

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**"INFLUENCIA DEL EPÓXICO ADHERENTE SIKADUR 32 Y LECHADA DE CEMENTO, EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $F'C=210 \text{ KG/CM}^2$ , EN JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN USUALES"**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

Bach. MINCHÁN ZAVALA, Betzy Helen

**ASESOR:**

M.Cs. Ing. MINCHÁN PAJARES, Manuel Lincoln

CAJAMARCA – PERÚ

2024

## CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

### - FACULTAD DE INGENIERÍA -

1. Investigador: Bach. MINCHÁN ZAVALA, Betzy Helen  
DNI: 72182447  
Escuela Profesional: Ingeniería Civil
2. Asesor: M.Cs. Ing. MINCHÁN PAJARES, Manuel Lincoln  
Facultad: Ingeniería
3. Grado académico o título profesional  
 Bachiller       Título profesional       Segunda especialidad  
 Maestro       Doctor
4. Tipo de Investigación:  
 Tesis       Trabajo de investigación       Trabajo de suficiencia profesional  
 Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación:  
"INFLUENCIA DEL EPÓXICO ADHERENTE SIKADUR 32 Y LECHADA DE CEMENTO, EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO F'C=210 KG/CM<sup>2</sup>, EN JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN USUALES"
6. Fecha de evaluación: 09/07/2024
7. Software antiplagio:       TURNITIN       URKUND (OURIGINAL) (\*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: 6%
9. Código Documento: oid:3117:365544127
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:  
 APROBADO     PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 10/07/2024



FIRMA DEL ASESOR

Nombre: MINCHÁN PAJARES, Manuel Lincoln  
DNI: 26704942



Firmado digitalmente por:  
FERNANDEZ LEON Yvonne  
Katherine FAU 20148258601 soft  
Motivo: Soy el autor del  
documento  
Fecha: 10/07/2024 21:36:52-0500

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI

COPYRIGHT © 2024 by  
BETZY HELEN MINCHÁN ZAVALA  
Todos los derechos reservados

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi padre y asesor de tesis, el Ing. Manuel Lincoln Minchán Pajares, por su guía constante durante mi carrera y sobre todo por sus valiosas sugerencias y su paciencia infinita que han sido fundamentales para la realización de este trabajo.

Agradezco profundamente a los docentes de la escuela académica de Ingeniería Civil por sus enseñanzas y orientaciones a lo largo de mi formación académica que han sido una fuente de inspiración y motivación. Extiendo mi gratitud a mis compañeros de estudio y amigos que me acompañaron en este viaje académico y continúan hasta el día de hoy, sus palabras de ánimo, sus opiniones críticas y las largas horas de estudio compartidos hicieron de este camino un camino más llevadero.

A mi familia, gracias infinitas. A mis padres, por su amor incondicional, su apoyo constante y por inculcarme los valores del esfuerzo y la perseverancia. Su confianza en mis capacidades ha sido un pilar fundamental en mi vida. A mis hermanas, por su apoyo emocional y por estar siempre a mi lado dándome ánimos y fuerza en cada paso que he dado.

A mi pareja, por su paciencia, comprensión y aliento constante durante todo este proceso. Gracias por ser mi refugio en los momentos de estrés y por celebrar conmigo.

Finalmente, un agradecimiento especial a todos aquellos que, siendo familiares y amigos, de una manera u otra, contribuyeron a la realización de esta tesis. Sus aportes, aunque no mencionados específicamente, han sido vitales para alcanzar este logro en mi vida.

A todos, muchas gracias.

## **DEDICATORIA**

A mis padres, Marilú y Lincoln, por los sacrificios que han hecho para poder darme esta carrera y por enseñarme que con esfuerzo y perseverancia todo es posible.

A mis hermanas, Mitzy, Zulmy, Dayra y Mayli, por su cariño, sus palabras de aliento y por estar siempre a mi lado. Es por ustedes que cada día trato de ser un mejor ejemplo.

A mi familia: mis abuelos, tíos, primos y sobrinos. Por sus enseñanzas, ejemplos de integridad y perseverancia, por su apoyo, consejos y por estar siempre presentes en mi vida.

A mi pareja, por ser mi roca en los momentos difíciles y mi compañero de alegrías en los éxitos. Tu apoyo y comprensión me han dado el ánimo necesario para seguir adelante.

Dedico este trabajo a todos ustedes, quienes han sido mi mayor apoyo y fuente de inspiración. Con todo mi cariño y gratitud,

Betzy Minchán

## ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO .....	iii
DEDICATORIA .....	iv
ÍNDICE GENERAL .....	v
ÍNDICE DE TABLAS .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xv
RESUMEN .....	1
ABSTRACT .....	2
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	3
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	3
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	5
1.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN .....	5
1.4. DEFINICIÓN DE VARIABLES .....	6
1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
1.6. ALCANCES Y DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN .....	7
1.7. LIMITACIONES.....	9
1.8. OBJETIVOS.....	9
1.9. DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO.....	11
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	14
2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	14
2.2. BASES TEÓRICAS .....	18
2.3. FRECUENCIA DE LOS ENSAYOS.....	36
2.4. NORMAS ASTM.....	37
2.5. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS .....	41
CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS .....	44

3.1. UBICACIÓN DONDE SE REALIZÓ LA INVESTIGACIÓN.....	44
3.2. MATERIALES.....	46
3.3. METODOLOGÍA .....	467
3.4. POBLACIÓN DE ESTUDIO.....	48
3.5. MUESTRA.....	49
3.6. UNIDAD DE ANALISIS.....	52
3.7. PROCEDIMIENTO .....	52
3.8. TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	53
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	63
4.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS .....	63
4.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	70
4.3. CORROBORACIÓN DE HIPÓTESIS .....	85
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	88
5.1 CONCLUSIONES .....	88
5.2 RECOMENDACIONES.....	90
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	92
APÉNDICE .....	94
ANEXOS .....	196

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Principales componentes del cemento.....	20
Tabla 2. Requisitos granulométricos del agregado grueso.....	24
Tabla 3. Requisitos granulométricos del agregado fino.....	24
Tabla 4. Valores máximos admisibles del agua.....	25
Tabla 5. Relación consistencia-asentamiento.....	26
Tabla 6. Tolerancia permisible de tiempo de ensayo según la edad de los especímenes....	30
Tabla 7. Coordenadas del laboratorio de ensayo de materiales de la UNC.....	44
Tabla 8. Coordenadas de la cantera Aguilar, del río Chonta.....	46
Tabla 9. Número de probetas por grupos.....	51
Tabla 10. Número de probetas en grupos y sub grupos con ángulo de 45° en la junta.....	51
Tabla 11: Número de probetas en grupos y sub grupos con ángulo de 0° en la junta.....	51
Tabla 12: Resumen de los ensayos de agregado fino.....	54
Tabla 13: Resumen de los ensayos de agregado grueso.....	54
Tabla 14: Resumen de proporciones del diseño por m <sup>3</sup> y tandas de vaciado.....	54
Tabla 15: Resistencia del concreto patrón en el momento de vaciado de las juntas de 4 horas en un ángulo de 45°.....	55
Tabla 16: Resistencia del concreto patrón en el momento de vaciado de las juntas de 6 horas en un ángulo de 45°.....	55
Tabla 17: Resistencia del concreto patrón en el momento de vaciado de las juntas de 8 horas en un ángulo de 45°.....	55
Tabla 18: Resistencia del concreto patrón en el momento de vaciado de las juntas de 4 horas en un ángulo de 0°.....	56
Tabla 19: Resistencia del concreto patrón en el momento de vaciado de las juntas de 6 horas en un ángulo de 0°.....	56



Tabla 20: Resistencia del concreto patrón en el momento de vaciado de las juntas de 8 horas en un ángulo de 0° .....	56
Tabla 21: Resistencia del concreto con Epóxico Sikadur 32 en la junta de 4 horas de ángulo de 45° .....	57
Tabla 22: Resistencia del concreto con Epóxico Sikadur 32 en la junta de 6 horas de ángulo de 45° .....	57
Tabla 23: Resistencia del concreto con Epóxico Sikadur 32 en la junta de 8 horas de ángulo de 45° .....	57
Tabla 24: Resistencia del concreto con Epóxico Sikadur 32 en la junta de 4 horas de ángulo de 0° .....	58
Tabla 25: Resistencia del concreto con Epóxico Sikadur 32 en la junta de 6 horas de ángulo de 0° .....	58
Tabla 26: Resistencia del concreto con Epóxico Sikadur 32 en la junta de 8 horas de ángulo de 0° .....	58
Tabla 27: Resistencia del concreto con Lechada en la junta de 4 horas de ángulo de 45° ..	59
Tabla 28: Resistencia del concreto con Lechada en la junta de 6 horas de ángulo de 45° ..	59
Tabla 29: Resistencia del concreto con Lechada en la junta de 8 horas de ángulo de 45° ..	59
Tabla 30: Resistencia del concreto con Lechada en la junta de 4 horas de ángulo de 0° ....	60
Tabla 31: Resistencia del concreto con Lechada en la junta de 6 horas de ángulo de 0° ....	60
Tabla 32: Resistencia del concreto con Lechada en la junta de 8 horas de ángulo de 0° ....	60
Tabla 33: Resistencia del concreto sin puente adherente en la junta de 4 horas de ángulo de 45° .....	61
Tabla 34: Resistencia del concreto sin puente adherente en la junta de 6 horas de ángulo de 45° .....	61

Tabla 35: Resistencia del concreto sin puente adherente en la junta de 8 horas de ángulo de 45° .....	61
Tabla 36: Resistencia del concreto sin puente adherente en la junta de 4 horas de ángulo de 0° .....	62
Tabla 37: Resistencia del concreto sin puente adherente en la junta de 6 horas de ángulo de 0° .....	62
Tabla 38: Resistencia del concreto sin puente adherente en la junta de 8 horas de ángulo de 0° .....	62
Tabla 39: Promedio de resistencias a compresión del concreto patrón usado de 4,6 y 8 horas en juntas de 45° .....	63
Tabla 40: Promedio de resistencias a compresión del concreto patrón usado de 4,6 y 8 horas en juntas de 0° a edades de 7, 14 y 28 días .....	64
Tabla 41: Promedio de resistencias a compresión del concreto con epóxico Sikadur 32 de 4,6 y 8 horas en juntas de 45° a edades de 7, 14 y 28 días .....	65
Tabla 42: Promedio de resistencias a compresión del concreto con epóxico Sikadur 32 de 4,6 y 8 horas en juntas de 0° a edades de 7, 14 y 28 días .....	65
Tabla 43: Promedio de resistencias a compresión del concreto con lechada de 4, 6 y 8 horas en juntas de 45° a edades de 7, 14 y 28 días .....	66
Tabla 44: Promedio de resistencias a compresión del concreto con lechada de 4, 6 y 8 horas en juntas de 0° a edades de 7, 14 y 28 días .....	67
Tabla 45: Promedio de resistencias a compresión del concreto sin puente adherente de 4, 6 y 8 horas en juntas de 45° a edades de 7, 14 y 28 días .....	68
Tabla 46: Promedio de resistencias a compresión del concreto sin puente adherente de 4, 6 y 8 horas en juntas de 0° a edades de 7, 14 y 28 días .....	69

Tabla 47: Variación de la resistencia de probetas con epóxico Sikadur 32 en comparación con el patrón en juntas de 4 horas con ángulo de 45° .....	70
Tabla 48: Variación de la resistencia de probetas con epóxico Sikadur 32 en comparación con el patrón en juntas de 6 horas con ángulo de 45° .....	71
Tabla 49: Variación de la resistencia de probetas con epóxico Sikadur 32 en comparación con el patrón en juntas de 8 horas con ángulo de 45° .....	72
Tabla 50: Variaciones promedio de la resistencia de probetas con epóxico Sikadur 32 en juntas de 45° .....	72
Tabla 51: Variación de la resistencia de probetas con epóxico Sikadur 32 en comparación con el patrón en juntas de 4 horas con ángulo de 0° .....	73
Tabla 52: Variación de la resistencia de probetas con epóxico Sikadur 32 en comparación con el patrón en juntas de 6 horas con ángulo de 0° .....	73
Tabla 53: Variación de la resistencia de probetas con epóxico Sikadur 32 en comparación con el patrón en juntas de 8 horas con ángulo de 0° .....	74
Tabla 54: Variaciones promedio de la resistencia de probetas con epóxico Sikadur 32 en juntas de 0° .....	75
Tabla 55: Variación de la resistencia de probetas con lechada en comparación con el patrón en juntas de 4 horas con ángulo de 45° .....	75
Tabla 56: Variación de la resistencia de probetas con lechada en comparación con el patrón en juntas de 6 horas con ángulo de 45° .....	76
Tabla 57: Variación de la resistencia de probetas con lechada en comparación con el patrón en juntas de 8 horas con ángulo de 45° .....	76
Tabla 58: Variaciones promedio de la resistencia de probetas con lechada en juntas de 45° .....	77

Tabla 59: Variación de la resistencia de probetas con lechada en comparación con el patrón en juntas de 4 horas con ángulo de 0° .....	78
Tabla 60: Variación de la resistencia de probetas con lechada en comparación con el patrón en juntas de 6 horas con ángulo de 0° .....	78
Tabla 61: Variación de la resistencia de probetas con lechada en comparación con el patrón en juntas de 8 horas con ángulo de 0° .....	79
Tabla 62: Variaciones promedio de la resistencia de probetas con lechada en junta de 0°	80
Tabla 63: Variación de la resistencia de probetas sin puente adherente en comparación con el patrón en juntas de 4 horas con ángulo de 45° .....	80
Tabla 64: Variación de la resistencia de probetas sin puente adherente en comparación con el patrón en juntas de 6 horas con ángulo de 45° .....	81
Tabla 65: Variación de la resistencia de probetas sin puente adherente en comparación con el patrón en juntas de 8 horas con ángulo de 45° .....	81
Tabla 66: Variaciones promedio de la resistencia de probetas sin adherente en junta de 45° .....	82
Tabla 67: Variación de la resistencia de probetas sin puente adherente en comparación con el patrón en juntas de 4 horas con ángulo de 0° .....	83
Tabla 68: Variación de la resistencia de probetas sin puente adherente en comparación con el patrón en juntas de 6 horas con ángulo de 0° .....	83
Tabla 69: Variación de la resistencia de probetas sin puente adherente en comparación con el patrón en juntas de 8 horas con ángulo de 0° .....	84
Tabla 70: Variaciones promedio de la resistencia de probetas sin adherente en junta de 0° .....	85
Tabla 71: Resumen de promedios de variaciones según puente adherente, ángulo y días de curado .....	85

Tabla 72: Promedio final de las variaciones según puente adherente y días de curado .....	85
Tabla 73: Contenido de humedad de agregado fino.....	94
Tabla 74: Ensayos de Peso Específico .....	94
Tabla 75: Ensayo de análisis granulométrico de la muestra 1.....	95
Tabla 76: Ensayo de análisis granulométrico de la muestra 2.....	96
Tabla 77: Ensayo de análisis granulométrico de la muestra 3.....	97
Tabla 78: Peso volumétrico suelto.....	98
Tabla 79: Peso volumétrico compactado.....	98
Tabla 80: Porcentaje de absorción.....	98
Tabla 81: Contenido de humedad de agregado grueso.....	99
Tabla 82: Peso Específico.....	99
Tabla 83: Ensayo de análisis granulométrico para muestra 1. ....	99
Tabla 84: Ensayo de análisis granulométrico para muestra 2. ....	100
Tabla 85: Ensayo de análisis granulométrico para muestra 3. ....	101
Tabla 86: Peso volumétrico suelto.....	102
Tabla 87: Peso volumétrico compactado.....	103
Tabla 88: Porcentaje de absorción.....	103
Tabla 89: Factor $f'_{cr}$ según el nivel de obra.....	104
Tabla 90: Asentamiento según consistencia del concreto. ....	104
Tabla 91: Aire atrapado según tamaño máximo nominal.....	105
Tabla 92: Contenido de agua dependiendo del slump y tamaño máximo del agregado. ..	105
Tabla 93: Relación agua/cemento dependiendo a la resistencia a la compresión. ....	106
Tabla 94: Volumen del agregado grueso seco y compactado. ....	107
Tabla 95: Cantidades en peso por cada m <sup>3</sup> y tandas de vaciado.....	109
Tabla 96: Contenido de humedad del agregado fino.....	110

Tabla 97: Contenido de humedad del agregado grueso.....	110
Tabla 98: Cantidades en peso por cada m <sup>3</sup> y tandas de vaciado.....	112
Tabla 99: Contenido de humedad del agregado fino.....	112
Tabla 100: Contenido de humedad del agregado grueso.....	112
Tabla 101: Cantidades en peso por cada m <sup>3</sup> y tandas de vaciado.....	114
Tabla 102: Contenido de humedad del agregado fino.....	114
Tabla 103: Contenido de humedad del agregado grueso.....	114
Tabla 104: Cantidades en peso por cada m <sup>3</sup> y tandas de vaciado.....	116
Tabla 105: Contenido de humedad del agregado fino.....	116
Tabla 106: Contenido de humedad del agregado grueso.....	116
Tabla 107: Cantidades en peso por cada m <sup>3</sup> y tandas de vaciado.....	118
Tabla 108: Contenido de humedad del agregado fino.....	118
Tabla 109: Contenido de humedad del agregado grueso.....	118
Tabla 110: Cantidades en peso por cada m <sup>3</sup> y tandas de vaciado.....	120
Tabla 111: Deformación de patrón de concreto usados en las juntas de 45° .....	130
Tabla 112: Deformación de patrón de concreto usados en las juntas de 0° .....	132
Tabla 113: Deformación concreto usando Sika 32 en las juntas de 45° .....	134
Tabla 114: Deformación concreto usando Sika 32 en las juntas de 0° .....	136
Tabla 115: Deformación concreto usando lechada en las juntas de 45° .....	138
Tabla 116: Deformación concreto usando lechada en las juntas de 0° .....	140
Tabla 117: Deformación concreto sin usar puente adherente en las juntas de 45° .....	142
Tabla 118: Deformación concreto sin usar puente adherente en las juntas de 0° .....	144
Tabla 119: Deformación de patrón de concreto usados en las juntas de 45° .....	146
Tabla 120: Deformación de patrón de concreto usados en las juntas de 0° .....	148
Tabla 121: Deformación concreto usando Sika 32 en las juntas de 45° .....	150

Tabla 122: Deformación concreto usando Sika 32 en las juntas de 0° .....	152
Tabla 123: Deformación concreto usando lechada en las juntas de 45° .....	154
Tabla 124: Deformación concreto usando lechada en las juntas de 0° .....	156
Tabla 125: Deformación concreto sin usar puente adherente en las juntas de 45° .....	158
Tabla 126: Deformación concreto sin usar puente adherente en las juntas de 0° .....	160
Tabla 127: Deformación de patrón de concreto usados en las juntas de 45° .....	162
Tabla 128: Deformación de patrón de concreto usados en las juntas de 0° .....	164
Tabla 129: Deformación concreto usando Sika 32 en las juntas de 45° .....	166
Tabla 130: Deformación concreto usando Sika 32 en las juntas de 0° .....	168
Tabla 131: Deformación concreto usando lechada en las juntas de 45° .....	170
Tabla 132: Deformación concreto usando lechada en las juntas de 0° .....	172
Tabla 133: Deformación concreto sin usar puente adherente en las juntas de 45° .....	174
Tabla 134: Deformación concreto sin usar puente adherente en las juntas de 0° .....	176

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Dimensiones del molde para ensayo .....	27
Figura 2. Pasos para determinar el asentamiento del concreto.....	28
Figura 3. Diagrama esquemático de los patrones típicos de fractura. ....	31
Figura 4. Mecanismo de adhesión. ....	34
Figura 5: Departamento de Cajamarca en el mapa del Perú.....	44
Figura 6: Provincia de Cajamarca en el departamento de Cajamarca .....	45
Figura 7: Vista satelital de la UNC.....	45
Figura 8: Vista satelital de la cantera Aguilar .....	46
Figura 9: Promedios de resistencias a compresión del concreto patrón usado de 4, 6 y 8 horas en juntas de 45° .....	63
Figura 10: Promedios de resistencias a compresión del concreto patrón usado de 4, 6 y 8 horas en juntas de 0° a edades de 7, 14 y 28 días .....	64
Figura 11: Promedio de resistencias a compresión del concreto con epóxico Sikadur 32 de 4, 6 y 8 horas en juntas de 45° a edades de 7, 14 y 28 días.....	65
Figura 12: Promedio de resistencias a compresión del concreto con epóxico Sikadur 32 de 4, 6 y 8 horas en juntas de 0° a edades de 7, 14 y 28 días.....	66
Figura 13: Promedio de resistencias a compresión del concreto con lechada de 4, 6 y 8 horas en juntas de 45° a edades de 7, 14 y 28 días .....	67
Figura 14: Promedio de resistencias a compresión del concreto con lechada de 4, 6 y 8 horas en juntas de 0° a edades de 7, 14 y 28 días .....	68
Figura 15: Promedio de resistencias a compresión del concreto sin puente adherente de 4, 6 y 8 horas en juntas de 45° a edades de 7, 14 y 28 días .....	69
Figura 16: Promedio de resistencias a compresión del concreto sin puente adherente de 4, 6 y 8 horas en juntas de 0° a edades de 7, 14 y 28 días .....	70



Figura 17: Variación de la resistencia de probetas con epóxico Sikadur 32 en comparación con el patrón en juntas de 4 horas con ángulo de 45° .....	71
Figura 18: Variación de la resistencia de probetas con epóxico Sikadur 32 en comparación con el patrón en juntas de 6 horas con ángulo de 45° .....	71
Figura 19: Variación de la resistencia de probetas con epóxico Sikadur 32 en comparación con el patrón en juntas de 8 horas con ángulo de 45° .....	72
Figura 20: Variación de la resistencia de probetas con epóxico Sikadur 32 en comparación con el patrón en juntas de 4 horas con ángulo de 0° .....	73
Figura 21: Variación de la resistencia de probetas con epóxico Sikadur 32 en comparación con el patrón en juntas de 6 horas con ángulo de 0° .....	74
Figura 22: Variación de la resistencia de probetas con epóxico Sikadur 32 en comparación con el patrón en juntas de 8 horas con ángulo de 0° .....	74
Figura 23: Variación de la resistencia de probetas con lechada en comparación con el patrón en juntas de 4 horas con ángulo de 45° .....	75
Figura 24: Variación de la resistencia de probetas con lechada en comparación con el patrón en juntas de 6 horas con ángulo de 45° .....	76
Figura 25: Variación de la resistencia de probetas con lechada en comparación con el patrón en juntas de 8 horas con ángulo de 45° .....	77
Figura 26: Variación de la resistencia de probetas con lechada en comparación con el patrón en juntas de 4 horas con ángulo de 0° .....	78
Figura 27: Variación de la resistencia de probetas con lechada en comparación con el patrón en juntas de 6 horas con ángulo de 0° .....	79
Figura 28: Variación de la resistencia de probetas con lechada en comparación con el patrón en juntas de 8 horas con ángulo de 0° .....	79

Figura 29: Variación de la resistencia de probetas sin puente adherente en comparación con el patrón en juntas de 4 horas con ángulo de 45° .....	80
Figura 30: Variación de la resistencia de probetas sin puente adherente en comparación con el patrón en juntas de 6 horas con ángulo de 45° .....	81
Figura 31: Variación de la resistencia de probetas sin puente adherente en comparación con el patrón en juntas de 8 horas con ángulo de 45° .....	82
Figura 32: Variación de la resistencia de probetas sin puente adherente en comparación con el patrón en juntas de 4 horas con ángulo de 0° .....	83
Figura 33: Variación de la resistencia de probetas sin puente adherente en comparación con el patrón en juntas de 6 horas con ángulo de 0° .....	84
Figura 34: Variación de la resistencia de probetas sin puente adherente en comparación con el patrón en juntas de 8 horas con ángulo de 0° .....	84
Figura 35: Curva de distribución granulométrico, para muestra 1 comparado con el Huso M.....	95
Figura 36: Curva de distribución granulométrico, para muestra 2 comparado con el Huso M.....	96
Figura 37: Curva de distribución granulométrico, para muestra 3 comparado con el Huso M.....	97
Figura 38: Curva de distribución granulométrico, para muestra 1 comparado con el Huso 7. ....	100
Figura 39: Curva de distribución granulométrico, para muestra 2 comparado con el Huso 7. ....	101
Figura 40: Curva de distribución granulométrico, para muestra 3 comparado con el Huso 7. ....	102
Figura 41: Mezcla de Epóxico Sika 32.....	121

Figura 42: Vista de la junta de 45° y área de contacto con el epóxico .....	121
Figura 43: Epóxico en junta de 0° .....	123
Figura 44: Vista de junta de 0° y área de contacto con el epóxico.....	123
Figura 45: Lechada de cemento y agua en junta de 0° .....	125
Figura 46: Vista de la junta de 45° y área de contacto con la lechada .....	126
Figura 47: Lechad de cemento y agua en junta de 0° .....	128
Figura 48: Vista de la junta de 0° y área de contacto con la lechada .....	128
Figura 49: Gráfica de esfuerzo vs deformación unitaria de patrón de concreto usados en las juntas de 45° .....	131
Figura 50: Gráfica de esfuerzo vs deformación unitaria de patrón de concreto usados en las juntas de 0° .....	133
Figura 51: Gráfica de esfuerzo vs deformación concreto usando Sika 32 en las juntas de 45°.....	135
Figura 52: Gráfica de esfuerzo vs deformación concreto usando Sika 32 en las juntas de 0°.....	137
Figura 53: Gráfica de esfuerzo vs deformación concreto usando lechada en las juntas de 45°.....	139
Figura 54: Gráfica de esfuerzo vs deformación concreto usando lechada en las juntas de 0°.....	141
Figura 55: Gráfica de esfuerzo vs deformación concreto sin usar puente adherente en las juntas de 45°.....	143
Figura 56: Gráfica de esfuerzo vs deformación concreto sin usar puente adherente en las juntas de 0°.....	145
Figura 57: Gráfica de esfuerzo vs deformación unitaria de patrón de concreto usados en las juntas de 45° .....	147

Figura 58: Gráfica de esfuerzo vs deformación unitaria de patrón de concreto usados en las juntas de 0° .....	149
Figura 59: Gráfica de esfuerzo vs deformación concreto usando Sika 32 en las juntas de 45° .....	151
Figura 60: Gráfica de esfuerzo vs deformación concreto usando Sika 32 en las juntas de 0° .....	153
Figura 61: Gráfica de esfuerzo vs deformación concreto usando lechada en las juntas de 45° .....	155
Figura 62: Gráfica de esfuerzo vs deformación concreto usando lechada en las juntas de 0° .....	157
Figura 63: Gráfica de esfuerzo vs deformación concreto sin usar puente adherente en las juntas de 45° .....	159
Figura 64: Gráfica de esfuerzo vs deformación concreto sin usar puente adherente en las juntas de 0° .....	161
Figura 65: Gráfica de esfuerzo vs deformación unitaria de patrón de concreto usados en las juntas de 45° .....	163
Figura 66: Gráfica de esfuerzo vs deformación unitaria de patrón de concreto usados en las juntas de 0° .....	165
Figura 67: Gráfica de esfuerzo vs deformación concreto usando Sika 32 en las juntas de 45° .....	167
Figura 68: Gráfica de esfuerzo vs deformación concreto usando Sika 32 en las juntas de 0° .....	169
Figura 69: Gráfica de esfuerzo vs deformación concreto usando lechada en las juntas de 45° .....	171

Figura 70: Gráfica de esfuerzo vs deformación concreto usando lechada en las juntas de 0° .....	173
Figura 71: Gráfica de esfuerzo vs deformación concreto sin usar puente adherente en las juntas de 45° .....	175
Figura 72: Gráfica de esfuerzo vs deformación concreto sin usar puente adherente en las juntas de 0° .....	177
Figura 73: Almacenamiento de agregados .....	178
Figura 74: Peso los agregados. ....	178
Figura 75: Secado de agregados en horno. ....	179
Figura 76: Verificación de temperatura en el agua y concreto .....	179
Figura 77: Vaciado de probetas del día 20 de febrero .....	180
Figura 78: Probetas con edades de 28 días. ....	180
Figura 79: Vaciado de probetas del día 26 de febrero junto con el Ing. Asesor.....	181
Figura 80: Tanda de probetas con juntas con epóxico Sika 32 .....	181
Figura 81: Tanda de probetas con juntas sin ningún tipo de adherente.....	182
Figura 82: Curado de probetas con edades de 14 días.....	182
Figura 83: Vaciado de probetas del día 2 de marzo junto con el Ing. Asesor. ....	183
Figura 84: Vaciado de probetas del día 5 de marzo junto con el Ing. Asesor. ....	183
Figura 85: Colocación de Epóxico Sika 32 en las juntas de construcción .....	184
Figura 86: Probetas de concreto de edad de 7 días.....	184
Figura 87: Ensayo a rotura de probetas de edades de 7 días con juntas de 0°, con supervisión de Ing. Mauro Centurión jurado de la investigación. ....	185
Figura 88: Probetas patrón y con epóxico Sika 32 en edad de 7 días con un ángulo de 0° .....	185
Figura 89: Probetas con lechada y sin epóxico en edad de 7 días con un ángulo de 0° ....	186

Figura 90: Ensayo a rotura a compresión de probetas de edades de 14 días con juntas de 0° .....	186
Figura 91: Probetas patrón y con epóxico Sika 32 en edad de 14 días con un ángulo de 0° .....	187
Figura 92: Probetas con lechada y sin epóxico en edad de 14 días con un ángulo de 0° ..	187
Figura 93: Ensayo a rotura a compresión de probetas de edades de 28 días con juntas de 0° .....	188
Figura 94: Probetas patrón y con epóxico Sika 32 en edad de 28 días con un ángulo de 0° .....	188
Figura 95: Probetas con lechada y sin epóxico en edad de 28 días con un ángulo de 0° ..	189
Figura 96: 135 probetas en total ensayadas a compresión con un ángulo de 0° .....	189
Figura 97: Probetas con ángulo de 45° de edades de 7 días .....	190
Figura 98: Ensayo a rotura a compresión de probetas de edades de 7 días con juntas de 45° .....	190
Figura 99: Probetas patrón y con epóxico Sika 32 en edad de 7 días con un ángulo de 45° .....	191
Figura 100: Probetas con lechada y sin epóxico en edad de 7 días con un ángulo de 45° .....	191
Figura 101: Ensayo a rotura a compresión de probetas de edades de 14 días con juntas de 45° .....	192
Figura 102: Probetas patrón y con epóxico Sika 32 en edad de 14 días con un ángulo de 45° .....	192
Figura 103: Probetas con lechada y sin epóxico en edad de 14 días con un ángulo de 45° .....	193

Figura 104: Ensayo a rotura a compresión de probetas de edades de 28 días con juntas de 45° junto con el Ing. Asesor.....	193
Figura 105: Probetas patrón y con epóxico Sika 32 en edad de 28 días con un ángulo de 45° .....	194
Figura 106: Probetas con lechada y sin epóxico en edad de 14 días con un ángulo de 45° .....	194
Figura 107: Uso del deformímetro en los ensayos de 28 días .....	195
Figura 108: 135 probetas en total ensayadas a compresión con un ángulo de 45° .....	195

## RESUMEN

El sector de la construcción es un motor económico global, con el concreto como material principal, pues la resistencia del concreto depende de la proporción de materiales, mano de obra y tiempos de curado, sin embargo, la mezcla a menudo se ve afectada por eventos imprevistos durante el vaciado, lo que puede llevar a la formación de juntas frías, lo cual genera incertidumbre sobre la adherencia, calidad y resistencia del concreto, en tal sentido, en la presente tesis se ensayaron probetas de concreto elaboradas con y sin juntas de construcción, con un ángulo de  $45^\circ$  y  $0^\circ$  en las juntas, con y sin puente adherente, con Sikadur 32 y lechada de cemento Portland tipo I como puentes adherentes; determinando así que las probetas con epóxico adherente Sikadur 32 en las juntas de construcción a  $45^\circ$  y  $0^\circ$  aumentó 5.02%, la lechada de cemento Portland tipo I en las juntas de construcción a  $45^\circ$  y  $0^\circ$  aumentó 6.62% y sin ningún tipo de puente adherente en las juntas de construcción a  $45^\circ$  y  $0^\circ$  aumentó 5.14% en su resistencia a compresión  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$  frente al concreto patrón, con tiempos de formación de 4, 6, y 8 horas, considerado para los casos de la resistencia de diseño del concreto con edades: 7, 14 y 28 días, usando agregados de la cantera Aguilar del río Chonta.

**PALABRAS CLAVE:** Concreto, resistencia a compresión, juntas de construcción, puente adherente, epóxico Sikadur 32, probetas de concreto.



## ABSTRACT

The construction sector is a global economic engine, with concrete as the main material, since the strength of concrete depends on the proportion of materials, labor and curing times, however, the mixture is often affected by events unforeseen events during pouring, which can lead to the formation of cold joints, which generates uncertainty about the adhesion, quality and resistance of the concrete. In this sense, in this thesis concrete specimens made with and without construction joints were tested. , with an angle of 45° and 0° in the joints, with and without bonding bridge, with Sikadur 32 and type I Portland cement grout as bonding bridges; thus determining that the specimens with Sikadur 32 adherent epoxy in the construction joints at 45° and 0° increased 5.02%, the Portland cement type I grout in the construction joints at 45° and 0° increased 6.62% and without any type of adhesive bridge in the construction joints at 45° and 0° increased 5.14% in its compressive strength  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> compared to the standard concrete, with formation times of 4, 6, and 8 hours, considered for the cases of the design resistance of concrete with ages: 7, 14 and 28 days, using aggregates from the Aguilar quarry of the Chonta River.

**KEYWORDS:** Concrete, compressive strength, construction joints, adhesive bridge, Sikadur 32 epoxy, concrete specimens.

## **CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

A nivel global y particularmente en nuestro país, el sector de la construcción es un importante impulsor del crecimiento económico. De acuerdo con las estadísticas del INEI (2023), este sector constituye aproximadamente el 5.38% del PIB. Asimismo, para este año se anticipa un incremento del PIB gracias a la planificación, ejecución y supervisión de diversas construcciones, con un énfasis especial en edificaciones, dado que son fundamentales para la calidad de vida de las personas.

El concreto es el material predominante en el ámbito de la construcción, por lo que es crucial conocer sus propiedades físicas y mecánicas. Es un material conocido por su durabilidad y resistencia; sin embargo, al trabajarse en su forma fluida o plástica, puede moldearse en cualquier forma deseada. Esta combinación de características es la razón principal de su popularidad en la construcción, a pesar de ello, la resistencia del concreto depende en gran medida de la calidad y proporción de sus componentes, de la calidad del trabajo realizado y del tiempo de curado tras el vertido. Sin embargo, la mezcla de concreto no siempre se realiza correctamente debido al manejo inadecuado de los materiales y esto puede generar más desperdicio, elevando los costos y afectando negativamente la resistencia del concreto una vez endurecido.

En ocasiones, durante el vaciado del concreto para cualquier estructura ocurren eventos externos no planificados, que no permiten que ese sea continuo y monolítico. Esto conlleva a que el concreto vaciado en una primera etapa antes del imprevisto ya esté en proceso de fraguado, y mientras se sigue agregando concreto fresco una vez ocurrido el imprevisto, se tenga como consecuencia que al finalizar el vaciado de la estructura no se posea la certeza de que realmente la adherencia entre ambas capas de concreto será la adecuada,

generando un plano débil dentro de la sección, denominada “junta de construcción” o también llamada “junta fría”. Por ello, dicha junta fría puede generar cierta incertidumbre en cuanto al comportamiento, calidad y resistencia del concreto para lo cual fue diseñado. (Salazar Dávila, María, 2022).

El Reglamento Nacional de Edificaciones en su sección E-060 establece que las vigas, columnas y losas deben construirse monolíticamente; en el caso de unión de dos estructuras de concreto es requerida una junta de construcción, la cual es predeterminada de acuerdo a la programación de vaciado. Sin embargo, la variabilidad en la construcción permite que ocurran sucesos inesperados, que provocan que el vaciado sea interrumpido, lo cual es causante de la creación de un plano débil denominado “junta de construcción”. Este defecto en una estructura de concreto puede generar alteraciones en su comportamiento mecánico y una posible falla ante los esfuerzos para los cuales ha sido diseñada.

Por lo expuesto anteriormente, y sabiendo que puede existir imprevistos en el vaciado continuo del concreto, es decir, que existen y/o generan juntas de construcción cuando el concreto es vaciado en dos etapas, la primera etapa antes del imprevisto, la misma que ya esté en proceso de fraguado, y mientras se sigue agregando concreto fresco una vez ocurrido el imprevisto (segunda etapa de vaciado), se tenga como consecuencia que al finalizar el vaciado de la estructura no se posea la certeza de tener la misma resistencia. En este sentido, se determinó la “INFLUENCIA DEL EPÓXICO ADHERENTE SIKADUR 32 Y LECHADA DE CEMENTO, EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $f'_c=210 \text{ KG/CM}^2$ , EN JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN USUALES”, para tiempos de formación de 4, 6, y 8 horas, en la resistencia a compresión de concreto respecto al concreto patrón; considerando para el caso de resistencia de diseño  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , con edades de 7, 14 y 28 días, con ángulo de inclinación de  $45^\circ$  y  $0^\circ$ , utilizando agregados de la cantera “Aguilar” ubicado en el río Chonta.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿En cuánto influye el epóxico adherente Sikadur 32 y lechada de cemento, en la resistencia a compresión del concreto  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , en juntas de construcción usuales?

## **1.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN**

### ***1.3.1. Hipótesis General***

El uso del epóxico adherente Sikadur 32 genera un crecimiento de 10%, mientras que el uso del puente adherente “Lechada” genera un decrecimiento de 10%, en la resistencia a compresión axial con respecto al concreto patrón, para las condiciones de juntas de construcción usuales con los ángulos de inclinación de  $45^\circ$  y  $0^\circ$ , con tiempos de formación (en dos tiempos) de 4, 6, y 8 horas, para el caso de resistencia de diseño  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , con edades de 7, 14 y 28 días.

### ***1.3.2. Hipótesis Específico:***

- El uso del epóxico adherente Sikadur 32, en juntas de construcción, con ángulo de  $45^\circ$ , con tiempos de vaciado de 4, 6, y 8 horas, con edades de 7, 14 y 28 días, genera un decrecimiento del 10% en su resistencia a compresión con respecto al concreto patrón.
- El uso del epóxico adherente Sikadur 32, en juntas de construcción, con ángulo de  $0^\circ$ , con tiempos de vaciado de 4, 6, y 8 horas, con edades de 7, 14 y 28 días, genera un decrecimiento del 5% en su resistencia a compresión con respecto al concreto patrón.
- El uso del puente adherente “Lechada”, en juntas de construcción, con ángulo de  $45^\circ$ , con tiempos de vaciado de 4, 6, y 8 horas, con edades de 7, 14 y 28 días, genera un decrecimiento del 15% en su resistencia a compresión con respecto al concreto patrón.

- El uso del puente adherente “Lechada”, en juntas de construcción, con ángulo de  $0^\circ$ , con tiempos de vaciado de 4, 6, y 8 horas, con edades de 7, 14 y 28 días, genera un decrecimiento del 10% en su resistencia a compresión con respecto al concreto patrón.
- El no usar ningún puente adherente, en juntas de construcción, con ángulo de  $45^\circ$ , con tiempos de vaciado de 4, 6, y 8 horas, con edades de 7, 14 y 28 días, genera un decrecimiento del 20% en su resistencia a compresión con respecto al concreto patrón.
- El no usar ningún puente adherente, en juntas de construcción, con ángulo de  $0^\circ$ , con tiempos de vaciado de 4, 6, y 8 horas, con edades de 7, 14 y 28 días, genera un decrecimiento del 15% en su resistencia a compresión con respecto al concreto patrón.

#### **1.4. DEFINICIÓN DE VARIABLES**

Las variables son los elementos, características o propiedades que pueden cambiar y que se miden o manipulan en este estudio. A continuación, se detallan los tipos de variables:

##### ***1.4.1. Variable Independiente***

- Junta de construcción con y sin puente adherente, con ángulo de inclinación de  $45^\circ$  y  $0^\circ$ .

##### ***1.4.2. Variables Dependientes***

- Variación de la resistencia a la compresión del concreto.

#### **1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

La presente investigación ofrece nuevos aportes respecto a comprender la influencia del epóxico adherente Sikadur 32, la lechada de cemento Portland tipo I y el no usar ningún

tipo de puente adherente, en la resistencia a compresión del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, en juntas de construcción usuales.

Además, este estudio se justifica al incrementar el conocimiento técnico y práctico sobre las juntas de construcción usuales al evaluar el uso de un puente adherente Sikadur 32, con una lechada de cemento portland tipo I y otras sin utilizar ningún tipo de puente adherente, comparados con un concreto patrón en el tiempo de fragua y resistencia a la compresión.

La investigación introdujo innovaciones significativas y proporciona un aporte crucial para las futuras construcciones de edificaciones en el departamento de Cajamarca. Hasta el momento, no se han realizado estudios sobre la resistencia a la compresión del concreto con juntas de construcción que utilicen agregados locales, ni sobre su comportamiento al aplicar un puente adherente epóxico o con una lechada de cemento. Además, ver en cuánto varía la resistencia a compresión de concreto para  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> tomando en cuenta que el primer vaciado del concreto se lo dejará con un ángulo de inclinación de 45° y 0° (en la parte central de la probeta), para que luego se realice el vaciado final del concreto.

## **1.6. ALCANCES Y DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

Los alcances y delimitaciones se refieren a la especificación clara de los límites y las áreas cubiertas por el presente estudio que serán detalladas a continuación:

### ***1.6.1. Alcances:***

En esta parte se muestran los límites o la extensión de hasta dónde llegó la investigación detallando qué aspectos, variables o casos específicos se incluyeron:

- El alcance de esta investigación radica en brindar el conocimiento hacia la comunidad científica y a los actores principales dentro del sector la construcción,

como son: técnicos en construcción, albañiles, obreros, entre otros, porque se encamina a encontrar la influencia del epóxico adherente Sikadur 32, de la lechada de cemento, y sin utilizar el puente adherente en la resistencia a compresión del concreto  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , en juntas de construcción usuales.

- Se toma en cuenta los diferentes tipos de juntas: Junta de construcción con un ángulo de inclinación de  $45^\circ$  y  $0^\circ$ ; utilizando epóxico adherente Sikadur 32. Junta de construcción con un ángulo de inclinación de  $45^\circ$  y  $0^\circ$ ; utilizando lechada de cemento Portland tipo I. Junta de construcción con un ángulo de inclinación de  $45^\circ$  y  $0^\circ$ ; sin usar ningún tipo de puente adherente.

### **1.6.2. Delimitaciones**

En esta parte se muestran las restricciones o exclusiones que se aplican al presente estudio, donde se incluye aspectos que no se abordarán o no se abordaron.

- En la presente investigación solo se evaluó una propiedad mecánica del concreto, que es la resistencia a la compresión axial.
- El tipo de cemento que se utilizó es el Portland tipo I, los agregados usados en la elaboración de concreto fueron extraídos del río Chonta de la cantera Aguilar.
- En cuanto a la resistencia requerida del concreto fue de  $210 \text{ Kg/cm}^2$ , para la construcción de las probetas de concreto (en dos tiempos de vaciado).
- Se usó como puentes adherentes el epóxico adherente Sikadur 32 y la lechada de cemento Portland tipo I.
- El desarrollo de la investigación duró aproximadamente 5 meses, la fase de campo se realizó en laboratorio de ensayo de materiales la Universidad Nacional de Cajamarca.

## 1.7. LIMITACIONES

- El fabricante indica que el Epóxico Sikadur 32, puede ser usado para concreto que trabaja a flexión, tracción y compresión axial, en este proyecto se evaluó solo la compresión axial de concreto, despreciando la evaluación de tipo tracción.
- El número de juntas de construcción usuales y la posición en las probetas de concreto es ARBITRARIA; para esta investigación se configuraron dos modelos como se indicó en la parte de alcances, pudiendo variar el número y la posición de las mismas para otras investigaciones.
- A nivel regional no se tienen datos sobre el comportamiento de la adherencia entre un concreto ya fraguado y un concreto nuevo cuando entre ellos exista un puente adherente que sirva de transmisor de esfuerzos como es el epóxico adherente o la lechada de cemento. Todo este análisis se desarrollará a través de ensayos con probetas cilíndricas contemplada en la norma NTP 339.034 a edades de 7, 14 y 28 días y las juntas de construcción para tiempos de formación de 4, 6, 8 horas, con la finalidad de ejemplificar casos de tiempos imprevistos que pueden pasar en la realidad.

## 1.8. OBJETIVOS

Los objetivos de la presente investigación se dividen en objetivo general y objetivos específicos.

### 1.8.1. *Objetivo General*

- Determinar la influencia del epóxico adherente Sikadur 32 y la lechada de cemento Portland tipo I, en la resistencia a compresión del concreto  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , en juntas de construcción usuales con un ángulo de inclinación de  $45^\circ$  y  $0^\circ$ , con tiempos de formación de 4, 6, y 8 horas, con respecto al concreto patrón; considerando para los



casos de la resistencia de diseño del concreto con edades: 7, 14 y 28 días, usando agregados de la cantera Aguilar del río Chonta.

### **1.8.2. *Objetivos Específicos***

- Determinar la variación de la resistencia promedio a la compresión axial de las probetas de concreto del grupo B1, las mismas que han sido construidas con juntas de construcción usuales utilizando un puente adherente epóxico Sikadur 32, teniendo un ángulo de inclinación de  $45^\circ$ , con tiempos de formación de 4, 6, y 8 horas en las edades de 7, 14 y 28 días, en comparación con el concreto patrón.
- Determinar la variación de la resistencia promedio a la compresión axial de las probetas de concreto del grupo B2, las mismas que han sido construidas con juntas de construcción usuales utilizando un puente adherente epóxico Sikadur 32, teniendo un ángulo de inclinación de  $0^\circ$ , con tiempos de formación de 4, 6, y 8 horas en las edades de 7, 14 y 28 días, en comparación con el concreto patrón.
- Determinar la variación de la resistencia promedio a la compresión axial de las probetas de concreto del grupo C1, las mismas que han sido construidas con juntas de construcción usuales utilizando un puente adherente que es la lechada de cemento Portland tipo I, teniendo un ángulo de inclinación de  $45^\circ$ , con tiempos de formación de 4, 6, y 8 horas en las edades de 7, 14 y 28 días, en comparación con el concreto patrón.
- Determinar la variación de la resistencia promedio a la compresión axial de las probetas de concreto del grupo C2, las mismas que han sido construidas con juntas de construcción usuales utilizando un puente adherente que es la lechada de cemento Portland tipo I, teniendo un ángulo de inclinación de  $0^\circ$ , con tiempos de formación de 4, 6, y 8 horas en las edades de 7, 14 y 28 días, en comparación con el concreto patrón.

- Determinar la variación de la resistencia promedio a la compresión axial de las probetas de concreto del grupo D1, las mismas que han sido construidas con juntas de construcción usuales en donde no se utilizó ningún tipo puente adherente, teniendo un ángulo de inclinación de  $45^\circ$ , con tiempos de formación de 4, 6, y 8 horas en las edades de 7, 14 y 28 días, en comparación con el concreto patrón.
- Determinar la variación de la resistencia promedio a la compresión axial de las probetas de concreto del grupo D2, las mismas que han sido construidas con juntas de construcción usuales en donde no se utilizó ningún tipo puente adherente, teniendo un ángulo de inclinación de  $0^\circ$ , con tiempos de formación de 4, 6, y 8 horas en las edades de 7, 14 y 28 días, en comparación con el concreto patrón.

## **1.9. DESCRIPCIÓN DEL CONTENIDO**

La presente investigación consta de los siguientes capítulos, de los cuales se van a describir detalladamente su contenido:

### **CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN**

Este capítulo es crucial pues tiene como objetivo proporcionar una visión general la presente investigación, comprende el planteamiento del problema, formulación del problema, hipótesis de la investigación, justificación de la investigación, alcances de la investigación, objetivos de la investigación y descripción del contenido.

### **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

En este capítulo se proporciona el sustento conceptual y teórico necesario para comprender el tema de investigación. Se expone y analiza las teorías relevantes, antecedentes teóricos, bases teóricas y definición de términos básicos.

### **CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS**

En este capítulo se describe detalladamente cómo se llevó a cabo la investigación, permite que otros investigadores puedan reproducir el estudio y verificar los resultados a un futuro. Comprende desde la ubicación geográfica donde se realizó la investigación, procedimientos en los que se describe el desarrollo cronológico de la investigación, recopilación de datos dentro del laboratorio y presentación de resultados.

### **CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

En este capítulo se describe, explica, analizan, interpretan y discute los datos recolectados durante la investigación, siendo parte crucial porque conecta los resultados obtenidos con los objetivos y preguntas de investigación planteadas al inicio.

### **CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

Finalmente, en este capítulo se resumen los hallazgos más importantes del estudio y se ofrecen sugerencias basadas en estos, comprende las conclusiones para cada objetivo planteado y recomendaciones del proyecto de investigación. Esta parte finaliza el documento, proporcionando una síntesis clara de la investigación y sus implicaciones.

### **REFERENCIA BIBLIOGRÁFICAS**

Comprende las citas bibliográficas que han apoyado a la investigación.

### **APÉNDICE**

Recolección de datos y diseño de mezcla.

Corrección por contenido de humedad del diseño de mezclas.

Dosificación de epóxico.

Dosificación de lechada.

Esfuerzo deformación.

Fotos del desarrollo de la investigación.

## **ANEXOS**

Ficha Técnica del Cemento Pacasmayo Portland Tipo I.

Hojas de datos del Epóxico Adherente Sikadur 32.

Certificado de Calidad del Epóxico Adherente Sikadur 32.

Constancia de Laboratorio de Materiales de la Universidad Nacional de Cajamarca.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN

Se refiere a las investigaciones que exponen teorías o ideas de la tesis de investigación, entre las que tenemos:

#### 2.1.1. *Antecedentes Internacionales*

Antón Kenia Verenice - Ruiz Wilter (2022-Universidad Técnica de Manabí, UTM. Portoviejo, Ecuador). “Análisis del comportamiento de juntas constructivas entre hormigones antiguos y hormigones nuevos empleando epóxicos estructurales”. La presente investigación estudia el comportamiento de juntas constructivas de hormigones de diferentes edades que fueron unidos con resina estructural mono componente a base de poliuretano con la finalidad de evaluar su comportamiento ante cargas. las muestras ensayadas fueron obtenidas de edificaciones que se encuentran dentro de la ciudad de Portoviejo de donde se extrajeron cilindros con edades mayores a los 8 años y otro inferior a los 8 meses, el objetivo de la investigación fue analizar el comportamiento de juntas constructivas entre hormigones de diferentes unidos con una resina estructural, con las probetas tomados se realizaron los ensayos para determinar la absorción posterior ensayados a tracción indirecta. En los ensayos de tracción indirecta se observaron valores máximos de 3.70 MPa y como mínimo de 2.02 MPa donde se observaron desprendimiento de secciones en los extremos de los cilindros, no se observaron daños que pudieran indicar una separación de los dos elementos unidos. Los ensayos de resistencia a la tracción indicaron que la resina monocapa presenta un buen comportamiento ante este tipo de ensayos y demuestra ser adecuada para unir hormigones de diferentes edades.

Torres, Ramos - Cañón (2018-Colombia). “Comportamiento mecánico de juntas frías lisas de concreto”. Una junta fría lisa en el concreto es un plano débil no tratado causado

por la interrupción de suministro de mezcla en el vaciado que puede afectar de manera considerable el desempeño de un sistema estructural. En este trabajo se aborda el problema de la generación de juntas frías lisas desde dos perspectivas complementarias a. se cuantifica la disminución de la resistencia debido a la aparición de juntas frías en concreto por medio de un extensivo diseño experimental de cilindros de concreto y b. se propone un modelo constitutivo y se analiza su desempeño para simular el comportamiento esfuerzo – deformación dependiente del tiempo del concreto en condiciones de carga (viscosidad) y no carga (fraguado). Se encuentran pérdidas de resistencia máxima de más del 30% para cilindros de concreto con juntas frías diagonales comparadas con cilindros sanos en tanto que los cilindros de concreto con junta fría horizontal no presentan disminución de resistencia por lo que la disminución de la resistencia depende de la orientación de la junta fría con relación a la dirección de los esfuerzos principales. Este aspecto tiene su explicación en la propuesta del modelo constitutivo de tipo viscoso –reactivo capaz de simular los resultados de la campaña experimental. Este trabajo abre la posibilidad de hacer modelación numérica de problemas de valor de contorno de estructuras que presenten una junta fría y de esta manera estudiar su influencia en la estabilidad global.

### **2.1.2. Antecedentes Nacionales**

(Salazar Dávila, María, 2022). “Análisis de la influencia de juntas frías con y sin aplicación de epóxico adherente en la resistencia a compresión y flexión de estructuras horizontales y verticales de concreto  $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$  – Ucayali”. Durante la ejecución de vaciados de concreto en cualquier estructura pueden ocurrir ciertos imprevistos haciendo que este proceso sea discontinuo, dando lugar a formación de juntas frías en el elemento, desconociéndose si esta condición será influyente o no en la resistencia. Sin embargo, se realizó la investigación para conocer si la presencia de juntas frías con 3, 8 y 24 horas de

formación en estructuras horizontales y verticales de concreto es un factor interviniente en la resistencia a compresión y flexión, comparándola con un patrón, es decir de vaciado continuo. El nivel de la investigación fue experimental-aplicado, explicativo y analítico comparativo, en la cual participaron tres grupos de muestreo: 1) patrón – compresión y flexión, 2) grupo experimental - concreto con junta fría sin tratamiento ensayado a compresión y flexión y 3) grupo experimental - concreto con junta fría y aplicación del epóxico adherente ensayado a compresión y flexión. Se utilizó dos tipos de probetas: las cilíndricas de diámetro (15 cm) y altura (30 cm) y, las prismáticas de largo (50 cm), altura y ancho (15 cm); el sondeo se realizó con agregado global de la cantera – Las Malvinas, cemento andino tipo I (de acuerdo al diseño de mezcla planteada en una tesis local) y para el tratamiento de epóxico adherente el elegido fue la marca Sikadur 32 – Gel. El proceso de vertido de concreto se basó en la NTP 339.034 y NTP 339.079, teniéndose para los grupos experimentales un primer vaciado hasta el tercio medio de la probeta, interrumpiéndose para formar una junta fría de 45°. Luego de un lapso de 3, 8 y 24 horas, se colocó el epóxico adherente (según corresponda), continuándose el segundo vaciado con la misma dosificación que el primero. De los resultados obtenidos se concluyó que la presencia de juntas frías en el concreto definitivamente disminuye la resistencia a compresión y flexión, pero el uso del epóxico adherente atenúa en cierto grado este daño.

Abarca Durand, Jhach (2021). “Influencia de juntas frías con diferentes tiempos de formación, en la resistencia a compresión y tracción del concreto  $f'_c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, Cusco”. El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo principal analizar de qué manera influirá las juntas frías con diferentes tiempos de formación, en la resistencia a compresión y tracción de un concreto  $F'C = 210$  kg/cm<sup>2</sup>, en el distrito de San Sebastián de la ciudad del Cusco, esta tesis fue realizada por el método científico, diseño experimental, enfoque cuantitativo, de tipo aplicada y de nivel explicativa, para lo cual se elaboraron 180 muestras

cilíndricas simulando juntas frías horizontales, verticales y diagonales con tiempos de formación de 1,3 y 6 horas y a la vez muestras patrón de vaciado monolítico, los cuales fueron sometidos a ensayos de compresión y tracción a edades de 7,14 y 28 días obteniendo como resultados que la junta fría diagonal con tiempo de formación de 6 horas es la que presenta mayor porcentaje de pérdida de resistencia a compresión con una reducción del 23.18% y la junta fría vertical de tiempo de formación de 6 horas presenta mayor porcentaje de pérdida de resistencia a tracción con una reducción del 44.58%, ambas muestras respecto a la muestra patrón, concluyendo que las juntas frías horizontales, verticales y diagonales con tiempos de formación de 1, 3 y 6 horas influyen en la pérdida de resistencia a compresión y tracción de un concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ .

Lau Agurto, Juan (2018). “Influencia de productos adherentes para juntas frías en concreto de diferentes edades sobre sus propiedades mecánicas, Trujillo 2018”. La presente investigación tiene la finalidad de evaluar el comportamiento de dos productos adhesivos que se utilizan en el mercado nacional para la unión de concreto de diferentes edades. Se han utilizado de base la normativa que brindan las especificaciones en las cuales se debe elaborar las probetas y las condiciones que debo tener presentes. Para el efecto, se adquirió los materiales los cuales fueron analizados para conocer sus propiedades, de acuerdo con las Normas Técnicas Peruanas, en cuanto al diseño de mezcla se procedió de acuerdo a la Norma ACI 211 con una relación de agua/cemento de 0.558. Con la orientación del especialista en la materia, se elaboró 70 probetas en las cuales se evaluó un concreto estructural de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  elaborado con cemento Extraforte Ico y con agregado grueso de tamaño máximo nominal de  $\frac{1}{2}$ ”, se unió el concreto con 2 marcas de adhesivos del mercado nacional (Sikadur 32 gel, Chema Epox Adhesivo 32), se ensayó a distintas edades cilindros de concreto, se clasifico el adhesivo en tipo V (para uso en aplicaciones con carga para unir el concreto recién mezclado al concreto endurecido) bajo la norma ASTM C 881 (Método estándar de



la prueba para la fuerza de adherencia en los sistemas epóxicos a base de resina usados con concreto). Se aplicó el producto cumpliendo los estándares de las fichas técnicas de cada producto. Los ensayos que se realizaron fueron: Resistencia a la compresión (ASTM C 39), resistencia a la tracción indirecta (ASTM C 496) y resistencia a la adherencia (ASTM C 882). Se empleó moldes cilíndricos, con un diámetro de 3", se tuvo en cuenta la forma y tamaño que brinda la norma ASTM C882. Se formó la primera parte de los cilindros con las características especiales anteriormente mencionadas, luego de un número de días se aplicó el epóxico y se completó el cilindro. Cabe mencionar que cuando se evaluaron las propiedades mecánicas el concreto endurecido tenía 28 días, y la otra parte 7 y 14 días. Los resultados se contrastaron con cilindros monolíticos (patrón), los cuales brindan una relación referencial de la conducta que se espera que las probetas sostengan. Las probetas de concreto de diferentes edades (14 y 28 días) con adhesivo Sikadur 32 gel presentaron una mejora en la resistencia a la compresión y adherencia de hasta un 9.56% con respecto a las probetas de concreto monolíticos de 28 días y en tracción estas probetas llegaron a comportarse igual a los monolíticos.

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

Constituyen el fundamento teórico sobre los principales enunciados que fundamentan el problema.

### **2.2.1. Concreto Tradicional**

El concreto es un material formado por una mezcla de cemento, agua, agregados y aditivos opcionales, que inicialmente presenta una estructura plástica y maleable, que luego adquiere una consistencia rígida. Tiene propiedades aislantes y duraderas que lo convierten en un material de construcción ideal. (Santillán, 2019).

El concreto es un material tradicional que se produce mezclando tres ingredientes básicos (cemento, agua y agregados) y finalmente añadiendo un cuarto ingrediente, que a

menudo se le llama aditivo. Al mezclar estos ingredientes y fabricar el llamado concreto se introduce simultáneamente un quinto actor, representado por el aire. (Vargas, 2021).

### **2.2.2. Componentes del Concreto Tradicional**

Aproximadamente el 80% del peso del concreto está formado por partículas de piedra de diversos tamaños, a menudo denominadas agregados, árido o material inerte. Por tanto, las propiedades de estos materiales son decisivas para la calidad del hormigón. La calidad del material mineral depende de las condiciones geológicas de la roca madre, del proceso minero y de la empresa productora (canteras, etc.). Se recomienda a los fabricantes de concreto que comprueben la calidad del material inactivo antes del diseño detallado. Estos materiales rocosos se añaden a la mezcla en dos proporciones diferentes según su tamaño, una llamada agregado grueso (triturado, cantos naturales o cantos artificiales) y otra denominada agregado fino (arena natural o arena extraída). El cemento más utilizado es el cemento Portland, que se elaboran en complejas plantas de fabricación responsables del control del producto y el aseguramiento de la calidad. Además de los agregados y agua especificados, a la mezcla se le añaden con mayor frecuencia ciertos productos químicos que, en pequeñas cantidades, pueden cambiar significativamente ciertas propiedades del concreto. Estos a menudo se llaman aditivos. (Díaz, 2022).

**2.2.2.1. Cemento Portland.** Es un producto de la trituración del Clinker Portland al que se le añade sulfato de calcio. En algunos casos se añaden otros productos, siempre que no afecten a las propiedades del cemento resultante. Se pueden producir diferentes tipos de cemento variando el contenido de C<sub>2</sub>S, C<sub>3</sub>S, C<sub>3</sub>A y C<sub>4</sub>AF para proporcionar las propiedades físicas y químicas requeridas en casos específicos. Están divididos en Cemento Portland tipo I, I-M, II, III, IV, V, usando en esta investigación:

- **Cemento Portland Tipo I:** Se utiliza generalmente en trabajos normales de concreto y no requiere propiedades especiales.

**2.2.2.1.1 Composición del Cemento.** Los tres componentes del cemento son cal, sílice y alúmina. Además, la mayoría de los cementos también contienen pequeñas cantidades de óxido de hierro, magnesia, trióxido de azufre y álcalis. La composición del cemento Portland ha cambiado a lo largo de los años, principalmente con un aumento del contenido de cal y una ligera disminución del contenido de sílice. Una vez que el contenido de cal excede un cierto valor, es difícil combinarlo completamente con otros compuestos. Por tanto, el Clinker contendrán cal libre y la resistencia del cemento disminuirá. El aumento del contenido de sílice a expensas del óxido de aluminio y del óxido de férrico dificulta la fusión del cemento y la formación de Clinker. El cemento Portland se compone de los siguientes compuestos.

**Tabla 1. Principales componentes del cemento.**

Nombre del Compuesto	Composición del óxido	Abreviatura	Porcentaje
Silicato de tricálcico	$3\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	$\text{C}_3\text{S}$	48% - 52%
Silicato de bicálcico	$2\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2$	$\text{C}_2\text{S}$	17% - 27%
Aluminio de tricálcico	$3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{C}_3\text{A}$	6% - 10%
Ferro aluminato tetracálcico	$4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{C}_4\text{AF}$	9% - 11%

Fuente: *Geologiaweb.com (2021)*

**2.2.2.1.2 Propiedades Físicas y Mecánicas del Cemento.** Entre las propiedades físicas y mecánicas del cemento podemos encontrar las siguientes.

- **Finura del cemento.** La finura se define como el tamaño de las partículas que componen el cemento; expresada en  $\text{cm}^2/\text{g}$ , la llamamos área de contacto o superficie específica; esto se refleja en el proceso de hidratación del cemento ya que cuanto

mayor es el contacto de superficie mejor y más rápido sea el tiempo de curado. Cuanto más fino es el cemento, más rápido entra en contacto con el agua.

- **Peso específico del cemento.** El peso específico expresa la relación entre la muestra de cemento y el volumen absoluto. Mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Peso Específico} = \frac{\text{Peso}}{\text{Volumen}}$$

El peso específico del cemento debería estar entre los valores de 3.10 a 3.15 g/cm<sup>3</sup>.

Este valor no indica la calidad del tipo de cemento, sino que, es usado para el diseño de una mezcla. Que el valor de la densidad sea bajo, nos indica que el cemento presenta poco Clinker y mucho yeso.

- **Fraguado.** Es una transformación de un estado líquido al estado sólido. Al mezclar el agua con el cemento se crea una pasta, que con el pasar de tiempo, se rigidiza gradualmente hasta que finalmente se conforma una masa rígida, este cambio va de la mano de algunos cambios de temperatura en la pasta de cemento. Hay dos etapas de fraguado: el primero es el fraguado inicial: cuando la masa empieza a perder plasticidad y el segundo es el fraguado final: cuando la pasta de cemento deja de ser deformable y se convierte en un bloque sólido.

**2.2.2.2. Agregados.** Los agregados se definen como al conjunto de partículas inorgánicas (por lo general arena y piedra), los cuáles debido a sus características y propiedades influyen en las propiedades de concreto. (Barreto, 2021). Los agregados son la fase discontinua del concreto. Ellos son materiales que están embebidos en la pasta y ocupan entre el 62% y el 78% de la unidad cubica de concreto. (Vargas, 2021). Según la Norma Técnica Peruana, los agregados se clasifican en.

**2.2.2.2.1. Agregado Fino.** Agregado derivado de la descomposición natural o artificial de las rocas, en donde sus partículas pasan el tamiz 3/8'' y son retenidas en el tamiz N° 200.

**2.2.2.2.2. Agregado Grueso.** Derivado de la grava o de la trituración natural o artificial de la piedra, en donde sus partículas pasan el tamiz N° 4.

**2.2.2.2.3. Propiedades físicas de los agregados.** Tenemos.

➤ **Peso Unitario.** El peso unitario es influenciado por condiciones intrínsecas tales como: granulometría, contenido de humedad, gravedad específica, perfil y textura superficial, y de factores externos como: relación del diámetro nominal máximo con el volumen de recipiente, grado de compactación impuesto, entre otros. Se clasifica en:

**Peso Unitario Suelto (P.U.S.).** Es el valor que se obtiene de la relación entre el peso y el volumen del agregado que cae sobre el recipiente, hasta llenarlo por acción de la gravedad.

$$P. U. S. = \frac{\text{Peso del material}}{\text{Volumen del recipiente}}$$

**Peso Unitario Compactado (P.U.C.).** Ensayo parecido al peso unitario suelto, pero con la diferencia de que se compacta el agregado por capas usando una varilla normalizada.

$$P. U. C. = \frac{\text{Peso del material compactado}}{\text{Volumen del recipiente}}$$

➤ **Peso Específico.** Es la relación del peso del material con el peso del agua con el mismo valor de volumen; este valor es de gran importancia para los cálculos de control y diseño de las mezclas de concreto. Con el valor del peso específico obtenido, el material se puede clasificar en:

**Ligero,** cuando el peso específico es menor a 2.5 g/cm<sup>3</sup>.

**Normal**, cuando el peso específico se encuentra entre 2.5 a 2.75 g/cm<sup>3</sup>.

**Pesado**, cuando el peso específico es mayor a 2.75 g/cm<sup>3</sup>.

- **Absorción.** Es la disposición que tiene el material de atrapar agua en sus poros, luego de ser sumergidos en ésta durante 24 horas. El valor de la absorción influye en la dosificación del agua en el concreto y puede hacer variar propiedades tales como la resistencia o la trabajabilidad de éste. La fórmula para calcular la absorción es la siguiente:

$$\%Absorción = \frac{B - A}{A} \times 100$$

Donde: A = Peso del agregado seco (g)

B = Peso del agregado saturado superficialmente seco (g)

- **Contenido de humedad.** Los agregados en su estado natural presentan humedad en su superficie, y con el contenido de humedad establece la cantidad de agua que contiene, este valor varía según las condiciones ambientales y el tiempo de almacenaje; por lo que es importante tener ya que dicho valor influye en la dosificación del agua en el concreto e influye en la resistencia y otras propiedades de éste. Para encontrar el porcentaje de contenido de humedad, se aplicará la siguiente fórmula:

$$\%C.H. = \frac{(Peso húmedo - Peso seco)}{Peso seco} \times 100$$

- **Granulometría.** Es la determinación de la distribución por tamaños de las partículas de los agregados, expresándolos en porcentajes con respecto al peso total. Los valores se obtienen por medio de la separación de las partículas usando tamices que se colocan progresivamente de aberturas de mayor a menor tamaño. La NTP 400.037 establece los límites granulométricos tanto para agregado grueso y agregado fino.

**Tabla 2. Requisitos granulométricos del agregado grueso**

Huso ASTM	Tamaño Máximo Nominal	Porcentaje que pasa (%)								
		3.75 mm 1 1/2"	25 mm 1"	19 mm 3/4"	12.5 mm 1/2"	9.5 mm 3/8"	4.75 mm N° 4	2.36 mm N° 8	1.18 mm N° 16	300 µm N° 50
5	22 mm a 12.5 mm (1" a 1/2")	100	90 a 100	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-	-	-
56	25 mm a 9.5 mm (1" a 3/8")	100	90 a 100	40 a 85	10 a 40	0 a 15	0 a 5	-	-	-
57	25 mm a 4.75 mm (1" a N° 4)	100	95 a 100	-	25 a 65	-	0 a 10	0 a 5	-	-
6	19 mm a 9.5 mm (3/4" a 3/8")	-	100	90 a 100	20 a 55	0 a 15	0 a 5	-	-	-
67	19 mm a 4 mm (3/4" a N° 4)	-	100	90 a 100	-	20 a 55	0 a 10	0 a 5	-	-
7	12.5 mm a 4.75 mm (1/2" a N° 4)	-	-	100	90 a 100	40 a 70	0 a 15	0 a 5	-	-
89	9.5 mm a 1.18 mm (3/8" a N° 16)	-	-	-	100	90 a 100	20 a 55	5 a 30	0 a 10	0 a 5

Fuente: Norma Técnica Peruana 400.37 (2018)

**Tabla 3. Requisitos granulométricos del agregado fino**

Tamiz	Porcentaje que pasa (%)
9.5 mm (3/8")	100
4.75 mm (N° 4)	95 a 100
2.36 mm (N° 8)	80 a 100
1.18 mm (N° 16)	50 a 85
600 µm (N° 30)	25 a 60
300 µm (N° 50)	05 a 30
150 µm (N° 100)	0 a 10

Fuente: Norma Técnica Peruana 400.37 (2018)

- **Módulo de finura.** Es un indicador representado por un número adimensional que señala el tamaño de las partículas predominante del agregado. Su medida sirve como

valor lubricante, debido a que la cantidad de agua por área superficial tiene una relación inversa con respecto al valor del módulo de finura.

$$M.F. = \frac{\sum \% \text{acumulados retenidos} \left(1 \frac{1}{2}'' , \frac{3}{4}'' , \frac{3}{8}'' , N^{\circ} 4, N^{\circ} 8, N^{\circ} 16, N^{\circ} 30, N^{\circ} 50, N^{\circ} 100\right)}{100}$$

**2.2.2.3. Agua de Mezcla.** El agua debe tener una apariencia limpia, libre de cualquier tipo de contaminantes que puedan ser perjudiciales para el concreto. Si se encuentra alguna sustancia u objeto en el agua que dé lugar a duda de la calidad del líquido, esta no se debe usar a menos que existan registros de concretos elaborados con ésta, o información que indique que no perjudica la calidad del concreto. (Chávez, 2023).

La cantidad de agua que requiere el cemento para su hidratación se encuentra alrededor del 25% al 30% de la masa del cemento, pero con esta cantidad la mezcla no es manejable, para que la mezcla empiece a dejarse trabajar, se requiere como mínimo una cantidad de agua del orden del 40% de la masa del cemento, por lo tanto, se debe colocar la menor cantidad de agua en la mezcla, pero teniendo en cuenta que el concreto quede trabajable. (Santillán, 2019).

A continuación, se muestran los valores admisibles del agua:

**Tabla 4. Valores máximos admisibles del agua**

Sustancias disueltas	Valor Máximo Admisible
Cloruros	300 ppm
Sulfatos	300 ppm
Sales de magnesio	150 ppm
Sales solubles	1500 ppm
P.H.	Mayor de 7
Sólidos en suspensión	1500 ppm
Materia orgánica	10 ppm

Fuente: Ríos (2022)

### 2.2.3. Propiedades del Concreto

Al analizar las propiedades del concreto, se encuentran estrechamente relacionadas con las características y proporciones relativas de los materiales que lo constituyen; la



calidad, cantidad y densidad de la pasta juegan un papel crucial en el comportamiento del concreto, y la proporción de agua-cemento está relacionada con las propiedades de la misma.

**2.2.3.1. Propiedades del Concreto en Estado Fresco.** Se refiere al concreto recién hecho en estado plástico y fácil de trabajar, que no fragua ni se endurece y toma forma como los correspondientes moldes.

**2.2.3.1.1. Trabajabilidad.** La trabajabilidad, también llamada manejabilidad, se considera una propiedad del concreto en estado fresco que determina su capacidad de transportar, colocar, vibrar para asegurar un correcto fraguado y acabado sin segregación alguna.

**2.2.3.1.2. Consistencia.** La consistencia es la denotación del estado de fluidez cuando el concreto está fresco, se denomina grado de humedad en una mezcla fresca; cuando no fluye (seca) o cuando fluye (fluida). Generalmente la consistencia de una mezcla está determinada por el grado de asentamiento. Corresponden a los menores asentamientos a las mezclas más secas y los mayores a las consistencias fluidas.

**Tabla 5. Relación consistencia-asentamiento**

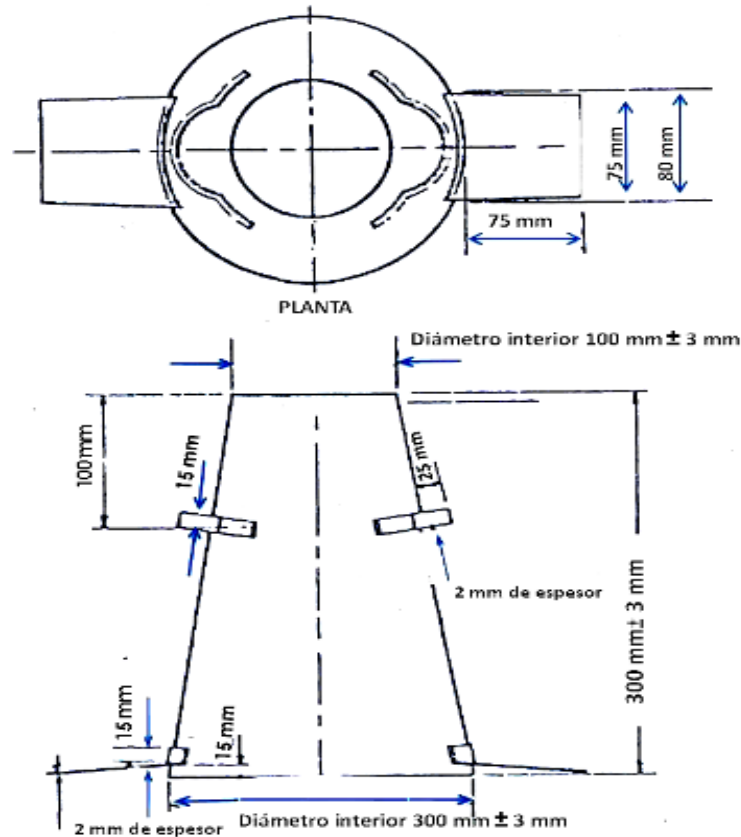
Consistencia	Asentamiento	
	(in.)	(cm.)
Seca	1" a 2"	2.5 cm a 5.0 cm
Plástica	3" a 4"	7.5 cm a 10.0 cm
Fluida	6" a 7"	15.0 cm a 17.5 cm

*Fuente: Pacheco (2017)*

Los equipos y herramientas que son necesarios para medir el asentamiento del concreto fresco son:

- **Molde.** Molde metálico, sin reacción con la pasta de cemento, con un espesor no menor a 1.5 mm, con forma de la superficie lateral de un cono truncado con diámetros en base de 200 mm, parte superior de 100 mm y una altura de 300mm.

**Figura 1. Dimensiones del molde para ensayo**

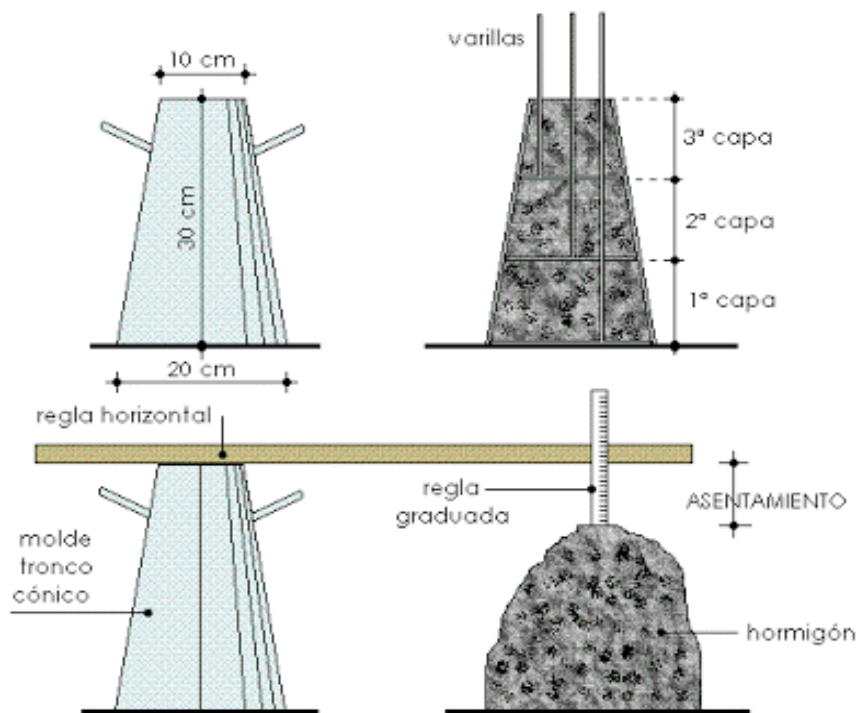


*Fuente: NTP 339.035*

- **Varilla.** De acero, redonda con un diámetro de 16 mm, recta y aproximadamente de 600 mm de longitud, con los extremos redondeados de forma semiesférica.
- **Instrumento de medida.** Se puede utilizar reglas de plástico y de metal, también, flexómetros.
- **Procedimiento.** Para medir el asentamiento del concreto inicia humedeciendo el molde y la plancha de acero base, y colocar el molde sobre la plancha de acero en una superficie rígida y nivelada; después apoyar el molde firmemente sobre la plancha y presionando con los dos pies los estribos del molde. Procurando no mover los pies durante el vaciado; luego el vaciado del molde se debe realizar en tres capas de igual volumen, la primera capa a una profundidad de 70 mm, la segunda hasta de 160 mm y la tercera hasta el borde superior del molde; en esta última capa se agrega

una cantidad de mezcla suficiente para que el molde quede lleno después de la compactación; a continuación, la compactación se realiza en cada capa con 25 penetraciones de la varilla, distribuyendo las penetraciones de forma uniforme. La compactación de la primera capa es en todo su espesor, y la segunda y tercera capa penetrando 25 mm en la capa anterior. Al compactar la última capa se mantiene un excedente de concreto todo el tiempo; en el siguiente paso se enrasa el concreto rodando la varilla de compactación sobre el borde del molde; se continúa manteniendo el molde firme y se remueve el concreto alrededor del área circundante de la base del molde para prevenir la interferencia en el momento del asentamiento del concreto; luego se levanta el molde por encima de los 300 mm de un solo movimiento; finalmente, se mide el asentamiento con una precisión de 5 mm desde la parte superior del molde hasta el centro desplazado de la superficie original del concreto asentado. (Norma Técnica Peruana 396)

**Figura 2. Pasos para determinar el asentamiento del concreto**



*Fuente: NTP 339.035*

**2.2.3.2. Propiedades del Concreto en Estado Endurecido.** Para el caso del concreto endurecido se consideraron varios aspectos o propiedades importantes tales como las que tienen que ver con la resistencia obtenida después de fraguado.

**2.2.3.2.1. Resistencia a la Compresión.** La resistencia del concreto se define como la fuerza máxima que el material puede soportar sin romperse. Dado que el hormigón está diseñado principalmente para resistir esfuerzos de compresión, se utiliza una medida de su resistencia a dichas tensiones como índice de su calidad. La resistencia a la compresión del concreto es la medida más frecuente y utilizada para realizar los diseños de edificaciones y otras estructuras. El valor está representado por la carga máxima que soporta el concreto y se mide mediante la fracturación por carga axial de probetas cilíndricas de concreto en una máquina para ensayos a compresión. (Barreto, 2021). Su fórmula para la resistencia compresión es:

$$F'c = \frac{4 \times G}{\pi \times D^2}$$

Donde:

F'c: Resistencia a la compresión del concreto (kg/cm<sup>2</sup>)

G: Carga máxima de rotura (kg)

D: Diámetro promedio del espécimen (cm)

Los equipos y herramientas utilizadas para poder medir la resistencia del concreto son las siguientes:

- **Máquina de ensayo.** Es una máquina de compresión hidráulica con alimentación de energía eléctrica, teniendo la suficiente capacidad para abastecer el índice de cargas solicitadas.
- **Platos retenedores con discos de neopreno.** Se utiliza platos retenedores que son fabricados en acero colado cuya superficie es plana en 0.002 pulgadas, que contienen

discos de neopreno para colocarlos en las caras de los especímenes para que estas se presenten niveladas y paralelas.

- **Calibrador vernier.** Es un instrumento mecánico que se utiliza para medir las dimensiones de las probetas con una precisión de hasta 0.5 mm.
- **Balanza electrónica.** La balanza se utiliza para pesar las probetas cilíndricas de concreto antes de ser ensayados a resistencia a compresión, es una balanza electrónica de una precisión de 5 gr y de un pesado máximo de 30 kg.

**2.2.3.2.2. Procedimiento para medir Resistencia a la Compresión.** El procedimiento a realizar para medir la resistencia a la compresión del concreto es:

- **Tolerancia permisible de tiempo de ensayo.** Se empieza el ensayo tan pronto como el espécimen es retirado de la cámara de curado y conservar así sus condiciones de humedad, respetando el siguiente cuadro:

**Tabla 6. Tolerancia permisible de tiempo de ensayo según la edad de los especímenes**

<b>Edad</b>	<b>Tolerancia permisible del tiempo de ensayo</b>
24 horas	± 0.5 horas o 2.1%
3 días	2 horas o 2.8%
7 días	6 horas o 3.6%
28 días	20 horas o 3.0%
90 días	2 días o 2.2%

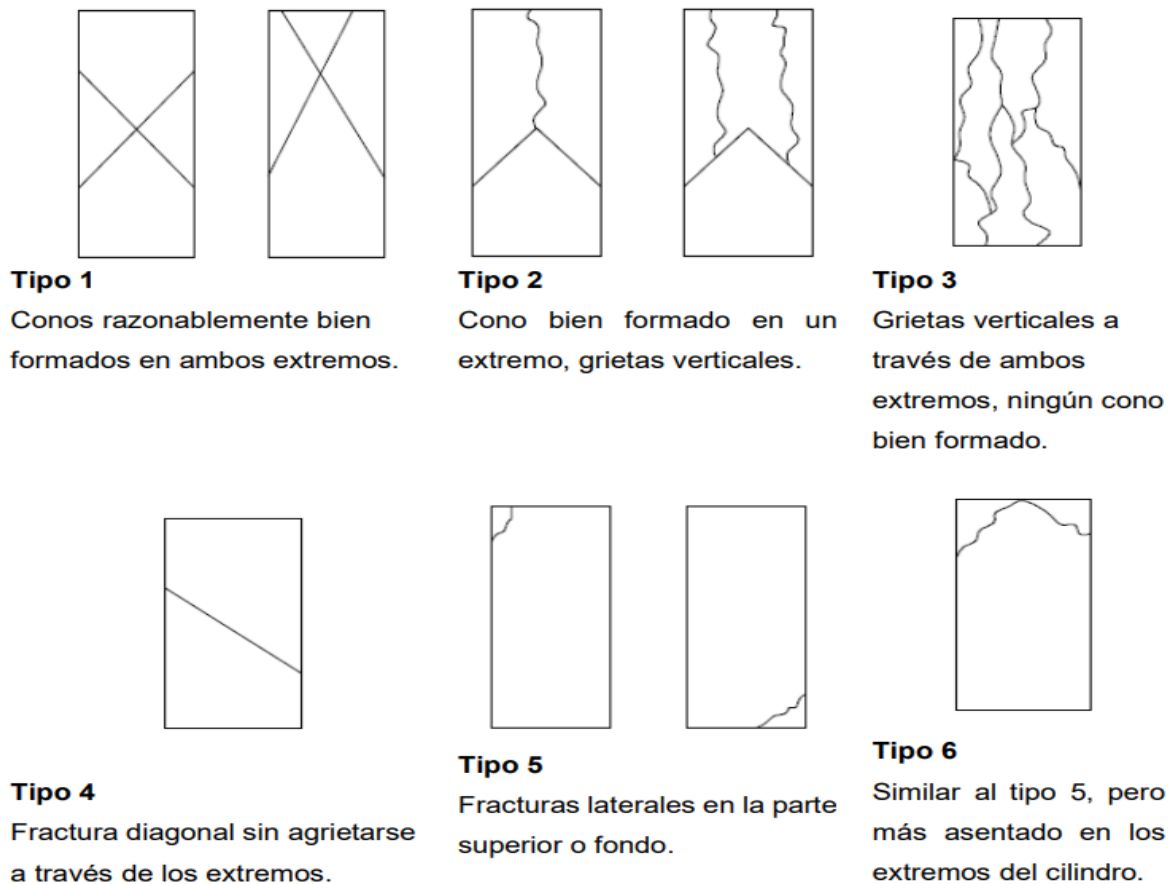
*Fuente: Aguirre (2018)*

- **Dimensiones de las probetas.** Se mide dos diámetros con el calibrador vernier, una medida en forma recta y la segunda en forma diagonal, tomando como dato el promedio de estos valores.
- **Colocación de las probetas en la máquina compresora.** Se limpia la superficie de los soportes inferiores y superiores de la compresora, se coloca el espécimen con los platos contenedores con neopreno en ambas caras de éste, alineando los ejes del espécimen con el centro del bloque de empuje inferior y el bloque movable superior,

se desciende el bloque movable superior lentamente hasta poner en contacto con el plato contenedor superior.

- **Aplicación de cargas.** La carga se aplica continuamente con un rango de  $2.5 \pm 0.5$  kg/cm<sup>2</sup> por segundo lo que aproximadamente para estos especímenes de diámetro de 150 mm sería la aplicación de carga de 0.5 toneladas por segundo. Se aplica la carga hasta que el espécimen falle y se registra la máxima carga soportada por el espécimen.
- **Análisis de tipo de fractura y apariencia del concreto.** Después de aplicar la carga y terminar el ensayo se procede a registrar el tipo de falla de cada espécimen en fotografías, para luego poder clasificarla según la figura a continuación.

**Figura 3. Diagrama esquemático de los patrones típicos de fractura.**



*Fuente: NTP 339.034*

#### **2.2.4. Juntas en el Concreto**

El concreto se expande y se contrae con los cambios de humedad y de temperatura. La tendencia general es a contraerse y esto causa el agrietamiento a edad temprana. Las grietas irregulares son feas y difíciles de manejar, pero generalmente no afectan la integridad del concreto. Las juntas son simplemente grietas planificadas previamente. Las juntas pueden ser creadas mediante moldes, herramientas, aserrado y con la colocación de formadores y juntas. Por ejemplo:

**2.2.4.1. Juntas de Contracción.** Pretende crear planos débiles en el concreto y regular la ubicación de grietas que se formarán como resultado de los cambios dimensionales.

**2.2.4.2. Juntas de Aislamiento o Expansión.** Que separan las losas de otras partes de la estructura, como paredes, cimientos o columnas, así como las vías de acceso y los patios, de las aceras, las losas de garaje, las escaleras, luminarias y otros puntos de restricción. Permiten los movimientos independientes verticales y horizontales entre las partes de la estructura y ayudan a minimizar las grietas cuando estos movimientos son restringidos.

**2.2.4.3. Juntas de Construcción o Juntas Frías.** Son aquellas superficies donde se encuentran dos vaciados (vertidos) sucesivos de concreto. Ellas se realizan por lo general al final del día de trabajo, pero pueden ser requeridas cuando el vaciado del concreto es paralizado por un tiempo mayor que el tiempo de fraguado inicial del concreto. En las losas ellas pueden ser diseñadas para permitir el movimiento y/o para transferir cargas. La ubicación de las juntas de construcción debe ser planificada. Puede ser deseable lograr la adherencia y la continuidad del refuerzo a través de una junta de construcción. (Joints in concrete construcción, ACI 224.3R).

### **2.2.5. Definición de Epóxico**

El término se usa para referirse a cualquier material que lleve resina epoxi en su composición. La definición técnica depende directamente de la composición química de esta resina. Suele mezclarse el bisfenol A, o la epiclorhidrina, con el propileno, el fenol y la acetona. Desde el punto de vista químico, un material que es epóxico es aquel que combina dos átomos de carbono contiguos con un átomo de oxígeno que actúa como puente.

### **2.2.6. Puente de Adherencia**

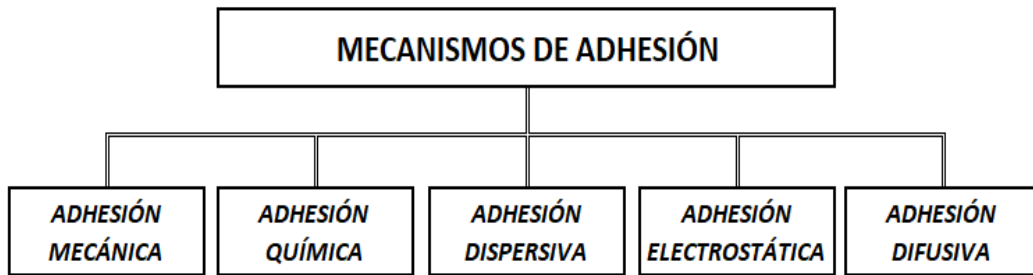
Un puente Adherente, también llamado primer o promotor de adherencia es una palabra muy común empleada en el sector de la construcción, sobre todo en el tema de los recubrimientos epóxicos o de poliuretano. Pero ¿Qué es un promotor de Adherencia o Primer?: Un promotor de adherencia es un material que se emplea para incrementar la adhesión entre materiales de iguales o diferentes características. Para entender cómo funciona un promotor o puente de adherencia (primer) debemos comprender primero que significa el término adhesión:

**2.2.6.1. La Adhesión.** Es una propiedad física de la materia que permite que se une dos sustancias iguales o diferentes cuando entran en contacto a través de fuerzas intramoleculares. Por ejemplo: la adhesión del ladrillo con el mortero de cemento. Además, de la adhesión del agua en el suelo por la fuerza intramolecular. Por lo tanto, la adhesión es una propiedad muy usada en la construcción para la unión de materiales de iguales o diferentes propiedades y características, como por ejemplo la unión de los tabiques con mortero de cemento, la cual se hace por medio de una adherencia mecánica generada entre los adherentes (tabiques de ladrillo) y adhesivo (mortero de cemento) provocada por la cinética de penetración del adhesivo en los poros y capilares de los materiales adherentes.



**2.2.6.2. Mecanismo de Adhesión.** Existen cinco mecanismos para explicar cómo y por qué se adhiere un material a otro estas son las siguientes, sin embargo, solo es uno de ellos de nuestro interés.

**Figura 4. Mecanismo de adhesión.**



*Fuente: Ing. Álvarez - 2018*

- **Adhesión Mecánica.** Está se logra al penetrar o rellenar los huecos o poros existentes en las superficies de los adherentes por la formación de cristales o elementos que se anclan o clavan en ellos y que son formados en la matriz del material adhesivo. Es por tal motivo que se necesita la adecuada preparación y perfil de la superficie del elemento que va a recibir el primer para que se genere lo anterior comentado.

#### **2.2.7. Puente de Adherencia, Sikadur 32**

Es un Puente de adherencia epóxico, es decir es un adhesivo de dos componentes a base de resinas epóxicas seleccionadas, libre de solventes.

##### **2.2.7.1. Características / Ventajas**

- Fácil de aplicar.
- Libre de solventes.
- No es afectado por la humedad.
- Altamente efectivo, aún en superficies húmedas.
- Trabajable a bajas temperaturas.
- Alta resistencia a tracción.

### **2.2.7.2. Usos**

- Como adhesivo estructural de concreto fresco con concreto endurecido.
- Como adhesivo entre elementos de concreto, piedra, mortero, acero, fierro, fibrocemento, madera.
- Adhesivo entre concreto y mortero.
- En anclajes de pernos en concreto o roca, donde se requiere una puesta en servicio rápida (24 horas).

### **2.2.7.3. Certificados / Normas del Sikadur®-32 Gel**

- Cumple la norma ASTM C-881,
- Certificado como producto no tóxico por el Instituto de Salud de Chile.

### **2.2.8. Lechada de Cemento**

La lechada de cemento se utiliza en todo tipo de construcciones de gran escala, especialmente cuando se pretende erigir importantes losas o áreas de hormigón puro. Además de ser útil para diversos trabajos, la lechada de cemento realiza notablemente la edificación. La lechada de cemento es una técnica de albañilería que supone la mezcla entre cemento gris, o en su defecto blanco, con agua para obtener un fluido semilíquido para realizar diferentes trabajos de albañilería. Puede ocurrir que, por las características de la construcción en la que se va a emplear, a la mezcla se le agregue algún aditivo extra, como arena fina.

**2.2.8.1. Principales Usos de la Lechada de Cemento.** La lechada de cemento será con Cemento Pacasmayo Portland Tipo I. Los principales usos de la lechada de cemento son los siguientes:

- Como material de inyección para anticorrosión y formación del bulbo de contacto con el terreno.
- Para rellenar las juntas o para verter alrededor de los conductos.

- Para inyecciones en mejoras del terreno.
- En micropilotes y anclajes.
- Es importante volver a remarcar que quienes utilizan lechada de cemento suelen ser albañiles experimentados porque requiere de un cuidado especial.

#### **2.2.8.2. ¿Cómo se prepara la lechada de cemento?**

- La preparación de la lechada de cemento no difiere demasiado de la del cemento tradicional, con la excepción de que, en la mayoría de los casos, no requiere arena.
- Una lechada de cemento “común” no lleva más que cemento, agua y algún aditivo. Si buscas una mayor textura, puedes agregar arcilla, cal o un poco de arena.
- La cantidad de agua tiene que estar basada en una proporción agua-cemento de entre 0,5% y 5%. Ten mucho cuidado aquí porque si la mezcla queda delgada, los resultados no serán los esperados.
- La preparación la tienes que hacer en una buena mezcladora, que asegure calidad y homogeneidad.
- Hay dos parámetros para que una lechada de cemento sea de máxima calidad: que presente una resistencia mínima de 25 Mpa a los 28 días y una exudación menor al 3% del volumen de la mezcla después de dos horas de terminado el proceso. (Cemix -2020)

### **2.3. FRECUENCIA DE LOS ENSAYOS**

De acuerdo a las normas vigentes del Reglamento Nacional de Edificaciones y la ASTM se tiene el siguiente postulado:

“Un ensayo de resistencia debe ser el promedio de las resistencias de dos probetas cilíndricas de 6” de diámetro por 12” de altura (150 mm por 300 mm) confeccionadas de la misma muestra de concreto y ensayadas a los 28 días o a la edad de ensayo establecida para la determinación de  $f'c$ ” (Norma E 0.60, 2009).

“El número mínimo de Especímenes es de 2 para especímenes de 150 mm de diámetro” (ASTM C39, 2018).

### **2.3.1. Propiedades del Diseño de Concreto**

Se tiene las tablas desde la 27 hasta 33 en la parte de recolección de datos, diseño de mezcla para  $f'_c$  de diseño según el tipo de material que se va a usar.

### **2.3.2. Resistencia Promedio Requerida:**

“Cuando no tenga se tenga registros de ensayos de resistencia en obra para el cálculo de (desviación estándar),  $f'_{cr}$  debe determinarse de la Tabla 27 (Norma ACI 211). La tabla muestra el factor según el nivel de obra, que en ese caso es de “**Excelente**”.

## **2.4. NORMAS ASTM**

Usadas para realizar los ensayos de los agregados, elaboración de probetas y rotura de estas:

### **2.4.1. Resistencia la Compresión de Cilindros de Concreto**

**2.4.1.1. Alcance.** El objetivo de este ensayo es determinar la resistencia a la compresión ( $f'_c$ ) de probetas cilíndricas de concreto que han sido moldeadas en el campo u obtenidas en laboratorio. Sólo es admisible el concreto con un peso unitario superior a 800 kg/m<sup>3</sup>. Probetas: Las probetas estándar son cilindros de concreto de 150 por 300 mm o de 100 por 200 mm. Se aceptan otros tamaños de cilindro siempre que se atengan a la fórmula Longitud/Diámetro = 2. La diferencia del diámetro de un espécimen individual con respecto al resto no debe ser superior al 2%. Para probetas de 150 mm de diámetro, se requieren dos, y para probetas de 100 mm de diámetro, tres.

**2.4.1.2. Resumen del Procedimiento.** Mediante este método de ensayo, se aplica una fuerza de compresión uniaxial a una velocidad de carga predeterminada de  $0,25 \pm 0,05$  MPa/s a los cilindros o machos moldeados. Dividiendo la mayor fuerza alcanzada durante

el ensayo por el área de la sección transversal de la probeta, se calcula la resistencia a la compresión de la probeta. (ASTM C39, 2018).

#### ***2.4.2. Práctica Normalizada para la Preparación y Curado en Obra de las Probetas para Ensayo del Concreto***

Utilizando muestras típicas de concreto fresco, esta norma describe cómo preparar y curar probetas cilíndricas y vigas para la construcción de proyectos. Requisitos Probetas cilíndricas - Los cilindros moldeados colocados verticalmente y con una longitud dos veces superior al diámetro servirán como probetas para calcular la resistencia a la compresión o a la tracción. El diámetro del cilindro debe representar al menos tres veces el tamaño máximo nominal del agregado grueso. De acuerdo con la Norma C 172, la muestra de concreto se tamiza en húmedo si el tamaño máximo nominal del agregado excede 2 in, se debe utilizar probetas cilíndricas de 6x12 in. o de 4x8 in para el ensayo de resistencia a compresión. (ASTM C31, 2010).

#### ***2.4.3. Método de Ensayo Normalizado para Determinar la Densidad Aparente ("Peso Unitario")***

Compactado: Coloque tres capas aproximadamente iguales de agregados en el contenedor. Coloque el recipiente sobre una superficie sólida, como un suelo de cemento, levante los lados opuestos alternativamente unos 50 mm y, a continuación, deje caer el recipiente con un fuerte impacto para compactar cada capa. Las partículas de árido se asentarán en una condición de compactación densa como resultado de este proceso. Dejando caer el contenedor 50 veces -25 veces en cada lado- de la forma especificada, se puede compactar cada capa. Utilizando los dedos o una regla, nivele la superficie del árido de forma que las zonas más grandes que emergen por debajo de la superficie del recipiente se rellenen uniformemente con los salientes de los trozos grandes de árido grueso. Suelto:

Utilizando una pala o azada, llene completamente el recipiente, soltando los áridos no más de 50 mm (2 pulgadas) por encima de la parte superior. Intente no separar las partículas de la muestra tanto como pueda. Usando los dedos o una regla, nivele la superficie del agregado de manera que los trozos grandes de agregado grueso ocupen uniformemente los espacios más grandes que emergen debajo de la superficie del recipiente. Calcule las masas del recipiente por sí mismo y en relación con su contenido, luego redondea los resultados a 0,05 kg [0,1 lb] más cercano. (ASTM C29, 2017)

#### ***2.4.4. Método Estándar de Ensayo para Análisis por Tamizado de Agregados Fino y Grueso***

Para determinar la distribución granulométrica, una muestra de ensayo de árido seco con una masa conocida se divide a través de una sucesión de tamices con aberturas progresivamente más pequeñas. Para obtener los datos requeridos por las normas que regulan la sustancia a ensayar, deben elegirse tamices con las aberturas adecuadas. Si se necesitan más tamices para controlar la cantidad de material en un tamiz o para ofrecer información adicional, como el módulo de finura, deben utilizarse. La muestra debe colocarse en el tamiz superior y los tamices deben colocarse de arriba abajo en orden decreciente de tamaño de abertura. El tiempo necesario debe determinarse por tanteo y debe utilizarse para agitar los tamices manualmente o con un agitador mecánico; Cálculos: Tomando como base la masa seca total inicial de la muestra de ensayo, los porcentajes de paso, los porcentajes totales retenidos o los porcentajes de las distintas fracciones de tamaño se calcularán con una aproximación del 0,1%. En el cálculo del análisis granulométrico, inclúyase la masa del material más fino que la malla de 75  $\mu\text{m}$  (n.º 200) por lavado si la misma muestra de ensayo ya ha sido sometida a ensayo de conformidad con el método de ensayo C 117 de la ASTM. Todos los porcentajes deben calcularse utilizando la masa seca

total de la muestra de ensayo antes del lavado de conformidad con el método de ensayo C 117. (ASTM C136, 2006)

#### **2.4.5. Especificación Estándar para Agregados para Concreto**

“Luego de usar el procedimiento ASTM C136, se procede al análisis del resultado con las siguientes tablas para determinar el uso y la curva granulométrica” (ASTM C33, 1999).

#### **2.4.6. Densidad y Absorción del Agregado Grueso**

Para rellenar eficazmente los poros, se sumerge una muestra de árido en agua durante unas 24 +/- 4 horas. Tras sacar la muestra del agua, se calcula su masa y se seca la superficie de la partícula. A continuación, se utiliza el método de desplazamiento de agua para calcular el volumen de la muestra. Por último, se seca la muestra y se calcula su masa. La densidad, la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción pueden calcularse utilizando las masas adquiridas y los cálculos del método de ensayo. (ASTM C127, 2001).

#### **2.4.7. Método de Prueba Estándar para Densidad, Densidad Relativa (Gravedad Específica), y Absorción del Agregado Fino**

Para rellenar eficazmente los poros, se sumerge una muestra de árido en agua durante unas 24 ± 4 horas. Tras sacar la muestra del agua, se seca su superficie y se calcula su masa. A continuación, se coloca la muestra (o parte de ella) en un recipiente graduado y se calcula su volumen por el método gravimétrico o volumétrico. Después de secar la muestra en un horno, se calcula de nuevo la masa. La densidad, la densidad relativa (gravedad específica) y la absorción pueden calcularse utilizando los datos de masa adquiridos y los cálculos del método de ensayo (ASTM C128, 2001).

#### ***2.4.8. Método de Ensayo Normalizado para Determinar el Contenido de Humedad Total Evaporable de los Áridos por Secado***

Calcule la masa de la muestra con una aproximación del 0,1%. Utilizando el medio de secado elegido, seque completamente la muestra dentro del recipiente, teniendo cuidado de no perder ninguna de las partículas. La pérdida de partículas puede producirse por la explosión de algunas de ellas debido a un secado extremadamente rápido. Cuando una temperatura más alta pueda cambiar las propiedades del agregado o cuando se necesite una medición más precisa, utilice un horno de temperatura controlada. Agite la muestra mientras se seca si se utiliza una fuente de calor distinta de un horno de temperatura controlada. (ASTM C566, 1997).

### **2.5. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS**

#### ***2.5.1. Resistencia a la Compresión Axial***

Definida como el máximo esfuerzo que el material puede soportar sin romperse, se conoce como resistencia del concreto. La resistencia del concreto a los esfuerzos de compresión se mide y utiliza como índice de calidad porque es el esfuerzo principal que el material debe soportar (Rivva, 2014).

#### ***2.5.2. Concreto***

También llamado hormigón en otros países, es la mezcla de cemento portland o cualquier otro cemento hidráulico, agregado fino, agregado grueso y agua con o sin aditivos. (ACI 318, 1999). Existen variedades de concretos:

- **Concreto estructural:** Cualquier tipo de concreto, incluido el armado y el simple, siempre que se utilice con fines estructurales. (ACI 318, 1999)
- **Concreto estructural ligero:** Concreto con agregado ligero que tiene un peso unitario, en condición de secado al aire, determinado por el “Método de Prueba para



Determinar el Peso Unitario del Concreto Liger Estructural” Estructural” ASTM C 567, que no exceda de 1,800 kg/m<sup>3</sup>. (ACI 318, 1999)

- **Concreto precolado:** Elemento de concreto estructural colado en un lugar diferente de su ubicación final de carga. (ACI 318, 1999).
- **Concreto presforzado:** Concreto estructural al que se le han aplicado esfuerzos internos, a fin de reducir los esfuerzos potenciales de tensión, derivados de las cargas. (ACI 318, 1999).
- **Concreto simple:** Concreto estructural sin refuerzo, o con menos refuerzo que el mínimo especificado para concreto reforzado. (ACI 318, 1999).

### 2.5.3. *Agregados*

También llamados áridos. Existen dos tipos:

- **Agregado fino:** Es un material que se define como fragmentos de roca que se han descompuesto de forma natural o artificial, pasan a través de un tamiz de 3/8" y se adhieren a las restricciones descritas en la NTP 400.037. La arena, producida artificial o naturalmente, o una mezcla de ambas, puede constituir el agregado fino. (Rivva, 2014).
- **Agregado grueso:** El material que pasa a través del tamiz N4 y cumple con las especificaciones señaladas en la norma técnica peruana 400.037 se denomina agregado grueso. En el agregado grueso se pueden encontrar agregados metálicos naturales o artificiales, piedra partida o grava triturada. (Rivva, 2014).

### 2.5.4. *Puente de Adherencia Sikadur 32*

Es un Puente de adherencia epóxico, es decir es un adhesivo de dos componentes a base de resinas epóxicas seleccionadas, libre de solventes, se usa como adhesivo estructural de concreto fresco con concreto endurecido (SIKA, 2022)

#### **2.5.5. Lechada de Cemento**

La preparación de la lechada de cemento no difiere demasiado de la del cemento tradicional, con la excepción de que, en la mayoría de los casos, no requiere arena. Una lechada de cemento “común” no lleva más que cemento, agua y algún aditivo. Cuando se desea tener una mayor textura, se puede agregar arcilla, cal o un poco de arena. (Cemix - 2020). La dosificación utilizada para la lechada en esta investigación es de 2.5 partes de cemento por 1 parte de agua en peso. (Ver Anexo D).

#### **2.5.6. Juntas de construcción**

Son superficies donde se encuentran dos vaciados (vertidos) sucesivos de concreto. Ellas se realizan por lo general al final del día de trabajo, pero pueden ser requeridas cuando el vaciado del concreto es paralizado por un tiempo mayor que el tiempo de fraguado inicial del concreto. En las losas ellas pueden ser diseñadas para permitir el movimiento y/o para transferir cargas. La ubicación de las juntas de construcción debe ser planificada. Puede ser deseable lograr la adherencia y la continuidad del refuerzo a través de una junta de construcción. (Joints in concrete construcción, ACI 224.3R).

#### **2.5.7. Curado**

Proceso en el cual el concreto se deja en un ambiente húmedo durante unos días para que alcance la resistencia total ( $f_c$ ) indicada en el plano y para evitar que se produzcan grietas en la superficie. (Manual del maestro constructor, 2020)

#### **2.5.8. Probetas**

Es una muestra de concreto endurecido para los ensayos de la resistencia a la compresión; las dimensiones a usarse para el caso de forma cilíndrica: de 6 x 12 pulgadas o de 4 x 8 pulgadas (ASTM C31, 2010).

## CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1. UBICACIÓN DONDE SE REALIZÓ LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación se llevó a cabo en el laboratorio de los materiales (LEM): “Mg. Ing. Carlos Esparza Díaz”, de la Universidad Nacional de Cajamarca (UNC), distrito, provincia y departamento de Cajamarca en Perú, teniendo las siguientes coordenadas:

**Tabla 7. Coordenadas del laboratorio de ensayo de materiales de la UNC**

COORDENADAS UTM	
NORTE:	9207001.94 m S
ESTE:	776618.20 m E
COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
LATITUD:	7° 10.038'S
LONGITUD:	78° 29.726'O

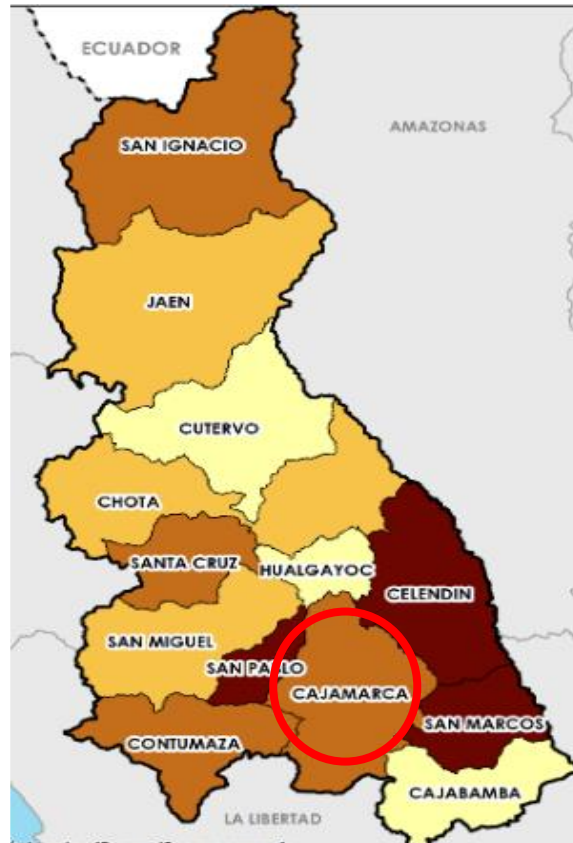
*Fuente: Elaboración Propia*

**Figura 5: Departamento de Cajamarca en el mapa del Perú**



*Fuente: freepik.com 2023.*

**Figura 6: Provincia de Cajamarca en el departamento de Cajamarca**



*Fuente: cgtip.org.p 2024.*

**Figura 7: Vista satelital de la UNC**



*Fuente: Google Earth 2024.*

### 3.2. MATERIALES

#### 3.2.1. Agregados

Los agregados que se usaron en el presente estudio de investigación provienen del río Chonta de la cantera Aguilar, la ubicación de la cantera se encuentra en la localidad de Tartar Chico, en el distrito de Los Baños del Inca, provincia y departamento de Cajamarca, con las siguientes coordenadas:

**Figura 8: Vista satelital de la cantera Aguilar**



*Fuente: Google Earth pro-2024.*

**Tabla 8. Coordenadas de la cantera Aguilar, del río Chonta**

COORDENADAS UTM	
NORTE:	9208939.70 m S
ESTE:	779925.60 m E
COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
LATITUD:	7° 09'15"S
LONGITUD:	78° 27'55"O

*Fuente: Elaboración Propia*

#### 3.2.2. Cemento

El cemento que se utiliza en esta investigación es Cemento Portland Tipo I de la marca Pacasmayo.

### **3.2.3. Agua**

Fue tomada del servicio de agua del laboratorio de los materiales de la Universidad Nacional de Cajamarca.

### **3.2.4. Puente de Adherencia**

El puente de adherencia usado en esta investigación es: Sikadur®-32 Gel de 1 Kg con dos componentes A y B.

### **3.2.5. Lechada de Cemento**

La dosificación utilizada para la lechada en esta investigación es de 2.5 partes de cemento Portland Tipo I por 1 parte de agua en peso.

## **3.3. METODOLOGÍA**

### **3.3.1. Enfoque, Diseño, Tipo, Nivel y Método de Investigación**

**3.3.1.1. Enfoque.** La investigación es cuantitativa; pues la resistencia a la compresión axial que es la característica del concreto que se estudia en esta investigación es cuantificable.

**3.3.1.2. Diseño.** La investigación realizada es experimental, porque el ensayo es controlado aleatorizado (ECA), las personas se asignan aleatoriamente a un grupo experimental o a un grupo de control. Este diseño suele utilizarse para evaluar el impacto de un tratamiento o intervención, que tiene una muestra de probetas y una variable independiente y dependiente.

**3.3.1.3. Tipo.** La investigación realizada es de tipo aplicada, debido a que tuvo por finalidad; resolver un determinado problema, enfocándose en evaluar la resistencia a compresión de un concreto.

**3.3.1.4. Nivel.** La investigación realizada es de nivel correlacional, su finalidad fue buscar la relación de interdependencia entre dos variables específicas.

**3.3.1.5. Método.** La metodología utilizada es el método experimental, porque comparó la resistencia a compresión del concreto patrón y los concretos con juntas de construcción usuales, utilizando puentes adherentes.

#### **3.4. POBLACIÓN DE ESTUDIO**

La población de estudio está conformada por las probetas cilíndricas de 6” de diámetro y 12” de altura de un concreto patrón  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con agregado de río Chonta y las probetas de concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con juntas de construcción usuales, con un ángulo de inclinación de 45° y 0°, con un tiempo de formación de 4, 6 y 8 horas tras la aplicación de epóxico adherente Sikadur®-32, con lechada de cemento Portland tipo I, y sin ningún tipo de puente adherente. Considerando para los casos de la resistencia de diseño  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, para las edades: 7, 14 y 28 días.

Se elaboraron en total 270 probetas de concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, divididas en 4 grupos A, B, C y D (*Ver tabla 9*), con y sin juntas de construcción usuales, con un ángulo de inclinación de 45° y 0°, vaciados en diferentes tiempos de formación (4, 6, 8 horas) y ubicadas en la parte central de la probeta. El grupo A, está conformado con 54 probetas de concreto, las mismas que han sido construidas con el modelo patrón (sin juntas de construcción usuales). (*Ver tabla 9 y 10*). El grupo B, está conformado con 72 probetas de concreto, las mismas que han sido construidas con juntas de construcción usuales utilizando un puente adherente epóxico Sikadur 32, que a su vez se subdividido en dos sub grupos B-1 teniendo un ángulo de inclinación de 45° y el sub grupos B-2 el ángulo de inclinación de 0° con respecto al plano de la junta de construcción usuales, cada sub grupo en un número de 36 probetas (*Ver tabla 9 y 10*). El grupo C, está conformado con 72 probetas de concreto, las mismas que han sido construidas con juntas de construcción usuales utilizando un puente adherente que es la lechada de cemento Portland tipo I, que a su vez se subdividido en dos

sub grupos C-1 teniendo un ángulo de inclinación de 45° y el sub grupos C-2 el ángulo de inclinación de 0° con respecto al plano de la junta de construcción usuales, cada sub grupo en un numero de 36 probetas (*Ver tabla 9 y 10*). El grupo D, está conformado con 72 probetas de concreto, las mismas que han sido construidas con juntas de construcción usuales en donde no se utilizó ningún tipo puente adherente y a su vez se subdividido en dos sub grupos D-1 teniendo un ángulo de inclinación de 45° y el sub grupos D-2 el ángulo de inclinación de 0° con respecto al plano de la junta de construcción usuales, cada sub grupo en un numero de 36 probetas (*Ver tabla 9 y 10*).

### 3.5. MUESTRA

Se consideró un muestreo probabilístico, ya que la presente tesis, es un estudio de investigación científico. Se justifica el cálculo, utilizando la siguiente fórmula para hallar el tamaño de la muestra:

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2}$$

Donde:

n = Tamaño de muestra buscado

$Z_{\alpha}$  = Parámetro estadístico que depende del nivel de confianza

p = Probabilidad de que ocurra el evento estudiado

q = Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado

e = Error de estimación máximo aceptado

Se proponen valores por el investigador:

$Z_{\alpha} = 1.96 \quad \rightarrow \quad NC = 95 \%$

$p = 78\% \quad | \quad q = 22\% \quad | \quad e = 5\%$

Reemplazando en la fórmula:



$$n = \frac{1.96^2 * 0.78 * 0.22}{0.05^2}$$

$$n = \frac{0.65921856}{0.0025}$$

$$n = 263.687424 = 264 \text{ probetas}$$

Se obtiene:

$$n = 270 \text{ probetas (aproximamos)}$$

Se realizaron 270 probetas divididas en 4 grupos A, B, C, D. con y sin juntas de construcción usuales, con un ángulo de inclinación de 45° y 0°, vaciados en diferentes tiempos de formación (4, 6, 8 horas) y ubicadas en la parte central de las probetas de concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .

El grupo A, está conformado con 54 probetas, que han sido construidas con el modelo patrón (sin juntas de construcción usuales).

El grupo B, está conformado con 72 probetas, construidas con juntas de construcción usuales utilizando un puente adherente epóxico Sikadur 32, subdividido en dos sub grupos: B-1 con un ángulo de inclinación de 45° y B-2 con un ángulo de 0°, cada sub grupo en un número de 36 probetas.

El grupo C, está conformado con 72 probetas, construidas con juntas de construcción usuales utilizando un puente adherente que es la lechada de cemento Portland tipo I, subdividido en dos sub grupos: C-1 con un ángulo de inclinación de 45° y C-2 con ángulo de 0°, cada sub grupo en un numero de 36 probetas.

El grupo D, está conformado con 72 probetas, construidas con juntas de construcción usuales en donde no se utilizó ningún tipo puente adherente, subdividido en dos sub grupos: D-1 con un ángulo de inclinación de 45° y D-2 con un ángulo de 0°, cada sub grupo en un número de 36 probetas.

**Tabla 9. Número de probetas por grupos**

Característica	GRUPO A (Patrón)	GRUPO B (Con Sikadur 32)	GRUPO C (con Lechada)	GRUPO D (sin puente adherente)	Sub Total
Con junta ángulo de 45°	27 probetas	36 probetas	36 probetas	36 probetas	135 probetas
Con junta ángulo de 0°	27 probetas	36 probetas	36 probetas	36 probetas	135 probetas
<b>Sub Total</b>	<b>54 probetas</b>	<b>72 probetas</b>	<b>72 probetas</b>	<b>72 probetas</b>	<b>270 probetas</b>

Fuente. Elaboración propia.

**Tabla 10. Número de probetas en grupos y sub grupos con ángulo de 45° en la junta**

PROBETA CON/SIN JUNTA CONSTRUCCIÓN	GRUPO Y SUB GRUPO	CANTIDAD DE PROBETAS POR EDAD DE ROTURA								
		7 días			14 días			28 días		
		2.0 h del llenado	4.0 h del llenado	8.0 h del llenado	2.0 h del llenado	4.0 h del llenado	8.0 h del llenado	2.0 h del llenado	4.0 h del llenado	8.0 h del llenado
Concreto patrón	A	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		<b>9</b>			<b>9</b>			<b>9</b>		
CON Sikadur®-32	B1	4	4	4	4	4	4	4	4	4
		<b>12</b>			<b>12</b>			<b>12</b>		
CON Lechada de cemento	C1	4	4	4	4	4	4	4	4	4
		<b>12</b>			<b>12</b>			<b>12</b>		
SIN Puente adherente	D1	4	4	4	4	4	4	4	4	4
		<b>12</b>			<b>12</b>			<b>12</b>		
<b>SUB TOTAL: PROBETAS CON JUNTA DE CONSTRUCCIÓN CON ÁNGULO DE 45° =</b>									<b>135</b>	

Fuente. Elaboración propia.

**Tabla 11: Número de probetas en grupos y sub grupos con ángulo de 0° en la junta**

PROBETA CON/SIN JUNTA CONSTRUCCIÓN	GRUPO Y SUB GRUPO	CANTIDAD DE PROBETAS POR EDAD DE ROTURA								
		7 días			14 días			28 días		
		2.0 h del llenado	4.0 h del llenado	8.0 h del llenado	2.0 h del llenado	4.0 h del llenado	8.0 h del llenado	2.0 h del llenado	4.0 h del llenado	8.0 h del llenado
Concreto patrón	A	3	3	3	3	3	3	3	3	3
		<b>9</b>			<b>9</b>			<b>9</b>		
CON Sikadur®-32	B2	4	4	4	4	4	4	4	4	4
		<b>12</b>			<b>12</b>			<b>12</b>		
CON Lechada de cemento	C2	4	4	4	4	4	4	4	4	4
		<b>12</b>			<b>12</b>			<b>12</b>		
SIN Puente adherente	D2	4	4	4	4	4	4	4	4	4
		<b>12</b>			<b>12</b>			<b>12</b>		
<b>SUB TOTAL: PROBETAS CON JUNTA DE CONSTRUCCIÓN CON ÁNGULO DE 0° =</b>									<b>135</b>	
<b>TOTAL DE PROBETAS =</b>									<b>270</b>	

Fuente. Elaboración propia.

### **3.6. UNIDAD DE ANALISIS**

La unidad de análisis o elemento básico que se estudia en esta investigación son las probetas de concreto de 6" x 12" con una resistencia requerida a la compresión de 210Kg/cm<sup>2</sup>.

### **3.7. PROCEDIMIENTO**

Para alcanzar los objetivos establecidos, se incluyen varias etapas que guían esta investigación, a continuación, se describe de forma detallada las fases que se han considerado:

#### ***3.7.1. Etapa 01: Elección de los Agregados***

Se eligió los agregados del río Chonta de la cantera Aguilar, ubicada en Baños del Inca, por criterio técnico personal, presentando un agregado libre de impurezas orgánicas y que cumple con los requerimientos de la NTP, para la elaboración de concretos, por lo tanto, considerándose la más óptima para esta investigación.

#### ***3.7.2. Etapa 02: Elección de Puente Adherente, Lechada de Cemento y del Ángulo de Inclinación de la Junta de Construcción Usuales.***

Se eligió teniendo un criterio técnico personal, el puente adherente se eligió al epóxico adherente Sikadur 32, por ser más comercial en el medio, cumple con las normas ASTM C-881 y el producto no es tóxico. De igual manera se eligió la lechada de cemento utilizando Cemento Portland tipo I, porque la elaboración del concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> se lo diseñado con cemento Portland tipo I y por ser uno de los puentes adherentes más usados en las construcciones. Además, se eligió la ubicación de la junta de construcción en el centro de la probeta con un ángulo de inclinación de 45° y 0°, puesto que es la representación técnica más aproximada a lo sucedido en pie de obra. Finalmente se tiene estas consideraciones, siendo las más óptimas para la presente investigación.

### ***3.7.3. Etapa 03: Propiedades de los Agregados, Puente Adherente, Lechada de Cemento***

Se realizaron los ensayos necesarios para el diseño de mezcla y se comprobó que cumple con los requerimientos de la NTP 400.037, de igual manera las propiedades del epóxico Sikadur®-32 y del cemento Pacasmayo tipo I, fueron consideradas según sus Fichas Técnicas.

### ***3.7.4. Etapa 04: Diseño de Mezclas del Concreto***

El diseño de mezcla se elaboró utilizando el método de la combinación de agregados, para una resistencia de  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ , se verificó la consistencia midiendo el asentamiento del concreto fresco en cada tanda (Primera tanda, concreto patrón y segunda tanda, concreto con/sin junta de construcción, respectivamente), obteniendo un total de 270 probetas de concreto.

### ***3.7.5. Etapa 05: Curado y Ensayo de Resistencia a la Compresión Uniaxial de las probetas de Concreto.***

El curado se realizó de acuerdo a norma, utilizando el método de sumersión. Se tomaron probetas de concreto de cada grupo A, B, C y D; registrando su diámetro, altura y peso, para continuar con los ensayos respectivos para la resistencia a la compresión uniaxial a las edades de 7, 14 y 28 días.

## **3.8. TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Los métodos y procedimientos utilizados en la recolección de datos son esenciales para garantizar la validez y la fiabilidad de la información, a continuación se detallan:

### ***3.8.1. Propiedades de los agregados***

Para poder obtener las propiedades de los agregados, se realizaron los ensayos de contenido de humedad, peso específico, análisis granulométricos, peso volumétrico suelto y compactado y porcentaje de absorción, detallados en los Apéndices A y B.

**3.8.1.1. Agregado fino.** A continuación, presento una tabla que resume todos los ensayos mencionados anteriormente.

**Tabla 12: Resumen de los ensayos de agregado fino**

<b>TIPO DE ENSAYO</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>PROMEDIO</b>
Contenido de humedad (%)	5.77	6.6	5.55	5.98
Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )	2.64	2.52	2.72	2.63
Módulo de fineza	2.792	2.782	2.828	2.801
Peso volumétrico suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1570.92	1571.57	1554.22	1565.57
Peso volumétrico compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1764.7	1778.78	1790.24	1777.91
Porcentaje de absorción (%)	1.28	1.15	1.19	1.207

*Fuente. Elaboración propia.*

**3.8.1.2. Agregado grueso.** A continuación, presento una tabla que resume todos los ensayos mencionados anteriormente.

**Tabla 13: Resumen de los ensayos de agregado grueso**

<b>TIPO DE ENSAYO</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>PROMEDIO</b>
Contenido de humedad (%)	2.17	2.33	2.01	2.17
Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )	2.52	2.45	2.62	2.53
Peso volumétrico suelto (kg/m <sup>3</sup> )	1442.11	1497.07	1498.23	1479.13
Peso volumétrico compactado (kg/m <sup>3</sup> )	1657.17	1682.85	1693.63	1677.88
Porcentaje de absorción (%)	1.11	1.18	1.15	1.147

*Fuente. Elaboración propia.*

### **3.8.2. Diseño de mezcla**

Para poder obtener el diseño de mezcla por el método ACI (American Concrete Institute) se ha realizado el procedimiento detallado en los Apéndices A y B, donde se determinó las proporciones de los componentes del concreto (cemento, agua, agregados) según m<sup>3</sup> y para las tandas (3 probetas completas para patrones y 4 medias probetas para antes y después de las juntas) con el fin de cumplir los requisitos de resistencia y durabilidad.

**Tabla 14: Resumen de proporciones del diseño por m<sup>3</sup> y tandas de vaciado.**

<b>CANTIDAD</b>	<b>RESISTENCIA (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>MATERIALES (kg/l)</b>			
		<b>CEMENTO</b>	<b>A. FINO</b>	<b>A. GRUESO</b>	<b>AGUA</b>
1 m <sup>3</sup>	210.00	288.01	882.14	953.5	145.14
3 tandas	210.00	5.04	15.43	16.68	2.54
4/2 tandas	210.00	3.36	10.29	11.12	1.69

*Fuente. Elaboración propia.*

### 3.8.3. Resistencia a la compresión

El ensayo de la resistencia se realizó para cada uno de los grupos de esta investigación:

**3.8.3.1. Grupo A1: Concreto patrón para las juntas de 45°:** En este grupo se hicieron tres tandas de vaciados, que están clasificados por horas, estas horas se refiere al momento de vaciado según el tiempo de junta ya sea de 4, 6 u 8 horas que se tenía para el ángulo de 45°.

**Tabla 15: Resistencia del concreto patrón en el momento de vaciado de las juntas de 4 horas en un ángulo de 45°**

Horas / días	4 HORAS			
	M1	M2	M3	Promedio
A 7 días	138.22	136.58	143.55	139.45
A 14 días	217.13	210.90	212.92	213.65
A 28 días	217.21	216.13	218.61	217.32

Fuente. Elaboración propia.

**Tabla 16: Resistencia del concreto patrón en el momento de vaciado de las juntas de 6 horas en un ángulo de 45°**

Horas / días	6 HORAS			
	M1	M2	M3	Promedio
A 7 días	124.17	124.75	121.99	123.64
A 14 días	218.51	227.84	222.99	223.11
A 28 días	204.16	205.00	203.06	204.07

Fuente. Elaboración propia.

**Tabla 17: Resistencia del concreto patrón en el momento de vaciado de las juntas de 8 horas en un ángulo de 45°**

Horas / días	8 HORAS			
	M1	M2	M3	Promedio
A 7 días	162.24	167.72	165.81	165.26
A 14 días	216.12	221.55	213.92	217.20
A 28 días	203.48	193.56	200.66	199.23

Fuente. Elaboración propia.

**3.8.3.2. Grupo A2 Concreto patrón para las juntas de 0°:** En este grupo se hicieron tres tandas de vaciados, que están clasificados por horas, estas horas se refiere al momento de vaciado según el tiempo de junta ya sea de 4, 6 u 8 horas que se tenía para el ángulo de 0°.

**Tabla 18: Resistencia del concreto patrón en el momento de vaciado de las juntas de 4 horas en un ángulo de 0°**

Horas / días	4 HORAS			
	M1	M2	M3	Promedio
A 7 días	166.96	166.97	170.10	168.01
A 14 días	193.76	200.78	194.19	196.24
A 28 días	245.05	251.10	263.70	253.28

*Fuente. Elaboración propia.*

**Tabla 19: Resistencia del concreto patrón en el momento de vaciado de las juntas de 6 horas en un ángulo de 0°**

Horas / días	6 HORAS			
	M1	M2	M3	Promedio
A 7 días	176.55	177.14	180.76	178.15
A 14 días	184.68	184.72	178.45	182.62
A 28 días	243.45	245.35	238.58	242.46

*Fuente. Elaboración propia.*

**Tabla 20: Resistencia del concreto patrón en el momento de vaciado de las juntas de 8 horas en un ángulo de 0°**

Horas / días	8 HORAS			
	M1	M2	M3	Promedio
A 7 días	166.57	170.06	168.79	168.47
A 14 días	175.44	180.18	180.15	178.59
A 28 días	239.74	250.45	250.15	246.78

*Fuente. Elaboración propia.*

**3.8.3.3. Grupo B1 Concreto con Epóxico Sikadur 32 en la junta de 45°:** En este grupo se hicieron tres tandas de vaciados, que están clasificados por el tiempo que se ha demorado el vaciado en la junta, es decir, que primero se hizo el vaciado de la primera mitad de probeta, luego se esperó el tiempo de 4,6 u 8 horas para realizar el segundo vaciado de la mitad restante, aplicando el epóxico Sikadur 32 en la junta de ángulo de 45°.

**Tabla 21: Resistencia del concreto con Epóxico Sikadur 32 en la junta de 4 horas de ángulo de 45°**

Horas / días	4 HORAS				
	M1	M2	M3	M4	Promedio
A 7 días	121.08	122.14	115.54	123.78	120.64
A 14 días	220.44	224.81	221.11	221.96	222.08
A 28 días	207.09	206.12	184.12	178.80	194.03

Fuente. Elaboración propia.

**Tabla 22: Resistencia del concreto con Epóxico Sikadur 32 en la junta de 6 horas de ángulo de 45°**

Horas / días	6 HORAS				
	M1	M2	M3	M4	Promedio
A 7 días	137.69	132.58	133.66	130.82	133.69
A 14 días	216.65	213.39	211.67	212.18	213.47
A 28 días	253.68	243.52	221.54	238.06	239.20

Fuente. Elaboración propia.

**Tabla 23: Resistencia del concreto con Epóxico Sikadur 32 en la junta de 8 horas de ángulo de 45°**

Horas / días	8 HORAS				
	M1	M2	M3	M4	Promedio
A 7 días	130.08	138.51	131.09	141.35	135.26
A 14 días	211.77	206.00	207.29	206.77	207.96
A 28 días	229.02	224.72	210.50	222.25	221.62

Fuente. Elaboración propia.



**3.8.3.4. Grupo B2 Concreto con Epóxico Sikadur 32 en la junta de 0°:** En este grupo se hicieron tres tandas de vaciados, que están clasificados por el tiempo que se ha demorado el vaciado en la junta, es decir, que primero se hizo el vaciado de la primera mitad de probeta, luego se esperó el tiempo de 4,6 u 8 horas para realizar el segundo vaciado de la mitad restante, aplicando el epóxico Sikadur 32 en la junta de ángulo de 0°.

**Tabla 24: Resistencia del concreto con Epóxico Sikadur 32 en la junta de 4 horas de ángulo de 0°**

<b>Horas / días</b>	<b>4 HORAS</b>				
	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>	<b>Promedio</b>
<b>A 7 días</b>	154.81	160.14	154.23	153.34	155.63
<b>A 14 días</b>	225.89	239.40	230.20	238.62	233.53
<b>A 28 días</b>	279.39	263.57	280.32	273.96	274.31

*Fuente. Elaboración propia.*

**Tabla 25: Resistencia del concreto con Epóxico Sikadur 32 en la junta de 6 horas de ángulo de 0°**

<b>Horas / días</b>	<b>6 HORAS</b>				
	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>	<b>Promedio</b>
<b>A 7 días</b>	193.47	184.52	184.28	181.04	185.83
<b>A 14 días</b>	225.93	228.01	232.50	237.03	230.87
<b>A 28 días</b>	277.13	282.45	290.49	291.25	285.33

*Fuente. Elaboración propia.*

**Tabla 26: Resistencia del concreto con Epóxico Sikadur 32 en la junta de 8 horas de ángulo de 0°**

<b>Horas / días</b>	<b>8 HORAS</b>				
	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>	<b>Promedio</b>
<b>A 7 días</b>	176.88	183.97	186.72	183.05	182.66
<b>A 14 días</b>	205.90	197.32	192.98	201.31	199.38
<b>A 28 días</b>	274.97	276.33	282.79	275.57	277.42

*Fuente. Elaboración propia.*

**3.8.3.5. Grupo C1 Concreto con Lechada en la junta de 45°:** En este grupo se hicieron tres tandas de vaciados, que están clasificados por el tiempo que se ha demorado el vaciado en la junta, es decir, que primero se hizo el vaciado de la primera mitad de probeta, luego se esperó el tiempo de 4,6 u 8 horas para realizar el segundo vaciado de la mitad restante, aplicando la lechada en la junta de ángulo de 45°.

**Tabla 27: Resistencia del concreto con Lechada en la junta de 4 horas de ángulo de 45°**

Horas / días	4 HORAS				
	M1	M2	M3	M4	Promedio
A 7 días	166.47	165.66	159.25	160.96	163.09
A 14 días	219.73	216.60	211.63	212.90	215.22
A 28 días	213.92	210.38	206.56	203.86	208.68

*Fuente. Elaboración propia.*

**Tabla 28: Resistencia del concreto con Lechada en la junta de 6 horas de ángulo de 45°**

Horas / días	6 HORAS				
	M1	M2	M3	M4	Promedio
A 7 días	156.64	156.28	157.47	161.63	158.01
A 14 días	203.11	198.94	213.22	206.46	205.43
A 28 días	222.19	227.39	212.35	202.42	216.09

*Fuente. Elaboración propia.*

**Tabla 29: Resistencia del concreto con Lechada en la junta de 8 horas de ángulo de 45°**

Horas / días	8 HORAS				
	M1	M2	M3	M4	Promedio
A 7 días	142.00	138.26	136.03	141.90	139.55
A 14 días	216.35	221.40	210.41	217.68	216.46
A 28 días	215.04	220.02	211.05	216.51	215.66

*Fuente. Elaboración propia.*

**3.8.3.6. Grupo C2 Concreto con Lechada en la junta de 0°:** En este grupo se hicieron tres tandas de vaciados, que están clasificados por el tiempo que se ha demorado el vaciado en la junta, es decir, que primero se hizo el vaciado de la primera mitad de probeta, luego se esperó el tiempo de 4,6 u 8 horas para realizar el segundo vaciado de la mitad restante, aplicando la lechada en la junta de ángulo de 0°.

**Tabla 30: Resistencia del concreto con Lechada en la junta de 4 horas de ángulo de 0°**

<b>Horas / días</b>	<b>4 HORAS</b>				
	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>	<b>Promedio</b>
<b>A 7 días</b>	161.64	167.01	163.95	165.57	164.54
<b>A 14 días</b>	230.74	235.04	231.70	231.69	232.29
<b>A 28 días</b>	266.23	274.07	263.57	271.71	268.90

*Fuente. Elaboración propia.*

**Tabla 31: Resistencia del concreto con Lechada en la junta de 6 horas de ángulo de 0°**

<b>Horas / días</b>	<b>6 HORAS</b>				
	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>	<b>Promedio</b>
<b>A 7 días</b>	184.25	181.90	181.21	180.29	181.91
<b>A 14 días</b>	229.28	221.09	232.89	230.29	228.39
<b>A 28 días</b>	278.15	278.50	274.69	275.43	276.69

*Fuente. Elaboración propia.*

**Tabla 32: Resistencia del concreto con Lechada en la junta de 8 horas de ángulo de 0°**

<b>Horas / días</b>	<b>8 HORAS</b>				
	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>	<b>Promedio</b>
<b>A 7 días</b>	169.44	179.15	179.42	177.68	176.42
<b>A 14 días</b>	189.25	192.12	190.12	198.41	192.48
<b>A 28 días</b>	268.89	278.93	271.40	277.02	274.06

*Fuente. Elaboración propia.*

**3.8.3.7. Grupo D1 Concreto sin ningún puente adherente en la junta de 45°:** En este grupo se hicieron tres tandas de vaciados, que están clasificados por el tiempo que se ha demorado el vaciado en la junta, es decir, que primero se hizo el vaciado de la primera mitad de probeta, luego se esperó el tiempo de 4,6 u 8 horas para realizar el segundo vaciado de la mitad restante, y no se aplicó ningún tipo de puente adherente en la junta de ángulo de 45°.

**Tabla 33: Resistencia del concreto sin puente adherente en la junta de 4 horas de ángulo de 45°**

Horas / días	4 HORAS				
	M1	M2	M3	M4	Promedio
A 7 días	149.21	147.30	142.45	159.39	149.59
A 14 días	216.66	207.81	211.35	222.83	214.66
A 28 días	198.32	214.83	193.66	191.26	199.52

Fuente. Elaboración propia.

**Tabla 34: Resistencia del concreto sin puente adherente en la junta de 6 horas de ángulo de 45°**

Horas / días	6 HORAS				
	M1	M2	M3	M4	Promedio
A 7 días	143.45	135.59	138.57	138.69	139.08
A 14 días	210.48	219.46	216.80	221.47	217.05
A 28 días	184.41	180.46	189.90	175.63	182.60

Fuente. Elaboración propia.

**Tabla 35: Resistencia del concreto sin puente adherente en la junta de 8 horas de ángulo de 45°**

Horas / días	8 HORAS				
	M1	M2	M3	M4	Promedio
A 7 días	126.95	129.48	125.94	131.47	128.46
A 14 días	230.53	231.30	235.49	247.09	236.10
A 28 días	203.58	211.54	171.47	202.85	197.36

Fuente. Elaboración propia.

**3.8.3.8. Grupo D2 Concreto sin ningún puente adherente en la junta de 0°:** En este grupo se hicieron tres tandas de vaciados, que están clasificados por el tiempo que se ha demorado el vaciado en la junta, es decir, que primero se hizo el vaciado de la primera mitad de probeta, luego se esperó el tiempo de 4,6 u 8 horas para realizar el segundo vaciado de la mitad restante, y no se aplicó ningún tipo de puente adherente en la junta de ángulo de 0°.

**Tabla 36: Resistencia del concreto sin puente adherente en la junta de 4 horas de ángulo de 0°**

Horas / días	4 HORAS				
	M1	M2	M3	M4	Promedio
A 7 días	139.12	145.25	146.50	143.70	143.64
A 14 días	240.80	239.49	239.63	239.90	239.96
A 28 días	271.03	273.24	272.77	273.47	272.63

Fuente. Elaboración propia.

**Tabla 37: Resistencia del concreto sin puente adherente en la junta de 6 horas de ángulo de 0°**

Horas / días	6 HORAS				
	M1	M2	M3	M4	Promedio
A 7 días	191.65	192.35	189.13	192.54	191.42
A 14 días	239.96	242.36	232.54	239.56	238.61
A 28 días	290.07	290.76	288.24	285.03	288.53

Fuente. Elaboración propia.

**Tabla 38: Resistencia del concreto sin puente adherente en la junta de 8 horas de ángulo de 0°**

Horas / días	8 HORAS				
	M1	M2	M3	M4	Promedio
A 7 días	188.35	183.74	183.92	178.85	183.72
A 14 días	192.09	195.94	203.61	206.15	199.45
A 28 días	282.71	287.81	285.10	280.01	283.91

Fuente. Elaboración propia.

## CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 4.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS

De los datos que se detallaron en el capítulo III, se realizó el análisis y evaluaron de datos de acuerdo a los objetivos de la presente tesis:

#### 4.1.1. Promedio de las resistencias a compresión del Grupo A: Probetas de concreto patrón.

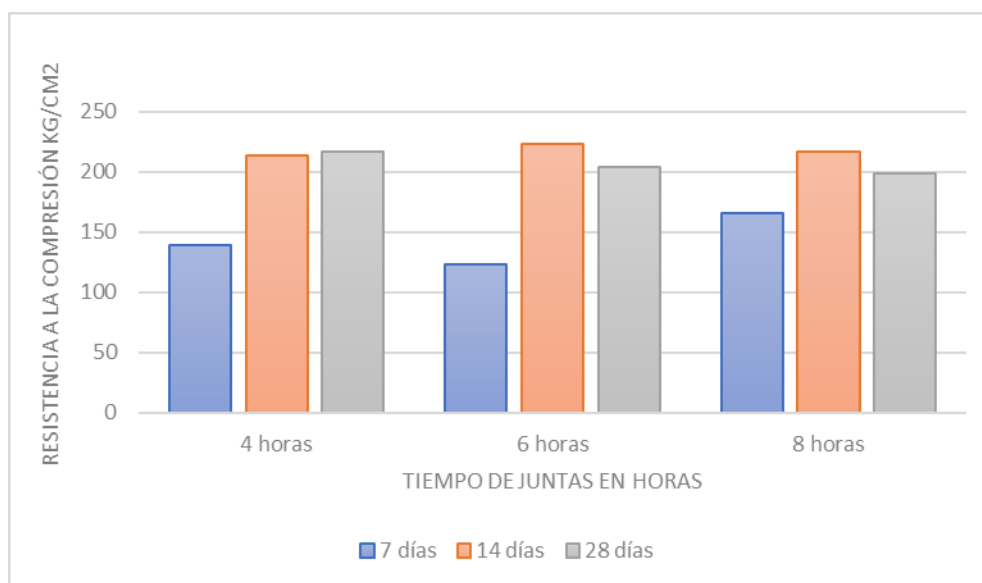
De la Tabla 15, Tabla 16, Tabla 17, se presenta la siguiente tabla y gráfica del promedio de la resistencia a compresión del concreto patrón a 4, 6 y 8 horas en la junta de 45°, para las edades de 7, 14 y 28 días:

**Tabla 39: Promedio de resistencias a compresión del concreto patrón usado de 4,6 y 8 horas en juntas de 45°**

Días	4 horas	6 horas	8 horas	Promedio
7	139.45	123.64	165.26	142.78
14	213.65	223.11	217.20	217.99
28	217.32	204.07	199.23	206.87

Fuente. Elaboración propia

**Figura 9: Promedios de resistencias a compresión del concreto patrón usado de 4,6 y 8 horas en juntas de 45°**



Fuente. Elaboración propia

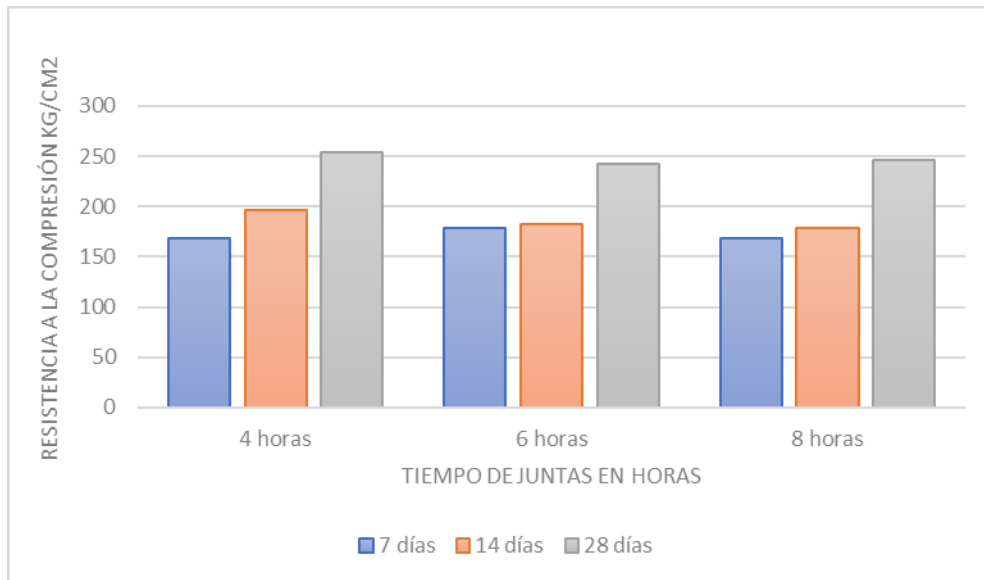
De la Tabla 18, Tabla 19, Tabla 20, se presenta la siguiente tabla y gráfica del promedio de la resistencia a compresión del concreto patrón a 4, 6 y 8 horas en la junta de 0°, para las edades de 7, 14 y 28 días:

**Tabla 40: Promedio de resistencias a compresión del concreto patrón usado de 4,6 y 8 horas en juntas de 0° a edades de 7, 14 y 28 días**

Días	4 horas	6 horas	8 horas	Promedio
7	168.01	178.15	168.47	171.54
14	196.24	182.62	178.59	185.82
28	253.28	242.46	246.78	247.51

Fuente. Elaboración propia

**Figura 10: Promedios de resistencias a compresión del concreto patrón usado de 4,6 y 8 horas en juntas de 0° a edades de 7, 14 y 28 días**



Fuente. Elaboración propia

#### 4.1.2. Promedio de las resistencias a compresión del Grupo B1: Concreto con Epóxico Sikadur 32 en la junta de 45°

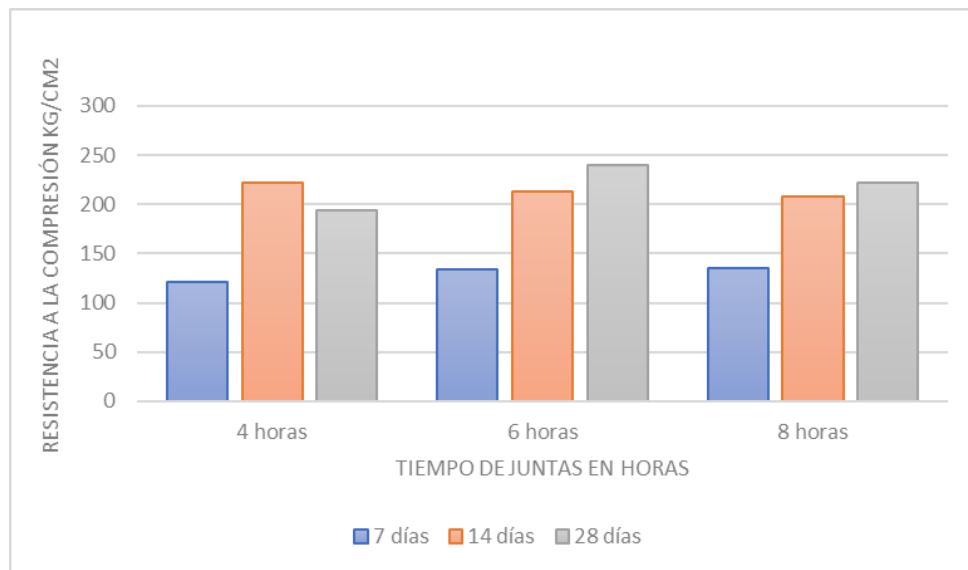
De la Tabla 21, Tabla 22, Tabla 23, se presenta la siguiente tabla y gráfica del promedio de la resistencia a compresión del concreto con epóxico Sikadur 32 a 4, 6 y 8 horas en la junta de 45°, para las edades de 7, 14 y 28 días:

**Tabla 41: Promedio de resistencias a compresión del concreto con epóxico Sikadur 32 de 4,6 y 8 horas en juntas de 45° a edades de 7, 14 y 28 días**

Días	4 horas	6 horas	8 horas	Promedio
7	120.64	133.69	135.26	129.86
14	222.08	213.47	207.96	214.50
28	194.03	239.20	221.62	218.29

Fuente. Elaboración propia

**Figura 11: Promedio de resistencias a compresión del concreto con epóxico Sikadur 32 de 4,6 y 8 horas en juntas de 45° a edades de 7, 14 y 28 días**



Fuente. Elaboración propia

#### 4.1.3. Promedio de las resistencias a compresión del Grupo B2: Concreto con Epóxico Sikadur 32 en la junta de 0°

De la Tabla 24, Tabla 25, Tabla 26, se presenta la siguiente tabla y gráfica del promedio de la resistencia a compresión del concreto con epóxico Sikadur 32 a 4, 6 y 8 horas en la junta de 0°, para las edades de 7, 14 y 28 días:

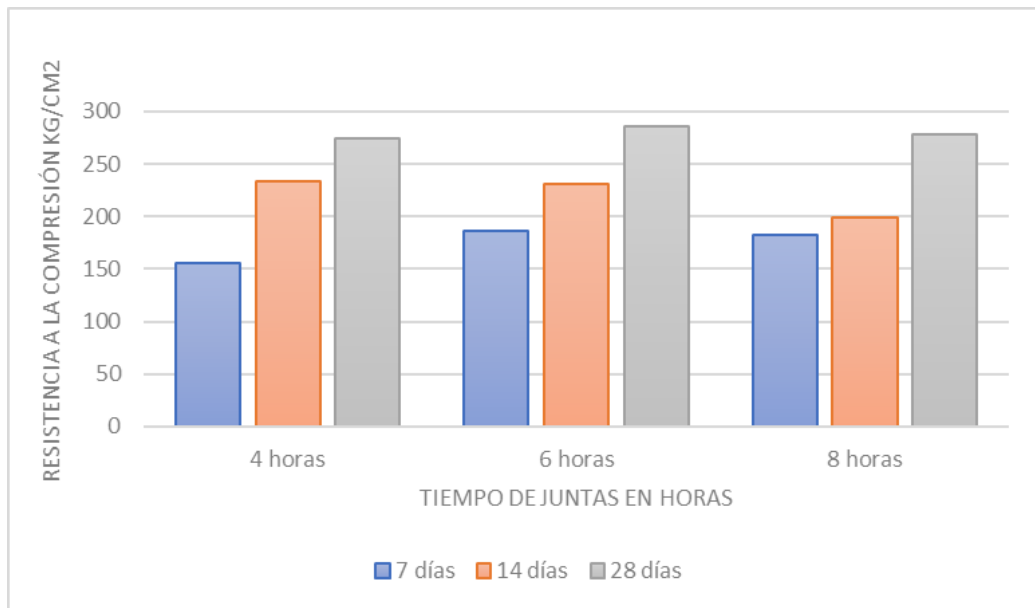
**Tabla 42: Promedio de resistencias a compresión del concreto con epóxico Sikadur 32 de 4,6 y 8 horas en juntas de 0° a edades de 7, 14 y 28 días**

Días	4 horas	6 horas	8 horas	Promedio
7	155.63	185.83	182.66	174.70
14	233.53	230.87	199.38	221.26
28	274.31	285.33	277.42	279.02

Fuente. Elaboración propia



**Figura 12: Promedio de resistencias a compresión del concreto con epóxico Sikadur 32 de 4,6 y 8 horas en juntas de 0° a edades de 7, 14 y 28 días**



*Fuente. Elaboración propia*

#### **4.1.4. Promedio de las resistencias a compresión del Grupo C1: Concreto con lechada en la junta de 45°**

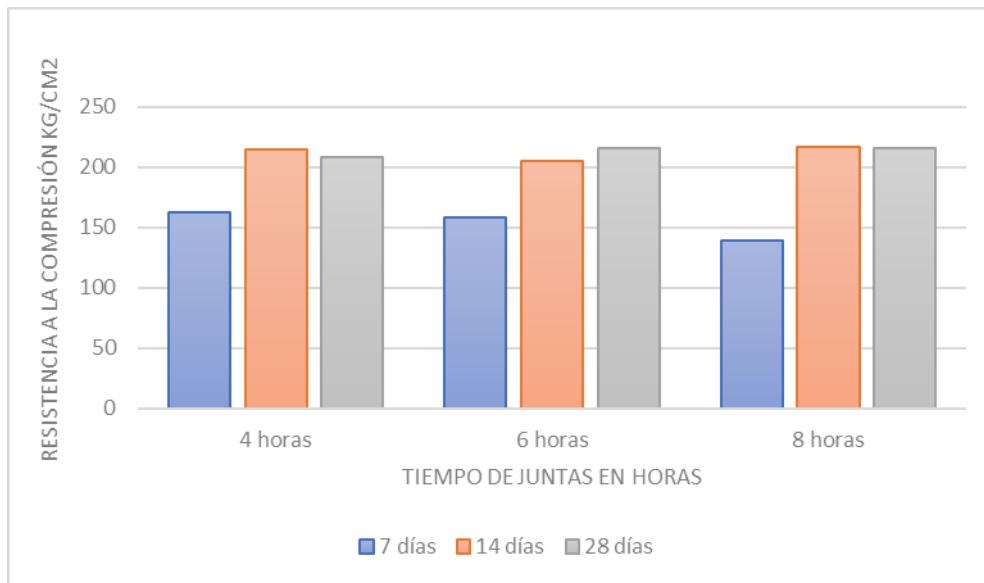
De la Tabla 27, Tabla 28, Tabla 29, se presenta la siguiente tabla y gráfica del promedio de la resistencia a compresión del concreto con lechada a 4, 6 y 8 horas en la junta de 45°, para las edades de 7, 14 y 28 días:

**Tabla 43: Promedio de resistencias a compresión del concreto con lechada de 4,6 y 8 horas en juntas de 45° a edades de 7, 14 y 28 días**

<b>Días</b>	<b>4 horas</b>	<b>6 horas</b>	<b>8 horas</b>	<b>Promedio</b>
7	163.09	158.01	139.55	153.55
14	215.22	205.43	216.46	212.37
28	208.68	216.09	215.66	213.47

*Fuente. Elaboración propia*

**Figura 13: Promedio de resistencias a compresión del concreto con lechada de 4,6 y 8 horas en juntas de 45° a edades de 7, 14 y 28 días**



*Fuente. Elaboración propia*

**4.1.5. Promedio de las resistencias a compresión del Grupo C2: Concreto con lechada en la junta de 0°**

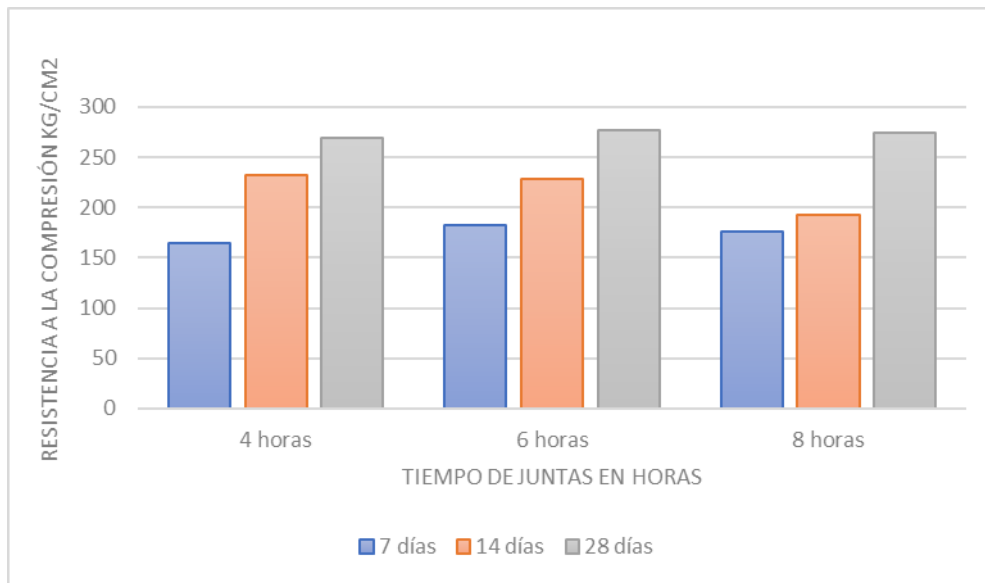
De la Tabla 30, Tabla 31, Tabla 32, se presenta la siguiente tabla y gráfica del promedio de la resistencia a compresión del concreto con lechada a 4, 6 y 8 horas en la junta de 0°, para las edades de 7, 14 y 28 días:

**Tabla 44: Promedio de resistencias a compresión del concreto con lechada de 4,6 y 8 horas en juntas de 0° a edades de 7, 14 y 28 días**

Días	4 horas	6 horas	8 horas	Promedio
7	164.54	181.91	176.42	174.29
14	232.29	228.39	192.48	217.72
28	268.90	276.69	274.06	273.22

*Fuente. Elaboración propia*

**Figura 14: Promedio de resistencias a compresión del concreto con lechada de 4,6 y 8 horas en juntas de 0° a edades de 7, 14 y 28 días**



*Fuente. Elaboración propia*

**4.1.6. Promedio de las resistencias a compresión del Grupo D1: Concreto sin ningún puente adherente en la junta de 45°**

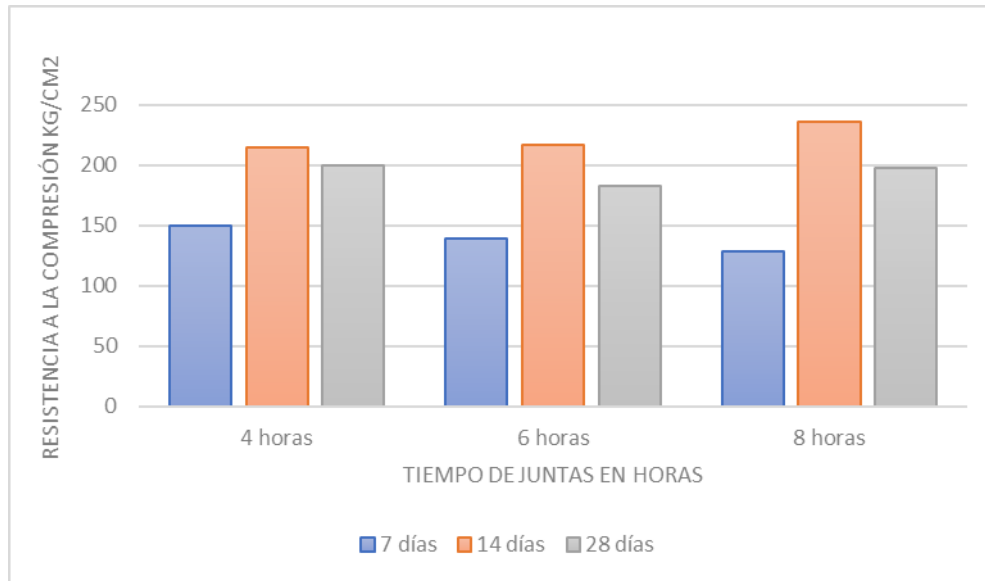
De la Tabla 33, Tabla 34, Tabla 35, se presenta la siguiente tabla y gráfica del promedio de la resistencia a compresión del concreto sin ningún puente adherente a 4, 6 y 8 horas en la junta de 45°, para las edades de 7, 14 y 28 días:

**Tabla 45: Promedio de resistencias a compresión del concreto sin puente adherente de 4,6 y 8 horas en juntas de 45° a edades de 7, 14 y 28 días**

Días	4 horas	6 horas	8 horas	Promedio
7	149.59	139.08	128.46	139.04
14	214.66	217.05	236.10	222.61
28	199.52	182.60	197.36	193.16

*Fuente. Elaboración propia*

**Figura 15: Promedio de resistencias a compresión del concreto sin puente adherente de 4,6 y 8 horas en juntas de 45° a edades de 7, 14 y 28 días**



*Fuente. Elaboración propia*

**4.1.7. Promedio de las resistencias a compresión del Grupo D2: Concreto sin ningún puente adherente en la junta de 0°**

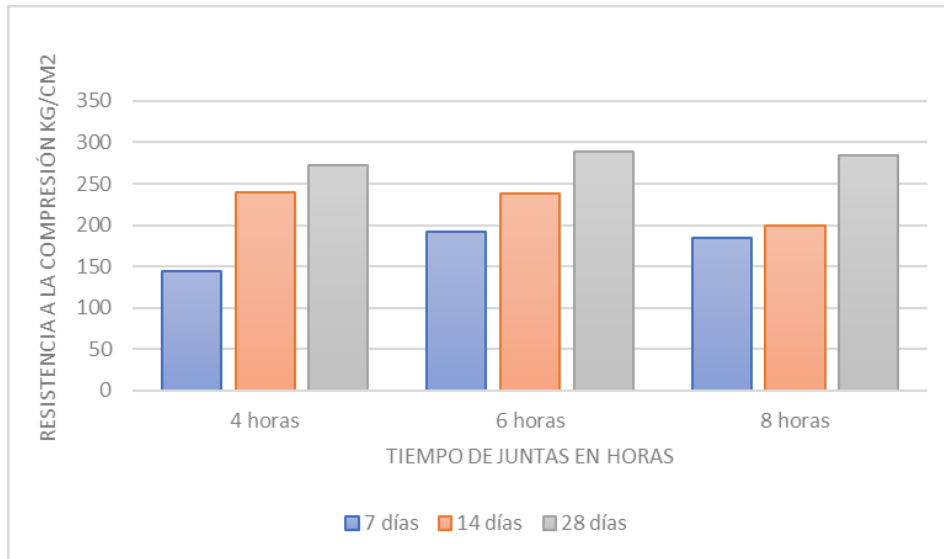
De la Tabla 36, Tabla 37, Tabla 38, se presenta la siguiente tabla y gráfica del promedio de la resistencia a compresión del concreto sin ningún puente adherente a 4, 6 y 8 horas en la junta de 0°, para las edades de 7, 14 y 28 días:

**Tabla 46: Promedio de resistencias a compresión del concreto sin puente adherente de 4,6 y 8 horas en juntas de 0° a edades de 7, 14 y 28 días**

Días	4 horas	6 horas	8 horas	Promedio
7	143.64	191.42	183.72	172.93
14	239.96	238.61	199.45	226.00
28	272.63	288.53	283.91	281.69

*Fuente. Elaboración propia*

**Figura 16: Promedio de resistencias a compresión del concreto sin puente adherente de 4,6 y 8 horas en juntas de 0° a edades de 7, 14 y 28 días**



*Fuente. Elaboración propia*

## 4.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Después de los análisis de datos, en esta sección se interpretan, analizan y contextualizan los hallazgos obtenidos, es decir, explicar las variaciones de la resistencia del concreto con y sin puente adherente respecto al concreto patrón según grupos.

### 4.2.1. Variación de las resistencias del Grupo B1 con respecto al concreto patrón:

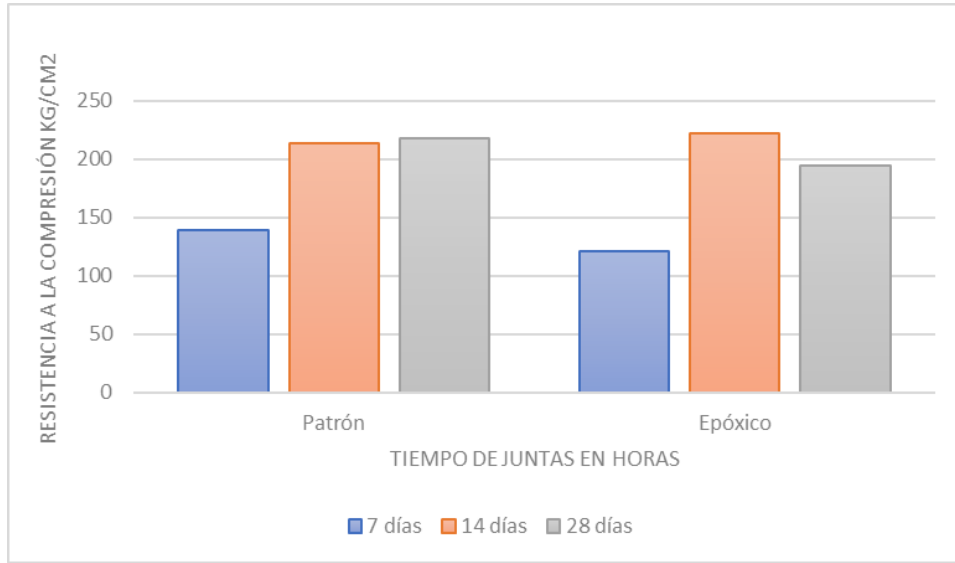
De la Tabla 41, Tabla 39, se presenta las siguientes tablas y gráfica de las variaciones de la resistencia promedio a compresión del concreto con epóxico Sikadur 32 a 4, 6 y 8 horas en la junta de 45° en comparación con el concreto patrón, para las edades de 7, 14 y 28 días:

**Tabla 47: Variación de la resistencia de probetas con epóxico Sikadur 32 en comparación con el patrón en juntas de 4 horas con ángulo de 45°**

Días	4 horas		
	Patrón	Epóxico	Variación
7	139.45	120.64	-13.49%
14	213.65	222.08	3.95%
28	217.32	194.03	-10.71%

*Fuente. Elaboración propia*

**Figura 17: Variación de la resistencia de probetas con epóxico Sikadur 32 en comparación con el patrón en juntas de 4 horas con ángulo de 45°**



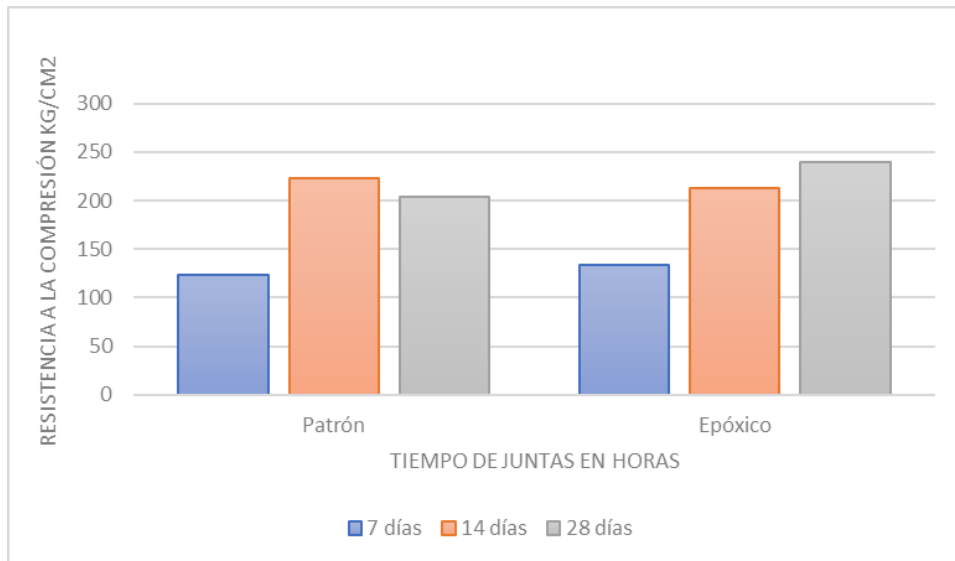
*Fuente. Elaboración propia*

**Tabla 48: Variación de la resistencia de probetas con epóxico Sikadur 32 en comparación con el patrón en juntas de 6 horas con ángulo de 45°**

Días	6 horas		
	Patrón	Epóxico	Variación
7	123.64	133.69	8.13%
14	223.11	213.47	-4.32%
28	204.07	239.20	17.21%

*Fuente. Elaboración propia*

**Figura 18: Variación de la resistencia de probetas con epóxico Sikadur 32 en comparación con el patrón en juntas de 6 horas con ángulo de 45°**



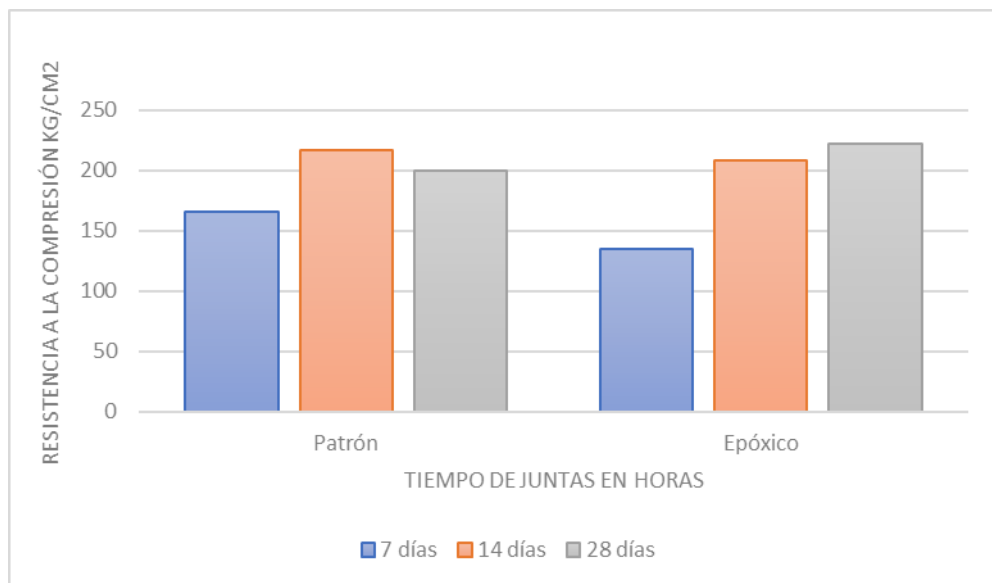
*Fuente. Elaboración propia*

**Tabla 49: Variación de la resistencia de probetas con epóxico Sikadur 32 en comparación con el patrón en juntas de 8 horas con ángulo de 45°**

Días	8 horas		
	Patrón	Epóxico	Variación
7	165.26	135.26	-18.15%
14	217.20	207.96	-4.25%
28	199.23	221.62	11.24%

*Fuente. Elaboración propia*

**Figura 19: Variación de la resistencia de probetas con epóxico Sikadur 32 en comparación con el patrón en juntas de 8 horas con ángulo de 45°**



*Fuente. Elaboración propia*

De la Tabla 47, Tabla 48, Tabla 49, se presenta la siguiente tabla del promedio de las variaciones de la resistencia promedio a compresión del concreto con epóxico Sikadur 32 a 4, 6 y 8 horas en la junta de 45° en comparación con el concreto patrón, para las edades de 7, 14 y 28 días:

**Tabla 50: Variaciones promedio de la resistencia de probetas con epóxico Sikadur 32 en juntas de 45°**

Días	4 horas	6 horas	8 horas	Promedio
7	-13.49%	8.13%	-18.15%	-7.84%
14	3.95%	-4.32%	-4.25%	-1.54%
28	-10.71%	17.21%	11.24%	5.91%

*Fuente. Elaboración propia*

**4.2.2. Variación de las resistencias del Grupo B2 con respecto al concreto patrón:**

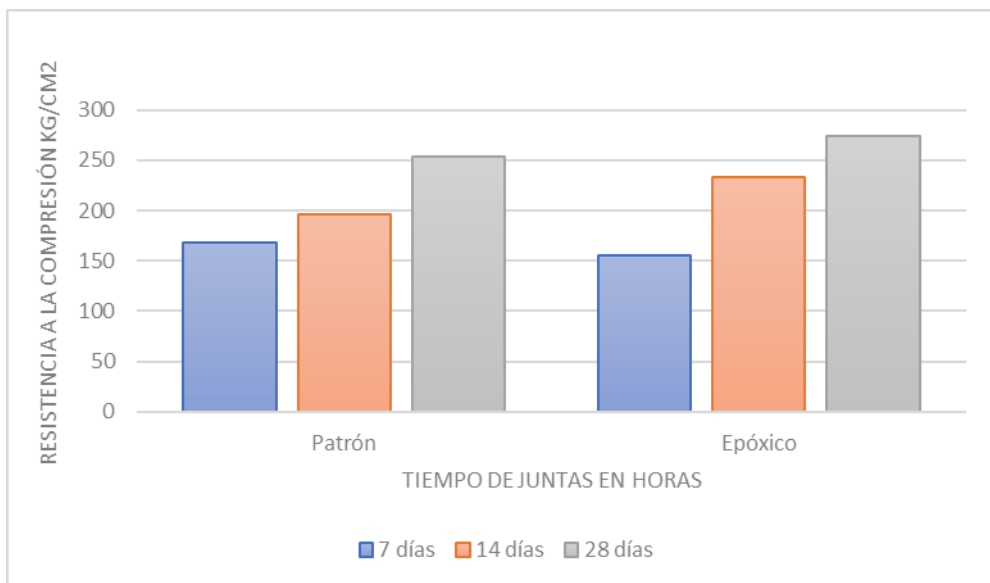
De la Tabla 42, Tabla 40, se presenta las siguientes tablas y gráfica de las variaciones de la resistencia promedio a compresión del concreto con epóxico Sikadur 32 a 4, 6 y 8 horas en la junta de 0° en comparación con el concreto patrón, para las edades de 7, 14 y 28 días:

**Tabla 51: Variación de la resistencia de probetas con epóxico Sikadur 32 en comparación con el patrón en juntas de 4 horas con ángulo de 0°**

Días	4 horas		
	Patrón	Epóxico	Variación
7	168.01	155.63	-7.37%
14	196.24	233.53	19.00%
28	253.28	274.31	8.30%

Fuente. Elaboración propia

**Figura 20: Variación de la resistencia de probetas con epóxico Sikadur 32 en comparación con el patrón en juntas de 4 horas con ángulo de 0°**



Fuente. Elaboración propia

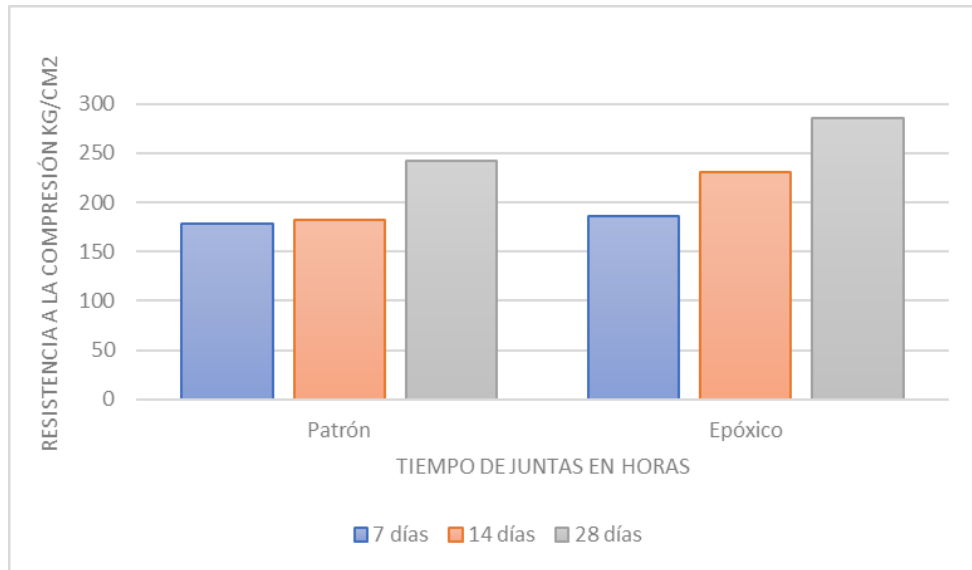
**Tabla 52: Variación de la resistencia de probetas con epóxico Sikadur 32 en comparación con el patrón en juntas de 6 horas con ángulo de 0°**

Días	6 horas		
	Patrón	Epóxico	Variación
7	178.15	185.83	4.31%
14	182.62	230.87	26.42%
28	242.46	285.33	17.68%

Fuente. Elaboración propia



**Figura 21: Variación de la resistencia de probetas con epóxico Sikadur 32 en comparación con el patrón en juntas de 6 horas con ángulo de 0°**



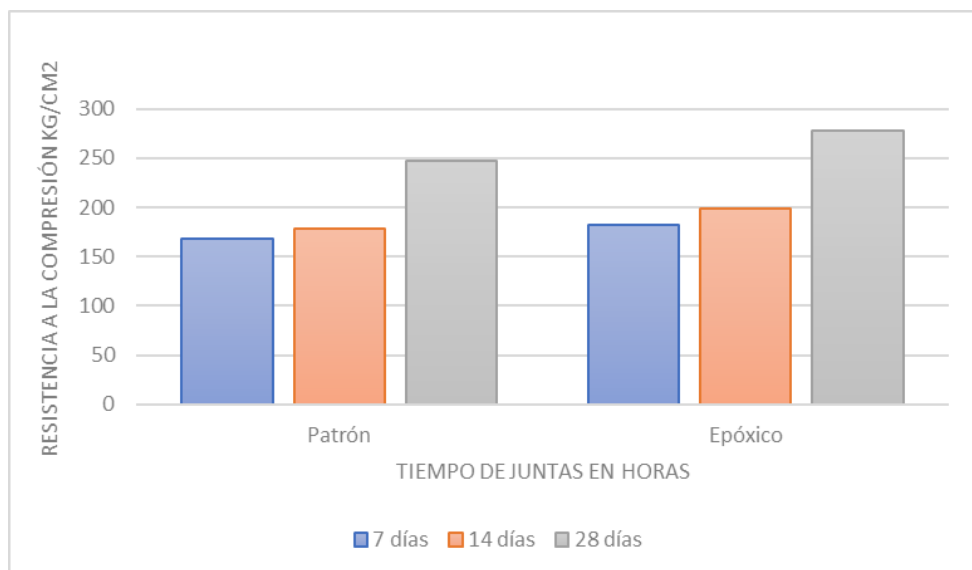
Fuente. Elaboración propia

**Tabla 53: Variación de la resistencia de probetas con epóxico Sikadur 32 en comparación con el patrón en juntas de 8 horas con ángulo de 0°**

Días	8 horas		Variación
	Patrón	Epóxico	
7	168.47	182.66	8.42%
14	178.59	199.38	11.64%
28	246.78	277.42	12.41%

Fuente. Elaboración propia

**Figura 22: Variación de la resistencia de probetas con epóxico Sikadur 32 en comparación con el patrón en juntas de 8 horas con ángulo de 0°**



Fuente. Elaboración propia

De la Tabla 51, Tabla 52, Tabla 53, se tiene el promedio de las variaciones de la resistencia promedio a compresión del concreto con epóxico Sikadur 32 a 4, 6 y 8 horas en la junta de 0° en comparación con el concreto patrón, para las edades de 7, 14 y 28 días:

**Tabla 54: Variaciones promedio de la resistencia de probetas con epóxico Sikadur 32 en juntas de 0°**

Días	4 horas	6 horas	8 horas	Promedio
7	-7.37%	4.31%	8.42%	1.79%
14	19.00%	26.42%	11.64%	19.02%
28	8.30%	17.68%	12.41%	12.80%

*Fuente. Elaboración propia*

#### 4.2.3. Variación de las resistencias del Grupo C1 con respecto al concreto patrón:

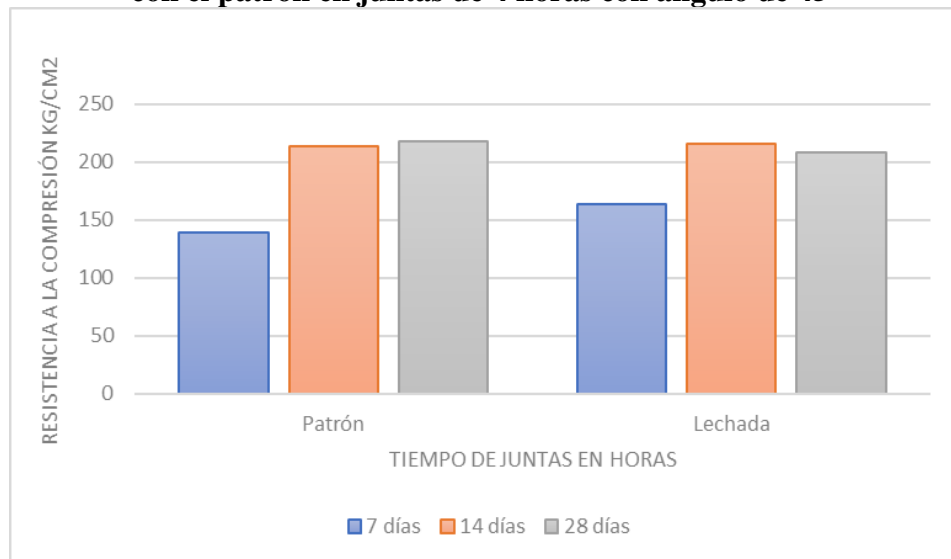
De la Tabla 43, Tabla 39, se presenta las siguientes tablas y gráfica de las variaciones de la resistencia promedio a compresión del concreto con lechada a 4, 6 y 8 horas en la junta de 45° en comparación con el concreto patrón, para las edades de 7, 14 y 28 días:

**Tabla 55: Variación de la resistencia de probetas con lechada en comparación con el patrón en juntas de 4 horas con ángulo de 45°**

Días	4 horas		Variación
	Patrón	Lechada	
7	139.45	163.09	16.95%
14	213.65	215.22	0.73%
28	217.32	208.68	-3.97%

*Fuente. Elaboración propia*

**Figura 23: Variación de la resistencia de probetas con lechada en comparación con el patrón en juntas de 4 horas con ángulo de 45°**



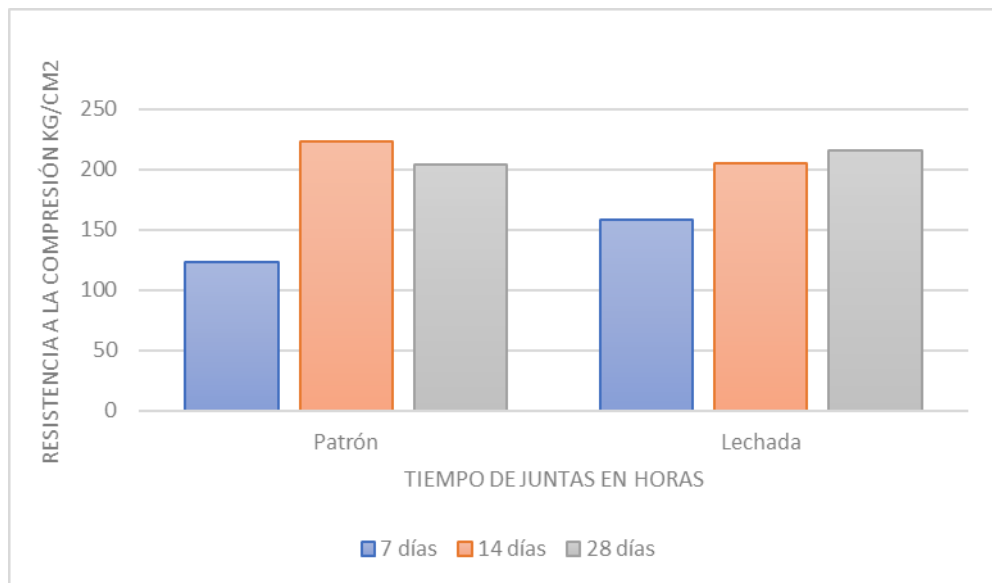
*Fuente. Elaboración propia*

**Tabla 56: Variación de la resistencia de probetas con lechada en comparación con el patrón en juntas de 6 horas con ángulo de 45°**

Días	6 horas		Variación
	Patrón	Lechada	
7	123.64	158.01	27.80%
14	223.11	205.43	-7.92%
28	204.07	216.09	5.89%

*Fuente. Elaboración propia*

**Figura 24: Variación de la resistencia de probetas con lechada en comparación con el patrón en juntas de 6 horas con ángulo de 45°**



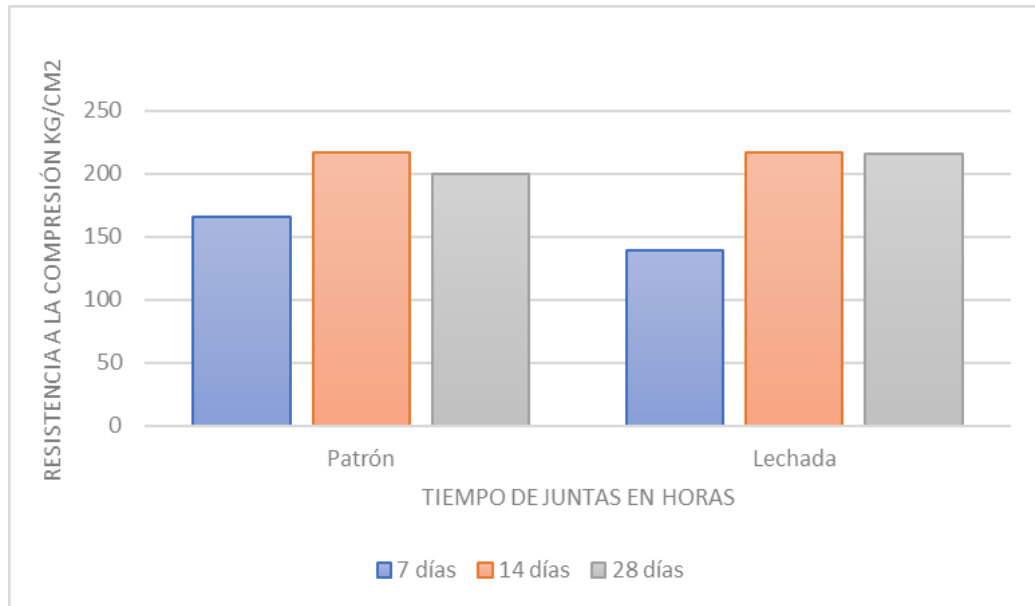
*Fuente. Elaboración propia*

**Tabla 57: Variación de la resistencia de probetas con lechada en comparación con el patrón en juntas de 8 horas con ángulo de 45°**

Días	8 horas		Variación
	Patrón	Lechada	
7	165.26	139.55	-15.56%
14	217.20	216.46	-0.34%
28	199.23	215.66	8.24%

*Fuente. Elaboración propia*

**Figura 25: Variación de la resistencia de probetas con lechada en comparación con el patrón en juntas de 8 horas con ángulo de 45°**



*Fuente. Elaboración propia*

De la Tabla 55, Tabla 56, Tabla 57, se tiene el promedio de las variaciones de la resistencia promedio a compresión del concreto con lechada a 4, 6 y 8 horas en la junta de 45° en comparación con el concreto patrón, para las edades de 7, 14 y 28 días:

**Tabla 58: Variaciones promedio de la resistencia de probetas con lechada en juntas de 45°**

Días	4 horas	6 horas	8 horas	Promedio
7	16.95%	27.80%	-15.56%	9.73%
14	0.73%	-7.92%	-0.34%	-2.51%
28	-3.97%	5.89%	8.24%	3.39%

*Fuente. Elaboración propia*

#### **4.2.4. Variación de las resistencias del Grupo C2 con respecto al concreto patrón:**

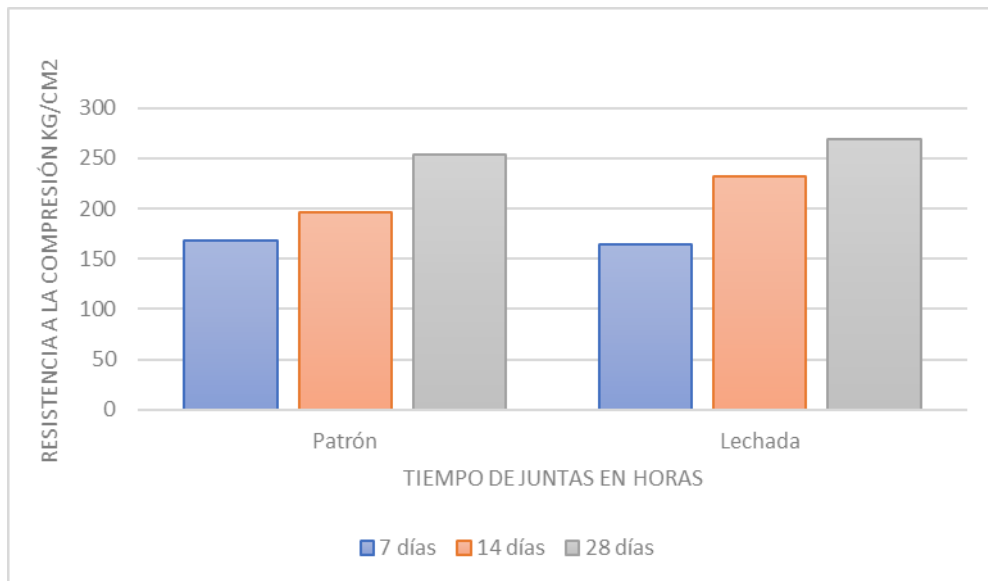
De la Tabla 44, Tabla 40, se presenta las siguientes tablas y gráfica de las variaciones de la resistencia promedio a compresión del concreto con lechada a 4, 6 y 8 horas en la junta de 0° en comparación con el concreto patrón, para las edades de 7, 14 y 28 días:

**Tabla 59: Variación de la resistencia de probetas con lechada en comparación con el patrón en juntas de 4 horas con ángulo de 0°**

Días	4 horas		Variación
	Patrón	Lechada	
7	168.01	164.54	-2.06%
14	196.24	232.29	18.37%
28	253.28	268.90	6.16%

Fuente. Elaboración propia

**Figura 26: Variación de la resistencia de probetas con lechada en comparación con el patrón en juntas de 4 horas con ángulo de 0°**



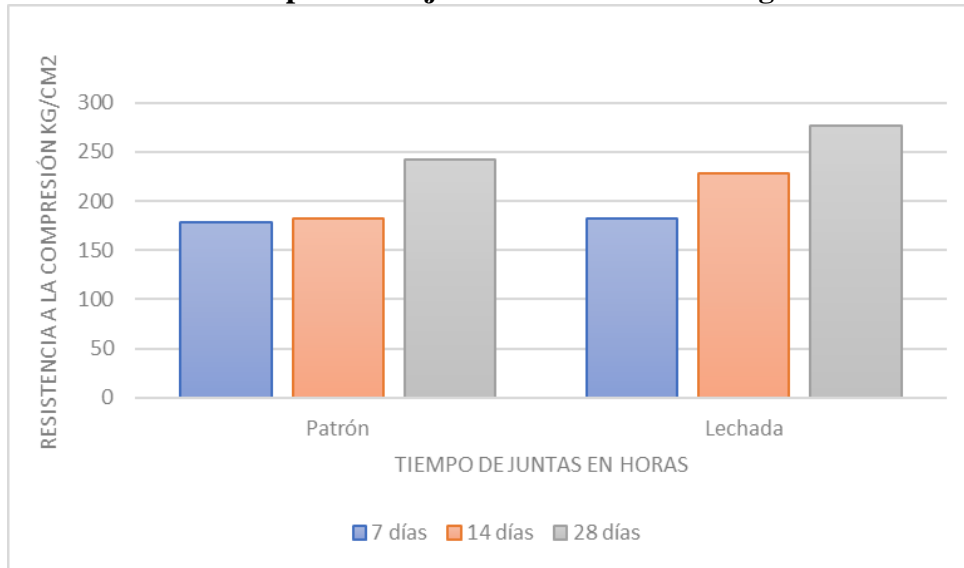
Fuente. Elaboración propia

**Tabla 60: Variación de la resistencia de probetas con lechada en comparación con el patrón en juntas de 6 horas con ángulo de 0°**

Días	6 horas		Variación
	Patrón	Lechada	
7	178.15	181.91	2.11%
14	182.62	228.39	25.06%
28	242.46	276.69	14.12%

Fuente. Elaboración propia

**Figura 27: Variación de la resistencia de probetas con lechada en comparación con el patrón en juntas de 6 horas con ángulo de 0°**



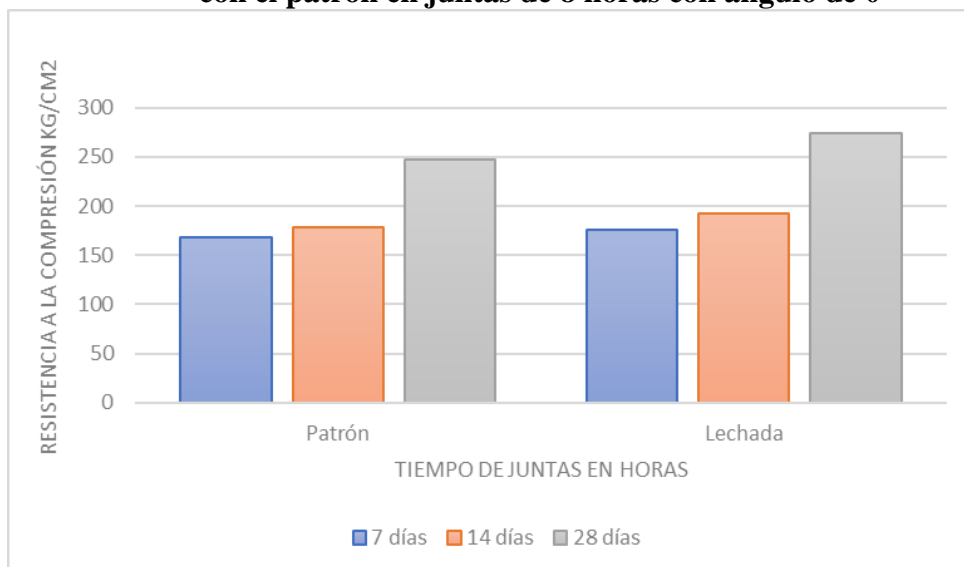
*Fuente. Elaboración propia*

**Tabla 61: Variación de la resistencia de probetas con lechada en comparación con el patrón en juntas de 8 horas con ángulo de 0°**

Días	8 horas		Variación
	Patrón	Lechada	
7	168.47	176.42	4.72%
14	178.59	192.48	7.77%
28	246.78	274.06	11.05%

*Fuente. Elaboración propia*

**Figura 28: Variación de la resistencia de probetas con lechada en comparación con el patrón en juntas de 8 horas con ángulo de 0°**



*Fuente. Elaboración propia*

De la Tabla 59, Tabla 60, Tabla 61, se tiene el promedio de las variaciones de la resistencia promedio a compresión del concreto con lechada a 4, 6 y 8 horas en la junta de 0° en comparación con el concreto patrón, para las edades de 7, 14 y 28 días:

**Tabla 62: Variaciones promedio de la resistencia de probetas con lechada en junta de 0°**

Días	4 horas	6 horas	8 horas	Promedio
7	-2.06%	2.11%	4.72%	1.59%
14	18.37%	25.06%	7.77%	17.07%
28	6.16%	14.12%	11.05%	10.45%

*Fuente. Elaboración propia*

#### 4.2.5. Variación de las resistencias del Grupo D1 con respecto al concreto patrón:

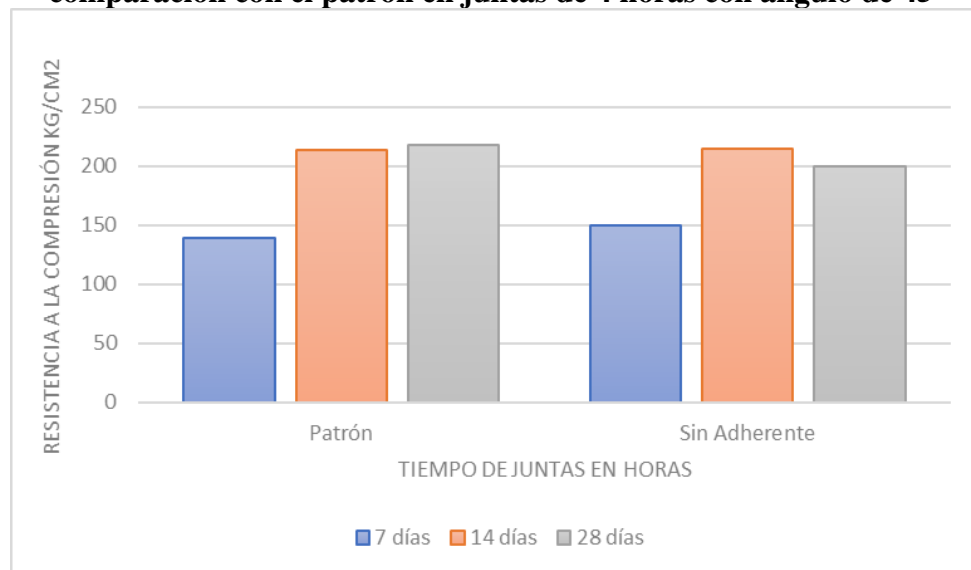
De la Tabla 45, Tabla 39, se presenta las siguientes tablas y gráfica de las variaciones de la resistencia promedio a compresión del concreto sin usar ningún puente adherente a 4, 6 y 8 horas en la junta de 45° en comparación con el concreto patrón, para 7, 14 y 28 días:

**Tabla 63: Variación de la resistencia de probetas sin puente adherente en comparación con el patrón en juntas de 4 horas con ángulo de 45°**

Días	4 horas		Variación
	Patrón	Sin Adherente	
7	139.45	149.59	7.27%
14	213.65	214.66	0.47%
28	217.32	199.52	-8.19%

*Fuente. Elaboración propia*

**Figura 29: Variación de la resistencia de probetas sin puente adherente en comparación con el patrón en juntas de 4 horas con ángulo de 45°**



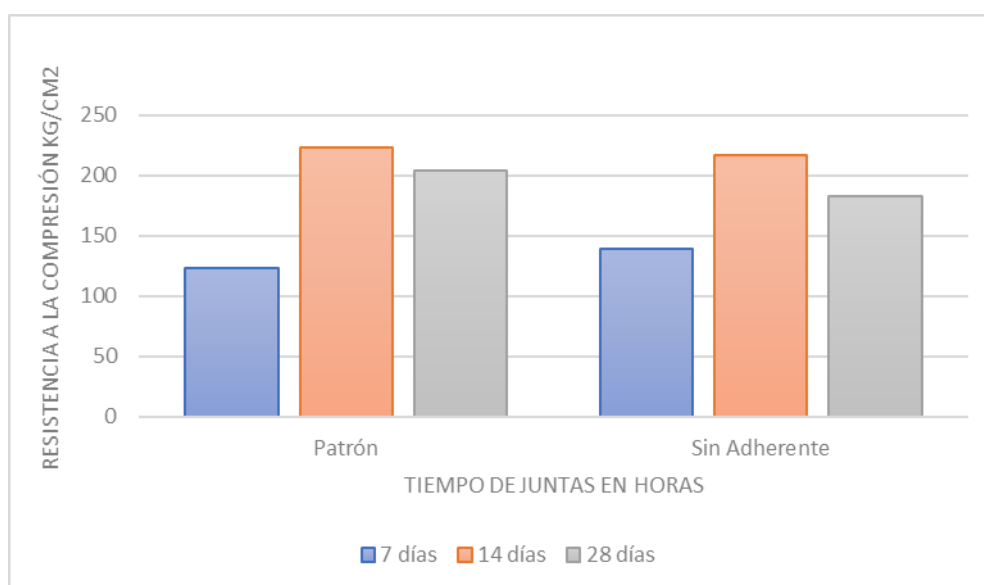
*Fuente. Elaboración propia*

**Tabla 64: Variación de la resistencia de probetas sin puente adherente en comparación con el patrón en juntas de 6 horas con ángulo de 45°**

Días	6 horas		Variación
	Patrón	Sin Adherente	
7	123.64	139.08	12.49%
14	223.11	217.05	-2.72%
28	204.07	182.60	-10.52%

*Fuente. Elaboración propia*

**Figura 30: Variación de la resistencia de probetas sin puente adherente en comparación con el patrón en juntas de 6 horas con ángulo de 45°**



*Fuente. Elaboración propia*

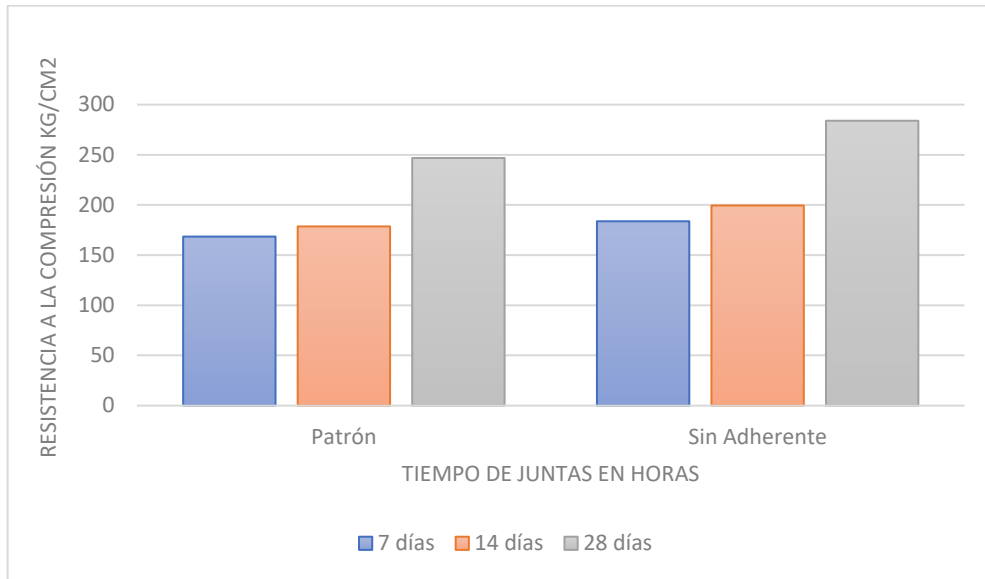
**Tabla 65: Variación de la resistencia de probetas sin puente adherente en comparación con el patrón en juntas de 8 horas con ángulo de 45°**

Días	8 horas		Variación
	Patrón	Sin Adherente	
7	165.26	128.46	-22.27%
14	217.20	236.10	8.70%
28	199.23	197.36	-0.94%

*Fuente. Elaboración propia*



**Figura 31: Variación de la resistencia de probetas sin puente adherente en comparación con el patrón en juntas de 8 horas con ángulo de 45°**



*Fuente. Elaboración propia*

De la Tabla 63, Tabla 64, Tabla 65, se tiene el promedio de las variaciones de la resistencia promedio a compresión del concreto sin puente adherente a 4, 6 y 8 horas en la junta de 45° en comparación con el concreto patrón, para las edades de 7, 14 y 28 días:

**Tabla 66: Variaciones promedio de la resistencia de probetas sin adherente en junta de 45°**

Días	4 horas	6 horas	8 horas	Promedio
7	7.27%	12.49%	-22.27%	-0.84%
14	0.47%	-2.72%	8.70%	2.15%
28	-8.19%	-10.52%	-0.94%	-6.55%

*Fuente. Elaboración propia*

#### **4.2.6. Variación de las resistencias del Grupo D2 con respecto al concreto patrón:**

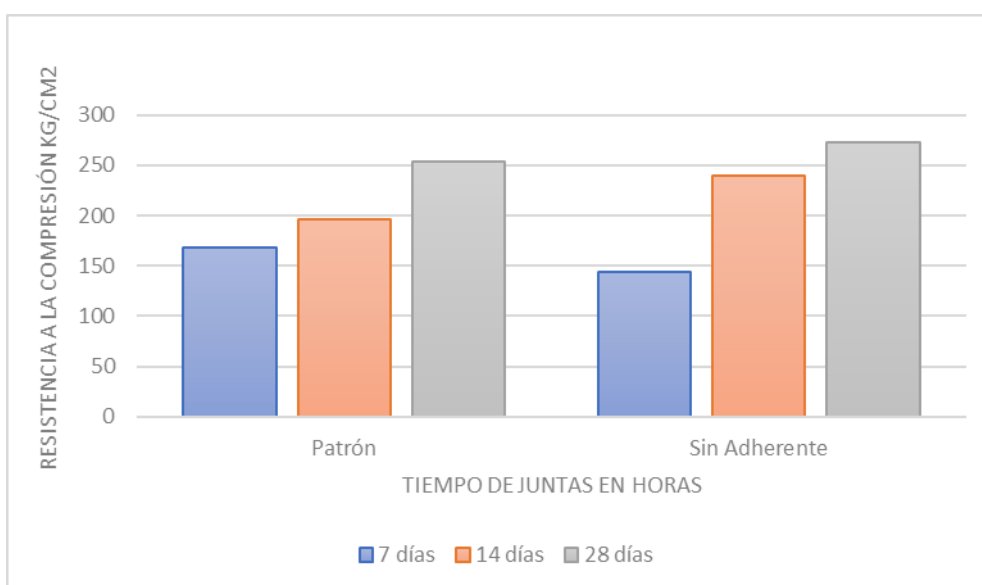
De la Tabla 46, Tabla 40, se presenta las siguientes tablas y gráficas de las variaciones de la resistencia promedio a compresión del concreto sin usar ningún puente adherente a 4, 6 y 8 horas en la junta de 0° en comparación con el concreto patrón, para 7, 14 y 28 días:

**Tabla 67: Variación de la resistencia de probetas sin puente adherente en comparación con el patrón en juntas de 4 horas con ángulo de 0°**

Días	4 horas		Variación
	Patrón	Sin Adherente	
7	168.01	143.64	-14.50%
14	196.24	239.96	22.27%
28	253.28	272.63	7.64%

Fuente. Elaboración propia

**Figura 32: Variación de la resistencia de probetas sin puente adherente en comparación con el patrón en juntas de 4 horas con ángulo de 0°**



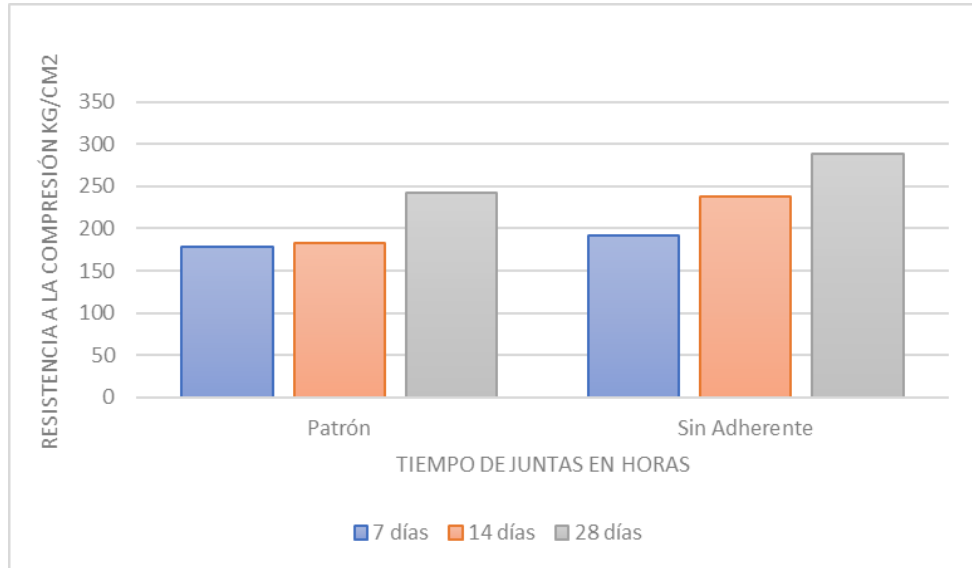
Fuente. Elaboración propia

**Tabla 68: Variación de la resistencia de probetas sin puente adherente en comparación con el patrón en juntas de 6 horas con ángulo de 0°**

Días	6 horas		Variación
	Patrón	Sin Adherente	
7	178.15	191.42	7.45%
14	182.62	238.61	30.66%
28	242.46	288.53	19.00%

Fuente. Elaboración propia

**Figura 33: Variación de la resistencia de probetas sin puente adherente en comparación con el patrón en juntas de 6 horas con ángulo de 0°**



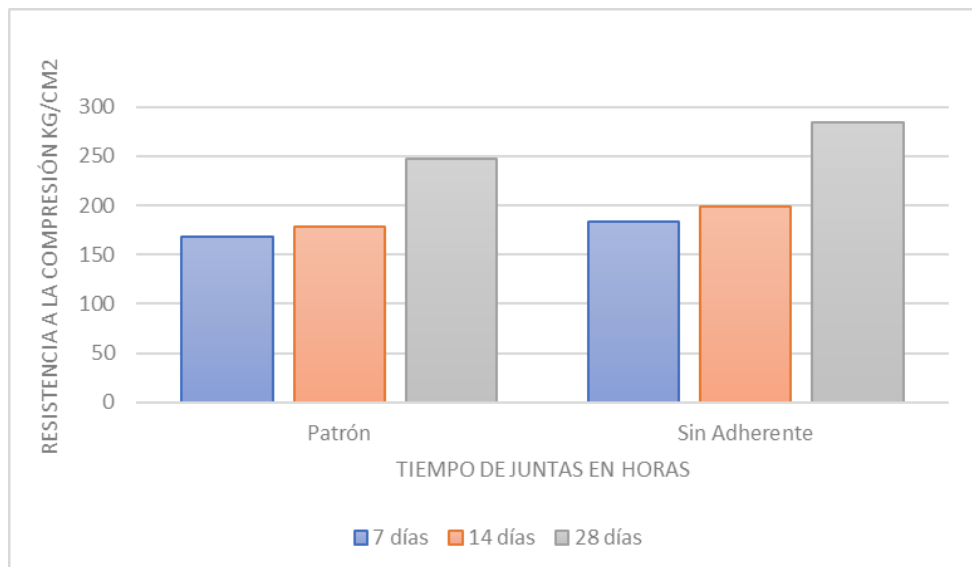
Fuente. Elaboración propia

**Tabla 69: Variación de la resistencia de probetas sin puente adherente en comparación con el patrón en juntas de 8 horas con ángulo de 0°**

Días	8 horas		
	Patrón	Sin Adherente	Variación
7	168.47	183.72	9.05%
14	178.59	199.45	11.68%
28	246.78	283.91	15.04%

Fuente. Elaboración propia

**Figura 34: Variación de la resistencia de probetas sin puente adherente en comparación con el patrón en juntas de 8 horas con ángulo de 0°**



Fuente. Elaboración propia

De la Tabla 67, Tabla 68, Tabla 69, se tiene el promedio de las variaciones de la resistencia promedio a compresión del concreto sin puente adherente a 4, 6 y 8 horas en la junta de 0° en comparación con el concreto patrón, para las edades de 7, 14 y 28 días:

**Tabla 70: Variaciones promedio de la resistencia de probetas sin adherente en junta de 0°**

Días	4 horas	6 horas	8 horas	Promedio
7	-14.50%	7.45%	9.05%	0.66%
14	22.27%	30.66%	11.68%	21.54%
28	7.64%	19.00%	15.04%	13.89%

Fuente. Elaboración propia

#### 4.2.7. Resumen de las variaciones de las resistencias

**Tabla 71: Resumen de promedios de variaciones según puente adherente, ángulo y días de curado**

Días/ Junta	EPÓXICO		LECHADA		SIN ADHERENTE	
	45°	0°	45°	0°	45°	0°
7	-7.84%	1.79%	9.73%	1.59%	-0.84%	0.66%
14	-1.54%	19.02%	-2.51%	17.07%	2.15%	21.54%
28	5.91%	12.80%	3.39%	10.45%	-6.55%	13.89%
<b>Promedio</b>	-1.16%	11.20%	3.54%	9.70%	-1.75%	12.03%

Fuente. Elaboración propia

**Tabla 72: Promedio final de las variaciones según puente adherente y días de curado**

Días/ Junta	EPÓXICO	LECHADA	SIN ADHERENTE	Promedio
7	-3.03%	5.66%	-0.09%	0.85%
14	8.74%	7.28%	11.85%	9.29%
28	9.36%	6.92%	3.67%	6.65%
<b>Promedio</b>	5.02%	6.62%	5.14%	5.60%

Fuente. Elaboración propia

### 4.3. CORROBORACIÓN DE HIPÓTESIS

#### 4.3.1. Hipótesis General

- Se tuvo como hipótesis que el uso del epóxico adherente Sikadur 32 genera un crecimiento de 10%, mientras que el uso del puente adherente “Lechada” genera un decrecimiento de 10%, en la resistencia a compresión axial con respecto al concreto patrón, para las condiciones de juntas de construcción usuales con los ángulos de

inclinación de 45° y 0°, con tiempos de formación (en dos tiempos) de 4, 6, y 8 horas, para el caso de resistencia de diseño  $f^c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, con edades de 7, 14 y 28 días, sin embargo, estos datos **no corresponden a los resultados** apreciados en esta investigación puesto que **epóxico adherente Sikadur 32 generó un crecimiento de 5.02 %**, mientras que, el uso del el uso del **punto adherente “Lechada” genera un crecimiento de 6.62%** en la resistencia a compresión axial con respecto al concreto patrón.

#### **4.3.2. Hipótesis Específico:**

- Se tuvo como hipótesis que el uso del epóxico adherente Sikadur 32, en juntas de construcción, con ángulo de 45°, con tiempos de vaciado de 4, 6, y 8 horas, con edades de 7, 14 y 28 días, genera un **decremento del 10%** en su resistencia a compresión con respecto al concreto patrón, sin embargo, estos datos **no corresponden a los resultados** apreciados en esta investigación puesto que **epóxico adherente Sikadur 32 generó un decremento de 1.16%** en la resistencia a compresión axial con respecto al concreto patrón.
- Se tuvo como hipótesis que el uso del epóxico adherente Sikadur 32, en juntas de construcción, con ángulo de 0°, con tiempos de vaciado de 4, 6, y 8 horas, con edades de 7, 14 y 28 días, genera un **decremento del 5%** en su resistencia a compresión con respecto al concreto patrón, sin embargo, estos datos **no corresponden a los resultados** apreciados en esta investigación puesto que **epóxico adherente Sikadur 32 generó un decremento de 11.20%** en la resistencia a compresión axial con respecto al concreto patrón.
- Se tuvo como hipótesis que el uso del punto adherente “Lechada”, en juntas de construcción, con ángulo de 45°, con tiempos de vaciado de 4, 6, y 8 horas, con edades de 7, 14 y 28 días, genera un **decremento del 15%** en su resistencia a

compresión con respecto al concreto patrón, sin embargo, estos datos **no corresponden a los resultados** apreciados en esta investigación puesto que **punte adherente “Lechada” generó un decrecimiento de 3.54%** en la resistencia a compresión axial con respecto al concreto patrón.

- Se tuvo como hipótesis que el uso del puente adherente “Lechada”, en juntas de construcción, con ángulo de  $0^\circ$ , con tiempos de vaciado de 4, 6, y 8 horas, con edades de 7, 14 y 28 días, genera un **decrecimiento del 10%** en su resistencia a compresión con respecto al concreto patrón, sin embargo, estos datos **no corresponden a los resultados** apreciados en esta investigación puesto que **punte adherente “Lechada” generó un aumento de 9.70%** en la resistencia a compresión axial con respecto al concreto patrón.
- Se tuvo como hipótesis que el no usar ningún puente adherente, en juntas de construcción, con ángulo de  $45^\circ$ , con tiempos de vaciado de 4, 6, y 8 horas, con edades de 7, 14 y 28 días, genera un **decrecimiento del 20%** en su resistencia a compresión con respecto al concreto patrón, sin embargo, estos datos **no corresponden a los resultados** apreciados en esta investigación puesto que **el no usar ningún puente adherente generó un decrecimiento de 1.75%** en la resistencia a compresión axial con respecto al concreto patrón.
- Se tuvo como hipótesis que el no usar ningún puente adherente, en juntas de construcción, con ángulo de  $0^\circ$ , con tiempos de vaciado de 4, 6, y 8 horas, con edades de 7, 14 y 28 días, genera un **decrecimiento del 15%** en su resistencia a compresión con respecto al concreto patrón, sin embargo, estos datos **no corresponden a los resultados** apreciados en esta investigación puesto que **el no usar ningún puente adherente generó un aumento de 12.03%** en la resistencia a compresión axial con respecto al concreto patrón.

## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 CONCLUSIONES

Al final de la presente investigación se llegaron a las siguientes conclusiones:

- Se determinó que la variación de la resistencia a la compresión del concreto utilizando el epóxico adherente **Sikadur 32 es de un aumento de 5.02%**, mientras que usando la **lechada de cemento Portland tipo I se tuvo un aumento de 6.62%**, y **sin usar puente adherente tuvo un aumento de 5.14%**, en la resistencia a compresión del concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con respecto al concreto patrón, en juntas de construcción usuales con un ángulo de inclinación de 45° y 0°, con tiempos de formación de 4, 6, y 8 horas, considerando para los casos de la resistencia de diseño del concreto con edades: 7, 14 y 28 días, usando agregados de la cantera Aguilar del río Chonta.
- Se determinó que la variación de la resistencia promedio a la compresión axial de las probetas de concreto del grupo B1, las mismas que han sido construidas con juntas de construcción usuales utilizando un puente adherente epóxico Sikadur 32, teniendo un ángulo de inclinación de 45°, con tiempos de formación de 4, 6, y 8 horas en las edades de 7, 14 y 28 días, en comparación con el concreto patrón es de **un decrecimiento de 1.16%**.
- Se determinó que la variación de la resistencia promedio a la compresión axial de las probetas de concreto del grupo B2, las mismas que han sido construidas con juntas de construcción usuales utilizando un puente adherente epóxico Sikadur 32, teniendo un ángulo de inclinación de 0°, con tiempos de formación de 4, 6, y 8 horas en las edades de 7, 14 y 28 días, en comparación con el concreto patrón es de **un aumento de 11.20%**.

- Se determinó que la variación de la resistencia promedio a la compresión axial de las probetas de concreto del grupo C1, las mismas que han sido construidas con juntas de construcción usuales utilizando un puente adherente que es la lechada de cemento Portland tipo I, teniendo un ángulo de inclinación de  $45^\circ$ , con tiempos de formación de 4, 6, y 8 horas en las edades de 7, 14 y 28 días, en comparación con el concreto patrón es de **un aumento de 3.54%**.
- Se determinó que la variación de la resistencia promedio a la compresión axial de las probetas de concreto del grupo C2, las mismas que han sido construidas con juntas de construcción usuales utilizando un puente adherente que es la lechada de cemento Portland tipo I, teniendo un ángulo de inclinación de  $0^\circ$ , con tiempos de formación de 4, 6, y 8 horas en las edades de 7, 14 y 28 días, en comparación con el concreto patrón es de **un aumento de 9.70%**.
- Se determinó que la variación de la resistencia promedio a la compresión axial de las probetas de concreto del grupo D1, las mismas que han sido construidas con juntas de construcción usuales en donde no se utilizó ningún tipo puente adherente, teniendo un ángulo de inclinación de  $45^\circ$ , con tiempos de formación de 4, 6, y 8 horas en las edades de 7, 14 y 28 días, en comparación con el concreto patrón es de **un decrecimiento de 1.75%**.
- Se determinó que la variación de la resistencia promedio a la compresión axial de las probetas de concreto del grupo D2, las mismas que han sido construidas con juntas de construcción usuales en donde no se utilizó ningún tipo puente adherente, teniendo un ángulo de inclinación de  $0^\circ$ , con tiempos de formación de 4, 6, y 8 horas en las edades de 7, 14 y 28 días, en comparación con el concreto patrón es de **un aumento de 12.03%**.



- Finalmente se concluye que, para poder usar los diferentes tipos de puentes adherentes, tenemos que tener en cuenta, las horas de formación de la junta y al ángulo de inclinación de esta ya sea de  $45^\circ$  o  $0^\circ$ .

## 5.2 RECOMENDACIONES

Al finalizar la presente investigación, se llegaron a las siguientes recomendaciones que se detallan a continuación:

- Realizar investigaciones sobre la adherencia entre estos dos tipos de concreto formado en dos tiempos de vaciado es crucial por varias razones. Primero, porque la adherencia es un factor que asegura la integridad estructural, durabilidad y calidad de una edificación. Por otro lado, esta variable influye en los procesos constructivos, que son determinantes en los costos de mantenimiento y reparación. Y, por último, al realizar estos análisis se podrá ver cómo mejorar la eficiencia del trabajo, proponer nuevas técnicas y materiales que mejoren la adherencia entre capas de concreto.
- Realizar investigaciones sobre la resistencia en tracción y flexión de las probetas de concreto vaciadas en dos tiempos es de suma importancia, puesto que esto asegura que las estructuras de concreto puedan resistir cargas y fuerzas aplicadas sin fallos, garantizando al mismo tiempo la calidad esperada del concreto utilizado.
- Investigar las variaciones del ángulo y la posición de la junta en las probetas de concreto es importante puesto que se necesita identificar los puntos críticos en una estructura debido a estos criterios en las juntas. Por otro lado, esto ayudará a entender su comportamiento bajo diversas fuerzas y tensiones, así como observar cómo estas variaciones se manifiestan en condiciones reales de obra.
- Hacer estudios similares a esta investigación, pero utilizando otros tipos de materiales como agregado, cemento y epóxico, es fundamental. Dado que existen

diversas variedades de agregados según las regiones, tipos de cemento según las necesidades específicas y epóxicos disponibles en el mercado, investigar con estos materiales permite descubrir combinaciones que pueden mejorar las propiedades del concreto, tales como su resistencia, durabilidad y manejabilidad. Esto facilita la adaptación del concreto a diferentes condiciones y aplicaciones estructurales, permitiendo así identificar la mejor alternativa según los requisitos específicos del proyecto.

- Realizar este estudio en diferentes partes del Perú es indispensable debido a las significativas variaciones en condiciones ambientales a lo largo del país. Estos factores ambientales tienen un impacto directo en el proceso de curado del concreto, en su resistencia y durabilidad a largo plazo. Las diferencias climáticas y geográficas, que abarcan variaciones en temperatura, humedad, altitud y otros elementos ambientales, son determinantes para entender y evaluar cómo influyen estos factores en los resultados del estudio.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADI. (2023). ADI Perú: ocho de cada 10 casas son autoconstruidas y altamente vulnerables. [adiperu.pe. https://adiperu.pe/noticias/adi-peru-ocho-de-cada-10-casas-son-autoconstruidas-y-altamente-vulnerables/](https://adiperu.pe/noticias/adi-peru-ocho-de-cada-10-casas-son-autoconstruidas-y-altamente-vulnerables/)
- Cahumaca, G. (Ed.). (2014). Construcción Integral (Vol. 6, Número 17). Aceros Arequipa.
- Casal, O. P. (2018). ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE ELEMENTOS DE HORMIGÓN REPARADOS CON MORTEROS DE REPARACIÓN. Universidad politécnica de Madrid.
- Kittl, P., & Goldschmidt, A. (2017). SOBRE LA CONSTITUCIÓN QUÍMICA DEL AGUA DE AMASADO Y LAS TEORÍAS DE LA HIDRATACIÓN DEL CEMENTO. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN, 27(168), 21–25. <https://doi.org/10.3989/mc.1977.v27.i168.1160>
- Patiño-Murillo, J. A., Castro-Maldonado, J. J., Gutiérrez-Sandoval, Y. C., Leal-Santafé, J. I., & Hurtado-Figueroa, O. (2019). ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE MUESTRAS DE MORTERO NATURAL SOMETIDAS A ESFUERZO DE COMPRESIÓN. Lámpsakos (revista Descontinuada), 1(20), 22–28. <https://doi.org/10.21501/21454086.273>
- Rodríguez, L. S. O., & Vásquez, Y. S. Q. (2020). ANÁLISIS COMPARATIVO DEL USO DE MORTERO TRADICIONAL Y MORTERO PREDOSIFICADO PARA LA REPARACIÓN DE PATOLOGÍAS ESTRUCTURALES EN LA CIUDAD DE TRUJILLO 2020. Universidad Privada del Norte.
- Souza, M. H., & de Souza, R. A. (2019). ANÁLISIS DE MORTEROS DE REPARACIÓN COMPUESTOS POR COPOLÍMEROS DE VINILO, PVA Y SBR. Revista ALCONPAT, 9(3), 277 - 287. <https://doi.org/10.21041/ra.v9i3.330>

López, E. R. (2010). CONCRETO, TOMO II: DISEÑO DE MEZCLAS. Instituto de la Construcción y Gerencia, Lima – Perú.

**NORMAS:**

ASTM C117. Método de ensayo normalizado para determinar la cantidad de material más fino que el tamiz de 75  $\mu$  m (N° 200) de los áridos minerales por el método de lavado.

ASTM C566-97. Método de Ensayo Normalizado para Determinar el Contenido de Humedad Total Evaporable de los Áridos por Secado.

ASTM C127. Método estándar para determinar la densidad, densidad relativa (gravedad específica) y absorción de agregado grueso.

ASTM C128. Método de prueba estándar para Densidad, Densidad Relativa (Gravedad Específica), y Absorción del agregado fino.

ASTM C136. Método de ensayo normalizado para determinar el análisis granulométrico de los áridos finos y gruesos

ASTM C29. Método de Ensayo Normalizado para determinar la densidad aparente ("peso unitario") e Índice de Huecos en los Áridos

ASTM C33. Especificación estándar para agregados para concreto.

ASTM C39. Método de Ensayo Normalizado para Resistencia a la Compresión de Especímenes Cilíndricos de Concreto

ASTM C31. Práctica Normalizada para Preparación y Curado de Especímenes de Ensayo de Concreto en la Obra.

ACI 318-19. (2019). Requisitos de reglamento para concreto estructural.

Norma europea EN 1504. (2011). Guía simplificada ilustrada para todos los profesionales del sector de la reparación del hormigón.

Norma Técnica Peruana (2019). Ensayo de asentamiento del concreto.

Reglamento Nacional de Edificaciones Norma E0.60 (2009). Concreto armado.

## APÉNDICE

### APÉNDICE A

#### 1.1 DISEÑO DE MEZCLA

Los siguientes datos se han tenido mediante los ensayos de laboratorio que sirven para obtener información válida y confiable.

##### 1.1.1 Propiedades de los agregados

1.1.1.1 Agregado fino. Se realizaron siguientes ensayos:

**Tabla 73: Contenido de humedad de agregado fino.**

Fecha	19/02/24		
Muestra	M1	M2	M3
Peso de tara (gr)	590	591	589
Muestra húmeda en tara (gr)	3979	3626	3842
Muestra seca en tara (gr)	3794	3438	3671
Muestra húmeda (gr)	3389	3035	3253
Muestra seca (gr)	3204	2847	3082
Peso del agua (gr)	185	188	171
Contenido de humedad (%)	5.77	6.60	5.55
Contenido de humedad promedio (%)	5.98		

*Fuente. Elaboración propia.*

**Tabla 74: Ensayos de Peso Específico:**

Fecha	9/02/2024		
Muestra	M1	M2	M3
Peso seco (gr)	66	73	68
Volumen inicial probeta (cm3)	667	674	668
Volumen final probeta (cm3)	708	718	711
Peso específico (gr/cm3)	2.64	2.52	2.72
Peso específico promedio (gr/cm3)	2.63		
Peso específico promedio (kg/m3)	2625.75		

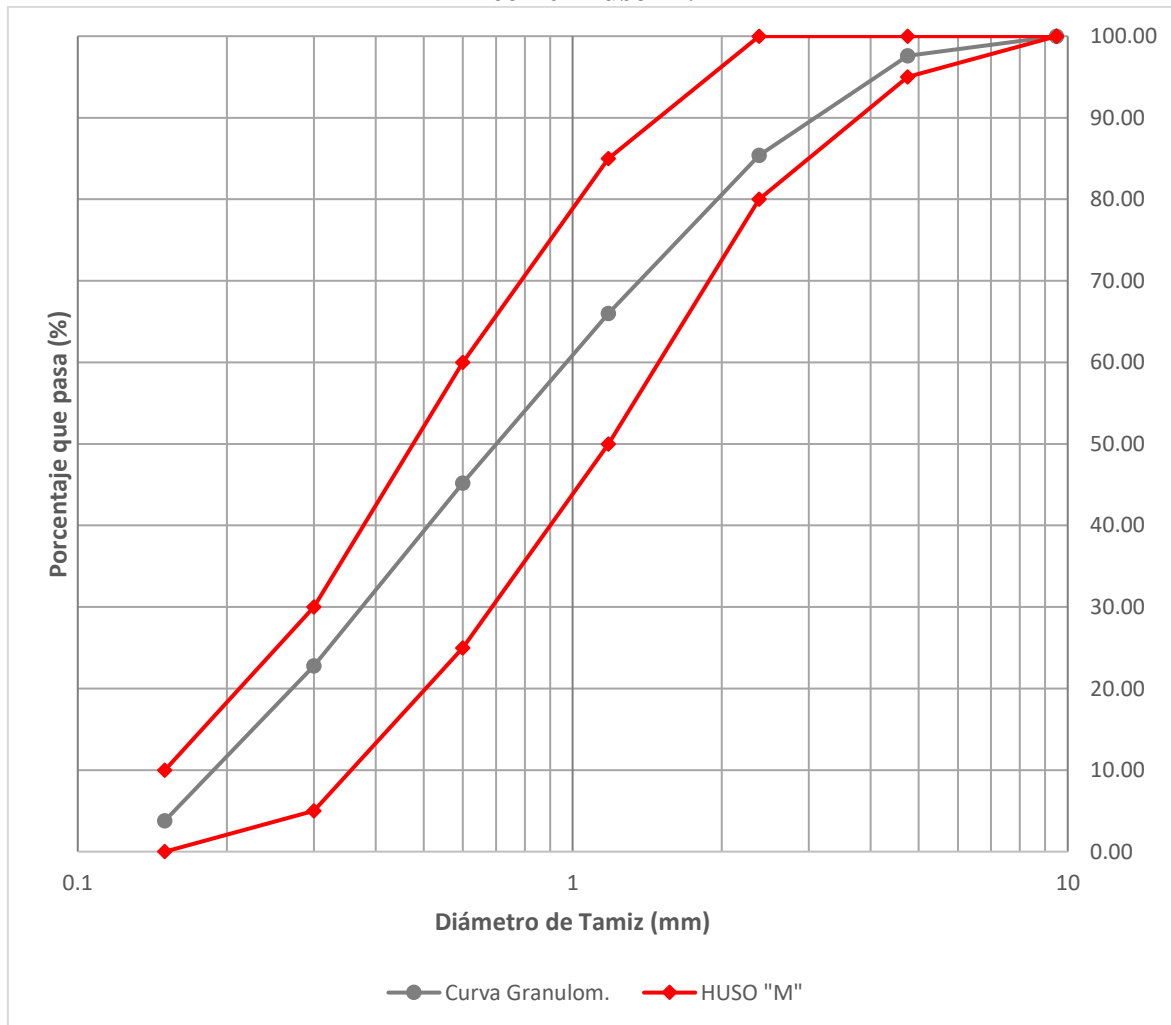
*Fuente. Elaboración propia.*

**Tabla 75: Ensayo de análisis granulométrico de la muestra 1.**

Fecha		9/02/2024			
Tamaño de muestra (gr)		500			
Malla	Malla (mm)	PRP	%RP	%RA	%Pasa
3/8"	9.50	0	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.75	12	2.40	2.40	97.60
N° 8	2.38	61	12.20	14.60	85.40
N° 16	1.18	97	19.40	34.00	66.00
N° 30	0.60	104	20.80	54.80	45.20
N° 50	0.30	112	22.40	77.20	22.80
N° 100	0.15	95	19.00	96.20	3.80
< 200		19	3.80	100.00	0.00
<b>TOTAL</b>		<b>500</b>			
<b>MÓDULO DE FINEZA</b>					<b>2.792</b>

*Fuente. Elaboración propia.*

**Figura 35: Curva de distribución granulométrico, para muestra 1 comparado con el Huso M.**



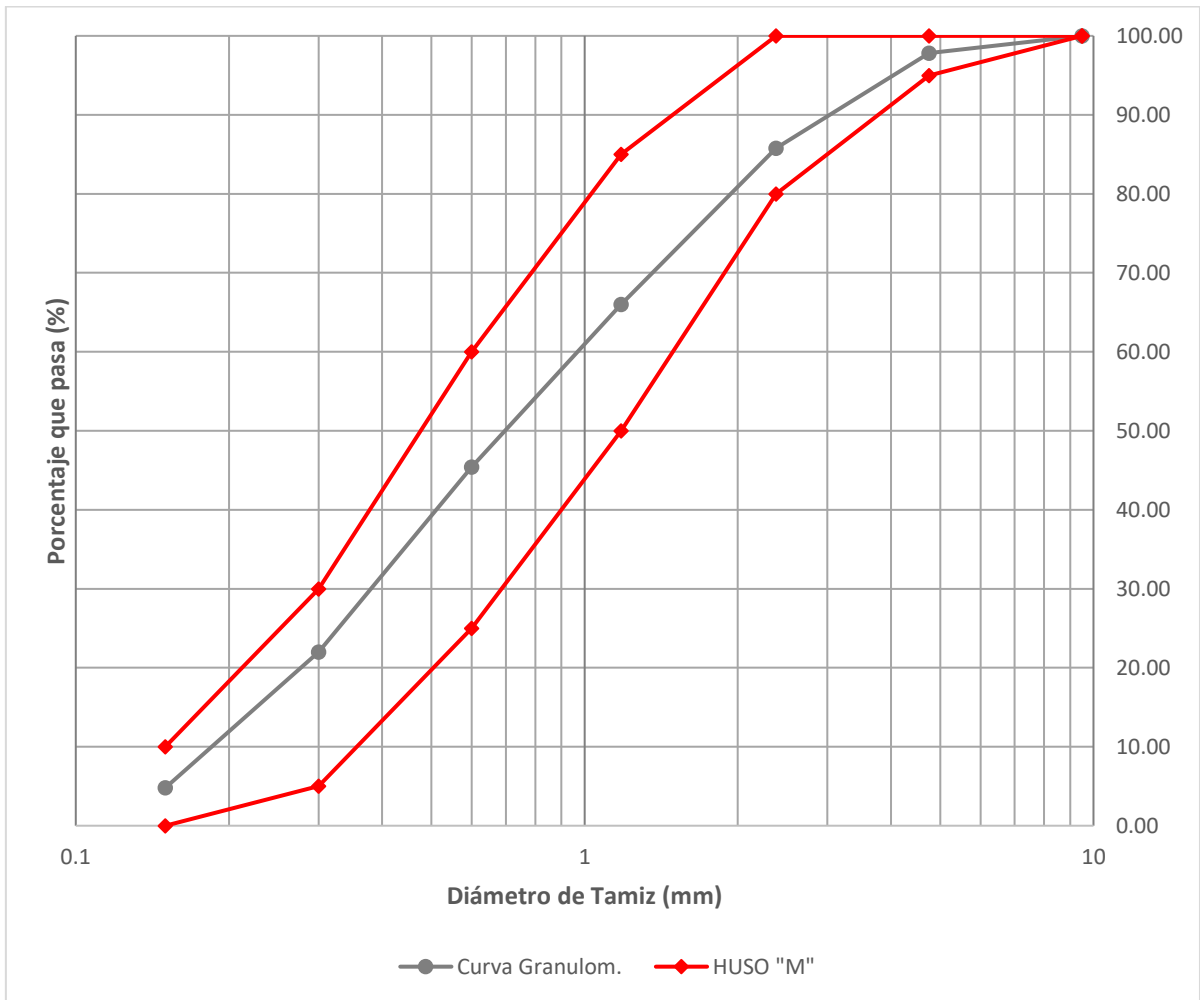
*Fuente. Elaboración propia.*

**Tabla 76: Ensayo de análisis granulométrico de la muestra 2.**

Fecha	9/02/2024				
Tamaño de muestra (gr)	500				
Malla	Malla (mm)	PRP	%RP	%RA	%Pasa
3/8"	9.50	0	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.75	11	2.20	2.20	97.80
N° 8	2.38	60	12.00	14.20	85.80
N° 16	1.18	99	19.80	34.00	66.00
N° 30	0.60	103	20.60	54.60	45.40
N° 50	0.30	117	23.40	78.00	22.00
N° 100	0.15	86	17.20	95.20	4.80
< 200		24	4.80	100.00	0.00
<b>TOTAL</b>		<b>500</b>			
<b>MÓDULO DE FINEZA</b>					<b>2.782</b>

*Fuente. Elaboración propia.*

**Figura 36: Curva de distribución granulométrico, para muestra 2 comparado con el Huso M.**



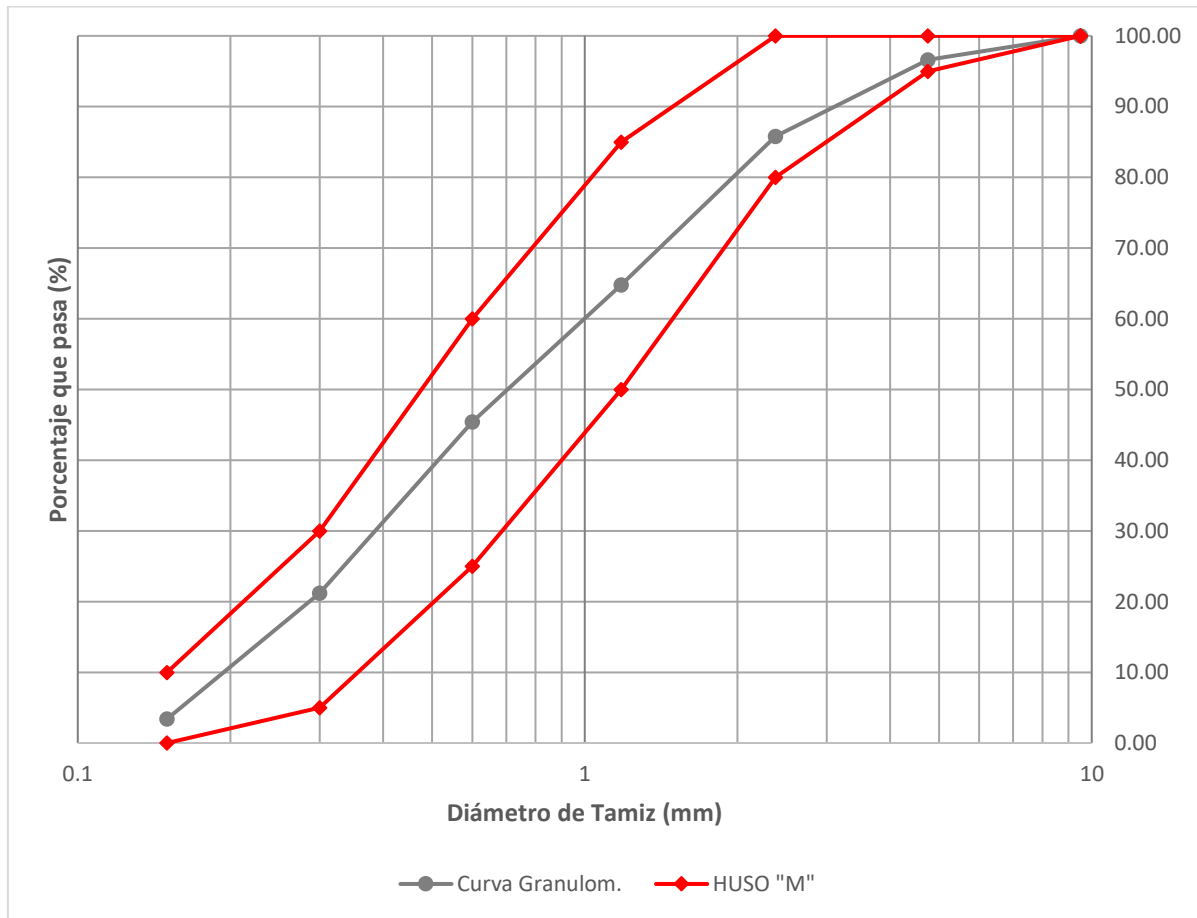
*Fuente. Elaboración propia.*

**Tabla 77: Ensayo de análisis granulométrico de la muestra 3.**

Fecha	9/02/2024				
Tamaño de muestra (gr)	500				
Malla	Malla (mm)	PRP	%RP	%RA	%Pasa
3/8"	9.50	0	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.75	17	3.40	3.40	96.60
N° 8	2.38	54	10.80	14.20	85.80
N° 16	1.18	105	21.00	35.20	64.80
N° 30	0.60	97	19.40	54.60	45.40
N° 50	0.30	121	24.20	78.80	21.20
N° 100	0.15	89	17.80	96.60	3.40
< 200		17	3.40	100.00	0.00
<b>TOTAL</b>		<b>500</b>			
<b>MÓDULO DE FINEZA</b>					<b>2.828</b>

*Fuente. Elaboración propia.*

**Figura 37: Curva de distribución granulométrico, para muestra 3 comparado con el Huso M.**



**MÓDULO DE FINEZA PROMEDIO**

**2.801**

*Fuente. Elaboración propia.*



**Tabla 78: Peso volumétrico suelto.**

Fecha	12/02/2024		
Muestra	M1	M2	M3
Molde cilíndrico (kg)	3.876	3.876	3.876
Muestra inalterada + molde cilíndrico (kg)	8.675	8.677	8.624
Muestra inalterada (kg)	4.799	4.801	4.748
Volumen del cilindro (m3)	0.003055	0.003055	0.003055
Peso volumétrico (kg/m3)	1570.92	1571.57	1554.22
Peso volumétrico promedio (kg/m3)	<b>1565.57</b>		

*Fuente. Elaboración propia.*

**Tabla 79: Peso volumétrico compactado.**

Fecha	12/02/2024		
Muestra	M1	M2	M3
Molde cilíndrico (kg)	3.876	3.876	3.876
Muestra inalterada + molde cilíndrico (kg)	9.267	9.310	9.345
Muestra inalterada (kg)	5.391	5.434	5.469
Volumen del cilindro (m3)	0.003055	0.003055	0.003055
Peso volumétrico (kg/m3)	1764.70	1778.78	1790.24
Peso volumétrico promedio (kg/m3)	<b>1777.91</b>		

*Fuente. Elaboración propia.*

**Tabla 80: Porcentaje de absorción**

Fecha	13/02/2024		
Muestra	M1	M2	M3
Peso de la muestra SSS (gr)	500	500	500
Peso de la muestra secada al horno (gr)	493.7	494.3	494.1
Porcentaje de absorción (%)	1.280	1.150	1.190
Porcentaje de absorción promedio (%)	<b>1.207</b>		

*Fuente. Elaboración propia.*

1.1.1.2 Agregado grueso. Se realizaron siguientes ensayos:

**Tabla 81: Contenido de humedad de agregado grueso.**

Fecha	19/02/24		
Muestra	M1	M2	M3
Peso de tara (gr)	1274	1338	1328
Muestra húmeda en tara (gr)	4429	4804	4874
Muestra seca en tara (gr)	4362	4725	4804
Muestra húmeda (gr)	3155	3466	3546
Muestra seca (gr)	3088	3387	3476
Peso del agua (gr)	67	79	70
Contenido de humedad (%)	2.17	2.33	2.01
<b>Contenido de humedad promedio (%)</b>	<b>2.17</b>		

*Fuente. Elaboración propia.*

**Tabla 82: Peso Específico.**

Fecha	9/02/2024		
Muestra	M1	M2	M3
Peso seco (gr)	416	409	422
Volumen inicial probeta (cm <sup>3</sup> )	600	600	600
Volumen final probeta (cm <sup>3</sup> )	765	767	761
Peso específico (gr/cm <sup>3</sup> )	2.52	2.45	2.62
<b>Peso específico promedio (gr/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>2.53</b>		
<b>Peso específico promedio (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>2530.48</b>		

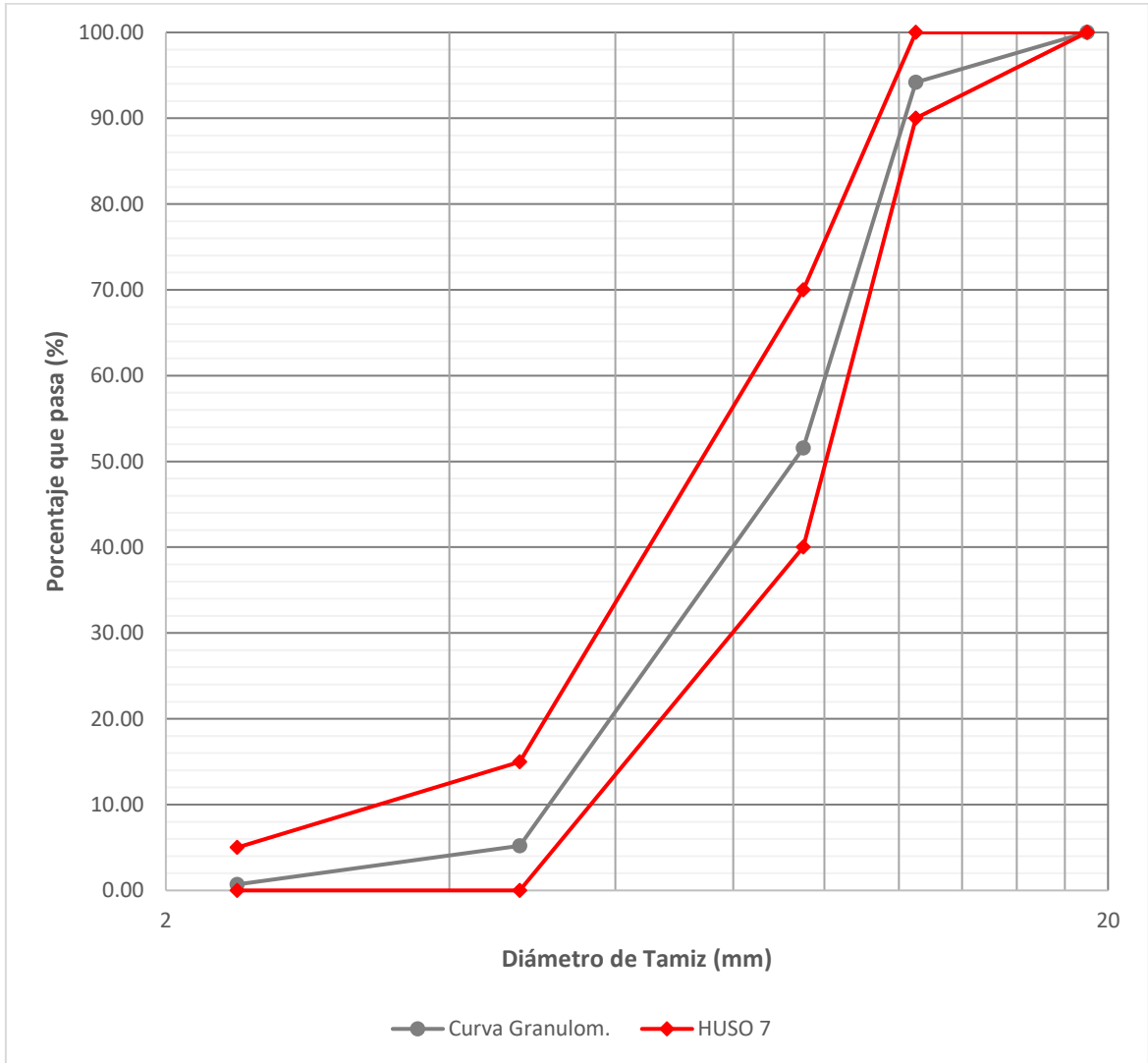
*Fuente. Elaboración propia.*

**Tabla 83: Ensayo de análisis granulométrico para muestra 1.**

Fecha	9/02/2024					
HUSO	7					
Tamaño de muestra (gr)	2000					
Malla	Malla (mm)	PRP	%RP	%RA	%Pasa	
3/4"	19	0	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.5	116	5.80	5.80	94.20	
3/8"	9.5	853	42.65	48.45	51.55	
N° 4	4.75	927	46.35	94.80	5.20	
N° 8	2.38	90	4.50	99.30	0.70	
<b>TOTAL</b>		<b>1986</b>				

*Fuente. Elaboración propia.*

**Figura 38: Curva de distribución granulométrico, para muestra 1 comparado con el Huso 7.**



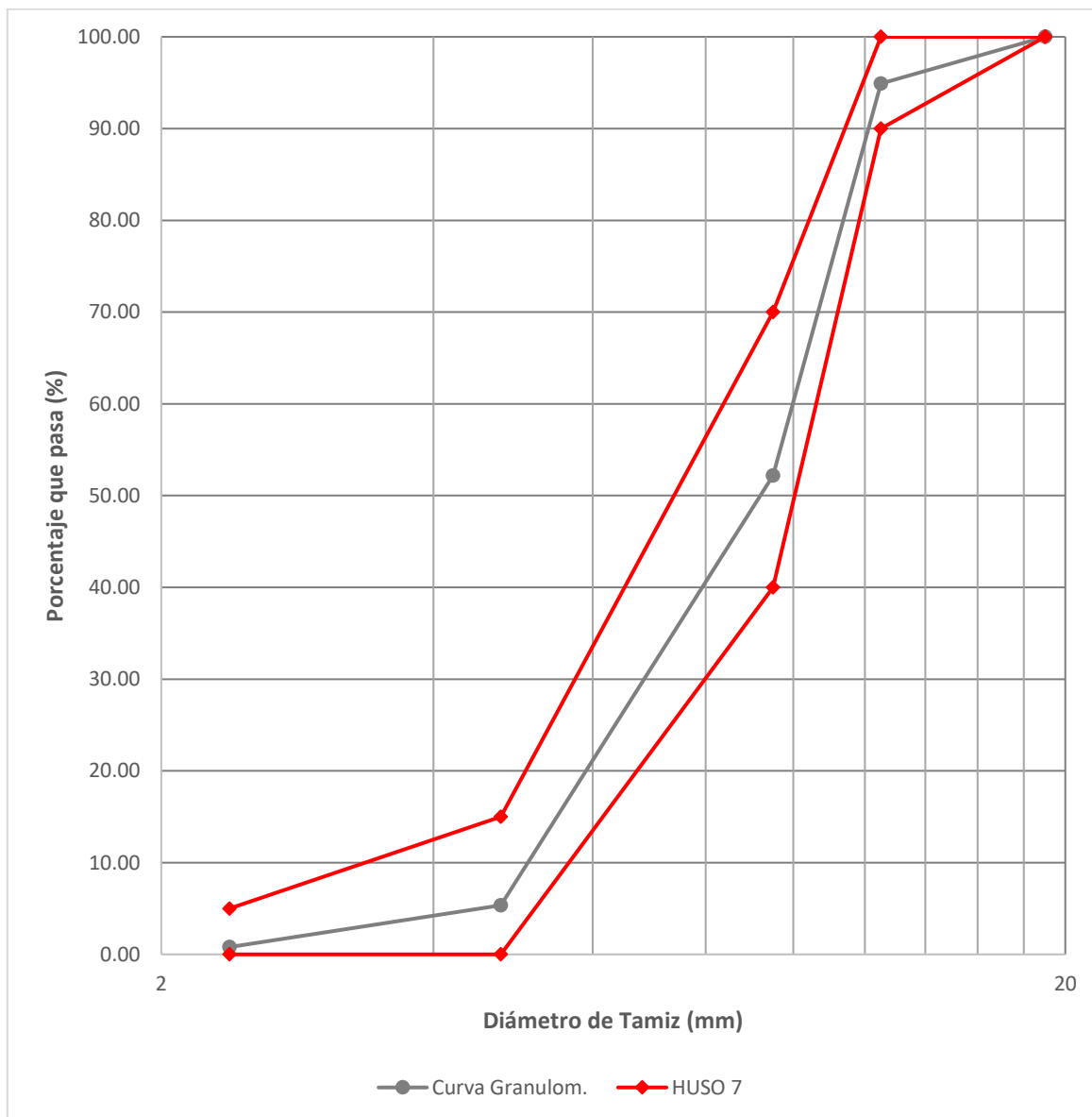
Fuente. Elaboración propia.

**Tabla 84: Ensayo de análisis granulométrico para muestra 2.**

<b>Fecha</b>		<b>9/02/2024</b>				
<b>HUSO</b>		<b>7</b>				
<b>Tamaño de muestra (gr)</b>		<b>2000</b>				
<b>Malla</b>	<b>Malla en mm</b>	<b>PRP</b>	<b>%RP</b>	<b>%RA</b>	<b>%Pasa</b>	
<b>3/4"</b>	19	0	0.00	0.00	100.00	
<b>1/2"</b>	12.5	102	5.10	5.10	94.90	
<b>3/8"</b>	9.5	854	42.70	47.80	52.20	
<b>N° 4</b>	4.75	937	46.85	94.65	5.35	
<b>N° 8</b>	2.38	91	4.55	99.20	0.80	
<b>TOTAL</b>		<b>1984</b>				

Fuente. Elaboración propia.

**Figura 39: Curva de distribución granulométrica, para muestra 2 comparado con el Huso 7.**



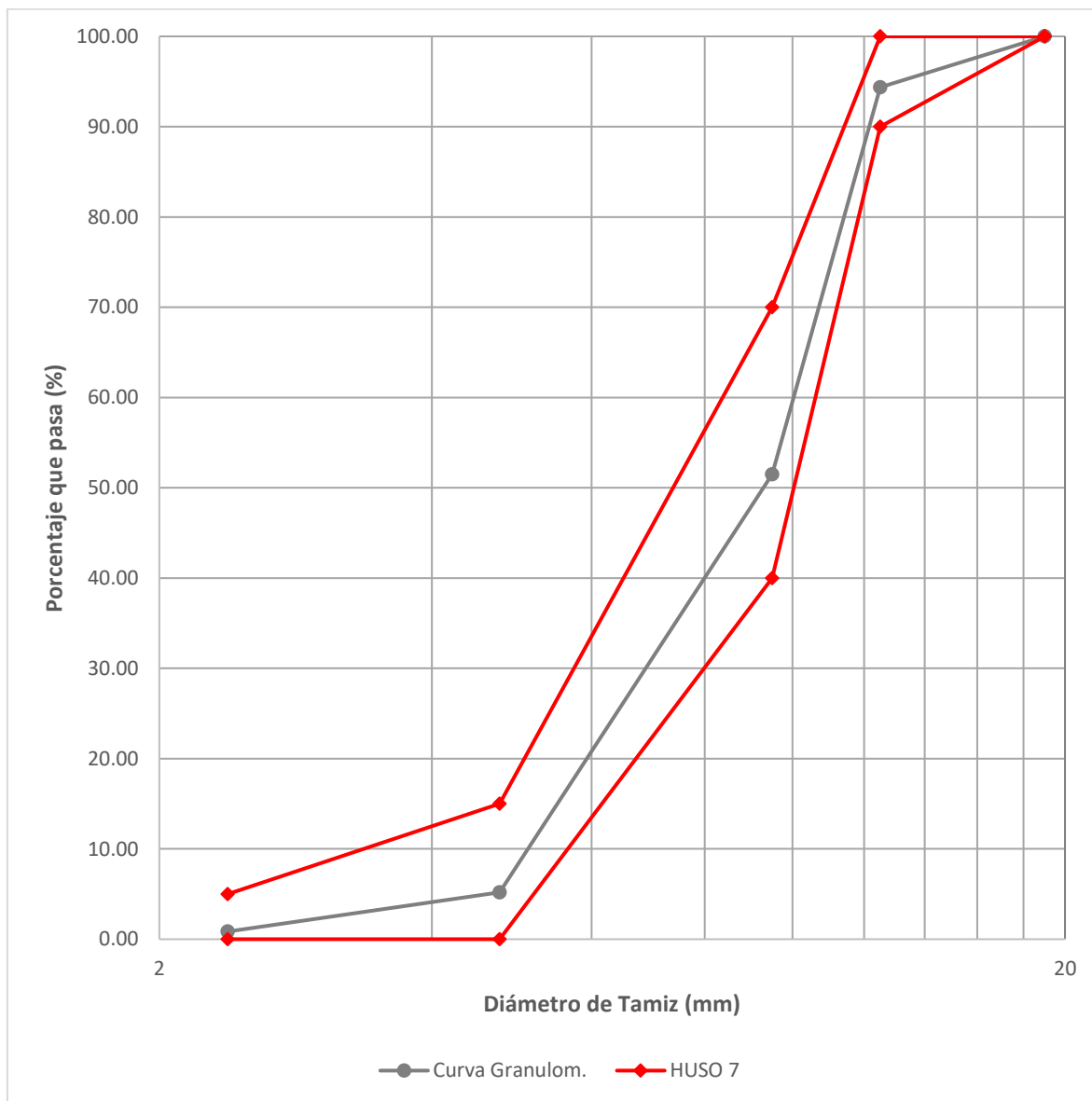
Fuente. Elaboración propia.

**Tabla 85: Ensayo de análisis granulométrico para muestra 3.**

<b>Fecha</b>		<b>9/02/2024</b>				
<b>HUSO</b>		<b>7</b>				
<b>Tamaño de muestra (gr)</b>		<b>2000</b>				
<b>Malla</b>	<b>Malla en mm</b>	<b>PRP</b>	<b>%RP</b>	<b>%RA</b>	<b>%Pasa</b>	
3/4"	19	0	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.5	113	5.65	5.65	94.35	
3/8"	9.5	857	42.85	48.50	51.50	
N° 4	4.75	926	46.30	94.80	5.20	
N° 8	2.38	87	4.35	99.15	0.85	
<b>TOTAL</b>		<b>1984</b>				

Fuente. Elaboración propia.

**Figura 40: Curva de distribución granulométrica, para muestra 3 comparado con el Huso 7.**



Fuente. Elaboración propia.

**Tabla 86: Peso volumétrico suelto.**

Fecha	12/02/2024		
Muestra	M1	M2	M3
Molde cilíndrico (kg)	4.200	4.200	4.200
Muestra inalterada + molde cilíndrico (kg)	17.846	18.366	18.377
Muestra inalterada (kg)	13.646	14.166	14.177
Volumen del cilindro (m3)	0.009463	0.009463	0.009463
Peso volumétrico (kg/m3)	1442.11	1497.07	1498.23
<b>Peso volumétrico promedio (kg/m3)</b>	<b>1479.13</b>		

Fuente. Elaboración propia.

**Tabla 87: Peso volumétrico compactado.**

<b>Fecha</b>	<b>12/02/2024</b>		
<b>Muestra</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>
<b>Molde cilíndrico (kg)</b>	4.200	4.200	4.200
<b>Muestra inalterada + molde cilíndrico (kg)</b>	19.881	20.124	20.226
<b>Muestra inalterada (kg)</b>	15.681	15.924	16.026
<b>Volumen del cilindro (m3)</b>	0.009463	0.009463	0.009463
<b>Peso volumétrico (kg/m3)</b>	1657.17	1682.85	1693.63
<b>Peso volumétrico promedio (kg/m3)</b>	<b>1677.88</b>		

*Fuente. Elaboración propia.*

**Tabla 88: Porcentaje de absorción.**

<b>Fecha</b>	<b>13/02/2024</b>		
<b>Muestra</b>	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>
<b>Peso de la muestra SSS (gr)</b>	3000	3000	3000
<b>Peso de la muestra secada al horno (gr)</b>	2967	2965	2966
<b>Porcentaje de absorción (%)</b>	1.110	1.180	1.150
<b>Porcentaje de absorción promedio (%)</b>	<b>1.147</b>		

*Fuente. Elaboración propia.*

### 1.1.2 Diseño de mezcla

Se tiene que tener en cuenta los datos obtenidos en el ítem anterior para poder realizar el diseño del concreto para  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, siendo el día 20 de febrero:

#### 1.1.2.1 Datos:

##### ➤ Agregado Fino

Contenido de humedad	5.98 %
Módulo de fineza	2.801
Peso volumétrico compactado	1777.91 kg/m <sup>3</sup>
Peso volumétrico suelto	1565.57 kg/m <sup>3</sup>
Peso específico	2625.75 kg/m <sup>3</sup>
Porcentaje de absorción	1.207 %

##### ➤ Agregado Grueso

Contenido de humedad	2.17 %
Tamaño máximo nominal	1/2"

Peso volumétrico compactado	1677.88 kg/m <sup>3</sup>
Peso volumétrico suelto	1479.13 kg/m <sup>3</sup>
Peso específico	2530.48 kg/m <sup>3</sup>
Porcentaje de absorción	1.147 %

➤ **Cemento**

Tipo	Portland Tipo I – Pacasmayo
Peso específico	3.14 gr/cm <sup>3</sup>

**1.1.2.2 Diseño:**

- **Resistencia a compresión promedio ( $f'_{cr}$ ):** En cuanto al nivel de control de obra, se usa el valor de condiciones excelentes gracias a la calidad de los materiales de ejecución de la obra. El  $f'_{cr}$  se determina con la siguiente tabla:

**Tabla 89: Factor  $f'_{cr}$  según el nivel de obra.**

Nivel de control de obra	Factor para $f'_{cr}$		
<b>Excelente</b>	<b>1.15</b>		
<b>Buena</b>	1.20	a	1.25
<b>Regular o mala</b>	1.35	a	1.50

*Fuente. Norma ACI 211*

Calculamos:

$$f'_{cr} = 1.15 * 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$f'_{cr} = \mathbf{241.50 \text{ kg/cm}^2}$$

- **Asentamiento:** En cuanto al asentamiento que se usa, está determinado según el tipo de consistencia del concreto. El asentamiento se determina con la siguiente tabla:

**Tabla 90: Asentamiento según consistencia del concreto.**

Consistencia	Asentamiento
<b>Seca</b>	0" a 2"
<b>Plástica</b>	<b>3" a 4"</b>
<b>Húmeda</b>	$\geq 5"$

*Fuente. Norma ACI 211*

Se tiene:

Consistencia : Plástica

Asentamiento : 3" a 4"

- **Tamaño máximo nominal:** De acuerdo a la granulometría tenemos:

T.M.N. = 1/2"

- **Porcentaje de aire:** En cuanto al aire atrapado en la mezcla, está determinado según el tamaño máximo nominal del agregado. Se determina con la siguiente tabla:

**Tabla 91: Aire atrapado según tamaño máximo nominal.**

Asentamiento	Tamaño Máximo Nominal							
	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"	6"
<b>CONCRETO SIN AIRE INCORPORADO</b>								
<b>Contenido de aire atrapado (%)</b>	3.0	2.5	2.0	1.5	1.0	0.5	0.3	0.2

Fuente. Norma ACI 211

Tenemos:

Aire atrapado = 2.50%

- **Contenido de agua:** En cuanto al contenido de agua que se usa, depende del asentamiento y del tamaño máximo nominal del agregado. El contenido de agua se determina según la siguiente tabla. Teniendo como datos el slump = 3" a 4", sin aire incorporado y agregado de perfil redondeado:

**Tabla 92: Contenido de agua dependiendo del slump y tamaño máximo del agregado.**

Tamaño Máx. del agregado	1" a 2"		3" a 4"		6" a 7"	
	Agregado redondeado	Agregado angular	Agregado redondeado	Agregado angular	Agregado redondeado	Agregado angular
3/8"	185	212	201	227	230	250
1/2"	182	201	197	216	219	238
3/4"	170	189	185	204	208	227
1"	163	182	178	197	197	216
1 1/2"	155	170	170	185	185	204
2"	148	163	163	178	178	197
3"	136	151	151	167	163	182

Fuente. Norma ACI 211

Tenemos:

Agua = 197 l/m<sup>3</sup>



- **Relación agua/cemento:** En cuanto a la relación agua/cemento, está determinado la resistencia a la compresión de 28 días. La relación agua/cemento se determina con la siguiente tabla. Teniendo como datos de  $f'_{c_r} = 210.00 \text{ kg/cm}^2$ , la relación a/c es:

**Tabla 93: Relación agua/cemento dependiendo a la resistencia a la compresión.**

Resistencia a la compresión a los 28 días $f'_{c_r}$ (kg/cm <sup>2</sup> )	Relación agua/cemento	
	Cemento sin aire incorporado	Cemento con aire incorporado
450	0.38	-
400	0.43	-
350	0.48	0.40
300	0.55	0.46
250	0.62	0.53
200	0.70	0.61
150	0.80	0.71

*Fuente. Norma ACI 211*

Al no tener la resistencia calculada dentro de la tabla, se interpola los datos más cercanos a los datos obtenidos y así obtener la relación agua/cemento (a/c):

200.00	-----	0.70
210.00	-----	a/c
350.00	-----	0.62

Se tiene:

$$\mathbf{a/c = 0.684}$$

- **Contenido de cemento:** En cuanto al contenido de cemento, depende de la relación  $a/c = 0.684$  y el contenido de agua  $a = 197 \text{ l/m}^3$  que hay en los datos anteriores, con ello se calcula:

$$a/c = 0.684 \quad \Rightarrow \quad 197/C = 0.684$$

$$\mathbf{C = 288.01 \text{ kg.}}$$

- **Selección del peso del agregado grueso:** En cuanto a la selección del agregado grueso, depende al módulo de fineza obtenido en el ensayo de análisis granulométrico. Se determina el volumen del agregado grueso seco y compactado con la siguiente tabla:

**Tabla 94: Volumen del agregado grueso seco y compactado.**

Tamaño Máximo del agregado	Módulo de fineza			
	2.40	2.60	2.80	3.00
3/8"	0.50	0.48	0.46	0.44
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60
1"	0.71	0.69	0.67	0.65
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.70
2"	0.78	0.76	0.74	0.72
3"	0.81	0.79	0.77	0.75
6"	0.87	0.85	0.83	0.81

*Fuente. Norma ACI 211*

Al no tener en la tabla el módulo de fineza exacta de los ensayos, se interpola los datos más cercanos a los obtenidos en el ensayo:

2.800 ----- 0.55  
 2.801 -----  $V_{ag}$   
 3.000 ----- 0.53

Se tiene que el volumen de agregado grueso seco y compactado es de:

$$V_{ag} = 0.5499$$

A continuación, se calcula el peso del agregado grueso:

$$b = 0.5499 * 1.01147 * b_o$$

Donde:

$b_o$ : peso unitario seco y compactado del agregado grueso

Reemplazando:

$$b = 0.5499 * 1.01147 * 1677.88 \text{ kg/m}^3$$

$$b = 933.25 \text{ kg/m}^3$$

- **Cantidad del agregado fino:** En cuanto a la cantidad del agregado fino, se usa el método de volúmenes absolutos y por eso se calcula de la siguiente manera:

$$\text{Cemento:} \quad 288.01 \text{ kg} / 3140 \text{ kg/m}^3 \quad = 0.092 \text{ m}^3$$

$$\text{Agua:} \quad 197 \text{ l} / 1000 \text{ l/m}^3 \quad = 0.197 \text{ m}^3$$

$$\text{Aire:} \quad 2.5 / 100 \quad = 0.025 \text{ m}^3$$

$$\underline{\text{Agregado grueso:} \quad 933.25 \text{ kg} / 2530.48 \text{ kg/m}^3 \quad = 0.369 \text{ m}^3}$$

$$\text{Volumen absoluto} \quad = \mathbf{0.683 \text{ m}^3}$$

- **Cálculo del volumen del agregado fino**

$$\text{Agregado fino} = 1 - 0.683 \text{ m}^3 \quad \Rightarrow \quad \text{Agregado fino} = \mathbf{0.317 \text{ m}^3}$$

- **Cálculo del peso en estado seco del agregado fino**

$$\text{Peso del agregado fino} = 0.317 \text{ m}^3 * 2625.75 \text{ kg/m}^3 \quad \Rightarrow \quad \mathbf{832.36 \text{ kg}}$$

- **Presentación del diseño en estado seco**

$$\text{Cemento} \quad : 288.01 \text{ kg}$$

$$\text{Agregado fino} \quad : 832.36 \text{ kg}$$

$$\text{Agregado grueso} \quad : 933.25 \text{ kg}$$

$$\text{Agua} \quad : 197 \text{ l}$$

- **Corrección por humedad de los agregados:** Debido a que las humedades naturales de los agregados son diferentes a las de absorción es necesario hacer esta corrección por contenido de humedad:

$$\text{Agregado fino} = 832.36 \text{ kg} * (5.98/100 + 1) \quad \Rightarrow \quad \mathbf{882.14 \text{ kg}}$$

$$\text{Agregado grueso} = 933.25 \text{ kg} * (2.17/100 + 1) \quad \Rightarrow \quad \mathbf{953.50 \text{ kg}}$$

- **Humedad superficial:** Para el cálculo de la humedad superficial, se usa la diferencia entre el porcentaje de contenido de humedad y el porcentaje de absorción.

$$\text{Agregado fino} = 5.980 \% - 1.207 \% \quad \Rightarrow \quad \mathbf{4.773 \%}$$

$$\text{Agregado grueso} = 2.170 \% - 1.147 \% \quad \Rightarrow \quad \mathbf{1.023 \%}$$

- **Aporte de agua a la mezcla:** Para determinar del aporte de agua a la mezcla, se usa el producto del porcentaje de humedad superficial por el peso de cada agregado.

$$\text{Agua del agregado fino} = (4.773 / 100) * 882.14 \text{ kg} \quad = \mathbf{42.105 \text{ l}}$$

$$\text{Agua del agregado grueso} = (1.023 / 100) * 953.50 \text{ kg} \quad = \mathbf{9.754 \text{ l}}$$

Finalmente se sumarán las cantidades de agua de cada agregado.

$$\text{Aporte de agua total a la mezcla} = 42.105 \text{ l} + 9.754 \text{ l} \quad = \mathbf{51.859 \text{ l}}$$

- **Agua efectiva:** En cuanto al agua efectiva de diseño se obtiene de la diferencia entre el agua obtenida anteriormente y el aporte de agua total a la mezcla.

$$\text{Agua efectiva} = 197 - 51.859 \quad = \mathbf{145.141 \text{ l}}$$

- **Proporcionamiento del diseño:** A continuación, se muestran las cantidades en peso de los materiales para la mezcla por cada metro cúbico, en tandas de 4 medias probetas y en tandas de 3 probetas llenas. Se usa el cálculo de la cantidad de materiales en peso para tanda de 4 medias probetas y para la tanda de 3 probetas llenas. Se tendrá en cuenta el volumen aproximado de un cilindro de 6" x 12" = 0.0053014 m<sup>3</sup> y un porcentaje de desperdicio del 10% por cada probeta. Teniendo:

**Tabla 95: Cantidades en peso por cada m<sup>3</sup> y tandas de vaciado.**

CANTIDAD	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	MATERIALES (kg o l)			
		CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA
1 M3	210.00	288.01	882.14	953.5	145.14
4/2 tandas	210.00	3.36	10.29	11.12	1.69
3 tandas	210.00	5.04	15.43	16.68	2.54

*Fuente. Elaboración propia.*

## APÉNDICE B:

### 2.1 CORRECCIÓN DE DISEÑO DEL DÍA 26 DE FEBRERO:

Debido que los contenidos de humedad varían de acuerdo al clima y el tiempo de almacenamiento es que se rectifica el diseño de mezcla patrón:

**Tabla 96: Contenido de humedad del agregado fino.**

Fecha	25/02/24		
Muestra	M1	M2	M3
Peso de tara (gr)	590	591	589
Muestra húmeda en tara (gr)	3489	4027	4050
Muestra seca en tara (gr)	3336	3863	3852
Muestra húmeda (gr)	2899	3436	3461
Muestra seca (gr)	2746	3272	3263
Peso del agua (gr)	153	164	198
Contenido de humedad (%)	5.57	5.01	6.07
Contenido de humedad promedio (%)	5.55		

*Fuente. Elaboración propia.*

**Tabla 97: Contenido de humedad del agregado grueso.**

Fecha	25/02/2024		
Muestra	M1	M2	M3
Peso de tara (gr)	1274	1338	1328
Muestra húmeda en tara (gr)	4354	4883	4431
Muestra seca en tara (gr)	4310	4836	4373
Muestra húmeda (gr)	3080	3545	3103
Muestra seca (gr)	3036	3498	3045
Peso del agua (gr)	44	47	58
Contenido de humedad (%)	1.45	1.34	1.9
Contenido de humedad promedio (%)	1.57		

*Fuente. Elaboración propia.*

#### ➤ DATOS QUE VARÍAN

Contenido de humedad del agregado fino	5.55 %
Contenido de humedad del agregado grueso	1.57 %

- **Corrección por humedad de los agregados:** Debido a que las humedades naturales de los agregados son diferentes a las de absorción es necesario hacer esta corrección.

Por lo tanto, la dosificación corregida por humedad es la siguiente:

$$\text{Agregado fino} = 832.36 \text{ kg} * (5.55/100 + 1) = \mathbf{878.56 \text{ kg}}$$

$$\text{Agregado grueso} = 933.25 \text{ kg} * (1.57/100 + 1) = \mathbf{947.90 \text{ kg}}$$

- **Humedad superficial:** Para el cálculo de la humedad superficial, se usa la diferencia entre el porcentaje de contenido de humedad y el porcentaje de absorción de los agregados.

$$\text{Agregado fino} = 5.550 \% - 1.207 \% = \mathbf{4.343 \%}$$

$$\text{Agregado grueso} = 1.570 \% - 1.147 \% = \mathbf{0.423 \%}$$

- **Aporte de agua a la mezcla:** Para determinar del aporte de agua a la mezcla, se usa el producto del porcentaje de humedad superficial por el peso de cada agregado.

$$\text{Agua del agregado fino} = (4.343 / 100) * 878.56 \text{ kg} = \mathbf{38.156 \text{ l}}$$

$$\text{Agua del agregado grueso} = (0.423 / 100) * 947.90 \text{ kg} = \mathbf{4.010 \text{ l}}$$

Finalmente se sumarán las cantidades de agua de cada agregado.

$$\text{Aporte de agua total a la mezcla} = 38.156 \text{ l} + 4.010 \text{ l} = \mathbf{42.166 \text{ l}}$$

- **Agua efectiva:** En cuanto al agua efectiva de diseño se obtiene de la diferencia entre el agua obtenida anteriormente y el aporte de agua total a la mezcla.

$$\text{Agua efectiva} = 197 - 42.166 = \mathbf{154.834 \text{ l}}$$

- **Proporcionamiento del diseño:** A continuación, se muestran las cantidades en peso de los materiales para la mezcla por cada metro cúbico, en tandas de 4 medias probetas y en tandas de 3 probetas llenas.

**Tabla 98: Cantidades en peso por cada m3 y tandas de vaciado.**

CANTIDAD	RESISTENCIA (kg/cm2)	MATERIALES (kg o l)			
		CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA
1 M3	210.00	288.01	878.56	947.9	154.83
4/2 tandas	210.00	3.36	10.25	11.06	1.81
3 tandas	210.00	5.04	15.37	16.58	2.71

*Fuente. Elaboración propia.*

## 2.2 CORRECCIÓN DE DISEÑO DEL DÍA 2 DE MARZO:

Debido que los contenidos de humedad varían de acuerdo al clima y el tiempo de almacenamiento es que se rectifica el diseño de mezcla patrón:

**Tabla 99: Contenido de humedad del agregado fino.**

Fecha	01/03/24		
Muestra	M1	M2	M3
Peso de tara (gr)	590	591	589
Muestra húmeda en tara (gr)	3934	3260	3904
Muestra seca en tara (gr)	3726	3102	3685
Muestra húmeda (gr)	3344	2669	3315
Muestra seca (gr)	3136	2511	3096
Peso del agua (gr)	208	158	219
Contenido de humedad (%)	6.63	6.29	7.07
<b>Contenido de humedad promedio (%)</b>	<b>6.67</b>		

*Fuente. Elaboración propia.*

**Tabla 100: Contenido de humedad del agregado grueso.**

Fecha	1/03/2024		
Muestra	M1	M2	M3
Peso de tara (gr)	1274	1338	1328
Muestra húmeda en tara (gr)	4750	4344	4774
Muestra seca en tara (gr)	4655	4273	4688
Muestra húmeda (gr)	3476	3006	3446
Muestra seca (gr)	3381	2935	3360
Peso del agua (gr)	95	71	86
Contenido de humedad (%)	2.81	2.42	2.56
<b>Contenido de humedad promedio (%)</b>	<b>2.60</b>		

*Fuente. Elaboración propia.*

### ➤ DATOS QUE VARÍAN

Contenido de humedad del agregado fino	6.67 %
Contenido de humedad del agregado grueso	2.60 %

- **Corrección por humedad de los agregados:** Debido a que las humedades naturales de los agregados son diferentes a las de absorción es necesario hacer esta corrección. Por lo tanto, la dosificación corregida por humedad es la siguiente:

$$\text{Agregado fino} = 832.36 \text{ kg} * (6.67/100 + 1) = \mathbf{887.88 \text{ kg}}$$

$$\text{Agregado grueso} = 933.25 \text{ kg} * (2.60/100 + 1) = \mathbf{957.51 \text{ kg}}$$

- **Humedad superficial:** Para el cálculo de la humedad superficial, se usa la diferencia entre el porcentaje de contenido de humedad y el porcentaje de absorción de los agregados.

$$\text{Agregado fino} = 6.670 \% - 1.207 \% = \mathbf{5.463 \%}$$

$$\text{Agregado grueso} = 2.600 \% - 1.147 \% = \mathbf{1.453 \%}$$

- **Aporte de agua a la mezcla:** Para determinar del aporte de agua a la mezcla, se usa el producto del porcentaje de humedad superficial por el peso de cada agregado.

$$\text{Agua del agregado fino} = (5.463 / 100) * 887.88 \text{ kg} = \mathbf{48.505 \text{ l}}$$

$$\text{Agua del agregado grueso} = (1.453 / 100) * 957.51 \text{ kg} = \mathbf{13.913 \text{ l}}$$

Finalmente se sumarán las cantidades de agua de cada agregado.

$$\text{Aporte de agua total a la mezcla} = 48.505 \text{ l} + 13.913 \text{ l} = \mathbf{62.418 \text{ l}}$$

- **Agua efectiva:** En cuanto al agua efectiva de diseño se obtiene de la diferencia entre el agua obtenida anteriormente y el aporte de agua total a la mezcla.

$$\text{Agua efectiva} = 197 - 62.418 = \mathbf{134.582 \text{ l}}$$



- **Proporcionamiento del diseño:** A continuación, se muestran las cantidades en peso de los materiales para la mezcla por cada metro cúbico, en tandas de 4 medias probetas y en tandas de 3 probetas llenas.

**Tabla 101: Cantidades en peso por cada m3 y tandas de vaciado.**

CANTIDAD	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	MATERIALES (kg o l)			
		CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA
1 M3	210.00	288.01	887.88	957.51	134.58
4/2 tandas	210.00	3.36	10.36	11.17	1.57
3 tandas	210.00	5.04	15.53	16.75	2.35

*Fuente. Elaboración propia.*

### 2.3 CORRECCIÓN DE DISEÑO DEL DÍA 5 DE MARZO:

Debido que los contenidos de humedad varían de acuerdo al clima y el tiempo de almacenamiento es que se rectifica el diseño de mezcla patrón:

**Tabla 102: Contenido de humedad del agregado fino.**

Fecha	04/03/24		
Muestra	M1	M2	M3
Peso de tara (gr)	590	591	589
Muestra húmeda en tara (gr)	4111	3721	3687
Muestra seca en tara (gr)	3949	3580	3536
Muestra húmeda (gr)	3521	3130	3098
Muestra seca (gr)	3359	2989	2947
Peso del agua (gr)	162	141	151
Contenido de humedad (%)	4.82	4.72	5.12
<b>Contenido de humedad promedio (%)</b>	<b>4.89</b>		

*Fuente. Elaboración propia.*

**Tabla 103: Contenido de humedad del agregado grueso.**

Fecha	4/03/2024		
Muestra	M1	M2	M3
Peso de tara (gr)	1274	1338	1328
Muestra húmeda en tara (gr)	4897	4743	4564
Muestra seca en tara (gr)	4828	4706	4519
Muestra húmeda (gr)	3623	3405	3236
Muestra seca (gr)	3554	3368	3191
Peso del agua (gr)	69	37	45
Contenido de humedad (%)	1.94	1.1	1.41
<b>Contenido de humedad promedio (%)</b>	<b>1.48</b>		

*Fuente. Elaboración propia.*

➤ **DATOS QUE VARÍAN**

Contenido de humedad del agregado fino 4.89 %

Contenido de humedad del agregado grueso 1.48 %

- **Corrección por humedad de los agregados:** Debido a que las humedades naturales de los agregados son diferentes a las de absorción es necesario hacer esta corrección.

Por lo tanto, la dosificación corregida por humedad es la siguiente:

$$\text{Agregado fino} = 832.36 \text{ kg} * (4.89/100 + 1) = \mathbf{873.06 \text{ kg}}$$

$$\text{Agregado grueso} = 933.25 \text{ kg} * (1.48/100 + 1) = \mathbf{947.06 \text{ kg}}$$

- **Humedad superficial:** Para el cálculo de la humedad superficial, se usa la diferencia entre el porcentaje de contenido de humedad y el porcentaje de absorción de los agregados.

$$\text{Agregado fino} = 4.890 \% - 1.207 \% = \mathbf{3.683 \%}$$

$$\text{Agregado grueso} = 1.480 \% - 1.147 \% = \mathbf{0.333 \%}$$

- **Aporte de agua a la mezcla:** Para determinar del aporte de agua a la mezcla, se usa el producto del porcentaje de humedad superficial por el peso de cada agregado.

$$\text{Agua del agregado fino} = (3.683 / 100) * 873.06 \text{ kg} = \mathbf{32.155 \text{ l}}$$

$$\text{Agua del agregado grueso} = (0.333 / 100) * 947.06 \text{ kg} = \mathbf{3.154 \text{ l}}$$

Finalmente se sumarán las cantidades de agua de cada agregado.

$$\text{Aporte de agua total a la mezcla} = 32.155 \text{ l} + 3.154 \text{ l} = \mathbf{35.309 \text{ l}}$$

- **Agua efectiva:** En cuanto al agua efectiva de diseño se obtiene de la diferencia entre el agua obtenida anteriormente y el aporte de agua total a la mezcla.

$$\text{Agua efectiva} = 197 - 35.309 = \mathbf{161.691 \text{ l}}$$

- **Proporcionamiento del diseño:** A continuación, se muestran las cantidades en peso de los materiales para la mezcla por cada metro cúbico, en tandas de 4 medias probetas y en tandas de 3 probetas llenas.

**Tabla 104: Cantidades en peso por cada m3 y tandas de vaciado.**

CANTIDAD	RESISTENCIA (kg/cm2)	MATERIALES (kg o l)			
		CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA
1 M3	210.00	288.01	873.06	947.06	161.69
4/2 tandas	210.00	3.36	10.18	11.05	1.89
3 tandas	210.00	5.04	15.27	16.57	2.83

*Fuente. Elaboración propia.*

#### 2.4 CORRECCIÓN DE DISEÑO DEL DÍA 7 DE MARZO:

Debido que los contenidos de humedad varían de acuerdo al clima y el tiempo de almacenamiento es que se rectifica el diseño de mezcla patrón:

**Tabla 105: Contenido de humedad del agregado fino.**

Fecha	06/03/24		
Muestra	M1	M2	M3
Peso de tara (gr)	590	591	589
Muestra húmeda en tara (gr)	3674	3580	3642
Muestra seca en tara (gr)	3567	3472	3537
Muestra húmeda (gr)	3084	2989	3053
Muestra seca (gr)	2977	2881	2948
Peso del agua (gr)	107	108	105
Contenido de humedad (%)	3.59	3.75	3.56
Contenido de humedad promedio (%)	<b>3.63</b>		

*Fuente. Elaboración propia.*

**Tabla 106: Contenido de humedad del agregado grueso.**

Fecha	6/03/2024		
Muestra	M1	M2	M3
Peso de tara (gr)	1274	1338	1328
Muestra húmeda en tara (gr)	4639	4782	4729
Muestra seca en tara (gr)	4607	4731	4690
Muestra húmeda (gr)	3365	3444	3401
Muestra seca (gr)	3333	3393	3362
Peso del agua (gr)	32	51	39
Contenido de humedad (%)	0.96	1.5	1.16
Contenido de humedad promedio (%)	<b>1.21</b>		

*Fuente. Elaboración propia.*

➤ **DATOS QUE VARÍAN**

Contenido de humedad del agregado fino                      3.63 %

Contenido de humedad del agregado grueso                      1.21 %

➤ **Corrección por humedad de los agregados:** Debido a que las humedades naturales de los agregados son diferentes a las de absorción es necesario hacer esta corrección.

Por lo tanto, la dosificación corregida por humedad es la siguiente:

$$\text{Agregado fino} = 832.36 \text{ kg} * (3.63/100 + 1) = \mathbf{862.57 \text{ kg}}$$

$$\text{Agregado grueso} = 933.25 \text{ kg} * (1.21/100 + 1) = \mathbf{944.54 \text{ kg}}$$

➤ **Humedad superficial:** Para el cálculo de la humedad superficial, se usa la diferencia entre el porcentaje de contenido de humedad y el porcentaje de absorción de los agregados.

$$\text{Agregado fino} = 3.630 \% - 1.207 \% = \mathbf{2.423 \%}$$

$$\text{Agregado grueso} = 1.210 \% - 1.147 \% = \mathbf{0.063 \%}$$

➤ **Aporte de agua a la mezcla:** Para determinar del aporte de agua a la mezcla, se usa el producto del porcentaje de humedad superficial por el peso de cada agregado.

$$\text{Agua del agregado fino} = (2.423 / 100) * 862.57 \text{ kg} = \mathbf{20.90 \text{ l}}$$

$$\text{Agua del agregado grueso} = (0.063 / 100) * 944.54 \text{ kg} = \mathbf{0.595 \text{ l}}$$

Finalmente se sumarán las cantidades de agua de cada agregado.

$$\text{Aporte de agua total a la mezcla} = 20.90 \text{ l} + 0.595 \text{ l} = \mathbf{21.495 \text{ l}}$$

➤ **Agua efectiva:** En cuanto al agua efectiva de diseño se obtiene de la diferencia entre el agua obtenida anteriormente y el aporte de agua total a la mezcla.

$$\text{Agua efectiva} = 197 - 21.495 = \mathbf{175.505 \text{ l}}$$

- **Proporcionamiento del diseño:** A continuación, se muestran las cantidades en peso de los materiales para la mezcla por cada metro cúbico, en tandas de 4 medias probetas y en tandas de 3 probetas llenas.

**Tabla 107: Cantidades en peso por cada m3 y tandas de vaciado.**

CANTIDAD	RESISTENCIA (kg/cm2)	MATERIALES (kg o l)			
		CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA
1 M3	210.00	288.01	862.57	944.54	175.51
4/2 tandas	210.00	3.36	10.06	11.02	2.05
3 tandas	210.00	5.04	15.09	16.52	3.07

*Fuente. Elaboración propia.*

## 2.5 CORRECCIÓN DE DISEÑO DEL DÍA 8 DE MARZO:

Debido que los contenidos de humedad varían de acuerdo al clima y el tiempo de almacenamiento es que se rectifica el diseño de mezcla patrón:

**Tabla 108: Contenido de humedad del agregado fino.**

Fecha	7/03/2024		
Muestra	M1	M2	M3
Peso de tara (gr)	590	591	589
Muestra húmeda en tara (gr)	3848	3955	4090
Muestra seca en tara (gr)	3708	3821	3964
Muestra húmeda (gr)	3258	3364	3501
Muestra seca (gr)	3118	3230	3375
Peso del agua (gr)	140	134	126
Contenido de humedad (%)	4.49	4.15	3.73
Contenido de humedad promedio (%)	<b>4.12</b>		

*Fuente. Elaboración propia.*

**Tabla 109: Contenido de humedad del agregado grueso.**

Fecha	7/03/2024		
Muestra	M1	M2	M3
Peso de tara (gr)	1274	1338	1328
Muestra húmeda en tara (gr)	4352	4561	4596
Muestra seca en tara (gr)	4312	4521	4551
Muestra húmeda (gr)	3078	3223	3268
Muestra seca (gr)	3038	3183	3223
Peso del agua (gr)	40	40	45
Contenido de humedad (%)	1.32	1.26	1.4
Contenido de humedad promedio (%)	<b>1.32</b>		

*Fuente. Elaboración propia.*

- **DATOS QUE VARÍAN**

Contenido de humedad del agregado fino	4.12 %
Contenido de humedad del agregado grueso	1.32 %

- **Corrección por humedad de los agregados:** Debido a que las humedades naturales de los agregados son diferentes a las de absorción es necesario hacer esta corrección. Por lo tanto, la dosificación corregida por humedad es la siguiente:

$$\text{Agregado fino} = 832.36 \text{ kg} * (4.12/100 + 1) = \mathbf{866.65\text{kg}}$$

$$\text{Agregado grueso} = 933.25 \text{ kg} * (1.32/100 + 1) = \mathbf{945.57 \text{ kg}}$$

- **Humedad superficial:** Para el cálculo de la humedad superficial, se usa la diferencia entre el porcentaje de contenido de humedad y el porcentaje de absorción de los agregados.

$$\text{Agregado fino} = 4.120 \% - 1.207 \% = \mathbf{2.913 \%}$$

$$\text{Agregado grueso} = 1.320 \% - 1.147 \% = \mathbf{0.173 \%}$$

- **Aporte de agua a la mezcla:** Para determinar del aporte de agua a la mezcla, se usa el producto del porcentaje de humedad superficial por el peso de cada agregado.

$$\text{Agua del agregado fino} = (2.913 / 100) * 866.65 \text{ kg} = \mathbf{25.246 \text{ l}}$$

$$\text{Agua del agregado grueso} = (0.173 / 100) * 945.57 \text{ kg} = \mathbf{1.636 \text{ l}}$$

Finalmente se sumarán las cantidades de agua de cada agregado.

$$\text{Aporte de agua total a la mezcla} = 25.246\text{l} + 1.636 \text{ l} = \mathbf{26.882 \text{ l}}$$

- **Agua efectiva:** En cuanto al agua efectiva de diseño se obtiene de la diferencia entre el agua obtenida anteriormente y el aporte de agua total a la mezcla.

$$\text{Agua efectiva} = 197 - 26.882 = \mathbf{170.118 \text{ l}}$$

- **Proporcionamiento del diseño:** A continuación, se muestran las cantidades en peso de los materiales para la mezcla por cada metro cúbico, en tandas de 4 medias probetas y en tandas de 3 probetas llenas.

**Tabla 110: Cantidades en peso por cada m3 y tandas de vaciado.**

CANTIDAD	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )	MATERIALES (kg o l)			
		CEMENTO	A. FINO	A. GRUESO	AGUA
1 M3	210.00	288.01	866.65	945.57	170.12
4/2 tandas	210.00	3.36	10.11	11.03	1.98
3 tandas	210.00	5.04	15.16	16.54	2.98

*Fuente. Elaboración propia.*

## APÉNDICE C:

### 3.1 DOSIFICACIÓN DE EPÓXICO PARA JUNTA CON ÁNGULO DE 45°:

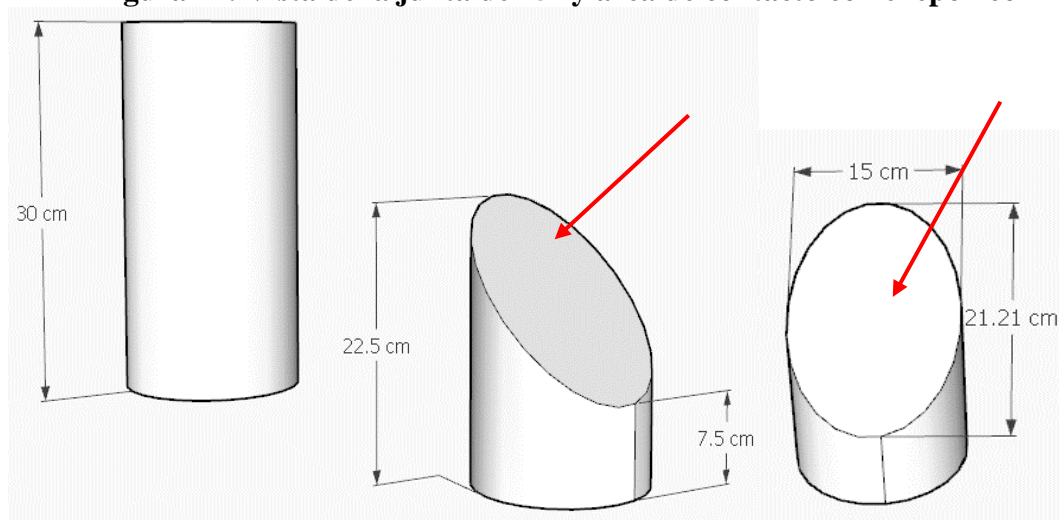
Para poder pesar la cantidad adecuada del epóxico para las juntas del ángulo de 45°, se debe calcular el área en contacto, puesto que el rendimiento de este es por área y luego multiplicar por las 4 juntas que se realizan en cada tanda.

**Figura 41: Mezcla de Epóxico Sika 32**



*Fuente. Elaboración propia.*

**Figura 42: Vista de la junta de 45° y área de contacto con el epóxico**



*Fuente. Elaboración propia.*

- **Área de junta de epóxico:** Se calcula el área de la junta con 45°:

Diámetro mayor de la elipse:  $D = 21.21 \text{ cm}$



Radio mayor de la elipse:  $R = 10.61 \text{ cm}$

Diámetro menor de la elipse:  $d = 15 \text{ cm}$

Radio menor de la elipse:  $r = 7.50 \text{ cm}$

Área de la elipse en ángulo de  $45^\circ$ :  $A = \pi * r * R$

$$A = 3.14159 * 7.50 \text{ cm} * 10.61 \text{ cm}$$

$$A = 249.91 \text{ cm}^2 = \mathbf{0.02499 \text{ m}^2}$$

➤ **RENDIMIENTO DE ADHERENTE:** Vemos según ficha técnica los datos son:

Rendimiento:  $Ren = 0.5 \text{ kg} / \text{m}^2 = Ren = 2 \text{ m}^2 / \text{kg}$

Proporción: Parte A = 2 Parte B = 1

Total, de contenido = 1 kg

➤ **CÁLCULO DE PESO DE ADHERENTE:** Vamos a calcular el peso para las 4 juntas que se realizan por tanta, teniendo en cuenta un 10% de desperdicio por cada una de las juntas:

$$\text{Área 4 juntas} = 4.4 * 0.02499 \text{ m}^2 = \mathbf{0.10996 \text{ m}^2}$$

Peso para las 4 juntas:

$$\frac{0.5 \text{ kg}}{X} = \frac{1 \text{ m}^2}{0.10996 \text{ m}^2}$$

$$\text{Peso 4 juntas} = \frac{0.10996 \text{ m}^2 * 0.5 \text{ kg}}{1 \text{ m}^2}$$

$$\text{Peso 4 juntas} = 0.05498068 \text{ kg} = \mathbf{54.98 \text{ gr}}$$

Calculamos el peso para la parte A que es en relación 2:

$$\text{Peso Parte A} = \frac{54.98 \text{ gr} * 2}{3}$$

$$\text{Peso Parte A} = \mathbf{36.65 \text{ gr}}$$

Calculamos el peso para la parte B que es en relación 1:

$$\text{Peso Parte B} = \frac{54.98 \text{ gr} * 1}{3}$$

*Peso Parte B = 18.33 gr*

### 3.2 DOSIFICACIÓN DE EPÓXICO PARA JUNTA CON ÁNGULO DE 0°:

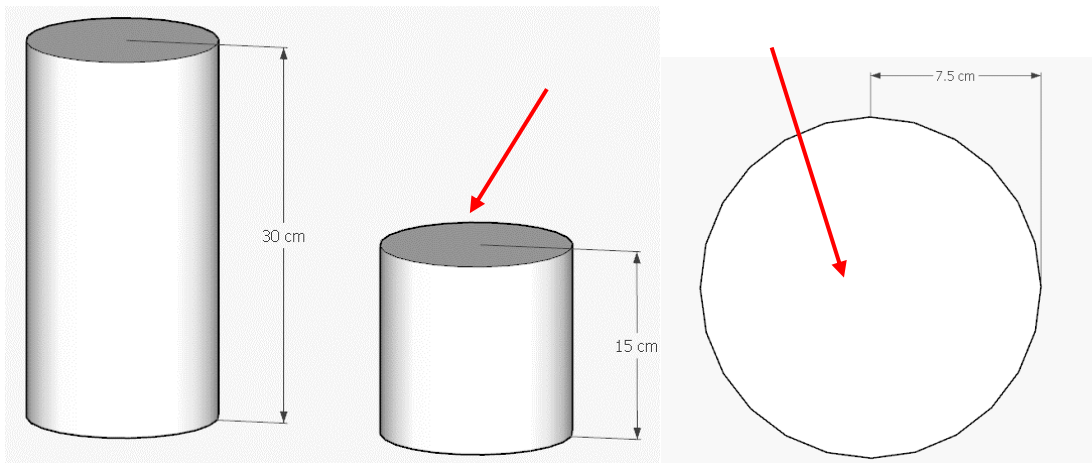
Tomamos las consideraciones anteriores, pero variando el área de contacto en la junta con ángulo de 0.

**Figura 43: Epóxico en junta de 0°**



*Fuente. Elaboración propia.*

**Figura 44: Vista de junta de 0° y área de contacto con el epóxico**



*Fuente. Elaboración propia.*

➤ **Área de junta de epóxico:** Se calcula el área de la junta con 0°:

Diámetro de la circunferencia:  $d = 15.00 \text{ cm}$

Radio de la circunferencia:  $r = 7.50 \text{ cm}$

Área de la circunferencia en junta de 0°:  $A = \pi * r^2$

$$A = 3.14159 * 7.50 \text{ cm} * 7.50 \text{ cm}$$

$$A = 176.71 \text{ cm}^2 = \mathbf{0.01767 \text{ m}^2}$$

➤ **RENDIMIENTO DE ADHERENTE:** Vemos según ficha técnica los datos son:

Rendimiento:  $Ren = 0.5 \text{ kg} / \text{m}^2 = Ren = 2 \text{ m}^2 / \text{kg}$

Proporción: Parte A = 2 Parte B

Total, de contenido = 1 kg

➤ **CÁLCULO DE PESO DE ADHERENTE:** Vamos a calcular el peso para las 4 juntas que se realizan por tanta, teniendo en cuenta un 10% de desperdicio por cada una de las juntas:

$$\text{Área 4 juntas} = 4.4 * 0.01767 \text{ m}^2 = \mathbf{0.07775 \text{ m}^2}$$

Peso para las 4 juntas:

$$\frac{0.5 \text{ kg}}{X} = \frac{1 \text{ m}^2}{0.07775 \text{ m}^2}$$

$$\text{Peso 4 juntas} = \frac{0.07775 \text{ m}^2 * 0.5 \text{ kg}}{1 \text{ m}^2}$$

$$\text{Peso 4 juntas} = 0.0388772 \text{ kg} = \mathbf{38.88 \text{ gr}}$$

Calculamos el peso para la parte A que es en relación 2:

$$\text{Peso Parte A} = \frac{38.88 \text{ gr} * 2}{3}$$

$$\text{Peso Parte A} = \mathbf{25.92 \text{ gr}}$$

Calculamos el peso para la parte B que es en relación 1:

$$\text{Peso Parte B} = \frac{38.88 \text{ gr} * 1}{3}$$

$$\text{Peso Parte B} = \mathbf{12.96 \text{ gr}}$$

## APÉNDICE D:

### 4.1 DOSIFICACIÓN DE LECHADA PARA JUNTA CON ÁNGULO DE 45°:

La preparación de la lechada de cemento no difiere demasiado de la del cemento tradicional, con la excepción de que, no requiere arena. La cantidad de agua tiene que estar basada en una proporción agua-cemento de entre 25% y 50%. Ten mucho cuidado aquí porque si la mezcla queda delgada, los resultados no serán los esperados. (Cemix, 2019)

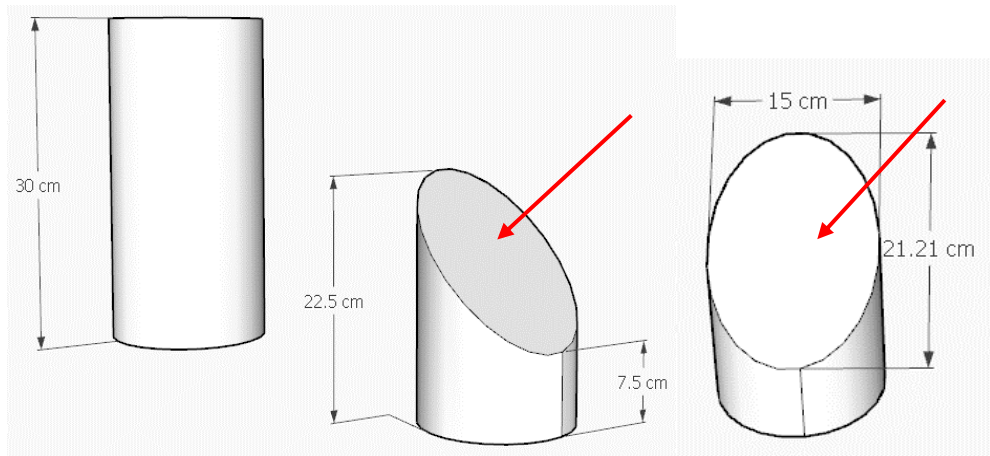
Para poder pesar la cantidad adecuada de la lechada para las juntas del ángulo de 45°, se debe calcular el área en contacto, puesto que el rendimiento de este es por área y luego multiplicar por las 4 juntas que se realizan en cada tanda.

**Figura 45: Lechada de cemento y agua en junta de 0°**



*Fuente. Elaboración propia.*

**Figura 46: Vista de la junta de 45° y área de contacto con la lechada**



*Fuente. Elaboración propia.*

- **Área de junta de lechada:** Se calcula el área de la junta para poder usar la lechada (agua-cemento):

Diámetro mayor de la elipse:  $D = 21.21 \text{ cm}$

Radio mayor de la elipse:  $R = 10.61 \text{ cm}$

Diámetro menor de la elipse:  $d = 15 \text{ cm}$

Radio menor de la elipse:  $r = 7.50 \text{ cm}$

Área de la elipse en ángulo de 45°:  $A = \pi * r * R$

$$A = 3.14159 * 7.50 \text{ cm} * 10.61 \text{ cm}$$

$$A = 249.91 \text{ cm}^2 = \mathbf{0.02499 \text{ m}^2}$$

- **RENDIMIENTO DE LECHADA:** La lechada al colocarse una capa de aproximadamente 2 mm de espesor, tiene un rendimiento en peso de:

Rendimiento:  $Ren = 3.15 \text{ kg/m}^2$

Proporción: Parte A: Cemento = 2.5

Parte B: Agua = 1

- **CÁLCULO DE PESO DE LECHADA:** Vamos a calcular el peso para las 4 juntas que se realizan por tanta, teniendo en cuenta un 10% de desperdicio por cada una de las juntas:

$$\text{Área 4 juntas} = 4.4 * 0.02499 \text{ m}^2 = \mathbf{0.10996 \text{ m}^2}$$

Peso para las 4 juntas:

$$\frac{3.15 \text{ kg}}{X} = \frac{1 \text{ m}^2}{0.10996 \text{ m}^2}$$

$$\text{Peso 4 juntas} = \frac{0.10996 \text{ m}^2 * 3.15 \text{ kg}}{1 \text{ m}^2}$$

$$\text{Peso 4 juntas} = \mathbf{0.34638 \text{ kg} = 346.38 \text{ gr}}$$

Calculamos el peso para la parte A que es en relación 2.5:

$$\text{Peso Parte A} = \frac{346.38 \text{ gr} * 2.5}{3.5}$$

$$\text{Peso Parte A} = \mathbf{247.41 \text{ gr}}$$

Calculamos el peso para la parte B que es en relación 1:

$$\text{Peso Parte B} = \frac{346.38 \text{ gr} * 1}{3.5}$$

$$\text{Peso Parte B} = \mathbf{98.97 \text{ gr}}$$

#### **4.2 DOSIFICACIÓN DE LECHADA PARA JUNTA CON ÁNGULO DE 0°:**

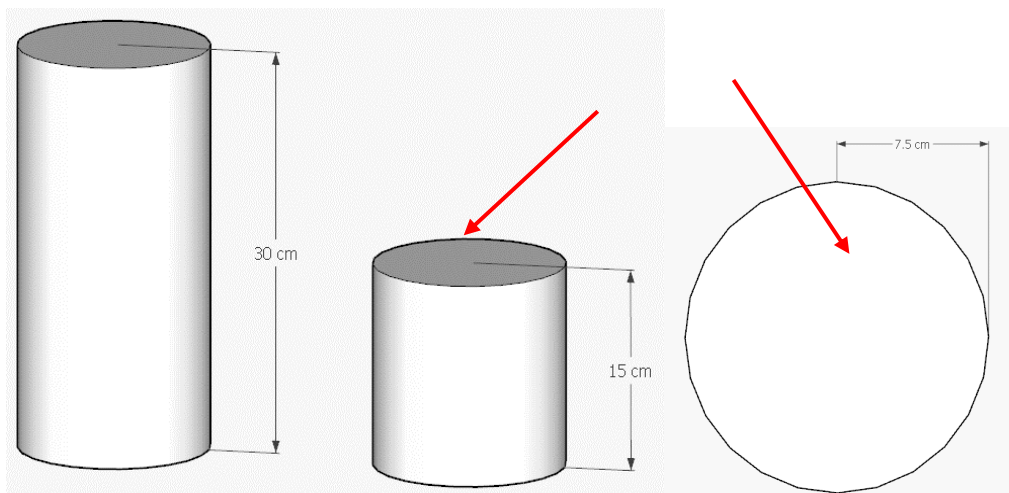
Tomamos las consideraciones anteriores, pero variando el área de contacto en la junta con ángulo de 0.

**Figura 47: Lechad de cemento y agua en junta de 0°**



*Fuente. Elaboración propia.*

**Figura 48: Vista de la junta de 0° y área de contacto con la lechada**



*Fuente. Elaboración propia.*

- **Área de junta de lechada:** Se calcula el área de la junta para poder usar la lechada (agua-cemento):

Diámetro de la circunferencia:  $d = 15.00 \text{ cm}$

Radio de la circunferencia:  $r = 7.50 \text{ cm}$

Área de la circunferencia en junta de 0°:  $A = \pi * r^2$

$$A = 3.14159 * 7.50 \text{ cm} * 7.50 \text{ cm}$$

$$A = 176.71 \text{ cm}^2 = \mathbf{0.01767 \text{ m}^2}$$

- **RENDIMIENTO DE LECHADA:** La lechada al colocarse una capa de aproximadamente 2 mm de espesor, tiene un rendimiento en peso de:

Rendimiento:  $Ren = 3.15 \text{ kg} / \text{m}^2$

Proporción: Parte A: Cemento = 2.5

Parte B: Agua = 1

- **CÁLCULO DE PESO DE LECHADA:** Vamos a calcular el peso para las 4 juntas que se realizan por tanta, teniendo en cuenta un 10% de desperdicio por cada una de las juntas:

$$\text{Área 4 juntas} = 4.4 * 0.01767 \text{ m}^2 = \mathbf{0.07775 \text{ m}^2}$$

Peso para las 4 juntas:

$$\frac{3.15 \text{ kg}}{X} = \frac{1 \text{ m}^2}{0.07775 \text{ m}^2}$$

$$\text{Peso 4 juntas} = \frac{0.0775 \text{ m}^2 * 3.15 \text{ kg}}{1 \text{ m}^2}$$

$$\text{Peso 4 juntas} = \mathbf{0.2449264 \text{ kg} = 244.93 \text{ gr}}$$

Calculamos el peso para la parte A que es en relación 2.5:

$$\text{Peso Parte A} = \frac{244.93 \text{ gr} * 2.5}{3.5}$$

$$\text{Peso Parte A} = \mathbf{174.95.00 \text{ gr}}$$

Calculamos el peso para la parte B que es en relación 1:

$$\text{Peso Parte B} = \frac{244.93 \text{ gr} * 1}{3.5}$$

$$\text{Peso Parte B} = \mathbf{69.98.00 \text{ gr}}$$



## APÉNDICE E:

### 5.1 ESFUERZOS DEFORMACIÓN PARA 4 HORAS:

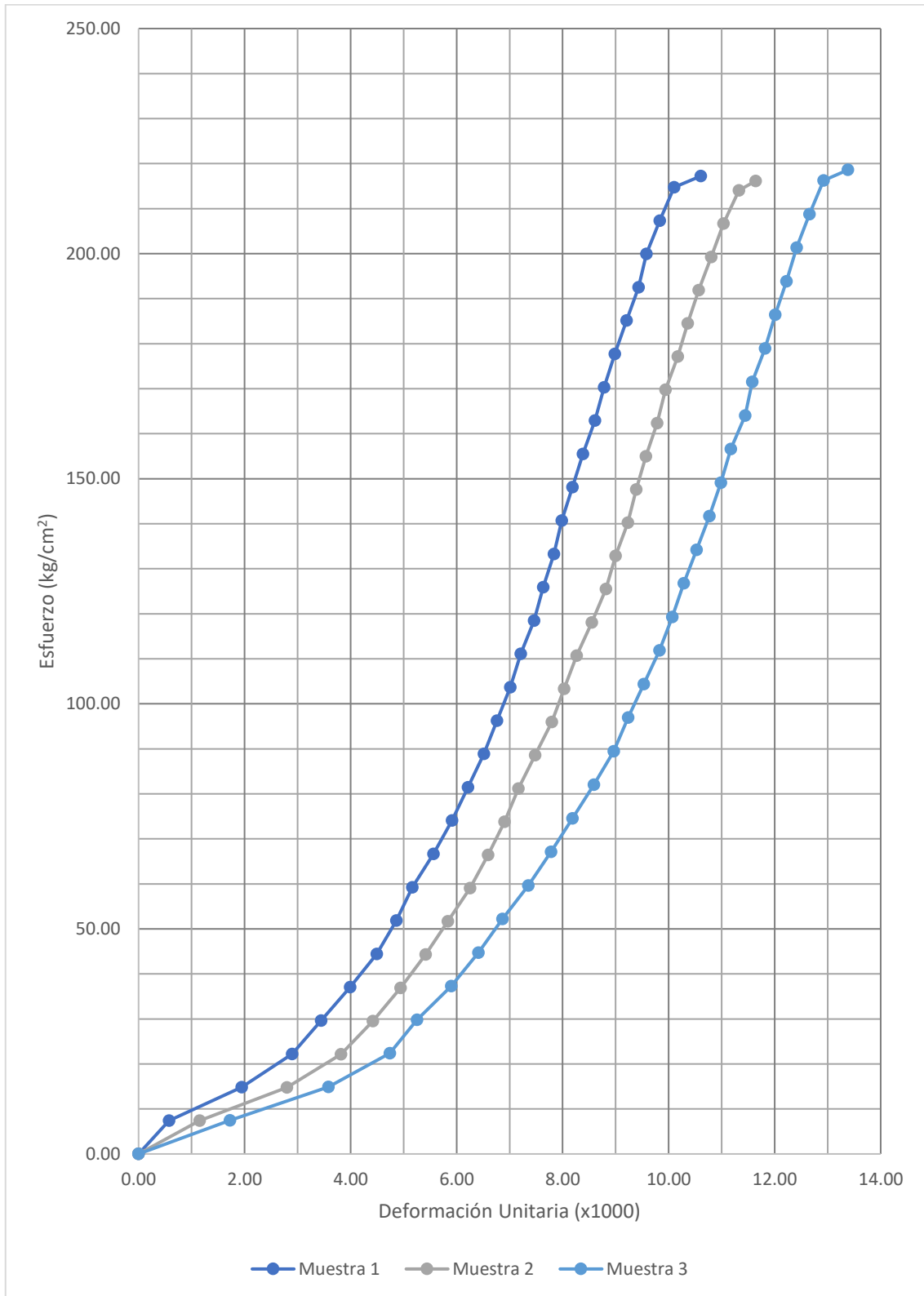
#### 5.1.1. Deformación en Grupo A:

**Tabla 111: Deformación de patrón de concreto usados en las juntas de 45°**

MUESTRA 1		MUESTRA 2		MUESTRA 3	
Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.57	7.41	1.15	7.38	1.72	7.46
1.95	14.81	2.80	14.76	3.58	14.91
2.89	22.22	3.82	22.14	4.74	22.37
3.44	29.62	4.42	29.52	5.25	29.83
3.99	37.03	4.94	36.90	5.90	37.28
4.49	44.43	5.41	44.28	6.41	44.74
4.87	51.84	5.83	51.66	6.87	52.19
5.16	59.24	6.25	59.04	7.35	59.65
5.56	66.65	6.59	66.42	7.78	67.11
5.91	74.05	6.90	73.80	8.19	74.56
6.21	81.46	7.17	81.18	8.59	82.02
6.51	88.86	7.48	88.56	8.97	89.48
6.76	96.27	7.79	95.94	9.24	96.93
7.01	103.67	8.03	103.32	9.53	104.39
7.21	111.08	8.26	110.70	9.83	111.85
7.46	118.48	8.55	118.08	10.07	119.30
7.63	125.89	8.81	125.46	10.29	126.76
7.83	133.29	9.00	132.84	10.53	134.22
7.98	140.70	9.23	140.23	10.77	141.67
8.18	148.10	9.39	147.61	10.99	149.13
8.38	155.51	9.57	154.99	11.17	156.58
8.61	162.91	9.78	162.37	11.44	164.04
8.78	170.32	9.94	169.75	11.58	171.50
8.98	177.72	10.17	177.13	11.82	178.95
9.21	185.13	10.36	184.51	12.01	186.41
9.43	192.53	10.57	191.89	12.22	193.87
9.58	199.94	10.80	199.27	12.41	201.32
9.83	207.34	11.04	206.65	12.66	208.78
10.10	214.75	11.32	214.03	12.92	216.24
10.60	217.21	11.64	216.13	13.38	218.61

*Fuente. Elaboración propia.*

**Figura 49: Gráfica de esfuerzo vs deformación unitaria de patrón de concreto usados en las juntas de 45°**



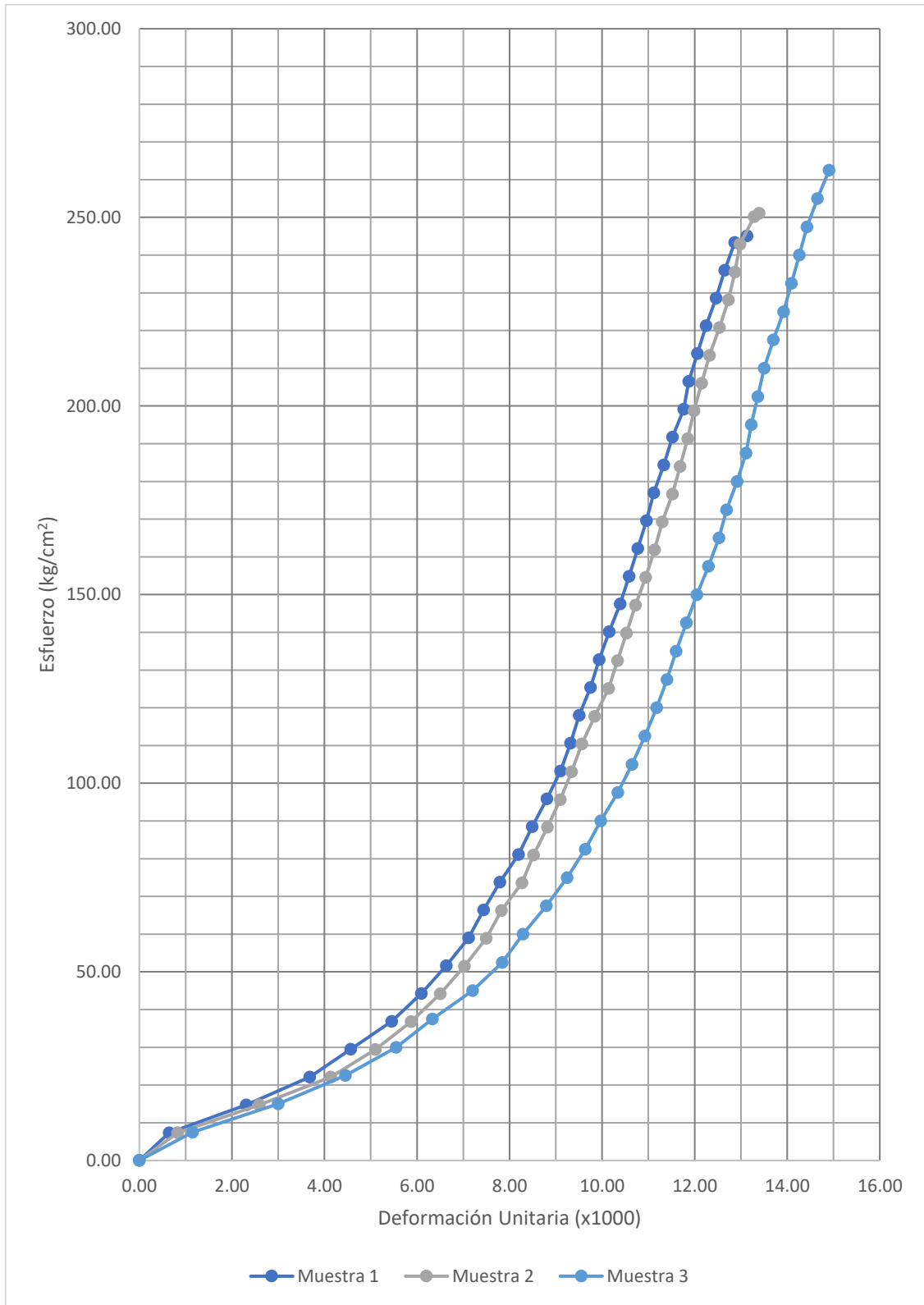
*Fuente. Elaboración propia.*

**Tabla 112: Deformación de patrón de concreto usados en las juntas de 0°**

MUESTRA 1		MUESTRA 2		MUESTRA 3	
Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.64	7.37	0.83	7.36	1.15	7.50
2.31	14.75	2.59	14.72	3.00	15.00
3.68	22.12	4.13	22.08	4.45	22.50
4.57	29.50	5.10	29.43	5.55	30.00
5.45	36.87	5.87	36.79	6.33	37.50
6.10	44.25	6.50	44.15	7.20	45.00
6.63	51.62	7.03	51.51	7.84	52.50
7.12	59.00	7.50	58.87	8.29	60.00
7.44	66.37	7.83	66.23	8.80	67.49
7.79	73.74	8.27	73.59	9.24	74.99
8.19	81.12	8.51	80.94	9.64	82.49
8.49	88.49	8.82	88.30	9.97	89.99
8.81	95.87	9.09	95.66	10.34	97.49
9.10	103.24	9.34	103.02	10.65	104.99
9.32	110.62	9.56	110.38	10.93	112.49
9.51	117.99	9.84	117.74	11.18	119.99
9.75	125.37	10.14	125.09	11.40	127.49
9.94	132.74	10.33	132.45	11.60	134.99
10.15	140.11	10.53	139.81	11.82	142.49
10.39	147.49	10.72	147.17	12.05	149.99
10.58	154.86	10.94	154.53	12.30	157.49
10.77	162.24	11.13	161.89	12.52	164.99
10.96	169.61	11.30	169.25	12.69	172.49
11.12	176.99	11.52	176.60	12.91	179.99
11.33	184.36	11.68	183.96	13.11	187.48
11.52	191.74	11.85	191.32	13.22	194.98
11.76	199.11	11.99	198.68	13.36	202.48
11.87	206.48	12.15	206.04	13.50	209.98
12.06	213.86	12.32	213.40	13.70	217.48
12.25	221.23	12.54	220.76	13.92	224.98
12.46	228.61	12.73	228.11	14.09	232.48
12.65	235.98	12.87	235.47	14.26	239.98
12.86	243.36	12.98	242.83	14.43	247.48
13.13	245.05	13.28	250.19	14.65	254.98
		13.39	251.10	14.90	262.48

*Fuente. Elaboración propia.*

**Figura 50: Gráfica de esfuerzo vs deformación unitaria de patrón de concreto usados en las juntas de 0°**



*Fuente. Elaboración propia.*

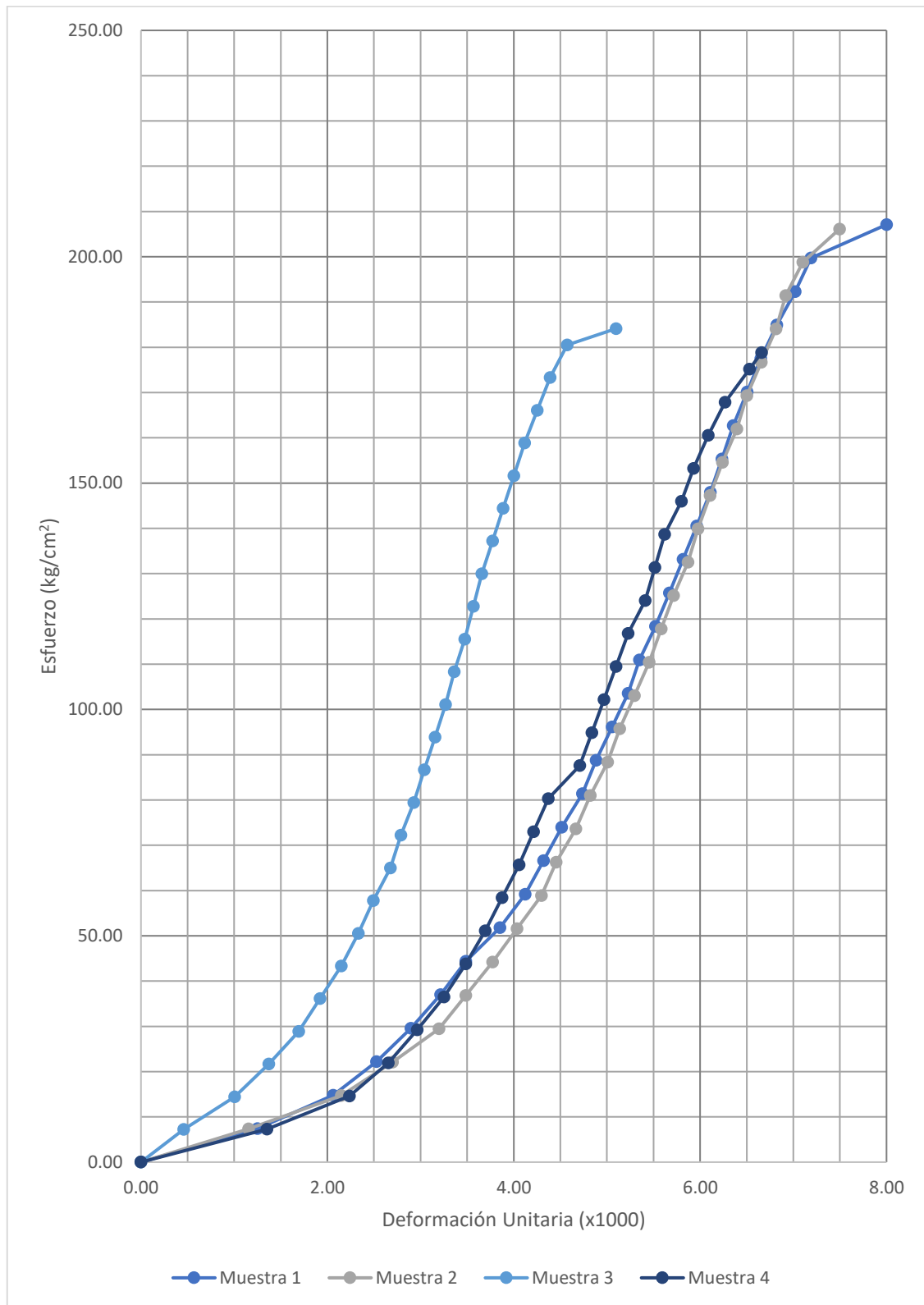
### 5.1.1 Deformación en Grupo B1:

**Tabla 113: Deformación concreto usando Sika 32 en las juntas de 45°**

MUESTRA 1		MUESTRA 2		MUESTRA 3		MUESTRA 4	
Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.25	7.40	1.15	7.36	0.46	7.22	1.35	7.30
2.06	14.79	2.15	14.72	1.01	14.44	2.24	14.60
2.53	22.19	2.70	22.08	1.37	21.66	2.65	21.89
2.90	29.58	3.20	29.45	1.69	28.88	2.97	29.19
3.21	36.98	3.49	36.81	1.92	36.10	3.25	36.49
3.48	44.38	3.77	44.17	2.15	43.32	3.49	43.79
3.85	51.77	4.04	51.53	2.33	50.54	3.69	51.09
4.12	59.17	4.30	58.89	2.49	57.76	3.88	58.38
4.32	66.57	4.46	66.25	2.68	64.98	4.06	65.68
4.52	73.96	4.67	73.61	2.79	72.20	4.21	72.98
4.74	81.36	4.82	80.98	2.93	79.42	4.37	80.28
4.88	88.75	5.01	88.34	3.04	86.64	4.71	87.57
5.06	96.15	5.14	95.70	3.16	93.86	4.84	94.87
5.23	103.55	5.29	103.06	3.27	101.08	4.97	102.17
5.35	110.94	5.45	110.42	3.36	108.30	5.10	109.47
5.52	118.34	5.58	117.78	3.48	115.53	5.23	116.77
5.67	125.73	5.71	125.15	3.57	122.75	5.41	124.06
5.82	133.13	5.87	132.51	3.66	129.97	5.51	131.36
5.96	140.53	5.98	139.87	3.77	137.19	5.62	138.66
6.11	147.92	6.11	147.23	3.89	144.41	5.80	145.96
6.23	155.32	6.24	154.59	4.00	151.63	5.93	153.26
6.36	162.72	6.40	161.95	4.12	158.85	6.09	160.55
6.50	170.11	6.50	169.31	4.25	166.07	6.27	167.85
6.65	177.51	6.66	176.68	4.39	173.29	6.53	175.15
6.82	184.90	6.81	184.04	4.57	180.51	6.66	178.80
7.02	192.30	6.92	191.40	5.10	184.12		
7.19	199.70	7.10	198.76				
8.00	207.09	7.50	206.12				

*Fuente. Elaboración propia.*

**Figura 51: Gráfica de esfuerzo vs deformación concreto usando Sika 32 en las juntas de 45°**



*Fuente. Elaboración propia.*

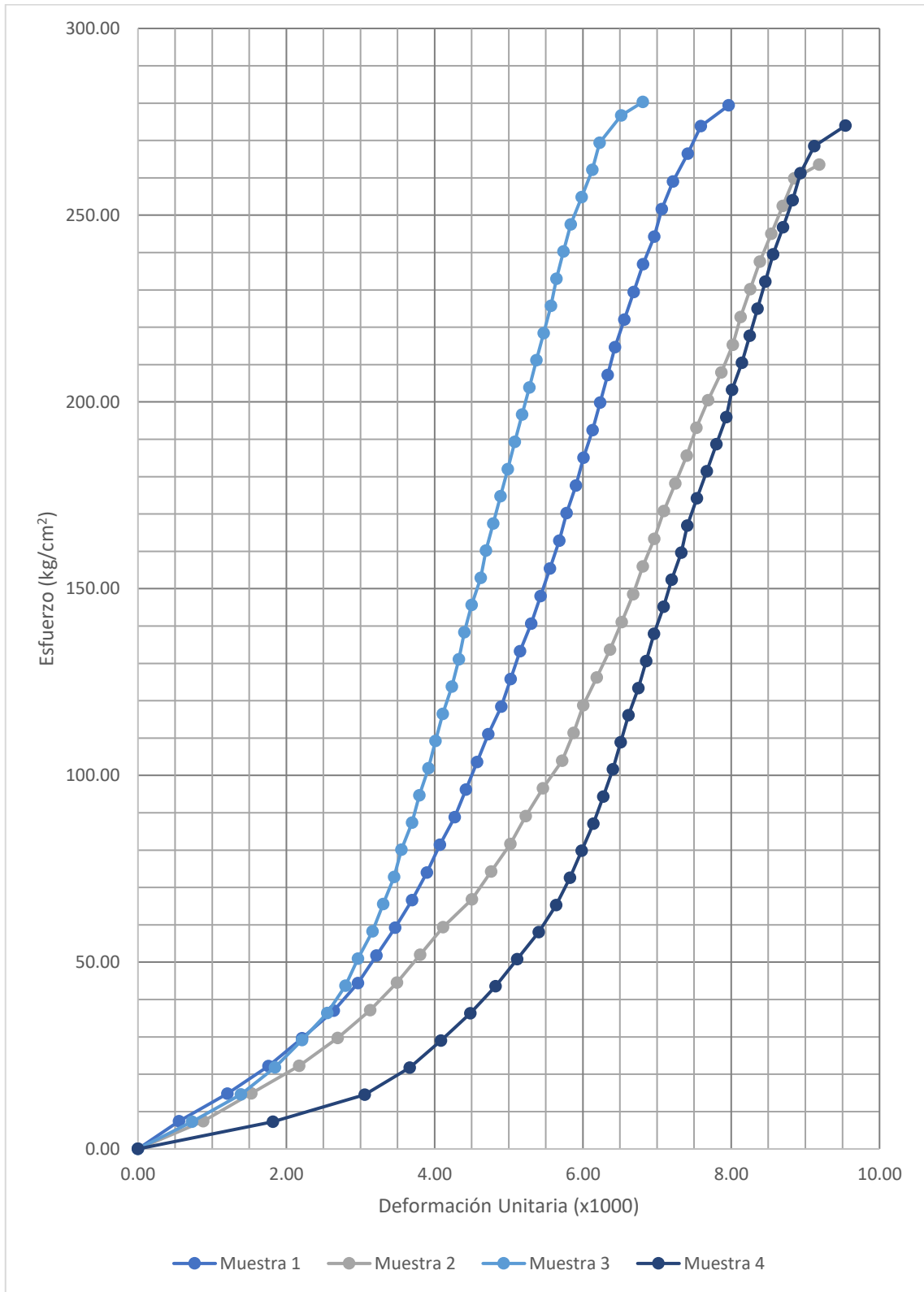
5.1.2 Deformación en Grupo B2:

Tabla 114: Deformación concreto usando Sika 32 en las juntas de 0°

MUESTRA 1		MUESTRA 2		MUESTRA 3		MUESTRA 4	
Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.55	7.40	0.88	7.42	0.73	7.28	1.82	7.26
1.21	14.80	1.53	14.85	1.39	14.56	3.06	14.51
1.76	22.20	2.17	22.27	1.85	21.84	3.66	21.77
2.21	29.60	2.69	29.70	2.21	29.12	4.09	29.03
2.64	37.01	3.13	37.12	2.55	36.40	4.48	36.29
2.97	44.41	3.49	44.55	2.80	43.69	4.82	43.54
3.22	51.81	3.80	51.97	2.97	50.97	5.11	50.80
3.47	59.21	4.11	59.40	3.16	58.25	5.40	58.06
3.69	66.61	4.50	66.82	3.31	65.53	5.64	65.31
3.90	74.01	4.76	74.25	3.45	72.81	5.82	72.57
4.07	81.41	5.02	81.67	3.55	80.09	5.98	79.83
4.27	88.81	5.23	89.09	3.70	87.37	6.14	87.09
4.42	96.21	5.46	96.52	3.79	94.65	6.27	94.34
4.57	103.62	5.72	103.94	3.92	101.93	6.40	101.60
4.72	111.02	5.87	111.37	4.01	109.21	6.51	108.86
4.90	118.42	6.00	118.79	4.11	116.50	6.62	116.11
5.03	125.82	6.19	126.22	4.23	123.78	6.75	123.37
5.15	133.22	6.37	133.64	4.33	131.06	6.85	130.63
5.30	140.62	6.52	141.07	4.40	138.34	6.96	137.89
5.43	148.02	6.68	148.49	4.50	145.62	7.09	145.14
5.55	155.42	6.81	155.91	4.62	152.90	7.20	152.40
5.68	162.82	6.96	163.34	4.69	160.18	7.33	159.66
5.78	170.23	7.09	170.76	4.79	167.46	7.41	166.91
5.91	177.63	7.25	178.19	4.89	174.74	7.54	174.17
6.01	185.03	7.40	185.61	4.99	182.02	7.67	181.43
6.13	192.43	7.53	193.04	5.08	189.31	7.80	188.69
6.23	199.83	7.69	200.46	5.18	196.59	7.93	195.94
6.33	207.23	7.87	207.89	5.28	203.87	8.01	203.20
6.43	214.63	8.02	215.31	5.37	211.15	8.14	210.46
6.56	222.03	8.13	222.74	5.47	218.43	8.25	217.71
6.68	229.43	8.26	230.16	5.57	225.71	8.35	224.97
6.81	236.84	8.39	237.58	5.64	232.99	8.46	232.23
6.96	244.24	8.54	245.01	5.74	240.27	8.57	239.49
7.06	251.64	8.70	252.43	5.84	247.55	8.70	246.74
7.21	259.04	8.85	259.86	5.98	254.83	8.83	254.00
7.41	266.44	9.19	263.57	6.13	262.12	8.93	261.26
7.59	273.84			6.23	269.40	9.12	268.51
7.97	279.39			6.52	276.68	9.54	273.96
				6.81	280.32		

Fuente. Elaboración propia.

**Figura 52: Gráfica de esfuerzo vs deformación concreto usando Sika 32 en las juntas de 0°**



*Fuente. Elaboración propia.*



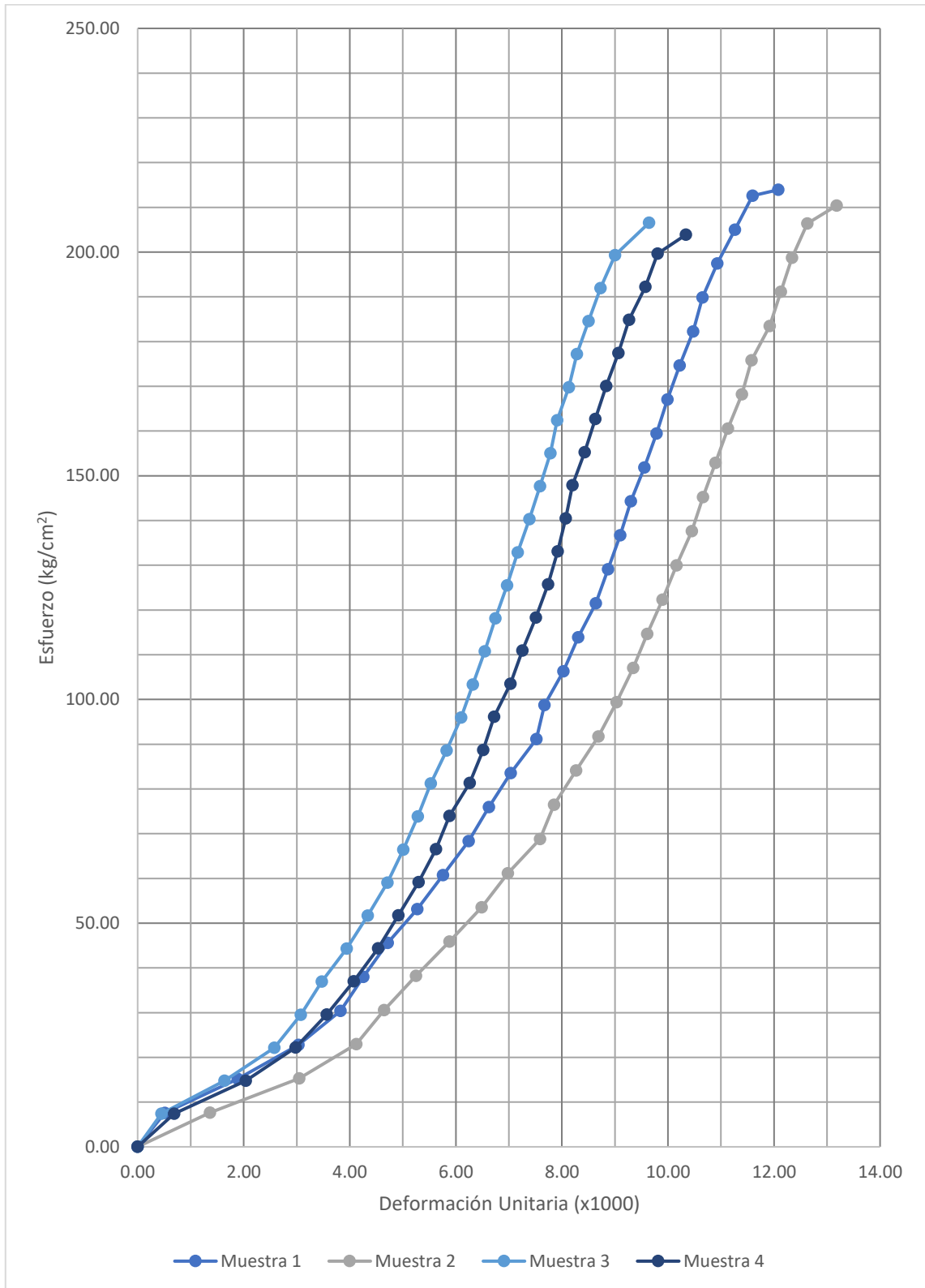
### 5.1.3 Deformación en Grupo C1:

**Tabla 115: Deformación concreto usando lechada en las juntas de 45°**

MUESTRA 1		MUESTRA 2		MUESTRA 3		MUESTRA 4	
Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.51	7.59	1.37	7.64	0.45	7.38	0.69	7.39
1.89	15.19	3.05	15.29	1.64	14.76	2.04	14.79
3.03	22.78	4.12	22.93	2.58	22.15	2.98	22.18
3.82	30.37	4.65	30.58	3.07	29.53	3.56	29.58
4.26	37.97	5.25	38.22	3.47	36.91	4.07	36.97
4.71	45.56	5.88	45.87	3.94	44.29	4.53	44.36
5.27	53.15	6.48	53.51	4.34	51.68	4.91	51.76
5.76	60.74	6.98	61.15	4.71	59.06	5.30	59.15
6.24	68.34	7.59	68.80	5.01	66.44	5.63	66.54
6.63	75.93	7.85	76.44	5.28	73.82	5.88	73.94
7.03	83.52	8.27	84.09	5.53	81.20	6.26	81.33
7.52	91.12	8.69	91.73	5.83	88.59	6.52	88.73
7.67	98.71	9.03	99.38	6.10	95.97	6.72	96.12
8.03	106.30	9.35	107.02	6.32	103.35	7.03	103.51
8.31	113.90	9.61	114.66	6.55	110.73	7.26	110.91
8.64	121.49	9.90	122.31	6.74	118.12	7.51	118.30
8.87	129.08	10.16	129.95	6.97	125.50	7.74	125.70
9.10	136.67	10.45	137.60	7.17	132.88	7.92	133.09
9.30	144.27	10.66	145.24	7.39	140.26	8.07	140.48
9.56	151.86	10.89	152.89	7.59	147.64	8.20	147.88
9.79	159.45	11.13	160.53	7.79	155.03	8.43	155.27
9.99	167.05	11.39	168.18	7.91	162.41	8.63	162.66
10.22	174.64	11.58	175.82	8.13	169.79	8.84	170.06
10.47	182.23	11.92	183.46	8.28	177.17	9.06	177.45
10.65	189.83	12.13	191.11	8.50	184.56	9.27	184.85
10.93	197.42	12.34	198.75	8.73	191.94	9.57	192.24
11.26	205.01	12.63	206.40	9.00	199.32	9.80	199.63
11.59	212.60	13.18	210.38	9.64	206.56	10.34	203.86
12.08	213.92						

*Fuente. Elaboración propia.*

**Figura 53: Gráfica de esfuerzo vs deformación concreto usando lechada en las juntas de 45°**



*Fuente. Elaboración propia.*

### 5.1.4 Deformación en Grupo C2:

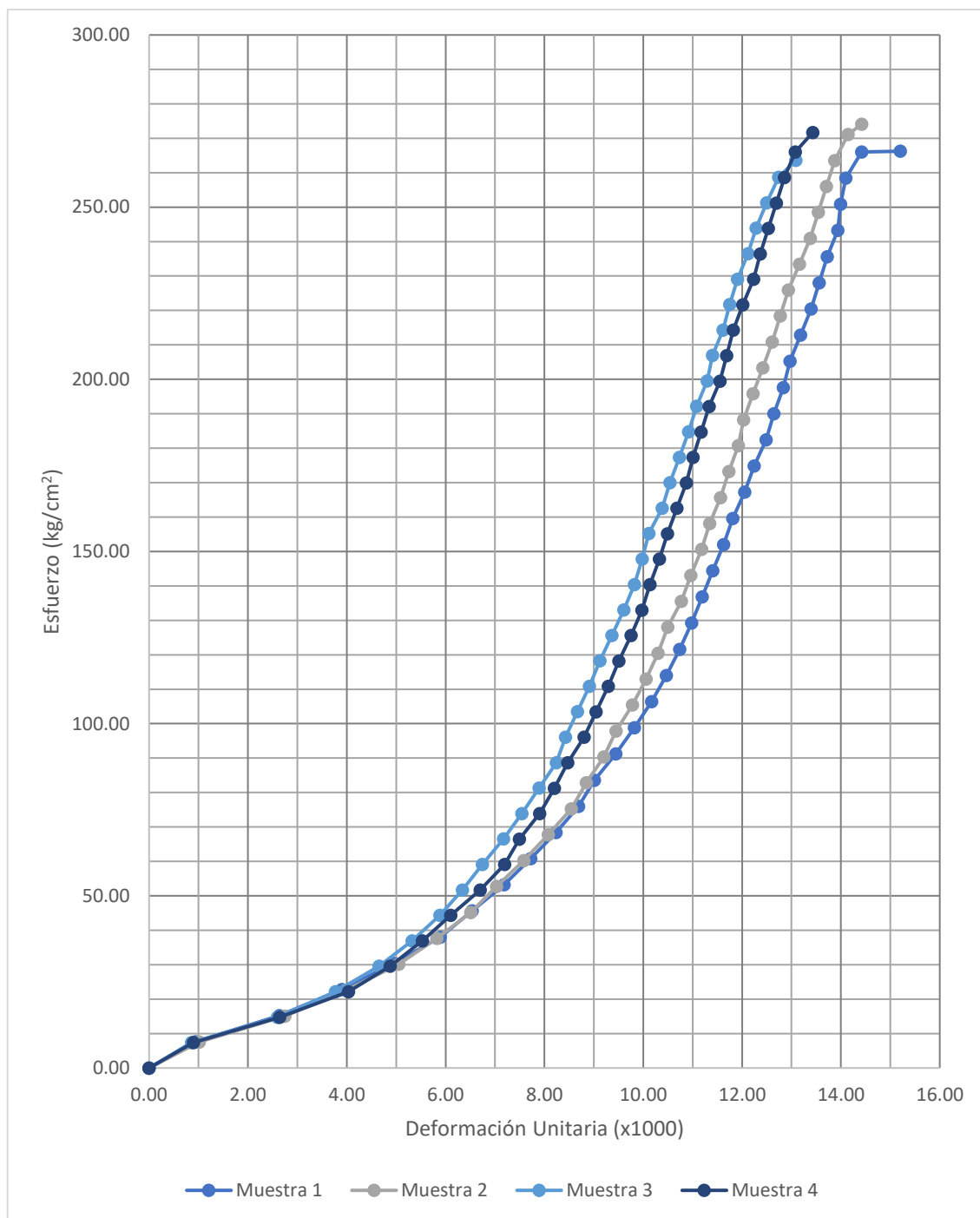
**Tabla 116: Deformación concreto usando lechada en las juntas de 0°**

MUESTRA 1		MUESTRA 2		MUESTRA 3		MUESTRA 4	
Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.94	7.60	1.02	7.53	0.86	7.39	0.90	7.39
2.64	15.20	2.75	15.06	2.60	14.78	2.64	14.78
3.90	22.80	3.98	22.59	3.77	22.17	4.03	22.17
4.95	30.40	5.05	30.12	4.66	29.56	4.88	29.55
5.89	38.01	5.82	37.65	5.32	36.95	5.53	36.94
6.54	45.61	6.51	45.18	5.89	44.34	6.10	44.33
7.18	53.21	7.03	52.71	6.34	51.73	6.70	51.72
7.72	60.81	7.58	60.24	6.74	59.12	7.19	59.11
8.23	68.41	8.08	67.77	7.17	66.51	7.49	66.50
8.69	76.01	8.54	75.30	7.55	73.90	7.90	73.89
9.01	83.61	8.85	82.83	7.89	81.29	8.20	81.27
9.44	91.21	9.20	90.36	8.24	88.69	8.47	88.66
9.82	98.81	9.45	97.89	8.43	96.08	8.80	96.05
10.17	106.42	9.78	105.42	8.67	103.47	9.05	103.44
10.47	114.02	10.05	112.95	8.91	110.86	9.29	110.83
10.74	121.62	10.30	120.48	9.12	118.25	9.51	118.22
10.98	129.22	10.49	128.01	9.37	125.64	9.75	125.60
11.19	136.82	10.77	135.54	9.61	133.03	9.97	132.99
11.41	144.42	10.96	143.07	9.82	140.42	10.13	140.38
11.62	152.02	11.18	150.60	9.98	147.81	10.33	147.77
11.81	159.62	11.34	158.13	10.11	155.20	10.49	155.16
12.05	167.22	11.56	165.67	10.38	162.59	10.68	162.55
12.24	174.83	11.73	173.20	10.54	169.98	10.87	169.94
12.48	182.43	11.92	180.73	10.73	177.37	11.01	177.32
12.65	190.03	12.03	188.26	10.92	184.76	11.17	184.71
12.83	197.63	12.22	195.79	11.08	192.15	11.33	192.10
12.97	205.23	12.42	203.32	11.29	199.54	11.55	199.49
13.18	212.83	12.61	210.85	11.40	206.93	11.69	206.88
13.40	220.43	12.77	218.38	11.61	214.32	11.82	214.27
13.56	228.03	12.94	225.91	11.75	221.71	12.01	221.66
13.72	235.63	13.16	233.44	11.91	229.10	12.23	229.04
13.94	243.24	13.38	240.97	12.12	236.49	12.37	236.43
13.99	250.84	13.54	248.50	12.28	243.88	12.53	243.82

14.10	258.44	13.71	256.03	12.50	251.28	12.70	251.21
14.42	266.04	13.87	263.56	12.74	258.67	12.86	258.60
15.20	266.23	14.15	271.09	13.08	263.57	13.08	265.99
		14.42	274.07			13.43	271.71

Fuente. Elaboración propia.

**Figura 54: Gráfica de esfuerzo vs deformación concreto usando lechada en las juntas de 0°**



Fuente. Elaboración propia.

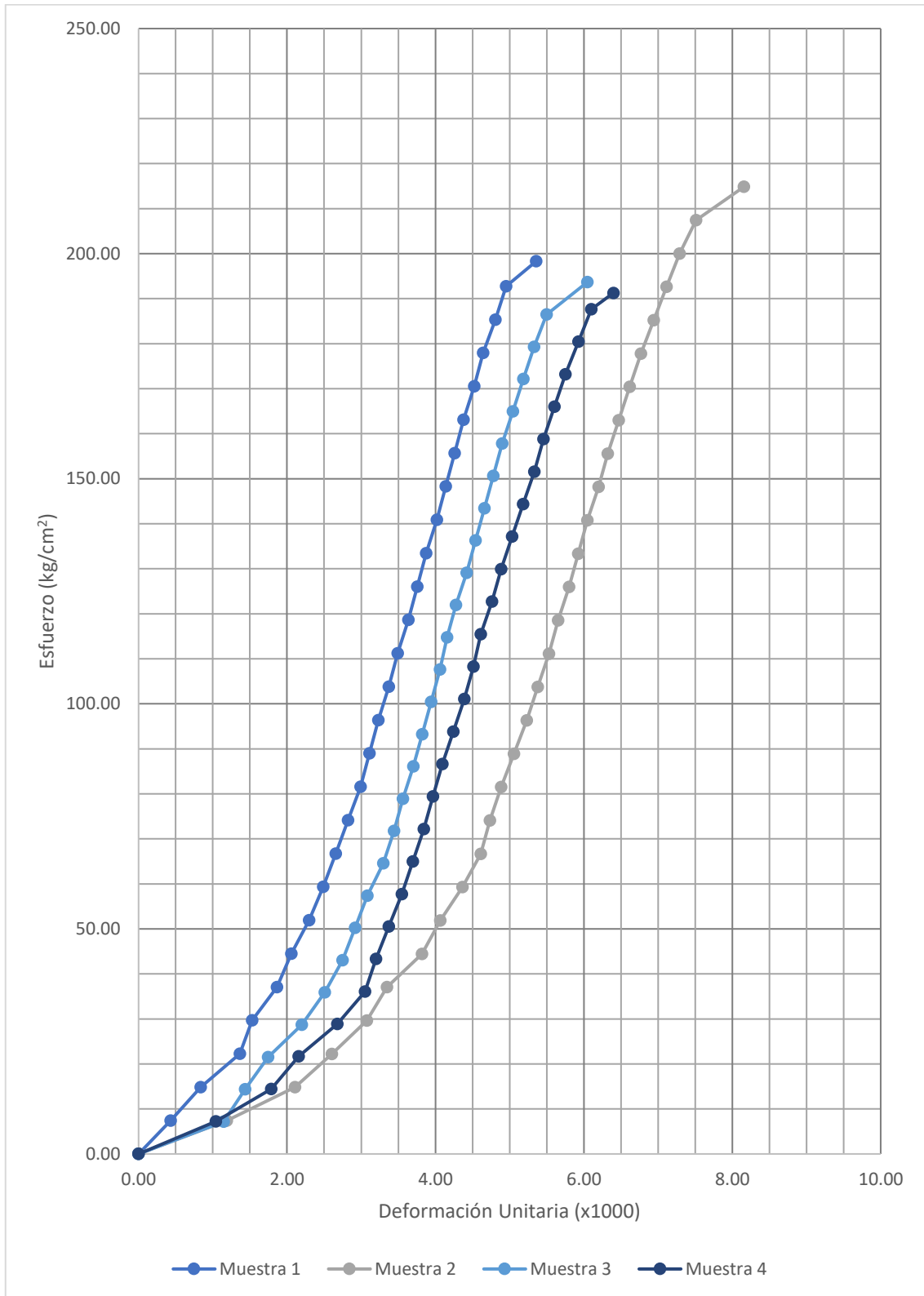
### 5.1.5 Deformación en Grupo D1:

**Tabla 117: Deformación concreto sin usar puente adherente en las juntas de 45°**

MUESTRA 1		MUESTRA 2		MUESTRA 3		MUESTRA 4	
Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.43	7.41	1.19	7.41	1.15	7.17	1.04	7.22
0.84	14.83	2.11	14.82	1.43	14.34	1.79	14.43
1.36	22.24	2.60	22.22	1.74	21.52	2.16	21.65
1.53	29.65	3.07	29.63	2.20	28.69	2.68	28.87
1.87	37.07	3.35	37.04	2.51	35.86	3.05	36.09
2.06	44.48	3.82	44.45	2.75	43.03	3.20	43.30
2.30	51.90	4.07	51.86	2.92	50.21	3.37	50.52
2.49	59.31	4.36	59.26	3.08	57.38	3.55	57.74
2.66	66.72	4.61	66.67	3.30	64.55	3.69	64.95
2.82	74.14	4.74	74.08	3.44	71.72	3.84	72.17
2.99	81.55	4.88	81.49	3.56	78.90	3.97	79.39
3.11	88.96	5.06	88.90	3.70	86.07	4.09	86.61
3.23	96.38	5.23	96.30	3.82	93.24	4.24	93.82
3.37	103.79	5.38	103.71	3.94	100.41	4.39	101.04
3.49	111.21	5.53	111.12	4.06	107.59	4.51	108.26
3.64	118.62	5.65	118.53	4.16	114.76	4.61	115.47
3.76	126.03	5.80	125.94	4.28	121.93	4.76	122.69
3.88	133.45	5.92	133.34	4.42	129.10	4.89	129.91
4.02	140.86	6.05	140.75	4.54	136.28	5.03	137.13
4.14	148.27	6.20	148.16	4.66	143.45	5.18	144.34
4.26	155.69	6.32	155.57	4.78	150.62	5.33	151.56
4.38	163.10	6.47	162.98	4.90	157.79	5.46	158.78
4.52	170.51	6.62	170.38	5.04	164.97	5.60	165.99
4.64	177.93	6.77	177.79	5.19	172.14	5.75	173.21
4.81	185.34	6.94	185.20	5.33	179.31	5.93	180.43
4.95	192.76	7.11	192.61	5.50	186.48	6.10	187.65
5.36	198.32	7.29	200.02	6.05	193.66	6.40	191.26
		7.51	207.42				
		8.16	214.83				

Fuente. Elaboración propia.

**Figura 55: Gráfica de esfuerzo vs deformación concreto sin usar puente adherente en las juntas de 45°**



*Fuente. Elaboración propia.*

### 5.1.6 Deformación en Grupo D2:

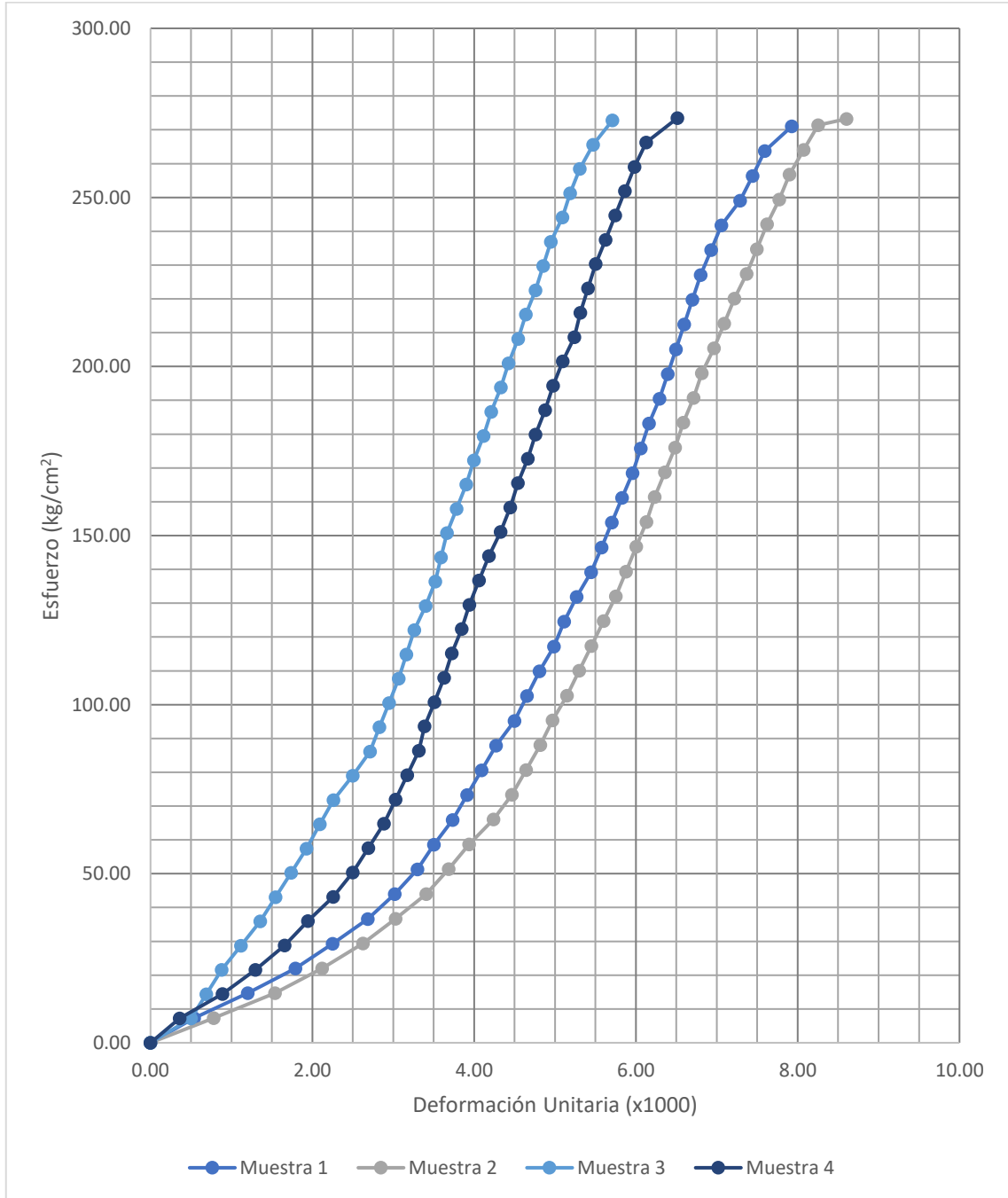
**Tabla 118: Deformación concreto sin usar puente adherente en las juntas de 0°**

MUESTRA 1		MUESTRA 2		MUESTRA 3		MUESTRA 4	
Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.54	7.33	0.78	7.34	0.50	7.18	0.36	7.20
1.20	14.65	1.54	14.67	0.69	14.36	0.89	14.39
1.79	21.98	2.12	22.01	0.88	21.53	1.30	21.59
2.25	29.30	2.62	29.34	1.12	28.71	1.66	28.79
2.68	36.63	3.03	36.68	1.36	35.89	1.95	35.98
3.02	43.95	3.41	44.01	1.55	43.07	2.26	43.18
3.30	51.28	3.68	51.35	1.74	50.25	2.50	50.38
3.50	58.60	3.94	58.68	1.93	57.43	2.69	57.57
3.73	65.93	4.24	66.02	2.09	64.60	2.88	64.77
3.91	73.25	4.47	73.35	2.26	71.78	3.03	71.97
4.09	80.58	4.64	80.69	2.50	78.96	3.17	79.16
4.27	87.90	4.82	88.02	2.71	86.14	3.32	86.36
4.50	95.23	4.97	95.36	2.83	93.32	3.39	93.56
4.65	102.55	5.15	102.70	2.95	100.50	3.51	100.75
4.81	109.88	5.30	110.03	3.07	107.67	3.63	107.95
4.99	117.20	5.45	117.37	3.16	114.85	3.73	115.15
5.11	124.53	5.60	124.70	3.26	122.03	3.85	122.34
5.27	131.85	5.75	132.04	3.40	129.21	3.94	129.54
5.45	139.18	5.88	139.37	3.52	136.39	4.06	136.74
5.57	146.50	6.01	146.71	3.59	143.57	4.18	143.93
5.70	153.83	6.13	154.04	3.66	150.74	4.33	151.13
5.83	161.15	6.23	161.38	3.78	157.92	4.45	158.33
5.96	168.48	6.36	168.71	3.90	165.10	4.54	165.52
6.06	175.80	6.49	176.05	4.00	172.28	4.66	172.72
6.16	183.13	6.59	183.38	4.12	179.46	4.76	179.92
6.29	190.45	6.71	190.72	4.21	186.64	4.88	187.11
6.39	197.78	6.81	198.06	4.33	193.81	4.97	194.31
6.50	205.11	6.96	205.39	4.42	200.99	5.10	201.51
6.60	212.43	7.09	212.73	4.54	208.17	5.24	208.70
6.70	219.76	7.22	220.06	4.64	215.35	5.31	215.90
6.80	227.08	7.37	227.40	4.76	222.53	5.41	223.10
6.93	234.41	7.49	234.73	4.85	229.70	5.50	230.29
7.06	241.73	7.62	242.07	4.95	236.88	5.62	237.49
7.29	249.06	7.77	249.40	5.09	244.06	5.74	244.69

7.44	256.38	7.90	256.74	5.19	251.24	5.86	251.88
7.59	263.71	8.07	264.07	5.31	258.42	5.98	259.08
7.93	271.03	8.25	271.41	5.47	265.60	6.13	266.28
	8.60	273.24	5.71	272.77	6.51	273.47	

Fuente. Elaboración propia.

**Figura 56: Gráfica de esfuerzo vs deformación concreto sin usar puente adherente en las juntas de 0°**



Fuente. Elaboración propia.



## 5.2 ESFUERZOS DEFORMACIÓN PARA 6 HORAS:

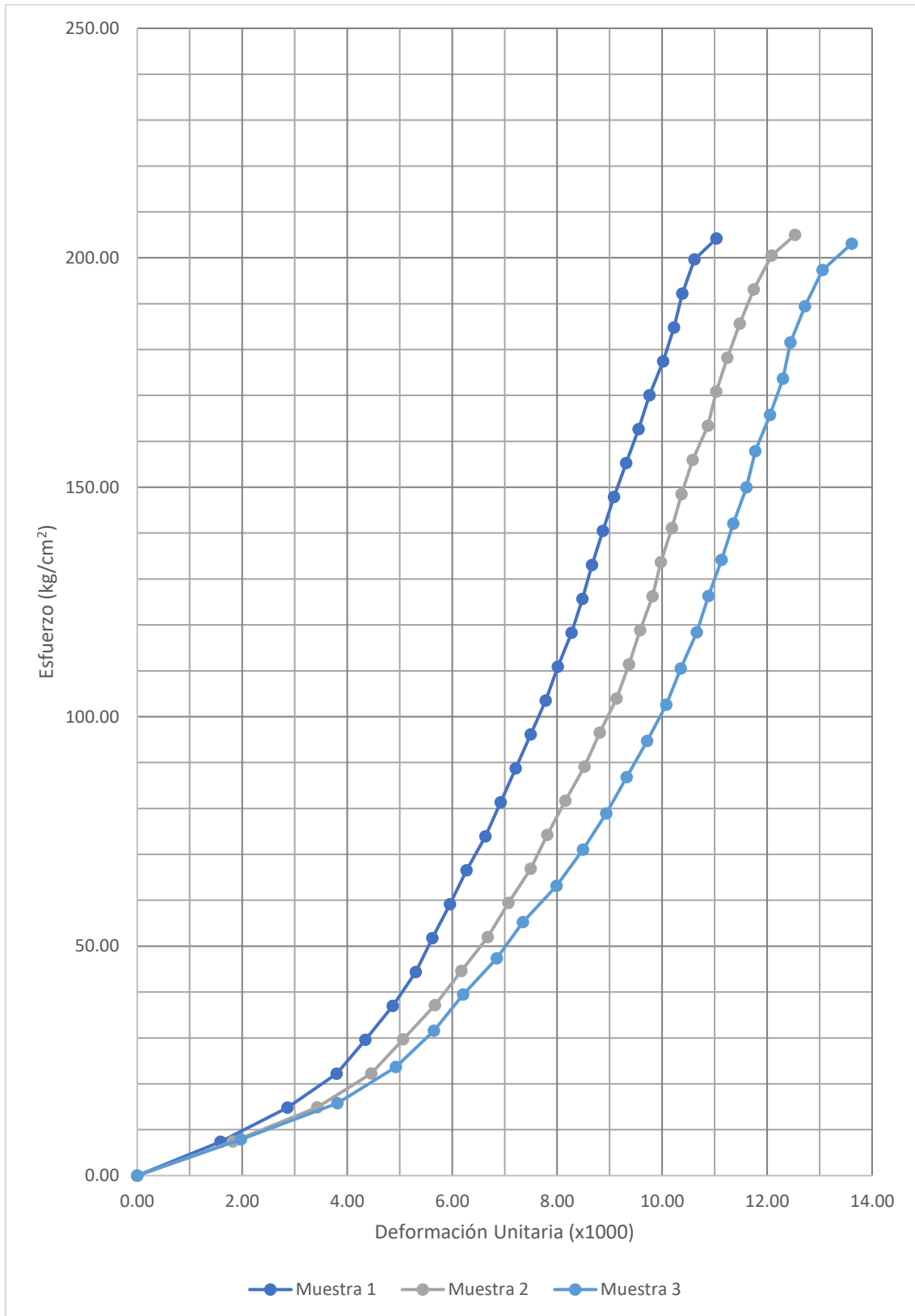
### 5.2.1 Deformación en Grupo A:

Tabla 119: Deformación de patrón de concreto usados en las juntas de 45°

MUESTRA 1		MUESTRA 2		MUESTRA 3	
Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.59	7.39	1.82	7.43	1.98	7.89
2.86	14.78	3.43	14.85	3.81	15.79
3.80	22.18	4.46	22.28	4.93	23.68
4.35	29.57	5.07	29.70	5.65	31.57
4.87	36.96	5.67	37.13	6.21	39.46
5.31	44.35	6.17	44.55	6.85	47.36
5.62	51.75	6.68	51.98	7.35	55.25
5.96	59.14	7.07	59.40	7.99	63.14
6.27	66.53	7.49	66.83	8.49	71.03
6.63	73.92	7.81	74.26	8.94	78.93
6.92	81.32	8.15	81.68	9.32	86.82
7.21	88.71	8.52	89.11	9.71	94.71
7.49	96.10	8.81	96.53	10.08	102.60
7.78	103.49	9.13	103.96	10.35	110.50
8.01	110.89	9.37	111.38	10.66	118.39
8.27	118.28	9.58	118.81	10.88	126.28
8.48	125.67	9.82	126.23	11.13	134.18
8.66	133.06	9.97	133.66	11.36	142.07
8.87	140.46	10.19	141.08	11.61	149.96
9.08	147.85	10.37	148.51	11.77	157.85
9.31	155.24	10.58	155.94	12.05	165.75
9.55	162.63	10.87	163.36	12.30	173.64
9.76	170.02	11.03	170.79	12.44	181.53
10.02	177.42	11.24	178.21	12.72	189.42
10.23	184.81	11.48	185.64	13.05	197.32
10.38	192.20	11.74	193.06	13.61	203.06
10.62	199.59	12.08	200.49		
11.03	204.16	12.53	205.00		

Fuente. Elaboración propia.

**Figura 57: Gráfica de esfuerzo vs deformación unitaria de patrón de concreto usados en las juntas de 45°**



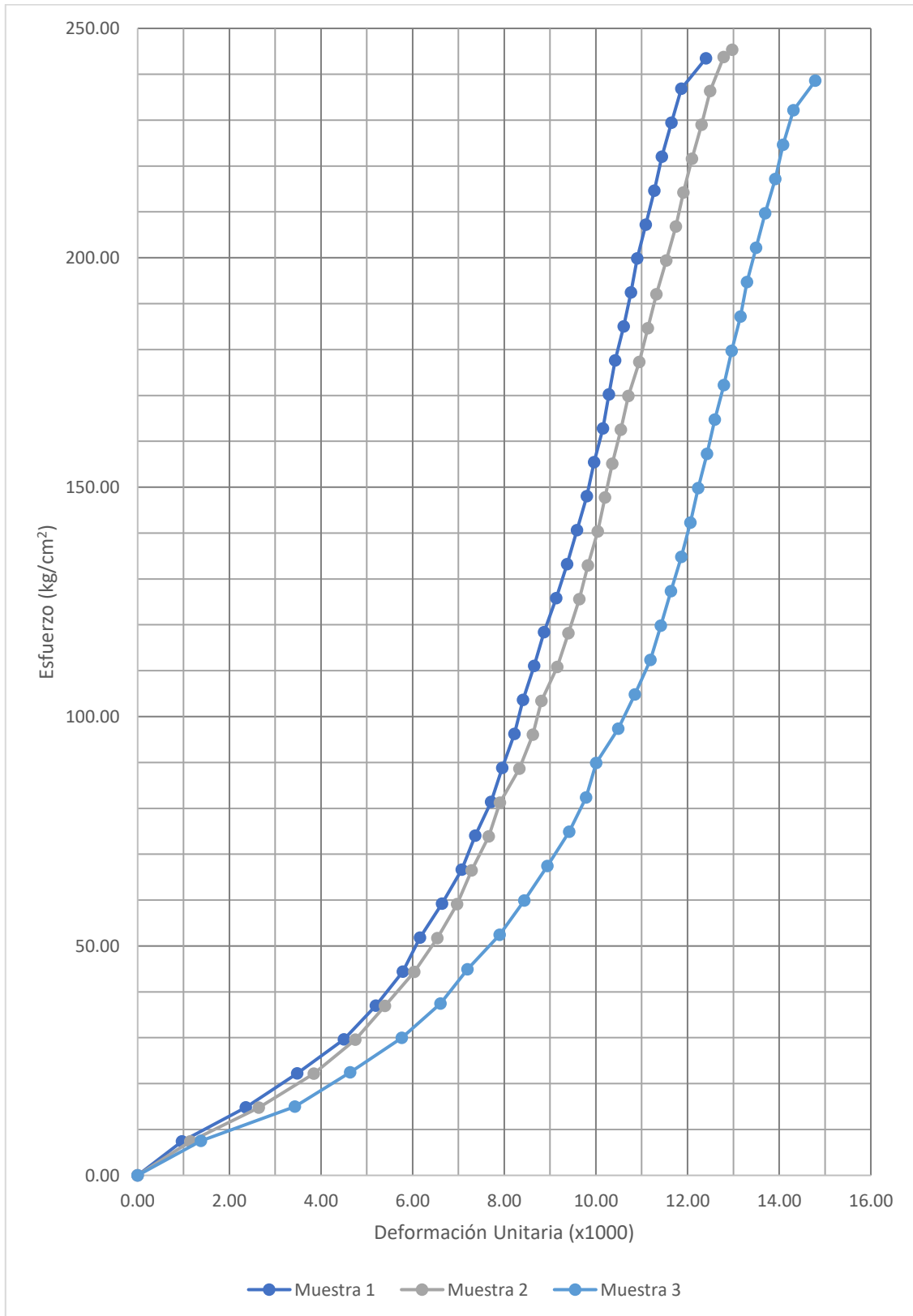
*Fuente. Elaboración propia.*

**Tabla 120: Deformación de patrón de concreto usados en las juntas de 0°**

MUESTRA 1		MUESTRA 2		MUESTRA 3	
Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.96	7.40	1.15	7.39	1.38	7.49
2.36	14.80	2.64	14.77	3.43	14.98
3.48	22.20	3.84	22.16	4.64	22.46
4.50	29.60	4.75	29.54	5.76	29.95
5.20	37.00	5.39	36.93	6.61	37.44
5.79	44.40	6.03	44.32	7.20	44.93
6.16	51.80	6.54	51.70	7.90	52.42
6.64	59.21	6.97	59.09	8.43	59.90
7.07	66.61	7.29	66.47	8.94	67.39
7.37	74.01	7.66	73.86	9.42	74.88
7.71	81.41	7.90	81.24	9.78	82.37
7.95	88.81	8.33	88.63	10.01	89.86
8.22	96.21	8.62	96.02	10.49	97.34
8.41	103.61	8.81	103.40	10.85	104.83
8.65	111.01	9.16	110.79	11.19	112.32
8.87	118.41	9.40	118.17	11.41	119.81
9.13	125.81	9.64	125.56	11.64	127.30
9.37	133.21	9.83	132.95	11.86	134.78
9.59	140.61	10.04	140.33	12.06	142.27
9.80	148.01	10.20	147.72	12.23	149.76
9.96	155.41	10.36	155.10	12.43	157.25
10.15	162.81	10.55	162.49	12.60	164.74
10.28	170.21	10.71	169.87	12.79	172.22
10.42	177.62	10.95	177.26	12.96	179.71
10.61	185.02	11.13	184.65	13.16	187.20
10.77	192.42	11.32	192.03	13.30	194.69
10.90	199.82	11.53	199.42	13.50	202.18
11.09	207.22	11.75	206.80	13.69	209.66
11.28	214.62	11.91	214.19	13.92	217.15
11.44	222.02	12.09	221.58	14.09	224.64
11.65	229.42	12.31	228.96	14.31	232.13
11.86	236.82	12.50	236.35	14.79	238.58
12.40	243.45	12.79	243.73		
		12.98	245.35		

*Fuente. Elaboración propia.*

**Figura 58: Gráfica de esfuerzo vs deformación unitaria de patrón de concreto usados en las juntas de 0°**



*Fuente. Elaboración propia.*

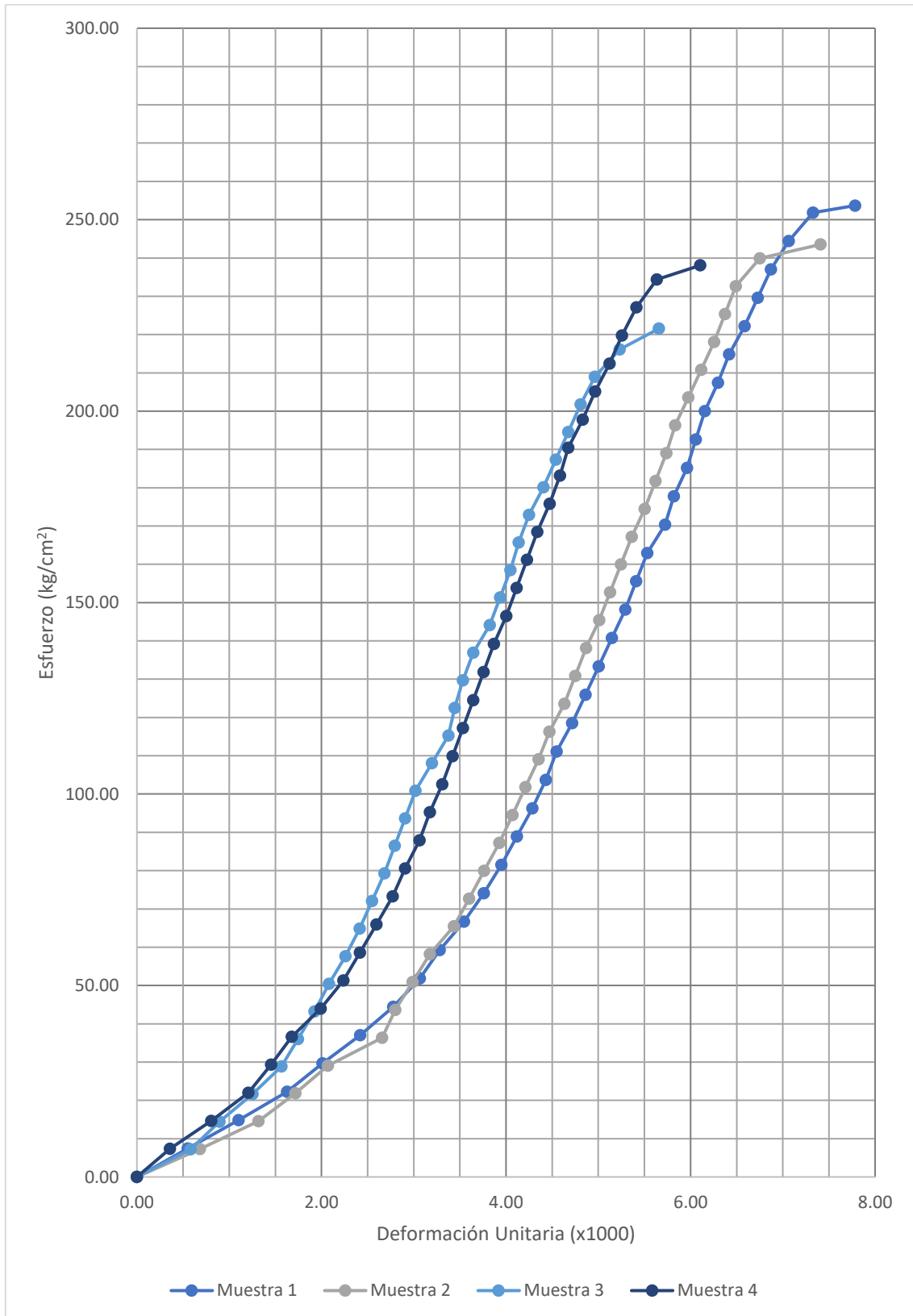
### 5.2.2 Deformación en Grupo B1:

**Tabla 121: Deformación concreto usando Sika 32 en las juntas de 45°**

MUESTRA 1		MUESTRA 2		MUESTRA 3		MUESTRA 4	
Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.55	7.41	0.68	7.27	0.58	7.20	0.36	7.33
1.10	14.81	1.32	14.54	0.89	14.41	0.81	14.65
1.63	22.22	1.72	21.81	1.25	21.61	1.21	21.98
2.01	29.63	2.07	29.08	1.57	28.82	1.45	29.30
2.42	37.03	2.66	36.35	1.74	36.02	1.68	36.63
2.78	44.44	2.80	43.62	1.92	43.23	1.99	43.95
3.06	51.85	2.99	50.88	2.08	50.43	2.24	51.28
3.28	59.25	3.18	58.15	2.26	57.64	2.42	58.60
3.54	66.66	3.43	65.42	2.41	64.84	2.59	65.93
3.76	74.07	3.60	72.69	2.55	72.05	2.77	73.25
3.95	81.47	3.76	79.96	2.68	79.25	2.91	80.58
4.12	88.88	3.93	87.23	2.79	86.46	3.06	87.90
4.29	96.29	4.07	94.50	2.91	93.66	3.18	95.23
4.43	103.70	4.21	101.77	3.02	100.86	3.31	102.55
4.55	111.10	4.35	109.04	3.20	108.07	3.42	109.88
4.72	118.51	4.47	116.31	3.38	115.27	3.53	117.20
4.86	125.92	4.63	123.58	3.44	122.48	3.64	124.53
5.00	133.32	4.75	130.85	3.53	129.68	3.76	131.85
5.15	140.73	4.87	138.12	3.64	136.89	3.87	139.18
5.29	148.14	5.01	145.39	3.82	144.09	4.00	146.50
5.41	155.54	5.13	152.65	3.94	151.30	4.11	153.83
5.53	162.95	5.24	159.92	4.05	158.50	4.23	161.15
5.72	170.36	5.36	167.19	4.14	165.71	4.34	168.48
5.82	177.76	5.50	174.46	4.25	172.91	4.47	175.80
5.96	185.17	5.62	181.73	4.40	180.12	4.58	183.13
6.06	192.58	5.74	189.00	4.54	187.32	4.67	190.45
6.15	199.98	5.83	196.27	4.67	194.52	4.83	197.78
6.30	207.39	5.97	203.54	4.81	201.73	4.96	205.10
6.42	214.80	6.12	210.81	4.96	208.93	5.12	212.43
6.58	222.20	6.26	218.08	5.23	216.14	5.26	219.75
6.73	229.61	6.37	225.35	5.66	221.54	5.41	227.08
6.87	237.02	6.49	232.62			5.64	234.40
7.06	244.42	6.75	239.89			6.10	238.06
7.33	251.83	7.41	243.52				
7.78	253.68						

Fuente. Elaboración propia.

**Figura 59: Gráfica de esfuerzo vs deformación concreto usando Sika 32 en las juntas de 45°**



*Fuente. Elaboración propia.*

### 5.2.3 Deformación en Grupo B2:

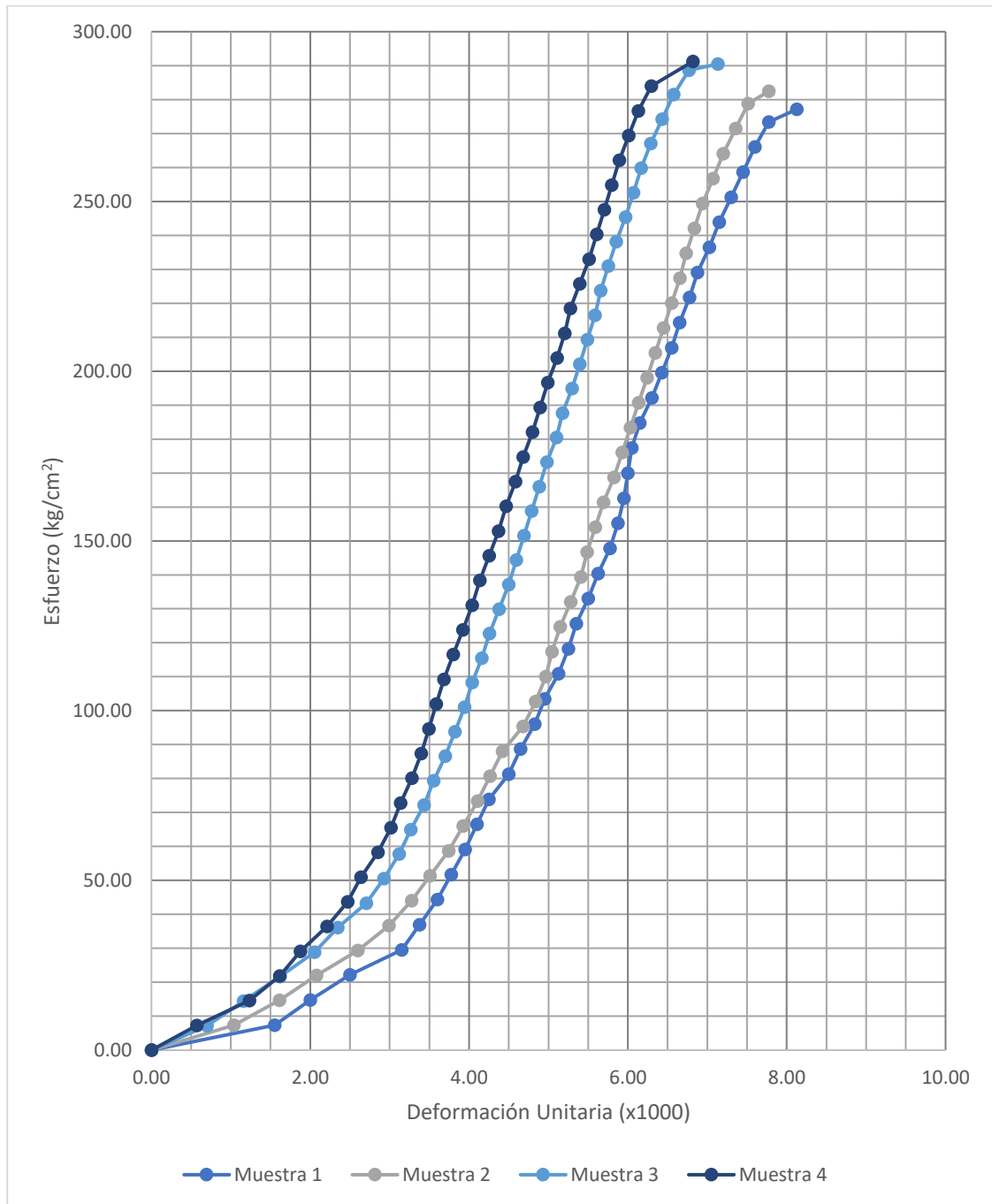
**Tabla 122: Deformación concreto usando Sika 32 en las juntas de 0°**

MUESTRA 1		MUESTRA 2		MUESTRA 3		MUESTRA 4	
Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.55	7.39	1.04	7.34	0.70	7.22	0.57	7.28
2.00	14.78	1.61	14.67	1.16	14.43	1.24	14.56
2.50	22.17	2.08	22.01	1.62	21.65	1.62	21.84
3.15	29.56	2.60	29.35	2.06	28.87	1.88	29.13
3.38	36.95	2.99	36.68	2.35	36.09	2.21	36.41
3.60	44.34	3.28	44.02	2.71	43.30	2.47	43.69
3.78	51.73	3.51	51.35	2.93	50.52	2.64	50.97
3.95	59.12	3.74	58.69	3.12	57.74	2.85	58.25
4.10	66.51	3.93	66.03	3.26	64.95	3.02	65.53
4.25	73.90	4.11	73.36	3.43	72.17	3.14	72.81
4.50	81.29	4.26	80.70	3.55	79.39	3.28	80.09
4.65	88.68	4.42	88.04	3.70	86.61	3.40	87.38
4.83	96.07	4.68	95.37	3.82	93.82	3.49	94.66
4.95	103.46	4.84	102.71	3.94	101.04	3.59	101.94
5.13	110.85	4.97	110.04	4.04	108.26	3.68	109.22
5.25	118.24	5.04	117.38	4.16	115.47	3.80	116.50
5.35	125.63	5.15	124.72	4.26	122.69	3.92	123.78
5.50	133.02	5.28	132.05	4.38	129.91	4.04	131.06
5.63	140.41	5.41	139.39	4.50	137.13	4.13	138.35
5.78	147.80	5.49	146.73	4.59	144.34	4.25	145.63
5.88	155.19	5.59	154.06	4.69	151.56	4.37	152.91
5.95	162.58	5.69	161.40	4.79	158.78	4.47	160.19
6.00	169.97	5.82	168.74	4.88	165.99	4.59	167.47
6.05	177.36	5.93	176.07	4.98	173.21	4.68	174.75
6.15	184.75	6.03	183.41	5.10	180.43	4.80	182.03
6.30	192.14	6.14	190.74	5.17	187.65	4.89	189.31
6.43	199.53	6.24	198.08	5.30	194.86	4.99	196.60
6.55	206.92	6.34	205.42	5.39	202.08	5.11	203.88
6.65	214.31	6.45	212.75	5.49	209.30	5.20	211.16
6.78	221.70	6.55	220.09	5.59	216.51	5.28	218.44
6.88	229.09	6.66	227.43	5.66	223.73	5.39	225.72
7.03	236.48	6.73	234.76	5.76	230.95	5.51	233.00
7.15	243.87	6.84	242.10	5.85	238.17	5.61	240.28
7.30	251.26	6.94	249.43	5.97	245.38	5.70	247.57
7.45	258.65	7.07	256.77	6.07	252.60	5.80	254.85
7.60	266.04	7.20	264.11	6.17	259.82	5.89	262.13
7.78	273.44	7.36	271.44	6.29	267.03	6.01	269.41

8.13	277.13	7.51	278.78	6.43	274.25	6.13	276.69
		7.77	282.45	6.58	281.47	6.30	283.97
				6.77	288.69	6.82	291.25
				7.13	290.49		

Fuente. Elaboración propia.

**Figura 60: Gráfica de esfuerzo vs deformación concreto usando Sika 32 en las juntas de 0°**



Fuente. Elaboración propia.



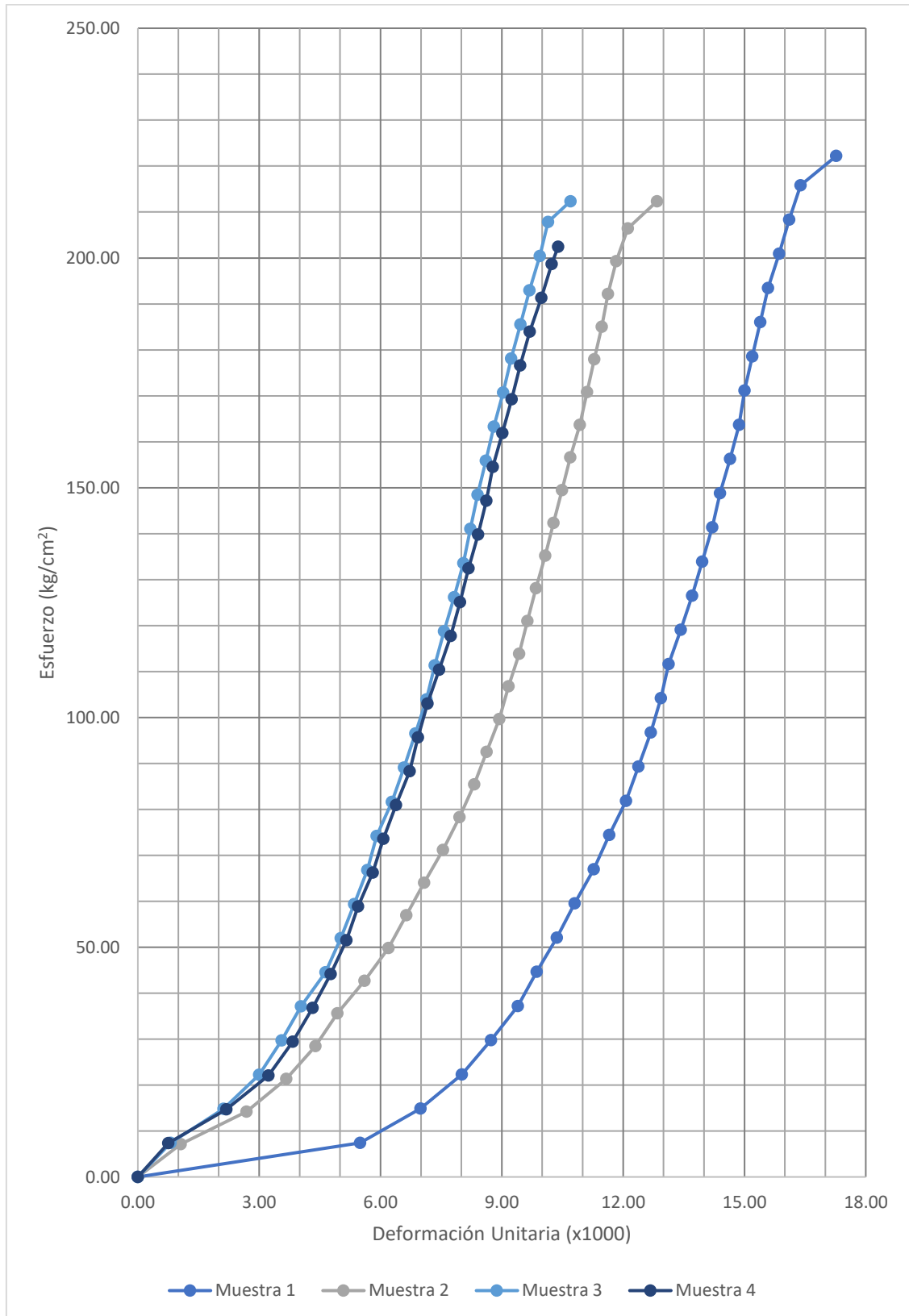
### 5.2.4 Deformación en Grupo C1:

**Tabla 123: Deformación concreto usando lechada en las juntas de 45°**

MUESTRA 1		MUESTRA 2		MUESTRA 3		MUESTRA 4	
Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5.50	7.44	1.06	7.12	0.81	7.42	0.76	7.36
6.99	14.88	2.69	14.23	2.12	14.84	2.19	14.72
8.01	22.32	3.67	21.35	3.00	22.27	3.23	22.08
8.73	29.76	4.39	28.47	3.56	29.69	3.83	29.43
9.39	37.21	4.93	35.59	4.04	37.11	4.32	36.79
9.86	44.65	5.61	42.70	4.64	44.53	4.77	44.15
10.36	52.09	6.20	49.82	5.02	51.95	5.16	51.51
10.80	59.53	6.64	56.94	5.35	59.38	5.44	58.87
11.27	66.97	7.08	64.06	5.68	66.80	5.81	66.23
11.66	74.41	7.54	71.17	5.90	74.22	6.07	73.59
12.07	81.85	7.96	78.29	6.28	81.64	6.38	80.94
12.38	89.29	8.32	85.41	6.58	89.07	6.72	88.30
12.68	96.74	8.63	92.53	6.86	96.49	6.93	95.66
12.93	104.18	8.94	99.64	7.14	103.91	7.16	103.02
13.12	111.62	9.17	106.76	7.34	111.33	7.45	110.38
13.43	119.06	9.43	113.88	7.57	118.75	7.74	117.74
13.71	126.50	9.64	121.00	7.82	126.18	7.97	125.09
13.95	133.94	9.84	128.11	8.05	133.60	8.18	132.45
14.20	141.38	10.07	135.23	8.22	141.02	8.41	139.81
14.40	148.82	10.28	142.35	8.40	148.44	8.62	147.17
14.64	156.26	10.49	149.47	8.60	155.86	8.78	154.53
14.87	163.71	10.69	156.58	8.80	163.29	9.01	161.89
15.00	171.15	10.93	163.70	9.03	170.71	9.25	169.25
15.20	178.59	11.11	170.82	9.23	178.13	9.45	176.60
15.39	186.03	11.29	177.94	9.46	185.55	9.69	183.96
15.58	193.47	11.47	185.05	9.69	192.97	9.98	191.32
15.86	200.91	11.62	192.17	9.94	200.40	10.24	198.68
16.11	208.35	11.83	199.29	10.14	207.82	10.39	202.42
16.39	215.79	12.11	206.41	10.70	212.35		
17.27	222.19	12.84	212.35				

Fuente. Elaboración propia.

**Figura 61: Gráfica de esfuerzo vs deformación concreto usando lechada en las juntas de 45°**



*Fuente. Elaboración propia.*

### 5.2.5 Deformación en Grupo C2:

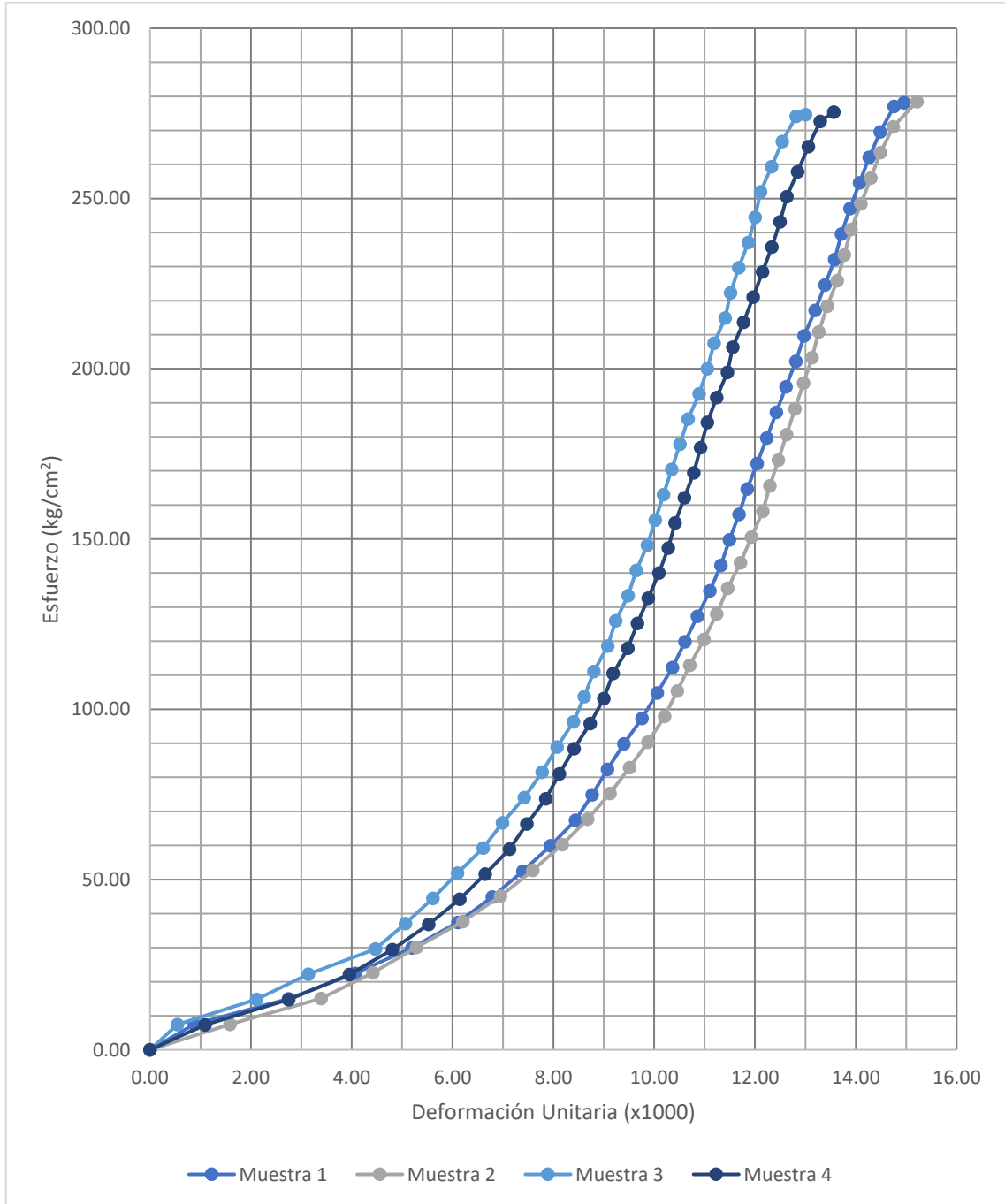
**Tabla 124: Deformación concreto usando lechada en las juntas de 0°**

MUESTRA 1		MUESTRA 2		MUESTRA 3		MUESTRA 4	
Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.88	7.49	1.59	7.53	0.54	7.41	1.09	7.37
2.75	14.98	3.39	15.06	2.11	14.82	2.75	14.74
4.07	22.46	4.42	22.59	3.14	22.23	3.95	22.11
5.20	29.95	5.29	30.12	4.47	29.64	4.81	29.47
6.10	37.44	6.20	37.65	5.07	37.05	5.53	36.84
6.79	44.93	6.95	45.18	5.61	44.46	6.14	44.21
7.39	52.42	7.59	52.71	6.10	51.87	6.65	51.58
7.94	59.90	8.18	60.24	6.61	59.28	7.13	58.95
8.44	67.39	8.68	67.77	6.99	66.69	7.48	66.32
8.77	74.88	9.12	75.30	7.42	74.10	7.85	73.69
9.07	82.37	9.51	82.83	7.78	81.51	8.12	81.06
9.40	89.86	9.87	90.36	8.07	88.92	8.41	88.42
9.76	97.34	10.21	97.89	8.40	96.33	8.73	95.79
10.06	104.83	10.46	105.42	8.62	103.74	9.00	103.16
10.36	112.32	10.71	112.95	8.81	111.15	9.19	110.53
10.61	119.81	10.99	120.48	9.08	118.56	9.48	117.90
10.86	127.30	11.24	128.01	9.24	125.97	9.67	125.27
11.11	134.78	11.46	135.54	9.48	133.38	9.88	132.64
11.33	142.27	11.71	143.06	9.65	140.79	10.09	140.00
11.49	149.76	11.93	150.59	9.86	148.20	10.28	147.37
11.68	157.25	12.16	158.12	10.02	155.61	10.41	154.74
11.85	164.74	12.29	165.65	10.19	163.02	10.60	162.11
12.04	172.22	12.46	173.18	10.35	170.43	10.79	169.48
12.23	179.71	12.63	180.71	10.51	177.84	10.92	176.85
12.42	187.20	12.80	188.24	10.67	185.25	11.05	184.22
12.62	194.69	12.96	195.77	10.89	192.66	11.24	191.59
12.81	202.18	13.13	203.30	11.05	200.07	11.45	198.95
12.97	209.66	13.27	210.83	11.19	207.48	11.56	206.32
13.19	217.15	13.44	218.36	11.41	214.89	11.78	213.69
13.39	224.64	13.63	225.89	11.51	222.30	11.96	221.06
13.58	232.13	13.77	233.42	11.68	229.71	12.15	228.43
13.72	239.62	13.91	240.95	11.87	237.12	12.34	235.80
13.88	247.10	14.10	248.48	12.00	244.53	12.50	243.17
14.07	254.59	14.30	256.01	12.11	251.94	12.63	250.53

14.27	262.08	14.49	263.54	12.33	259.35	12.84	257.90
14.49	269.57	14.74	271.07	12.54	266.76	13.06	265.27
14.76	277.06	15.22	278.50	12.82	274.17	13.30	272.64
14.95	278.15			13.00	274.69	13.56	275.43

Fuente. Elaboración propia.

**Figura 62: Gráfica de esfuerzo vs deformación concreto usando lechada en las juntas de 0°**



Fuente. Elaboración propia.

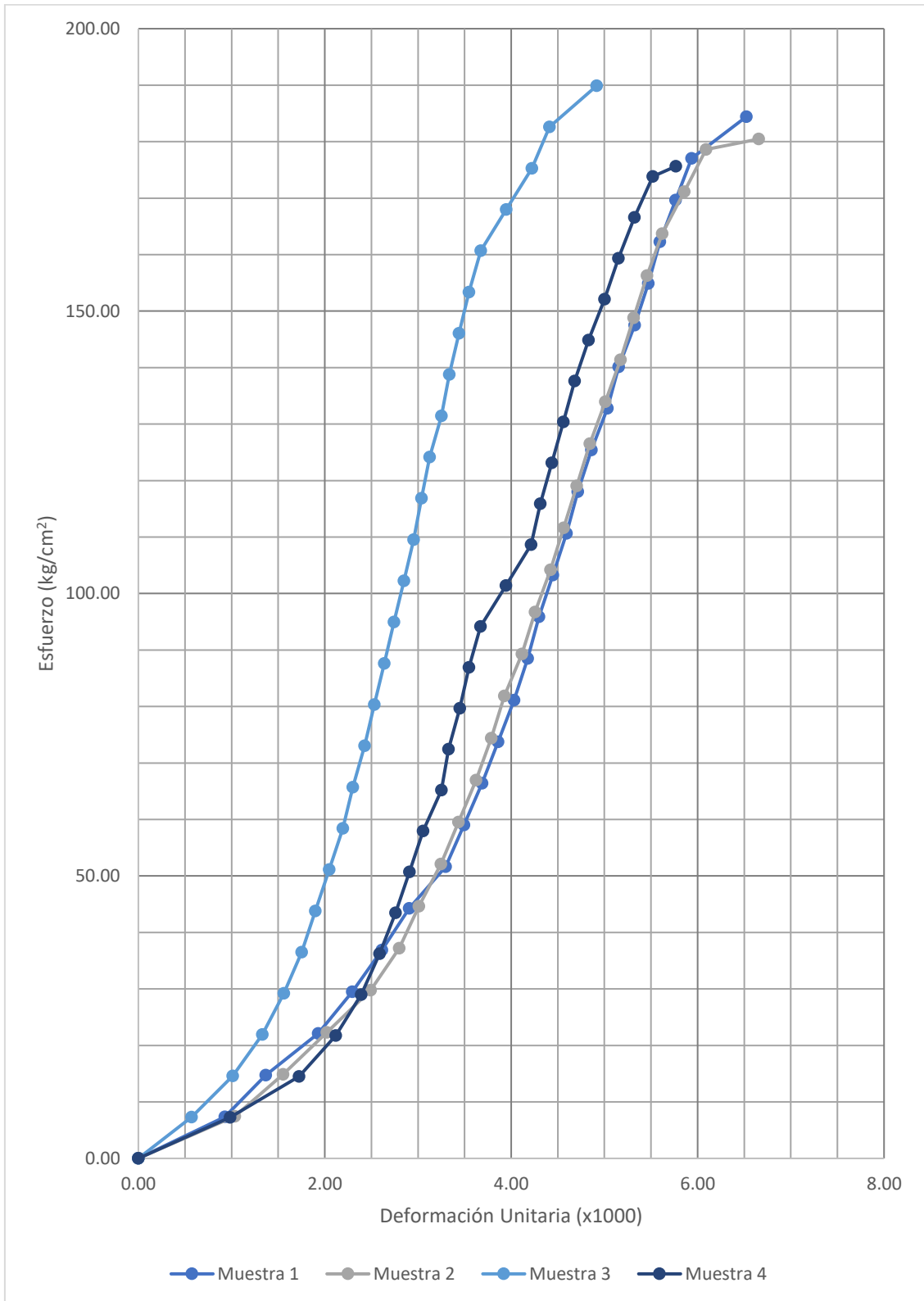
### 5.2.6 Deformación en Grupo D1:

**Tabla 125: Deformación concreto sin usar puente adherente en las juntas de 45°**

MUESTRA 1		MUESTRA 2		MUESTRA 3		MUESTRA 4	
Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.93	7.38	1.03	7.44	0.57	7.30	0.99	7.24
1.37	14.75	1.55	14.88	1.01	14.61	1.72	14.49
1.93	22.13	2.02	22.32	1.33	21.91	2.12	21.73
2.30	29.51	2.49	29.77	1.56	29.22	2.39	28.97
2.61	36.88	2.80	37.21	1.75	36.52	2.59	36.21
2.91	44.26	3.01	44.65	1.90	43.82	2.76	43.46
3.30	51.64	3.25	52.09	2.05	51.13	2.91	50.70
3.49	59.01	3.43	59.53	2.20	58.43	3.06	57.94
3.69	66.39	3.62	66.97	2.30	65.74	3.25	65.18
3.86	73.76	3.79	74.42	2.43	73.04	3.33	72.43
4.03	81.14	3.93	81.86	2.53	80.34	3.45	79.67
4.18	88.52	4.12	89.30	2.64	87.65	3.55	86.91
4.30	95.89	4.26	96.74	2.74	94.95	3.67	94.15
4.45	103.27	4.42	104.18	2.85	102.25	3.94	101.40
4.59	110.65	4.56	111.62	2.95	109.56	4.21	108.64
4.71	118.02	4.70	119.06	3.04	116.86	4.31	115.88
4.86	125.40	4.84	126.51	3.12	124.17	4.44	123.12
5.03	132.78	5.01	133.95	3.25	131.47	4.56	130.37
5.15	140.15	5.17	141.39	3.33	138.77	4.68	137.61
5.33	147.53	5.32	148.83	3.44	146.08	4.83	144.85
5.47	154.91	5.46	156.27	3.55	153.38	5.00	152.09
5.59	162.28	5.62	163.71	3.67	160.69	5.15	159.34
5.77	169.66	5.86	171.15	3.95	167.99	5.32	166.58
5.94	177.03	6.09	178.60	4.22	175.29	5.52	173.82
6.52	184.41	6.66	180.46	4.41	182.60	5.77	175.63
				4.92	189.90		

Fuente. Elaboración propia.

**Figura 63: Gráfica de esfuerzo vs deformación concreto sin usar puente adherente en las juntas de 45°**



*Fuente. Elaboración propia.*

### 5.2.7 Deformación en Grupo D2:

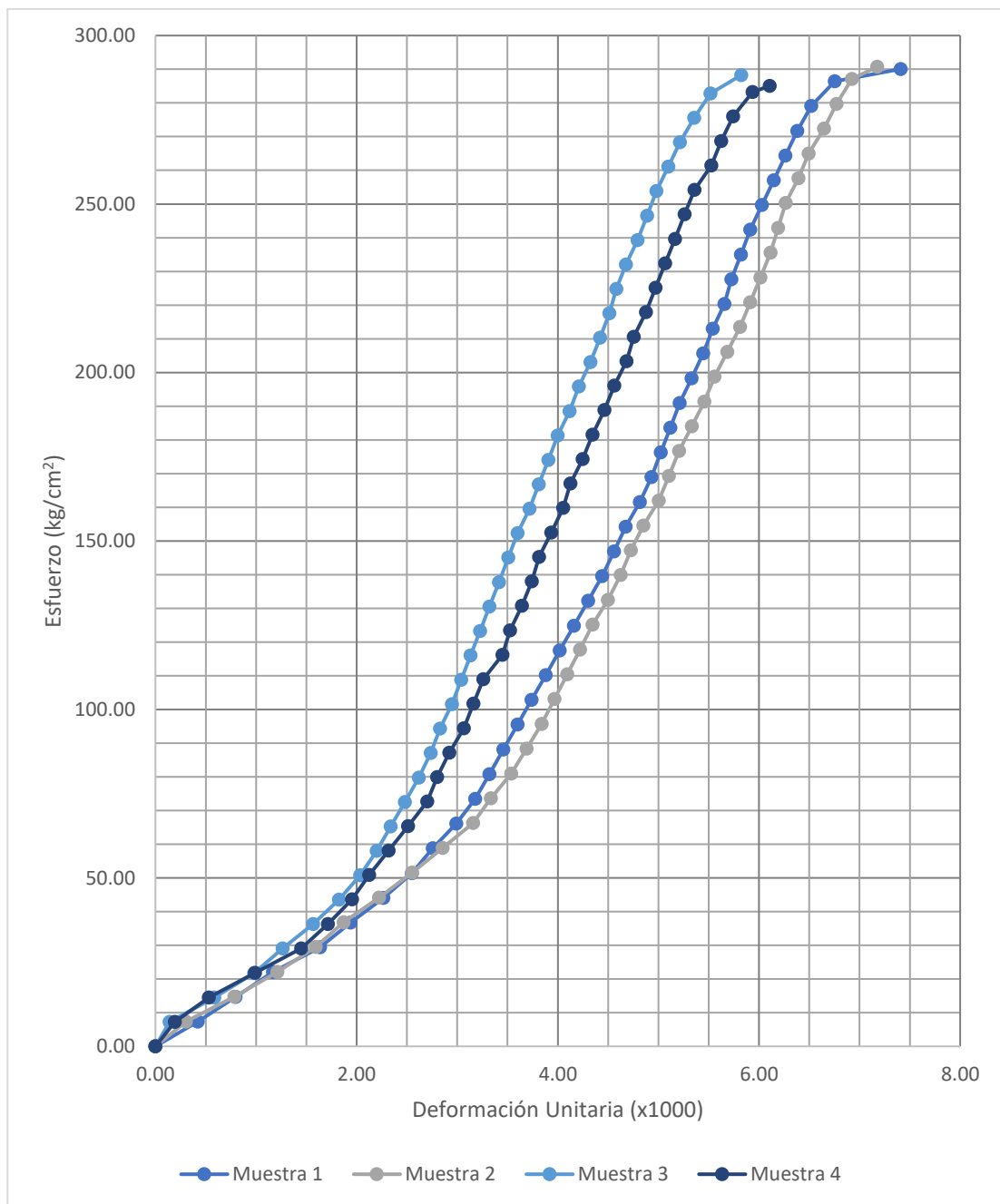
**Tabla 126: Deformación concreto sin usar puente adherente en las juntas de 0°**

MUESTRA 1		MUESTRA 2		MUESTRA 3		MUESTRA 4	
Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.42	7.34	0.30	7.36	0.14	7.25	0.19	7.26
0.79	14.69	0.78	14.72	0.58	14.50	0.53	14.52
1.17	22.03	1.21	22.08	0.98	21.75	0.99	21.79
1.64	29.37	1.59	29.44	1.26	29.01	1.45	29.05
1.94	36.72	1.87	36.81	1.57	36.26	1.71	36.31
2.27	44.06	2.22	44.17	1.82	43.51	1.95	43.57
2.55	51.40	2.55	51.53	2.03	50.76	2.12	50.83
2.76	58.75	2.86	58.89	2.20	58.01	2.32	58.09
2.99	66.09	3.16	66.25	2.34	65.26	2.51	65.36
3.18	73.43	3.34	73.61	2.48	72.51	2.70	72.62
3.32	80.78	3.54	80.97	2.62	79.76	2.80	79.88
3.46	88.12	3.69	88.33	2.74	87.02	2.92	87.14
3.60	95.47	3.84	95.69	2.83	94.27	3.06	94.40
3.74	102.81	3.97	103.05	2.95	101.52	3.16	101.67
3.88	110.15	4.09	110.42	3.04	108.77	3.26	108.93
4.02	117.50	4.22	117.78	3.13	116.02	3.45	116.19
4.16	124.84	4.35	125.14	3.23	123.27	3.52	123.45
4.30	132.18	4.50	132.50	3.32	130.52	3.64	130.71
4.44	139.53	4.62	139.86	3.41	137.78	3.74	137.98
4.56	146.87	4.73	147.22	3.51	145.03	3.81	145.24
4.67	154.21	4.85	154.58	3.60	152.28	3.93	152.50
4.81	161.56	5.00	161.94	3.72	159.53	4.05	159.76
4.93	168.90	5.10	169.30	3.81	166.78	4.13	167.02
5.02	176.24	5.21	176.66	3.90	174.03	4.25	174.28
5.12	183.59	5.33	184.03	4.00	181.28	4.34	181.55
5.21	190.93	5.46	191.39	4.12	188.53	4.46	188.81
5.33	198.27	5.56	198.75	4.21	195.79	4.56	196.07
5.45	205.62	5.69	206.11	4.33	203.04	4.68	203.33
5.54	212.96	5.81	213.47	4.42	210.29	4.75	210.59
5.66	220.30	5.91	220.83	4.51	217.54	4.87	217.86
5.73	227.65	6.01	228.19	4.58	224.79	4.97	225.12
5.82	234.99	6.11	235.55	4.68	232.04	5.07	232.38
5.91	242.34	6.19	242.91	4.79	239.29	5.16	239.64
6.03	249.68	6.27	250.27	4.89	246.55	5.26	246.90

6.15	257.02	6.39	257.64	4.98	253.80	5.36	254.16
6.26	264.37	6.49	265.00	5.10	261.05	5.53	261.43
6.38	271.71	6.65	272.36	5.21	268.30	5.62	268.69
6.52	279.05	6.77	279.72	5.35	275.55	5.74	275.95
6.75	286.40	6.92	287.08	5.52	282.80	5.94	283.21
7.41	290.07	7.18	290.76	5.82	288.24	6.11	285.03

Fuente. Elaboración propia.

**Figura 64: Gráfica de esfuerzo vs deformación concreto sin usar puente adherente en las juntas de 0°**



Fuente. Elaboración propia.



### 5.3 ESFUERZOS DEFORMACIÓN PARA 8 HORAS:

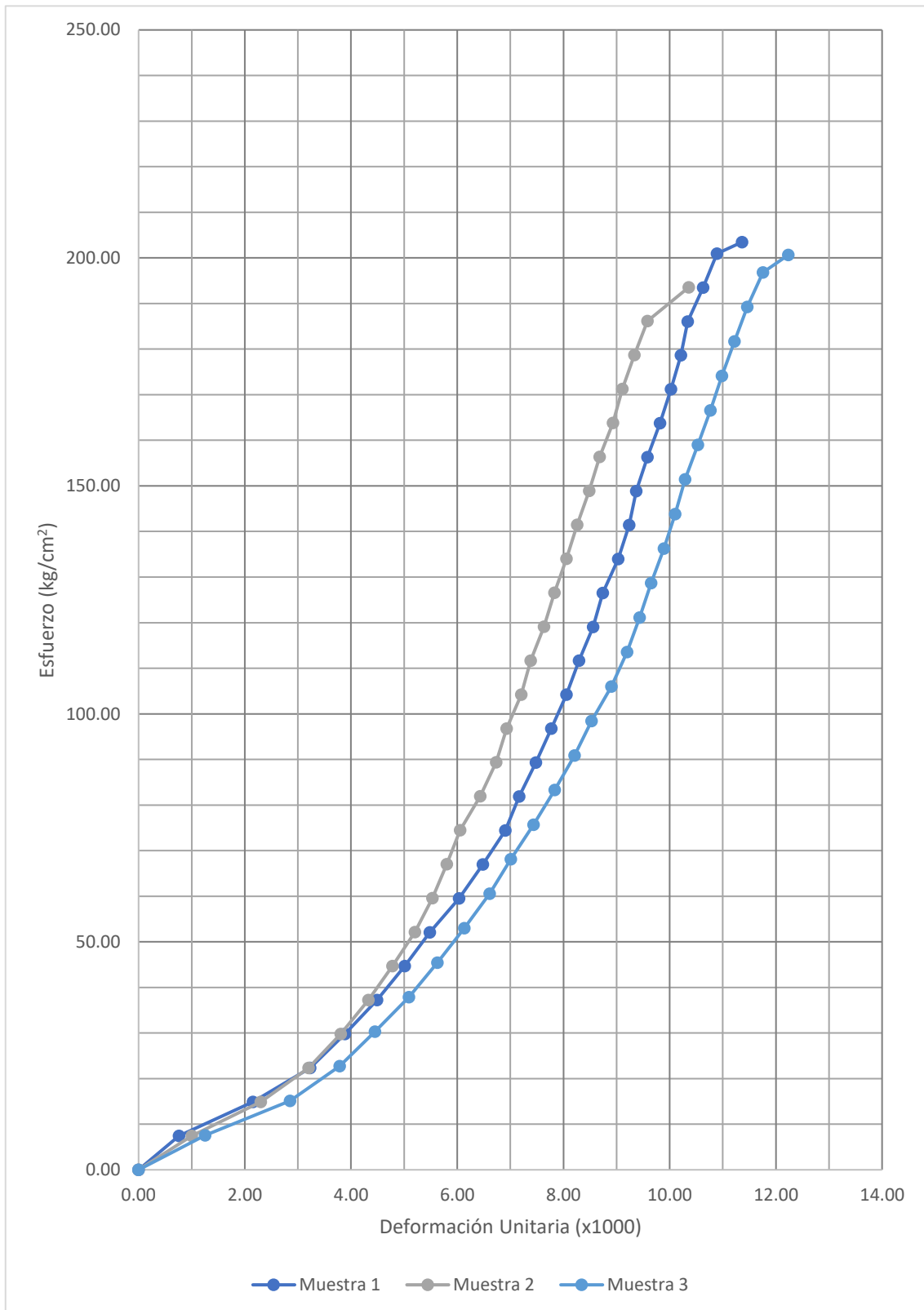
#### 5.3.1 Deformación en Grupo A:

Tabla 127: Deformación de patrón de concreto usados en las juntas de 45°

MUESTRA 1		MUESTRA 2		MUESTRA 3	
Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.76	7.44	1.00	7.45	1.25	7.57
2.15	14.89	2.30	14.89	2.85	15.14
3.23	22.33	3.20	22.34	3.79	22.71
3.88	29.77	3.80	29.78	4.45	30.28
4.49	37.21	4.33	37.23	5.09	37.85
5.01	44.66	4.78	44.67	5.62	45.42
5.49	52.10	5.20	52.12	6.13	52.99
6.04	59.54	5.53	59.56	6.61	60.56
6.48	66.98	5.81	67.01	7.01	68.13
6.90	74.43	6.06	74.46	7.44	75.70
7.17	81.87	6.43	81.90	7.84	83.27
7.48	89.31	6.73	89.35	8.21	90.84
7.77	96.75	6.93	96.79	8.53	98.41
8.06	104.20	7.21	104.24	8.90	105.98
8.29	111.64	7.38	111.68	9.20	113.55
8.56	119.08	7.63	119.13	9.44	121.13
8.74	126.53	7.83	126.58	9.65	128.70
9.03	133.97	8.06	134.02	9.89	136.27
9.24	141.41	8.26	141.47	10.10	143.84
9.37	148.85	8.48	148.91	10.29	151.41
9.58	156.30	8.68	156.36	10.53	158.98
9.82	163.74	8.93	163.80	10.77	166.55
10.03	171.18	9.11	171.25	10.98	174.12
10.21	178.62	9.33	178.69	11.22	181.69
10.34	186.07	9.58	186.14	11.46	189.26
10.63	193.51	10.36	193.56	11.76	196.83
10.89	200.95			12.24	200.66
11.36	203.48				

Fuente. Elaboración propia.

**Figura 65: Gráfica de esfuerzo vs deformación unitaria de patrón de concreto usados en las juntas de 45°**



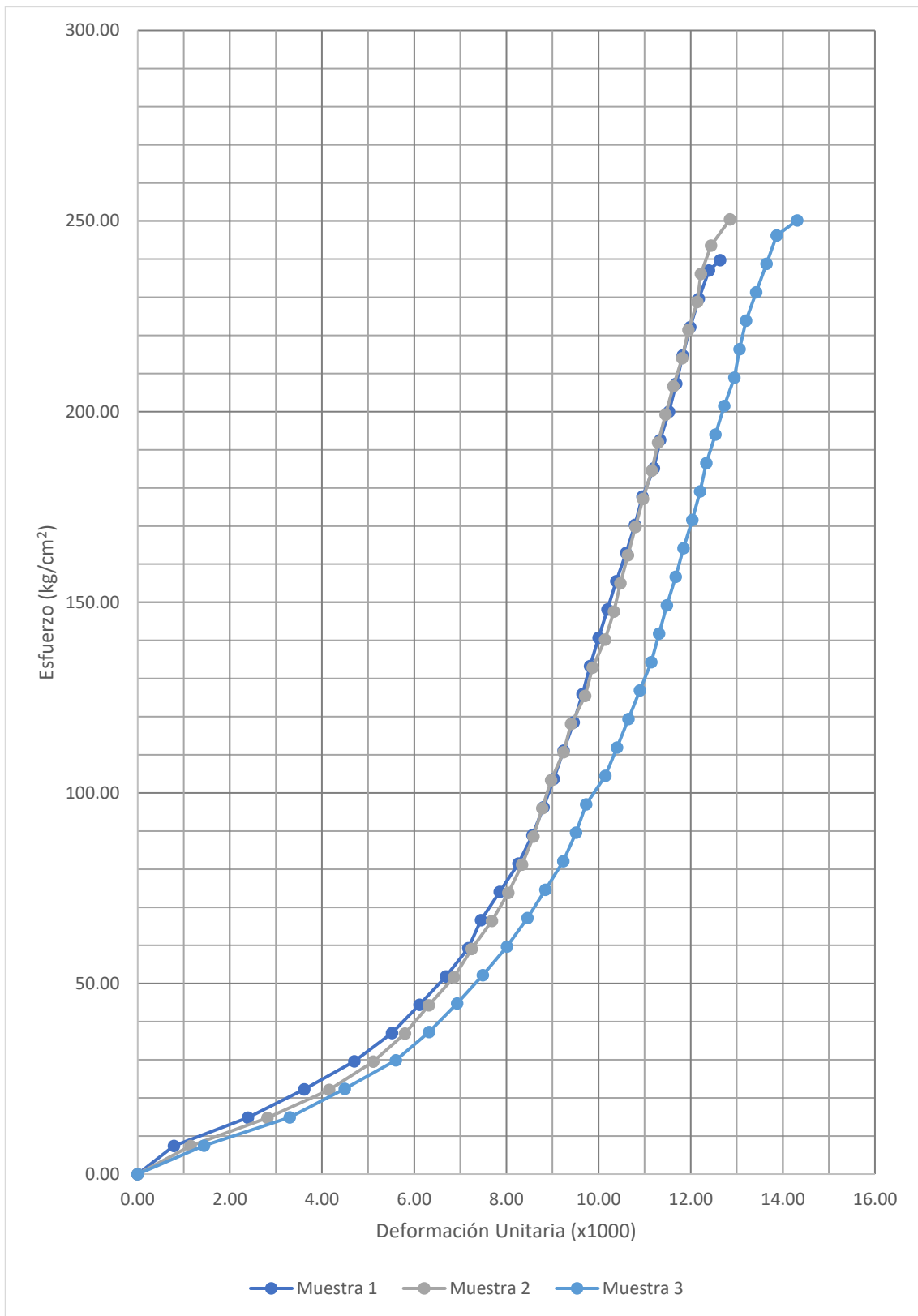
*Fuente. Elaboración propia.*

**Tabla 128: Deformación de patrón de concreto usados en las juntas de 0°**

MUESTRA 1		MUESTRA 2		MUESTRA 3	
Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.79	7.41	1.15	7.38	1.44	7.46
2.39	14.81	2.82	14.76	3.30	14.92
3.62	22.22	4.16	22.14	4.49	22.39
4.70	29.62	5.11	29.52	5.60	29.85
5.52	37.03	5.80	36.90	6.32	37.31
6.12	44.44	6.32	44.28	6.93	44.77
6.69	51.84	6.86	51.66	7.49	52.23
7.18	59.25	7.25	59.04	8.01	59.69
7.45	66.65	7.68	66.42	8.46	67.16
7.86	74.06	8.04	73.80	8.85	74.62
8.26	81.47	8.34	81.18	9.24	82.08
8.56	88.87	8.59	88.56	9.51	89.54
8.81	96.28	8.78	95.94	9.73	97.00
9.03	103.68	8.97	103.32	10.15	104.47
9.24	111.09	9.24	110.70	10.40	111.93
9.46	118.50	9.41	118.08	10.65	119.39
9.65	125.90	9.71	125.46	10.90	126.85
9.81	133.31	9.87	132.84	11.15	134.31
10.00	140.71	10.15	140.23	11.32	141.77
10.19	148.12	10.34	147.61	11.48	149.24
10.38	155.53	10.47	154.99	11.68	156.70
10.60	162.93	10.64	162.37	11.84	164.16
10.79	170.34	10.80	169.75	12.04	171.62
10.96	177.74	10.97	177.13	12.20	179.08
11.20	185.15	11.16	184.51	12.34	186.55
11.34	192.56	11.29	191.89	12.54	194.01
11.53	199.96	11.46	199.27	12.73	201.47
11.69	207.37	11.62	206.65	12.95	208.93
11.83	214.77	11.81	214.03	13.06	216.39
11.99	222.18	11.95	221.41	13.20	223.85
12.18	229.59	12.14	228.79	13.42	231.32
12.40	236.99	12.22	236.17	13.64	238.78
12.64	239.74	12.44	243.55	13.87	246.24
		12.85	250.45	14.31	250.15

*Fuente. Elaboración propia.*

**Figura 66: Gráfica de esfuerzo vs deformación unitaria de patrón de concreto usados en las juntas de 0°**



*Fuente. Elaboración propia.*

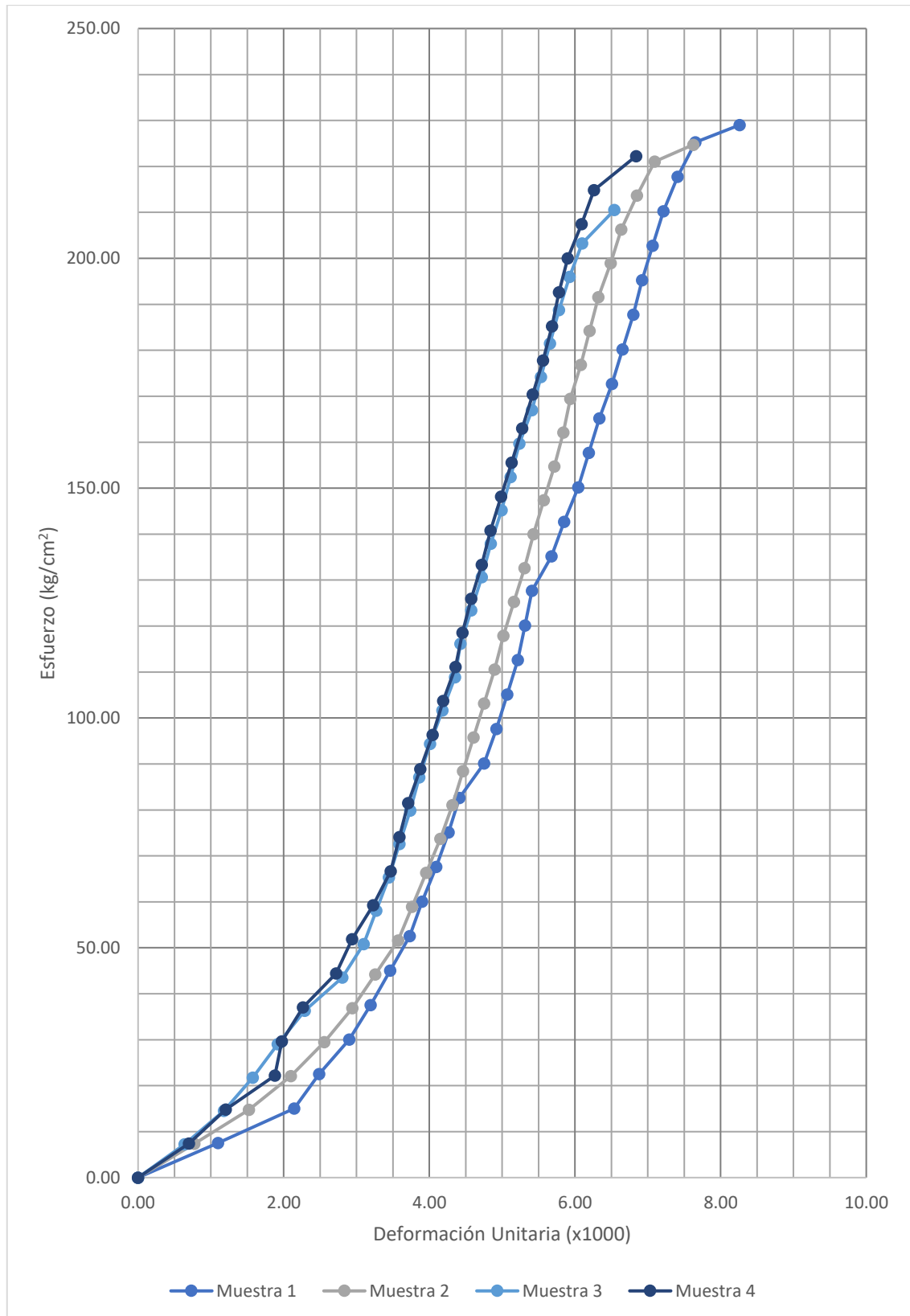
### 5.3.2 Deformación en Grupo B1:

**Tabla 129: Deformación concreto usando Sika 32 en las juntas de 45°**

MUESTRA 1		MUESTRA 2		MUESTRA 3		MUESTRA 4	
Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.10	7.51	0.77	7.37	0.64	7.26	0.70	7.41
2.14	15.02	1.52	14.74	1.18	14.52	1.20	14.82
2.49	22.53	2.10	22.10	1.57	21.78	1.88	22.22
2.90	30.03	2.56	29.47	1.92	29.04	1.97	29.63
3.19	37.54	2.94	36.84	2.29	36.29	2.26	37.04
3.46	45.05	3.26	44.21	2.80	43.55	2.72	44.45
3.73	52.56	3.57	51.57	3.10	50.81	2.94	51.86
3.90	60.07	3.76	58.94	3.27	58.07	3.23	59.27
4.09	67.58	3.96	66.31	3.44	65.33	3.47	66.67
4.26	75.09	4.15	73.68	3.59	72.59	3.59	74.08
4.41	82.60	4.32	81.05	3.74	79.85	3.71	81.49
4.75	90.10	4.46	88.41	3.86	87.11	3.88	88.90
4.92	97.61	4.61	95.78	4.01	94.36	4.05	96.31
5.07	105.12	4.75	103.15	4.18	101.62	4.19	103.72
5.22	112.63	4.90	110.52	4.35	108.88	4.36	111.12
5.31	120.14	5.02	117.88	4.43	116.14	4.45	118.53
5.41	127.65	5.16	125.25	4.57	123.40	4.58	125.94
5.68	135.16	5.31	132.62	4.72	130.66	4.72	133.35
5.85	142.67	5.43	139.99	4.84	137.92	4.84	140.76
6.04	150.17	5.57	147.36	4.99	145.18	4.98	148.17
6.19	157.68	5.72	154.72	5.11	152.43	5.13	155.57
6.34	165.19	5.84	162.09	5.24	159.69	5.27	162.98
6.51	172.70	5.93	169.46	5.41	166.95	5.42	170.39
6.65	180.21	6.08	176.83	5.53	174.21	5.56	177.80
6.80	187.72	6.20	184.19	5.66	181.47	5.68	185.21
6.92	195.23	6.32	191.56	5.78	188.73	5.78	192.62
7.07	202.73	6.49	198.93	5.93	195.99	5.90	200.02
7.21	210.24	6.63	206.30	6.10	203.25	6.09	207.43
7.41	217.75	6.85	213.67	6.54	210.50	6.26	214.84
7.65	225.26	7.09	221.03			6.84	222.25
8.26	229.02	7.62	224.72				

Fuente. Elaboración propia.

**Figura 67: Gráfica de esfuerzo vs deformación concreto usando Sika 32 en las juntas de 45°**



Fuente. Elaboración propia.

### 5.3.3 Deformación en Grupo B2:

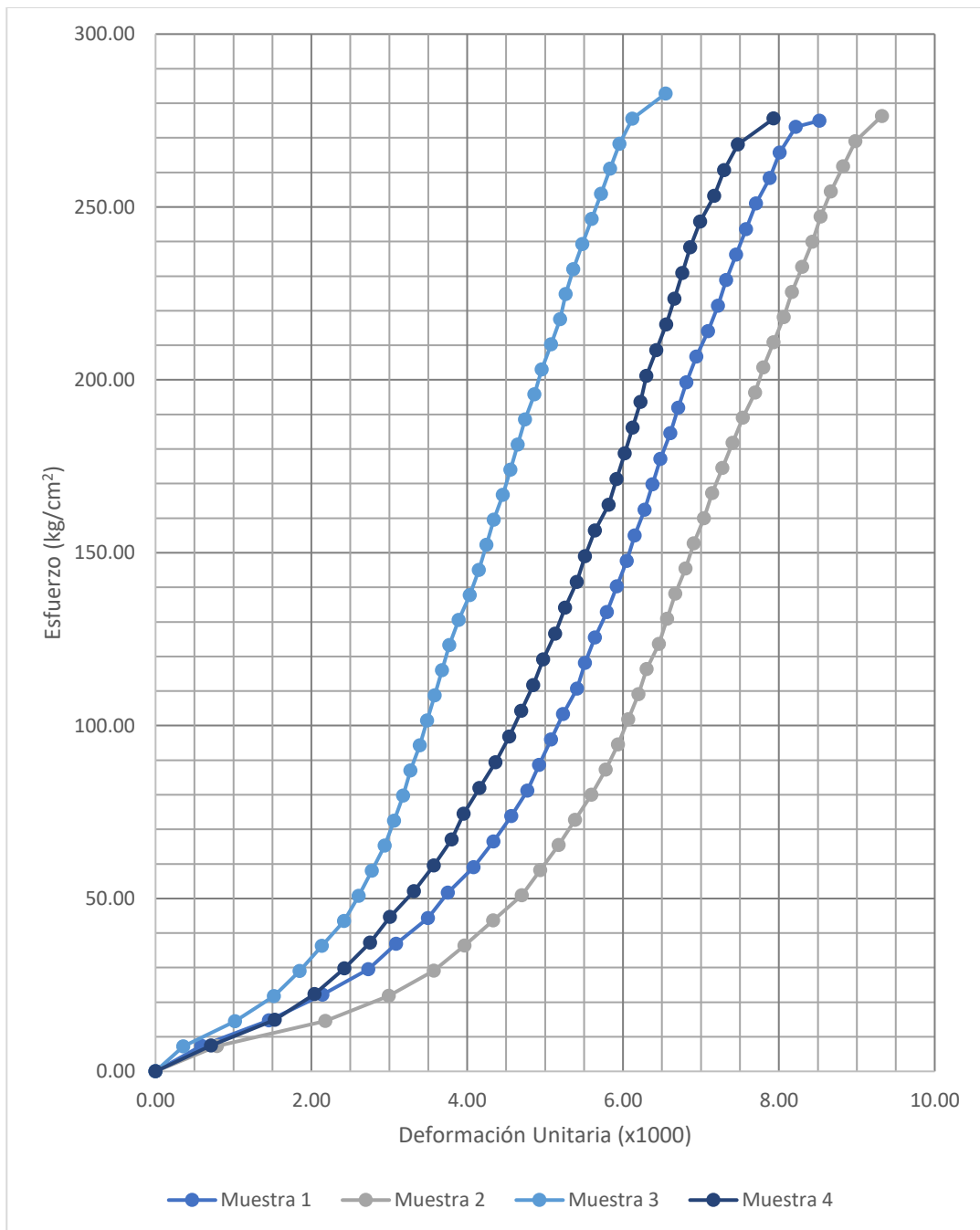
**Tabla 130: Deformación concreto usando Sika 32 en las juntas de 0°**

MUESTRA 1		MUESTRA 2		MUESTRA 3		MUESTRA 4	
Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.59	7.38	0.79	7.27	0.36	7.25	0.71	7.45
1.45	14.76	2.18	14.54	1.02	14.50	1.53	14.90
2.14	22.15	2.99	21.82	1.52	21.75	2.04	22.34
2.73	29.53	3.57	29.09	1.85	29.00	2.42	29.79
3.09	36.91	3.97	36.36	2.13	36.25	2.75	37.24
3.50	44.29	4.33	43.63	2.42	43.51	3.01	44.69
3.75	51.67	4.70	50.90	2.61	50.76	3.32	52.14
4.08	59.05	4.94	58.17	2.77	58.01	3.57	59.58
4.34	66.44	5.17	65.45	2.94	65.26	3.80	67.03
4.57	73.82	5.38	72.72	3.06	72.51	3.95	74.48
4.77	81.20	5.59	79.99	3.18	79.76	4.16	81.93
4.92	88.58	5.78	87.26	3.27	87.01	4.36	89.37
5.08	95.96	5.93	94.53	3.39	94.26	4.54	96.82
5.23	103.34	6.07	101.80	3.49	101.51	4.69	104.27
5.41	110.73	6.20	109.08	3.58	108.76	4.85	111.72
5.51	118.11	6.30	116.35	3.68	116.02	4.97	119.17
5.64	125.49	6.46	123.62	3.77	123.27	5.13	126.61
5.79	132.87	6.57	130.89	3.89	130.52	5.25	134.06
5.92	140.25	6.67	138.16	4.03	137.77	5.41	141.51
6.05	147.63	6.80	145.43	4.15	145.02	5.51	148.96
6.15	155.02	6.91	152.71	4.25	152.27	5.64	156.41
6.28	162.40	7.04	159.98	4.34	159.52	5.82	163.85
6.38	169.78	7.14	167.25	4.46	166.77	5.92	171.30
6.48	177.16	7.27	174.52	4.55	174.02	6.02	178.75
6.61	184.54	7.41	181.79	4.65	181.27	6.12	186.20
6.71	191.92	7.54	189.07	4.74	188.52	6.22	193.65
6.81	199.31	7.69	196.34	4.86	195.78	6.30	201.09
6.94	206.69	7.80	203.61	4.96	203.03	6.43	208.54
7.09	214.07	7.93	210.88	5.08	210.28	6.56	215.99
7.22	221.45	8.06	218.15	5.19	217.53	6.66	223.44
7.32	228.83	8.17	225.42	5.27	224.78	6.76	230.88
7.45	236.21	8.30	232.70	5.36	232.03	6.86	238.33
7.58	243.60	8.43	239.97	5.48	239.28	6.99	245.78
7.71	250.98	8.53	247.24	5.60	246.53	7.17	253.23

7.88	258.36	8.67	254.51	5.72	253.78	7.30	260.68
8.01	265.74	8.82	261.78	5.83	261.03	7.47	268.12
8.22	273.12	8.98	269.05	5.95	268.29	7.93	275.57
8.52	274.97	9.32	276.33	6.12	275.54		
				6.55	282.79		

Fuente. Elaboración propia.

**Figura 68: Gráfica de esfuerzo vs deformación concreto usando Sika 32 en las juntas de 0°**



Fuente. Elaboración propia.



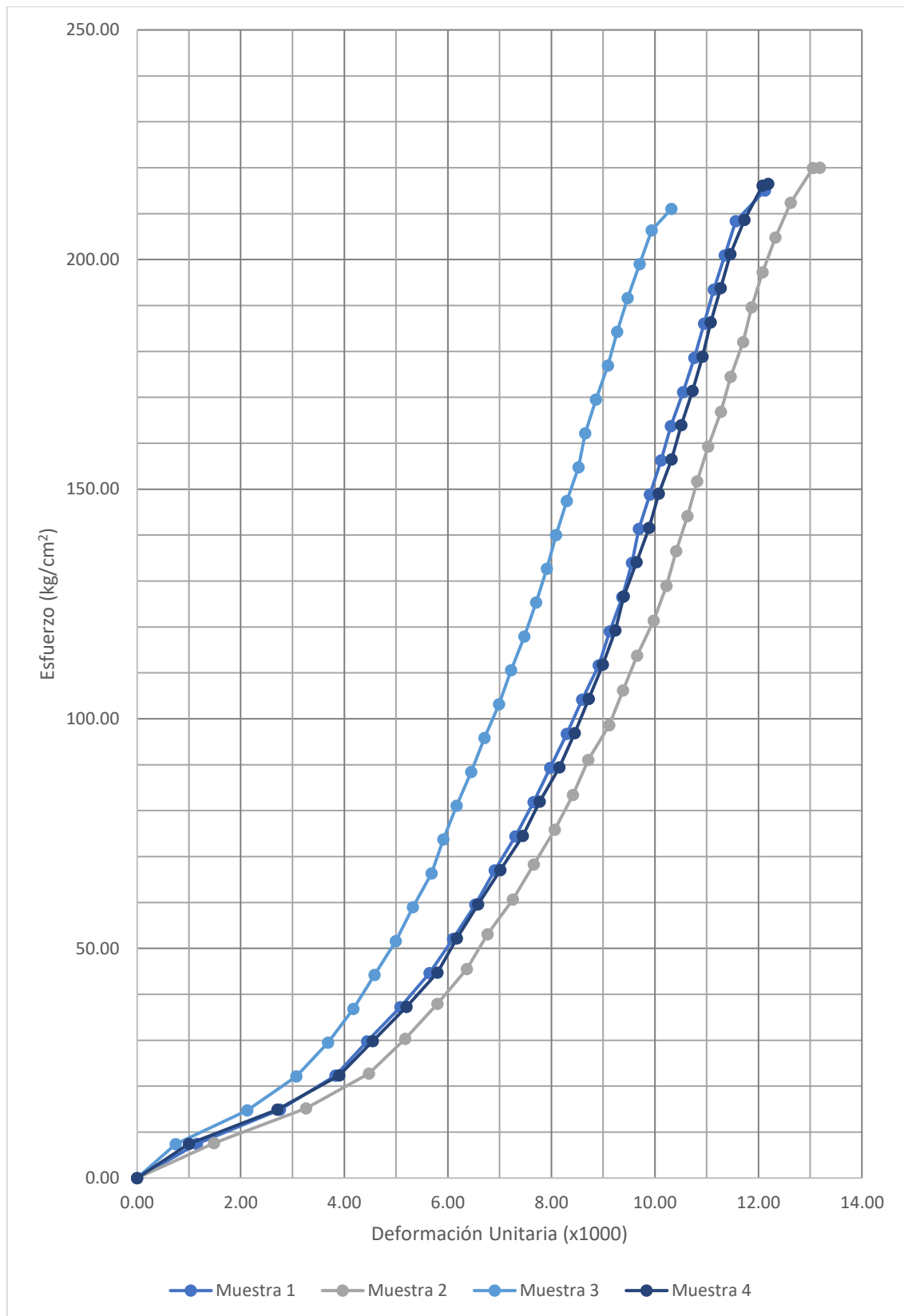
### 5.3.4 Deformación en Grupo C1:

**Tabla 131: Deformación concreto usando lechada en las juntas de 45°**

MUESTRA 1		MUESTRA 2		MUESTRA 3		MUESTRA 4	
Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.15	7.44	1.48	7.58	0.74	7.37	1.00	7.45
2.76	14.88	3.26	15.17	2.13	14.74	2.71	14.90
3.83	22.32	4.48	22.75	3.07	22.11	3.90	22.36
4.44	29.76	5.18	30.34	3.69	29.48	4.55	29.81
5.09	37.21	5.80	37.92	4.17	36.85	5.20	37.26
5.65	44.65	6.37	45.51	4.58	44.22	5.80	44.71
6.10	52.09	6.77	53.09	4.99	51.59	6.18	52.17
6.53	59.53	7.26	60.68	5.33	58.96	6.58	59.62
6.91	66.97	7.66	68.26	5.69	66.34	7.02	67.07
7.31	74.41	8.06	75.85	5.92	73.71	7.45	74.52
7.66	81.85	8.42	83.43	6.17	81.08	7.78	81.98
7.98	89.29	8.71	91.02	6.45	88.45	8.15	89.43
8.30	96.74	9.12	98.60	6.71	95.82	8.45	96.88
8.59	104.18	9.39	106.19	6.99	103.19	8.72	104.33
8.91	111.62	9.66	113.77	7.22	110.56	8.99	111.78
9.13	119.06	9.98	121.36	7.48	117.93	9.24	119.24
9.37	126.50	10.22	128.94	7.71	125.30	9.40	126.69
9.56	133.94	10.41	136.53	7.91	132.67	9.65	134.14
9.69	141.38	10.63	144.11	8.09	140.04	9.89	141.59
9.90	148.82	10.82	151.70	8.30	147.41	10.08	149.05
10.12	156.26	11.03	159.28	8.53	154.78	10.32	156.50
10.31	163.71	11.27	166.87	8.66	162.15	10.51	163.95
10.55	171.15	11.46	174.45	8.86	169.52	10.73	171.40
10.76	178.59	11.71	182.04	9.09	176.89	10.92	178.86
10.95	186.03	11.87	189.62	9.27	184.26	11.08	186.31
11.14	193.47	12.08	197.21	9.48	191.64	11.27	193.76
11.35	200.91	12.33	204.79	9.71	199.01	11.46	201.21
11.56	208.35	12.62	212.38	9.94	206.38	11.73	208.66
12.13	215.04	13.05	219.96	10.32	211.05	12.08	216.12
		13.19	220.02			12.19	216.51

*Fuente. Elaboración propia.*

**Figura 69: Gráfica de esfuerzo vs deformación concreto usando lechada en las juntas de 45°**



*Fuente. Elaboración propia.*

### 5.3.5 Deformación en Grupo C2:

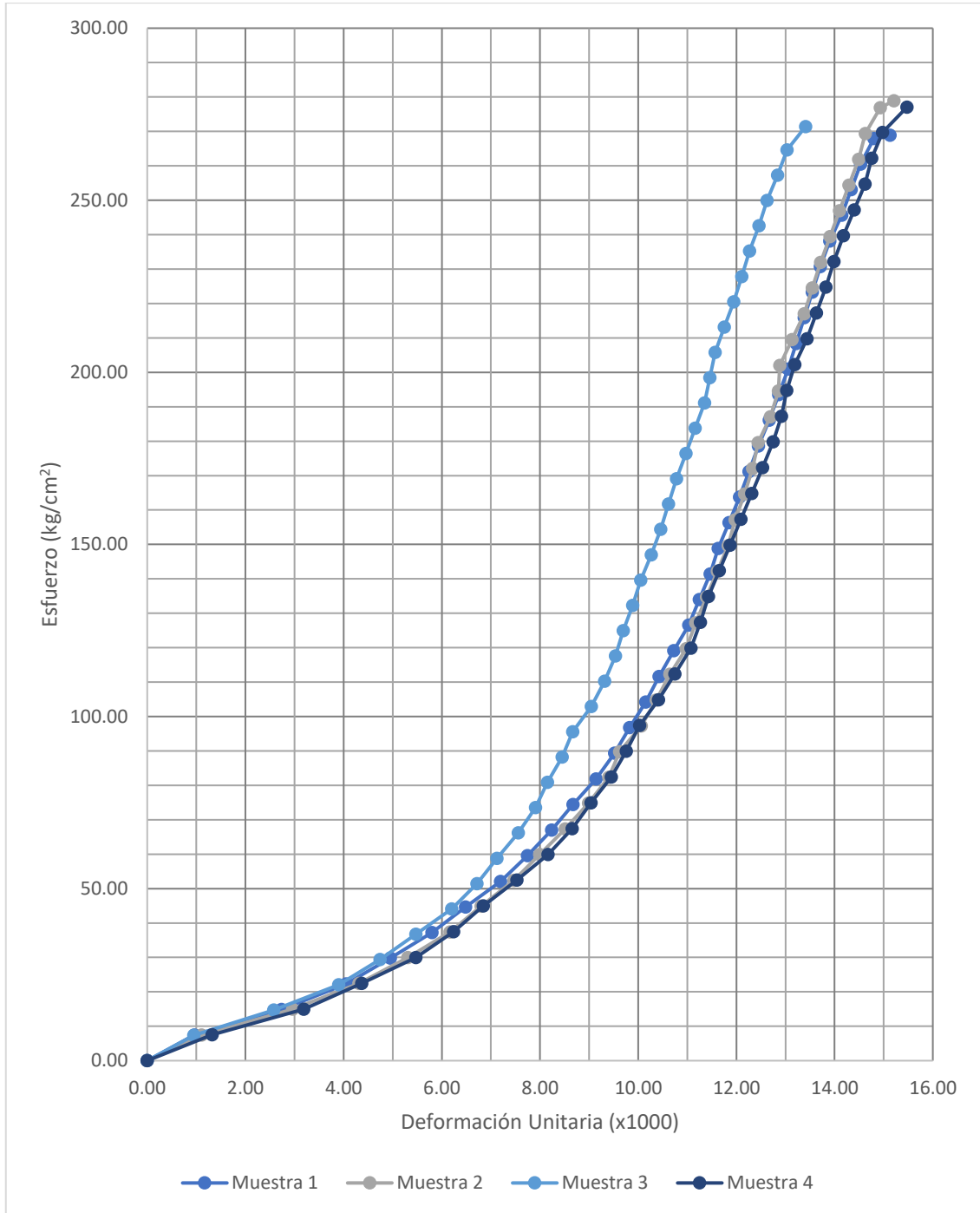
**Tabla 132: Deformación concreto usando lechada en las juntas de 0°**

MUESTRA 1		MUESTRA 2		MUESTRA 3		MUESTRA 4	
Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.96	7.44	1.11	7.48	0.95	7.35	1.32	7.49
2.74	14.89	2.96	14.97	2.57	14.70	3.19	14.98
4.05	22.33	4.31	22.45	3.90	22.05	4.37	22.47
4.95	29.77	5.31	29.93	4.74	29.40	5.47	29.96
5.80	37.22	6.17	37.41	5.47	36.75	6.24	37.45
6.48	44.66	6.80	44.90	6.20	44.10	6.84	44.95
7.20	52.10	7.46	52.38	6.72	51.45	7.53	52.44
7.74	59.55	7.99	59.86	7.12	58.80	8.16	59.93
8.24	66.99	8.52	67.34	7.56	66.15	8.66	67.42
8.67	74.43	8.99	74.83	7.91	73.50	9.04	74.91
9.14	81.87	9.40	82.31	8.15	80.85	9.45	82.40
9.52	89.32	9.62	89.79	8.45	88.20	9.76	89.89
9.82	96.76	10.06	97.27	8.67	95.55	10.03	97.38
10.15	104.20	10.37	104.76	9.05	102.90	10.41	104.87
10.42	111.65	10.64	112.24	9.32	110.25	10.74	112.36
10.73	119.09	10.98	119.72	9.53	117.61	11.07	119.86
11.03	126.53	11.17	127.20	9.70	124.96	11.27	127.35
11.24	133.98	11.39	134.69	9.89	132.31	11.43	134.84
11.46	141.42	11.61	142.17	10.05	139.66	11.65	142.33
11.63	148.86	11.83	149.65	10.27	147.01	11.87	149.82
11.85	156.31	11.97	157.13	10.46	154.36	12.09	157.31
12.07	163.75	12.16	164.62	10.62	161.71	12.31	164.80
12.26	171.19	12.33	172.10	10.78	169.06	12.53	172.29
12.45	178.64	12.44	179.58	10.97	176.41	12.75	179.78
12.67	186.08	12.69	187.06	11.16	183.76	12.92	187.27
12.86	193.52	12.86	194.55	11.35	191.11	13.03	194.76
13.05	200.96	12.88	202.03	11.46	198.46	13.19	202.26
13.21	208.41	13.13	209.51	11.57	205.81	13.44	209.75
13.38	215.85	13.38	216.99	11.76	213.16	13.63	217.24
13.54	223.29	13.55	224.48	11.94	220.51	13.82	224.73
13.71	230.74	13.71	231.96	12.11	227.86	13.99	232.22
13.90	238.18	13.91	239.44	12.27	235.21	14.18	239.71
14.15	245.62	14.10	246.92	12.46	242.56	14.40	247.20
14.34	253.07	14.29	254.41	12.62	249.91	14.62	254.69

14.53	260.51	14.49	261.89	12.84	257.26	14.76	262.18
14.80	267.95	14.63	269.37	13.03	264.61	14.98	269.67
15.13	268.89	14.93	276.85	13.41	271.40	15.47	277.02
	15.21	278.93					

Fuente. Elaboración propia.

**Figura 70: Gráfica de esfuerzo vs deformación concreto usando lechada en las juntas de 0°**



Fuente. Elaboración propia.

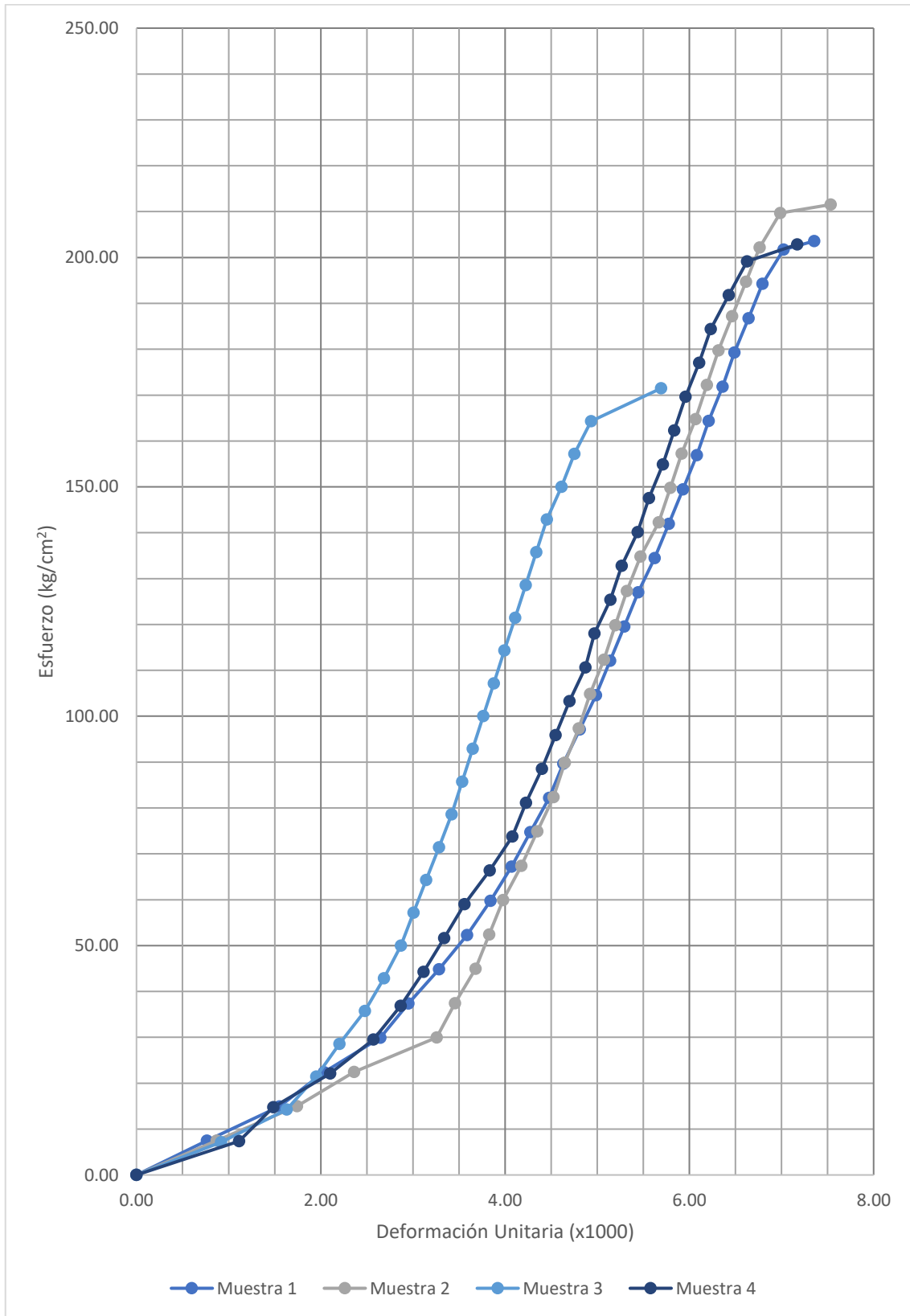
### 5.3.6 Deformación en Grupo D1:

**Tabla 133: Deformación concreto sin usar puente adherente en las juntas de 45°**

MUESTRA 1		MUESTRA 2		MUESTRA 3		MUESTRA 4	
Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.76	7.47	0.87	7.49	0.92	7.14	1.11	7.38
1.55	14.94	1.74	14.98	1.63	14.29	1.48	14.75
2.04	22.41	2.36	22.46	1.95	21.43	2.10	22.13
2.65	29.88	3.26	29.95	2.20	28.58	2.57	29.51
2.95	37.35	3.46	37.44	2.48	35.72	2.87	36.88
3.28	44.83	3.68	44.93	2.69	42.87	3.12	44.26
3.59	52.30	3.83	52.42	2.87	50.01	3.34	51.64
3.84	59.77	3.98	59.91	3.01	57.16	3.56	59.01
4.07	67.24	4.18	67.39	3.14	64.30	3.83	66.39
4.28	74.71	4.35	74.88	3.28	71.44	4.08	73.76
4.48	82.18	4.52	82.37	3.42	78.59	4.23	81.14
4.63	89.65	4.65	89.86	3.53	85.73	4.40	88.52
4.81	97.12	4.80	97.35	3.65	92.88	4.55	95.89
4.99	104.59	4.92	104.84	3.76	100.02	4.70	103.27
5.14	112.06	5.07	112.32	3.88	107.17	4.87	110.65
5.29	119.53	5.20	119.81	3.99	114.31	4.97	118.02
5.45	127.01	5.32	127.30	4.11	121.46	5.14	125.40
5.62	134.48	5.47	134.79	4.22	128.60	5.27	132.78
5.78	141.95	5.67	142.28	4.34	135.74	5.44	140.15
5.93	149.42	5.79	149.77	4.45	142.89	5.56	147.53
6.08	156.89	5.92	157.25	4.61	150.03	5.71	154.91
6.21	164.36	6.07	164.74	4.75	157.18	5.84	162.28
6.36	171.83	6.19	172.23	4.93	164.32	5.96	169.66
6.49	179.30	6.32	179.72	5.69	171.47	6.11	177.04
6.64	186.77	6.46	187.21			6.23	184.41
6.79	194.24	6.61	194.69			6.43	191.79
7.02	201.71	6.76	202.18			6.63	199.16
7.35	203.58	6.99	209.67			7.17	202.85
		7.53	211.54				

Fuente. Elaboración propia.

**Figura 71: Gráfica de esfuerzo vs deformación concreto sin usar puente adherente en las juntas de 45°**



*Fuente. Elaboración propia.*

### 5.3.7 Deformación en Grupo D2:

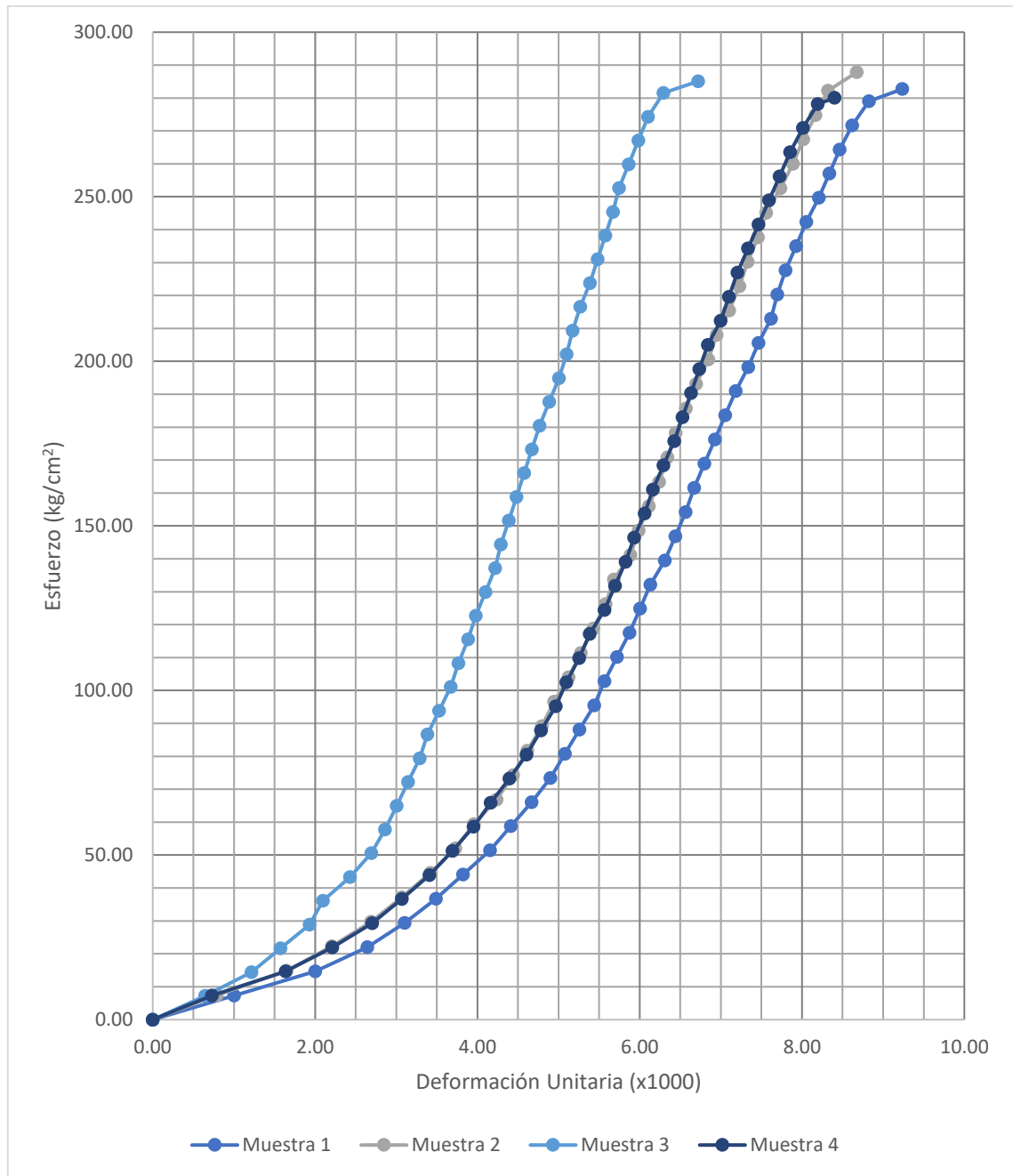
**Tabla 134: Deformación concreto sin usar puente adherente en las juntas de 0°**

MUESTRA 1		MUESTRA 2		MUESTRA 3		MUESTRA 4	
Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )	Defor. Unitaria (x1000)	Esfuerzo (kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.00	7.34	0.79	7.43	0.64	7.22	0.73	7.32
2.00	14.69	1.65	14.85	1.22	14.44	1.64	14.64
2.64	22.03	2.21	22.28	1.57	21.65	2.21	21.96
3.10	29.37	2.69	29.71	1.93	28.87	2.70	29.28
3.49	36.72	3.07	37.14	2.10	36.09	3.07	36.60
3.82	44.06	3.42	44.56	2.43	43.31	3.41	43.92
4.16	51.40	3.73	51.99	2.69	50.52	3.69	51.24
4.41	58.74	3.96	59.42	2.86	57.74	3.95	58.56
4.67	66.09	4.24	66.85	3.00	64.96	4.16	65.89
4.90	73.43	4.44	74.27	3.15	72.18	4.40	73.21
5.08	80.77	4.62	81.70	3.29	79.40	4.60	80.53
5.26	88.12	4.79	89.13	3.38	86.61	4.79	87.85
5.44	95.46	4.95	96.56	3.53	93.83	4.97	95.17
5.57	102.80	5.12	103.98	3.67	101.05	5.10	102.49
5.72	110.15	5.27	111.41	3.77	108.27	5.25	109.81
5.87	117.49	5.43	118.84	3.89	115.48	5.38	117.13
6.00	124.83	5.58	126.27	3.98	122.70	5.57	124.45
6.13	132.18	5.68	133.69	4.10	129.92	5.70	131.77
6.31	139.52	5.88	141.12	4.22	137.14	5.83	139.09
6.44	146.86	5.99	148.55	4.29	144.36	5.93	146.41
6.57	154.20	6.11	155.98	4.39	151.57	6.06	153.73
6.67	161.55	6.24	163.40	4.48	158.79	6.16	161.05
6.80	168.89	6.34	170.83	4.58	166.01	6.29	168.37
6.93	176.23	6.44	178.26	4.67	173.23	6.42	175.69
7.05	183.58	6.57	185.69	4.77	180.44	6.53	183.01
7.18	190.92	6.70	193.11	4.89	187.66	6.63	190.33
7.34	198.26	6.85	200.54	5.01	194.88	6.74	197.66
7.46	205.61	6.95	207.97	5.10	202.10	6.84	204.98
7.62	212.95	7.10	215.40	5.17	209.32	7.00	212.30
7.70	220.29	7.23	222.82	5.27	216.53	7.10	219.62
7.80	227.64	7.33	230.25	5.39	223.75	7.20	226.94
7.93	234.98	7.46	237.68	5.48	230.97	7.33	234.26
8.05	242.32	7.56	245.11	5.58	238.19	7.46	241.58
8.21	249.67	7.73	252.53	5.67	245.40	7.59	248.90

8.34	257.01	7.89	259.96	5.74	252.62	7.72	256.22
8.47	264.35	8.01	267.39	5.86	259.84	7.85	263.54
8.62	271.69	8.17	274.82	5.98	267.06	8.01	270.86
8.82	279.04	8.32	282.24	6.10	274.28	8.19	278.18
9.23	282.71	8.67	287.81	6.29	281.49	8.40	280.01
				6.72	285.10		

Fuente. Elaboración propia.

**Figura 72: Gráfica de esfuerzo vs deformación concreto sin usar puente adherente en las juntas de 0°**



Fuente. Elaboración propia.



## APÉNDICE F: FOTOS DEL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

**Figura 73: Almacenamiento de agregados**



*Fuente. Elaboración propia.*

**Figura 74: Peso los agregados.**



*Fuente. Elaboración propia.*

**Figura 75: Secado de agregados en horno.**



*Fuente. Elaboración propia.*

**Figura 76: Verificación de temperatura en el agua y concreto**



*Fuente. Elaboración propia.*

**Figura 77: Vaciado de probetas del día 20 de febrero**



*Fuente. Elaboración propia.*

**Figura 78: Probetas con edades de 28 días.**



*Fuente. Elaboración propia.*

**Figura 79: Vaciado de probetas del día 26 de febrero junto con el Ing. Asesor.**



*Fuente. Elaboración propia.*

**Figura 80: Tanda de probetas con juntas con epóxico Sika 32**



*Fuente. Elaboración propia.*

**Figura 81: Tanda de probetas con juntas sin ningún tipo de adherente**



*Fuente. Elaboración propia.*

**Figura 82: Curado de probetas con edades de 14 días.**



*Fuente. Elaboración propia.*

**Figura 83: Vaciado de probetas del día 2 de marzo junto con el Ing. Asesor.**



*Fuente. Elaboración propia.*

**Figura 84: Vaciado de probetas del día 5 de marzo junto con el Ing. Asesor.**



*Fuente. Elaboración propia.*

**Figura 85: Colocación de Epóxico Sika 32 en las juntas de construcción**



*Fuente. Elaboración propia.*

**Figura 86: Probetas de concreto de edad de 7 días.**



*Fuente. Elaboración propia.*

**Figura 87: Ensayo a rotura de probetas de edades de 7 días con juntas de 0°, con supervisión de Ing. Mauro Centurión jurado de la investigación.**



*Fuente. Elaboración propia.*

**Figura 88: Probetas patrón y con epóxico Sika 32 en edad de 7 días con un ángulo de 0°**



*Fuente. Elaboración propia.*



**Figura 89: Probetas con lechada y sin epóxico en edad de 7 días con un ángulo de 0°**



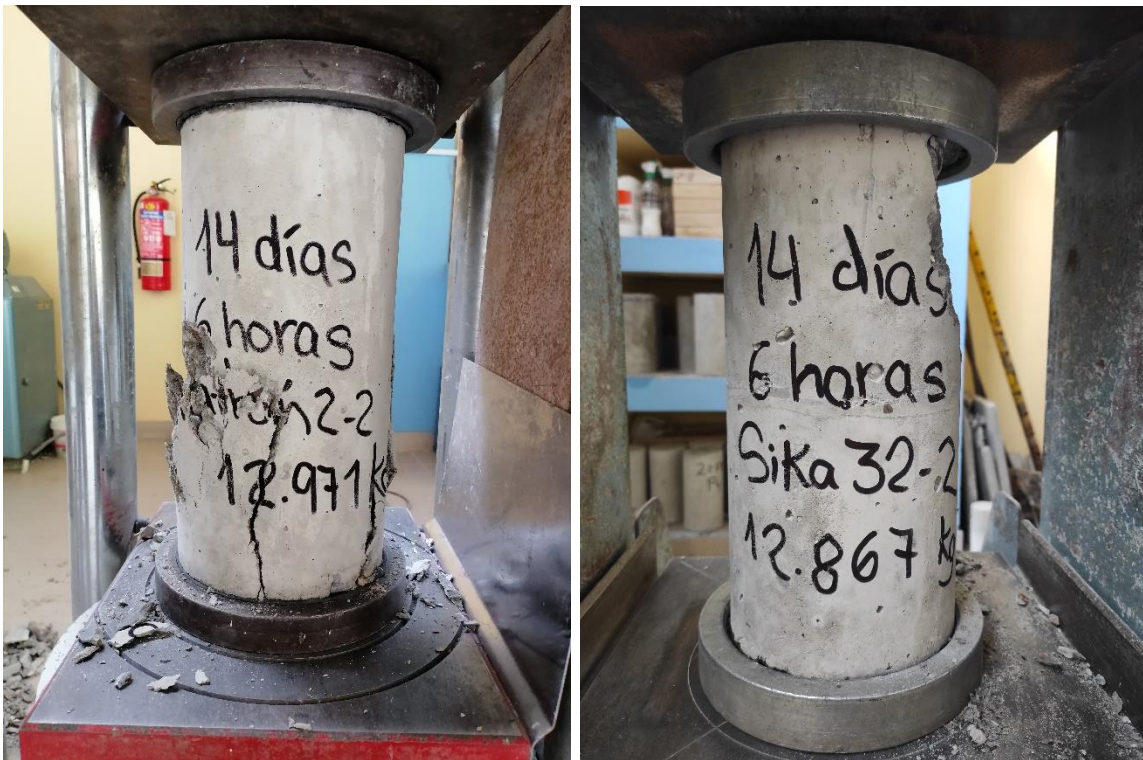
*Fuente. Elaboración propia.*

**Figura 90: Ensayo a rotura a compresión de probetas de edades de 14 días con juntas de 0°**



*Fuente. Elaboración propia.*

**Figura 91: Probetas patrón y con epóxico Sika 32 en edad de 14 días con un ángulo de 0°**



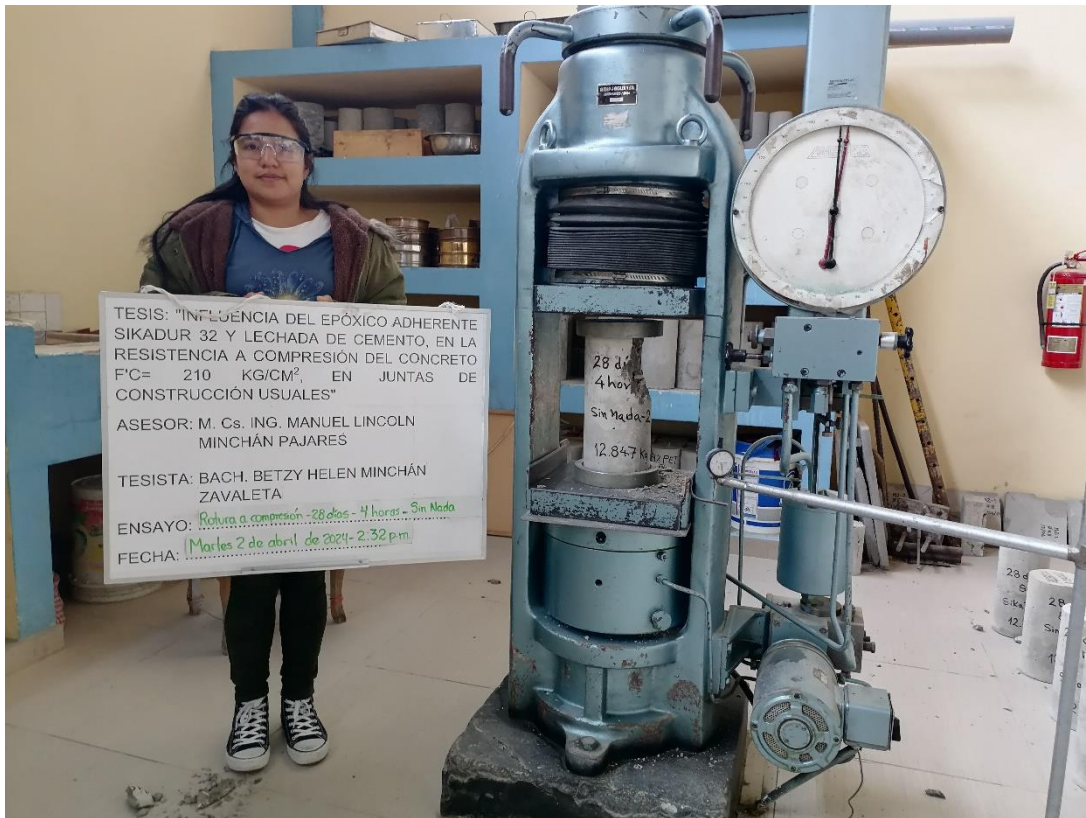
*Fuente. Elaboración propia.*

**Figura 92: Probetas con lechada y sin epóxico en edad de 14 días con un ángulo de 0°**



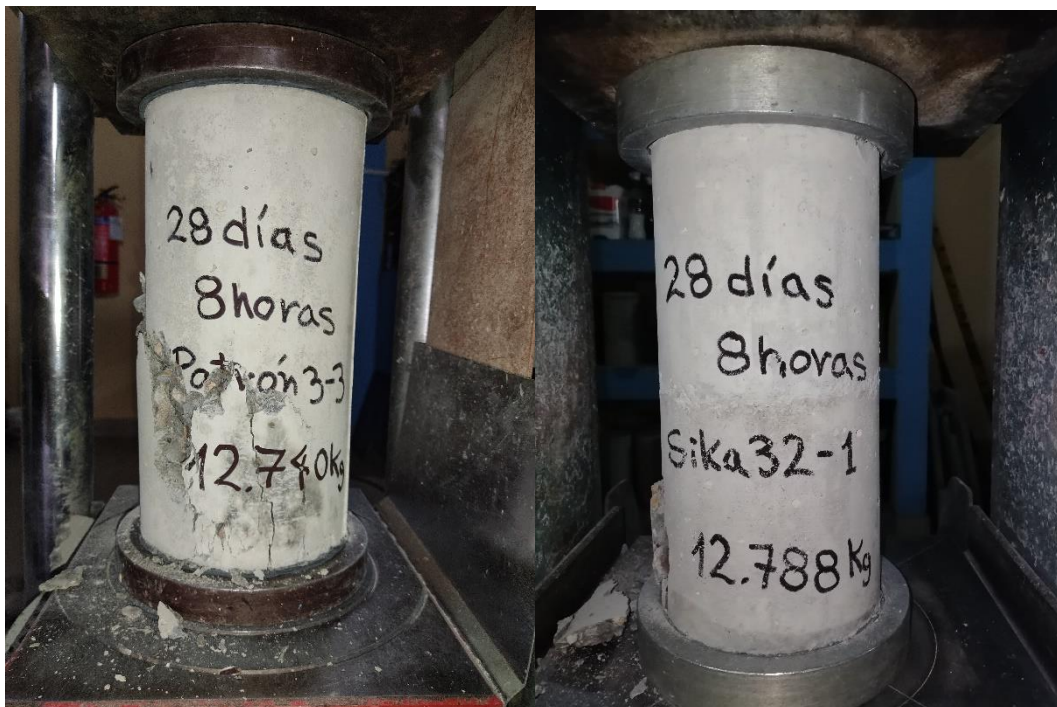
*Fuente. Elaboración propia.*

**Figura 93: Ensayo a rotura a compresión de probetas de edades de 28 días con juntas de 0°**



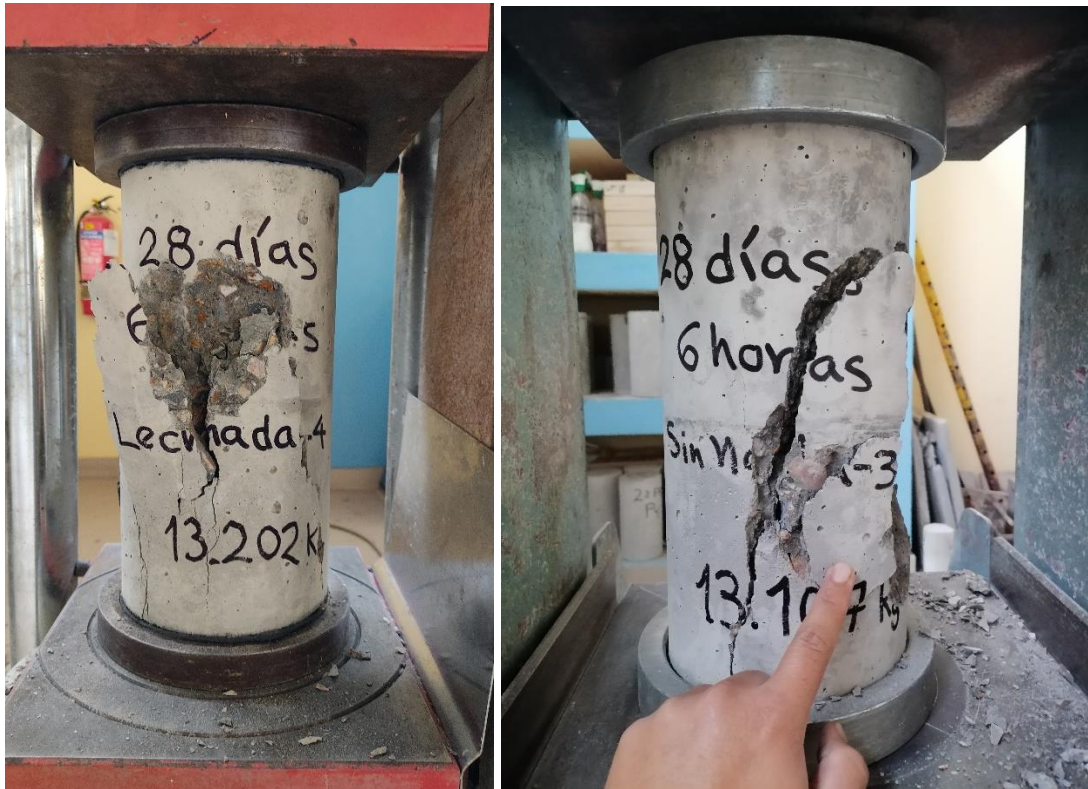
*Fuente. Elaboración propia.*

**Figura 94: Probetas patrón y con epóxico Sika 32 en edad de 28 días con un ángulo de 0°**



*Fuente. Elaboración propia*

**Figura 95: Probetas con lechada y sin epóxico en edad de 28 días con un ángulo de 0°**



Fuente. Elaboración propia.

**Figura 96: 135 probetas en total ensayadas a compresión con un ángulo de 0°**



Fuente. Elaboración propia

**Figura 97: Probetas con ángulo de 45° de edades de 7 días**



*Fuente. Elaboración propia*

**Figura 98: Ensayo a rotura a compresión de probetas de edades de 7 días con juntas de 45°**



*Fuente. Elaboración propia*

**Figura 99: Probetas patrón y con epóxico Sika 32 en edad de 7 días con un ángulo de 45°**



*Fuente. Elaboración propia*

**Figura 100: Probetas con lechada y sin epóxico en edad de 7 días con un ángulo de 45°**



*Fuente. Elaboración propia*

**Figura 101: Ensayo a rotura a compresión de probetas de edades de 14 días con juntas de 45°**



*Fuente. Elaboración propia*

**Figura 102: Probetas patrón y con epóxico Sika 32 en edad de 14 días con un ángulo de 45°**



*Fuente. Elaboración propia*

**Figura 103: Probetas con lechada y sin epóxico en edad de 14 días con un ángulo de 45°**



*Fuente. Elaboración propia*

**Figura 104: Ensayo a rotura a compresión de probetas de edades de 28 días con juntas de 45° junto con el Ing. Asesor.**



*Fuente. Elaboración propia*



**Figura 105: Probetas patrón y con epóxico Sika 32 en edad de 28 días con un ángulo de 45°**



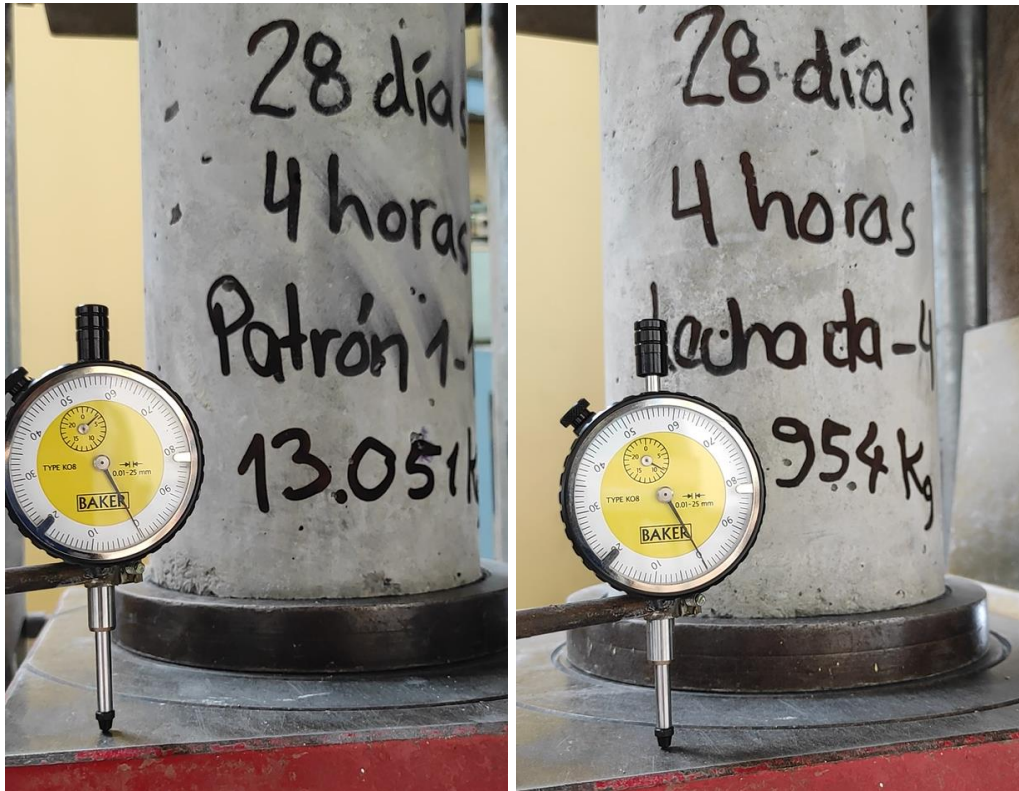
*Fuente. Elaboración propia*

**Figura 106: Probetas con lechada y sin epóxico en edad de 14 días con un ángulo de 45°**



*Fuente. Elaboración propia*

Figura 107: Uso del deformómetro en los ensayos de 28 días



Fuente. Elaboración propia

Figura 108: 135 probetas en total ensayadas a compresión con un ángulo de 45°



Fuente. Elaboración propia

## ANEXOS

### ANEXO 1: FICHA TÉCNICA DEL CEMENTO PACASMAYO PORTLAND TIPO



#### DESCRIPCIÓN

**Cemento Portland de uso general Tipo I.** Gracias a su diseño de clinker, se logra una mejor resistencia a la compresión garantizando óptimos resultados en tu obra.

#### ATRIBUTOS

##### Altas resistencias a todas las edades

- Desarrolla altas resistencias iniciales que garantiza un adecuado avance de obra.
- El diseño correcto en concreto garantiza un menor tiempo de desencofrado.

#### PRESENTACIONES



\*En cumplimiento de la Norma Metroológica Peruana (NMP 002:2018)

#### RECOMENDACIONES DE USO



Utilizar agregados y materiales de buena calidad.



A mayor sea la humedad de los agregados, se debe dosificar menor cantidad de agua.

#### DOSIFICACIONES RECOMENDADAS

- Las proporciones de los materiales están sujetas a la calidad de los agregados de la zona, y a la ejecución de un diseño de mezclas por un experto, pero es aceptado que con materiales aprobados para construcción se usen las siguientes proporciones.

Aplicación	Resistencia (f'c)	Cemento	Areña limpia	Piedra de tamaño máximo 19 mm	Agua
Losas aligeradas, placas y otros	175	1	2	3	0.5 (*)
Vigas y columnas	210	1	2	2	0.5 (*)

(\*) El agua debe ser la suficiente para lograr una consistencia trabajable (slump de 5 a 6 pulgadas), la mezcla no debe estar muy aguada, debe poder levantarse con un badilejo sin escurrirse rápidamente.

- Para otro tipo de concreto se requiere un diseño de mezclas específico, si se usan aditivos el agua debe reducirse.
- Usar un único recipiente de medida.

#### RECOMENDACIONES DE ALMACENAMIENTO

- Los primeros cementos que entren, deben ser los primeros en salir.
- Las bolsas de cemento deben almacenarse a una distancia de 15 cms como mínimo de las paredes del almacén y 60 cms de otras pilas.
- Cubrir con una capa impermeable para evitar la humedad.
- Reducir tiempo de almacenamiento cuando las temperaturas sean menores a 10°C.
- Revisar la bolsa de cemento antes de usarla para verificar si es que tiene grumos. En caso tenga grumos, antes de su uso tamizar la bolsa.
- Colocar parihuelas de madera para evitar la humedad del suelo.
- Evitar la circulación del aire entre bolsas en el apilado.





## ¿QUÉ ES EL ECOSACO?

Bolsa que se disgrega con la acción de la piedra en mezclas de concreto.

## BENEFICIOS DE USAR ECOSACO

- El Ecosaco reducirá el riesgo de exposición al polvo del cemento al maestro ya que va directamente al trompo sin necesidad de abrir la bolsa cuando se ejecutan las mezclas de concreto.
- El Ecosaco genera cero desperdicios, con la acción de la piedra el empaque se disgrega en la mezcla de concreto.
- El Ecosaco mejora la productividad, ahorra en el tiempo de limpieza en obra y gestión de desechos de construcción.

## CÓMO USAR EL ECOSACO EN 5 MINUTOS

- AGREGA** la mitad de la proporción de agua (A) y luego introduce el EcoSaco (sin abrir) directo a un trompo de al menos 340 litros.
- AÑADE** el total de los áridos: piedra (B) y arena (C) en el trompo, según el diseño de concreto.
- AJUSTA** la mezcla añadiendo el resto de la proporción de agua y asegura que toda la bolsa esté incorporada en la mezcla para lograr una correcta integración.
- MEZCLA** hasta tener un resultado homogéneo y con la fluidez buscada.

## ESCALA DE EMISIONES DE CARBONO

	Factor Clinker	Emisiones
<b>Bajo</b>	hasta 70%	500 a 700 Kg CO <sub>2</sub> eq
<b>Medio</b>	71% a 88%	701 a 800 Kg CO <sub>2</sub> eq
<b>Alto</b>	89% a 100%	801 Kg CO <sub>2</sub> eq a más

\***Tipo I** se encuentra en el rango alto en emisiones de carbono según el informe de auditoría realizado por Ecoamet 2022.

\*Los resultados presentados corresponden por tonelada (TN) de cemento.

## CERTIFICACIÓN EN CUMPLIMIENTO DEL DECRETO SUPREMO N° 001-2022-PRODUCE

Certificación que valida el **cumplimiento del Reglamento Técnico sobre Cemento Hidráulico** utilizado en Edificaciones y Construcciones en General

### Empresa Certificadora:

ICONTEC, Organismo de certificación internacional reconocido por el IAF (Foro Internacional de Acreditación) con alta experiencia certificando productos y servicios en el mundo.



NTP 334.009  
ASTM C 150  
Cemento Portland



DS 001-2022 PRODUCE  
Cemento Hidráulico  
Utilizado en Edificaciones y Construcciones en General

Cementos Pacasmayo optó por el modelo de certificación más alto y riguroso obteniendo la máxima certificación: Esquema Tipo 5.

1 2 3 4 5

\*Tipos de esquema de certificación

**Esquema Tipo 5:** Certifica el proceso productivo y la comercialización, verificación del sistema de gestión de calidad en el comercializador, verificación del control de la producción en planta y verificación del sistema de gestión de calidad en planta.

## CERTIFICACIONES DE LA COMPAÑÍA



También miembros de **gbc<sup>pe</sup>**



## Cemento Tipo I

### Cemento Portland de uso general Tipo I

Requisitos normalizados - NTP 334.009 / ASTM C150

#### REQUISITOS QUÍMICOS

ENSAYOS	TIPO	VALOR	UNIDAD	NORMAS DE ENSAYO	RESULTADOS*
MgO	Máximo	6.0	%	NTP 334.086	1.8
SO <sub>3</sub>	Máximo	3.00	%	NTP 334.086	2.72
Pérdida por ignición	Máximo	3.5	%	NTP 334.086	2.7
Residuo insoluble	Máximo	1.5	%	NTP 334.086	0.6

#### REQUISITOS FÍSICOS

ENSAYOS	TIPO	VALOR	UNIDAD	NORMAS DE ENSAYO	RESULTADOS*
Contenido de aire en mortero	Máximo	12	%	NTP 334.048	8
<b>Finura</b>					
Superficie específica	Mínimo	260	m <sup>2</sup> /kg	NTP 334.002	389
Expansión en autoclave	Máximo	0.80	%	NTP 334.004	0.08
<b>Resistencia a la compresión</b>					
3 días	Mínimo	12.0 (1740)	MPa (psi)	NTP 334.051	27.5 (3980)
7 días	Mínimo	19.0 (2760)	MPa (psi)	NTP 334.051	33.0 (4790)
28 días**	Mínimo	28.0 (4060)	MPa (psi)	NTP 334.051	40.1 (5810)
<b>Tiempo de Fraguado Vicat</b>					
Fraguado inicial	Mínimo	45	Minutos	NTP 334.006	129
Fraguado final	Máximo	375	Minutos	NTP 334.006	250
Expansión en barra de mortero curada en agua a 14 días	Máximo	0.020	%	NTP 334.093	0.007

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

El cemento descrito arriba, al tiempo del envío, cumple con los requisitos físicos y químicos de la NTP 334.009 / ASTM C150



## ANEXO 2: HOJAS DE DATOS DEL EPÓXICO ADHERENTE SIKADUR 32.



# HOJA DE DATOS DEL PRODUCTO

## Sikadur®-32 Gel

### PUENTE DE ADHERENCIA EPOXICO

#### DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

Es un adhesivo de dos componentes a base de resinas epóxicas seleccionadas, libre de solventes.

#### USOS

Sikadur®-32 Gel debe ser utilizado sólo por profesionales expertos.

- Como adhesivo estructural de concreto fresco con concreto endurecido.
- Como adhesivo entre elementos de concreto, piedra, mortero, acero, fierro, fibrocemento, madera.
- Adhesivo entre concreto y mortero.
- En anclajes de pernos en concreto o roca, donde se requiere una puesta en servicio rápida (24 horas).

#### CARACTERÍSTICAS / VENTAJAS

- Fácil de aplicar.
- Libre de solventes.
- No es afectado por la humedad.
- Altamente efectivo, aún en superficies húmedas.
- Trabajable a bajas temperaturas.
- Alta resistencia a tracción.

#### CERTIFICADOS / NORMAS

Cumple la norma ASTM C-881, Standard Especification for Epoxy-Resin-Base Bonding System for Concrete.

Está certificado como producto no tóxico por el Instituto de Salud Pública de Chile.

#### USGBC VALORACIÓN LEED

Sikadur®-32 Gel cumple con los requerimientos LEED. Conforme con el LEED V3 IEQc 4.1 Low-emitting materials - adhesives and sealants.

Contenido de VOC < 70 g/L (menos agua)

#### INFORMACIÓN DEL PRODUCTO

<b>Empaques</b>	Juego de 1 kg. Juego de 5 kg.
<b>Color</b>	Líquido denso color gris (Mezcla A+B)
<b>Vida Útil</b>	2 años
<b>Condiciones de Almacenamiento</b>	El producto puede ser almacenado en su envase original cerrado, sin deterioro en un lugar fresco, seco y bajo techo durante dos años a una temperatura entre 5°C y 30°C. Acondicione el material a 18°C a 30°C antes de usar.
<b>Densidad</b>	1,6 kg/litro

#### INFORMACIÓN TÉCNICA

<b>Resistencia a la Compresión</b>	1 Día	60 MPa	(ASTM D 695)
	10 Días	80 MPa	

Hoja De Datos Del Producto  
Sikadur®-32 Gel  
Diciembre 2019, Versión 01.01  
020204030010000135

<b>Resistencia a Flexión</b>	10 Días	34 MPa	(ASTM C580)
<b>Resistencia a la Adherencia</b>	> 13 MPa		(ASTM C 882)
	Fuerza de arrancamiento de anclaje en concreto H25 (fe A63-42H, 012mm, L=12cm 6.000 kgf)		

## INFORMACIÓN DE APLICACIÓN

<b>Proporción de la Mezcla</b>	A : B = 2 : 1 (en peso)
<b>Consumo</b>	Como puente de adherencia, el consumo aproximado es de 0.3 a 0.5 kg/m <sup>2</sup> , dependiendo de la rugosidad y temperatura de la superficie.
<b>Duración de la Mezcla</b>	25 minutos.

## INSTRUCCIONES DE APLICACIÓN

### PREPARACIÓN DEL SUSTRATO

#### CONCRETO

Al momento de aplicar Sikadur®-32 Gel el concreto debe encontrarse limpio, libre de polvo, partes sueltas o mal adheridas, sin impregnaciones de aceite, grasa, pintura, entre otros. Debe estar firme y sano con respecto a sus resistencias mecánicas.

La superficie de concreto debe limpiarse en forma cuidadosa hasta llegar al concreto sano, eliminando totalmente la lechada superficial. Esta operación se puede realizar con chorro de agua y/o arena, escobilla de acero, y otros métodos. La superficie a unir debe quedar rugosa.

#### METALES

Deben encontrarse limpios, sin óxido, grasa, aceite, pintura, entre otros. Se recomienda un tratamiento con chorro de arena a metal blanco o en su defecto utilizar métodos térmicos o físicos químicos.

#### MEZCLADO

Mezclar totalmente las partes A y B en un tercer recipiente limpio y seco, revolver en forma manual o mecánica con un taladro de bajas revoluciones (máx. 600 r.p.m.) durante 3–5 minutos aproximadamente, hasta obtener una mezcla homogénea. Evitar el aire atrapado.

En caso que el volumen a utilizar sea inferior al entregado en los envases, se pueden subdividir los componentes respetando en forma rigurosa las proporciones indicadas en Datos Técnicos.

#### MÉTODO DE APLICACIÓN / HERRAMIENTAS

La colocación de Sikadur®-32 Gel se realiza con brocha, rodillo o pulverizado sobre una superficie preparada. En superficies húmedas asegurar la aplicación restregando con la brocha. El concreto fresco debe ser vaciado antes de 3 horas a 20°C o 1 hora a 30°C de aplicado el Sikadur®-32 Gel. En todo caso, el producto debe encontrarse fresco al vaciar la mezcla sobre él.

#### LIMPIEZA DE HERRAMIENTAS

Limpe las herramientas con diluyente a la piroxilina.

Hoja De Datos Del Producto  
Sikadur®-32 Gel  
Diciembre 2019, Versión 01.01  
0202040300110000135

## NOTAS

Todos los datos técnicos recogidos en esta hoja técnica se basan en ensayos de laboratorio. Las medidas de los datos actuales pueden variar por circunstancias fuera de nuestro control.

CONSTRUYENDO CONFIANZA



## RESTRICCIONES LOCALES

Nótese que el desempeño del producto puede variar dependiendo de cada país. Por favor, consulte la hoja técnica local correspondiente para la exacta descripción de los campos de aplicación del producto

## ECOLOGÍA, SALUD Y SEGURIDAD

Para información y asesoría referente al transporte, manejo, almacenamiento y disposición de productos químicos, los usuarios deben consultar la Hoja de Seguridad del Material actual, la cual contiene información médica, ecológica, toxicológica y otras relacionadas con la seguridad.

## NOTAS LEGALES

La información y en particular las recomendaciones sobre la aplicación y el uso final de los productos Sika son proporcionadas de buena fe, en base al conocimiento y experiencia actuales en Sika respecto a sus productos, siempre y cuando éstos sean adecuadamente almacenados, manipulados y transportados; así como aplicados en condiciones normales. En la práctica, las diferencias en los materiales, sustratos y condiciones de la obra en donde se aplicarán los productos Sika son tan particulares que de esta información, de alguna recomendación escrita o de algún asesoramiento técnico, no se puede deducir ninguna garantía respecto a la comercialización o adaptabilidad del producto a una finalidad particular, así como ninguna responsabilidad contractual. Los derechos de propiedad de las terceras partes deben ser respetados. Todos los pedidos aceptados por Sika Perú S.A. están sujetos a Cláusulas Generales de Contratación para la Venta de Productos de Sika Perú S.A. Los usuarios siempre deben remitirse a la última edición de la Hojas Técnicas de los productos; cuyas copias se entregarán a solicitud del interesado o a las que pueden acceder en Internet a través de nuestra página web [www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe).





## ANEXO 3: CERTIFICADO DE CALIDAD DEL EPÓXICO ADHERENTE

### SIKADUR 32.

#### CERTIFICADO DE CALIDAD



El presente documento presenta el Estado Permisible de las especificaciones técnicas de nuestro producto Sikadur® 32 Gel

#### 1. ESTADO PERMISIBLE

Parámetros	Rango de Aceptación
Aspecto Parte A	Líquido viscoso blanquecino
Aspecto Parte B	Líquido Viscoso negro
Densidad A (g/mL)	1.55 – 1.63
Densidad B (g/mL)	1.45 – 1.58
Valor epoxi A (mol/Kg)	2.3 – 2.6
Valor Amino B (mg KOH/g)	175 - 210

Almacenamiento: 2 años en su envase original bien cerrado en lugar fresco y bajo techo, a temperaturas entre 5°C y 30 °C. Acondicione el material a 18°C a 30 °C antes de usar.

Atentamente,

Lurín, marzo de 2022

Formato CC-F 18  
Autorizado por: GMS  
Fecha: 18/07/13  
Edición: 4



Claudia Vargas  
Gerente de Laboratorio  
Sika Perú S.A.C.

LA INFORMACIÓN Y EN PARTICULAR LAS RECOMENDACIONES DE ESTA INSTRUCCIÓN DE USO ESTÁN BASADAS EN LOS ACTUALES CONOCIMIENTOS, EXPERIENCIA, Y EN PRUEBAS QUE CONSIDERAMOS SEGURAS SOBRE LOS PRODUCTOS APROPIADAMENTE ALMACENADOS, MANIPULADOS Y UTILIZADOS EN LAS CONDICIONES NORMALES DESCRITAS. EN LA PRÁCTICA, Y NO PUDIENDO CONTROLAR LAS CONDICIONES DE APLICACIÓN (TEMPERATURA, ESTADO DE LOS SUSTRATOS, ETC.), NO NOS RESPONSABILIZAMOS POR NINGÚN DAÑO, PERJUICIO O PÉRDIDA OCASIONADAS POR EL USO INADECUADO DEL PRODUCTO. ACONSEJAMOS AL USUARIO QUE PREVIAMENTE DETERMINE SI EL MISMO ES APROPIADO PARA EL USO PARTICULAR PROPUESTO. TODOS LOS PEDIDOS ESTÁN SUJETOS A NUESTROS TÉRMINOS CORRIENTES DE VENTA Y ENTREGA. LOS USUARIOS SIEMPRE DEBEN REMITIRSE A LA ÚLTIMA EDICIÓN DE LAS HOJAS TÉCNICAS DE LOS PRODUCTOS; CUYAS COPIAS SE ENTREGARÁN A SOLICITUD DEL INTERESADO O A LAS QUE PUEDEN ACCEDER EN INTERNET A TRAVÉS DE NUESTRA PÁGINA WEB [WWW.SIKA.COM.PE](http://WWW.SIKA.COM.PE)

SIKA PERU S.A.C.

Habilitación Industrial El Lúcumo Mz. "B" Lote 6, Lurín - L3 Lima - Perú  
Telf: +51 1 618 6060 · Fax: +51 1 618 6070 · [www.sika.com.pe](http://www.sika.com.pe)

**ANEXO 4: CONSTANCIA DE LABORATORIO DE MATERIALES DE LA  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA.**



**Universidad Nacional de Cajamarca**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
*Laboratorio de Ensayo de Materiales*



**El jefe del Laboratorio de Ensayo de Materiales de la Facultad de  
Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca expide, la siguiente:**

**CONSTANCIA**

Al Bach. BETZY HELEN MINCHÁN ZAVALA, Exalumna de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Cajamarca, que ha realizado en el Laboratorio de Ensayo de Materiales “Mg. Ing. Carlos Esparza Díaz” las siguientes actividades:

ÍTEM	DETALLE
01	Ensayo Contenido de humedad
02	Ensayo Análisis granulométrico
03	Ensayo Peso unitario suelto y compactado
04	Ensayo Peso específico
05	Ensayo de absorción
06	Elaboración de especímenes cilíndricos de concreto
07	Ensayo a compresión muestras cilíndricas

Para la Tesis Titulada: “**INFLUENCIA DEL EPÓXICO ADHERENTE SIKADUR 32 Y LECHADA DE CEMENTO, EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO  $F'c = 210 \text{ KG/CM}^2$ , EN JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN USUALES**”. Mencionadas actividades se desarrollaron del 08 de febrero del 2024 al 05 de abril del 2024.

Se expide el presente, para fines que se estime conveniente.

Cajamarca, 03 de mayo de 2024.

Atentamente:

c.c. a:  
\_Archivo

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
  
Ing. Mauro Centurión Vargas  
JEFE DEL LABORATORIO DE ENSAJO DE MATERIALES