PROBETA:	2% - 04	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.473 cm	
FECHA DE ELABORACIÓN:	30/05/2022	ÁREA (cm²):	188.023 cm²	
FECHA DE ENSAYO:	27/06/2022	RESPONSABLE:	Vargas Minchan Erick Nicolas	
EDAD DE LA PROBETA:	28 Días	REVISADO POR:	Cabrera Barboza Luz	

Nº	CARGA (kg)	Deformacion (cm)	σ (kg/cm²)	ϵ_u
1	0	0.000000	0.000000	0.000000
2	1000	0.088000	5.318500	0.002884
3	2000	0.115000	10.636999	0.003769
4	3000	0.135000	15.955499	0.004424
5	4000	0.148000	21.273999	0.004850
6	5000	0.160000	26.592498	0.005244
7	6000	0.167000	31.910998	0.005473
8	7000	0.179000	37.229498	0.005866
9	8000	0.189000	42.547997	0.006194
10	9000	0.195000	47.866497	0.006391
11	10000	0.205000	53.184997	0.006718
12	11000	0.213000	58.503496	0.006981
13	12000	0.217000	63.821996	0.007112
14	13000	0.221000	69.140496	0.007243
15	14000	0.225000	74.458995	0.007374
16	15000	0.231000	79.777495	0.007570
17	16000	0.236000	85.095995	0.007734
18	17000	0.239000	90.414494	0.007833
19	18000	0.240000	95.732994	0.007865
20	19000	0.243000	101.051494	0.007964
21	20000	0.246000	106.369993	0.008062
22	21000	0.250000	111.688493	0.008193
23	22000	0.254000	117.006993	0.008324
24	23000	0.258000	122.325492	0.008455
25	24000	0.261000	127.643992	0.008554
26	25000	0.263000	132.962492	0.008619
27	26000	0.265000	138.280991	0.008685
28	27000	0.268000	143.599491	0.008783
29	28000	0.270000	148.917991	0.008849
30	29000	0.272000	154.236490	0.008914
31	30000	0.276000	159.554990	0.009045
32	31000	0.279000	164.873489	0.009144
33	32000	0.281000	170.191989	0.009209
34	33000	0.283000	175.510489	0.009275
35	34000	0.285000	180.828988	0.009340
36	35000	0.288000	186.147488	0.009438
37	36000	0.290000	191.465988	0.009504
38	37000	0.292000	196.784487	0.009570
39	38000	0.295000	202.102987	0.009668
40	39000	0.301000	207.421487	0.009865
41	40000	0.304000	212.739986	0.009963
42	41000	0.306000	218.058486	0.010028

Nº	CARGA (kg)	Deformacion (cm)	σ (kg/cm²)	ϵ_u
43	42000	0.309000	223.376986	0.010127
44	43000	0.312000	228.695485	0.010225
45	44000	0.314000	234.013985	0.010291
46	45000	0.316000	239.332485	0.010356
47	46000	0.319000	244.650984	0.010454
48	47000	0.321000	249.969484	0.010520
49	48000	0.322000	255.287984	0.010553
50	49000	0.324000	260.606483	0.010618
51	50000	0.328000	265.924983	0.010749
52	51000	0.331000	271.243483	0.010848
53	52000	0.334000	276.561982	0.010946
54	53000	0.336000	281.880482	0.011012
55	54000	0.338000	287.198982	0.011077
56	55000	0.340000	292.517481	0.011143
57	56000	0.342000	297.835981	0.011208
58	57000	0.343000	303.154481	0.011241
59	58000	0.345000	308.472980	0.011307
60	59000	0.347000	313.791480	0.011372
61	60000	0.347000	319.109980	0.011372
62	61000	0.349000	324.428479	0.011438
63	62000	0.350000	329.746979	0.011470
64	63000	0.352000	335.065479	0.011536
65	64000	0.355000	340.383978	0.011634
66	65000	0.359000	345.702478	0.011765
67	66000	0.362000	351.020978	0.011864
68	67000	0.363000	356.339477	0.011896
69	68000	0.364000	361.657977	0.011929
70	69000	0.365000	366.976477	0.011962
71	70000	0.369000	372.294976	0.012093
72	71000	0.371000	377.613476	0.012159
73	72000	0.375000	382.931976	0.012290
74	73000	0.380000	388.250475	0.012454
75	73329	0.388000	390.000262	0.012716
76				
77				
78				
79				
80				
81				
82				
83				
84				

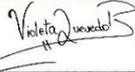
OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
		
NOMBRE: Vargas Minchan Erick Nicolas	NOMBRE: Cabrera Barboza Luz	NOMBRE: Quevedo Porras Violeta Zarela
FECHA: 27/06/2022	FECHA: 27/06/22	FECHA: 1/07/2022

Tabla 66
Protocolo de Resistencia a la Compresión de probeta 2% – 05

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:	
NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034			
PROYECTO	TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210KG/CM2 CON ADICIÓN DE 2%, 4% Y 6% DE LIMADURA DE HIERRO FUNDIDO, CAJAMARCA, 2022"			
ID. PROBETA:	2% - 05	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.470 cm	
FECHA DE ELABORACIÓN:	30/05/2022	ÁREA (cm²):	187.962 cm²	
FECHA DE ENSAYO:	27/06/2022	RESPONSABLE:	Vargas Minchan Erick Nicolas	
EDAD DE LA PROBETA:	28 Días	REVISADO POR:	Cabrera Barboza Luz	

Nº	CARGA (kg)	Deformacion (cm)	σ (kg/cm²)	ϵ_u
1	0	0.000000	0.000000	0.000000
2	1000	0.171000	5.320219	0.005611
3	2000	0.200000	10.640438	0.006562
4	3000	0.219000	15.960656	0.007186
5	4000	0.233000	21.280875	0.007645
6	5000	0.243000	26.601094	0.007973
7	6000	0.253000	31.921313	0.008301
8	7000	0.262000	37.241531	0.008597
9	8000	0.269000	42.561750	0.008826
10	9000	0.272000	47.881969	0.008925
11	10000	0.280000	53.202188	0.009187
12	11000	0.284000	58.522406	0.009319
13	12000	0.286000	63.842625	0.009384
14	13000	0.289000	69.162844	0.009483
15	14000	0.293000	74.483063	0.009614
16	15000	0.299000	79.803282	0.009811
17	16000	0.303000	85.123500	0.009942
18	17000	0.306000	90.443719	0.010040
19	18000	0.308000	95.763938	0.010106
20	19000	0.313000	101.084157	0.010270
21	20000	0.314000	106.404375	0.010303
22	21000	0.315000	111.724594	0.010336
23	22000	0.320000	117.044813	0.010500
24	23000	0.322000	122.365032	0.010565
25	24000	0.324000	127.685251	0.010631
26	25000	0.327000	133.005469	0.010730
27	26000	0.330000	138.325688	0.010828
28	27000	0.332000	143.645907	0.010894
29	28000	0.336000	148.966126	0.011025
30	29000	0.338000	154.286344	0.011090
31	30000	0.339000	159.606563	0.011123
32	31000	0.340000	164.926782	0.011156
33	32000	0.342000	170.247001	0.011222
34	33000	0.343000	175.567219	0.011255
35	34000	0.344000	180.887438	0.011287
36	35000	0.347000	186.207657	0.011386
37	36000	0.348000	191.527876	0.011419
38	37000	0.349000	196.848095	0.011451
39	38000	0.350000	202.168313	0.011484
40	39000	0.354000	207.488532	0.011615
41	40000	0.356000	212.808751	0.011681
42	41000	0.357000	218.128970	0.011714

Nº	CARGA (kg)	Deformacion (cm)	σ (kg/cm²)	ϵ_u
43	42000	0.360000	223.449188	0.011812
44	43000	0.361000	228.769407	0.011845
45	44000	0.363000	234.089626	0.011911
46	45000	0.364000	239.409845	0.011944
47	46000	0.364000	244.730064	0.011944
48	47000	0.365000	250.050282	0.011976
49	48000	0.368000	255.370501	0.012075
50	49000	0.390000	260.690720	0.012797
51	50000	0.395000	266.010939	0.012961
52	51000	0.398000	271.331157	0.013059
53	52000	0.402000	276.651376	0.013190
54	53000	0.404000	281.971595	0.013256
55	54000	0.408000	287.291814	0.013387
56	55000	0.409000	292.612032	0.013420
57	56000	0.411000	297.932251	0.013486
58	57000	0.414000	303.252470	0.013584
59	58000	0.416000	308.572689	0.013650
60	59000	0.419000	313.892908	0.013748
61	60000	0.420000	319.213126	0.013781
62	61000	0.424000	324.533345	0.013912
63	62000	0.427000	329.853564	0.014011
64	63000	0.432000	335.173783	0.014175
65	64000	0.434000	340.494001	0.014240
66	65000	0.436000	345.814220	0.014306
67	66000	0.439000	351.134439	0.014404
68	67000	0.440000	356.454658	0.014437
69	68000	0.443000	361.774877	0.014536
70	69000	0.463000	367.095095	0.015192
71	70000	0.489000	372.415314	0.016045
72	71000	0.490000	377.735533	0.016078
73	71483	0.492000	380.305198	0.016143
74				
75				
76				
77				
78				
79				
80				
81				
82				
83				
84				

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
		
NOMBRE: Vargas Minchan Erick Nicolas	NOMBRE: Cabrera Barboza Luz	NOMBRE: Quevedo Porras Violeta Zarela
FECHA: 27/06/2022	FECHA: 27/06/22	FECHA: 1/07/2022

Tabla 67

Protocolo de Resistencia a la Compresión de probeta 2% - 06

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:	
NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034			
PROYECTO	TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210KG/CM2 CON ADICIÓN DE 2%, 4% Y 6% DE LIMADURA DE HIERRO FUNDIDO, CAJAMARCA, 2022"			
ID. PROBETA:	2% - 06	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.465 cm	
FECHA DE ELABORACIÓN:	30/05/2022	ÁREA (cm ²):	187.841 cm ²	
FECHA DE ENSAYO:	27/06/2022	RESPONSABLE:	Vargas Minchan Erick Nicolas	
EDAD DE LA PROBETA:	28 Días	REVISADO POR:	Cabrera Barboza Luz	

Nº	CARGA (kg)	Deformacion (cm)	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
1	0	0.000000	0.000000	0.000000
2	1000	0.088000	5.323659	0.002887
3	2000	0.113000	10.647319	0.003707
4	3000	0.131000	15.970978	0.004298
5	4000	0.140000	21.294638	0.004593
6	5000	0.149000	26.618297	0.004888
7	6000	0.159000	31.941957	0.005217
8	7000	0.164000	37.265616	0.005381
9	8000	0.169000	42.589276	0.005545
10	9000	0.176000	47.912935	0.005774
11	10000	0.182000	53.236595	0.005971
12	11000	0.187000	58.560254	0.006135
13	12000	0.190000	63.883914	0.006234
14	13000	0.193000	69.207573	0.006332
15	14000	0.198000	74.531233	0.006496
16	15000	0.202000	79.854892	0.006627
17	16000	0.205000	85.178552	0.006726
18	17000	0.208000	90.502211	0.006824
19	18000	0.210000	95.825871	0.006890
20	19000	0.213000	101.149530	0.006988
21	20000	0.214000	106.473190	0.007021
22	21000	0.217000	111.796849	0.007119
23	22000	0.218000	117.120509	0.007152
24	23000	0.220000	122.444168	0.007218
25	24000	0.223000	127.767828	0.007316
26	25000	0.224000	133.091487	0.007349
27	26000	0.225000	138.415147	0.007382
28	27000	0.227000	143.738806	0.007448
29	28000	0.230000	149.062466	0.007546
30	29000	0.232000	154.386125	0.007612
31	30000	0.234000	159.709785	0.007677
32	31000	0.235000	165.033444	0.007710
33	32000	0.236000	170.357104	0.007743
34	33000	0.238000	175.680763	0.007808
35	34000	0.239000	181.004423	0.007841
36	35000	0.240000	186.328082	0.007874
37	36000	0.241000	191.651742	0.007907
38	37000	0.242000	196.975401	0.007940
39	38000	0.243000	202.299061	0.007972
40	39000	0.244000	207.622720	0.008005
41	40000	0.245000	212.946380	0.008038
42	41000	0.246000	218.270039	0.008071

Nº	CARGA (kg)	Deformacion (cm)	σ (kg/cm ²)	ϵ_u
43	42000	0.247000	223.593699	0.008104
44	43000	0.248000	228.917358	0.008136
45	44000	0.251000	234.241017	0.008235
46	45000	0.253000	239.564677	0.008301
47	46000	0.255000	244.888337	0.008366
48	47000	0.256000	250.211996	0.008399
49	48000	0.258000	255.535656	0.008465
50	49000	0.259000	260.859315	0.008497
51	50000	0.260000	266.182975	0.008530
52	51000	0.262000	271.506634	0.008596
53	52000	0.261000	276.830294	0.008563
54	53000	0.264000	282.153953	0.008661
55	54000	0.265000	287.477613	0.008694
56	55000	0.266000	292.801272	0.008727
57	56000	0.267000	298.124932	0.008760
58	57000	0.269000	303.448591	0.008825
59	58000	0.270000	308.772251	0.008858
60	59000	0.271000	314.095910	0.008891
61	60000	0.272000	319.419570	0.008924
62	61000	0.273000	324.743229	0.008957
63	62000	0.274000	330.066889	0.008990
64	63000	0.276000	335.390548	0.009055
65	64000	0.278000	340.714208	0.009121
66	65000	0.280000	346.037867	0.009186
67	66000	0.281000	351.361527	0.009219
68	67000	0.283000	356.685186	0.009285
69	68000	0.284000	362.008846	0.009318
70	69000	0.285000	367.332505	0.009350
71	70000	0.286000	372.656165	0.009383
72	71000	0.289000	377.979824	0.009448
73	72000	0.290000	383.303484	0.009514
74	73000	0.293000	388.627143	0.009613
75	74000	0.297000	393.950803	0.009744
76	75000	0.301000	399.274462	0.009875
77	76000	0.303000	404.598122	0.009941
78	76201	0.307000	405.668177	0.010072
79				
80				
81				
82				
83				
84				

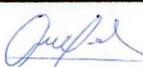
OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
		
NOMBRE: Vargas Minchan Erick Nicolas	NOMBRE: Cabrera Barboza Luz	NOMBRE: Quevedo Porras Violeta Zarela
FECHA: 27/06/2022	FECHA: 27/06/22	FECHA: 1/07/2022

Tabla 68

Protocolo de Resistencia a la Compresión de probeta 4% - 01

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS			CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034			
PROYECTO	TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210KG/CM2 CON ADICIÓN DE 2%, 4% Y 6% DE LIMADURA DE HIERRO FUNDIDO, CAJAMARCA, 2022"			
ID. PROBETA:	4% - 01	DIAMETRO PROBETA (cm):	14.855 cm	
FECHA DE ELABORACIÓN:	31/05/2022	ÁREA (cm²):	173.315 cm²	
FECHA DE ENSAYO:	7/06/2022	RESPONSABLE:	Vargas Minchan Erick Nicolas	
EDAD DE LA PROBETA:	7 Días	REVISADO POR:	Cabrera Barboza Luz	

Nº	CARGA (kg)	Deformacion (cm)	σ (kg/cm²)	ϵ_R
1	0	0.000000	0.000000	0.000000
2	1000	0.157000	5.769854	0.005272
3	2000	0.197000	11.539708	0.006615
4	3000	0.220000	17.309561	0.007388
5	4000	0.232000	23.079415	0.007790
6	5000	0.245000	28.849269	0.008227
7	6000	0.251000	34.619123	0.008428
8	7000	0.263000	40.388976	0.008831
9	8000	0.273000	46.158830	0.009167
10	9000	0.280000	51.928684	0.009402
11	10000	0.287000	57.698538	0.009637
12	11000	0.299000	63.468391	0.010040
13	12000	0.307000	69.238245	0.010309
14	13000	0.315000	75.008099	0.010578
15	14000	0.318000	80.777953	0.010678
16	15000	0.325000	86.547806	0.010913
17	16000	0.331000	92.317660	0.011115
18	17000	0.337000	98.087514	0.011316
19	18000	0.343000	103.857368	0.011518
20	19000	0.347000	109.627222	0.011652
21	20000	0.351000	115.397075	0.011786
22	21000	0.355000	121.166929	0.011921
23	22000	0.360000	126.936783	0.012089
24	23000	0.363000	132.706637	0.012189
25	24000	0.370000	138.476490	0.012424
26	25000	0.376000	144.246344	0.012626
27	26000	0.381000	150.016198	0.012794
28	27000	0.387000	155.786052	0.012995
29	28000	0.392000	161.555905	0.013163
30	29000	0.396000	167.325759	0.013298
31	30000	0.401000	173.095613	0.013465
32	31000	0.405000	178.865467	0.013600
33	32000	0.410000	184.635321	0.013768
34	33000	0.415000	190.405174	0.013936
35	34000	0.417000	196.175028	0.014003
36	35000	0.419000	201.944882	0.014070
37	36000	0.421000	207.714736	0.014137
38	37000	0.423000	213.484589	0.014204
39	38000	0.425000	219.254443	0.014271
40	39000	0.427000	225.024297	0.014338
41	40000	0.429000	230.794151	0.014406
42	41000	0.430000	236.564004	0.014439

Nº	CARGA (kg)	Deformacion (cm)	σ (kg/cm²)	ϵ_R
43	42000	0.455000	242.333858	0.015279
44	43000	0.458000	248.103712	0.015379
45	44000	0.460000	253.873566	0.015447
46	45000	0.463000	259.643419	0.015547
47	46000	0.475000	265.413273	0.015950
48	47000	0.476000	271.183127	0.015984
49	48000	0.478000	276.952981	0.016051
50	49000	0.481000	282.722835	0.016152
51	50000	0.484000	288.492688	0.016253
52	50808	0.498000	293.154730	0.016723
53				
54				
55				
56				
57				
58				
59				
60				
61				
62				
63				
64				
65				
66				
67				
68				
69				
70				
71				
72				
73				
74				
75				
76				
77				
78				
79				
80				
81				
82				
83				
84				

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
		
NOMBRE: Vargas Minchan Erick Nicolas	NOMBRE: Cabrera Barboza Luz	NOMBRE: Quevedo Porras Violeta Zarela
FECHA: 7/06/2022	FECHA: 07/06/22	FECHA: 28/06/2022

Tabla 69

Protocolo de Resistencia a la Compresión de probeta 4 – 02

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS			CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034			
PROYECTO	TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210KG/CM2 CON ADICIÓN DE 2%, 4% Y 6% DE LIMADURA DE HIERRO FUNDIDO, CAJAMARCA, 2022"			
ID. PROBETA:	4% - 02	DIAMETRO PROBETA (cm):	14.835 cm	
FECHA DE ELABORACIÓN:	31/05/2022	ÁREA (cm²):	172.848 cm²	
FECHA DE ENSAYO:	7/06/2022	RESPONSABLE:	Vargas Minchan Erick Nicolas	
EDAD DE LA PROBETA:	7 Días	REVISADO POR:	Cabrera Barboza Luz	

Nº	CARGA (kg)	Deformacion (cm)	σ (kg/cm²)	ϵ_u
1	0	0.000000	0.000000	0.000000
2	1000	0.252000	5.785422	0.008469
3	2000	0.282000	11.570843	0.009477
4	3000	0.288000	17.356265	0.009679
5	4000	0.317000	23.141687	0.010653
6	5000	0.330000	28.927108	0.011090
7	6000	0.339000	34.712530	0.011392
8	7000	0.347000	40.497952	0.011661
9	8000	0.351000	46.283373	0.011796
10	9000	0.357000	52.068795	0.011997
11	10000	0.363000	57.854217	0.012199
12	11000	0.367000	63.639638	0.012333
13	12000	0.372000	69.425060	0.012501
14	13000	0.380000	75.210482	0.012770
15	14000	0.389000	80.995903	0.013073
16	15000	0.390000	86.781325	0.013106
17	16000	0.395000	92.566747	0.013274
18	17000	0.405000	98.352168	0.013610
19	18000	0.412000	104.137590	0.013846
20	19000	0.415000	109.923012	0.013946
21	20000	0.420000	115.708433	0.014114
22	21000	0.424000	121.493855	0.014249
23	22000	0.431000	127.279277	0.014484
24	23000	0.436000	133.064698	0.014652
25	24000	0.439000	138.850120	0.014753
26	25000	0.441000	144.635542	0.014820
27	26000	0.445000	150.420963	0.014955
28	27000	0.449000	156.206385	0.015089
29	28000	0.456000	161.991807	0.015324
30	29000	0.462000	167.777228	0.015526
31	30000	0.465000	173.562650	0.015627
32	31000	0.467000	179.348072	0.015694
33	32000	0.469000	185.133493	0.015761
34	33000	0.471000	190.918915	0.015828
35	34000	0.472000	196.704336	0.015862
36	35000	0.474000	202.489758	0.015929
37	36000	0.478000	208.275180	0.016064
38	37000	0.485000	214.060601	0.016299
39	38000	0.489000	219.846023	0.016433
40	39000	0.500000	225.631445	0.016803
41	40000	0.502000	231.416866	0.016970
42	41000	0.505000	237.202288	0.016971

Nº	CARGA (kg)	Deformacion (cm)	σ (kg/cm²)	ϵ_u
43	42000	0.511000	242.987710	0.017173
44	43000	0.514000	248.773131	0.017273
45	44000	0.516000	254.558553	0.017341
46	45000	0.518000	260.343975	0.017408
47	46000	0.528000	266.129396	0.017744
48	47000	0.534000	271.914818	0.017946
49	48000	0.535000	277.700240	0.017979
50	49000	0.539000	283.485661	0.018114
51	50000	0.540000	289.271083	0.018147
52	51000	0.544000	295.056505	0.018282
53	52000	0.546000	300.841926	0.018349
54	52912	0.570000	306.118231	0.019155
55				
56				
57				
58				
59				
60				
61				
62				
63				
64				
65				
66				
67				
68				
69				
70				
71				
72				
73				
74				
75				
76				
77				
78				
79				
80				
81				
82				
83				
84				

OBSERVACIONES:

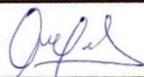
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
		
NOMBRE: Vargas Minchan Erick Nicolas	NOMBRE: Cabrera Barboza Luz	NOMBRE: Quevedo Porras Violeta Zarela
FECHA: 7/06/2022	FECHA: 07/06/22	FECHA: 28/06/2022

Tabla 70

Protocolo de Resistencia a la Compresión de probeta 4% - 03

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS			CÓDIGO DEL DOCUMENTO:
NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034			RCTC-LC-UPNC:
PROYECTO	TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210KG/CM2 CON ADICIÓN DE 2%, 4% Y 6% DE LIMADURA DE HIERRO FUNDIDO, CAJAMARCA, 2022"			
ID. PROBETA:	4% - 03	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.053 cm	
FECHA DE ELABORACIÓN:	31/05/2022	ÁREA (cm²):	177.954 cm²	
FECHA DE ENSAYO:	7/06/2022	RESPONSABLE:	Vargas Minchan Erick Nicolas	
EDAD DE LA PROBETA:	7 Días	REVISADO POR:	Cabrera Barboza Luz	

Nº	CARGA (kg)	Deformacion (cm)	σ (kg/cm²)	ϵ_R
1	0	0.000000	0.000000	0.000000
2	1000	0.130000	5.619438	0.004267
3	2000	0.142000	11.238875	0.004661
4	3000	0.155000	16.858313	0.005088
5	4000	0.161000	22.477750	0.005284
6	5000	0.170000	28.097188	0.005580
7	6000	0.178000	33.716625	0.005842
8	7000	0.186000	39.336063	0.006105
9	8000	0.190000	44.955500	0.006236
10	9000	0.197000	50.574938	0.006466
11	10000	0.205000	56.194375	0.006729
12	11000	0.211000	61.813813	0.006926
13	12000	0.214000	67.433250	0.007024
14	13000	0.216000	73.052688	0.007090
15	14000	0.219000	78.672125	0.007188
16	15000	0.222000	84.291563	0.007287
17	16000	0.223000	89.911000	0.007319
18	17000	0.225000	95.530438	0.007385
19	18000	0.231000	101.149875	0.007582
20	19000	0.233000	106.769313	0.007648
21	20000	0.235000	112.388750	0.007713
22	21000	0.236000	118.008188	0.007746
23	22000	0.236200	123.627625	0.007753
24	23000	0.236400	129.247063	0.007759
25	24000	0.236800	134.866500	0.007772
26	25000	0.237000	140.485938	0.007779
27	26000	0.237100	146.105376	0.007782
28	27000	0.237200	151.724813	0.007786
29	28000	0.239000	157.344251	0.007845
30	29000	0.240000	162.963688	0.007877
31	30000	0.242000	168.583126	0.007943
32	31000	0.245000	174.202563	0.008042
33	32000	0.248000	179.822001	0.008140
34	33000	0.255000	185.441438	0.008370
35	34000	0.257000	191.060876	0.008435
36	35000	0.260000	196.680313	0.008534
37	36000	0.260500	202.299751	0.008550
38	37000	0.261000	207.919188	0.008567
39	38000	0.263000	213.538626	0.008632
40	39000	0.264000	219.158063	0.008665
41	40000	0.267000	224.777501	0.008764
42	41000	0.267500	230.396938	0.008780

Nº	CARGA (kg)	Deformacion (cm)	σ (kg/cm²)	ϵ_R
43	42000	0.268000	236.016376	0.008796
44	43000	0.268500	241.635813	0.008813
45	44000	0.269300	247.255251	0.008839
46	45000	0.270000	252.874688	0.008862
47	46000	0.272000	258.494126	0.008928
48	47000	0.275000	264.113563	0.009026
49	48000	0.278000	269.733001	0.009125
50	49000	0.280000	275.352438	0.009190
51	50000	0.282000	280.971876	0.009256
52	51000	0.285000	286.591314	0.009354
53	52000	0.286000	292.210751	0.009387
54	53000	0.287000	297.830189	0.009420
55	54000	0.289000	303.449626	0.009486
56	55000	0.291000	309.069064	0.009551
57	56000	0.296000	314.688501	0.009716
58	57000	0.330000	320.307939	0.010832
59	57949	0.344000	325.640785	0.011291
60				
61				
62				
63				
64				
65				
66				
67				
68				
69				
70				
71				
72				
73				
74				
75				
76				
77				
78				
79				
80				
81				
82				
83				
84				

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
		
NOMBRE: Vargas Minchan Erick Nicolas	NOMBRE: Cabrera Barboza Luz	NOMBRE: Quevedo Porras Violeta Zarela
FECHA: 7/06/2022	FECHA: 07/06/22	FECHA: 28/06/2022

Tabla 71

Protocolo de Resistencia a la Compresión de probeta 4% - 04

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS			CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034			
PROYECTO	TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210KG/CM2 CON ADICIÓN DE 2%, 4% Y 6% DE LIMADURA DE HIERRO FUNDIDO, CAJAMARCA, 2022"			
ID. PROBETA:	4% - 04	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.230 cm	
FECHA DE ELABORACIÓN:	31/05/2022	ÁREA (cm²):	182.175 cm²	
FECHA DE ENSAYO:	28/06/2022	RESPONSABLE:	Vargas Minchan Erick Nicolas	
EDAD DE LA PROBETA:	28 Días	REVISADO POR:	Cabrera Barboza Luz	

Nº	CARGA (kg)	Deformacion (cm)	σ (kg/cm²)	ϵ_u
1	0	0.000000	0.000000	0.000000
2	1000	0.262000	5.489216	0.008576
3	2000	0.288000	10.978432	0.009427
4	3000	0.305000	16.467648	0.009984
5	4000	0.318000	21.956864	0.010409
6	5000	0.324000	27.446079	0.010606
7	6000	0.336000	32.935295	0.010998
8	7000	0.340000	38.424511	0.011129
9	8000	0.343000	43.913727	0.011227
10	9000	0.347000	49.402943	0.011358
11	10000	0.350000	54.892159	0.011457
12	11000	0.352000	60.381375	0.011522
13	12000	0.358000	65.870591	0.011718
14	13000	0.361000	71.359807	0.011817
15	14000	0.363000	76.849022	0.011882
16	15000	0.366000	82.338238	0.011980
17	16000	0.370000	87.827454	0.012111
18	17000	0.373000	93.316670	0.012209
19	18000	0.376000	98.805886	0.012308
20	19000	0.378000	104.295102	0.012373
21	20000	0.383000	109.784318	0.012537
22	21000	0.390000	115.273534	0.012766
23	22000	0.394000	120.762750	0.012897
24	23000	0.398000	126.251966	0.013028
25	24000	0.401000	131.741181	0.013126
26	25000	0.407000	137.230397	0.013322
27	26000	0.410000	142.719613	0.013421
28	27000	0.412000	148.208829	0.013486
29	28000	0.413000	153.698045	0.013519
30	29000	0.415000	159.187261	0.013584
31	30000	0.419000	164.676477	0.013715
32	31000	0.421000	170.165693	0.013781
33	32000	0.423000	175.654909	0.013846
34	33000	0.427000	181.144124	0.013977
35	34000	0.433000	186.633340	0.014173
36	35000	0.436000	192.122556	0.014272
37	36000	0.438000	197.611772	0.014337
38	37000	0.440000	203.100988	0.014403
39	38000	0.440000	208.590204	0.014403
40	39000	0.441000	214.079420	0.014435
41	40000	0.442000	219.568636	0.014468
42	41000	0.444000	225.057852	0.014534

Nº	CARGA (kg)	Deformacion (cm)	σ (kg/cm²)	ϵ_u
43	42000	0.447000	230.547067	0.014632
44	43000	0.448000	236.036283	0.014664
45	44000	0.450000	241.525499	0.014730
46	45000	0.452000	247.014715	0.014795
47	46000	0.456000	252.503931	0.014926
48	47000	0.459000	257.993147	0.015025
49	48000	0.461000	263.482363	0.015090
50	49000	0.463000	268.971579	0.015155
51	50000	0.464000	274.460795	0.015188
52	51000	0.464000	279.950010	0.015188
53	52000	0.465000	285.439226	0.015221
54	53000	0.468000	290.928442	0.015319
55	54000	0.471000	296.417658	0.015417
56	55000	0.473000	301.906874	0.015483
57	56000	0.474000	307.396090	0.015516
58	57000	0.477000	312.885306	0.015614
59	58000	0.478000	318.374522	0.015646
60	59000	0.480000	323.863738	0.015712
61	60000	0.482000	329.352953	0.015777
62	61000	0.486000	334.842169	0.015908
63	62000	0.488000	340.331385	0.015974
64	63000	0.490000	345.820601	0.016039
65	64000	0.491000	351.309817	0.016072
66	65000	0.493000	356.799033	0.016137
67	66000	0.494000	362.288249	0.016170
68	67000	0.495000	367.777465	0.016203
69	68000	0.504000	373.266681	0.016498
70	69000	0.508000	378.755897	0.016628
71	70000	0.512000	384.245112	0.016759
72	71000	0.516000	389.734328	0.016890
73	72000	0.519000	395.223544	0.016989
74	72754	0.528000	399.362413	0.017283
75				
76				
77				
78				
79				
80				
81				
82				
83				
84				

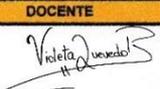
OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
		
NOMBRE: Vargas Minchan Erick Nicolas	NOMBRE: Cabrera Barboza Luz	NOMBRE: Quevedo Porras Violeta Zarela
FECHA: 28/06/2022	FECHA: 28/06/22	FECHA: 1/07/2022

Tabla 72

Protocolo de Resistencia a la Compresión de probeta 4% – 05

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE				
PROTOCOLO				
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:	
NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034			
PROYECTO	TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210KG/CM2 CON ADICIÓN DE 2%, 4% Y 6% DE LIMADURA DE HIERRO FUNDIDO, CAJAMARCA, 2022"			
ID. PROBETA:	4% - 05	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.155 cm	
FECHA DE ELABORACIÓN:	31/05/2022	ÁREA (cm²):	180.386 cm²	
FECHA DE ENSAYO:	28/06/2022	RESPONSABLE:	Vargas Minchan Erick Nicolas	
EDAD DE LA PROBETA:	28 Días	REVISADO POR:	Cabrera Barboza Luz	

Nº	CARGA (kg)	Deformacion (cm)	σ (kg/cm²)	ϵ_H
1	0	0.000000	0.000000	0.000000
2	1000	0.225000	5.543681	0.007399
3	2000	0.255000	11.087362	0.008385
4	3000	0.269000	16.631043	0.008846
5	4000	0.280000	22.174724	0.009207
6	5000	0.287000	27.718405	0.009438
7	6000	0.296000	33.262086	0.009734
8	7000	0.304000	38.805767	0.009997
9	8000	0.313000	44.349449	0.010293
10	9000	0.318000	49.893130	0.010457
11	10000	0.322000	55.436811	0.010589
12	11000	0.329000	60.980492	0.010819
13	12000	0.333000	66.524173	0.010950
14	13000	0.338000	72.067854	0.011115
15	14000	0.340000	77.611535	0.011181
16	15000	0.342000	83.155216	0.011246
17	16000	0.345000	88.698897	0.011345
18	17000	0.347000	94.242578	0.011411
19	18000	0.348000	99.786259	0.011444
20	19000	0.350000	105.329940	0.011509
21	20000	0.352000	110.873621	0.011575
22	21000	0.355000	116.417302	0.011674
23	22000	0.360000	121.960984	0.011838
24	23000	0.362000	127.504665	0.011904
25	24000	0.363000	133.048346	0.011937
26	25000	0.365000	138.592027	0.012003
27	26000	0.367000	144.135708	0.012068
28	27000	0.369000	149.679389	0.012134
29	28000	0.371000	155.223070	0.012200
30	29000	0.373000	160.766751	0.012266
31	30000	0.376000	166.310432	0.012364
32	31000	0.377000	171.854113	0.012397
33	32000	0.379000	177.397794	0.012463
34	33000	0.386000	182.941475	0.012693
35	34000	0.388000	188.485156	0.012759
36	35000	0.390000	194.028837	0.012825
37	36000	0.392000	199.572519	0.012890
38	37000	0.394000	205.116200	0.012956
39	38000	0.395000	210.659881	0.012989
40	39000	0.400000	216.203562	0.013154
41	40000	0.402000	221.747243	0.013219
42	41000	0.405000	227.290924	0.013318

Nº	CARGA (kg)	Deformacion (cm)	σ (kg/cm²)	ϵ_H
43	42000	0.408000	232.834605	0.013417
44	43000	0.410000	238.378286	0.013482
45	44000	0.411000	243.921967	0.013515
46	45000	0.413000	249.465648	0.013581
47	46000	0.415000	255.009329	0.013647
48	47000	0.418000	260.553010	0.013745
49	48000	0.420000	266.096691	0.013811
50	49000	0.422000	271.640372	0.013877
51	50000	0.424000	277.184053	0.013943
52	51000	0.426000	282.727735	0.014009
53	52000	0.429000	288.271416	0.014107
54	53000	0.431000	293.815097	0.014173
55	54000	0.435000	299.358778	0.014305
56	55000	0.437000	304.902459	0.014370
57	56000	0.439000	310.446140	0.014436
58	57000	0.441000	315.989821	0.014502
59	58000	0.442000	321.533502	0.014553
60	59000	0.443000	327.077183	0.014568
61	60000	0.446000	332.620864	0.014666
62	61000	0.449000	338.164545	0.014765
63	62000	0.450000	343.708226	0.014798
64	63000	0.454000	349.251907	0.014929
65	64000	0.457000	354.795589	0.015028
66	65000	0.460000	360.339270	0.015127
67	66000	0.462000	365.882951	0.015192
68	67000	0.463000	371.426632	0.015225
69	68000	0.465000	376.970313	0.015291
70	69000	0.468000	382.513994	0.015390
71	70000	0.471000	388.057675	0.015488
72	70996	0.473000	393.579181	0.015554
73				
74				
75				
76				
77				
78				
79				
80				
81				
82				
83				
84				

OBSERVACIONES:

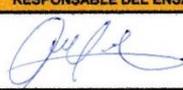
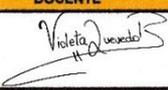
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
		
NOMBRE: Vargas Minchan Erick Nicolas	NOMBRE: Cabrera Barboza Luz	NOMBRE: Quevedo Porras Violeta Zarela
FECHA: 28/06/2022	FECHA: 28/06/22	FECHA: 1/07/2022

Tabla 73

Protocolo de Resistencia a la Compresión de probeta 4% - 06

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LG-UPNC:	
NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034			
PROYECTO	TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210KG/CM2 CON ADICIÓN DE 2%, 4% Y 6% DE LIMADURA DE HIERRO FUNDIDO, CAJAMARCA, 2022"			
ID. PROBETA:	4% - 06	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.018 cm	
FECHA DE ELABORACIÓN:	31/05/2022	ÁREA (cm²):	177.127 cm²	
FECHA DE ENSAYO:	28/06/2022	RESPONSABLE:	Vargas Minchan Erick Nicolas	
EDAD DE LA PROBETA:	28 Días	REVISADO POR:	Cabrera Barboza Luz	

Nº	CARGA (kg)	Deformacion (cm)	σ (kg/cm²)	ϵ_u
1	0	0.000000	0.000000	0.000000
2	1000	0.224000	5.649662	0.007331
3	2000	0.243000	11.291323	0.007953
4	3000	0.258000	16.936985	0.008444
5	4000	0.265000	22.582646	0.008673
6	5000	0.275000	28.228308	0.009001
7	6000	0.282000	33.873969	0.009230
8	7000	0.286000	39.519631	0.009361
9	8000	0.293000	45.165292	0.009590
10	9000	0.305000	50.810954	0.009983
11	10000	0.312000	56.456615	0.010212
12	11000	0.319000	62.102277	0.010441
13	12000	0.324000	67.747938	0.010604
14	13000	0.334000	73.393600	0.010932
15	14000	0.340000	79.039261	0.011128
16	15000	0.345000	84.684923	0.011292
17	16000	0.350000	90.330584	0.011455
18	17000	0.359000	95.976246	0.011750
19	18000	0.364000	101.621907	0.011914
20	19000	0.368000	107.267569	0.012045
21	20000	0.375000	112.913231	0.012274
22	21000	0.380000	118.558892	0.012437
23	22000	0.388000	124.204554	0.012699
24	23000	0.390000	129.850215	0.012765
25	24000	0.395000	135.495877	0.012928
26	25000	0.401000	141.141538	0.013125
27	26000	0.407000	146.787200	0.013321
28	27000	0.411000	152.432861	0.013452
29	28000	0.415000	158.078523	0.013583
30	29000	0.420000	163.724184	0.013746
31	30000	0.425000	169.369846	0.013910
32	31000	0.430000	175.015507	0.014074
33	32000	0.435000	180.661169	0.014237
34	33000	0.439000	186.306830	0.014368
35	34000	0.440000	191.952492	0.014401
36	35000	0.443000	197.598153	0.014499
37	36000	0.447000	203.243815	0.014630
38	37000	0.451000	208.889476	0.014761
39	38000	0.454000	214.535138	0.014859
40	39000	0.459000	220.180800	0.015023
41	40000	0.462000	225.826461	0.015121
42	41000	0.464000	231.472123	0.015187
43	42000	0.466000	237.117784	0.015252
44	43000	0.468000	242.763446	0.015317
45	44000	0.471000	248.409107	0.015416
46	45000	0.473000	254.054769	0.015481
47	46000	0.475000	259.700430	0.015547
48	47000	0.480000	265.346092	0.015710
49	48000	0.482000	270.991753	0.015776
50	49000	0.486000	276.637415	0.015907
51	50000	0.489000	282.283076	0.016005
52	51000	0.491000	287.928738	0.016070
53	52000	0.493000	293.574399	0.016136
54	53000	0.497000	299.220061	0.016267
55	54000	0.503000	304.865722	0.016463
56	55000	0.508000	310.511384	0.016627
57	56000	0.512000	316.157045	0.016758
58	57000	0.514000	321.802707	0.016823
59	58000	0.518000	327.448369	0.016954
60	59000	0.522000	333.094030	0.017085
61	60000	0.525000	338.739692	0.017183
62	61000	0.529000	344.385353	0.017314
63	62000	0.532000	350.031015	0.017412
64	63000	0.535000	355.676676	0.017510
65	64000	0.538000	361.322338	0.017609
66	65000	0.540000	366.967999	0.017674
67	66000	0.542000	372.613661	0.017739
68	67000	0.545000	378.259322	0.017838
69	68000	0.551000	383.904984	0.018034
70	69000	0.556000	389.550645	0.018198
71	70000	0.566000	395.196307	0.018525
72	70123	0.572000	395.890723	0.018721
73				
74				
75				
76				
77				
78				
79				
80				
81				
82				
83				
84				

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
		
NOMBRE: Vargas Minchan Erick Nicolas	NOMBRE: Cabrera Barboza Luz	NOMBRE: Quevedo Porras Violeta Zarela
FECHA: 28/06/2022	FECHA: 28/06/22	FECHA: 17/07/2022

Tabla 74

Protocolo de Resistencia a la Compresión de probeta 6% - 01

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILINDRICOS			CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034			
PROYECTO	TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210KG/CM2 CON ADICIÓN DE 2%, 4% Y 6% DE LIMADURA DE HIERRO FUNDIDO, CAJAMARCA, 2022"			
ID. PROBETA:	6% - 01	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.110 cm	
FECHA DE ELABORACIÓN:	31/05/2022	ÁREA (cm²):	179.316 cm²	
FECHA DE ENSAYO:	7/06/2022	RESPONSABLE:	Vargas Minchan Erick Nicolas	
EDAD DE LA PROBETA:	7 Días	REVISADO POR:	Cabrera Barboza Luz	

Nº	CARGA (kg)	Deformacion (cm)	σ (kg/cm²)	ϵ_u
1	0	0.000000	0.000000	0.000000
2	1000	0.167000	5.576750	0.005489
3	2000	0.185000	11.153500	0.006081
4	3000	0.203000	16.730251	0.006673
5	4000	0.215000	22.307001	0.007067
6	5000	0.224000	27.883751	0.007363
7	6000	0.231000	33.460501	0.007593
8	7000	0.239000	39.037251	0.007856
9	8000	0.245000	44.614001	0.008053
10	9000	0.251000	50.190752	0.008250
11	10000	0.256000	55.767502	0.008415
12	11000	0.260000	61.344252	0.008546
13	12000	0.265000	66.921002	0.008710
14	13000	0.268000	72.497752	0.008809
15	14000	0.271000	78.074503	0.008908
16	15000	0.280000	83.651253	0.009203
17	16000	0.288000	89.228003	0.009466
18	17000	0.293000	94.804753	0.009631
19	18000	0.298000	100.381503	0.009795
20	19000	0.302000	105.958253	0.009927
21	20000	0.305000	111.535004	0.010025
22	21000	0.309000	117.111754	0.010157
23	22000	0.312000	122.688504	0.010255
24	23000	0.315000	128.265254	0.010354
25	24000	0.319000	133.842004	0.010485
26	25000	0.322000	139.418754	0.010584
27	26000	0.324000	144.995505	0.010650
28	27000	0.326000	150.572255	0.010715
29	28000	0.328000	156.149005	0.010781
30	29000	0.329000	161.725755	0.010814
31	30000	0.329500	167.302505	0.010831
32	31000	0.330000	172.879256	0.010847
33	32000	0.334000	178.456006	0.010978
34	33000	0.340000	184.032756	0.011176
35	34000	0.341000	189.609506	0.011209
36	35000	0.343000	195.186256	0.011274
37	36000	0.344000	200.763006	0.011307
38	37000	0.345000	206.339757	0.011340
39	38000	0.346000	211.916507	0.011373
40	39000	0.347000	217.493257	0.011406
41	40000	0.348000	223.070007	0.011439
42	41000	0.349000	228.646757	0.011471

Nº	CARGA (kg)	Deformacion (cm)	σ (kg/cm²)	ϵ_u
43	42000	0.351000	234.223508	0.011537
44	43000	0.352000	239.800258	0.011570
45	44000	0.354000	245.377008	0.011636
46	45000	0.360000	250.953758	0.011833
47	46000	0.374000	256.530508	0.012293
48	47000	0.384000	262.107258	0.012622
49	48000	0.396000	267.684009	0.013016
50	49000	0.403000	273.260759	0.013246
51	50000	0.408000	278.837509	0.013411
52	51000	0.412000	284.414259	0.013542
53	52000	0.419000	289.991009	0.013772
54	53000	0.421000	295.567760	0.013838
55	54000	0.427000	301.144510	0.014035
56	54693	0.430000	305.009198	0.014134
57				
58				
59				
60				
61				
62				
63				
64				
65				
66				
67				
68				
69				
70				
71				
72				
73				
74				
75				
76				
77				
78				
79				
80				
81				
82				
83				
84				

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
		
NOMBRE: Vargas Minchan Erick Nicolas	NOMBRE: Cabrera Barboza Luz	NOMBRE: Quevedo Porras Violeta Zarela
FECHA: 7/06/2022	FECHA: 07/06/22	FECHA: 28/06/2022

Tabla 75
Protocolo de Resistencia a la Compresión de probeta 6% - 02

LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS			CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034			
PROYECTO	TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210KG/CM2 CON ADICIÓN DE 2%, 4% Y 6% DE LIMADURA DE HIERRO FUNDIDO, CAJAMARCA, 2022"			
ID. PROBETA:	6% - 02	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.358 cm	
FECHA DE ELABORACIÓN:	31/05/2022	ÁREA (cm²):	185.238 cm²	
FECHA DE ENSAYO:	7/06/2022	RESPONSABLE:	Vargas Minchan Erick Nicolas	
EDAD DE LA PROBETA:	7 Días	REVISADO POR:	Cabrera Barboza Luz	

Nº	CARGA (kg)	Deformacion (cm)	σ (kg/cm²)	ϵ_u
1	0	0.000000	0.000000	0.000000
2	1000	0.151000	5.398450	0.004970
3	2000	0.167000	10.796900	0.005497
4	3000	0.181000	16.195350	0.005958
5	4000	0.190000	21.593799	0.006254
6	5000	0.200000	26.992249	0.006583
7	6000	0.212000	32.390699	0.006978
8	7000	0.218000	37.789149	0.007176
9	8000	0.223000	43.187599	0.007340
10	9000	0.229000	48.586049	0.007538
11	10000	0.234000	53.984498	0.007702
12	11000	0.238000	59.382948	0.007834
13	12000	0.241000	64.781398	0.007933
14	13000	0.243000	70.179848	0.007999
15	14000	0.245000	75.578298	0.008065
16	15000	0.247000	80.976748	0.008130
17	16000	0.249000	86.375197	0.008196
18	17000	0.252000	91.773647	0.008295
19	18000	0.254000	97.172097	0.008361
20	19000	0.258000	102.570547	0.008492
21	20000	0.261000	107.968997	0.008591
22	21000	0.262000	113.367447	0.008624
23	22000	0.263000	118.765897	0.008657
24	23000	0.265000	124.164346	0.008723
25	24000	0.268000	129.562796	0.008822
26	25000	0.270000	134.961246	0.008887
27	26000	0.272000	140.359696	0.008953
28	27000	0.274000	145.758146	0.009019
29	28000	0.277000	151.156596	0.009118
30	29000	0.279000	156.555045	0.009184
31	30000	0.282000	161.953495	0.009282
32	31000	0.284000	167.351945	0.009348
33	32000	0.286000	172.750395	0.009414
34	33000	0.288000	178.148845	0.009480
35	34000	0.289000	183.547295	0.009513
36	35000	0.291000	188.945744	0.009579
37	36000	0.294000	194.344194	0.009677
38	37000	0.296000	199.742644	0.009743
39	38000	0.302000	205.141094	0.009941
40	39000	0.304000	210.539544	0.010007
41	40000	0.306000	215.937994	0.010072
42	41000	0.308000	221.336444	0.010138
43	42000	0.311000	226.734893	0.010237
44	43000	0.314000	232.133343	0.010336
45	44000	0.317000	237.531793	0.010434
46	45000	0.320000	242.930243	0.010533
47	46000	0.321000	248.328693	0.010566
48	47000	0.323000	253.727143	0.010632
49	48000	0.326000	259.125592	0.010731
50	49000	0.328000	264.524042	0.010797
51	50000	0.333000	269.922492	0.010961
52	51000	0.336000	275.320942	0.011060
53	52000	0.338000	280.719392	0.011126
54	53000	0.339000	286.117842	0.011159
55	54000	0.340000	291.516291	0.011192
56	55000	0.342000	296.914741	0.011257
57	56000	0.345000	302.313191	0.011356
58	57000	0.355000	307.711641	0.011685
59	58000	0.365000	313.110091	0.012014
60	59000	0.374000	318.508541	0.012311
61	60000	0.378000	323.906991	0.012442
62	60961	0.389000	329.094901	0.012804
63				
64				
65				
66				
67				
68				
69				
70				
71				
72				
73				
74				
75				
76				
77				
78				
79				
80				
81				
82				
83				
84				

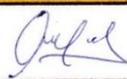
OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
		
NOMBRE: Vargas Minchan Erick Nicolas	NOMBRE: Cabrera Barboza Luz	NOMBRE: Quevedo Porras Violeta Zarela
FECHA: 7/06/2022	FECHA: 07/06/22	FECHA: 28/06/2022

Tabla 76

Protocolo de Resistencia a la Compresión de probeta 6% - 03

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS			CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034			
PROYECTO	TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210KG/CM2 CON ADICIÓN DE 2%, 4% Y 6% DE LIMADURA DE HIERRO FUNDIDO, CAJAMARCA, 2022"			
ID. PROBETA:	6% - 03	DIAMETRO PROBETA (cm):	14.863 cm	
FECHA DE ELABORACIÓN:	31/05/2022	ÁREA (cm²):	173.490 cm²	
FECHA DE ENSAYO:	7/06/2022	RESPONSABLE:	Vargas Minchan Erick Nicolas	
EDAD DE LA PROBETA:	7 Días	REVISADO POR:	Cabrera Barboza Luz	

Nº	CARGA (kg)	Deformacion (cm)	σ (kg/cm²)	ϵ_u
1	0	0.000000	0.000000	0.000000
2	1000	0.033000	5.764032	0.001106
3	2000	0.053000	11.528064	0.001777
4	3000	0.065000	17.292096	0.002179
5	4000	0.074000	23.056128	0.002481
6	5000	0.087000	28.820160	0.002917
7	6000	0.097000	34.584192	0.003252
8	7000	0.104000	40.348224	0.003487
9	8000	0.115000	46.112256	0.003856
10	9000	0.123000	51.876288	0.004124
11	10000	0.130000	57.640320	0.004359
12	11000	0.135000	63.404352	0.004526
13	12000	0.139000	69.168384	0.004660
14	13000	0.141000	74.932416	0.004727
15	14000	0.142000	80.696448	0.004761
16	15000	0.143000	86.460480	0.004794
17	16000	0.143500	92.224512	0.004811
18	17000	0.144000	97.988544	0.004828
19	18000	0.146000	103.752576	0.004895
20	19000	0.148000	109.516608	0.004962
21	20000	0.151000	115.280640	0.005063
22	21000	0.154000	121.044672	0.005163
23	22000	0.157000	126.808704	0.005264
24	23000	0.162000	132.572736	0.005431
25	24000	0.165000	138.336768	0.005532
26	25000	0.165500	144.100800	0.005549
27	26000	0.166000	149.864832	0.005565
28	27000	0.169000	155.628864	0.005666
29	28000	0.173000	161.392896	0.005800
30	29000	0.178000	167.156928	0.005968
31	30000	0.180000	172.920960	0.006035
32	31000	0.186000	178.684992	0.006236
33	32000	0.188000	184.449024	0.006303
34	33000	0.191000	190.213056	0.006404
35	34000	0.193000	195.977088	0.006471
36	35000	0.195000	201.741120	0.006538
37	36000	0.199000	207.505152	0.006672
38	37000	0.202000	213.269184	0.006772
39	38000	0.204000	219.033216	0.006840
40	39000	0.213000	224.797248	0.007141
41	40000	0.217000	230.561280	0.007275
42	41000	0.231000	236.325312	0.007745
43	42000	0.239000	242.089344	0.008013
44	43000	0.246000	247.853376	0.008248
45	44000	0.250000	253.617408	0.008382
46	45000	0.257000	259.381440	0.008616
47	46000	0.261000	265.145472	0.008751
48	47000	0.264000	270.909504	0.008851
49	48000	0.266000	276.673536	0.008918
50	49000	0.268000	282.437568	0.008985
51	50000	0.271000	288.201600	0.009086
52	51000	0.274000	293.965632	0.009186
53	52000	0.280000	299.729664	0.009388
54	52830	0.289000	304.513811	0.009689
55				
56				
57				
58				
59				
60				
61				
62				
63				
64				
65				
66				
67				
68				
69				
70				
71				
72				
73				
74				
75				
76				
77				
78				
79				
80				
81				
82				
83				
84				

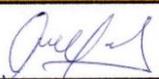
OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
		
NOMBRE: Vargas Minchan Erick Nicolas	NOMBRE: Cabrera Barboza Luz	NOMBRE: Quevedo Porras Violeta Zarela
FECHA: 7/06/2022	FECHA: 02/06/22	FECHA: 28/06/2022

Tabla 77

Protocolo de Resistencia a la Compresión de probeta 6% - 04

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:	
NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034			
PROYECTO	TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210KG/CM2 CON ADICIÓN DE 2%, 4% Y 6% DE LIMADURA DE HIERRO FUNDIDO, CAJAMARCA, 2022"			
ID. PROBETA:	6% - 04	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.458 cm	
FECHA DE ELABORACIÓN:	31/05/2022	ÁREA (cm²):	187.659 cm²	
FECHA DE ENSAYO:	28/06/2022	RESPONSABLE:	Vargas Minchan Erick Nicolas	
EDAD DE LA PROBETA:	28 Días	REVISADO POR:	Cabrera Barboza Luz	

Nº	CARGA (kg)	Deformacion (cm)	σ (kg/cm²)	ϵ_u
1	0	0.000000	0.000000	0.000000
2	1000	0.227000	5.328827	0.007403
3	2000	0.244000	10.657654	0.007957
4	3000	0.250000	15.986481	0.008153
5	4000	0.260000	21.315307	0.008479
6	5000	0.264000	26.644134	0.008610
7	6000	0.272000	31.972961	0.008871
8	7000	0.277000	37.301788	0.009034
9	8000	0.282000	42.630615	0.009197
10	9000	0.285000	47.959442	0.009294
11	10000	0.289000	53.288268	0.009425
12	11000	0.290000	58.617095	0.009458
13	12000	0.293000	63.945922	0.009555
14	13000	0.298000	69.274749	0.009718
15	14000	0.305000	74.603576	0.009947
16	15000	0.307000	79.932403	0.010012
17	16000	0.311000	85.261229	0.010142
18	17000	0.314000	90.590056	0.010240
19	18000	0.315000	95.918883	0.010273
20	19000	0.317000	101.247710	0.010338
21	20000	0.319000	106.576537	0.010403
22	21000	0.321000	111.905364	0.010469
23	22000	0.322000	117.234191	0.010501
24	23000	0.324000	122.563017	0.010566
25	24000	0.327000	127.891844	0.010664
26	25000	0.330000	133.220671	0.010762
27	26000	0.333000	138.549498	0.010860
28	27000	0.335000	143.878325	0.010925
29	28000	0.336000	149.207152	0.010958
30	29000	0.338000	154.535978	0.011023
31	30000	0.340000	159.864805	0.011088
32	31000	0.340000	165.193632	0.011088
33	32000	0.341000	170.522459	0.011121
34	33000	0.341000	175.851286	0.011121
35	34000	0.342000	181.180113	0.011153
36	35000	0.345000	186.508939	0.011251
37	36000	0.347000	191.837766	0.011316
38	37000	0.348000	197.166593	0.011349
39	38000	0.348000	202.495420	0.011349
40	39000	0.349000	207.824247	0.011382
41	40000	0.349000	213.153074	0.011382
42	41000	0.350000	218.481901	0.011414

Nº	CARGA (kg)	Deformacion (cm)	σ (kg/cm²)	ϵ_u
43	42000	0.351000	223.810727	0.011447
44	43000	0.353000	229.139554	0.011512
45	44000	0.355000	234.468381	0.011577
46	45000	0.357000	239.797208	0.011643
47	46000	0.360000	245.126035	0.011740
48	47000	0.361000	250.454862	0.011773
49	48000	0.362000	255.783688	0.011806
50	49000	0.363000	261.112515	0.011838
51	50000	0.363000	266.441342	0.011838
52	51000	0.364000	271.770169	0.011871
53	52000	0.365000	277.098996	0.011903
54	53000	0.366000	282.427823	0.011936
55	54000	0.367000	287.756649	0.011969
56	55000	0.369000	293.085476	0.012034
57	56000	0.370000	298.414303	0.012067
58	57000	0.371000	303.743130	0.012099
59	58000	0.373000	309.071957	0.012164
60	59000	0.375000	314.400784	0.012230
61	60000	0.377000	319.729611	0.012295
62	61000	0.379000	325.058437	0.012360
63	62000	0.380000	330.387264	0.012393
64	63000	0.383000	335.716091	0.012490
65	64000	0.389000	341.044918	0.012686
66	65000	0.390000	346.373745	0.012719
67	66000	0.391000	351.702572	0.012751
68	67000	0.393000	357.031398	0.012817
69	68000	0.395000	362.360225	0.012882
70	69000	0.397000	367.689052	0.012947
71	70000	0.403000	373.017879	0.013143
72	71000	0.407000	378.346706	0.013273
73	72000	0.410000	383.675533	0.013371
74	73000	0.411000	389.004360	0.013404
75	73837	0.425000	393.464588	0.013860
76				
77				
78				
79				
80				
81				
82				
83				
84				

OBSERVACIONES:

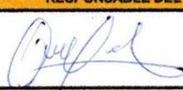
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
		
NOMBRE: Vargas Minchan Erick Nicolas	NOMBRE: Cabrera Barboza Luz	NOMBRE: Quevedo Porras Violeta Zarela
FECHA: 28/06/2022	FECHA: 28/06/22	FECHA: 1/07/2022

Tabla 78

Protocolo de Resistencia a la Compresión de probeta 6% – 05

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS		CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:	
NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034			
PROYECTO	TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210KG/CM2 CON ADICIÓN DE 2%, 4% Y 6% DE LIMADURA DE HIERRO FUNDIDO, CAJAMARCA, 2022"			
ID. PROBETA:	6% - 05	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.198 cm	
FECHA DE ELABORACIÓN:	31/05/2022	ÁREA (cm²):	181.399 cm²	
FECHA DE ENSAYO:	28/06/2022	RESPONSABLE:	Vargas Minchan Erick Nicolas	
EDAD DE LA PROBETA:	28 Días	REVISADO POR:	Cabrera Barboza Luz	

Nº	CARGA (kg)	Deformacion (cm)	σ (kg/cm²)	ϵ_u
1	0	0.000000	0.000000	0.000000
2	1000	0.281000	5.512718	0.009178
3	2000	0.316000	11.025437	0.010321
4	3000	0.335000	16.538155	0.010942
5	4000	0.345000	22.050874	0.011268
6	5000	0.354000	27.563592	0.011562
7	6000	0.363000	33.076311	0.011856
8	7000	0.368000	38.589029	0.012020
9	8000	0.375000	44.101748	0.012248
10	9000	0.380000	49.614466	0.012412
11	10000	0.388000	55.127185	0.012673
12	11000	0.393000	60.639903	0.012836
13	12000	0.399000	66.152622	0.013032
14	13000	0.405000	71.665340	0.013228
15	14000	0.409000	77.178059	0.013359
16	15000	0.413000	82.690777	0.013489
17	16000	0.415000	88.203496	0.013555
18	17000	0.421000	93.716214	0.013751
19	18000	0.423000	99.228933	0.013816
20	19000	0.429000	104.741651	0.014012
21	20000	0.433000	110.254370	0.014143
22	21000	0.436000	115.767088	0.014241
23	22000	0.439000	121.279806	0.014339
24	23000	0.441000	126.792525	0.014404
25	24000	0.444000	132.305243	0.014502
26	25000	0.446000	137.817962	0.014567
27	26000	0.448000	143.330680	0.014633
28	27000	0.450000	148.843399	0.014698
29	28000	0.454000	154.356117	0.014829
30	29000	0.456000	159.868836	0.014894
31	30000	0.460000	165.381554	0.015024
32	31000	0.462000	170.894273	0.015090
33	32000	0.464000	176.406991	0.015155
34	33000	0.466000	181.919710	0.015220
35	34000	0.468000	187.432428	0.015286
36	35000	0.471000	192.945147	0.015384
37	36000	0.473000	198.457865	0.015449
38	37000	0.474000	203.970584	0.015482
39	38000	0.476000	209.483302	0.015547
40	39000	0.477000	214.996021	0.015580
41	40000	0.480000	220.508739	0.015678
42	41000	0.483000	226.021458	0.015776

Nº	CARGA (kg)	Deformacion (cm)	σ (kg/cm²)	ϵ_u
43	42000	0.485000	231.534176	0.015841
44	43000	0.487000	237.046895	0.015906
45	44000	0.488000	242.559613	0.015939
46	45000	0.489000	248.072331	0.015972
47	46000	0.491000	253.585050	0.016037
48	47000	0.492000	259.097768	0.016070
49	48000	0.494000	264.610487	0.016135
50	49000	0.496000	270.123205	0.016200
51	50000	0.508000	275.635924	0.016592
52	51000	0.510000	281.148642	0.016658
53	52000	0.512000	286.661361	0.016723
54	53000	0.514000	292.174079	0.016788
55	54000	0.515000	297.686798	0.016821
56	55000	0.518000	303.199516	0.016919
57	56000	0.522000	308.712235	0.017050
58	57000	0.524000	314.224953	0.017115
59	58000	0.527000	319.737672	0.017213
60	59000	0.530000	325.250390	0.017311
61	60000	0.532000	330.763109	0.017376
62	61000	0.534000	336.275827	0.017441
63	62000	0.536000	341.788546	0.017507
64	63000	0.538000	347.301264	0.017572
65	64000	0.539000	352.813983	0.017605
66	65000	0.540000	358.326701	0.017637
67	66000	0.541000	363.839419	0.017670
68	67000	0.592000	369.352138	0.019336
69	68000	0.597000	374.864856	0.019499
70	69000	0.601000	380.377575	0.019630
71	70000	0.609000	385.890293	0.019891
72	71000	0.619000	391.403012	0.020218
73	72000	0.624000	396.915730	0.020381
74	73000	0.630000	402.428449	0.020577
75	73926	0.642000	407.533226	0.020969
76				
77				
78				
79				
80				
81				
82				
83				
84				

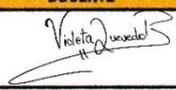
OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
		
NOMBRE: Vargas Minchan Erick Nicolas	NOMBRE: Cabrera Barboza Luz	NOMBRE: Quevedo Porras Violeta Zarela
FECHA: 28/06/2022	FECHA: 28/06/22	FECHA: 1/07/2022

Tabla 79

Protocolo de Resistencia a la Compresión de probeta 6% – 06

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA				
PROTOCOLO				
ENSAYO	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS			CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RCTC-LC-UPNC:
NORMA	MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034			
PROYECTO	TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210KG/CM2 CON ADICIÓN DE 2%, 4% Y 6% DE LIMADURA DE HIERRO FUNDIDO, CAJAMARCA, 2022"			
ID. PROBETA:	6% - 06	DIAMETRO PROBETA (cm):	15.460 cm	
FECHA DE ELABORACIÓN:	31/05/2022	ÁREA (cm²):	187.719 cm²	
FECHA DE ENSAYO:	28/06/2022	RESPONSABLE:	Vargas Minchan Erick Nicolas	
EDAD DE LA PROBETA:	28 Días	REVISADO POR:	Cabrera Barboza Luz	

Nº	CARGA (kg)	Deformacion (cm)	σ (kg/cm²)	ϵ_u
1	0	0.000000	0.000000	0.000000
2	1000	0.140000	5.327104	0.004566
3	2000	0.160000	10.654207	0.005219
4	3000	0.169000	15.981311	0.005512
5	4000	0.179000	21.308414	0.005838
6	5000	0.187000	26.635518	0.006099
7	6000	0.190000	31.962621	0.006197
8	7000	0.197000	37.289725	0.006425
9	8000	0.205000	42.616828	0.006686
10	9000	0.210000	47.943932	0.006849
11	10000	0.214000	53.271036	0.006980
12	11000	0.217000	58.598139	0.007078
13	12000	0.221000	63.925243	0.007208
14	13000	0.223000	69.252346	0.007273
15	14000	0.224000	74.579450	0.007306
16	15000	0.226000	79.906553	0.007371
17	16000	0.229000	85.233657	0.007469
18	17000	0.232000	90.560760	0.007567
19	18000	0.235000	95.887864	0.007665
20	19000	0.237000	101.214968	0.007730
21	20000	0.239000	106.542071	0.007795
22	21000	0.240000	111.869175	0.007828
23	22000	0.241000	117.196278	0.007860
24	23000	0.241000	122.523382	0.007860
25	24000	0.243000	127.850485	0.007926
26	25000	0.245000	133.177589	0.007991
27	26000	0.246000	138.504693	0.008023
28	27000	0.249000	143.831796	0.008121
29	28000	0.252000	149.158900	0.008219
30	29000	0.254000	154.486003	0.008284
31	30000	0.255000	159.813107	0.008317
32	31000	0.256000	165.140210	0.008350
33	32000	0.259000	170.467314	0.008447
34	33000	0.261000	175.794417	0.008513
35	34000	0.264000	181.121521	0.008611
36	35000	0.264000	186.448625	0.008611
37	36000	0.264000	191.775728	0.008611
38	37000	0.265000	197.102832	0.008643
39	38000	0.267000	202.429935	0.008708
40	39000	0.269000	207.757039	0.008774
41	40000	0.270000	213.084142	0.008806
42	41000	0.272000	218.411246	0.008871

Nº	CARGA (kg)	Deformacion (cm)	σ (kg/cm²)	ϵ_u
43	42000	0.273000	223.738349	0.008904
44	43000	0.276000	229.065453	0.009002
45	44000	0.277000	234.392557	0.009035
46	45000	0.279000	239.719660	0.009100
47	46000	0.281000	245.046764	0.009165
48	47000	0.283000	250.373867	0.009230
49	48000	0.284000	255.700971	0.009263
50	49000	0.285000	261.028074	0.009295
51	50000	0.286000	266.355178	0.009328
52	51000	0.287000	271.682281	0.009361
53	52000	0.289000	277.009385	0.009426
54	53000	0.289000	282.336489	0.009426
55	54000	0.290000	287.663592	0.009459
56	55000	0.292000	292.990696	0.009524
57	56000	0.295000	298.317799	0.009622
58	57000	0.297000	303.644903	0.009687
59	58000	0.300000	308.972006	0.009785
60	59000	0.303000	314.299110	0.009883
61	60000	0.305000	319.626213	0.009948
62	61000	0.306000	324.953317	0.009980
63	62000	0.308000	330.280421	0.010046
64	63000	0.311000	335.607524	0.010144
65	64000	0.313000	340.934628	0.010209
66	65000	0.314000	346.261731	0.010241
67	66000	0.316000	351.588835	0.010307
68	67000	0.319000	356.915938	0.010404
69	68000	0.320000	362.243042	0.010437
70	69000	0.322000	367.570145	0.010502
71	70000	0.323000	372.897249	0.010535
72	71000	0.324000	378.224353	0.010568
73	72000	0.328000	383.551456	0.010698
74	73000	0.335000	388.878560	0.010926
75	74000	0.339000	394.205663	0.011057
76	74820	0.348000	398.573888	0.011350
77				
78				
79				
80				
81				
82				
83				
84				

OBSERVACIONES:

RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE
		
NOMBRE: Vargas Minchan Erick Nicolas	NOMBRE: Cabrera Barboza Luz	NOMBRE: Quevedo Porras Violeta Zarela
FECHA: 28/06/2022	FECHA: 28/06/2022	FECHA: 1/07/2022

ANEXO N° 11. FOTOGRAFÍAS EN LABORATORIO

Figura 72

Rotulado de taras



Figura 73

Toma de datos de peso de muestras de agregado



Figura 74

Secado de muestras de agregado



Figura 75

Análisis granulométrico



Figura 76

Secado para ensayo de gravedad específica



Figura 77

Medición de dimensiones para ensayo de peso volumétrico



Figura 78

Ensayo de peso volumétrico agregado fino



Figura 79

Ensayo de peso volumétrico agregado grueso

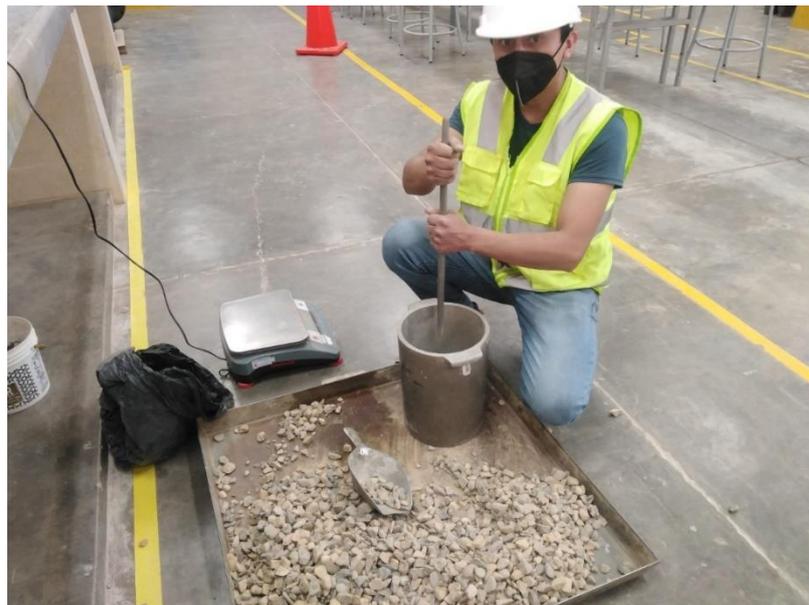


Figura 80

Ensayo de gravedad específica y absorción de agregado fino



Figura 81

Ensayo de gravedad específica y absorción de agregado fino (Picnómetro)

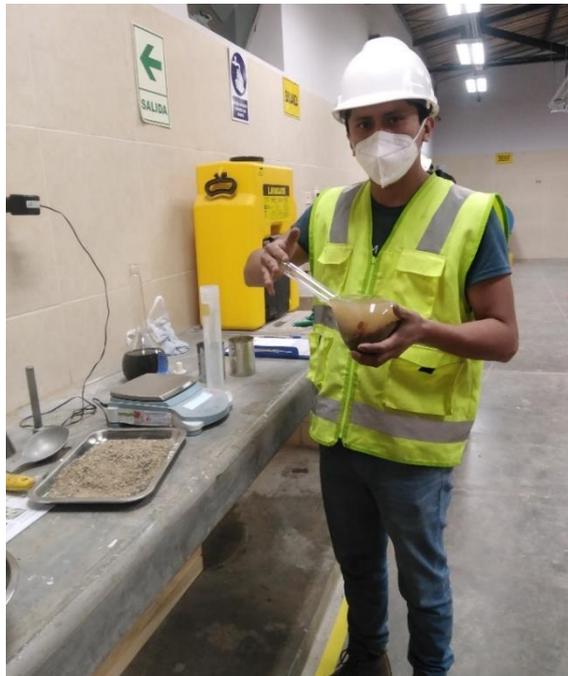


Figura 82

Gravedad específica y absorción de limadura de hierro fundido (Picnómetro)



Figura 83

Preparación de Mezcla de concreto

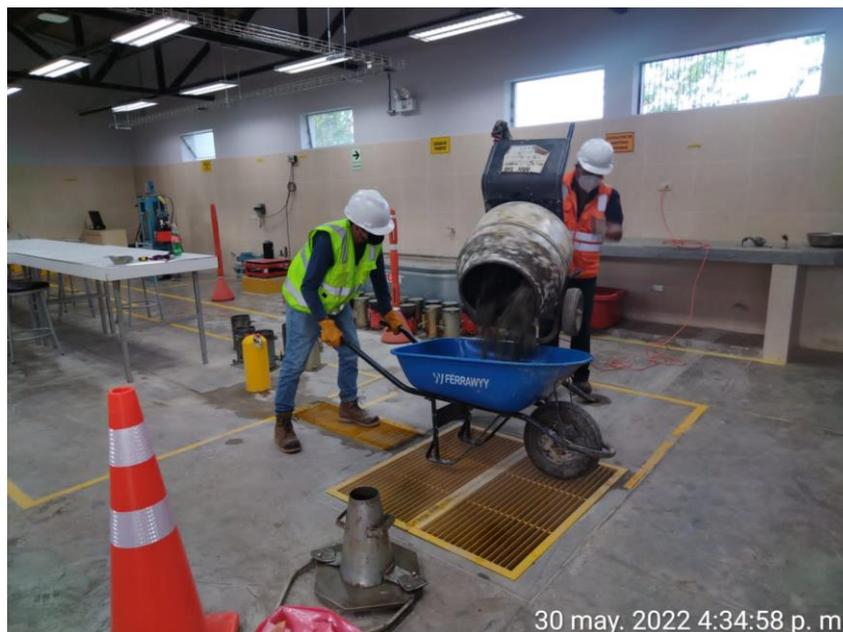


Figura 84

Ensayo de Slump



Figura 85

Medición de asentamiento



Figura 86

Realización de probetas



Figura 87

Desmoldado y rotulado de probetas



Figura 88

Ensayo de Resistencia a la Compresión de Testigos Cilíndricos



Figura 89

Probeta ensayada



Figura 90

Probetas ensayadas



Figura 91

Análisis de tipos de rotura



ANEXO N° 12: FOTOGRAFÍAS EN CANTERA

Figura 92

Cantera acumulación de agregado triturado y lavado



Figura 93

Adquisición de agregado fino para posteriores ensayos



Nota. se almacenó en una bolsa plástica para evitar pérdida de humedad y evitar alteraciones antes de los ensayos

Figura 94

Adquisición de agregado Grueso para posteriores ensayos



Nota. se almacenó en una bolsa plástica para evitar pérdida de humedad y evitar alteraciones antes de los ensayos

Figura 95

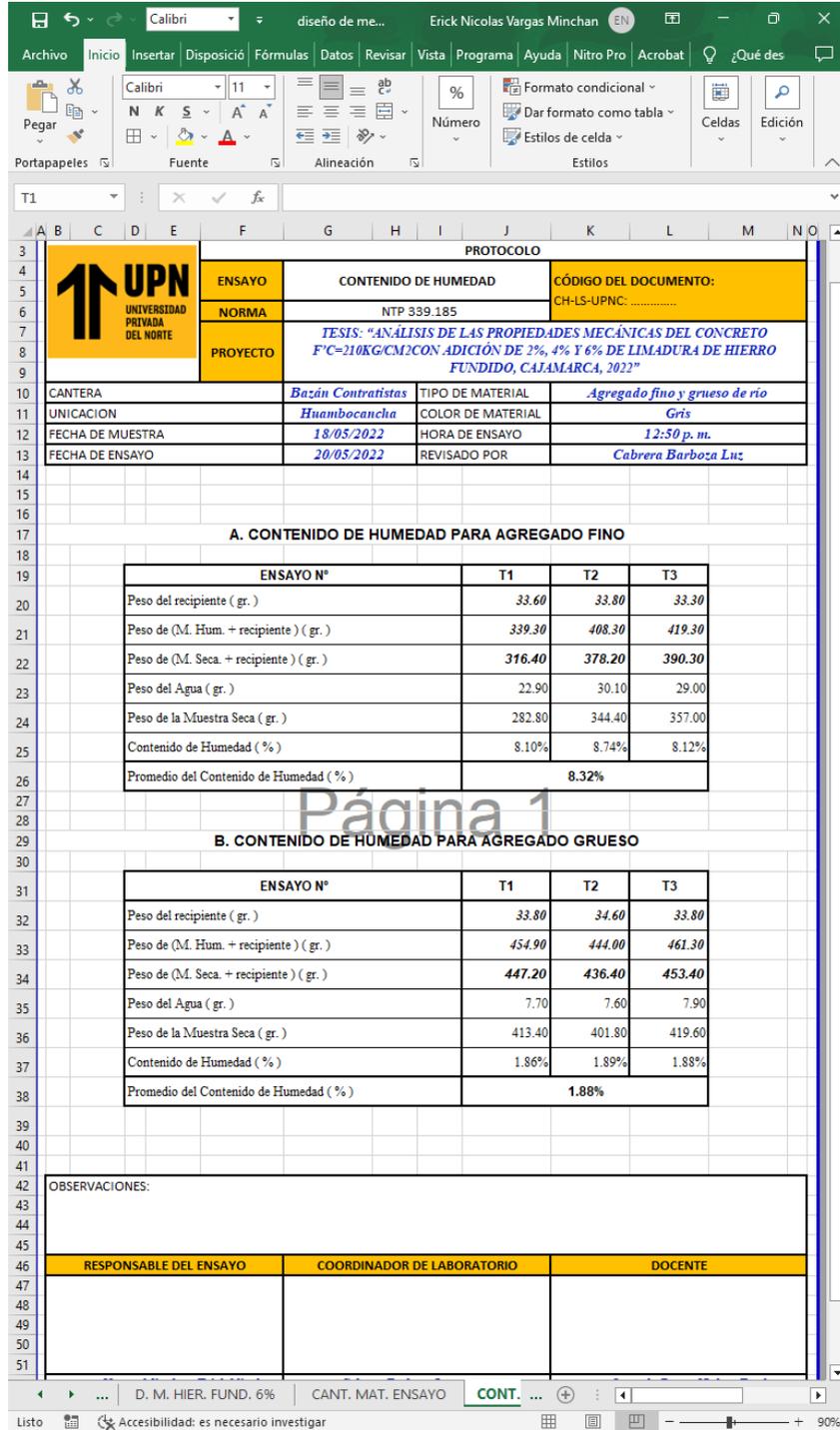
Cemento Tipo I



ANEXO N° 13: CAPTURAS DE CALCULOS EN EXCEL

Figura 96

Cálculo de Contenido de Humedad



PROTOCOLO			
	ENSAYO	CONTENIDO DE HUMEDAD	CÓDIGO DEL DOCUMENTO: CH-LS-UPNC:
	NORMA	NTP 339.185	
	PROYECTO	TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO $F'c=210\text{KG}/\text{CM}^2$ CON ADICIÓN DE 2%, 4% Y 6% DE LIMADURA DE HIERRO FUNDIDO, CAJAMARCA, 2022"	
CANTERA	Bazán Contratistas	TIPO DE MATERIAL	Agregado fino y grueso de río
UNICACION	Huambocancha	COLOR DE MATERIAL	Gris
FECHA DE MUESTRA	18/05/2022	HORA DE ENSAYO	12:50 p. m.
FECHA DE ENSAYO	20/05/2022	REVISADO POR	Cabrera Barboza Luz

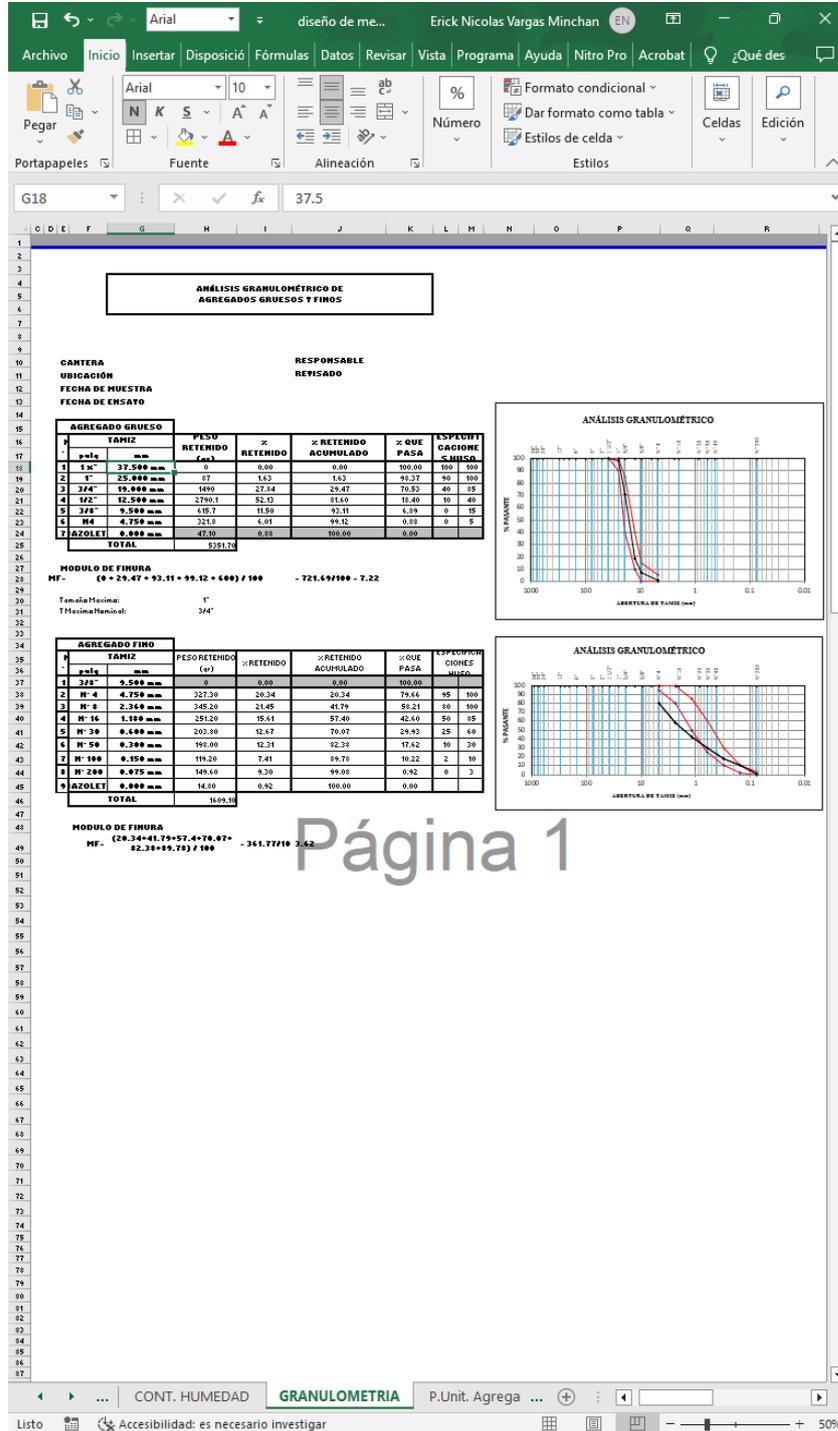
A. CONTENIDO DE HUMEDAD PARA AGREGADO FINO			
ENSAYO N°	T1	T2	T3
Peso del recipiente (gr.)	33.60	33.80	33.30
Peso de (M. Hum. + recipiente) (gr.)	339.30	408.30	419.30
Peso de (M. Seca. + recipiente) (gr.)	316.40	378.20	390.30
Peso del Agua (gr.)	22.90	30.10	29.00
Peso de la Muestra Seca (gr.)	282.80	344.40	357.00
Contenido de Humedad (%)	8.10%	8.74%	8.12%
Promedio del Contenido de Humedad (%)	8.32%		

B. CONTENIDO DE HUMEDAD PARA AGREGADO GRUESO			
ENSAYO N°	T1	T2	T3
Peso del recipiente (gr.)	33.80	34.60	33.80
Peso de (M. Hum. + recipiente) (gr.)	454.90	444.00	461.30
Peso de (M. Seca. + recipiente) (gr.)	447.20	436.40	453.40
Peso del Agua (gr.)	7.70	7.60	7.90
Peso de la Muestra Seca (gr.)	413.40	401.80	419.60
Contenido de Humedad (%)	1.86%	1.89%	1.88%
Promedio del Contenido de Humedad (%)	1.88%		

OBSERVACIONES:		
RESPONSABLE DEL ENSAYO	COORDINADOR DE LABORATORIO	DOCENTE

Figura 97

Análisis Granulométrico



Página 1

Figura 98

Peso unitario de los agregados

LABORATORIO DE CONCRETO						
PROTOCOLO						
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	ENSAYO	PESO UNITARIO DE LOS AGREGADOS			CÓDIGO DEL DOCUMENTO: RUA-LC-UPNC:	
	NORMA	MTC E 203 / ASTM C29 / NTP 400.017				
	PROYECTO	TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO $F'c=210\text{KG}/\text{CM}^2$ CON ADICIÓN DE 2%, 4% Y 6% DE LIMADURA DE HIERRO FUNDIDO, CAJAMARCA, 2022"				
CANTERA:	Bacán Contratistas		TIPO DE CANTERA:	Cantera de río		
UBICACIÓN:	Huambocancha		TIPO DEL MATERIAL:	Agregado fino y grueso de río		
FECHA DE MUESTRA:	18/05/2022		RESPONSABLE:	Vargas Minchan Erick Nicolas		
FECHA DE ENSAYO:	25/05/2022		REVISADO POR:	Cabrera Barboza Luc		
PESO UNITARIO DEL AGREGADO FINO						
AGREGADO FINO		TAMAÑO MÁX. NOMINAL	---	VOLUMEN MOLDE	9418.35	
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso del Molde + AF Compactado	gr.	21198.00	21189.00	21336.00	----
B	Peso del molde	gr.	4785.00	4785.00	4785.00	----
C	Peso del AF Compactado, $C = A - B$	gr.	16413.00	16404.00	16551.00	----
D	PESO UNITARIO COMPACTADO $D = C / \text{Vol. Molde}$	gr/mc3	1.74	1.74	1.76	1.75
E	Peso del Molde + AF Suelto	gr.	19614.00	19606.00	19854.00	----
F	Peso del AF Suelto, $F = E - B$	gr.	14829.00	14821.00	15069.00	----
G	PESO UNITARIO SUELTO, $G = F / \text{Vol. Molde}$	gr.	1.57	1.57	1.60	1.58
PESO UNITARIO DEL AGREGADO GRUESO						
AGREGADO GRUESO		TAMAÑO MÁX. NOMINAL	1"	VOLUMEN MOLDE	9418.35	
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	RESULTADO
A	Peso del Molde + AG Compactado	gr.	19011.00	18967.00	19046.00	----
B	Peso del molde	gr.	4785.00	4785.00	4785.00	----
C	Peso del AG Compactado, $C = A - B$	gr.	14226.00	14182.00	14261.00	----
D	PESO UNITARIO COMPACTADO $D = C / \text{Vol. Molde}$	gr.	1.51	1.51	1.51	1.51
E	Peso del Molde + AG Suelto	gr.	18031.00	18193.00	18220.00	----
F	Peso del AG Suelto, $F = E - B$	gr.	13246.00	13408.00	13435.00	----
G	PESO UNITARIO SUELTO, $G = F / \text{Vol. Molde}$	gr.	1.41	1.42	1.43	1.42
OBSERVACIONES:						
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		DOCENTE		

Figura 99

Gravedad específica y absorción de agregados finos

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
PROTOCOLO						
ENSAYO	GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS			CÓDIGO DEL DOCUMENTO: GEAF-LC-UPNC:.....		
NORMA	MTC E205 / ASTM C128 / NTP 400.022					
PROYECTO	TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210KG/CM2 CON ADICIÓN DE 2%, 4% Y 6% DE LIMADURA DE HIERRO FUNDIDO, CAJAMARCA, 2022"					
CANTERA:	NICOVA		TIPO DE CANTERA:	FACTORIA		
UBICACIÓN:	CAJAMARCA		TIPO DE MATERIAL:	Limadura de hierro fundido		
FECHA DE MUESTRA:	18/05/2022		RESPONSABLE:	Vargas Minchan Erick Nicolas		
FECHA DE ENSAYO:	25/05/2022		REVISADO POR:	Cabrera Barboza Luc		
GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS						
ID	DESCRIPCIÓN	Und.	1	2	3	RESULTADO
A	Peso al aire de la muestra desecada.	gr.	492.80			N.A
B	Peso del picnómetro aforado lleno de agua.	gr.	1296.60			N.A
C	Peso total del picnómetro aforado con la muestra y lleno de agua	gr.	1607.10			N.A
S	Peso de la Muestra Saturada Superficie Seca	gr.	500.00			N.A
E	Peso específico aparente (Seco) $P. e. a (seco) = \frac{A}{B + S - C}$	gr./cm ³	2.60			2.60
F	Peso específico aparente (SSS) $P. e. a (SSS) = \frac{S}{B + S - C}$	gr./cm ³	2.64			2.64
G	Peso específico nominal (Seco) $P. e. a (seco) = \frac{A}{B + A - C}$	gr./cm ³	2.70			2.70
H	Absorción $Abs (\%) = \frac{S - A}{A} * 100\%$	(%)	1.46			1.46
N.A: NO APLICA						
OBSERVACIONES:						
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		DOCENTE		

Figura 100

Peso específico y absorción de agregados gruesos

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
PROTOCOLO						
ENSAYO	PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS			CÓDIGO DEL DOCUMENTO: PEAG-LC-UPNC:		
NORMA	MTC E206 – ASTM C127 – NTP 400.021					
PROYECTO	T.E.S. – ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO CON ADICIÓN DE 2%, 4% Y 6% DE LIMADURA DE HIERRO FUNDIDO CAJAMARCA					
CANTERA:	Baños Contratistas	TIPO DE CANTERA:	Cantera de río			
UBICACIÓN:	Huambocancha	TIPO DE MATERIAL:	Agregado fino y grueso de río			
FECHA DE MUESTRA:	18/05/2022	RESPONSABLE:	Vargas Minchan Erick Nicolas			
FECHA DE ENSAYO:	24/05/2022	REVISADO POR:	Cabrera Barboza Luz			
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS GRUESOS						
ID	DESCRIPCIÓN	UND	1	2	3	Promedio
A	Peso en el aire de la muestra seca	gr.	1548.40	1047.70	1129.70	NA
B	Peso en el aire de la muestra saturada con superficie seca	gr.	1564.10	1060.20	1145.20	NA
C	Peso Sumergido en agua de la muestra saturada. (Utilizando canasta)	gr.	964.70	652.70	704.10	NA
D	Peso específico aparente seco $P. e. a (seco) = \frac{A}{B - C}$		2.58	2.57	2.56	2.57
E	Peso específico aparente SSS $P. e. a (SSS) = \frac{B}{B - C}$		2.61	2.60	2.60	2.60
F	Peso específico nominal $P. e. a (SSS) = \frac{A}{A - C}$		2.65	2.65	2.65	2.65
G	Absorción $Abs (\%) = \frac{B - A}{A} * 100\%$	gr/cm ³ 32	1.01%	1.19%	1.37%	1.19%
OBSERVACIONES:						
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		DOCENTE		

Figura 101

Gravedad específica y absorción de limadura de hierro fundido

LABORATORIO DE CONCRETO – UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA						
PROTOCOLO						
ENSAYO	GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS			CÓDIGO DEL DOCUMENTO: GEAF-LC-UPNC:.....		
NORMA	MTC E205 / ASTM C128 / NTP 400.022					
PROYECTO	TESIS: "ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'c=210KG/CM2 CON ADICIÓN DE 2%, 4% Y 6% DE LIMADURA DE HIERRO FUNDIDO, CAJAMARCA, 2022"					
CANTERA:	NICOYA		TIPO DE CANTERA:	FACTORIA		
UBICACIÓN:	CAJAMARCA		TIPO DE MATERIAL:	Limadura de hierro fundido		
FECHA DE MUESTRA:	18/05/2022		RESPONSABLE:	Vargas Minchan Erick Nicolas		
FECHA DE ENSAYO:	25/05/2022		REVISADO POR:	Cabrera Barboza Luc		
GRAVEDAD ESPECÍFICA Y ABSORCIÓN DE AGREGADOS FINOS (LIMADURA DE HIERRO FUNDIDO)						
ID	DESCRIPCIÓN	Und.	1	2	3	RESULTADO
A	Peso al aire de la muestra desecada.	gr.	500.00			N.A
B	Peso del picnómetro aforado lleno de agua.	gr.	1306.30			N.A
C	Peso total del picnómetro aforado con la muestra y lleno de agua	gr.	1734.90			N.A
S	Peso de la Muestra Saturada Superficie Seca	gr.	500.00			N.A
E	Peso específico aparente (Seco) $P. e. a (seco) = \frac{A}{B + S - C}$	gr./cm ³	7.00			7.00
F	Peso específico aparente (SSS) $P. e. a (SSS) = \frac{S}{B + S - C}$	gr./cm ³	7.00			7.00
G	Peso específico nominal (Seco) $P. e. a (seco) = \frac{A}{B + A - C}$	gr./cm ³	7.00			7.00
H	Absorción $Abs (\%) = \frac{S - A}{A} * 100\%$	(%)	0.00			0.00
N.A: NO APLICA						
OBSERVACIONES:						
RESPONSABLE DEL ENSAYO		COORDINADOR DE LABORATORIO		DOCENTE		

Figura 102

Datos de ensayo de compresión de testigos cilíndricos

Diámetro	P-01	P-02	P-03	P-04	P-05	P-06	Zc-01	Zc-02	Zc-03	Zc-04	Zc-05	Zc-06	Zc-07	Zc-08	Zc-09	Zc-10	Zc-11	Zc-12	Zc-13	Zc-14
1	15.390 cm	15.160 cm	15.400 cm	15.170 cm	15.500 cm	15.120 cm	15.180 cm	15.110 cm	14.900 cm	15.430 cm	15.400 cm	14.880 cm	15.430 cm	15.400 cm	14.880 cm	14.870 cm	15.300 cm	15.400 cm	14.870 cm	14.870 cm
2	15.240 cm	15.120 cm	15.270 cm	15.160 cm	15.400 cm	15.120 cm	15.190 cm	15.170 cm	14.940 cm	15.500 cm	15.400 cm	14.880 cm	15.430 cm	15.400 cm	14.880 cm	14.870 cm	15.300 cm	15.400 cm	14.870 cm	14.870 cm
3	15.340 cm	15.150 cm	15.390 cm	15.160 cm	15.400 cm	15.240 cm	15.150 cm	15.220 cm	14.940 cm	15.520 cm	15.430 cm	14.880 cm	15.430 cm	15.400 cm	14.880 cm	14.870 cm	15.300 cm	15.400 cm	14.870 cm	14.870 cm
4	15.400 cm	15.120 cm	15.370 cm	15.220 cm	15.400 cm	15.150 cm	15.210 cm	15.180 cm	14.910 cm	15.400 cm	15.430 cm	14.880 cm	15.430 cm	15.400 cm	14.880 cm	14.870 cm	15.300 cm	15.400 cm	14.870 cm	14.870 cm
PRM.D.	15.370 cm	15.130 cm	15.330 cm	15.170 cm	15.470 cm	15.170 cm	15.110 cm	15.160 cm	14.920 cm	15.470 cm	15.400 cm	14.850 cm	15.470 cm	15.400 cm	14.850 cm	14.850 cm	15.300 cm	15.400 cm	14.850 cm	14.850 cm

Altera	P-01	P-02	P-03	P-04	P-05	P-06	Zc-01	Zc-02	Zc-03	Zc-04	Zc-05	Zc-06	Zc-07	Zc-08	Zc-09	Zc-10	Zc-11	Zc-12	Zc-13	Zc-14
1	30.540 cm	30.370 cm	30.450 cm	30.410 cm	30.520 cm	30.450 cm	30.420 cm	30.510 cm	29.910 cm	30.540 cm	30.460 cm	30.440 cm	30.540 cm	30.460 cm	30.440 cm	29.750 cm	30.440 cm	30.460 cm	29.750 cm	29.750 cm
2	30.510 cm	30.390 cm	30.500 cm	30.490 cm	30.440 cm	30.520 cm	30.520 cm	29.410 cm	30.540 cm	30.520 cm	30.440 cm	30.540 cm	30.520 cm	30.440 cm	30.440 cm	29.750 cm	30.440 cm	30.460 cm	29.750 cm	29.750 cm
3	30.370 cm	30.400 cm	30.440 cm	30.440 cm	30.430 cm	30.440 cm	30.430 cm	30.320 cm	29.700 cm	30.460 cm	30.440 cm	30.520 cm	30.460 cm	30.440 cm	30.440 cm	29.750 cm	30.440 cm	30.460 cm	29.750 cm	29.750 cm
PRM.D.	30.410 cm	30.370 cm	30.430 cm	30.447 cm	30.463 cm	30.450 cm	30.460 cm	30.407 cm	29.453 cm	30.510 cm	30.477 cm	30.410 cm	30.410 cm	30.410 cm	29.750 cm	30.410 cm	30.470 cm	29.750 cm	29.750 cm	29.750 cm

ID	P-01	P-02	P-03	P-04	P-05	P-06	Zc-01	Zc-02	Zc-03	Zc-04	Zc-05	Zc-06	Zc-07	Zc-08	Zc-09	Zc-10	Zc-11	Zc-12	Zc-13	Zc-14
1	59413	55999	64482	63514	72443	69629	61891	58338	57512	73229.00	74453.00	76201.00	58800.00	52912.00						
2	1590	1590	1700	1240	1700	1590	850	1410	1430	810	1710	810	1870	2520	2470	2470	2470	2470	2470	2470

Figura 103

Ficha en Excel de ensayo de resistencia a la compresión de la compresión de testigos cilíndricos.

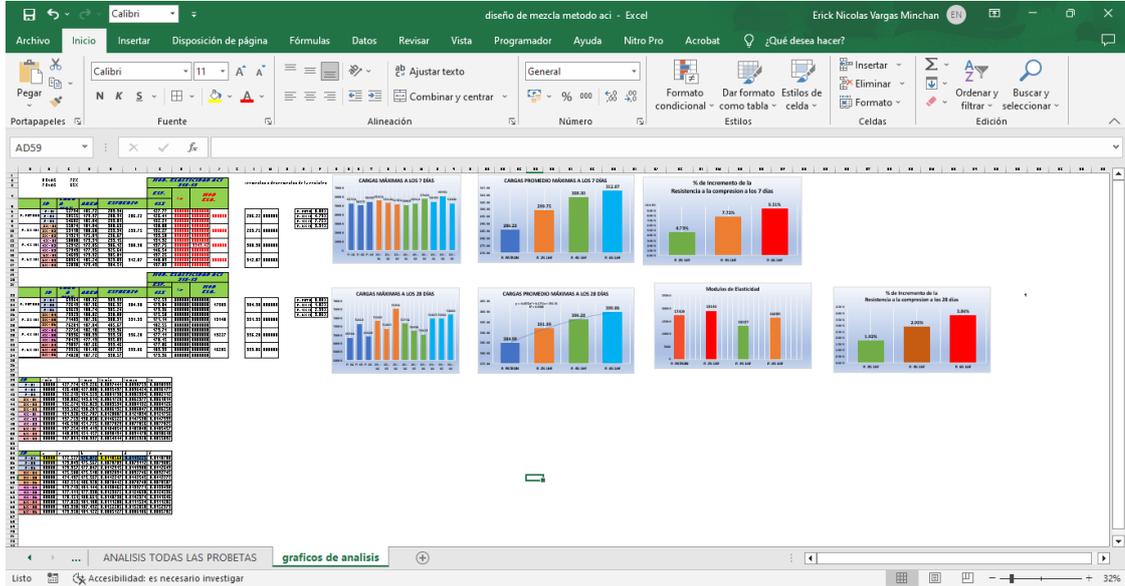
The image shows an Excel spreadsheet titled "LABORATORIO DE CONCRETO - UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE CAJAMARCA". The spreadsheet is divided into several sections:

- Protocolo Section:**
 - ENSAYO:** RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE TESTIGOS CILÍNDRICOS
 - NORMA:** MTC E704 / ASTM C39 / NTP 339.034
 - PROYECTO:** TESIS: ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL CONCRETO F'C=210KG/CM2 CON ADICIÓN DE 2%, 4% Y 6% DE LIMADURA DE HIERRO FUNDIDO, CAJAMARCA 2023
 - CÓDIGO DEL DOCUMENTO:** RCTC-LC-UPNC
- Test Specimen Data:**
 - ID. PROBETA:** 6% - 06
 - DIAMETRO PROBETA (cm):** 15.460 cm
 - FECHA DE ELABORACIÓN:** 31/05/2022
 - ÁREA (cm²):** 187.719 cm²
 - FECHA DE ENSAYO:** 28/06/2022
 - RESPONSABLE:** Vargas Minchan Erick Nicolas
 - EDAD DE LA PROBETA:** 28 Dias
 - REVISADO POR:** Cabrera Barboza Luz
- Results Table:** A large table with columns for "N.", "CARGA (kg)", "Deformación (cm)", "σ (kg/cm²)", and "ε". It contains 58 rows of data, with the first few rows showing values like (1, 0, 0.00000, 0.00000, 0.00000) and (43, 42000, 0.272000, 2720.000, 0.005304).
- Observations Section:**
 - RESPONSABLE DEL ENSAYO:** Vargas Minchan Erick Nicolas
 - COORDINADOR DE LABORATORIO:** Cabrera Barboza Luz
 - DOCENTE:** Quevedo Parras Violeta

The spreadsheet also includes a sidebar on the right with "TIPOS DE FALLAS" and a bottom status bar showing "GRÁFICA DE ESFUERZO - DEFORMACIÓN" and "RESUMEN DE CARACTERÍSTICAS Res. Comp."

Figura 104

Cuadros estadísticos en excel



ANEXO N° 14: Obtención de limadura de hierro fundido

Figura 105

Obtención de limadura de hierro fundido



Figura 106

Pieza sin maquinar y maquinada



Figura 107: Fabricación de pieza rota

Fabricación de pieza rota



Nota. Pieza fabricada a la izquierda y pieza rota a la derecha

ANEXO N° 16: Hierro fundido en partículas (Limadura de hierro fundido)

Figura 108

Limadura de hierro fundido como subproducto de maquinado

