

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI  
FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E  
INGENIERÍA CIVIL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



---

**“ANÁLISIS DE LA INFLUENCIA DE JUNTAS FRÍAS CON Y SIN  
APLICACION 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”**

---

**TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**Bach. Jennyfer Rodriguez Rios**

**Bach. Maria Teresa Salazar Davila**

**PUCALLPA – PERÚ**

**2022**



## ACTA DE APROBACIÓN DEL BORRADOR DE TESIS

En la Ciudad Universitaria, a los 18 días del mes AGOSTO del 2022 siendo horas 13:30. Los miembros del Jurado, declaran APROBADO POR UNANIMIDAD el BORRADOR DE TESIS titulado:

**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  $F_c=210 \text{ KG}/\text{CM}^2$  - UCAYALI**

Presentado por los Bachilleres:

JENNYFER RODRIGUEZ RIOS  
MARÍA TERESA SALAZAR DÁVILA

De la Escuela Profesional de:

INGENIERIA CIVIL

Siendo el Jurado Dictaminador, conformado por:

Presidente : DR. DAVID ABEL GONZALEZ MANRIQUE DE LARA  
Primer Miembro : MG. DEVYN OMAR DONAYRE HERNANDEZ  
Segundo Miembro : MG. DANIEL PEREZ CASTAÑON  
Director/Asesor : MG. HORACIO SORIANO ALAVA

Atentamente

Ing. Dr. David Abel González Manrique de Lara

Presidente – Evaluador Borrador de Tesis

Ing. Mg. Devyn Omar Donayre Hernández

Miembro – Evaluador Borrador de Tesis

Ing. Mg. Daniel Pérez Castañón

Miembro – Evaluador Borrador de Tesis



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACION  
**DIRECCION GENERAL DE PRODUCCION INTELECTUAL**

# CONSTANCIA

## ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION

### SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

**Nº V/0307-2022**

La Dirección de Producción Intelectual, hace constar por la presente, que el Informe final de tesis, titulado:

**“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 KG/CM2 - UCAYALI”.**

Autor(es) : SALAZAR DAVILA, MARIA TERESA  
RODRIGUEZ RIOS, JENNYFER

Facultad : INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL  
Escuela Profesional : ING. CIVIL  
Asesor : Mg. SORIANO ALAVA, HORACIO

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio URKUND, dicho documento presenta un **porcentaje de similitud de 4%**

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND, el cual indica que no se debe superar el 10%. Se declara, que el trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud, por lo que SI se aprueba su originalidad.

En señal de conformidad y verificación FIRMA Y CODIFICA la presente constancia.



FECHA 17/05/2022



Mg. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNAOLA  
Director de Producción Intelectual

## **DEDICATORIA**

Dedico esta investigación a Dios, por estar en todo momento conmigo y no dejarme caer pese a todas mis decisiones tomadas. A mi madre Nora, por su amor incondicional y apoyo constante durante mi formación académica y profesional. Asimismo, a mi gran amigo, Arturo Rocha, por su apoyo y recordarme constantemente lo capaz que puedo ser para realizar lo que me proponga. Por último, a todos mis amigos que de una u otra manera han influenciado con sus buenos deseos para lograr mis objetivos trazados.

**JENNYFER RODRIGUEZ RIOS**

Esta investigación va dedicada en primer lugar a Dios, pues me ha ayudado en todos los aspectos de mi vida pese a mis errores. A mis padres, Adit y Pedro por su infinito amor desinteresado; al ser más hermoso que se forma dentro de mí, ya que se convirtió en el mayor motivo para la culminación del presente. Por último, a todos mis hermanos/familiares, a mi futuro esposo y amigos quienes me han apoyado de alguna u otra manera, teniendo siempre fe en que lo lograría.

**MARIA TERESA SALAZAR DAVILA**

## AGRADECIMIENTO

- A Dios, por ser su voluntad escalar un peldaño más en nuestra vida profesional.
- A nuestros padres, por su amor y apoyo incondicional a lo largo de nuestra vida y lo que queda de ella.
- A la Universidad Nacional de Ucayali, nuestra alma mater, por permitirnos forjarnos como profesionales en Ingeniería Civil y a los catedráticos que nos brindaron su conocimiento para ello.
- Al Ing. Román Claros, catedrático de la Universidad Nacional de Ucayali, quien nos dio la idea del tema de tesis.
- Al Ing. Horacio Soriano Álava, catedrático de la Universidad Nacional de Ucayali, por aceptar el asesoramiento de esta investigación.
- Al señor Hilder Salazar Rodríguez de Geo, Control y Calidad Total S.A.C., por estar presto a ayudarnos incluso en feriados, para lograr resultados verídicos de los ensayos a compresión.
- A Kin Flores e Iván Cartagena, por cooperar con nosotras en la visita a la cantera, elaboración de las muestras y múltiples acciones de gran valor.
- A Adith Salazar, por colaborar con nosotras en nuestra estadía en la ciudad de Lima.
- A todos nuestros familiares y amigos que nos echaron una mano para la ejecución de este estudio.

## RESUMEN

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, en la ciudad de Pucallpa aún no había un estudio sobre este tema, por ello, se vio la necesidad de realizar 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; siendo recomendable su empleo en estructuras horizontales y en las verticales su uso está limitado al tiempo de formación de junta fría, teniendo que aplicarse lo más pronto posible.

**Palabras claves:** junta fría, epóxico adherente, resistencia a compresión, resistencia a flexión.

## ABSTRACT

During the execution of poured concrete in any structure, some unforeseen events could occur, such as the creation of cold joints, making this process discontinuous, which could influence the resistance. However, in Pucallpa city, it does not exist a research about this effect. Hence, there is a necessity to investigate about it, in order to determine whether the presence of cold joints with three, eight and twenty four hours of creation in horizontal and vertical structures of concrete is a factor that intervenes in the resistance to compression and bending, in comparison with a pattern, that is, continuous pouring. The type of the research was experimental-applied, explanatory and analytical-comparative, in which three sampling groups participated: 1) pattern - compression and bending, 2) experimental group - concrete with cold joint without treatment tested in compression and bending and 3) experimental group - concrete with cold joint and application of the adherent epoxy tested in compression and bending.

Two types of concrete specimens were used: cylindrical ones with a diameter (15 cm) and height (30 cm) and prismatic ones with a length (50 cm), height and width (15 cm). The survey was carried out with global aggregate from "Las Malvinas" quarry, "Andino" cement type I (according to the mix design proposed in a local thesis) and for the adherent epoxy treatment, the chosen brand was "Sikadur 32"- Gel. The pouring concrete process was based on NTP 339.034 and NTP 339.079, having for the experimental groups a first pouring up to the middle third of the test tube, being interrupted to form a 45° cold joint. After three, eight and twenty four hours, the adherent epoxy was placed (as appropriate), continuing the second pouring with the same dosage as the first. From the results obtained, it was concluded that the presence of cold joints in the concrete definitely decreases the resistance to compression and bending. However, the use of the adherent epoxy mitigates this damage to a certain degree. It is advisable to use this adherent in horizontal structures; regarding the vertical one, its use is limited to the time of creation of the cold joint, and it must be applied as soon as possible.

**Key words:** cold joint, adherent epoxy, resistance to compression, resistance to bending.

## ÍNDICE GENERAL

<b>DEDICATORIA .....</b>	ii
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	iii
<b>RESUMEN .....</b>	iv
<b>ABSTRACT .....</b>	v
<b>ÍNDICE GENERAL .....</b>	vi
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	xiv
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	xxi
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	1
<b>1.1. DESCRIPCIÓN Y FUNDAMENTACIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	1
1.1.1. Descripción del Problema .....	1
1.1.2. Fundamentación del Problema .....	2
<b>1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	3
1.2.1. Problema General.....	3
1.2.2. Problemas Específicos .....	4
<b>1.3. OBJETIVOS .....</b>	5
1.3.1. Objetivo General.....	5
1.3.2. Objetivos Específicos.....	5
<b>1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA .....</b>	6
1.4.1. Justificación .....	6
1.4.2. Importancia.....	7
<b>1.5. LIMITACIONES Y ALCANCES .....</b>	8
1.5.1. Limitaciones.....	8
1.5.2. Alcances .....	9
<b>1.6. HIPÓTESIS.....</b>	10
1.6.1. Hipótesis General .....	10
1.6.2. Hipótesis Específicas.....	10
<b>1.7. SISTEMA DE VARIABLES – DIMENSIONES E INDICADORES.....</b>	11
1.7.1. Variable Independiente .....	11
1.7.2. Variable Dependiente .....	12
<b>1.8. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES, DIMENSIONES E INDICADOR.....</b>	13

<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>14</b>
<b>2.1. ANTECEDENTES O REVISIÓN DE ESTUDIOS REALIZADOS .....</b>	<b>14</b>
2.1.1    Antecedentes en el ámbito local .....	14
2.1.2    Antecedentes en el ámbito nacional .....	15
2.1.3    Antecedentes en el ámbito internacional.....	16
2.1.4    Antecedentes de ensayos realizados.....	17
<b>2.2. BASES TEÓRICAS .....</b>	<b>18</b>
2.2.1.    Concreto .....	18
2.2.2.    Cemento .....	23
2.2.3.    Clínker Portland .....	24
2.2.4.    Cemento Portland.....	24
2.2.5.    Agregados .....	25
2.2.6.    Hormigón o Agregado Global.....	30
2.2.7.    Agua .....	31
2.2.8.    Diseño de mezcla .....	32
2.2.9.    Juntas Frías .....	33
2.2.10.    Ensayo de Asentamiento por Cono de Abrams.....	33
2.2.11.    Ensayo para la resistencia a flexión del concreto en vigas.....	35
2.2.12.    Ensayo para la resistencia a compresión.....	37
2.2.13.    Adhesivos Epóxicos.....	39
2.2.14.    SIKADUR 32.....	39
2.2.15.    Análisis de la Varianza (ANOVA) .....	40
2.2.16.    Prueba de Tukey .....	40
<b>2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS .....</b>	<b>41</b>
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>42</b>
<b>3.1. METODOLOGÍA Y TÉCNICAS UTILIZADAS .....</b>	<b>42</b>
3.1.1.    Tipo de investigación .....	42
3.1.2.    Nivel de investigación .....	42
3.1.3.    Diseño de la Investigación .....	43
<b>3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA .....</b>	<b>48</b>
3.2.1.    Población.....	48
3.2.2.    Muestra.....	49
3.2.3.    Método de muestreo.....	51
3.2.4.    Técnicas de recolección y tratamiento de datos.....	53

3.2.5. Instrumentos y Materiales Empleados .....	54
3.2.6. Descripción de los procedimientos para la elaboración de las muestras y recolección de los resultados .....	63
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....</b>	<b>78</b>
<b>4.1. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO PATRÓN A 07 DÍAS DE ROTURA PARA <math>f'c=210 \text{ kg/cm}^2</math>.....</b>	<b>78</b>
<b>4.2. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO PATRÓN A 14 DÍAS DE ROTURA PARA <math>f'c=210 \text{ kg/cm}^2</math>.....</b>	<b>78</b>
<b>4.3. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO PATRÓN A 28 DÍAS DE ROTURA PARA <math>f'c=210 \text{ kg/cm}^2</math>.....</b>	<b>79</b>
<b>4.4. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO PATRÓN (TODAS LAS EDADES) PARA <math>f'c=210 \text{ kg/cm}^2</math>.....</b>	<b>79</b>
<b>4.5. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3 HORAS DE FORMACIÓN (SIN EPÓXICO) Y 7 DÍAS DE ROTURA PARA <math>f'c=210 \text{ kg/cm}^2</math> .....</b>	<b>81</b>
<b>4.6. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3 HORAS DE FORMACIÓN (SIN EPÓXICO) Y 14 DÍAS DE ROTURA - <math>f'c=210 \text{ kg/cm}^2</math> .....</b>	<b>82</b>
<b>4.7. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3 HORAS DE FORMACIÓN (SIN EPÓXICO) Y 28 DÍAS DE ROTURA - <math>f'c=210 \text{ kg/cm}^2</math> .....</b>	<b>83</b>
<b>4.8. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3 HORAS DE FORMACIÓN (SIN EPÓXICO) PARA TODAS LAS EDADES - <math>f'c=210 \text{ kg/cm}^2</math>.....</b>	<b>84</b>
<b>4.9. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3 HORAS DE FORMACIÓN (CON EPÓXICO) Y 7 DÍAS DE ROTURA - <math>f'c=210 \text{ kg/cm}^2</math> .....</b>	<b>86</b>
<b>4.10. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3 HORAS DE FORMACIÓN (CON EPÓXICO) Y 14 DÍAS DE ROTURA - <math>f'c=210 \text{ kg/cm}^2</math> .....</b>	<b>87</b>
<b>4.11. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3 HORAS DE FORMACIÓN (CON EPÓXICO) Y 28 DÍAS DE ROTURA - <math>f'c=210 \text{ kg/cm}^2</math> .....</b>	<b>88</b>
<b>4.12. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3 HORAS DE FORMACIÓN (CON EPÓXICO) PARA TODAS LAS EDADES - <math>f'c=210 \text{ kg/cm}^2</math> .....</b>	<b>89</b>
<b>4.13. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3 HORAS DE FORMACIÓN (CON/SIN EPÓXICO) Y 7 DÍAS DE ROTURA - <math>f'c=210 \text{ kg/cm}^2</math> .....</b>	<b>90</b>
<b>4.14. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3 HORAS DE FORMACIÓN (CON/SIN EPÓXICO) Y 14 DÍAS DE ROTURA - <math>f'c=210 \text{ kg/cm}^2</math> .....</b>	<b>91</b>
<b>4.15. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3 HORAS DE FORMACIÓN (CON/SIN EPÓXICO) Y 28 DÍAS DE ROTURA - <math>f'c=210 \text{ kg/cm}^2</math> .....</b>	<b>92</b>
<b>4.16. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3 HORAS DE FORMACIÓN (SIN/CON EPÓXICO) PARA TODAS LAS EDADES - <math>f'c=210 \text{ kg/cm}^2</math> ....</b>	<b>94</b>
<b>4.17. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 8 HORAS DE FORMACIÓN (SIN EPÓXICO) Y 7 DÍAS DE ROTURA - <math>f'c=210 \text{ kg/cm}^2</math> .....</b>	<b>96</b>

4.18.RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 8 HORAS DE FORMACIÓN (SIN EPÓXICO) Y 14 DÍAS DE ROTURA - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	97
4.19.RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 8 HORAS DE FORMACIÓN (SIN EPÓXICO) Y 28 DÍAS DE ROTURA - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	99
4.20.RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 8 HORAS DE FORMACIÓN (SIN EPÓXICO) PARA TODAS LAS EDADES - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	100
4.21.RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 8 HORAS DE FORMACIÓN (CON EPÓXICO) Y 7 DÍAS DE ROTURA - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	101
4.22.RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 8 HORAS DE FORMACIÓN (CON EPÓXICO) Y 14 DÍAS DE ROTURA - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	103
4.23.RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 8 HORAS DE FORMACIÓN (CON EPÓXICO) Y 28 DÍAS DE ROTURA - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	104
4.24.RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 8 HORAS DE FORMACIÓN (CON EPÓXICO) PARA TODAS LAS EDADES - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	105
4.25.RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 8 HORAS DE FORMACIÓN (CON/SIN EPÓXICO) Y 7 DÍAS DE ROTURA - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	106
4.26.RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 8 HORAS DE FORMACIÓN (CON/SIN EPÓXICO) Y 14 DÍAS DE ROTURA - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	107
4.27.RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3 HORAS DE FORMACIÓN (CON/SIN EPÓXICO) Y 28 DÍAS DE ROTURA - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	108
4.28.RESISTENCIA A COMPRESIÓN PARA CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 8 HORAS DE FORMACIÓN (SIN/CON EPÓXICO) PARA TODAS LAS EDADES - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	110
4.29.RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 24 HORAS DE FORMACIÓN (SIN EPÓXICO) Y 7 DÍAS DE ROTURA - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	112
4.30.RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 24 HORAS DE FORMACIÓN (SIN EPÓXICO) Y 14 DÍAS DE ROTURA - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	114
4.31.RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 24 HORAS DE FORMACIÓN (SIN EPÓXICO) Y 28 DÍAS DE ROTURA - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	115
4.32.RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 24 HORAS DE FORMACIÓN (SIN EPÓXICO) PARA TODAS LAS EDADES - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	116
4.33.RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 24 HORAS DE FORMACIÓN (CON EPÓXICO) Y 7 DÍAS DE ROTURA - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	118
4.34.RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 24 HORAS DE FORMACIÓN (CON EPÓXICO) Y 14 DÍAS DE ROTURA - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	119
4.35.RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 24 HORAS DE FORMACIÓN (CON EPÓXICO) Y 28 DÍAS DE ROTURA - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	121
4.36.RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 24 HORAS DE FORMACIÓN (CON EPÓXICO) PARA TODAS LAS EDADES - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	122

4.37.RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 24 HORAS DE FORMACIÓN (CON/SIN EPÓXICO) Y 7 DÍAS DE ROTURA - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	123
4.38.RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 24 HORAS DE FORMACIÓN (CON/SIN EPÓXICO) Y 14 DÍAS DE ROTURA - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	124
4.39.RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 24 HORAS DE FORMACIÓN (CON/SIN EPÓXICO) Y 28 DÍAS DE ROTURA - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	125
4.40.RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 24 HORAS DE FORMACIÓN (SIN/CON EPÓXICO) PARA TODAS LAS EDADES - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ..	126
4.41.RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO PATRÓN A 07 DÍAS DE ROTURA PARA $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	129
4.42.RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO PATRÓN A 14 DÍAS DE ROTURA PARA $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	130
4.43.RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO PATRÓN A 28 DÍAS DE ROTURA PARA $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	132
4.44.RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO PATRÓN (TODAS LAS EDADES) PARA $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	133
4.45.RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3 HORAS DE FORMACIÓN (SIN EPÓXICO) Y 7 DÍAS DE ROTURA PARA $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	134
4.46.RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3 HORAS DE FORMACIÓN (SIN EPÓXICO) Y 14 DÍAS DE ROTURA - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	135
4.47.RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3 HORAS DE FORMACIÓN (SIN EPÓXICO) Y 28 DÍAS DE ROTURA - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	137
4.48.RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3 HORAS DE FORMACIÓN (SIN EPÓXICO) PARA TODAS LAS EDADES - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	138
4.49.RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3 HORAS DE FORMACIÓN (CON EPÓXICO) Y 7 DÍAS DE ROTURA - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	139
4.50.RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3 HORAS DE FORMACIÓN (CON EPÓXICO) Y 14 DÍAS DE ROTURA - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	141
4.51.RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3 HORAS DE FORMACIÓN (CON EPÓXICO) Y 28 DÍAS DE ROTURA - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	142
4.52.RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3 HORAS DE FORMACIÓN (CON EPÓXICO) PARA TODAS LAS EDADES - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	143
4.53.RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3 HORAS DE FORMACIÓN (CON/SIN EPÓXICO) Y 7 DÍAS DE ROTURA - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	144
4.54.RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3 HORAS DE FORMACIÓN (CON/SIN EPÓXICO) Y 14 DÍAS DE ROTURA - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	145
4.55.RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3 HORAS DE FORMACIÓN (CON/SIN EPÓXICO) Y 28 DÍAS DE ROTURA - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	146
4.56.RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3 HORAS DE FORMACIÓN (SIN/CON EPÓXICO) PARA TODAS LAS EDADES - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ..	148

4.57.RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 8 HORAS DE FORMACIÓN (SIN EPÓXICO) Y 7 DÍAS DE ROTURA - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	150
4.58.RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 8 HORAS DE FORMACIÓN (SIN EPÓXICO) Y 14 DÍAS DE ROTURA - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	151
4.59.RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 8 HORAS DE FORMACIÓN (SIN EPÓXICO) Y 28 DÍAS DE ROTURA - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	153
4.60.RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 8 HORAS DE FORMACIÓN (SIN EPÓXICO) PARA TODAS LAS EDADES - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	154
4.61.RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 8 HORAS DE FORMACIÓN (CON EPÓXICO) Y 7 DÍAS DE ROTURA - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	155
4.62.RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 8 HORAS DE FORMACIÓN (CON EPÓXICO) Y 14 DÍAS DE ROTURA - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	157
4.63.RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 8 HORAS DE FORMACIÓN (CON EPÓXICO) Y 28 DÍAS DE ROTURA - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	158
4.64.RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 8 HORAS DE FORMACIÓN (CON EPÓXICO) PARA TODAS LAS EDADES - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	159
4.65.RESISTENCIA A FLEXIÓN A DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 8 HORAS DE FORMACIÓN (CON/SIN EPÓXICO) Y 7 DÍAS DE ROTURA - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	160
4.66.RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 8 HORAS DE FORMACIÓN (CON/SIN EPÓXICO) Y 14 DÍAS DE ROTURA - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	161
4.67.RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 8 HORAS DE FORMACIÓN (CON/SIN EPÓXICO) Y 28 DÍAS DE ROTURA - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	162
4.68.RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 8 HORAS DE FORMACIÓN (SIN/CON EPÓXICO) PARA TODAS LAS EDADES - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ..	164
4.69.RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 24 HORAS DE FORMACIÓN (SIN EPÓXICO) Y 7 DÍAS DE ROTURA - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	166
4.70.RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 24 HORAS DE FORMACIÓN (SIN EPÓXICO) Y 14 DÍAS DE ROTURA - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	168
4.71.RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 24 HORAS DE FORMACIÓN (SIN EPÓXICO) Y 28 DÍAS DE ROTURA - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	170
4.72.RESISTENCIA A FLEXIÓN PARA CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 24 HORAS DE FORMACIÓN (SIN EPÓXICO) PARA TODAS LAS EDADES - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	171
4.73.RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 24 HORAS DE FORMACIÓN (CON EPÓXICO) Y 7 DÍAS DE ROTURA - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	172
4.74.RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 24 HORAS DE FORMACIÓN (CON EPÓXICO) Y 14 DÍAS DE ROTURA - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	174
4.75.RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 24 HORAS DE FORMACIÓN (CON EPÓXICO) Y 28 DÍAS DE ROTURA - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	175
4.76.RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 24 HORAS DE FORMACIÓN (CON EPÓXICO) PARA TODAS LAS EDADES - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ .....	176

<b>4.77. RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 24 HORAS DE FORMACIÓN (CON/SIN EPÓXICO) Y 7 DÍAS DE ROTURA - <math>f'c=210 \text{ kg/cm}^2</math></b> .....	177
<b>4.78. RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 24 HORAS DE FORMACIÓN (CON/SIN EPÓXICO) Y 14 DÍAS DE ROTURA - <math>f'c=210 \text{ kg/cm}^2</math></b> .....	178
<b>4.79. RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 24 HORAS DE FORMACIÓN (CON/SIN EPÓXICO) Y 28 DÍAS DE ROTURA - <math>f'c=210 \text{ kg/cm}^2</math></b> .....	179
<b>4.80. RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 24 HORAS DE FORMACIÓN (SIN/CON EPÓXICO) PARA TODAS LAS EDADES - <math>f'c=210 \text{ kg/cm}^2</math></b> ..	181
<b>4.81. RESUMEN DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3, 8 Y 24 HORAS DE FORMACIÓN (SIN/CON EPÓXICO) PARA 7 DÍAS DE ROTURA - <math>f'c=210 \text{ kg/cm}^2</math></b> .....	183
<b>4.82. RESUMEN DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3, 8 Y 24 HORAS DE FORMACIÓN (SIN/CON EPÓXICO) PARA 14 DÍAS DE ROTURA - <math>f'c=210 \text{ kg/cm}^2</math></b> .....	185
<b>4.83. RESUMEN DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3, 8 Y 24 HORAS DE FORMACIÓN (SIN/CON EPÓXICO) PARA 28 DÍAS DE ROTURA - <math>f'c=210 \text{ kg/cm}^2</math></b> .....	186
<b>4.84. RESUMEN DE RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3, 8 Y 24 HORAS DE FORMACIÓN (SIN/CON EPÓXICO) PARA 7 DÍAS DE ROTURA - <math>f'c=210 \text{ kg/cm}^2</math></b> .....	188
<b>4.85. RESUMEN DE RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3, 8 Y 24 HORAS DE FORMACIÓN (SIN/CON EPÓXICO) PARA 14 DÍAS DE ROTURA - <math>f'c=210 \text{ kg/cm}^2</math></b> .....	189
<b>4.86. RESUMEN DE RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3, 8 Y 24 HORAS DE FORMACIÓN (SIN/CON EPÓXICO) PARA 28 DÍAS DE ROTURA - <math>f'c=210 \text{ kg/cm}^2</math></b> .....	191
<b>4.87. RESUMEN TOTAL DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN PARA CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3, 8 Y 24 HORAS DE FORMACIÓN (SIN/CON EPÓXICO) PARA TODAS LAS EDADES - <math>f'c=210 \text{ kg/cm}^2</math></b> .....	193
<b>CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b> .....	194
<b>5.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS</b> .....	194
5.1.1. Prueba de Hipótesis.....	194
5.1.2. Método ANOVA y Tukey para los resultados obtenidos de la resistencia a compresión correspondiente a los 7 días de rotura.....	195
5.1.3. Método ANOVA y Tukey para los resultados obtenidos de la resistencia a compresión correspondiente a los 14 días de rotura.....	198
5.1.4. Método ANOVA y Tukey para los resultados obtenidos de la resistencia a compresión correspondiente a los 28 días de rotura.....	201
5.1.5. Método ANOVA y Tukey para los resultados obtenidos de resistencia a flexión correspondiente a los 7 días de rotura .....	204

5.1.6. Método ANOVA y Tukey para los resultados obtenidos de resistencia a flexión correspondiente a los 14 días de rotura .....	207
5.1.7. Método ANOVA y Tukey para los resultados obtenidos de la resistencia a Flexión correspondiente a los 28 días de rotura .....	210
<b>5.2. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADO OBTENIDOS .....</b>	<b>213</b>
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>215</b>
<b>RECOMENDACIONES O SUGERENCIAS .....</b>	<b>218</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>219</b>
<b>MATRIZ DE CONSISTENCIA.....</b>	<b>223</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Definición operacional de variables, dimensiones e indicadores .....	13
<b>Tabla 2</b> Tamices a utilizar para realizar el análisis granulométrico.....	27
<b>Tabla 3</b> Clasificación de los agregados según su densidad .....	28
<b>Tabla 4</b> Granulometría del agregado global.....	31
<b>Tabla 5</b> Requisitos de agua para el diseño de mezcla del concreto.....	32
<b>Tabla 6</b> Diseño de mezcla definitivo por m <sup>3</sup> (kg/m <sup>3</sup> ) .....	32
<b>Tabla 7</b> Diámetros máximos de especímenes cilíndricos de ensayo .....	38
<b>Tabla 8</b> Edades de ensayo con las tolerancias permisibles de fractura .....	38
<b>Tabla 9</b> Número de muestras realizadas solo para el concreto patrón.....	49
<b>Tabla 10</b> Número de muestras realizadas para concretos con presencia de juntas frías .....	50
<b>Tabla 11</b> Peso de cada material por tanda para cada molde prismático (concreto patrón) .....	64
<b>Tabla 12</b> Peso de cada material por tanda para cada molde prismático (con vaciado interrumpido) .....	64
<b>Tabla 13</b> Peso de cada material por tanda para cada molde cilíndrico (con vaciado interrumpido) .....	64
<b>Tabla 14</b> Parámetros de diseño de mezcla.....	66
<b>Tabla 15</b> Peso de los componentes del epóxico adherente a mezclar para el espécimen prismático .....	69
<b>Tabla 16</b> Peso de los componentes del epóxico adherente a mezclar para una probeta cilíndrica .....	69
<b>Tabla 17</b> Resultados de ensayo a compresión para 07 días – resistencia del concreto patrón comparado con la resistencia mínima a obtener .....	78
<b>Tabla 18</b> Resultados de ensayo a compresión para 14 días – resistencia del concreto patrón comparado con la resistencia mínima a obtener .....	78
<b>Tabla 19</b> Resultados de ensayo a compresión para 28 días – resistencia del concreto patrón comparado con la resistencia mínima a obtener .....	79
<b>Tabla 20</b> Resultados de ensayo a compresión para todas las edades – resistencia del concreto patrón comparado con la resistencia mínima a obtener .....	79
<b>Tabla 21</b> Resultados de ensayo a compresión para 07 días – concreto con junta fría de 3 horas de formación (sin epóxico) comparado con el concreto patrón.....	81
<b>Tabla 22</b> Resultados de ensayo a compresión para 14 días – concreto con junta fría de 3 horas de formación (sin epóxico) comparado con el concreto patrón.....	82

<b>Tabla 23</b> Resultados de ensayo a compresión para 28 días – concreto con junta fría de 3 horas de formación (sin epóxico) comparado con el concreto patrón.....	83
<b>Tabla 24</b> Resultados de ensayo a compresión para todas las edades – concreto con junta fría de 3 horas de formación (sin epóxico) comparado con el concreto patrón.....	84
<b>Tabla 25</b> Resultados de ensayo a compresión para 7 días – concreto con junta fría de 3 horas de formación (con epóxico) comparado con el concreto patrón .....	86
<b>Tabla 26</b> Resultados de ensayo a compresión para 14 días – concreto con junta fría de 3 horas de formación (con epóxico) comparado con el concreto patrón .....	87
<b>Tabla 27</b> Resultados de ensayo a compresión para 28 días – concreto con junta fría de 3 horas de formación (con epóxico) comparado con el concreto patrón .....	88
<b>Tabla 28</b> Resultados de ensayo a compresión para todas las edades – concreto con junta fría de 3 horas de formación (con epóxico) comparado con el concreto patrón.....	89
<b>Tabla 29</b> Resultados de ensayo a compresión para 7 días – concreto con junta fría de 3 horas de formación (sin/con epóxico) comparado con el concreto patrón .....	90
<b>Tabla 30</b> Resultados de ensayo a compresión para 14 días – concreto con junta fría de 3 horas de formación (sin/con epóxico) comparado con el concreto patrón .....	91
<b>Tabla 31</b> Resultados de ensayo a compresión para 28 días – concreto con junta fría de 3 horas de formación (sin/con epóxico) comparado con el concreto patrón .....	92
<b>Tabla 32</b> Resultados de ensayo a compresión para todas las edades – concreto con junta fría de 3 horas de formación (sin/con epóxico) comparado con el concreto patrón .....	94
<b>Tabla 33</b> Resultados de ensayo a compresión para 07 días – concreto con junta fría de 8 horas de formación (sin epóxico) comparado con el concreto patrón.....	96
<b>Tabla 34</b> Resultados de ensayo a compresión para 14 días – concreto con junta fría de 8 horas de formación (sin epóxico) comparado con el concreto patrón.....	97
<b>Tabla 35</b> Resultados de ensayo a compresión para 28 días – concreto con junta fría de 8 horas de formación (sin epóxico) comparado con el concreto patrón.....	99
<b>Tabla 36</b> Resultados de ensayo a compresión para todas las edades – concreto con junta fría de 8 horas de formación (sin epóxico) comparado con el concreto patrón.....	100
<b>Tabla 37</b> Resultados de ensayo a compresión para 7 días – concreto con junta fría de 8 horas de formación (con epóxico) comparado con el concreto patrón .....	101
<b>Tabla 38</b> Resultados de ensayo a compresión para 14 días – concreto con junta fría de 8 horas de formación (sin epóxico) comparado con el concreto patrón.....	103
<b>Tabla 39</b> Resultados de ensayo a compresión para 28 días – concreto con junta fría de 8 horas de formación (con epóxico) comparado con el concreto patrón .....	104

<b>Tabla 40</b> Resultados de ensayo a compresión para todas las edades – concreto con junta fría de 8 horas de formación (con epóxico) comparado con el concreto patrón.....	105
<b>Tabla 41</b> Resultados de ensayo a compresión para 7 días – concreto con junta fría de 8 horas de formación (sin/con epóxico) comparado con el concreto patrón .....	106
<b>Tabla 42</b> Resultados de ensayo a compresión para 14 días – concreto con junta fría de 8 horas de formación (sin/con epóxico) comparado con el concreto patrón .....	107
<b>Tabla 43</b> Resultados de ensayo a compresión para 28 días – concreto con junta fría de 8 horas de formación (sin/con epóxico) comparado con el concreto patrón .....	108
<b>Tabla 44</b> Resultados de ensayo a compresión para todas las edades – concreto con junta fría de 8 horas de formación (sin/con epóxico) comparado con el concreto patrón .....	110
<b>Tabla 45</b> Resultados de ensayo a compresión para 07 días – concreto con junta fría de 24 horas de formación (sin epóxico) comparado con el concreto patrón.....	112
<b>Tabla 46</b> Resultados de ensayo a compresión para 14 días – concreto con junta fría de 24 horas de formación (sin epóxico) comparado con el concreto patrón.....	114
<b>Tabla 47</b> Resultados de ensayo a compresión para 28 días – concreto con junta fría de 24 horas de formación (sin epóxico) comparado con el concreto patrón.....	115
<b>Tabla 48</b> Resultados de ensayo a compresión para todas las edades – concreto con junta fría de 24 horas de formación (sin epóxico) comparado con el concreto patrón .....	116
<b>Tabla 49</b> Resultados de ensayo a compresión para 7 días – concreto con junta fría de 24 horas de formación (con epóxico) comparado con el concreto patrón .....	118
<b>Tabla 50</b> Resultados de ensayo a compresión para 14 días – concreto con junta fría de 24 horas de formación (sin epóxico) comparado con el concreto patrón.....	119
<b>Tabla 51</b> Resultados de ensayo a compresión para 28 días – concreto con junta fría de 24 horas de formación (con epóxico) comparado con el concreto patrón .....	121
<b>Tabla 52</b> Resultados de ensayo a compresión para todas las edades – concreto con junta fría de 24 horas de formación (con epóxico) comparado con el concreto patrón .....	122
<b>Tabla 53</b> Resultados de ensayo a compresión para 7 días – concreto con junta fría de 24 horas de formación (sin/con epóxico) comparado con el concreto patrón .....	123
<b>Tabla 54</b> Resultados de ensayo a compresión para 14 días – concreto con junta fría de 24 horas de formación (sin/con epóxico) comparado con el concreto patrón .....	124
<b>Tabla 55</b> Resultados de ensayo a compresión para 28 días – concreto con junta fría de 24 horas de formación (sin/con epóxico) comparado con el concreto patrón .....	125
<b>Tabla 56</b> Resultados de ensayo a compresión para todas las edades – concreto con junta fría de 24 horas de formación (sin/con epóxico) comparado con el concreto patrón .....	127

<b>Tabla 57</b> Resultados de ensayo a flexión para 07 días – concreto patrón comparado con la resistencia mínima a alcanzar.....	129
<b>Tabla 58</b> Resultados de ensayo a flexión para 14 días – concreto patrón comparado con la resistencia mínima a alcanzar.....	130
<b>Tabla 59</b> Resultados de ensayo a flexión para 28 días – concreto patrón comparado con la resistencia mínima a alcanzar.....	132
<b>Tabla 60</b> Resultados de ensayo a flexión para todas las edades – concreto patrón comparado con la resistencia mínima a alcanzar .....	133
<b>Tabla 61</b> Resultados de ensayo a flexión para 07 días – concreto con junta fría de 3 horas de formación (sin epóxico) comparado con el concreto patrón.....	134
<b>Tabla 62</b> Resultados de ensayo a flexión para 14 días – concreto con junta fría de 3 horas de formación (sin epóxico) comparado con el concreto patrón.....	135
<b>Tabla 63</b> Resultados de ensayo a flexión para 28 días – concreto con junta fría de 3 horas de formación (sin epóxico) comparado con el concreto patrón.....	137
<b>Tabla 64</b> Resultados de ensayo a flexión para todas las edades – concreto con junta fría de 3 horas de formación (sin epóxico) comparado con el concreto patrón.....	138
<b>Tabla 65</b> Resultados de ensayo a flexión para 07 días – concreto con junta fría de 3 horas de formación (con epóxico) comparado con el concreto patrón .....	139
<b>Tabla 66</b> Resultados de ensayo a flexión para 14 días – concreto con junta fría de 3 horas de formación (con epóxico) comparado con el concreto patrón .....	141
<b>Tabla 67</b> Resultados de ensayo a flexión para 28 días – concreto con junta fría de 3 horas de formación (con epóxico) comparado con el concreto patrón .....	142
<b>Tabla 68</b> Resultados de ensayo a flexión para todas las edades – concreto con junta fría de 3 horas de formación (con epóxico) comparado con el concreto patrón.....	143
<b>Tabla 69</b> Resultados de ensayo a flexión para 7 días – concreto con junta fría de 3 horas de formación (sin/con epóxico) comparado con el concreto patrón.....	144
<b>Tabla 70</b> Resultados de ensayo a flexión para 14 días – concreto con junta fría de 3 horas de formación (sin/con epóxico) comparado con el concreto patrón.....	145
<b>Tabla 71</b> Resultados de ensayo a flexión para 28 días – concreto con junta fría de 3 horas de formación (sin/con epóxico) comparado con el concreto patrón.....	146
<b>Tabla 72</b> Resultados de ensayo a flexión para todas las edades – concreto con junta fría de 3 horas de formación (sin/con epóxico) comparado con el concreto patrón .....	148
<b>Tabla 73</b> Resultados de ensayo a flexión para 07 días – concreto con junta fría de 8 horas de formación (sin epóxico) comparado con el concreto patrón.....	150

<b>Tabla 74</b> Resultados de ensayo a flexión para 14 días – concreto con junta fría de 8 horas de formación (sin epóxico) comparado con el concreto patrón.....	151
<b>Tabla 75</b> Resultados de ensayo a flexión para 28 días – concreto con junta fría de 8 horas de formación (sin epóxico) comparado con el concreto patrón.....	153
<b>Tabla 76</b> Resultados de ensayo a flexión para todas las edades – concreto con junta fría de 8 horas de formación (sin epóxico) comparado con el concreto patrón.....	154
<b>Tabla 77</b> Resultados de ensayo a flexión para 07 días – concreto con junta fría de 8 horas de formación (con epóxico) comparado con el concreto patrón .....	155
<b>Tabla 78</b> Resultados de ensayo a flexión para 14 días – concreto con junta fría de 8 horas de formación (con epóxico) comparado con el concreto patrón .....	157
<b>Tabla 79</b> Resultados de ensayo a flexión para 28 días – concreto con junta fría de 8 horas de formación (con epóxico) comparado con el concreto patrón .....	158
<b>Tabla 80</b> Resultados de ensayo a flexión para todas las edades – concreto con junta fría de 8 horas de formación (con epóxico) comparado con el concreto patrón.....	159
<b>Tabla 81</b> Resultados de ensayo a flexión para 7 días – concreto con junta fría de 8 horas de formación (sin/con epóxico) comparado con el concreto patrón.....	160
<b>Tabla 82</b> Resultados de ensayo a flexión para 14 días – concreto con junta fría de 8 horas de formación (sin/con epóxico) comparado con el concreto patrón.....	161
<b>Tabla 83</b> Resultados de ensayo a flexión para 28 días – concreto con junta fría de 8 horas de formación (sin/con epóxico) comparado con el concreto patrón.....	162
<b>Tabla 84</b> Resultados de ensayo a flexión para todas las edades – concreto con junta fría de 8 horas de formación (sin/con epóxico) comparado con el concreto patrón .....	164
<b>Tabla 85</b> Resultados de ensayo a flexión para 07 días – concreto con junta fría de 24 horas de formación (sin epóxico) comparado con el concreto patrón.....	166
<b>Tabla 86</b> Resultados de ensayo a flexión para 14 días – concreto con junta fría de 24 horas de formación (sin epóxico) comparado con el concreto patrón.....	168
<b>Tabla 87</b> Resultados de ensayo a flexión para 28 días – concreto con junta fría de 24 horas de formación (sin epóxico) comparado con el concreto patrón.....	170
<b>Tabla 88</b> Resultados de ensayo a flexión para todas las edades – concreto con junta fría de 24 horas de formación (sin epóxico) comparado con el concreto patrón .....	171
<b>Tabla 89</b> Resultados de ensayo a flexión para 07 días – concreto con junta fría de 24 horas de formación (con epóxico) comparado con el concreto patrón .....	172
<b>Tabla 90</b> Resultados de ensayo a flexión para 14 días – concreto con junta fría de 24 horas de formación (con epóxico) comparado con el concreto patrón .....	174

<b>Tabla 91</b> Resultados de ensayo a flexión para 28 días – concreto con junta fría de 24 horas de formación (con epóxico) comparado con el concreto patrón .....	175
<b>Tabla 92</b> Resultados de ensayo a flexión para todas las edades – concreto con junta fría de 24 horas de formación (con epóxico) comparado con el concreto patrón.....	176
<b>Tabla 93</b> Resultados de ensayo a flexión para 7 días – concreto con junta fría de 24 horas de formación (sin/con epóxico) comparado con el concreto patrón.....	177
<b>Tabla 94</b> Resultados de ensayo a flexión para 14 días – concreto con junta fría de 24 horas de formación (sin/con epóxico) comparado con el concreto patrón.....	178
<b>Tabla 95</b> Resultados de ensayo a flexión para 28 días – concreto con junta fría de 24 horas de formación (sin/con epóxico) comparado con el concreto patrón.....	179
<b>Tabla 96</b> Resultados de ensayo a flexión para todas las edades – concreto con junta fría de 24 horas de formación (sin/con epóxico) comparado con el concreto patrón .....	181
<b>Tabla 97</b> Resumen de resultados de ensayo a compresión para 07 días de rotura - resistencia del concreto con junta fría de 3, 8 y 24 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón – en resistencia y porcentaje .....	183
<b>Tabla 98</b> Resumen de resultados de ensayo a compresión para 14 días de rotura - resistencia de concreto con junta fría de 3, 8 y 24 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón – en resistencia y porcentaje .....	185
<b>Tabla 99</b> Resumen de resultados de ensayo a compresión para 28 días de rotura - resistencia de concreto con junta fría de 3, 8 y 24 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón – en resistencia y porcentaje .....	186
<b>Tabla 100</b> Resumen de resultados de ensayo a flexión para 7 días de rotura - resistencia de concreto con junta fría de 3, 8 y 24 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón – en resistencia y porcentaje .....	188
<b>Tabla 101</b> Resumen de resultados de ensayo a flexión para 14 días de rotura - resistencia de concreto con junta fría de 3, 8 y 24 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón – en resistencia y porcentaje .....	189
<b>Tabla 102</b> Resumen de resultados de ensayo a flexión para 28 días de rotura - resistencia de concreto con junta fría de 3, 8 y 24 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón – en resistencia y porcentaje .....	191
<b>Tabla 103</b> Resumen de resultados de ensayo a compresión y flexión para todas las edades- resistencia de concreto con junta fría de 3, 8 y 24 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón .....	193

<b>Tabla 104</b> Prueba ANOVA al 95% de confiabilidad de las Resistencias a la Compresión obtenidas a los 7 Días de Rotura .....	196
<b>Tabla 105</b> Prueba Tukey al 95% de confiabilidad de las resistencias a compresión obtenidas a los 7 días de rotura .....	198
<b>Tabla 106</b> Prueba ANOVA al 95% de confiabilidad de las resistencias a compresión obtenidas a los 14 días de rotura .....	199
<b>Tabla 107</b> Prueba Tukey al 95% de confiabilidad de las resistencias a compresión obtenidas a los 14 días de rotura .....	201
<b>Tabla 108</b> Prueba ANOVA al 95% de confiabilidad de las resistencias a compresión obtenidas a los 28 días de rotura .....	202
<b>Tabla 109</b> Prueba Tukey al 95% de confiabilidad de las resistencias a compresión obtenidas a los 28 días de rotura .....	204
<b>Tabla 110</b> Prueba ANOVA al 95% de confiabilidad de las resistencias a flexión obtenidas a los 7 días de rotura.....	205
<b>Tabla 111</b> Prueba Tukey al 95% de confiabilidad de las resistencias a flexión obtenidas a los 7 días de rotura.....	207
<b>Tabla 112</b> Prueba ANOVA al 95% de confiabilidad de las resistencias a flexión obtenidas a los 14 días de rotura.....	208
<b>Tabla 113</b> Prueba Tukey al 95% de confiabilidad de las Resistencias a la Flexión obtenidas a los 14 Días de Rotura.....	210
<b>Tabla 114</b> Prueba ANOVA al 95% de confiabilidad de las resistencias a la flexión obtenidas a los 28 días de rotura.....	211
<b>Tabla 115</b> Prueba Tukey al 95% de confiabilidad de las resistencias a flexión obtenidas a los 28 días de rotura.....	213

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Dimensiones del tronco de cono .....	34
<b>Figura 2</b> Ensayo de asentamiento con el cono de Abrams .....	35
<b>Figura 3</b> Ensayo de flexión de vigas de concreto con carga en el centro del tramo .....	36
<b>Figura 4</b> Dimensión de espécimen de vigas de concreto.....	37
<b>Figura 5</b> Tipo de fracturas en las probetas cilíndricas por ensayo a compresión .....	39
<b>Figura 6</b> Diagrama del Diseño de Investigación .....	43
<b>Figura 7</b> Gráfico representativo del número de muestras realizadas para concreto patrón prismático por cada edad de rotura del concreto.....	50
<b>Figura 8</b> Gráfico representativo del número de muestras realizadas para ensayo a compresión por cada edad de rotura del concreto/tiempo de formación de junta fría y tratamiento.....	51
<b>Figura 9</b> Gráfico representativo del número de muestras realizadas para ensayo a flexión por cada edad de rotura del concreto/tiempo de formación de junta fría y tratamiento.....	51
<b>Figura 10</b> Balanza digital.....	55
<b>Figura 11</b> Cono de Abrams .....	55
<b>Figura 12</b> Flexómetro .....	56
<b>Figura 13</b> Martillo con cabeza de goma.....	56
<b>Figura 14</b> Carretillas Buggy, baldes, cuchara para concreto, palas, espátula, brocha .....	57
<b>Figura 15</b> Mezcladora de Concreto .....	57
<b>Figura 16</b> Moldes prismáticos.....	58
<b>Figura 17</b> Moldes cilíndricos.....	58
<b>Figura 18</b> Máquina para ensayo de resistencia a flexión .....	59
<b>Figura 19</b> Máquina para ensayo de resistencia a compresión .....	60
<b>Figura 20</b> Cemento Tipo I – Andino.....	61
<b>Figura 21</b> Hormigón de la cantera “Las Malvinas” .....	61
<b>Figura 22</b> Ubicación de cantera “Las Malvinas” .....	62
<b>Figura 23</b> Distancias y tipo de vía según tramo para acceso a la cantera “Las Malvinas”.....	63
<b>Figura 24</b> Epóxico adherente marca Sikadur – 32 Gel .....	63
<b>Figura 25</b> Cemento, hormigón y agua pesados antes de ser mezclados.....	65
<b>Figura 26</b> Mezcla de elementos componentes del concreto .....	65
<b>Figura 27</b> Prueba de Slump para los diferentes especímenes.....	66
<b>Figura 28</b> Vaciado del concreto patrón en vigas prismáticas con resistencia $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ (para 7, 14 y 28 días) .....	67

<b>Figura 29</b> Vaciado de concreto en vigas prismáticas con juntas frías – 1° vaciado para formación de juntas frías, de resistencia $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ (para 7, 14 y 28 días) .....	67
<b>Figura 30</b> Vaciado de concreto en probetas cilíndricas con juntas frías – 1° vaciado para formación de juntas frías, de resistencia $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ (para 7, 14 y 28 días) .....	68
<b>Figura 31</b> Mezcla de elementos A y B del epóxico adherente .....	69
<b>Figura 32</b> Proceso de aplicación del epóxico adherente en las probetas cilíndricas y prismáticas .....	70
<b>Figura 33</b> Probetas cilíndricas y prismáticas con la aplicación del epóxico adherente.....	70
<b>Figura 34</b> Vaciado del concreto en vigas prismáticas con juntas frías – 2° vaciado con tiempo de formación de 3, 8 y 24 horas, de resistencia $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ (para 7, 14 y 28 días).....	71
<b>Figura 35</b> Vaciado del concreto en probetas cilíndricas con juntas frías – 2 ° vaciado con tiempo de formación de 3, 8 y 24 horas, de resistencia $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ (para 7, 14 y 28 días) .....	71
<b>Figura 36</b> Probetas cilíndricas luego de ser desencofradas.....	72
<b>Figura 37</b> Vigas luego de ser desencofradas y rotuladas .....	73
<b>Figura 38</b> Curado de probetas cilíndricas y prismáticas .....	73
<b>Figura 39</b> Medición de elementos para el cálculo final de la resistencia alcanzada.....	74
<b>Figura 40</b> Modelamiento de carga para estructuras verticales de concreto con junta fría sin aplicación de epóxico adherente y con resistencia $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ (para de 7, 14 y 28 días) ...	74
<b>Figura 41</b> Modelamiento de carga para estructuras verticales de concreto con junta fría con aplicación de epóxico adherente y resistencia $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ (para edades de 7, 14 y 28 días)	75
<b>Figura 42</b> Rotura a compresión de probetas cilíndricas con juntas frías a diferentes edades ...	75
<b>Figura 43</b> Modelamiento de carga de “concreto patrón” para estructuras horizontales con resistencia $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ (para edades de 7, 14 y 28 días) .....	76
<b>Figura 44</b> Modelamiento de carga para estructuras horizontales de concreto con junta fría sin aplicación de epóxico adherente y con resistencia $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ (para 7, 14 y 28 días) .....	76
<b>Figura 45</b> Modelamiento de carga para estructuras horizontales de concreto con junta fría con aplicación de epóxico adherente y con resistencia $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ (para 7, 14 y 28 días) .....	76
<b>Figura 46</b> Rotura a flexión de vigas con juntas frías a diferentes edades .....	77
<b>Figura 47</b> Resultados de ensayo a compresión para todas las edades - resistencia del concreto patrón <b>VS</b> resistencia mínima a obtener .....	80
<b>Figura 48</b> Resultados de ensayo a compresión para 07 días - resistencia de concreto con junta fría de 3 horas de formación sin epóxico <b>VS</b> resistencia del concreto patrón .....	81

<b>Figura 49</b> Resultados de ensayo a compresión para 14 días - resistencia de concreto con junta fría de 3 horas de formación sin epóxico VS resistencia de concreto patrón .....	83
<b>Figura 50</b> Resultados de ensayo a compresión para 28 días - resistencia de concreto con junta fría de 3 horas de formación sin epóxico VS resistencia de concreto patrón .....	84
<b>Figura 51</b> Resultados de ensayo a compresión para todas las edades - resistencia de concreto con junta fría de 3 horas de formación (sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón .....	85
<b>Figura 52</b> Resultados de ensayo a compresión para 07 días - resistencia de concreto con junta fría de 3 horas de formación con epóxico VS resistencia de concreto patrón.....	86
<b>Figura 53</b> Resultados de ensayo a compresión para 14 días - resistencia de concreto con junta fría de 3 horas de formación con epóxico VS resistencia de concreto patrón.....	88
<b>Figura 54</b> Resultados de ensayo a compresión para 28 días - resistencia de concreto con junta fría de 3 horas de formación con epóxico VS resistencia de concreto patrón.....	89
<b>Figura 55</b> Resultados de ensayo a compresión para todas las edades - resistencia de concreto con junta fría de 3 horas de formación (con epóxico) VS resistencia de concreto patrón .....	90
<b>Figura 56</b> Resultados de ensayo a compresión para 7 días - resistencia de concreto con junta fría de 3 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón .....	91
<b>Figura 57</b> Resultados de ensayo a compresión para 14 días - resistencia de concreto con junta fría de 3 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón.....	92
<b>Figura 58</b> Resultados de ensayo a compresión para 28 días - resistencia de concreto con junta fría de 3 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón.....	93
<b>Figura 59</b> Resultados de ensayo a compresión para todas las edades - resistencia de concreto con junta fría de 3 horas de formación (sin epóxico) VS resistencia de concreto con junta fría de 3 horas de formación (con epóxico) .....	94
<b>Figura 60</b> Resultados de ensayo a compresión para todas las edades - resistencia de concreto con junta fría de 3 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón.....	95
<b>Figura 61</b> Resultados de ensayo a compresión para todas las edades - resistencia de concreto con junta fría de 3 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón – en resistencia y porcentaje .....	95
<b>Figura 62</b> Resultados de ensayo a compresión para 07 días - resistencia de concreto con junta fría de 8 horas de formación sin epóxico VS resistencia de concreto patrón .....	97
<b>Figura 63</b> Resultados de ensayo a compresión para 14 días - resistencia de concreto con junta fría de 8 horas de formación sin epóxico VS resistencia de concreto patrón .....	98
<b>Figura 64</b> Resultados de ensayo a compresión para 28 días - resistencia de concreto con junta fría de 8 horas de formación sin epóxico VS resistencia de concreto patrón .....	99

<b>Figura 65</b> Resultados de ensayo a compresión para todas las edades - resistencia de concreto con junta fría de 8 horas de formación (sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón .....	101
<b>Figura 66</b> Resultados de ensayo a compresión para 07 días - resistencia de concreto con junta fría de 8 horas de formación con epóxico VS resistencia de concreto patrón.....	102
<b>Figura 67</b> Resultados de ensayo a compresión para 14 días - resistencia de concreto con junta fría de 8 horas de formación con epóxico VS resistencia de concreto patrón.....	103
<b>Figura 68</b> Resultados de ensayo a compresión para 28 días - resistencia de concreto con junta fría de 8 horas de formación con epóxico VS resistencia de concreto patrón.....	105
<b>Figura 69</b> Resultados de ensayo a compresión para todas las edades - resistencia de concreto con junta fría de 8 horas de formación (con epóxico) VS resistencia de concreto patrón .....	106
<b>Figura 70</b> Resultados de ensayo a compresión para 7 días - resistencia de concreto con junta fría de 8 horas de formación (sin/con epóxico) VS resistencia de concreto patrón.....	107
<b>Figura 71</b> Resultados de ensayo a compresión para 14 días - resistencia de concreto con junta fría de 8 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón.....	108
<b>Figura 72</b> Resultados de ensayo a compresión para 28 días - resistencia de concreto con junta fría de 8 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón.....	109
<b>Figura 73</b> Resultados de ensayo a compresión para todas las edades - resistencia de concreto con junta fría de 8 horas de formación (sin epóxico) VS resistencia de concreto con junta fría de 8 horas de formación (con epóxico) .....	110
<b>Figura 74</b> Resultados de ensayo a compresión para todas las edades - resistencia de concreto con junta fría de 8 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón...111	
<b>Figura 75</b> Resultados de ensayo a compresión para todas las edades - resistencia de concreto con junta fría de 8 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón – en resistencia y porcentaje .....	111
<b>Figura 76</b> Resultados de ensayo a compresión para 07 días - resistencia de concreto con junta fría de 24 horas de formación sin epóxico VS resistencia de concreto patrón.....	113
<b>Figura 77</b> Resultados de ensayo a compresión para 14 días - resistencia de concreto con junta fría de 24 horas de formación sin epóxico VS resistencia de concreto patrón.....	114
<b>Figura 78</b> Resultados de ensayo a compresión para 28 días - resistencia de concreto con junta fría de 24 horas de formación sin epóxico VS resistencia de concreto patrón .....	116
<b>Figura 79</b> Resultados de ensayo a compresión para todas las edades - resistencia de concreto con junta fría de 24 horas de formación (sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón .....	117
<b>Figura 80</b> Resultados de ensayo a compresión para 07 días - resistencia de concreto con junta fría de 24 horas de formación con epóxico VS resistencia de concreto patrón.....	118

<b>Figura 81</b> Resultados de ensayo a compresión para 14 días - resistencia de concreto con junta fría de 24 horas de formación con epóxico <b>VS</b> resistencia de concreto patrón.....	120
<b>Figura 82</b> Resultados de ensayo a compresión para 28 días - resistencia de concreto con junta fría de 24 horas de formación con epóxico <b>VS</b> resistencia de concreto patrón.....	121
<b>Figura 83</b> Resultados de ensayo a compresión para todas las edades - resistencia de concreto con junta fría de 24 horas de formación (con epóxico) <b>VS</b> resistencia de concreto patrón .....	122
<b>Figura 84</b> Resultados de ensayo a compresión para 7 días - resistencia de concreto con junta fría de 24 horas de formación (sin/con epóxico) <b>VS</b> resistencia de concreto patrón.....	123
<b>Figura 85</b> Resultados de ensayo a compresión para 14 días - resistencia de concreto con junta fría de 24 horas de formación (con/sin epóxico) <b>VS</b> resistencia de concreto patrón .....	124
<b>Figura 86</b> Resultados de ensayo a compresión para 28 días - resistencia de concreto con junta fría de 24 horas de formación (con/sin epóxico) <b>VS</b> resistencia de concreto patrón.....	125
<b>Figura 87</b> Resultados de ensayo a compresión para todas las edades - resistencia de concreto con junta fría de 24 horas de formación (sin epóxico) <b>VS</b> resistencia de concreto con junta fría de 24 horas de formación (con epóxico) .....	126
<b>Figura 88</b> Resultados de ensayo a compresión para todas las edades - resistencia de concreto kg/cm <sup>2</sup> , todos comparados con el concreto patrón que alcanzó una resistencia total de 251.46 kg/cm <sup>2</sup> .....	127
<b>Figura 89</b> Resultados de ensayo a compresión para todas las edades - resistencia de concreto con junta fría de 24 horas de formación (con/sin epóxico) <b>VS</b> resistencia de concreto patrón – en resistencia y porcentaje .....	128
<b>Figura 90</b> Resultados de ensayo a flexión para 07 días - resistencia de concreto patrón <b>VS</b> resistencia mínima a alcanzar.....	129
<b>Figura 91</b> Resultados de ensayo a flexión para 14 días - resistencia de concreto patrón <b>VS</b> resistencia mínima a alcanzar.....	131
<b>Figura 92</b> Resultados de ensayo a flexión para 28 días - resistencia de concreto patrón <b>VS</b> resistencia mínima a alcanzar.....	132
<b>Figura 93</b> Resultados de ensayo a flexión para todas las edades - resistencia de concreto patrón <b>VS</b> resistencia mínima a obtener .....	133
<b>Figura 94</b> Resultados de ensayo a flexión para 07 días - resistencia de concreto con junta fría de 3 horas de formación sin epóxico <b>VS</b> resistencia de concreto patrón.....	135
<b>Figura 95</b> Resultados de ensayo a flexión para 14 días - resistencia de concreto con junta fría de 3 horas de formación sin epóxico <b>VS</b> resistencia de concreto patrón.....	136

<b>Figura 96</b> Resultados de ensayo a flexión para 28 días - resistencia de concreto con junta fría de 3 horas de formación sin epóxico <b>VS</b> resistencia de concreto patrón.....	137
<b>Figura 97</b> Resultados de ensayo a flexión para todas las edades - resistencia de concreto con junta fría de 3 horas de formación (sin epóxico) <b>VS</b> resistencia de concreto patrón.....	138
<b>Figura 98</b> Resultados de ensayo a flexión para 07 días - resistencia de concreto con junta fría de 3 horas de formación con epóxico <b>VS</b> resistencia de concreto patrón.....	140
<b>Figura 99</b> Resultados de ensayo a flexión para 14 días - resistencia de concreto con junta fría de 3 horas de formación (con epóxico) <b>VS</b> resistencia de concreto patrón .....	141
<b>Figura 100</b> Resultados de ensayo a flexión para 28 días - resistencia de concreto con junta fría de 3 horas de formación (con epóxico) <b>VS</b> resistencia de concreto patrón .....	143
<b>Figura 101</b> Resultados de ensayo a flexión para todas las edades - resistencia de concreto con junta fría de 3 horas de formación (sin epóxico) <b>VS</b> resistencia de concreto patrón.....	144
<b>Figura 102</b> Resultados de ensayo a flexión para 7 días - resistencia de concreto con junta fría de 3 horas de formación (con/sin epóxico) <b>VS</b> resistencia de concreto patrón.....	145
<b>Figura 103</b> Resultados de ensayo a flexión para 14 días - resistencia de concreto con junta fría de 3 horas de formación (con/sin epóxico) <b>VS</b> resistencia de concreto patrón.....	146
<b>Figura 104</b> Resultados de ensayo a flexión para 28 días - resistencia de concreto con junta fría de 3 horas de formación (con/sin epóxico) <b>VS</b> resistencia de concreto patrón .....	147
<b>Figura 105</b> Resultados de ensayo a flexión para todas las edades - resistencia de concreto con junta fría de 3 horas de formación (sin epóxico) <b>VS</b> resistencia de concreto con junta fría de 3 horas de formación (con epóxico) .....	148
<b>Figura 106</b> Resultados de ensayo a flexión para todas las edades - resistencia de concreto con junta fría de 3 horas de formación (con/sin epóxico) <b>VS</b> resistencia de concreto patrón .....	149
<b>Figura 107</b> Resultados de ensayo a flexión para todas las edades - resistencia de concreto con junta fría de 3 horas de formación (con/sin epóxico) <b>VS</b> resistencia de concreto patrón – en resistencia y porcentaje .....	149
<b>Figura 108</b> Resultados de ensayo a flexión para 07 días - resistencia de concreto con junta fría de 8 horas de formación sin epóxico <b>VS</b> resistencia de concreto patrón.....	151
<b>Figura 109</b> Resultados de ensayo a flexión para 14 días - resistencia de concreto con junta fría de 8 horas de formación sin epóxico <b>VS</b> resistencia de concreto patrón.....	152
<b>Figura 110</b> Resultados de ensayo a flexión para 28 días - resistencia de concreto con junta fría de 8 horas de formación sin epóxico <b>VS</b> resistencia de concreto patrón .....	153
<b>Figura 111</b> Resultados de ensayo a flexión para todas las edades - resistencia de concreto con junta fría de 8 horas de formación (sin epóxico) <b>VS</b> resistencia de concreto patrón.....	154

<b>Figura 112</b> Resultados de ensayo a flexión para 07 días - resistencia de concreto con junta fría de 8 horas de formación (con epóxico) VS resistencia de concreto patrón .....	156
<b>Figura 113</b> Resultados de ensayo a flexión para 14 días - resistencia de concreto con junta fría de 8 horas de formación (con epóxico) VS resistencia de concreto patrón .....	157
<b>Figura 114</b> Resultados de ensayo a flexión para 28 días - resistencia de concreto con junta fría de 8 horas de formación (con epóxico) VS resistencia de concreto patrón .....	159
<b>Figura 115</b> Resultados de ensayo a flexión para todas las edades - resistencia de concreto con junta fría de 8 horas de formación (con epóxico) VS resistencia de concreto patrón.....	160
<b>Figura 116</b> Resultados de ensayo a flexión para 7 días - resistencia de concreto con junta fría de 8 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón.....	161
<b>Figura 117</b> Resultados de ensayo a flexión para 14 días - resistencia de concreto con junta fría de 8 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón .....	162
<b>Figura 118</b> Resultados de ensayo a flexión para 28 días - resistencia de concreto con junta fría de 8 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón.....	163
<b>Figura 119</b> Resultados de ensayo a flexión para todas las edades - resistencia de concreto con junta fría de 8 horas de formación (sin epóxico) VS resistencia de concreto con junta fría de 8 horas de formación (con epóxico) .....	164
<b>Figura 120</b> Resultados de ensayo a flexión para todas las edades - resistencia de concreto con junta fría de 8 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón .....	165
<b>Figura 121</b> Resultados de ensayo a flexión para todas las edades - resistencia de concreto con junta fría de 8 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón – en resistencia y porcentaje .....	165
<b>Figura 122</b> Resultados de ensayo a flexión para 07 días - resistencia de concreto con junta fría de 24 horas de formación sin epóxico VS resistencia de concreto patrón.....	167
<b>Figura 123</b> Resultados de ensayo a flexión para 14 días - resistencia de concreto con junta fría de 24 horas de formación sin epóxico VS resistencia de concreto patrón.....	169
<b>Figura 124</b> Resultados de ensayo a flexión para 28 días - resistencia de concreto con junta fría de 24 horas de formación sin epóxico VS resistencia de concreto patrón.....	170
<b>Figura 125</b> Resultados de ensayo a flexión para todas las edades - resistencia de concreto con junta fría de 24 horas de formación (sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón.....	171
<b>Figura 126</b> Resultados de ensayo a flexión para 07 días - resistencia de concreto con junta fría de 24 horas de formación (con epóxico) VS resistencia de concreto patrón .....	173
<b>Figura 127</b> Resultados de ensayo a flexión para 14 días - resistencia de concreto con junta fría de 24 horas de formación (con epóxico) VS resistencia de concreto patrón .....	174

<b>Figura 128</b> Resultados de ensayo a flexión para 28 días - resistencia de concreto con junta fría de 24 horas de formación (con epóxico) VS resistencia de concreto patrón .....	176
<b>Figura 129</b> Resultados de ensayo a flexión para todas las edades - resistencia de concreto con junta fría de 24 horas de formación (sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón.....	177
<b>Figura 130</b> Resultados de ensayo a flexión para 7 días - resistencia de concreto con junta fría de 24 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón.....	178
<b>Figura 131</b> Resultados de ensayo a flexión para 14 días - resistencia de concreto con junta fría de 24 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón.....	179
<b>Figura 132</b> Resultados de ensayo a flexión para 28 días - resistencia de concreto con junta fría de 24 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón .....	180
<b>Figura 133</b> Resultados de ensayo a flexión para todas las edades - resistencia de concreto con junta fría de 24 horas de formación (sin epóxico) VS resistencia de concreto con junta fría de 24 horas de formación (con epóxico) .....	181
<b>Figura 134</b> Resultados de ensayo a flexión para todas las edades - resistencia de concreto con junta fría de 24 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón .....	182
<b>Figura 135</b> Resultados de ensayo a flexión para todas las edades - resistencia de concreto con junta fría de 24 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón – en resistencia y porcentaje .....	182
<b>Figura 136</b> Resumen de resultados de ensayo a compresión para 07 días de rotura - resistencia de concreto con junta fría de 3, 8 y 24 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón.....	184
<b>Figura 137</b> Resumen de resultados de ensayo a compresión para 14 días de rotura - resistencia de concreto con junta fría de 3, 8 y 24 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón.....	185
<b>Figura 138</b> .....	187
<b>Figura 139</b> Resumen de resultados de ensayo a flexión para 7 días de rotura - resistencia de concreto con junta fría de 3, 8 y 24 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón.....	188
<b>Figura 140</b> Resumen de resultados de ensayo a flexión para 14 días de rotura - resistencia de concreto con junta fría de 3, 8 y 24 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón.....	190
<b>Figura 141</b> Resumen de resultados de ensayo a flexión para 28 días de rotura - resistencia de concreto con junta fría de 3, 8 y 24 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón.....	191

<b>Figura 142</b> Interpretación de resultados del Método ANOVA para 7 días de rotura.....	197
<b>Figura 143</b> Interpretación de resultados del Método ANOVA para 14 días de rotura.....	200
<b>Figura 144</b> Interpretación de resultados del Método ANOVA para 28 días de rotura.....	203
<b>Figura 145</b> Interpretación de resultados del Método ANOVA para 7 días de rotura.....	206
<b>Figura 146</b> Interpretación de resultados del Método ANOVA para 14 días de rotura.....	209
<b>Figura 147</b> Interpretación de resultados del Método ANOVA para 28 días de rotura.....	212

## CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1. DESCRIPCIÓN Y FUNDAMENTACIÓN DEL PROBLEMA

#### 1.1.1. Descripción del Problema

A lo largo del tiempo se ha visto una evolución en el ámbito de la construcción relacionada con la durabilidad de los materiales, usándose componentes simples tales como hojas, ramas, madera hasta el uso de mezclas de elementos más resistentes como el ladrillo, metal y el concreto; todo ello con la finalidad de satisfacer las necesidades de los seres humanos.

En el año 2020, por la declaratoria de la pandemia mundial conocida como COVID-19, el Perú al igual que otros países han experimentado muchas pérdidas humanas, teniendo que considerarse restricciones afectando enormemente el sector economía. Sin embargo, hoy en día, con las diferentes medidas y estrategias establecidas por las instituciones sanitarias, esta se viene reactivando de a poco; es así que siendo el sector construcción un gran motor de crecimiento en la economía del Perú, pues según las cifras de INEI (2019) representa aproximadamente el 6% del PBI, se estuvieron erigiendo construcciones de toda índole, ya que es de vital importancia en la calidad de vida de las personas, en el cual el principal material utilizado es el concreto.

El concreto se define como la mezcla de un material aglomerante, áridos (agregado fino y/o grueso), agua y de ser necesario algún tipo de aditivo en específico. Por lo tanto, combinados forman una pasta plástica; que, al secarse y con el correcto curado en un periodo determinado, alcanzan la resistencia para el cual fue diseñado.

En ocasiones, durante el vaciado del concreto para cualquier estructura ocurren eventos externos no planificados, que no permiten que el vaciado 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 impase, 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, como para no generar un plano débil dentro de la sección, denominada “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. Cabe señalar, que existen juntas de construcción que son mencionadas en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), en su sección E-0.60: “Las juntas de construcción deben hacerse y ubicarse de manera que no perjudiquen la resistencia de la estructura”. (2009, p. 38).

### **1.1.2. Fundamentación del Problema**

La velocidad de colocación del concreto debe ser tal que el concreto siempre mantenga su estado plástico y pueda fluir fácilmente hacia el espacio entre las barras de acero. El proceso de vertido debe realizarse de forma continua o con un cierto espesor para que el concreto no se deposite sobre el que ya se ha endurecido lo suficiente, como para formar una junta o superficie de vertido en la sección. Así mismo, no se debe colocar concreto parcialmente endurecido o contaminado en la estructura (SENCICO, 2009, p. 46).

A pesar de que se conoce ciertos tratamientos que se deben tomar en cuenta en caso de ocurrir imprevistos durante el vaciado y se produzca discontinuidad en este, no siempre son aplicados de manera adecuada o simplemente no son tomados en consideración. Esto genera un problema para la calidad del concreto y el futuro funcionamiento de la estructura, pues alterará su comportamiento y/o resistencia. Este

escenario depende de la inclinación de la junta fría, tiempo de formación y otros.

La principal finalidad de esta tesis fue analizar la influencia de las juntas frías ( $45^\circ$ ) sin/con uso de epóxico adherente en diferentes tiempos de formación (3, 8 y 24 horas) y ubicadas en el tercio central del elemento, en la resistencia a compresión y flexión del concreto respecto a un concreto patrón, a través de modelamientos experimentales con probetas cilíndricas y prismáticas de concreto, haciendo uso del hormigón de la cantera Las Malvinas, ya que se obtuvo una muestra de concreto con mejor resistencia en comparación a otras tres canteras existentes en la región de Ucayali, cuyo valor es  $f'_c=251.45 \text{ kg/cm}^2$ , según Chota y Navarro (2019) y el cemento Andino Tipo I.

Por lo tanto, al ser las edificaciones de vital importancia para la coexistencia humana fue necesario conocer el estado, la calidad y los daños de la resistencia del concreto al que se está expuesto ante una deficiencia del mismo, como es el caso de la presencia de una junta imprevista “junta fría” para tomar las medidas adecuadas.

El presente trabajo de investigación es de un gran aporte en las construcciones futuras de edificaciones en el departamento de Ucayali, debido a que en la actualidad aún no había un estudio de resistencia a la compresión y mucho menos de flexión del concreto con presencia de juntas frías (utilizando agregado de la región) y el comportamiento de este cuando se aplique un adherente epóxico.

## 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

### 1.2.1. Problema General

**PG:** ¿De qué manera influye la presencia de juntas frías con tiempos de formación de 3, 8 y 24 horas tras la aplicación o no de epóxico adherente, en la resistencia a compresión y flexión de estructuras horizontales y verticales de concreto respecto al concreto patrón; considerando para los casos resistencia de diseño  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , edades: 7, 14 y 28 días y hormigón de la cantera Las Malvinas - Ucayali?

## 1.2.2. Problemas Específicos

### Problema Específico Nº 01:

**PE<sub>1</sub>:** ¿De qué manera influye la presencia de juntas frías con tiempos de formación de 3, 8 y 24 horas sin aplicación de epóxico adherente, en la resistencia a compresión y flexión de estructuras horizontales y verticales de concreto respecto al concreto patrón; considerando para los casos resistencia de diseño  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , edades: 7, 14 y 28 días y hormigón de la cantera Las Malvinas-Ucayali?

### Problema Específico Nº 02:

**PE<sub>2</sub>:** ¿De qué manera influye la presencia de juntas frías con tiempos de formación de 3, 8 y 24 horas tras la aplicación de epóxico adherente, en la resistencia a compresión y flexión de estructuras horizontales y verticales de concreto respecto al concreto patrón; considerando para los casos resistencia de diseño  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , edades: 7, 14 y 28 días y hormigón de la cantera Las Malvinas-Ucayali?

### Problema Específico Nº 03:

**PE<sub>3</sub>:** ¿Existe diferencia significativa en la resistencia a compresión y flexión de estructuras horizontales y verticales de concreto con presencia de juntas frías que tengan tiempo de formación de 3, 8 y 24 horas y con aplicación de epóxico adherente respecto a estructuras horizontales y verticales de concreto con presencia de juntas frías que tengan tiempos de formación de 3, 8 y 24 horas y que no se aplique epóxico adherente; considerando para los casos resistencia de diseño  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , edades: 7, 14 y 28 días y hormigón de la cantera Las Malvinas-Ucayali?

### 1.3. OBJETIVOS

#### 1.3.1. Objetivo General

**OG:** Determinar de qué manera influye la presencia de juntas frías con tiempos de formación de 3, 8 y 24 tras la aplicación o no de epóxico adherente, en la resistencia a la compresión y flexión de estructuras horizontales y verticales de concreto respecto al concreto patrón; considerando para los casos resistencia de diseño  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , edades: 7, 14 y 28 días y hormigón de la cantera Las Malvinas-Ucayali.

#### 1.3.2. Objetivos Específicos

##### Objetivo Específico Nº 01:

**OE<sub>1</sub>:** Determinar de qué manera influye la presencia de juntas frías con tiempo de formación de 3, 8 y 24 horas sin aplicación de epóxico adherente, en la resistencia a compresión y flexión de estructuras horizontales y verticales de concreto respecto al concreto patrón; considerando para los casos resistencia de diseño  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , edades: 7, 14 y 28 días y hormigón de la cantera Las Malvinas-Ucayali.

##### Objetivo Específico Nº 02:

**OE<sub>2</sub>:** Determinar de qué manera influye la presencia de juntas frías con tiempo de formación de 3, 8 y 24 horas tras la aplicación de epóxico adherente, en la resistencia a compresión y flexión de estructuras horizontales y verticales de concreto respecto al concreto patrón; considerando para los casos resistencia de diseño  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , edades: 7, 14 y 28 días y hormigón de la cantera Las Malvinas-Ucayali.

**Objetivo Específico N° 03:**

**OE<sub>3</sub>:** Determinar si existe diferencia significativa de la resistencia a compresión y flexión en estructuras horizontales y verticales de concreto con presencia de juntas frías que tengan tiempo de formación de 3, 8 y 24 horas al aplicar el epóxico adherente respecto a estructuras horizontales y verticales de concreto con presencia de juntas frías con tiempos de formación de 3, 8 y 24 horas y que no se aplique epóxico adherente; considerando para los casos resistencia de diseño  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , edades: 7, 14 y 28 días, empleando hormigón de la cantera Las Malvinas-Ucayali.

**1.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA****1.4.1. Justificación**

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 fría”. 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.

Pese a que ya existen tratamientos para este fenómeno, aún no habían estudios específicos para el departamento de Ucayali, en el que se analice la influencia de las juntas frías sin tratamiento y ver en cuánto varía la resistencia a compresión y flexión de estructuras horizontales y verticales de concreto para  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$  utilizando hormigón de la cantera Malvinas - Ucayali, por ser el agregado que ha tenido mejores resultados en relación a otras canteras de la ciudad, según Chota y Navarro (2019). Estos análisis

se hicieron a través de comparativos entre un concreto patrón, un concreto con junta fría y un concreto con junta fría con epóxico. Asimismo, a nivel regional no se poseían datos sobre el comportamiento de la adherencia entre un concreto ya fraguado y un concreto nuevo cuando entre ellos exista un puente que sirva de transmisor de esfuerzos como es el epóxico adherente. Todo este análisis se desarrolló a través de ensayos con probetas cilíndricas contemplada en la norma NTP 339.034 y especímenes prismáticos contemplada en las normas NTP 339.033 - 339.079 a edades de 7, 14 y 28 días y las juntas frías para tiempos de formación de 3, 8 y 24 horas, con la finalidad de exemplificar casos de tiempos de imprevistos que pueden pasar en la realidad, tomando en cuenta que el fraguado inicial de un concreto es a los 45 minutos aproximadamente, según UNACEM (2012). Cabe recordar que el fraguado depende del diseño de mezcla en particular, de la humedad, temperatura del concreto, temperatura ambiente y del tiempo.

#### **1.4.2. Importancia**

Esta investigación se justifica como base técnica para las futuras construcciones de edificaciones en la región Ucayali, ya que, al analizar el desempeño de las estructuras de concreto con presencia de juntas frías, se podrá establecer medidas adecuadas para un buen tratamiento y no sea un factor influyente en la resistencia del concreto de la estructura vaciada; así como también, está fundamentada para dar nuevos conocimientos del comportamiento del concreto con juntas frías haciendo uso de epóxicos adherentes. Por último, el personal dedicado al rubro de la construcción se verá beneficiado ya que, al supervisar la correcta ejecución de los vaciados, tendrían presente los efectos que tendría la interrupción de un vaciado de concreto en la resistencia a compresión y flexión del mismo, convirtiéndose en un instrumento que pueda servir como guía para futuras investigaciones en temas relacionados.

## 1.5. LIMITACIONES Y ALCANCES

### 1.5.1. Limitaciones

El análisis base para el presente trabajo de investigación comprendió las siguientes limitaciones:

- La presencia de la junta fría estuvo comprendida para una inclinación diagonal de 45° con una superficie rugosa en las probetas cilíndricas y prismáticas de concreto.
- Las probetas de concreto cilíndricas y prismáticas presentaron juntas frías con tiempo de formación de 3, 8 y 24 horas.
- El diseño de mezcla fue de acuerdo a la investigación realizada por Chota y Navarro (2019) en su tesis, puesto que se utilizó la misma resistencia, el mismo agregado y el mismo tipo de cemento, por ende se ha visto por conveniente tomar esta dosificación, comprobándose en los resultados de las muestras realizadas (pese a tener junta fría), que en muchos casos se acerca o supera la dosificación.
- El análisis a compresión de las probetas cilíndricas (estructura vertical) de concreto se basó en el diseño de resistencia  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , a edades de 7, 14 y 28 días.
- El análisis de flexión en especímenes prismáticos (estructura horizontal) de concreto se basó en el diseño de resistencia  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , a edades de 7, 14 y 28 días.
- La ubicación de formación de las juntas frías en los especímenes cilíndricos y en los especímenes prismáticos estuvieron ubicados dentro del tercio medio de los mismos.
- El uso del cemento para la presente investigación fue Cemento tipo I Andino, pues cumple con la clasificación de acuerdo al diseño de mezcla y es uno de las más comercializados en la región.

- El uso del hormigón correspondió a la cantera Las Malvinas – Ucayali, ya que según Chota y Navarro (2019) es el hormigón con mayor validez para la elaboración del concreto estructural para  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , pese a que la norma lo restringe. Además, cabe señalar que en la región Ucayali el hormigón es el agregado más utilizado, puesto que existen varias canteras para su extracción resultando ser el más económico.
- El uso del adherente epóxico Sikadur 32 fue aplicado como tratamiento de juntas frías, pues según Zeña (2016) tiene una mayor resistencia a compresión en comparación a otros puentes adhesivos (chema epox adhesivo 32 y zeta pox), y además por ser un tipo de adherente de accesibilidad en el mercado regional.
- Los ensayos para analizar la resistencia a compresión y flexión estuvieron comprendidas a través de la norma NTP 339.034 y NTP 339.079.
- Los ensayos a compresión se realizaron en el laboratorio GEO Control Calidad Total que se encuentra en la ciudad de Pucallpa.
- Los ensayos a flexión, debido a la falta de equipos y laboratorio en la ciudad de Pucallpa, se realizaron en el laboratorio MTL Geotecnia, que se encuentra en la ciudad de Lima.
- No existía investigaciones de estructuras verticales y horizontales con presencia de juntas frías y con el uso de hormigón en la región.

### 1.5.2. Alcances

- La presente investigación tuvo como alcance el análisis de la influencia de la presencia de juntas frías (con o sin uso de epóxico adherente) en la resistencia a compresión y flexión de estructuras de concreto verticales y horizontales (probetas cilíndricas y prismáticas) y los efectos que en ellas se producen debido a la interrupción del vaciado.
- Este estudio permitirá que, en las construcciones futuras de edificaciones en el

departamento de Ucayali, se tenga en cuenta los efectos cuando exista un vaciado interrumpido y se genere la presencia de una junta fría.

## 1.6. HIPÓTESIS

### 1.6.1. Hipótesis General

**HG:** La presencia de juntas frías con tiempos de formación de 3, 8 y 24 horas tras la aplicación o no de epóxico adherente, influye en la variación de la resistencia a compresión y flexión de estructuras horizontales y verticales de concreto respecto al concreto patrón; considerando para los casos resistencia de diseño  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , edades: 7, 14 y 28 días y hormigón de la cantera Las Malvinas-Ucayali.

### 1.6.2. Hipótesis Específicas

#### Hipótesis Específica 01:

**HE<sub>1</sub>:** La presencia de juntas frías con tiempos de formación de 3, 8 y 24 horas sin aplicación del epóxico adherente, influye en la variación de la resistencia a compresión y flexión de estructuras horizontales y verticales de concreto respecto al concreto patrón; considerando para los casos resistencia de diseño  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , edades: 7, 14 y 28 días y hormigón de la cantera Las Malvinas-Ucayali.

#### Hipótesis Específica 02:

**HE<sub>2</sub>:** La presencia de juntas frías con tiempos de formación de 3, 8 y 24 horas y al aplicar el epóxico adherente, influye en la variación de la resistencia a compresión y flexión de estructuras horizontales y verticales de concreto respecto al concreto patrón; considerando para los casos resistencia de diseño  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , edades: 7, 14 y 28 días y hormigón de la cantera Las Malvinas-Ucayali.

### **Hipótesis Específica 03:**

**HE<sub>3</sub>:** La resistencia a compresión y flexión en estructuras horizontales y verticales de concreto con presencia de juntas frías que tengan tiempo de formación de 3, 8 y 24 horas y al aplicar el epóxico adherente será de diferente proporción respecto a estructuras horizontales y verticales de concreto con presencia de juntas frías con tiempos de formación de 3, 8 y 24 horas y que no se aplique epóxico adherente; considerando para los casos resistencia de diseño  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , edades: 7, 14 y 28 días y hormigón de la cantera Las Malvinas-Ucayali.

## **1.7. SISTEMA DE VARIABLES – DIMENSIONES E INDICADORES**

### **1.7.1. Variable Independiente**

**VI:** Concreto  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$  con y sin junta fría ( $45^\circ$ ); con y sin aplicación de epóxico adherente.

#### **Indicadores de variables independientes**

- Cantidad de agua (Lt).
- Cantidad de cemento (kg).
- Cantidad de epóxico adherente (Lt).
- Cantidad de agregado (hormigón) (kg).
- Tiempo de formación de junta fría (horas).
- Inclinación de junta fría (grados).
- Ubicación de la junta fría (cm).
- Edad del concreto (días).

### 1.7.2. Variable Dependiente

**VD:** Resistencia a compresión y flexión.

#### Indicadores de variables dependientes.

- Estimación numérica de la resistencia a compresión en kilogramo por centímetro cuadrado (Fuerza de compresión/área de resistencia a compresión).
- Estimación numérica de la resistencia a flexión en kilogramo por centímetro cuadrado (Fuerza de flexión/área de resistencia a flexión).

## 1.8. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES, DIMENSIONES E INDICADOR

**Tabla 1**

*Definición operacional de variables, dimensiones e indicadores*

HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	DIMENSIONES	ESCALA DE MEDICIÓN
<b>HIPÓTESIS GENERAL</b>				
La presencia de juntas frías con tiempos de formación de 3, 8 y 24 horas tras la aplicación o no de epóxico adherente, influye en la variación de la resistencia a compresión y flexión de estructuras horizontales y verticales de concreto respecto al concreto patrón; considerando para los casos resistencia de diseño $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , edades: 7, 14 y 28 días y hormigón de la cantera Las Malvinas-Ucayali.	<b>INDEPENDIENTE</b> Concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$ con/sin junta fría 45°; con/sin aplicación de epóxico adherente.  <b>DEPENDIENTE</b> Resistencia a la compresión y flexión	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cantidad de agua, cemento, epóxico adherente y agregado.</li> <li>Tiempo de formación, inclinación y ubicación de junta fría.</li> <li>Edad del concreto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calidad del concreto sin junta fría.</li> <li>Calidad del concreto con junta fría.</li> <li>Calidad del concreto con junta fría y adherente epóxico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lt.</li> <li>Kg.</li> <li>Horas</li> <li>Días.</li> <li>Grados</li> <li>Cm</li> </ul>
<b>HIPÓTESIS 1</b>				
La presencia de juntas frías con tiempos de formación de 3, 8 y 24 horas sin aplicación del epóxico adherente, influye en la variación de la resistencia a compresión y flexión de estructuras horizontales y verticales de concreto respecto al concreto patrón; considerando para los casos resistencia de diseño $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , edades: 7, 14 y 28 días y hormigón de la cantera Las Malvinas-Ucayali	<b>INDEPENDIENTE</b> Concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$ con/sin junta fría 45°; sin aplicación de epóxico adherente.  <b>DEPENDIENTE</b> Resistencia a la compresión y flexión	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cantidad de agua, cemento, epóxico adherente y agregado.</li> <li>Tiempo de formación, inclinación y ubicación de junta fría.</li> <li>Edad del concreto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calidad del concreto sin junta fría.</li> <li>Calidad del concreto con junta fría.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lt.</li> <li>Kg.</li> <li>Horas</li> <li>Días</li> <li>Grados</li> <li>Cm</li> </ul>
<b>HIPÓTESIS 2</b>				
La presencia de juntas frías con tiempos de formación de 3, 8 y 24 horas y al aplicar el epóxico adherente, influye en la variación de la resistencia a compresión y flexión de estructuras horizontales y verticales de concreto respecto al concreto patrón; considerando para los casos resistencia de diseño $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , edades: 7, 14 y 28 días y hormigón de la cantera Las Malvinas-Ucayali.	<b>INDEPENDIENTE</b> Concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$ con/sin junta fría 45° y aplicación de epóxico adherente.  <b>DEPENDIENTE</b> Resistencia a la compresión y flexión	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cantidad de agua, cemento, epóxico adherente y agregado.</li> <li>Tiempo de formación, inclinación y ubicación de junta fría.</li> <li>Edad del concreto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calidad del concreto sin junta fría y adherente epóxico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lt.</li> <li>Kg.</li> <li>Horas</li> <li>Días.</li> <li>Grados</li> <li>Cm</li> </ul>
<b>HIPÓTESIS 3</b>				
La resistencia a compresión y flexión en estructuras horizontales y verticales de concreto con presencia de juntas frías que tengan tiempo de formación de 3, 8 y 24 horas y al aplicar el epóxico adherente será de diferente proporción respecto a estructuras horizontales y verticales de concreto con presencia de juntas frías con tiempos de formación de 3, 8 y 24 horas y que no se aplique epóxico adherente; considerando para los casos resistencia de diseño $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ , edades: 7, 14 y 28 días y hormigón de la cantera Las Malvinas-Ucayali.	<b>INDEPENDIENTE</b> Concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$ con/sin junta fría 45° sin/con aplicación de epóxico adherente.  <b>DEPENDIENTE</b> Resistencia a la compresión y flexión	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cantidad de agua, cemento, epóxico adherente y agregado.</li> <li>Tiempo de formación, inclinación y ubicación de junta fría.</li> <li>Edad del concreto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calidad del concreto sin junta fría.</li> <li>Calidad del concreto con junta fría.</li> <li>Calidad del concreto con junta fría y adherente epóxico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lt.</li> <li>Kg.</li> <li>Horas</li> <li>Días.</li> <li>Grados</li> <li>Cm</li> </ul>

*Fuente: Elaboración propia*

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. ANTECEDENTES O REVISIÓN DE ESTUDIOS REALIZADOS

Para el presente trabajo de investigación, se ha tenido como base los siguientes estudios realizados, tanto en el ámbito local, nacional e internacional.

#### 2.1.1 Antecedentes en el ámbito local

En la ciudad de Pucallpa no se encontró investigaciones relacionadas directamente con el estudio de juntas frías que se pueda tomar como antecedente.

Sin embargo, se tomó como referencia las tesis relacionadas al estudio del hormigón utilizado, el análisis de las edificaciones construidas en la ciudad de Pucallpa y una alternativa de mejora en la resistencia a compresión del concreto utilizando la ceniza volante.

Chota y Navarro (2019), a través de su tesis titulada: “Análisis de la resistencia del concreto utilizando hormigón en el distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali”, realizaron un análisis de la resistencia a compresión utilizando hormigón de las canteras Las Malvinas, Curimaná, Pachitea y Nueva Piura, con la finalidad de comprobar y dar validez para la elaboración de concreto estructural con resistencia mínima de 210 kg/cm<sup>2</sup>. Los resultados obtenidos en las probetas de concreto a los 28 días de edad fueron las siguientes: la mejor resistencia fue de la cantera Las Malvinas con 251.45 kg/cm<sup>2</sup> y la de menor resistencia fue la de Nuevo Piura, con una resistencia de 233.04 kg/cm<sup>2</sup>.

Por otra parte, Adrianzén y Cruz (2020) en su tesis: “Calidad del concreto en edificaciones autoconstruidas en el casco urbano del distrito de Callería en los años 2018 y 2019”, ejecutaron un estudio de la calidad del concreto de 120 viviendas autoconstruidas, con la finalidad de evaluar si cumplen con lo establecido en la normativa peruana y el Reglamento Nacional de Edificaciones (R.N.E). Analizaron las probetas de concreto ensayadas de cada construcción y obtuvieron el siguiente

resultado: el valor promedio es de  $99.72 \text{ kg/cm}^2$ , representando solo el 47.48% de la resistencia de diseño para una estructura aporticada ( $210 \text{ kg/cm}^2$ ). Señalan que, el análisis macro de las edificaciones autoconstruidas en la ciudad de Pucallpa, arrojaron resultados que se encuentran por debajo de lo establecido en la norma y si a ello le adicionamos la presencia de un plano débil (junta fría), las edificaciones en la ciudad serían bastante vulnerables.

Por último, tenemos a Chavez y Durand (2019), con su tesis que lleva como título: "Dosificación porcentual de la ceniza volante y su efecto en la resistencia a la compresión del concreto  $210 \text{ kg/cm}^2$  en la ciudad de Pucallpa, distrito de Callería – región Ucayali", llevaron a cabo una propuesta de mejora en cuanto a la resistencia, consiguiendo que a los 28 días de curado de las probetas y con la adición de la ceniza volante aumenta la resistencia a  $224.11 \text{ kg/cm}^2$  en promedio en comparación a la resistencia de diseño de  $210 \text{ kg/cm}^2$ .

### **2.1.2 Antecedentes en el ámbito nacional**

Quispe (2017), con su tesis: "Análisis comparativo de la influencia del tiempo de formación de las juntas frías diagonales 1, 1 1/2, 2, 3 y 4 horas sobre la resistencia a la compresión y tracción en testigos de concreto  $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con agregados de las canteras de Pillahuara y Cunyac a edades de 7, 14 y 28 días", realizó testigos de concreto de las cuales los sometió a ensayos de compresión y tracción indirecta con la presencia de junta fría de  $45^\circ$  de inclinación y con superficie semi-rugosa. Los resultados en menos de 28 días de envejecimiento fue que el porcentaje de reducción de la resistencia a la compresión y la resistencia a la tracción no supera el 4,79% y el 13,85%.

Por otro lado, Zeña (2016) a través de su tesis: "Resistencia a la compresión de concretos con epóxicos adherentes", efectuó un análisis de la resistencia con presencia de juntas frías con tiempo de formación de acuerdo a la ficha técnica de los tres epóxicos diferentes: sikadur 32 gel, chema epox adhesivo 32 y zeta pox o

universal. Se realizaron probetas cilíndricas con resistencia 210, 245 y 280 kg/cm<sup>2</sup>, en donde se generó planos de corte con ángulos de 30°, 37° y 45° respecto a la generatriz, a los 7, 14 y 28 días de edad con rugosidades distintas. Los resultados fueron que las probetas unidas por el epóxico Sikadur 32 gel tienen mayor resistencia a la compresión que los otros dos puentes de adherencia, estableciendo que el ángulo más óptimo para unir concreto antiguo y concreto nuevo es de 45° con respecto a la generatriz.

Por su parte, Ajahuana (2019) en su tesis de investigación: "Evaluación de la adherencia en juntas de construcción en losas de concreto simple debido a interrupción de vaciado en tiempo de 3, 6 y 24 horas" realizó una comparación de la resistencia a flexión en especímenes con juntas construcción interrumpidas, especímenes reforzadas con dichas juntas y el espécimen patrón. Los resultados obtenidos fueron que los especímenes de concreto simple son de una tendencia similar a los obtenidos de los especímenes de concreto reforzado en flexión, mas no en adherencia. Sin embargo, al existir un puente de adherencia más el espécimen reforzado se obtuvo un crecimiento de la resistencia a un 19.83%.

### 2.1.3 Antecedentes en el ámbito internacional

Rodríguez (2012), mediante su tesis: "Estudio comparativo del comportamiento mecánico y permeabilidad de juntas frías de hormigonado materializadas con mallas metálicas", utilizó como tratamiento una doble malla metálica galvanizada del tipo hexagonal, con apertura de 19 mm, como elemento de drenaje en el plano de la interrupción del hormigón. Se construyó prismas rectangulares de 20 cm x 20 cm de sección y 80 cm de altura, donde se generó la junta fría con un ángulo de 27° con respecto a la arista mayor. Además, la superficie de contacto del concreto antiguo y el concreto grueso fue rugosa. Los resultados alcanzados fueron que la resistencia al corte promedio para la junta materializada con doble malla metálica galvanizada alcanzó el 104% frente a un concreto sin presencia de algún tratamiento. Cabe resaltar

que tiene mucha influencia para asegurar el monolitismo de la estructura es la rugosidad de la superficie de contacto.

Además, Castillo (2008) a través de su investigación: "Comportamiento de juntas de hormigonado a los esfuerzos de compresión y flexotracción en hormigones H30, H25 y H20", estudió el comportamiento de las juntas de hormigonado. Logró resultados en donde indica que en los especímenes de concreto con resistencia de diseño H20, H25 y H30 y con juntas de hormigonado disminuye la resistencia a compresión en un 4.48%, 2.68% y 1.45% respectivamente a los 28 días de edad. En cuanto a la resistencia a flexotracción disminuye en un 12.65%, 12.57% y 35.23% respectivamente, también a los 28 días de edad.

Torres (2014), en cambio, estudió la: "Simulación numérica del efecto de las juntas frías en la resistencia pico de cilindros normalizados de concreto", determinando el comportamiento esfuerzo-deformación-tiempo propio del cilindro de concreto. Mediante la simulación consiguió que las briquetas presenten concentración de deformaciones y esfuerzo en el plano de la junta y en sus zonas cercanas. Asevera que las distribuciones de los mismos dependen de la orientación de la junta y de la diferencia de rigidez de los dos volúmenes de concreto.

#### **2.1.4 Antecedentes de ensayos realizados**

El ensayo de cizalle diagonal, presentado primero con el nombre de "Arizona Slant Shear Test" Kreigh (1976), es uno de los métodos más utilizados para determinar la resistencia de una junta. Consiste en someter al concreto con presencia de juntas a una combinación de esfuerzos de corte y de compresión, a través de la carga a compresión, valga la redundancia. Después de un cierto periodo, este ensayo fue estandarizado, dándose a conocer el American Society for Testing and Materials (ASTM) C882-99.

El American Society for Testing and Materials (ASTM) C882-99, es un ensayo que

evalúa la unión del concreto endurecido y el concreto recién mezclado a base de epoxi-resina para su uso con cemento-portland, donde la finalidad fue determinar la resistencia a la compresión mediante el empleo de una probeta cilíndrica con medidas iguales de 75 x 150 mm y generándose dicha unión con un ángulo de 30° con respecto a la vertical.

Por otro lado, Torres, Ramos Cañón, Prada Sarmiento y Botía (2015) en su investigación ejecutaron un modelo experimental mediante ensayos a la compresión uniaxial y tracción indirecta en probetas cilíndricas con dimensiones de 15 cm y 30 cm de diámetro y altura respectivamente, construyéndose juntas frías planas lisas de forma horizontal, vertical y diagonal. Las juntas frías tuvieron un tiempo de formación de 2, 4, 6 y 8 horas y la resistencia de los esfuerzos fueron a los 3, 7 y 28 días de edad del concreto. Como resultado de los ensayos experimentales se demostró que las probetas cilíndricas con junta diagonal sometidos a ensayo de compresión y con junta vertical sometidos a ensayos de tracción indirecta si presentaron gran pérdida de resistencia (hasta 30% y 42% respectivamente), la cual fue mayor cuando la probeta se encontraba a temprana edad y cuando las juntas frías tenían mayor tiempo de formación; mientras que las probetas cilíndricas con junta fría horizontales sometidos a ensayo de compresión no presentaron pérdida de resistencia en ningún caso.

## 2.2. BASES TEÓRICAS

### 2.2.1. Concreto

Actualmente, en el sector de construcción es habitual el uso del concreto por ser un material con mayor accesibilidad, por su eficacia y por la capacidad de resistir grandes esfuerzos en toda edificación.

La Norma E-060 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), indica en el ítem 2.2 Definiciones, que el “el concreto es una mezcla de cemento Portland añadido con otro cemento hidráulico, áridos finos, gruesos y agua, con o sin aditivos” (p.14).

Asimismo, existen dos etapas por lo que atraviesa el concreto para obtener la resistencia requerida, las cuales son: el concreto fresco y el concreto endurecido.

#### **2.2.1.1. Propiedades del concreto fresco**

Se denomina concreto fresco a la mezcla de los materiales que componen el concreto, permaneciendo en su estado plástico. En esta etapa el concreto tiene la capacidad de moldearse a las formas diversas que será requerido, de poder transportarse y compactarse a voluntad sin deformaciones permanentes. El tiempo de duración de esta etapa depende del diseño de mezcla, de la temperatura ambiente, de la humedad, de la temperatura del concreto, entre otros. Las propiedades del concreto cuando se encuentre en estado fresco, son los siguientes:

**Trabajabilidad:** Es la propiedad del concreto no endurecido con la facilidad de ser maniobrado, transportado, colocado y compactado adecuadamente sin que se origine segregación alguna. Esta propiedad está relacionada básicamente con el concepto de fluidez, plasticidad y uniformidad, ya que define el comportamiento y apariencia final del concreto; asimismo la trabajabilidad depende de varios factores de la mezcla, como es la granulometría, el contenido de cemento, la proporción del agregado, la cantidad de agua y aire, así como también la presencia de aditivos en el caso que se haga uso.

No existe un método determinado para obtener un valor estándar de la trabajabilidad, sin embargo, el procedimiento tradicional que se puede relacionar para estimar el valor de trabajabilidad del concreto es el “Slump”, conocido mediante el ensayo de asentamiento de cono de Abrams, ya que permite obtener una aproximación numérica a esta propiedad del concreto, puesto a que está ligado a la fluidez y consistencia del concreto, el cual estará explicado líneas abajo.

**Cohesión:** Es la propiedad del concreto que describe la conexión de la pasta de cemento con la mezcla de los agregados, haciendo posible que se evite la

segregación, facilitando el manejo de la mezcla durante el proceso de compactado del concreto.

**Segregación:** Se entiende como segregación a la propiedad de separación de materiales que componen el concreto. Se debe tener en cuenta que la segregación es una propiedad perjudicial, ya que debido a la separación de las partículas gruesas con la mezcla de los demás materiales que componen el concreto, puede generar diferentes fenómenos como es el caso de la aparición de cangrejeras, de vacíos y otros. Es causada por dos motivos:

- El primer motivo se debe a que la mezcla es seca y poco plástica, produciendo que las partículas gruesas se desunan de las otras partículas finas;
- El segundo motivo se debe a que la mezcla es muy fluida, ocasionando la separación del cemento y agua que conforman la pasta.

**Exudación o sangrado:** Según Gutiérrez de López (2003), es la propiedad que se refiere a la tendencia del agua de la mezcla a elevarse a la superficie del concreto recién colocado o durante el proceso de fraguado, esto se debe a la sedimentación de los sólidos.

La exudación está influenciada por la cantidad de agregados finos y se produce de manera inevitable en el concreto, sin embargo, es importante evaluarla y controlarla ya que puede ocasionar efectos negativos en la mezcla.

Los efectos negativos de esta propiedad están relacionados cuando la velocidad de evaporación es menor que la velocidad de exudación, ya que se forma una capa de agua ocasionando el aumento de la relación de agua-cemento en la superficie y posteriormente está expuesta a la porosidad y de baja resistencia al desgaste; por otro lado, si la velocidad de evaporación es mayor que la velocidad de exudación se puede generar grietas en la superficie.

**Contracción:** Es la propiedad del concreto fresco más importante en relación a

los problemas de fisuración. Esta propiedad hace referencia a la contracción por secado del concreto, que consiste en el cambio de volumen ocasionado por la pérdida de agua debido a la evaporación.

#### **2.2.1.2. Propiedades del concreto endurecido**

Se denomina concreto endurecido cuando la mezcla de los materiales que componen el concreto ha pasado de su estado plástico al estado rígido, a través de un proceso de hidratación. Una vez fraguado el concreto, este comienza a adquirir la resistencia para el cual fue diseñado. Sus principales propiedades son las siguientes:

**Resistencia:** Rivva López (2014) define a la resistencia como el máximo esfuerzo que puede soportar el concreto antes de romperse, siendo una de las propiedades más importantes del concreto, ya que hace posible que este soporte la carga para el cual ha sido diseñado. Para lograr una correcta resistencia del concreto se debe tener en cuenta diferentes factores en el diseño de la mezcla, por ejemplo: la relación agua-cemento, relación cemento-agregado, granulometría, resistencia y dureza del agregado, perfil, textura superficial y tamaño máximo del agregado, entre otros; así como también factores externos al diseño de la mezcla, como es el caso de la condición en que se realiza el curado.

En el diseño de un concreto estructural es fundamental conocer su resistencia a las diferentes cargas al que estará sometido, para ello una de las más relevantes es la resistencia a la compresión, el cual es de habitual uso para conocer la calidad del concreto. Sin embargo, existen otras resistencias a esfuerzos para conocer el comportamiento del concreto, como son las resistencias a flexión y a tracción.

**Resistencia a compresión:** La resistencia a compresión, es la característica mecánica principal del concreto y es usada frecuentemente para el diseño del concreto estructural. Según Kosmatka, Kerkhoff, Panarese, y Tanesi (2004) lo define, como la capacidad del concreto de soportar una carga axial por unidad de área, expresándose en kilogramos por centímetros cuadrados ( $\text{kg/cm}^2$ ), megapascales (MPa) o libras por

pulgadas cuadradas ( $\text{lb}/\text{plg}^2$  o psi). Este valor es determinado mediante el ensayo establecido en la Norma Técnica Peruana 339.034. “Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas”.

**Resistencia a tracción:** Las resistencias a tracción y compresión están vinculadas, pero no en forma proporcional, ya que cuando la resistencia a compresión del hormigón aumenta, la resistencia a tracción también se incrementa, pero a una velocidad decreciente. Para conocer el valor de resistencia a tracción, se debe realizar el ensayo conocido como brasilero o Split-test, el cual está contemplado en la norma ASTM C-496-96 “Método de Ensayo Normalizado para determinar la tracción por hendimiento de las probetas cilíndricas de hormigón”, que consiste en la aplicación de una fuerza de compresión diametral en el sentido longitudinal de una probeta cilíndrica de concreto a una velocidad dentro de un rango establecido hasta que se produzca la rotura.

Rivera (2013), menciona que el concreto comprende de una menor resistencia a la tensión, en comparación a su resistencia a compresión; es por ello que no es habitual encontrar su valor para el diseño de un concreto estructural. Sin embargo, es de importancia en el agrietamiento del concreto por retracción inducida por el secado o por la disminución de la temperatura.

**Resistencia a flexión:** La resistencia a flexión es utilizada para el diseño de pavimentos, vigas y otras losas; siendo de un valor más bajo que la resistencia a compresión, pero superior a la resistencia a tracción directa.

Para obtener el valor de esta propiedad, conocida también como módulo de rotura, se debe realizar ensayos que pueden ser de dos tipos: El primer ensayo es de acuerdo a lo establecido en la Norma Técnica Peruana 339.078 “Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas a los tercios del tramo” y la segunda es de acuerdo a la Norma Técnica

Peruana 339.079. "Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas en el centro del tramo".

**Durabilidad:** Rivva López (2014) da a conocer, que es la propiedad del concreto capaz de endurecer y mantener sus propiedades en el tiempo, a pesar de condiciones que podrían disminuir su capacidad estructural. En otras palabras, es aquel concreto capaz de resistir satisfactoriamente los efectos de las condiciones de servicio a los cuales está sometido, como por ejemplo las condiciones climáticas, el servicio a través del tiempo, agentes químicos, entre otros.

**Elasticidad:** La elasticidad es la propiedad que tiene los materiales de sufrir deformaciones de manera proporcional a la carga que se aplica y recuperar su forma original una vez terminada la acción de carga.

El concreto, es un material no completamente elástico y la relación esfuerzo-deformación para una carga aplicada constante generalmente adopta la forma de una curva. El valor de dicha propiedad, se conoce como módulo de elasticidad, el cual aumenta al incrementarse la resistencia a compresión y, para un mismo concreto, disminuye al aumentar la tensión de trabajo (Rivva López, 2014).

## 2.2.2. Cemento

El Reglamento Nacional de Edificaciones, en su sección E.060-Concreto Armado, define al cemento como al material pulverizado que mediante la adición de una cantidad de agua adecuada se forma un pasta capaz de endurecer, tanto al aire libre como bajo el agua (2009, p. 14).

El cemento es uno de los materiales primordiales que componen el concreto para ser utilizado en el sector de construcción, dicho material se puede encontrar en el mercado de diferentes propiedades en relación a su durabilidad, asociándose así su diversidad en precios. Existen dos tipos de cemento en general:

- La primera es de origen arcilloso, donde se puede encontrar los cementos que son

de uso común, como por ejemplo el cemento portland y;

- el segundo tipo es origen puzolánico, el cual es obtenida de una mezcla del cemento portland normal con otros componentes, como es el caso de la puzolana.

### **2.2.3. Clínker Portland**

Para profundizar el tema del origen del cemento, se debe tener conocimiento del significado del clinker.

Rivva López (2000), nos menciona que el clinker es el resultado de la combinación de una fuente de cal, tal como las calizas, una fuente de sílice y alúmina, como las arcillas, y una fuente de óxido de hierro, tal como el mineral de hierro. Despues de mezclados estos componentes, es calentada a una temperatura suficientemente alta (1500 °C), con la finalidad que se produzcan las reacciones entre los componentes del cemento. El producto obtenido es lo denominado clinker de cemento portland. Despues de enfriarlo, el clínker es molido con una adición de cerca del 6% de sulfato de calcio (yeso) para dar origen al cemento portland.

### **2.2.4. Cemento Portland**

El Reglamento Nacional de Edificaciones, en su sección E-060-Concreto Armado indica que es un “producto obtenido por la pulverización del clínker portland con la adición eventual de sulfato de calcio. Siempre que la norma correspondiente determine que su contenido no afecta su desempeño, se pueden agregar otros productos que no excedan el 1% (peso) de la cantidad total. Todos los productos adicionados deberán ser pulverizados conjuntamente con el clínker”. Este tipo de cemento es lo más común para la construcción de edificaciones.

#### **2.2.4.1. Tipos de Cemento Portland**

La Norma Técnica Peruana 334.009 (2016), determina los requisitos que deben cumplir los seis cementos Portland que se enumeran a continuación:

**Tipo I.** Para uso general que no requiera propiedades especiales especificadas para cualquier otro tipo. Sus empleos son en construcciones como pavimentos, puentes, edificios de concreto armado, unidades de mampostería, tanques, pisos, entre otros;

**Tipo II.** Para uso general, especialmente cuando se requiere una resistencia moderada a los sulfatos;

**Tipo II (MH).** Para uso general, específicamente cuando se desea un moderado calor de hidratación y moderada resistencia a los sulfatos; se puede utilizar en construcciones de gran volumen, tales como pilares, cimientos y grandes muros de contención de gran espesor;

**Tipo III.** Para ser utilizado cuando se requiere altas resistencias iniciales; para remover el encofrado lo más temprano posible o cuando la estructura será puesta en servicio rápidamente;

**Tipo IV.** Se usa cuando se requiera poco calor de hidratación. Este tipo de cemento es raramente disponible en el mercado;

**Tipo V.** Se usa cuando se requiera una alta resistencia a los sulfatos, donde el agua subterránea y el suelo tienen alta cantidad de sales. Este tipo de cemento no tiene resistencia a ácidos y otras sustancias altamente corrosivas.

## 2.2.5. Agregados

La Norma E-060 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) indica en el ítem 2.2 Definiciones: "es un material granular, de origen natural o artificial, como arena, grava, piedra triturada y escoria de hierro de alto horno, empleado con un medio cementante para formar concreto o mortero hidráulico." (p.13).

Los agregados cumplen un rol importante en la propiedades del concreto como es en el caso de la resistencia, el comportamiento elástico, la durabilidad, etc. Asimismo, ocupan 3/4 partes de su volumen total. Por ello es importante, conocer su clasificación y propiedades para obtener un mejor resultado de la mezcla a realizar.

### **2.2.5.1. Clasificación de los Agregados**

**Por su origen.** Rivva López (2000), nos menciona que los agregados según su origen, se clasifican en:

**Agregados naturales.** Se refiere a las partículas que son producto de un proceso de transformación u obtención natural. Dentro de esta clasificación, se encuentran los agregados obtenidos por tamizado de rocas o trituración mecánica, como, por ejemplo: el canto rodado de río o cantera, la arena, la piedra pómex y la lava volcánica porosa.

**Agregados artificiales.** Se refiere a las partículas producto de un proceso de transformación industrial de un material natural; como por ejemplo las arcillas y esquistos expansionados; o como subproducto de un proceso industrial, como es el caso de las arcillas de alto horno.

#### **Por su composición granulométrica**

**Agregado fino.** La Norma Técnica Peruana 400.037 (2018), lo define como: "es el agregado proveniente de la desintegración natural o artificial, que pasa por el tamiz normalizado 9.5 mm (3/8 pulgadas) y se mantiene en el tamiz estándar de 75 µm (N° 200)" (p. 6).

**Agregado grueso.** Según la Norma Técnica Peruana 400.037 (2018): "es el agregado retenido en un tamiz estándar de 4.75 mm (N° 4) debido a la desintegración natural o mecánica la roca y cumple con los límites establecidos en esta norma" (p. 6).

El Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual, INDECOPI (2009) mediante la Norma Técnica Peruana 400.011 establece la siguiente tabla donde clasifica a los agregados de la siguiente manera:

**Tabla 2***Tamices a utilizar para realizar el análisis granulométrico*

<b>AGREGADO TAMICES NORMALIZADOS</b>	
<b>FINO</b>	150 µm (Nº 100)
	300 µm (Nº 50)
	600 µm (Nº 30)
	1,18 mm (Nº 16)
	2,36 mm (Nº 8)
	4,75 mm (Nº 4)
	9,50 mm (3/8)
<b>GRUESO</b>	12,5 mm (1/2)
	19,0 mm (3/4)
	25,0 mm (1)
	37,5 mm (1 1/2)
	50,0 mm (2)
	63,0 mm (2 1/2)
	75,0 mm (3)
90,0 mm (3 1/2)	
100,00 mm (4)	

*Nota.* Tomada de *Tabla 1 – Tamices a utilizar para realizar el análisis granulométrico* (p.7), por Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual, 2009, AGREGADOS. Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (Concreto). (NTP 400.011), 2<sup>a</sup> ed.

**Por su densidad.** La Norma Técnica Peruana 400.011 menciona que los agregados, según su densidad, se clasifican en agregados livianos y pesados.

A continuación, se muestra la siguiente tabla 3 de clasificación con los ejemplos correspondientes para cada tipo:

**Tabla 3***Clasificación de los agregados según su densidad*

<b>AGREGADOS</b>	<b>CLASIFICACIÓN</b>
	<p>1. Uso en hormigón (concreto) aislante térmico</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grupo I: Agregados resultantes de productos expandidos, tales como vermiculitas o perlitas.</li> <li>• Grupo II: agregados resultantes de productos expandidos, sinterizados o calcinados, tales como arcillas, diatomitas, escoria de altos hornos, esquistos o pizarras y agregados preparados del procesamiento de materiales naturales, tales como pumitas, escorias o tufos.</li> </ul>
<b>AGREGADO LIVIANO</b>	<p>2. Uso en hormigón (concreto) estructural</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo I: agregados resultantes de productos expandidos, paletizados o sinterizados, tales como escoria de altos hornos, arcillas diatomitas, esquistos o pizarras.</li> <li>• Tipo II: agregados resultantes del procedimiento de materiales naturales, tales como escorias, pumitas o tufos.</li> </ul>
	<p>3. Uso en unidades de albañilería</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo I: agregados resultantes de productos expandidos, paletizados o sinterizados, tales como escoria de altos hornos, arcillas diatomitas, esquistos o pizarras.</li> <li>• Tipo II: agregados resultantes del procesamiento de materiales naturales, tales como pumitas, escorias o tufos.</li> <li>• Tipo III: agregados resultantes de la combustión final de <u>productos de carbón o coque</u>.</li> </ul>
<b>AGREGADO PESADO (Hormigones para protección radioactiva)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>1. Agregados minerales naturales de alta densidad o alto contenido de agua: Barita, magnetita, hematina, ilmanita y serpentina.</li> <li>2. Agregados sintéticos: acero, hierro, ferro fósforos, fritas de boro y otros compuestos de boro.</li> <li>3. Agregados finos consistentes de arena natural o manufacturada incluyendo de alta densidad. El agregado grueso puede consistir de mineral triturado, piedra chancada, productos sintéticos y combinaciones o mezclas de estos.</li> </ul>

*Nota.* Tomado de *Tabla 2 – Clasificación de los agregados por su densidad* (p.8), por Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual, 2009, AGREGADOS. Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concreto). (NTP 400.011), 2<sup>a</sup> ed.

**Por su perfil.** Rivva López (2000), nos menciona que lo agregados según su forma, se clasifican en los siguientes siete grupos:

**Redondeado.** Comprende aquellas partículas totalmente desgastadas, trabajadas por el agua o completamente perfiladas por desgaste o fricción, tales como la grava de río o mar, arena del desierto, mar o del viento.

**Irregular.** Comprende aquellas partículas naturalmente irregulares o parcialmente moldeadas por fricción y con bordes pulidos, tales como otras gravas, pedernal de tierra o excavado.

**Laminado.** Se refiere a aquellas partículas en las cuales el espesor es pequeño en relación a las otras dos dimensiones, un ejemplo de este tipo de agregado es la roca laminada.

**Angular.** Comprende partículas perfiladas por desgaste con caras redondeadas, tales como las gravas de cantera de aluvión.

**Semiangular o semiredondeado.** Se refiere a las partículas cuyos ángulos están formados por intersección de caras rugosas y otras que son redondeadas o tienden a serlo.

**Elongado.** Es referido a aquellas partículas generalmente angulares, en las cuales la longitud es mayor a las otras dos dimensiones.

**Laminado y elongado.** Comprende a aquellas partículas que constan de una longitud considerablemente mayor que el ancho y considerablemente mayor que el espesor.

**Por su textura.** La Norma Técnica Peruana (NTP) 400.011 y Rivva López (2000), manifiesta la siguiente clasificación de los agregados según su textura:

**Textura vidriosa.** Corresponde a aquellas partículas que presentan fracturas concoidales, tales como el pedernal negro, escoria vítreo.

**Textura suave.** Hace referencia a aquellas partículas cuyas texturas han sido desgastadas por la acción del agua o debido a una fractura de laminada o roca de grano fino, tales como el mármol o la grava.

**Textura granular.** Hace alusión a aquellas partículas que muestran en la zona de factura granos redondeados más o menos uniformes, tales como las areniscas.

**Textura rugosa.** Corresponde a aquellos agregados que provienen de rocas fracturadas del grano fino y medio, las cuales tiene constituyentes cristalinos no fácilmente visibles tales como la caliza, basalto, pórfido y la felsita.

**Textura cristalina.** Referida al agregado que tiene constituyentes cristalinos fácilmente visibles, tales como el granito, el gabro, el gneis.

**Textura alveolar.** Corresponde a aquellos agregados que contienen poros y cavidades visibles, tal como la piedra pómex, escoria espumosa, veteo, barro expandido, el ladrillo y el clínker.

## 2.2.6. Hormigón o Agregado Global

La Norma E-060 del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), indica en el ítem 3.3. Agregados, que “el agregado denominado «hormigón» corresponde a una mezcla natural de grava y arena, donde solo podrá emplearse en la elaboración de concretos con resistencia en compresión ( $f'_c$ ) no mayor a  $100 \text{ kg/cm}^2$  a los 28 días. El contenido mínimo de cemento será de  $255 \text{ Kg/m}^3$ ” (p.19). Además, el hormigón debe estar libre de impurezas, como partículas livianas, materia orgánica, entre otras sustancias perjudiciales para el concreto.

Sin embargo, Chota y Navarro (2019) en su investigación demostraron que el uso del hormigón para construcción de edificaciones estructurales, cumple con la resistencia requerida de diseño de  $210 \text{ kg/cm}^2$  de acuerdo a normativa.

El INACAL (2018), mediante la Norma Técnica Peruana 400.37 muestra la siguiente tabla 4 con los límites granulométricos que debe obedecer el hormigón.

**Tabla 4***Granulometría del agregado global*

TAMIZ	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL		
	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL 37,5 mm (1 ½")	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL 19,9 mm (3/4")	TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL 9,5 mm (3/8")
50 mm (2")	100		
37,5 mm (1 ½")	95 a 100	100	
19,0 mm (3/4")	45 a 80	95 a 100	
12,5 mm (1/2")			100
9,5 mm (3/8")			95 a 100
4,75 mm (Nº 4)	25 a 50	35 a 55	30 a 65
2,36 mm (Nº 8)			20 a 50
1,18 mm (Nº 16)			15 a 40
600 µm (Nº 30)	8 a 30	10 a 35	10 a 30
300 µm (Nº 50)			5 a 15
150 µm (Nº 100)	0 a 8*	0 a 8	0 a 8

\* Incrementar 10 % para finos de roca triturada

*Nota.* Tomado de *Tabla A1 – Granulometría del agregado global* (p.20), por Instituto Nacional de la Calidad, 2018, AGREGADOS. Agregados para concreto. Requisitos (NTP 400.37), 4<sup>a</sup> ed.

### 2.2.7. Agua

El agua es uno de los componentes que se utiliza para la mezcla del concreto e influye en la trabajabilidad cuando se encuentra en estado fresco y para el curado del concreto en estado endurecido.

El INACAL (2019) mediante la Norma Técnica Peruana 339.088 determina los siguientes requisitos para el uso de agua en la mezcla:

- Agua de la tanda (agua pesada o medida en la planta de dosificación);
- Hielo, (cuando se especifica en clima cálido);
- Agua adicionada por el operador del camión mezclador, cuando se especifique;
- Humedad libre de los agregados; y
- Agua de constitución de los aditivos cuando esta incrementen la relación agua/materiales cementosos por más de 0.01.

De igual modo, el INACAL (2019) mediante la Norma Técnica Peruana 339.088

establece que el uso para la mezcla del concreto se permitirá agua potable, el cual es de consumo humano y además debe estar libre de impurezas. Asimismo, establece que se permitirá el uso de agua de mezcla que esté compuesta parcial o totalmente de fuentes de agua no potables o provenientes de las operaciones de producción de concreto y que deben cumplir con la siguiente tabla 5:

**Tabla 5**

*Requisitos de agua para el diseño de mezcla del concreto*

	<b>LÍMITES</b>
Resistencia a compresión, % mínimo con relación a la muestra control a 7 días.	90
Tiempo de fraguado, desviación respecto al control, horas: minutos.	De 1.00 mas temprano a 1:30 más tarde

*Nota.* Tomado de *Tabla 1 – Requisitos de performance del concreto para el agua de mezcla* (p.10), por Instituto Nacional de la Calidad, 2018, CONCRETO. Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland. Requisitos. (NTP 339.088), 3<sup>a</sup> ed.

## 2.2.8. Diseño de mezcla

En el presente tema de investigación, el diseño de mezcla utilizado fue de acuerdo a la tesis de Chota y Navarro (2019), el cual fue según el Método del Módulo de Fineza de la Combinación de los Agregados para una resistencia requerida de 210 kg/cm<sup>2</sup> y empleando el hormigón de la cantera Las Malvinas. Es así, que se muestra las proporciones de los componentes (cemento, hormigón y agua) aplicados en este estudio:

**Tabla 6**

*Diseño de mezcla definitivo por m<sup>3</sup> (kg/m<sup>3</sup>)*

Canteras	Cemento	Hormigón	Agua	Total	Nº bolsas de cemento
Cantera Malvinas	291.1	2,049.3	77.0	2,417.4	6.8

*Nota.* Adaptada de *Diseño de mezcla definitivo por m<sup>3</sup> (kg/m<sup>3</sup>)* (p.120), por Chota y Navarro, 2019, Universidad Nacional de Ucayali.

### **2.2.9. Juntas Frías**

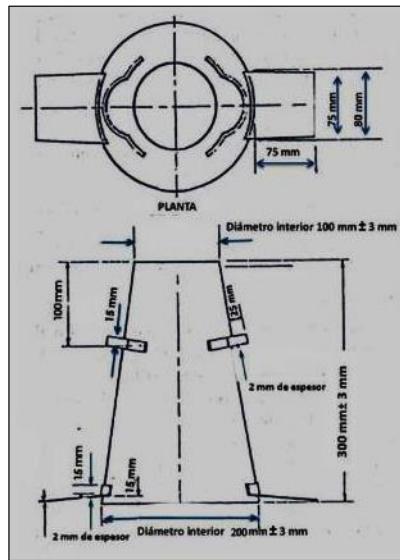
La Normal E-060 del Reglamento Nacional de Edificaciones menciona que el vaciado de una estructura de concreto debe realizarse de una manera continua y monolítica. Sin embargo, existen juntas predeterminadas para conservar la integridad y la función de la estructura, éstas son las juntas de construcción.

No obstante, se puede producir juntas de manera inesperada, denominadas juntas frías y ocurren generalmente cuando se interrumpe la producción o vaciado del concreto por un tiempo determinado. Estas juntas pueden producirse a causas de condiciones climáticas desfavorables, fallas en los equipos de construcción, retraso en la llegada de material, entre otros; y si no se tiene el tratamiento adecuado puede afectar en la resistencia de la estructura.

### **2.2.10. Ensayo de Asentamiento por Cono de Abrams**

Este procedimiento, también conocido como “prueba slump”, consiste en determinar la consistencia del concreto fresco mediante la identificación de su asentamiento, tanto en laboratorio como en campo. Según el INACAL (2015) mediante la Norma Técnica Peruana 339.035, los equipos a utilizar son los siguientes:

**Molde.** El espécimen consiste en un tronco de cono metálico o plástico que no sea atacable por la pasta de cemento, con un diámetro de 200 mm (8 pulgadas) en la base inferior, un diámetro superior de 100 mm (4 pulgadas) y una altura de 300 mm (12 pulgadas). Las dos bases circulares son paralelas y abiertas entre sí formando un ángulo recto con el eje del cono.

**Figura 1***Dimensiones del tronco de cono*

*Nota:* Tomado de *Figura No. 1 – Modelo para el ensayo de asentamiento* (p. 06), por Instituto Nacional de la Calidad, 2015, CONCRETO. Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de Cemento Portland (NTP 339.035), 4<sup>a</sup> ed.

**Varilla.** Consiste en una barra cilíndrica de acero de 16mm  $\pm$  2mm de diámetro y por lo menos 100 mm mayor que la profundidad del molde en el que se esté realizando el compactamiento, pero no mayor que 60 cm de longitud.

**Dispositivo de medida.** Se refiere a una wincha, cinta métrica, regla o cualquier otro instrumento de medida. La longitud del dispositivo debe ser por lo menos de 300 mm.

**Cucharón.** De forma adecuada y tamaño apropiado para obtener la cantidad suficiente de concreto del recipiente que contiene la muestra y lo suficientemente pequeño para colocarla sin derramar en el molde.

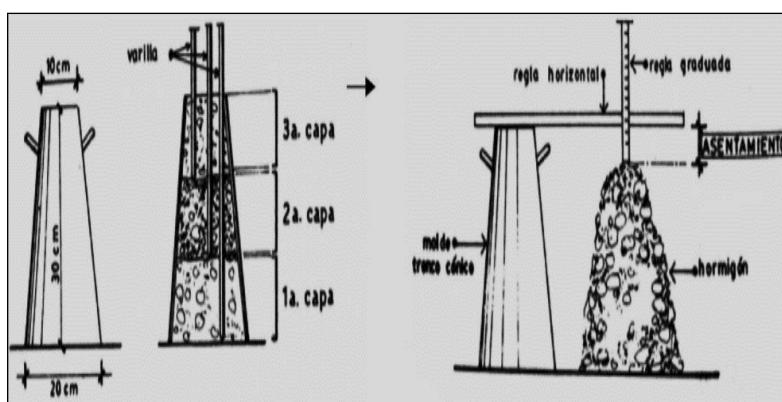
### Procedimiento

Se debe limpiar el molde, humedecerlo y colocarlo en una superficie plana. Luego se llena el molde vaciendo el concreto en estudio en tres capas, que corresponde aproximadamente a la tercera parte del volumen del molde. Cada capa es apisonada

con la barra cilíndrica, aplicando 25 golpes distribuidos uniformemente. En la primera capa se debe inclinar ligeramente la barra y dar la mitad de los golpes cerca del perímetro, la segunda capa y la superior se compacta procurando que la barra penetre ligeramente la capa inferior inmediata aproximadamente 25 mm. Se mide inmediatamente el asentamiento, determinado por la diferencia entre la altura del molde y la altura de la muestra. Todo este procedimiento se puede observar en la figura 2.

**Figura 2**

*Ensayo de asentamiento con el cono de Abrams*



*Nota.* Tomado de *Figura No. 2 – Medición del asentamiento con el cono de Abrams*, por Castianera, 2014, 1<sup>a</sup> ed.

#### **2.2.11. Ensayo para la resistencia a flexión del concreto en vigas**

El Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual – INDECOPI (2012) mediante la Norma Técnica Peruana 339.079 establece el método de ensayo para que se determine la resistencia a la flexión del concreto en una viga con apoyo simple cuando se carga en el centro del tramo. Este ensayo consiste en aplicar una carga en el centro del tramo de un espécimen prismático de concreto que cumpla con las dimensiones establecidas en la Norma Técnica Peruana 339.033 y la Norma Técnica Peruana 339.183, hasta encontrar el módulo de rotura. La carga al aplicarse tiene que ser de manera constante y sin impactos; el rango de velocidad de aplicación de la carga se calcula con la siguiente ecuación:

$$r = \frac{2Sbd^2}{3L} \text{ (N/min)}$$

Donde:

- r: rango de velocidad de la aplicación de carga, en N/min
- S: tasa de incremento de la tensión máxima en la cara de tracción, en MPa/min
- b: ancho promedio de la viga conforme fue orientada para el ensayo, mm.
- d: altura promedio de la viga conforme fue orientada para el ensayo, mm
- L: longitud del tramo, en mm

El Módulo de rotura se calculará mediante la siguiente ecuación:

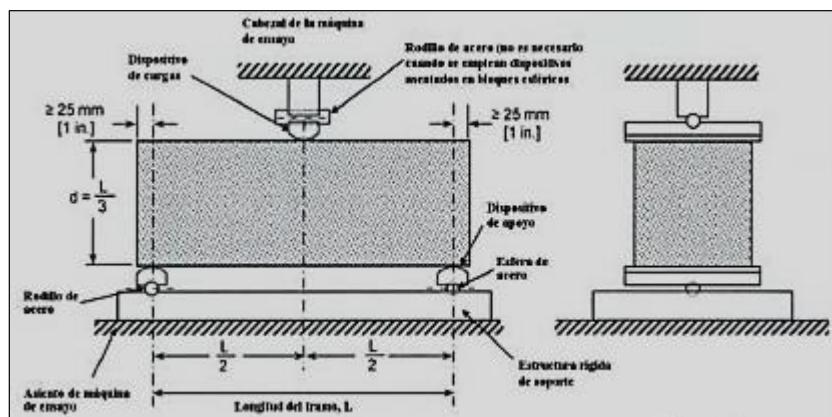
$$Mr = \frac{3PL}{2bh^2} \text{ (MPa)}$$

Donde:

- Mr: Es el módulo de rotura, en MPa.
- P: Es la carga máxima de rotura indicada por la máquina de ensayo, en N.
- b: ancho promedio de la viga en la sección de falla, mm.
- L: longitud del tramo, en mm
- h: Es la altura promedio de la viga en la sección de falla, en mm.

**Figura 3**

*Ensayo de flexión de vigas de concreto con carga en el centro del tramo*



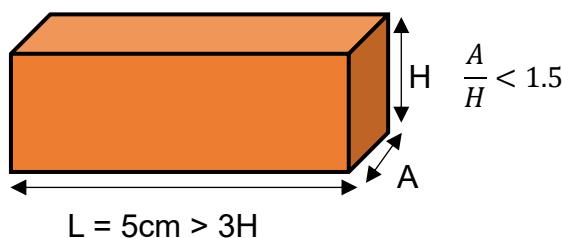
Nota. Tomado de Figura No. 1 – Diagrama de un dispositivo adecuado para la prueba de flexión del concreto por el método de carga en el punto medio (p.09), por Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual, 2012, CONCRETO. Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas en el centro del tramo (NTP 339.079), 3<sup>a</sup> ed.

Rivera menciona que el módulo de rotura oscila entre el 10% al 20% de la resistencia a compresión, donde el módulo de rotura determinado por la viga cargada en los tercios es más bajo que el módulo de rotura determinado por la viga cargada en el centro del tramo, siendo en algunas ocasiones hasta en un 15%.

El Instituto Nacional de la Calidad – INACAL (2015) mediante la Norma Técnica Peruana 339.033 define que los especímenes de vigas deben tener las siguientes dimensiones: “La longitud debe ser por lo menos 50 mm mayor que tres veces la altura del testigo. La relación entre el ancho a la altura de moldeo no debe exceder 1,5. La viga normal debe ser de 150 mm por 150 mm de sección transversal y debe ser usada para concreto con agregado grueso de tamaño nominal máximo hasta de 50 mm. Cuando el tamaño nominal máximo del agregado grueso excede de 50 mm, la dimensión más pequeña de la sección transversal de la viga, debe ser por lo menos tres veces el tamaño nominal máximo del agregado grueso. A menos que las especificaciones del proyecto lo requieran, los especímenes vigas elaborados en campo no deben tener un ancho o altura menor de 150 mm”. (p. 08).

**Figura 4**

*Dimensión de espécimen de vigas de concreto*



*Fuente:* Elaboración propia

#### **2.2.12. Ensayo para la resistencia a compresión**

En la presente investigación se realizará el ensayo de resistencia a la compresión en muestras cilíndricas siguiendo lo estipulado en la Norma Técnica Peruana 339.034. El Instituto Nacional de la Calidad – INACAL (2015) mediante la Norma Técnica Peruana 339.034 explica que “el método consiste en aplicar una carga de compresión axial a los cilindros moldeados o extracciones diamantinas a una velocidad que se

encuentra en un rango prescrito hasta la falla. La resistencia a la compresión de la muestra se calcula dividiendo la carga máxima alcanzada durante la prueba por el área de la sección transversal de la muestra." (p. 03).

**Tabla 7**

*Diámetros máximos de especímenes cilíndricos de ensayo*

<b>Diámetro de espécimen de ensayo, mm</b>	<b>Máximo diámetro mm</b>
50	105
75	130
100	165
150	255
200	280

*Nota.* Tomado de *Tabla 1 – Diámetro máximos de espécimen de ensayo* (p. 07), por Instituto Nacional de la Calidad, 2015, CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a compresión del concreto en muestras cilíndricas (NTP 339.034), 4<sup>a</sup> ed.

El ensayo debe ser realizado cuando los especímenes cilíndricos hayan sido curados correctamente. Asimismo, los cilindros serán ensayados en condición húmeda. Por otro lado, la Norma Técnica Peruana 339.034, muestra en la siguiente tabla el tiempo permisible con las tolerancias prescritas para las fracturas de los especímenes cilíndricos con su edad de ensayo:

**Tabla 8**

*Edades de ensayo con las tolerancias permisibles de fractura*

<b>Edad de ensayo</b>	<b>Tolerancia permisible</b>
24 h	$\pm 0,5$ h ó 2,1 %
3 d	$\pm 2$ h ó 2,8 %
7 d	$\pm 6$ h ó 3,6 %
28 d	$\pm 20$ h ó 3,0 %
90 d	$\pm 48$ h ó 2,2 %

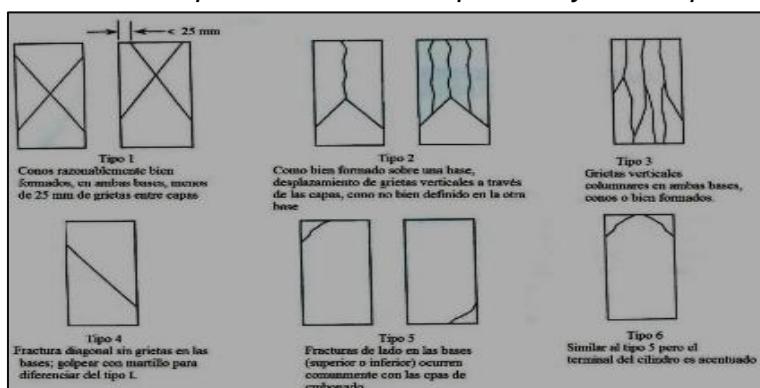
*Nota.* Tomado de *Tabla 2 – Edades de ensayo y tolerancias permisibles* (p.12), por Instituto Nacional de la Calidad, 2015, CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a compresión del concreto en muestras cilíndricas (NTP 339.034), 4<sup>a</sup> ed.

En la realización del ensayo, al momento de las roturas de las probetas cilíndricas

se puede observar diferentes tipos de fracturas, los cuales pueden ser las siguientes:

**Figura 5**

*Tipo de fracturas en las probetas cilíndricas por ensayo a compresión*



*Nota:* Tomado de Figura No. 2 – Esquema de los patrones de fracturas (p.17), por Instituto Nacional de la Calidad, 2015, CONCRETO. Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas (NTP 339.034), 4<sup>a</sup> ed.

### 2.2.13. Adhesivos Epóxicos

Los adhesivos epóxicos pertenecen al grupo de adhesivos reactivos rígidos, son el tipo de adhesivo que se debe utilizar para el sector de construcción; están generalmente compuestos de resina epólica, amina o poliamida, diluyente reactivo y agente de curado, en algunos casos, también cargas inorgánicas y agentes tixotrópicos. Los adhesivos epóxicos cumplen con lo establecido en ASTM C 881, los cuales se adherirán a las estructuras del concreto, algunos tienen la capacidad de curar el concreto y adherir bajo el agua. La resina epólica es resistente a la corrosión por ácidos, aceites, álcalis y disolventes.

### 2.2.14. SIKADUR 32

Es un adhesivo epóxico de consistencia líquida utilizado mayormente en el sector de construcción, libre de solventes. Diseñado para asegurar la unión entre concreto nuevo y concreto existente, adhesivo entre concreto y mortero, concreto con metal y otros; con resistencia a la compresión y flexión en estructuras de concreto. Cumple con lo establecido de la norma ASTM C 881.

### **2.2.15. Análisis de la Varianza (ANOVA)**

También conocido por “Anova de Fisher” o “Análisis de varianza de Fisher”, este método es un tipo de prueba paramétrico que consiste en determinar si existe o no diferencias significativas entre las medias de dos o más grupos poblacionales, y así constatar la hipótesis de estudio.

En la presente investigación se utilizó esta técnica para el análisis estadístico, ya que se cuenta con más de dos factores de estudio, el cual se ha especificado líneas abajo.

### **2.2.16. Prueba de Tukey**

También conocido como “Prueba de diferencia honestamente significativa de Tukey”, es una de las pruebas post hoc que se utiliza después del análisis estadístico por el método Anova. Como se mencionó en el párrafo anterior, el Anova determina la existencia o no de diferencias significativas de las medias de dos o más grupos poblacionales, por lo tanto, al existir diferencia significativa de los grupos de estudio, la prueba Tukey permite comparar por pares entre las medias de cada grupo y así conocer donde se da la mayor y menor diferencia significativa.

## 2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

A continuación, se muestra los conceptos con los términos de mayor uso en la investigación, como resumen:

- **Adhesivo Epóxico.** Se refiere a un adherente de dos estructuras de concreto con la capacidad de curar el concreto en la superficie o debajo del agua.
- **Agregados.** Se refiere a la combinación de grava, arena o roca triturada, los cuales pueden ser de diversas formas, tamaños y texturas.
- **Cemento.** Es el material de construcción con mayor uso en todo el mundo, es obtenido por la pulverización del clínker portland con la adición eventual de sulfato de calcio (yeso).
- **Concreto.** Es la combinación del cemento, agua, agregados y en algunos casos de aditivos, que forman una pasta plástica el cual permite la capacidad de ser manejable hasta endurecerse y adquirir la resistencia de diseño.
- **Diseño de Mezcla.** Procedimiento estipulado que proporciona una aproximación de la cantidad de materiales necesario para elaborar una correcta mezcla de concreto y así alcanzar una resistencia requerida.
- **Hormigón.** Corresponde a una mezcla de grava y arena, donde se extrae de forma natural de la superficie terrestre ya sea de una cantera.
- **Junta fría.** Se denomina junta fría al plano débil originado de manera imprevista en el concreto originada por diferentes factores.
- **Resistencia a compresión:** Propiedad de un elemento de concreto de soportar una carga por unidad de área.
- **Resistencia a flexión:** Es una medida de la resistencia a la falla por momento de una viga o de losa de concreto.

## CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

### 3.1. METODOLOGÍA Y TÉCNICAS UTILIZADAS

#### 3.1.1. Tipo de investigación

Basándonos en Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), de acuerdo a los tipos de datos analizados, la investigación fue del tipo híbrido o mixto (cuantitativa y cualitativa) porque se buscó comprender la realidad mediante la recolección y análisis de datos numéricos y descriptivos.

#### 3.1.2. Nivel de investigación

De acuerdo a Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), planteamos lo siguiente:

##### **Explicativa**

Se explicó el por qué la presencia de juntas frías influye en la variable dependiente (resistencia a la compresión y flexión del elemento estructural), dando a conocer las condiciones a las que fueron sometidas (tiempo de formación de juntas frías, la aplicación o no del epóxico adherente, la edad y el tiempo de rotura de las muestras).

##### **Experimental-Aplicada**

Se buscó analizar y comparar una variable experimental no comprobada con las condiciones previamente establecidas y controladas mediante ensayos de laboratorio de concreto, manipulándolas mediante la forma “presencia” de epóxico adherente – “ausencia” de epóxico adherente; se determinó el nivel de influencia de las variables independientes sobre la dependiente, mostrando los diferentes resultados que manifestaron.

##### **Analítica y Comparativa**

Las distintas formas de analizar y comparar según sus variables correspondientes nos permitieron llegar a conclusiones para poder negar o afirmar la hipótesis general y las hipótesis específicas de la investigación.

### 3.1.3. Diseño de la Investigación

Según Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), el diseño de la investigación se trató del tipo factorial, definiéndolo de esta manera: "los diseños factoriales manipulan dos o más variables independientes e incluyen dos o más niveles o modalidades de presencia en cada una de las variables independientes. Se utilizan muy a menudo en la investigación experimental"(p.148).

Se justificó en diseño factorial porque mediante esta tesis se ha visto necesario comparar y analizar los resultados de la variación de la resistencia  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  a compresión y flexión(variable dependiente): 1) cuando se considere o no una junta fría en el tercio medio de los elementos estructurales, 2) en caso que la junta fría tenga o no la aplicación del epóxico adherente, 3) el tiempo de formación de la junta fría (3, 8 y 24 horas) y 4) la edad y tipo de rotura de las mismas. En la investigación se empleó cuatro variables independientes, conociéndolas como factoriales.

#### Diagrama de Diseño de la Investigación

**Figura 6**

*Diagrama del Diseño de Investigación*

CONCRETO PATRÓN	SIN EPÓXICO			CON EPÓXICO		
	3 HORAS			8 HORAS		
	7	14	28	7	14	28
C	G <sub>1</sub>	O <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>		
O	G <sub>2</sub>			O <sub>4</sub>	O <sub>5</sub>	O <sub>6</sub>
M	G <sub>3</sub>			O <sub>7</sub>	O <sub>8</sub>	O <sub>9</sub>
P	G <sub>4</sub>			O <sub>10</sub>	O <sub>11</sub>	O <sub>12</sub>
R	G <sub>5</sub>					
E	G <sub>6</sub>			O <sub>13</sub>	O <sub>14</sub>	O <sub>15</sub>
S	G <sub>7</sub>			O <sub>16</sub>	O <sub>17</sub>	O <sub>18</sub>
I	G <sub>8</sub>	O <sub>22</sub>	O <sub>23</sub>	O <sub>24</sub>		
Ó	G <sub>9</sub>			O <sub>25</sub>	O <sub>26</sub>	O <sub>27</sub>
N	G <sub>10</sub>			O <sub>28</sub>	O <sub>29</sub>	O <sub>30</sub>
F	G <sub>11</sub>			O <sub>31</sub>	O <sub>32</sub>	O <sub>33</sub>
L	G <sub>12</sub>					
E	G <sub>13</sub>			O <sub>34</sub>	O <sub>35</sub>	O <sub>36</sub>
X	G <sub>14</sub>			O <sub>37</sub>	O <sub>38</sub>	O <sub>39</sub>
I						
Ó				O <sub>40</sub>	O <sub>41</sub>	O <sub>42</sub>
N						
G						

=	=	=	=	=	=
≠	≠	≠	≠	≠	≠
O <sub>2</sub>	O <sub>5</sub>	O <sub>8</sub>	O <sub>11</sub>	O <sub>14</sub>	O <sub>17</sub>
≈	≈	≈	≈	≈	≈

$O_3$	$\neq$	$O_6$	$=$	$O_9$	$\neq$	$O_{12}$	$=$	$O_{15}$	$\neq$	$O_{18}$	$=$	$O_{21}$
$\approx$		$\approx$		$\approx$		$\approx$		$\approx$		$\approx$		$\approx$
$O_{22}$	$\neq$	$O_{25}$	$=$	$O_{28}$	$\neq$	$O_{31}$	$=$	$O_{34}$	$\neq$	$O_{37}$	$=$	$O_{40}$
$\approx$		$\approx$		$\approx$		$\approx$		$\approx$		$\approx$		$\approx$
$O_{23}$	$\neq$	$O_{26}$	$=$	$O_{29}$	$\neq$	$O_{32}$	$=$	$O_{35}$	$\neq$	$O_{38}$	$=$	$O_{41}$
$\approx$		$\approx$		$\approx$		$\approx$		$\approx$		$\approx$		$\approx$
$O_{24}$	$\neq$	$O_{27}$	$=$	$O_{30}$	$\neq$	$O_{33}$	$=$	$O_{36}$	$\neq$	$O_{39}$	$=$	$O_{42}$
$\approx$		$\approx$		$\approx$		$\approx$		$\approx$		$\approx$		$\approx$

*Nota.* El gráfico representa la comparación entre cada uno de los resultados de acuerdo a la edad y tipo de rotura, considerándose la posibilidad de salir igual (=), diferente ( $\neq$ ) o similares ( $\approx$ ) entre sí. *Fuente:* Elaboración propia

Donde:

**G<sub>1</sub>:** Grupo Experimental N°01 correspondiente al concreto patrón para rotura a compresión.

**G<sub>2</sub>:** Grupo Experimental N°02 correspondiente al concreto con vaciado interrumpido por 3 horas y junta fría sin epóxico para rotura a compresión.

**G<sub>3</sub>:** Grupo Experimental N°03 correspondiente al concreto con vaciado interrumpido por 8 horas y junta fría sin epóxico para rotura a compresión.

**G<sub>4</sub>:** Grupo Experimental N°04 correspondiente al concreto con vaciado interrumpido por 24 horas y junta fría sin epóxico para rotura a compresión.

**G<sub>5</sub>:** Grupo Experimental N°05 correspondiente al concreto con vaciado interrumpido por 3 horas y junta fría con epóxico para rotura a compresión.

**G<sub>6</sub>:** Grupo Experimental N°06 correspondiente al concreto con vaciado interrumpido por 8 horas y junta fría con epóxico para rotura a compresión.

**G<sub>7</sub>:** Grupo Experimental N°07 correspondiente al concreto con vaciado interrumpido por 24 horas y junta fría con epóxico para rotura a compresión.

**G<sub>8</sub>:** Grupo Experimental N°08 correspondiente al concreto patrón para rotura a

flexión.

**G<sub>9</sub>:** Grupo Experimental N°09 correspondiente al concreto con vaciado interrumpido por 3 horas y junta fría sin epóxico para rotura a flexión.

**G<sub>10</sub>:** Grupo Experimental N°10 correspondiente al concreto con vaciado interrumpido por 8 horas y junta fría sin epóxico para rotura a flexión.

**G<sub>11</sub>:** Grupo Experimental N°11 correspondiente al concreto con vaciado interrumpido por 24 horas y junta fría sin epóxico para rotura a flexión.

**G<sub>12</sub>:** Grupo Experimental N°12 correspondiente al concreto con vaciado interrumpido por 3 horas y junta fría con epóxico para rotura a flexión.

**G<sub>13</sub>:** Grupo Experimental N°13 correspondiente al concreto con vaciado interrumpido por 8 horas y junta fría con epóxico para rotura a flexión.

**G<sub>14</sub>:** Grupo Experimental N°14 correspondiente al concreto con vaciado interrumpido por 24 horas y junta fría con epóxico para rotura a flexión.

**O<sub>1</sub>:** Resultados de la rotura a 7 días del concreto patrón sometido a compresión.

**O<sub>2</sub>:** Resultados de la rotura a 14 días del concreto patrón sometido a compresión.

**O<sub>3</sub>:** Resultados de la rotura a 28 días del concreto patrón sometido a compresión.

**O<sub>4</sub>:** Resultados de la rotura a 7 días del concreto con vaciado interrumpido por 3 horas y junta fría sin epóxico sometido a compresión.

**O<sub>5</sub>:** Resultados de la rotura a 14 días del concreto con vaciado interrumpido por 3 horas y junta fría sin epóxico sometido a compresión.

**O<sub>6</sub>:** Resultados de la rotura a 28 días del concreto con vaciado interrumpido por 3 horas y junta fría sin epóxico sometido a compresión.

**O<sub>7</sub>:** Resultados de la rotura a 7 días del concreto con vaciado interrumpido por 8 horas y junta fría sin epóxico sometido a compresión.

**O<sub>8</sub>:** Resultados de la rotura a 14 días del concreto con vaciado interrumpido por 8 horas y junta fría sin epóxico sometido a compresión.

**O<sub>9</sub>:** Resultados de la rotura a 28 días del concreto con vaciado interrumpido por 8 horas y junta fría sin epóxico sometido a compresión.

**O<sub>10</sub>:** Resultados de la rotura a 7 días del concreto con vaciado interrumpido por 24 horas y junta fría sin epóxico sometido a compresión.

**O<sub>11</sub>:** Resultados de la rotura a 14 días del concreto con vaciado interrumpido por 24 horas y junta fría sin epóxico sometido a compresión.

**O<sub>12</sub>:** Resultados de la rotura a 28 días del concreto con vaciado interrumpido por 24 horas y junta fría sin epóxico sometido a compresión.

**O<sub>13</sub>:** Resultados de la rotura a 7 días del concreto con vaciado interrumpido por 3 horas y junta fría con epóxico sometido a compresión.

**O<sub>14</sub>:** Resultados de la rotura a 14 días del concreto con vaciado interrumpido por 3 horas y junta fría con epóxico sometido a compresión.

**O<sub>15</sub>:** Resultados de la rotura a 28 días del concreto con vaciado interrumpido por 3 horas y junta fría con epóxico sometido a compresión.

**O<sub>16</sub>:** Resultados de la rotura a 7 días del concreto con vaciado interrumpido por 8 horas y junta fría con epóxico sometido a compresión.

**O<sub>17</sub>:** Resultados de la rotura a 14 días del concreto con vaciado interrumpido por 3 horas y junta fría con epóxico sometido a compresión.

**O<sub>18</sub>:** Resultados de la rotura a 28 días del concreto con vaciado interrumpido por 3 horas y junta fría con epóxico sometido a compresión.

**O<sub>19</sub>:** Resultados de la rotura a 7 días del concreto con vaciado interrumpido por 24 horas y junta fría con epóxico sometido a compresión.

**O<sub>20</sub>:** Resultados de la rotura a 14 días del concreto con vaciado interrumpido por

24 horas y junta fría con epóxico sometido a compresión.

**O<sub>21</sub>:** Resultados de la rotura a 28 días del concreto con vaciado interrumpido por 24 horas y junta fría con epóxico sometido a compresión.

**O<sub>22</sub>:** Resultados de la rotura a 7 días del concreto patrón sometido a flexión.

**O<sub>23</sub>:** Resultados de la rotura a 14 días del concreto patrón sometido a flexión.

**O<sub>24</sub>:** Resultados de la rotura a 28 días del concreto patrón sometido a flexión.

**O<sub>25</sub>:** Resultados de la rotura a 7 días del concreto con vaciado interrumpido por 3 horas y junta fría sin epóxico sometido a flexión.

**O<sub>26</sub>:** Resultados de la rotura a 14 días del concreto con vaciado interrumpido por 3 horas y junta fría sin epóxico sometido a flexión.

**O<sub>27</sub>:** Resultados de la rotura a 28 días del concreto con vaciado interrumpido por 3 horas y junta fría sin epóxico sometido a flexión.

**O<sub>28</sub>:** Resultados de la rotura a 7 días del concreto con vaciado interrumpido por 8 horas y junta fría sin epóxico sometido a flexión.

**O<sub>29</sub>:** Resultados de la rotura a 14 días del concreto con vaciado interrumpido por 8 horas y junta fría sin epóxico sometido a flexión.

**O<sub>30</sub>:** Resultados de la rotura a 28 días del concreto con vaciado interrumpido por 8 horas y junta fría sin epóxico sometido a flexión.

**O<sub>31</sub>:** Resultados de la rotura a 7 días del concreto con vaciado interrumpido por 24 horas y junta fría sin epóxico sometido a flexión.

**O<sub>32</sub>:** Resultados de la rotura a 14 días del concreto con vaciado interrumpido por 24 horas y junta fría sin epóxico sometido a flexión.

**O<sub>33</sub>:** Resultados de la rotura a 28 días del concreto con vaciado interrumpido por 24 horas y junta fría sin epóxico sometido a flexión.

**O<sub>34</sub>:** Resultados de la rotura a 7 días del concreto con vaciado interrumpido por 3 horas y junta fría con epóxico sometido a flexión.

**O<sub>35</sub>:** Resultados de la rotura a 14 días del concreto con vaciado interrumpido por 3 horas y junta fría con epóxico sometido a flexión.

**O<sub>36</sub>:** Resultados de la rotura a 28 días del concreto con vaciado interrumpido por 3 horas y junta fría con epóxico sometido a flexión.

**O<sub>37</sub>:** Resultados de la rotura a 7 días del concreto con vaciado interrumpido por 8 horas y junta fría con epóxico sometido a flexión.

**O<sub>38</sub>:** Resultados de la rotura a 14 días del concreto con vaciado interrumpido por 8 horas y junta fría con epóxico sometido a flexión.

**O<sub>39</sub>:** Resultados de la rotura a 28 días del concreto con vaciado interrumpido por 8 horas y junta fría con epóxico sometido a flexión.

**O<sub>40</sub>:** Resultados de la rotura a 7 días del concreto con vaciado interrumpido por 24 horas y junta fría con epóxico sometido a flexión.

**O<sub>41</sub>:** Resultados de la rotura a 14 días del concreto con vaciado interrumpido por 24 horas y junta fría con epóxico sometido a flexión.

**O<sub>42</sub>:** Resultados de la rotura a 28 días del concreto con vaciado interrumpido por 24 horas y junta fría con epóxico sometido a flexión.

## 3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

### 3.2.1. Población

La población estuvo conformada por todas las estructuras horizontales y verticales de concreto que han sido vaciados ininterrumpidamente y los que presentaron juntas frías de inclinación 45° en el tercio medio de la estructura, con y sin aplicación del epóxico adherente que tengan tiempo de formación de 3, 8 y 24 horas; en los siguientes casos: resistencia de diseño  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ; a edades del

concreto de 7, 14 y 28 días, que utilizó hormigón local de la cantera Las Malvinas – Ucayali y en el que se empleó el cemento Andino tipo I.

### 3.2.2. Muestra

#### Descripción de la muestra

Estuvo compuesta por probetas cilíndricas y especímenes prismáticos de concreto patrón y con presencia de la junta fría diagonal con/sin aplicación de epóxico adherente para tiempos de formación de 3, 8 y 24 horas; en los siguientes casos: resistencia de diseño  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ; a edades del concreto de 7, 14 y 28 días, hormigón local de la cantera Las Malvinas – Ucayali y en el que se empleó el cemento Andino tipo I. Estas fueron elaboradas en un laboratorio.

#### Cuantificación de la muestra

Por las características de la investigación, el muestreo fue intencional a juicio de valor o conveniencia. Se muestra en las siguientes tablas el número de muestras escogidas para que se pueda demostrar estadísticamente las hipótesis:

**Tabla 9**

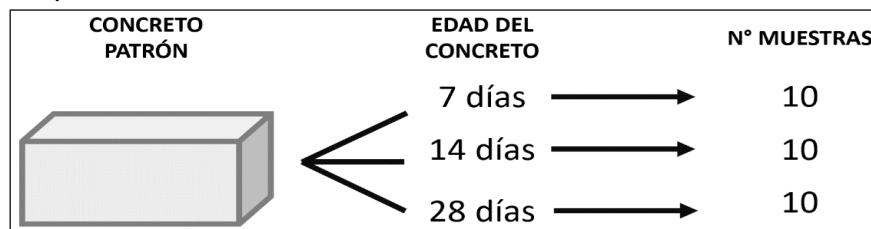
Número de muestras realizadas solo para el concreto patrón

PROBETA	$f'c =210 \text{ kg/cm}^2$	CONCRETO PATRÓN			TOTAL	
		edad del concreto(días)				
		7	14	28		
PRISMÁTICA		10	10	10	30	
<b>TOTAL</b>					<b>30</b>	

Nota. La tabla muestra la cantidad de muestras realizadas solo a flexión para el "concreto patrón". Se ha visto por conveniente utilizar los datos del concreto patrón sometido a compresión de la investigación local tomada como antecedente (Chota y Navarro, 2019), puesto que utiliza los mismos materiales.

**Figura 7**

Gráfico representativo del número de muestras realizadas para concreto patrón prismático por cada edad de rotura del concreto



Fuente: Elaboración propia

**Tabla 10**

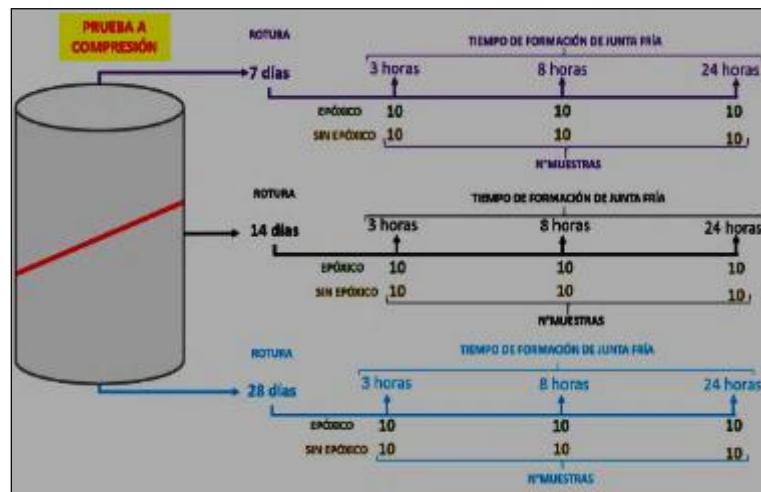
Número de muestras realizadas para concretos con presencia de juntas frías

CONCRETO CON PRESENCIA DE JUNTAS FRÍAS $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$						
PROBETA	Formación de juntas(horas)	edad del concreto (días)			Total, con epóxico adherente	Total, sin epóxico adherente
		7	14	28		
CILÍNDRICA	3	10	10	10	30	30
	8	10	10	10	30	30
	24	10	10	10	30	30
PRISMÁTICA	3	10	10	10	30	30
	8	10	10	10	30	30
	24	10	10	10	30	30
<b>TOTAL</b>					<b>180</b>	<b>180</b>

Nota. De la tabla N°8 y 9 se puede constatar lo siguiente: 30 muestras de concreto de patrón prismático, 90 muestras cilíndricas de concreto con presencia de juntas frías y epóxico adherente, 90 muestras cilíndricas de concreto con presencia de juntas frías y sin epóxico adherente, 90 muestras prismáticas de concreto con presencia de juntas frías y epóxico adherente y por último, 90 muestras prismáticas de concreto con presencia de juntas frías y sin epóxico adherente, lo que hace un total de 390 muestras. Fuente: Elaboración propia

**Figura 8**

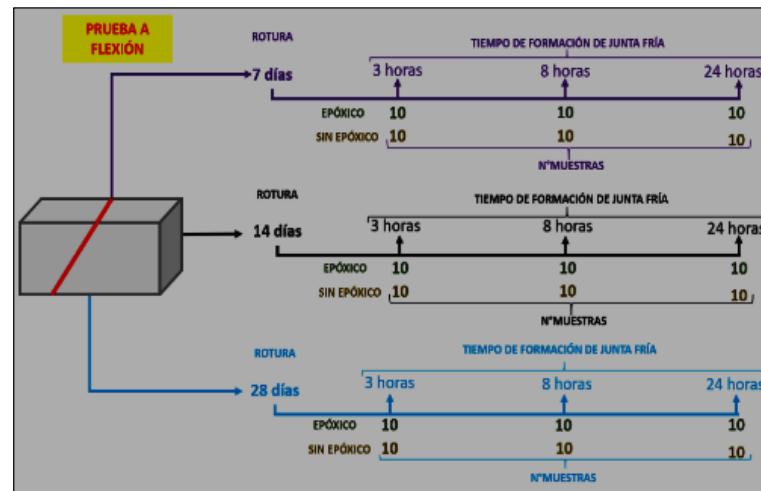
Gráfico representativo del número de muestras realizadas para ensayo a compresión por cada edad de rotura del concreto/tiempo de formación de junta fría y tratamiento.



Fuente: Elaboración propia

**Figura 9**

Gráfico representativo del número de muestras realizadas para ensayo a flexión por cada edad de rotura del concreto/tiempo de formación de junta fría y tratamiento.



Fuente: Elaboración propia

### 3.2.3. Método de muestreo

#### Especímenes de concreto con vaciado ininterrumpido

- Uso del cemento tipo I Andino.
- Uso de agua potable.
- Uso del agregado global (hormigón) de la cantera Malvinas.

- Las probetas cilíndricas (estructuras verticales) de concreto fueron de dimensiones de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura.
- Las probetas prismáticas (estructuras horizontales) de concreto fueron de dimensiones 15 cm de alto x 15 cm de ancho x 50 cm de largo.
- Las probetas cilíndricas fueron elaboradas en un laboratorio especializado en la ciudad de Pucallpa.
- Las probetas prismáticas fueron elaboradas en laboratorio MTL Geotecnia de la ciudad de Lima, debido a que en la región no existe algún laboratorio con los equipos correspondientes para el ensayo a flexión requerido.
- El ensayo a compresión de las probetas cilíndricas se realizó según lo estipulado en la Norma Técnica Peruana 339.034. “Método de ensayo normalizado para determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas”.
- El ensayo a flexión de las probetas prismáticas se realizó según lo estipulado en la Norma Técnica Peruana 339.079. “Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas en el centro del tramo.”
- Los especímenes de concreto fueron vaciados y curados de acuerdo a la Norma Técnica Peruana 339.183. “Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio”.

#### **Especímenes de concreto con juntas frías con y sin epóxico adherente**

- Uso del cemento tipo I Andino.
- Uso de agua potable.
- Uso del agregado global (hormigón) de la cantera Malvinas.
- Las probetas cilíndricas (estructuras verticales) de concreto fueron de dimensiones de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura.
- Las probetas prismáticas (estructuras horizontales) de concreto fueron de

dimensiones 15 cm de alto x 15 cm de ancho x 50 cm de largo.

- Las probetas cilíndricas fueron elaboradas en el laboratorio Geo Control, Calidad Total S.A.C. en la ciudad de Pucallpa.
- El ensayo a compresión de las probetas cilíndricas se realizó según lo estipulado en la Norma Técnica Peruana 339.034. “Método de ensayo normalizado para determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas.”
- Las probetas prismáticas fueron elaboradas en laboratorio MTL Geotecnia de la ciudad de Lima, debido a que en la región no existe algún laboratorio con los equipos correspondientes para el ensayo a flexión requerido.
- El ensayo a flexión de las probetas prismáticas fue realizado según lo estipulado en la Norma Técnica Peruana 339.079. “Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas en el centro del tramo”
- Los especímenes cilíndricos y prismáticos tuvieron juntas frías diagonales de 45° de inclinación.
- La formación de las juntas frías en los especímenes de concreto fue de 3, 8 y 24 horas de formación a edades de 7, 14 y 28 días.
- La ubicación de formación de las juntas frías fue dentro del tercio medio en los especímenes cilíndricos y en los especímenes prismáticos.
- Para el tratamiento de las juntas frías en los especímenes de concreto se usó el Sikadur 32 como epóxico adherente.
- Los especímenes de concreto fueron vaciados y curados de acuerdo a la Norma Técnica Peruana 339.183. “Práctica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio”.

### **3.2.4. Técnicas de recolección y tratamiento de datos**

La técnica o forma de recopilar los datos fue mediante la utilización de laboratorios

especializados en la realización de las probetas sea cilíndricas o prismáticas y los ensayos de estas muestras sometidas a compresión y flexión, de acuerdo a las siguientes normas:

- Resistencia a la compresión - NTP 339.034, para la determinación de la resistencia a la compresión en especímenes cilíndricos de concreto.
- Resistencia a la flexión NTP 339.033 y 339.079, para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas en el centro del tramo.

Para el tratamiento de resultados se utilizó lo siguiente:

- Los datos fueron procesados por herramientas digitales tales como el Excel, SPSS, entre otros.
- Para el estudio estadístico se utilizó el método de Análisis de varianza (Anova), con la finalidad de constatar la hipótesis de investigación.
- Los datos obtenidos, están presentando en tablas, gráficos de barras, gráficos estadísticos e indicadores.
- Los datos de control del pre y post vaciado fueron obtenidos gracias a fichas de recolección de datos de elaboración propia, referenciados en el anexo.

### **3.2.5. Instrumentos y Materiales Empleados**

Los aparatos, equipos, herramientas e instrumentos utilizados para la recolección de datos fueron los siguientes:

**Figura 10***Balanza digital*

*Nota.* Este instrumento sirvió para medir los pesos de los diferentes componentes del concreto antes de ser mezclados. *Fuente:* Elaboración propia.

**Figura 11***Cono de Abrams*

*Nota.* Instrumento que sirvió para medir el asentamiento del concreto antes de ser depositado en los moldes cilíndricos o prismáticos, de esta manera se podría conocer y controlar el Slump para la resistencia requerida. *Fuente:* Elaboración propia.

**Figura 12***Flexómetro*

*Nota.* Instrumento que sirvió para medir el asentamiento del concreto, así como la altura y longitud del primer vaciado dentro de los moldes cilíndricos y prismáticos (cuando hubo presencia de juntas frías). También sirvió para medir que las capas de vaciado se realice cada 10 cm en las probetas cilíndricas y en las probetas prismáticas cada 7.5 cm, de acuerdo a lo estipulado en las normas correspondientes. *Fuente:* Elaboración propia.

**Figura 13***Martillo con cabeza de goma*

*Nota.* Instrumento que sirvió para realizar los golpes en los moldes cilíndricos o prismáticos, con la finalidad de liberar las burbujas de aire que se forman al vaciar el concreto. *Fuente:* Elaboración propia.

**Figura 14**

*Carretillas Buggy, baldes, cuchara para concreto, palas, espátula, brocha*



*Nota.* Estas herramientas sirvieron para la elaboración y traslado del concreto hasta los moldes cilíndricos y prismáticos, así como la elaboración y aplicación del epóxico adherente. *Fuente:* Elaboración propia.

**Figura 15**

*Mezcladora de Concreto*



*Nota.* Este equipo sirvió para mezclar los componentes del concreto. *Fuente:* Elaboración propia.

**Figura 16***Moldes prismáticos*

*Nota.* Este instrumento sirvió para el encofrado de los especímenes tipo vigas con las siguientes medidas:  $L=50$  cm,  $A=15$  cm y  $h=15$  cm. *Fuente:* Elaboración propia.

**Figura 17***Moldes cilíndricos*

*Nota.* Este instrumento sirvió para el encofrado de probetas cilíndricas con las siguientes medidas:  $h=30$  cm y  $\phi=15$  cm. *Fuente:* Elaboración propia.

**Figura 18**

Máquina para ensayo de resistencia a flexión



*Nota.* En la primera figura se denota la máquina para ensayo a flexión en general, en la segunda y tercera fotografía se observa el bloque de apoyo y de carga respectivamente y, por último, se observa la pantalla con los resultados de la carga máxima aplicada del elemento ensayado, de acuerdo a la NTP 399.079. *Fuente:* Elaboración propia.

**Figura 19***Máquina para ensayo de resistencia a compresión*

*Nota.* Se puede observar en la primera fotografía la máquina de ensayo a compresión y en la segunda fotografía de la pantalla se puede observar la carga máxima que puede soportar el elemento ensayado a compresión, de acuerdo a NTP 399.034.

*Fuente:* Elaboración propia.

A continuación, se muestra los materiales usados en la elaboración de las probetas de concreto  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$  sea cilíndrico o prismático. Entre ellos se encuentra el agua y lo descrito en el siguiente apartado:

**Figura 20**

*Cemento Tipo I – Andino*



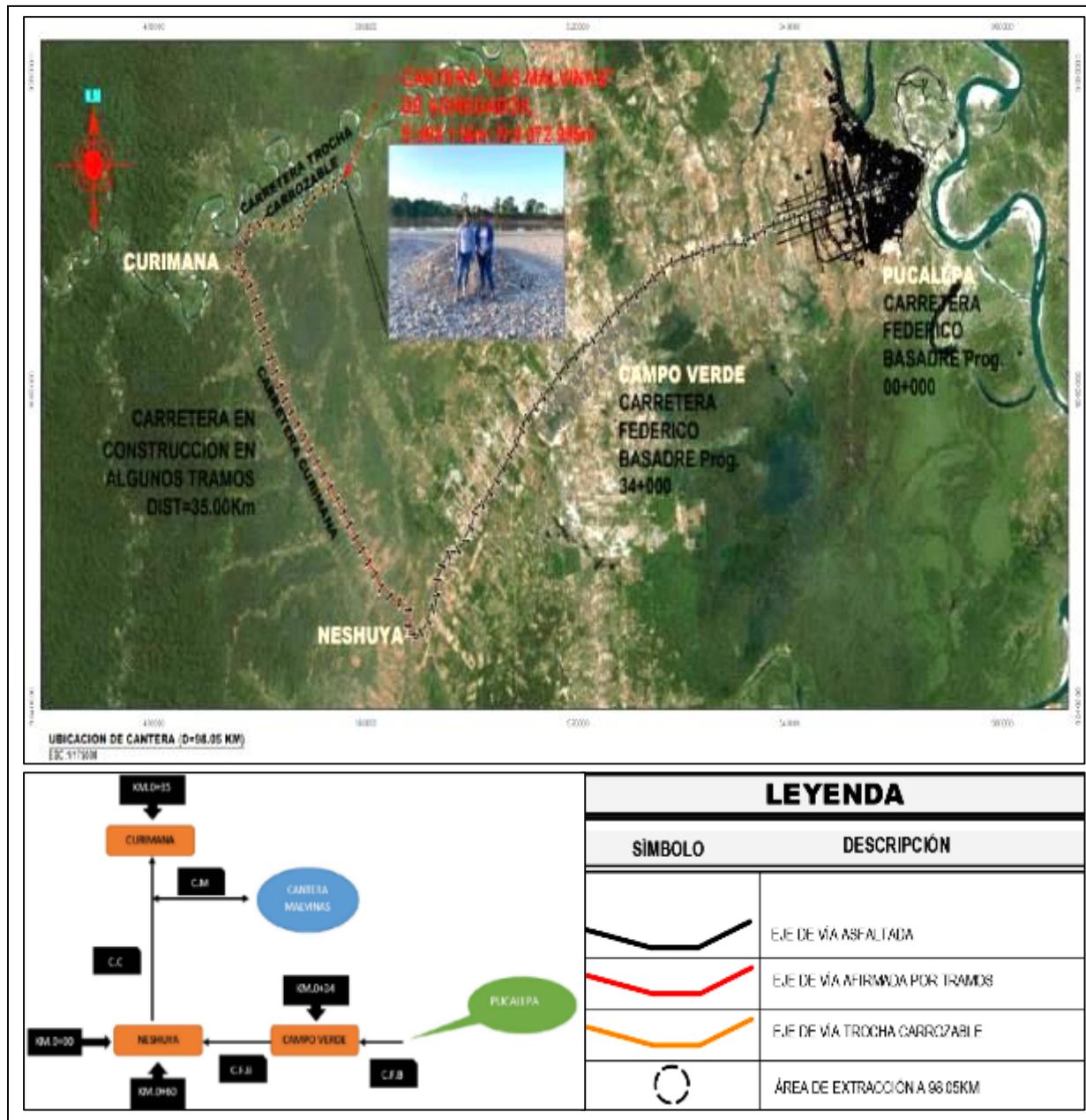
*Fuente:* Elaboración propia

**Figura 21**

*Hormigón de la cantera “Las Malvinas”*



*Fuente:* Elaboración propia

**Figura 22***Ubicación de cantera “Las Malvinas”*

*Nota.* La cantera Malvinas se encuentra ubicada en las coordenadas UTM WGS84 505 429.63 E y 9 076 919.90 N, teniendo un potencial estimado de 30 000 m<sup>3</sup>, tratándose de un depósito aluvial que se encuentra a orillas del río Aguaytía. *Fuente:* Elaboración propia.

**Figura 23**

*Distancias y tipo de vía según tramo para acceso a la cantera “Las Malvinas”*

TRAMO	TIPO DE VÍA	DISTANCIA	TIEMPO DE RECORRIDO
PUCALLPA - NESHUYA	ASFALTADA	53.50KM	1HRA
NESHUYA - CURIMANÁ	EN CONSTRUCCIÓN	30.20KM	1HRA
CURIMANÁ - CANTERA	TROCHA CARROZABLE	14.35KM	30MIN
<b>TOTAL</b>		<b>98.05KM</b>	<b>2HR30MIN</b>

*Fuente:* Elaboración propia

**Figura 24**

*Epóxico adherente marca Sikadur – 32 Gel*



*Nota.* Este material sirvió para el tratamiento de las juntas frías con tiempo de formación de 3, 8 y 24 horas, el cual consta de los componentes A y B que al combinarse forman el químico requerido para la adherencia del concreto antiguo con el nuevo. *Fuente:* Elaboración propia.

### **3.2.6. Descripción de los procedimientos para la elaboración de las muestras y recolección de los resultados**

- Se realizó la investigación bibliográfica sobre las juntas frías en estructuras horizontales (especímenes prismáticos) y verticales (probetas cilíndricas) de concreto y el uso de adherentes epóxicos en estos.
- Se llevó a cabo los ensayos en el laboratorio para determinar la resistencia a compresión y flexión de las estructuras horizontales y verticales de concreto, cuando estos presenten o no juntas frías, y además a ello se le aplique o no el epóxico

adherente, con agregado local de la región de la cantera “Las Malvinas”. Todo ello según los siguientes pasos:

- 1) Se aseguró que los moldes cilíndricos o prismáticos cumplan con las medidas establecidas según norma, procediendo a ajustar los pernos, seguidamente se constató que la superficie interior se encuentre limpia y, posteriormente se aplicó una capa de petróleo para desmoldar la probeta con facilidad.
- 2) Se pesaron los materiales componentes del concreto de acuerdo al diseño de mezcla establecido en la tesis local usado como antecedente (ver tabla 6), puesto que se empleó los mismos materiales componentes (agregado de la cantera “Las Malvinas”, el cemento tipo I y resistencia de diseño  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ ).

**Tabla 11**

*Peso de cada material por tanda para cada molde prismático (concreto patrón)*

<b>Concreto (m3)</b>	<b>Cemento(kg)</b>	<b>Hormigón(kg)</b>	<b>Aqua(lt)</b>
0.01125	3.30	23.10	0.90

*Nota.* Se han redondeado los pesos para un mayor control al momento de pesar en la balanza. *Fuente:* Elaboración propia.

**Tabla 12**

*Peso de cada material por tanda para cada molde prismático (con vaciado interrumpido)*

<b>Concreto (m3)</b>	<b>Cemento(kg)</b>	<b>Hormigón(kg)</b>	<b>Aqua(lt)</b>
0.005625	1.65	11.55	0.45

*Fuente:* Elaboración propia.

**Tabla 13**

*Peso de cada material por tanda para cada molde cilíndrico (con vaciado interrumpido)*

<b>Concreto (m3)</b>	<b>Cemento(kg)</b>	<b>Hormigón(kg)</b>	<b>Aqua(lt)</b>
0.00265	0.80	5.50	0.20

*Fuente:* Elaboración propia.

**Figura 25**

*Cemento, hormigón y agua pesados antes de ser mezclados.*



Fuente: *Elaboración propia*

- 3) Se procedió a la mezcla de los materiales del concreto.

**Figura 26**

*Mezcla de elementos componentes del concreto*



Fuente: *Elaboración propia*

- 4) Luego de que todos los componentes se hayan homogenizado, se realizó el ensayo de control de asentamiento del concreto de acuerdo al diseño de mezcla, que indica que esta debe ser de 3" a 4" de Slump. Por ello, mostramos algunas fotografías:

**Tabla 14**  
*Parámetros de diseño de mezcla*

COMPONENTES	U.M.	Cantera Malvinas
<b>I. AGREGADO GLOBAL</b>		
Tamaño Máximo Nominal	pulg	2"
Módulo de Fineza		6.46
Peso Unitario Suelto	kg/m <sup>3</sup>	1,971.49
Peso Unitario Compactado	kg/m <sup>3</sup>	2,102.18
Peso Espécífico del Hormigón	g/cm <sup>3</sup>	2.62
Porcentaje de Absorción	%	1.32%
Porcentaje de Humedad	%	5.76%
<b>II. AGUA</b>		
Peso Específico del Agua	kg/m <sup>3</sup>	1,000.00
<b>III. CEMENTO</b>		
Tipo		Portland Tipo I
Peso Específico del Cemento	kg/m <sup>3</sup>	3,150.00
Peso Unitario del Cemento	kg/m <sup>3</sup>	1,500.00
<b>IV. PARAMETROS DE DISEÑO</b>		
Resistencia a la compresión	kg/cm <sup>2</sup>	210
Asentamiento (Slump)	pulg	3" - 4"

*Nota.* Adaptada de *Parámetros de Diseño de Mezcla* (p.111), por Chota y Navarro, 2019, Universidad Nacional de Ucayali.

**Figura 27**  
*Prueba de Slump para los diferentes especímenes*



*Nota.* Se alcanzó el nivel de Slump de 3" – 4" para cada tanda realizada, con lo cual se garantiza que se ha seguido todos los parámetros de diseño de mezcla, de acuerdo a la NTP 339.035. *Fuente:* Elaboración propia.

- 5) Luego de verificar que el concreto esté entre 3" – 4" de asentamiento, se colocó en los moldes cilíndricos o prismáticos:

**Figura 28**

*Vaciado del concreto patrón en vigas prismáticas con resistencia  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  (para 7, 14 y 28 días)*



*Nota.* El proceso de vaciado del concreto patrón se realizó en dos capas de 7.5cm de altura cada uno, cabe señalar que la mezcla fue hecha en una sola tanda. Seguidamente, se realizó la compactación donde se utilizó una varilla lisa circular, y por último para liberar los vacíos se golpeó con un martillo de goma con un aproximado de 10 a 15 golpes por cada capa, de acuerdo a NTP 339.183. *Fuente:* Elaboración propia.

**Figura 29**

*Vaciado de concreto en vigas prismáticas con juntas frías – 1º vaciado para formación de juntas frías, de resistencia  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  (para 7, 14 y 28 días)*



*Nota.* En vaciado del concreto se realizó formándose juntas frías con una inclinación de 45° (superficie rugosa) en el tercio central del elemento, para luego realizar el 2º vaciado transcurrido las 3,8 y 24 horas respectivamente. El proceso de compactación

fue hecha de la misma manera que el vaciado del concreto patrón de vigas prismáticas, con la diferencia que estos se efectuaron hasta la mitad de la longitud de la misma, por la presencia de la junta fría. *Fuente:* Elaboración propia.

**Figura 30**

*Vaciado de concreto en probetas cilíndricas con juntas frías – 1° vaciado para formación de juntas frias, de resistencia  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$  (para 7, 14 y 28 días)*



*Nota.* El vaciado del concreto se realizó formándose juntas frías con una inclinación de 45° (superficie rugosa) en el tercio central del elemento, para luego realizar el 2° vaciado transcurrido las 3,8 y 24 horas respectivamente. El proceso de vaciado se hizo en capas de 10 cm de altura, hasta la mitad del molde, seguidamente por cada capa se compactó con la varilla metálica realizando 25 inserciones y se golpeó con el martillo de goma unas 10 veces con la finalidad de liberar burbujas de aire, cumpliendo lo establecido en la NTP 339.183. *Fuente:* Elaboración propia.

- 6) Una vez vaciado la mezcla de concreto, se procedió a la aplicación del epóxico adherente para los especímenes que corresponden:

**Figura 31**

*Mezcla de elementos A y B del epóxico adherente*



*Nota.* El procedimiento de mezcla del epóxico se realizó de acuerdo a lo descrito en la ficha técnica del producto, que consistió en proporcionar la mezcla A:B = 2:1 (en peso), teniendo un consumo aproximado de 0.3 a 0.5 kg/m<sup>2</sup> (según la rugosidad del elemento a unir). Cabe señalar que esta mezcla es de color gris. *Fuente:* Elaboración propia.

**Tabla 15**

*Peso de los componentes del epóxico adherente a mezclar para el espécimen prismático*

Área (m <sup>2</sup> )	A(kg)	B(kg)
0.032	0.016	0.008

*Nota.* Se han pesado estos productos en base a un consumo de 0.5 kg/m<sup>2</sup>, puesto que la superficie que se unió era rugosa. *Fuente:* Elaboración propia.

**Tabla 16**

*Peso de los componentes del epóxico adherente a mezclar para una probeta cilíndrica*

Área (m <sup>2</sup> )	A(kg)	B(kg)
0.018	0.009	0.005

*Nota.* Se han pesado estos productos en base a un consumo de 0.5 kg/m<sup>2</sup>, puesto que la superficie que se unió era rugosa. *Fuente:* Elaboración propia.

**Figura 32**

*Proceso de aplicación del epóxico adherente en las probetas cilíndricas y prismáticas*



*Nota.* Este proceso se realizó luego de esperar el fraguado del 1° vaciado del concreto, después de 3, 8 y 24 horas respectivamente. Transcurrido el tiempo y luego de haber pesado y mezclado los componentes del epóxico, se verificó que la superficie esté limpia, para así aplicar directamente a la cara del elemento a unir mediante una brocha, cubriendo toda la superficie. *Fuente:* Elaboración propia.

**Figura 33**

*Probetas cilíndricas y prismáticas con la aplicación del epóxico adherente*



*Nota.* Se aprecia en las figuras el tratamiento con epóxico adherente en los especímenes con presencia de juntas frías de 3, 8 y 24 horas de formación, siendo de color gris claro la superficie del elemento con aplicación del puente de adherencia, la cual es diferente a los que no recibieron tratamiento. *Fuente:* Elaboración propia.

**Figura 34**

Vaciado del concreto en vigas prismáticas con juntas frías – 2° vaciado con tiempo de formación de 3, 8 y 24 horas, de resistencia  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$  (para 7, 14 y 28 días)



*Nota.* Se realizó el 2º vaciado de concreto en los especímenes prismáticos, luego de la aplicación o no del epóxico adherente, transcurrido las 3, 8 y 24 horas según sea el caso. Asimismo, se realizó el proceso compactación y liberación de vacíos, tal como se explicó anteriormente, para finalmente dar el acabado de la mezcla en los especímenes. *Fuente:* Elaboración propia.

**Figura 35**

Vaciado del concreto en probetas cilíndricas con juntas frías – 2 ° vaciado con tiempo de formación de 3, 8 y 24 horas, de resistencia  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$  (para 7, 14 y 28 días)



*Nota.* Se realizó el 2º vaciado de concreto en las probetas cilíndricas, luego de la aplicación o no del epóxico adherente, trasncurrido las 3, 8 y 24 horas según sea el caso. Asimismo, se realizó el proceso compactación y liberación de vacíos, tal como se explicó anteriormente,

para finalmente dar el acabado de la mezcla en las probetas. *Fuente:* Elaboración propia.

7) Luego de 24 horas del vaciado del concreto, se desencofraron y rotularon las probetas cilíndricas y las vigas prismáticas:

**Figura 36**

*Probetas cilíndricas luego de ser desencofradas*



*Nota.* Se puede observar en la figura, la diferencia entre el primer y segundo vaciado por el color, divididos por la junta fría diagonal con una inclinación de 45° y su rotulación correspondiente según el tiempo de formación de la junta, tratamiento y edad de rotura.

*Fuente:* Elaboración propia.

**Figura 37**

*Vigas luego de ser desencofradas y rotuladas*



*Fuente:* Elaboración propia

- 8) Una vez desencofrado los especímenes, se procedió a colocar en las pozas para el curado hasta cumplir las fechas de roturas.

**Figura 38**

*Curado de probetas cilíndricas y prismáticas*



*Fuente:* Elaboración propia

- 9) Cuando llegó el día de rotura de los elementos a 7, 14 y 28 días después del último vaciado, se limpió las probetas, se midieron las dimensiones finales y se tomaron los pesos de cada uno, pues sirven para el cálculo de la resistencia alcanzada.

**Figura 39**

Medición de elementos para el cálculo final de la resistencia alcanzada

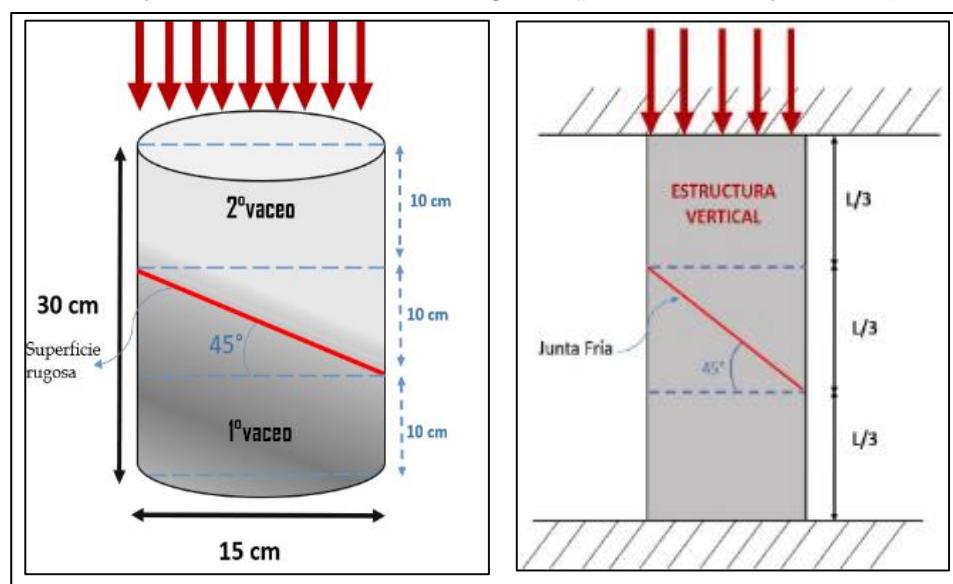


*Nota.* Como se puede apreciar en las figuras, se han rotulado de acuerdo a las horas del vaciado, el tratamiento realizado y se ha pintado la junta fría con la finalidad de ver el tipo de rotura de cada uno y la relación que tuvo con esta. *Fuente:* Elaboración propia.

10) A continuación, se detalla el proceso de rotura para los especímenes a edades de 7, 14 y 28 días

**Figura 40**

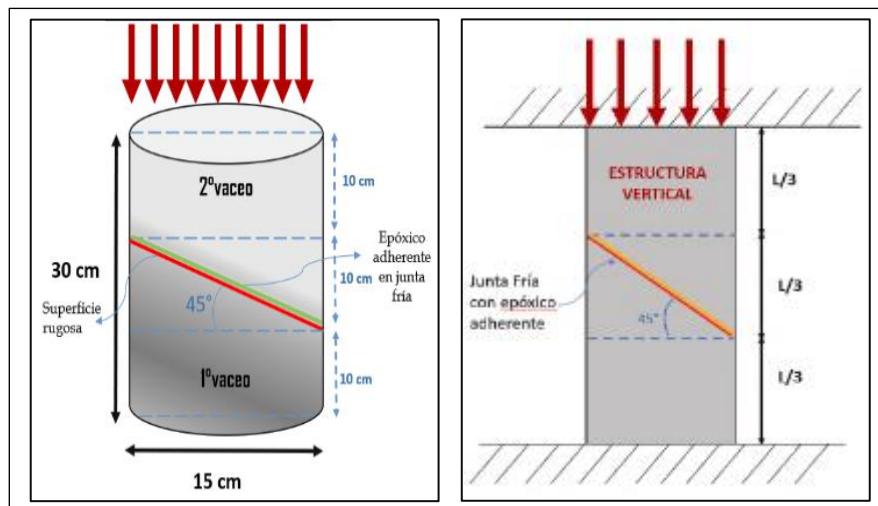
Modelamiento de carga para estructuras verticales de concreto con junta fría sin aplicación de epóxico adherente y con resistencia  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$  (para de 7, 14 y 28 días)



*Fuente:* Elaboración propia

**Figura 41**

Modelamiento de carga para estructuras verticales de concreto con junta fría con aplicación de epóxico adherente y resistencia  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  (para edades de 7, 14 y 28 días)



Fuente: Elaboración propia

**Figura 42**

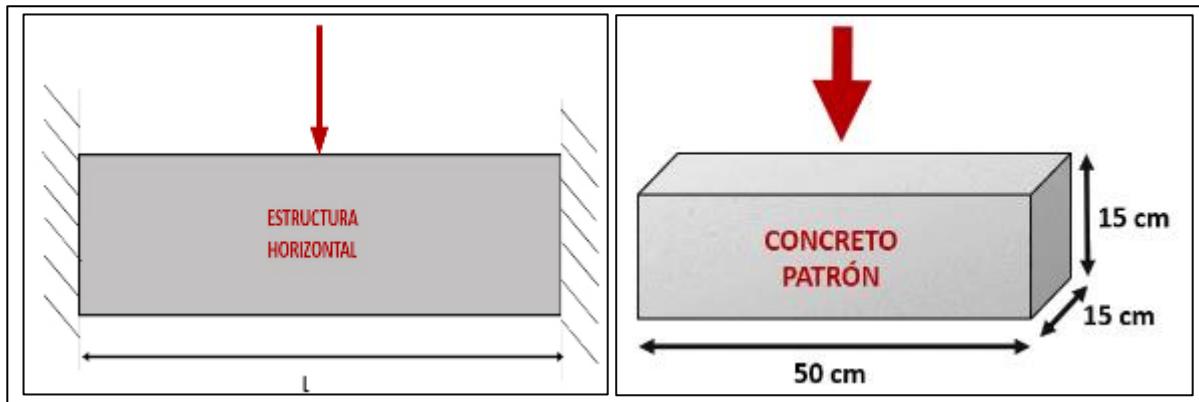
Rotura a compresión de probetas cilíndricas con juntas frías a diferentes edades



Nota. Se ha anotado el tipo de rotura y la carga máxima soportada por cada elemento, de acuerdo al tiempo de formación de la junta fría, el tratamiento y edad del concreto. Fuente: Elaboración propia.

**Figura 43**

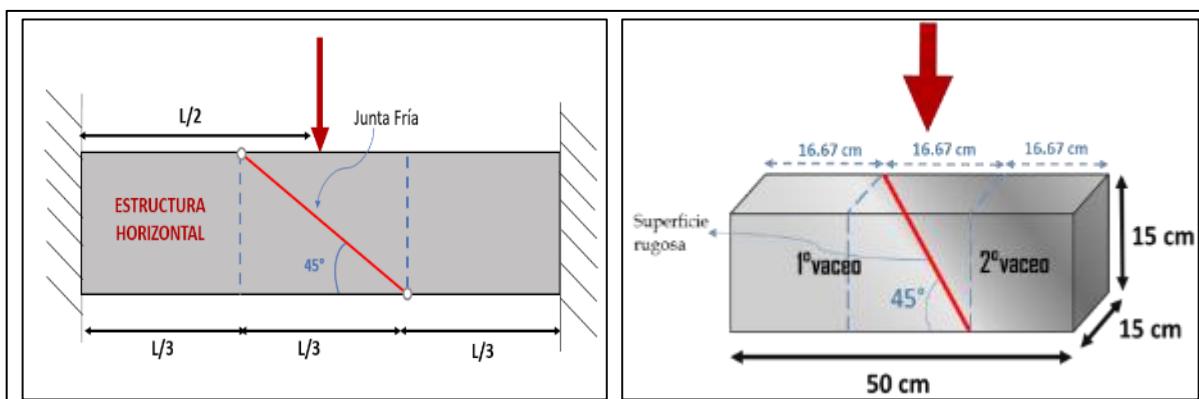
Modelamiento de carga de “concreto patrón” para estructuras horizontales con resistencia  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$  (para edades de 7, 14 y 28 días)



Fuente: Elaboración propia

**Figura 44**

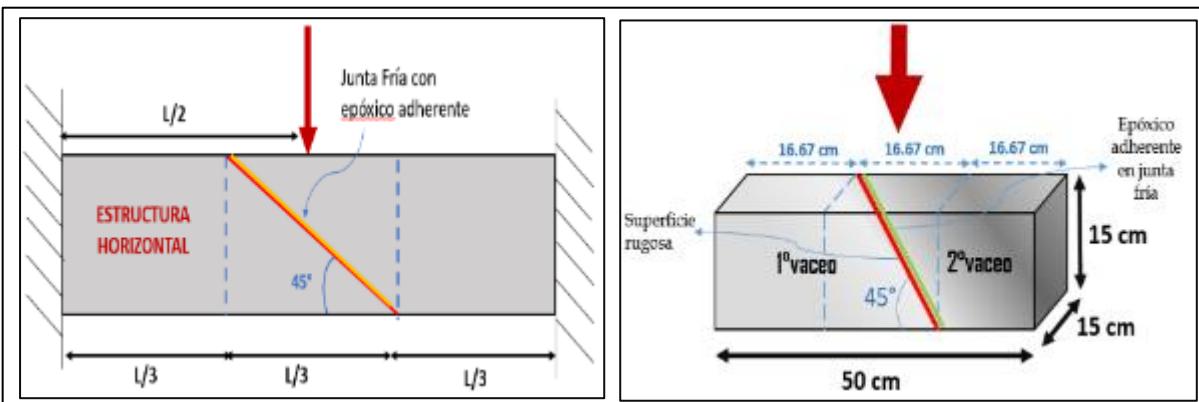
Modelamiento de carga para estructuras horizontales de concreto con junta fría sin aplicación de epóxico adherente y con resistencia  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$  (para 7, 14 y 28 días)



Fuente: Elaboración propia

**Figura 45**

Modelamiento de carga para estructuras horizontales de concreto con junta fría con aplicación de epóxico adherente y con resistencia  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$  (para 7, 14 y 28 días)



Fuente: Elaboración propia

**Figura 46**

*Rotura a flexión de vigas con juntas frías a diferentes edades*



*Nota.* Se ha anotado el tipo de rotura y la carga máxima soportada por cada elemento, de acuerdo al tiempo de formación de la junta fría, el tratamiento y edad del concreto. *Fuente:* Elaboración propia.

11) Finalmente llevamos a cabo el análisis de los resultados obtenidos en laboratorio de la resistencia a compresión y flexión para estructuras horizontales y verticales de concretos vaciados ininterrumpidamente (concreto patrón) y cuando presenten juntas frías con y sin epóxico adherente según los casos descritos.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

### 4.1. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO PATRÓN A 07 DÍAS DE ROTURA PARA $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 17**

*Resultados de ensayo a compresión para 07 días – resistencia del concreto patrón comparado con la resistencia mínima a obtener*

PROBETA	EDAD DE ROTURA	ÁREA	CARGA APLICADA	RESISTENCIA OBTENIDA	RESISTENCIA MÍNIMA
	días	cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	%
1	7	179.08	32 120	179.36	0.85*f'c
2		179.08	34 620	193.32	0.92*f'c
$\bar{X}$		<b>179.08</b>	<b>33 370</b>	<b>186.34</b>	<b>0.89*f'c</b>

*Nota.* Adaptada de *Resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de concreto (Cantera Malvinas – Edad 7 días)* (p.124), por Chota y Navarro, 2019, Universidad Nacional de Ucayali.

### 4.2. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO PATRÓN A 14 DÍAS DE ROTURA PARA $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 18**

*Resultados de ensayo a compresión para 14 días – resistencia del concreto patrón comparado con la resistencia mínima a obtener*

PROBETA	EDAD DE ROTURA	ÁREA	CARGA APLICADA	RESISTENCIA OBTENIDA	RESISTENCIA MÍNIMA
	días	cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	%
1	14	179.08	37 770	210.91	1.00*f'c
2		179.08	38 380	214.32	1.02*f'c
$\bar{X}$		<b>179.08</b>	<b>38 075</b>	<b>212.62</b>	<b>1.01*f'c</b>

*Nota.* Adaptada de *Resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de concreto (Cantera Malvinas – Edad 14 días)* (p.129-130), por Chota y Navarro, 2019, Universidad Nacional de Ucayali.

#### 4.3. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO PATRÓN A 28 DÍAS DE ROTURA PARA $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 19**

*Resultados de ensayo a compresión para 28 días – resistencia del concreto patrón comparado con la resistencia mínima a obtener*

PROBETA	EDAD DE ROTURA	ÁREA	CARGA APLICADA			RESISTENCIA OBTENIDA	RESISTENCIA MÍNIMA
			días	cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	%
1	28	179.08	43 790	244.53	1.16*f'c		
2		179.08	46 270	258.38	1.23*f'c	210	1.00*f'c
$\bar{X}$		<b>179.08</b>	<b>45 030</b>	<b>251.46</b>	<b>1.20*f'c</b>		

*Nota.* Adaptada de *Resistencia a la compresión de probetas cilíndricas de concreto (Cantera Malvinas – Edad 28 días)* (p.140-141), por Chota y Navarro, 2019, Universidad Nacional de Ucayali.

#### 4.4. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO PATRÓN (TODAS LAS EDADES)

PARA  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 20**

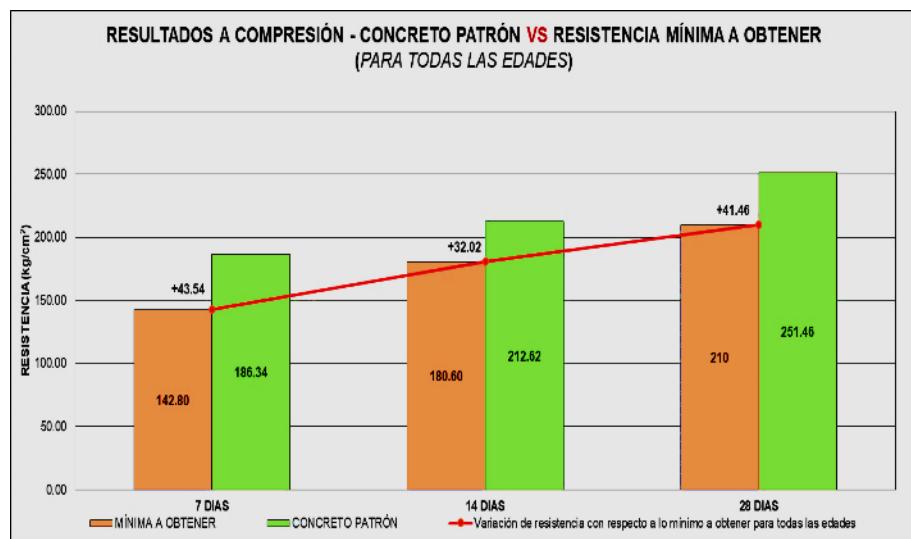
*Resultados de ensayo a compresión para todas las edades – resistencia del concreto patrón comparado con la resistencia mínima a obtener*

EDAD DE ROTURA	(2) RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )		(5) PORCENTAJE		(7) VARIACIÓN DE RESISTENCIA		(8) %
	PATRÓN	MÍNIMA	PATRÓN	MÍNIMO	kg/cm <sup>2</sup>		
	días						
7	<b>186.34</b>	142.80	<b>88.73%</b>	68%	43.54	20.73%	
14	<b>212.62</b>	180.60	<b>101.25%</b>	86%	32.02	15.25%	
<b>28</b>	<b>251.46</b>	210	<b>119.74%</b>	100%	41.46	19.74%	
	(2)/f'c	(3)/f'c	(2)-(3)	(5)-(6)			

*Nota.* Adaptada de *Resultados de análisis de resistencia a la compresión* (p.148), por Chota y Navarro, 2019, Universidad Nacional de Ucayali.

**Figura 47**

*Resultados de ensayo a compresión para todas las edades - resistencia del concreto patrón VS resistencia mínima a obtener*



*Nota.* Se comparó los promedios de las resistencias del concreto patrón obtenidos con la resistencia mínima a obtener por cada edad de rotura. En la curva se puede observar la diferencia numérica en resistencia, notándose que en todas las edades fue mayor la resistencia del concreto patrón. Adaptada de *Resultados de análisis de resistencia a la compresión* (p.148), por Chota y Navarro, 2019, Universidad Nacional de Ucayali.

#### 4.5. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3 HORAS DE FORMACIÓN (SIN EPÓXICO) Y 7 DÍAS DE ROTURA PARA $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 21**

*Resultados de ensayo a compresión para 07 días – concreto con junta fría de 3 horas de formación (sin epóxico) comparado con el concreto patrón*

PROBETA	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	ÁREA	CARGA APLICADA	(5) / (4)	(6) / $f'c_{28}$ PATRÓN	(6) - $f'c_7$ PATRÓN	(7) - % 7 PATRÓN	
	1°	2°	cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	%	kg/cm <sup>2</sup>	%	
<b>SE-16</b>			177	29 563	167.02	66.42%	-19.32	-7.58%	
<b>SE-17</b>	Sábado	Sábado	178	25 017	140.54	55.89%	-45.80	-18.11%	
<b>SE-18</b>	02 de Octubre	09 de Octubre	177	30 983	175.05	69.61%	-11.29	-4.39%	
<b>SE-19</b>			176	25 633	145.64	57.92%	-40.70	-16.08%	
<b>SE-20</b>			176	29 434	167.24	66.51%	-19.10	-7.49%	
<b>SE-46</b>			176	29 405	167.07	66.44%	-19.27	-7.56%	
<b>SE-47</b>	Viernes	Viernes	177	29 534	166.86	66.36%	-19.48	-7.64%	
<b>SE-48</b>	08 de Octubre	15 de Octubre	176	26 675	151.56	60.27%	-34.78	-13.73%	
<b>SE-49</b>			178	27 012	151.75	60.35%	-34.59	-13.65%	
<b>SE-50</b>			177	28 005	158.22	62.92%	-28.12	-11.08%	
<b>X</b>	<b>7 días</b>		<b>176.8</b>	<b>28 126</b>	<b>159.10</b>	<b>63.27%</b>	<b>-27.24</b>	<b>-10.73%</b>	

RESISTENCIA A COMPRESIÓN CONCRETO PATRÓN – 7 DÍAS ( $f'c_7$  PATRÓN) = 186.34 kg/cm<sup>2</sup>; % 7 PATRÓN ≈ 74% \*  $f'c_{28}$  PATRÓN

RESISTENCIA A COMPRESIÓN CONCRETO PATRÓN – 28 DÍAS ( $f'c_{28}$  PATRÓN) = 251.46 kg/cm<sup>2</sup>; % 28 PATRÓN ≈ 100%

*Fuente: Elaboración propia*

**Figura 48**

*Resultados de ensayo a compresión para 07 días - resistencia de concreto con junta fría de 3 horas de formación sin epóxico VS resistencia del concreto patrón*



*Fuente: Elaboración propia*

Como se puede apreciar en la tabla 21 y figura 48, el promedio de las resistencias alcanzadas fue de  $159.10 \text{ kg/cm}^2$ , el cual representa el 63.27%; menor al 74% de la resistencia alcanzada del concreto patrón a 7 días. **De esta manera se concluye que hubo una disminución de la resistencia a compresión de  $-27.24 \text{ kg/cm}^2$  (-10.73%) cuando el concreto presenta juntas frías con tiempo de formación de 3 horas sin uso del epóxico adherente, en comparación con un concreto de vaciado continuo.**

#### **4.6. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3 HORAS DE FORMACIÓN (SIN EPÓXICO) Y 14 DÍAS DE ROTURA - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$**

**Tabla 22**

*Resultados de ensayo a compresión para 14 días – concreto con junta fría de 3 horas de formación (sin epóxico) comparado con el concreto patrón*

PROBETA	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
					(5) / (4)	(6) / $f'c_{28}$ PATRÓN	(6) - $f'c_{14}$ PATRÓN	(7) - % PATRÓN	
	FECHA DE VACIADO AÑO: 2021	FECHA DE ROTURA	ÁREA	CARGA APLICADA	RESISTENCIA ALCANZADA		VARIACIÓN DE RESISTENCIA		
	1°	2°		$\text{cm}^2$	kg	$\text{kg/cm}^2$	%	$\text{kg/cm}^2$	%
<b>SE-21</b>			180	33 137	184.09	73.21%	-28.53	-11.79%	
<b>SE-22</b>	Sábado	Sábado	177	37 842	213.80	85.02%	1.18	0.02%	
<b>SE-23</b>	02 de Octubre	16 de Octubre	177	37 157	209.93	83.48%	-2.69	-1.52%	
<b>SE-24</b>			177	32 095	181.33	72.11%	-31.29	-12.89%	
<b>SE-25</b>			177	33 494	189.23	75.25%	-23.39	-9.75%	
<b>SE-51</b>			177	33 474	189.12	75.21%	-23.50	-9.79%	
<b>SE-52</b>	Viernes	Viernes	180	33 177	184.317	73.30%	-28.30	-11.70%	
<b>SE-53</b>	08 de Octubre	22 de Octubre	177	32 085	181.27	72.09%	-31.35	-12.91%	
<b>SE-54</b>			177	37 643	212.67	84.57%	0.05	-0.43%	
<b>SE-55</b>			177	37 345	210.99	83.91%	-1.63	-1.09%	
<b>X</b>	<b>14 días</b>		<b>177.6</b>	<b>34 745</b>	<b>195.67</b>	<b>77.82%</b>	<b>-16.95</b>	<b>-7.19%</b>	

RESISTENCIA A COMPRESIÓN CONCRETO PATRÓN – 14 DÍAS ( $f'c_{14}$  PATRÓN) =  $212.62 \text{ kg/cm}^2$ ; % 14 PATRÓN ≈ 85%\*  $f'c_{28}$  PATRÓN

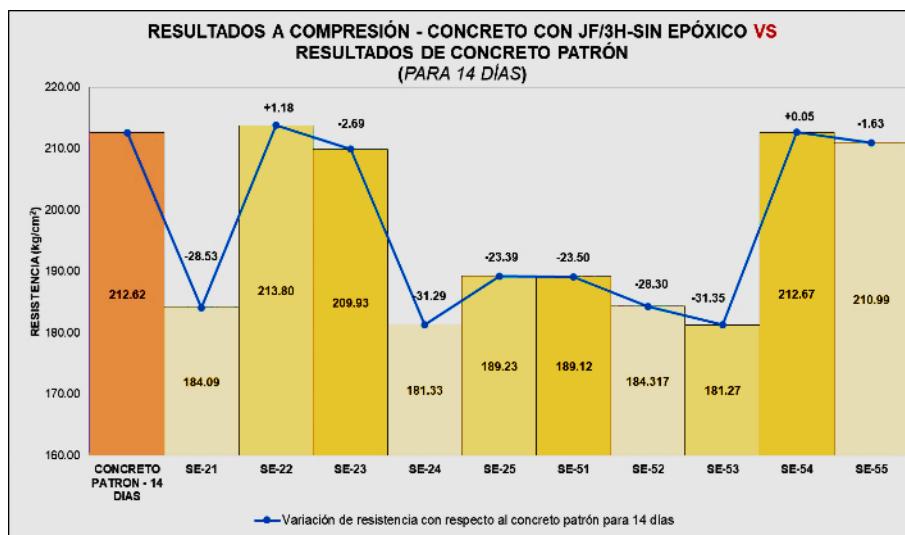
RESISTENCIA A COMPRESIÓN CONCRETO PATRÓN – 28 DÍAS ( $f'c_{28}$  PATRÓN) =  $251.46 \text{ kg/cm}^2$ ; % 28 PATRÓN ≈ 100%

*Fuente: Elaboración propia*

Como se puede apreciar de la tabla 22 y figura 49, el promedio de las resistencias alcanzadas fue de  $195.67 \text{ kg/cm}^2$ , el cual representa el 77.82%; menor al 85% de resistencia alcanzada del concreto patrón a 14 días. **De esta manera se concluye que hubo una disminución de la resistencia a compresión de  $-16.95 \text{ kg/cm}^2$  (-7.19%) cuando el concreto presenta juntas frías con tiempo en formación de 3 horas sin uso del epóxico adherente, en comparación con un concreto de vaciado continuo.**

**Figura 49**

*Resultados de ensayo a compresión para 14 días - resistencia de concreto con junta fría de 3 horas de formación sin epóxico VS resistencia de concreto patrón*



Fuente: Elaboración propia

#### 4.7. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3 HORAS DE FORMACIÓN (SIN EPÓXICO) Y 28 DÍAS DE ROTURA - $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 23**

*Resultados de ensayo a compresión para 28 días – concreto con junta fría de 3 horas de formación (sin epóxico) comparado con el concreto patrón*

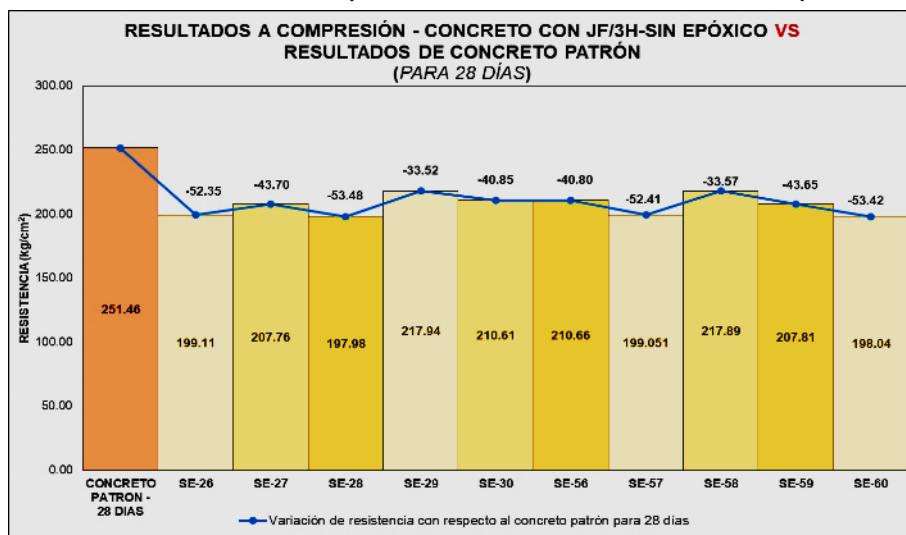
PROBETA	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	ÁREA	CARGA APLICADA	RESISTENCIA ALCANZADA		VARIACIÓN DE RESISTENCIA		
	AÑO: 2021		cm²	kg	(5) / (4)	(6) / $f'_c$ 28 PATRÓN	(6) - $f'_c$ 28 PATRÓN	(7) - % 28 PATRÓN	
	1°	2°							
<b>SE-26</b>			176	35 043	199.11	79.18%	-52.35	-20.82%	
<b>SE-27</b>	Sábado 02 de Octubre	Sábado 30 de Octubre	183	38 020	207.76	82.62%	-43.70	-17.38%	
<b>SE-28</b>			177	35 043	197.98	78.73%	-53.48	-21.27%	
<b>SE-29</b>			176	38 358	217.94	86.67%	-33.52	-13.33%	
<b>SE-30</b>			181	38 120	210.61	83.75%	-40.85	-16.25%	
<b>SE-56</b>			181	38 130	210.66	83.77%	-40.80	-16.23%	
<b>SE-57</b>	Viernes 08 de Octubre	Viernes 05 de Noviembre	176	35 033	199.051	79.16%	-52.41	-20.84%	
<b>SE-58</b>			176	38 348	217.89	86.65%	-33.57	-13.35%	
<b>SE-59</b>			183	38 030	207.81	82.64%	-43.65	-17.36%	
<b>SE-60</b>			177	35 053	198.04	78.76%	-53.42	-21.24%	
<b>X</b>	<b>28 días</b>		<b>178.6</b>	<b>36 918</b>	<b>206.69</b>	<b>82.19%</b>	<b>-44.78</b>	<b>-17.81%</b>	

RESISTENCIA A COMPRESIÓN CONCRETO PATRÓN – 28 DÍAS ( $f'_c$  28 PATRÓN) = 251.46  $\text{kg/cm}^2$ ; % 28 PATRÓN ≈ 100%

Fuente: Elaboración propia

**Figura 50**

*Resultados de ensayo a compresión para 28 días - resistencia de concreto con junta fría de 3 horas de formación sin epóxico VS resistencia de concreto patrón*



Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar de la tabla 23 y figura 50, el promedio de las resistencias alcanzadas fue de  $206.69 \text{ kg/cm}^2$ , el cual representa el 82.19%; menor al 100% de resistencia alcanzada del concreto patrón a 28 días. **De esta manera se concluye que hubo una disminución de la resistencia a compresión de  $-44.78 \text{ kg/cm}^2$  (-17.81%) cuando el concreto presenta juntas frías con tiempo de formación 3 horas sin uso del epóxico adherente, en comparación con un concreto de vaciado continuo.**

#### 4.8. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3 HORAS DE FORMACIÓN (SIN EPÓXICO) PARA TODAS LAS EDADES - $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 24**

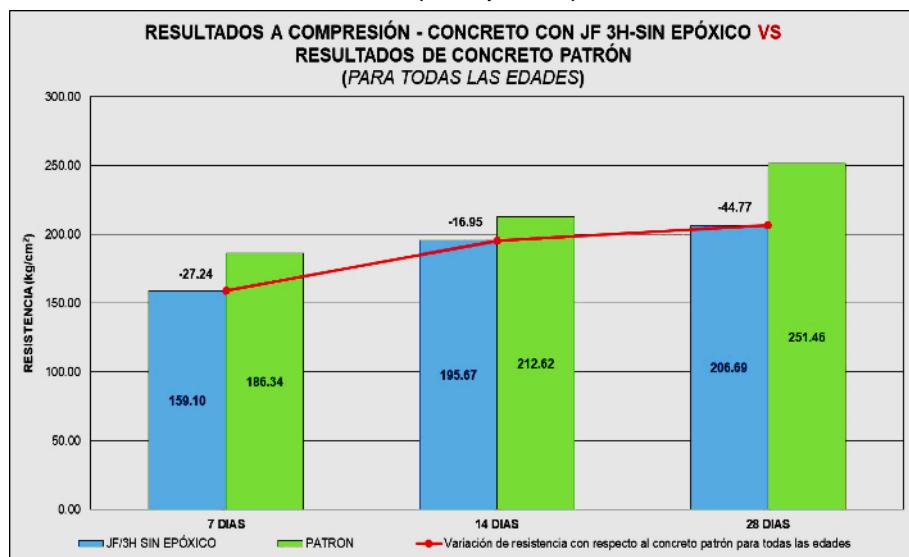
*Resultados de ensayo a compresión para todas las edades – concreto con junta fría de 3 horas de formación (sin epóxico) comparado con el concreto patrón*

(1) EDAD DE ROTURA días	(2) RESISTENCIA ALCANZADA $\text{kg/cm}^2$	(3) %	(4) RESISTENCIA CONCRETO PATRÓN $\text{kg/cm}^2$	(5) %	(6) VARIACIÓN DE RESISTENCIA $\text{kg/cm}^2$	(7) %
7	159.10	63.27%	186.34	74%	-27.24	-10.73%
14	195.67	77.82%	212.62	85%	-16.95	-7.18%
28	206.69	82.19%	251.46	100%	-44.77	-17.81%
(2) / $f'_{c28}$ PATRÓN			(4) / $f'_{c28}$ PATRÓN			$(2) - (4)$ $(3) - (5)$

Fuente: Elaboración propia

**Figura 51**

*Resultados de ensayo a compresión para todas las edades - resistencia de concreto con junta fría de 3 horas de formación (sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón*



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 24 y figura 51 se han tomado los promedios de las resistencias del concreto con junta fría de 3 horas de formación y sin uso de epóxico adherente para compararlos con el promedio de la resistencia del concreto patrón por cada edad de rotura. En la curva se puede observar la diferencia numérica en resistencia, notándose que **en todas las edades el concreto patrón fue mayor**, frente a un concreto con presencia de junta fría con tiempo de formación de 3 horas y sin aplicación del puente de adherencia.

#### 4.9. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3 HORAS DE FORMACIÓN (CON EPÓXICO) Y 7 DÍAS DE ROTURA - $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 25**

Resultados de ensayo a compresión para 7 días – concreto con junta fría de 3 horas de formación (con epóxico) comparado con el concreto patrón

PROBETA	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
					(5) / (4)	(6) / $f'_c$ <sub>28</sub> PATRÓN	(6) - $f'_c$ 7 PATRÓN	(7) - % 7 PATRÓN	
	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	ÁREA	CARGA APLICADA	RESISTENCIA ALCANZADA	VARIACIÓN DE RESISTENCIA			
AÑO: 2021			cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	%	kg/cm <sup>2</sup>	%	
	1°	2°							
EP-16			176	32 085	182.30	72.50%	-4.04	-1.50%	
EP-17	Sábado	Sábado	176	32 621	185.35	73.71%	-0.99	-0.29%	
EP-18	02 de Octubre	09 de Octubre	179	32 899	183.79	73.09%	-2.55	-0.91%	
EP-19			179	29 921	167.16	66.48%	-19.18	-7.52%	
EP-20			177	29 166	164.78	65.53%	-21.56	-8.47%	
EP-46			177	29 196	164.95	65.60%	-21.39	-8.40%	
EP-47	Viernes	Viernes	176	31 837	180.89	71.94%	-5.45	-2.06%	
EP-48	08 de Octubre	15 de Octubre	179	30 109	168.21	66.89%	-18.13	-7.11%	
EP-49			176	32 551	184.95	73.55%	-1.39	-0.45%	
EP-50			179	32 998	184.35	73.31%	-1.99	-0.69%	
<b>EP-50</b>	<b>X</b>	<b>7 días</b>	<b>177.4</b>	<b>31 338</b>	<b>176.67</b>	<b>70.26%</b>	<b>-9.67</b>	<b>-3.74%</b>	

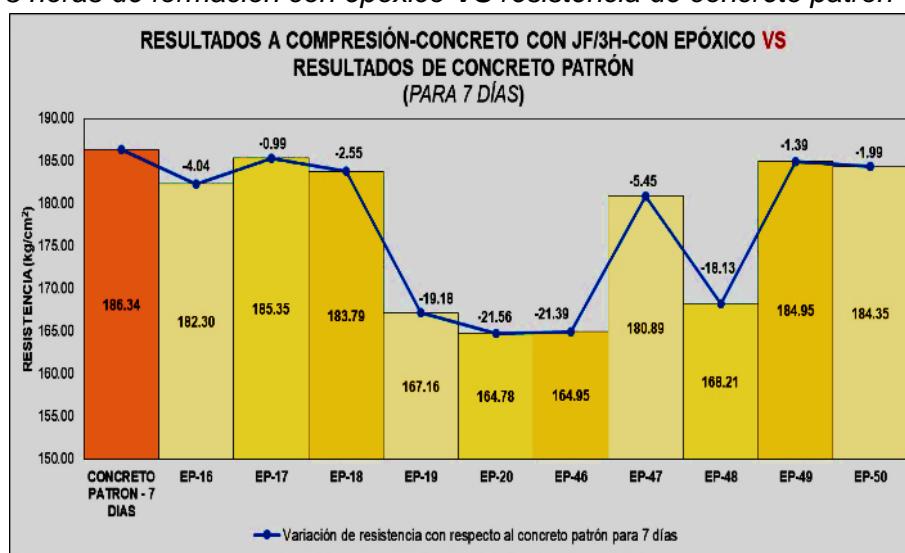
RESISTENCIA A COMPRESIÓN CONCRETO PATRÓN – 7 DÍAS ( $f'_c$  7 PATRÓN) = 186.34 kg/cm<sup>2</sup>; % 7 PATRÓN ≈ 74% \*  $f'_c$  <sub>28</sub> PATRÓN

RESISTENCIA A COMPRESIÓN CONCRETO PATRÓN – 28 DÍAS ( $f'_c$  <sub>28</sub> PATRÓN) = 251.46 kg/cm<sup>2</sup>; % <sub>28</sub> PATRÓN ≈ 100%

Fuente: Elaboración propia

**Figura 52**

Resultados de ensayo a compresión para 07 días - resistencia de concreto con junta fría de 3 horas de formación con epóxico VS resistencia de concreto patrón



Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar de la tabla 25 y figura 52, el promedio de las resistencias alcanzadas fue de  $176.67 \text{ kg/cm}^2$ , el cual representa el 70.26%; menor al 74% de resistencia alcanzada del concreto patrón a 7 días. **De esta manera se concluye que hubo una disminución de la resistencia a compresión de  $-9.67 \text{ kg/cm}^2$  (-3.74%) cuando el concreto presenta juntas frías con tiempo de formación de 3 horas con uso del epóxico adherente, en comparación con un concreto de vaciado continuo.**

#### 4.10. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3 HORAS DE FORMACIÓN (CON EPÓXICO) Y 14 DÍAS DE ROTURA - $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 26**

*Resultados de ensayo a compresión para 14 días – concreto con junta fría de 3 horas de formación (con epóxico) comparado con el concreto patrón*

PROBETA	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	ÁREA	CARGA APLICADA	(5) / (4)	(6) / $f'_c$ 28 PATRÓN	(6) - $f'_c$ 14 PATRÓN	(7) - % 14 PATRÓN	
	1°	2°	cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	%	kg/cm <sup>2</sup>	%	
<b>EP-21</b>			177	41 385	233.81	92.98%	21.19	7.98%	
<b>EP-22</b>	Sábado	Sábado	177	35 003	197.76	78.64%	-14.86	-6.36%	
<b>EP-23</b>	02 de Octubre	16 de Octubre	179	41 653	232.70	92.54%	20.08	7.54%	
<b>EP-24</b>			177	38 229	215.98	85.89%	3.36	0.89%	
<b>EP-25</b>			177	29 474	166.52	66.22%	-46.10	-18.78%	
<b>EP-51</b>			177	29 484	166.58	66.25%	-46.04	-18.75%	
<b>EP-52</b>	Viernes	Viernes	177	41 316	233.424	92.83%	20.80	7.83%	
<b>EP-53</b>	08 de Octubre	22 de Octubre	177	38 437	217.16	86.36%	4.54	1.36%	
<b>EP-54</b>			177	34 993	197.70	78.62%	-14.92	-6.38%	
<b>EP-55</b>			179	41 514	231.92	92.23%	19.30	7.23%	
<b>XX</b>	<b>14 días</b>		<b>177.4</b>	<b>37 148.8</b>	<b>209.36</b>	<b>83.26%</b>	<b>-3.27</b>	<b>-1.74%</b>	
RESISTENCIA A COMPRESIÓN CONCRETO PATRÓN – 14 DÍAS ( $f'_c$ 14 PATRÓN) = $212.62 \text{ kg/cm}^2$ ; % 14 PATRÓN ≈ 85%* $f'_c$ 28 PATRÓN									
RESISTENCIA A COMPRESIÓN CONCRETO PATRÓN – 28 DÍAS ( $f'_c$ 28 PATRÓN) = $251.46 \text{ kg/cm}^2$ ; % 28 PATRÓN ≈ 100%									

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar de la tabla 26 y figura 53, el promedio de las resistencias alcanzadas fue de  $209.36 \text{ kg/cm}^2$ , el cual representa el 83.26%; menor al 85% de resistencia alcanzada del concreto patrón a 14 días. **De esta manera se concluye que hubo una disminución de la resistencia a compresión de  $-3.27 \text{ kg/cm}^2$  (-1.74%) cuando el concreto presenta juntas frías con tiempo de formación de 3 horas con uso del epóxico adherente, en comparación con un concreto de vaciado continuo.**

**Figura 53**

*Resultados de ensayo a compresión para 14 días - resistencia de concreto con junta fría de 3 horas de formación con epóxico VS resistencia de concreto patrón*



Fuente: Elaboración propia

#### 4.11. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3 HORAS DE FORMACIÓN (CON EPÓXICO) Y 28 DÍAS DE ROTURA - $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 27**

*Resultados de ensayo a compresión para 28 días – concreto con junta fría de 3 horas de formación (con epóxico) comparado con el concreto patrón*

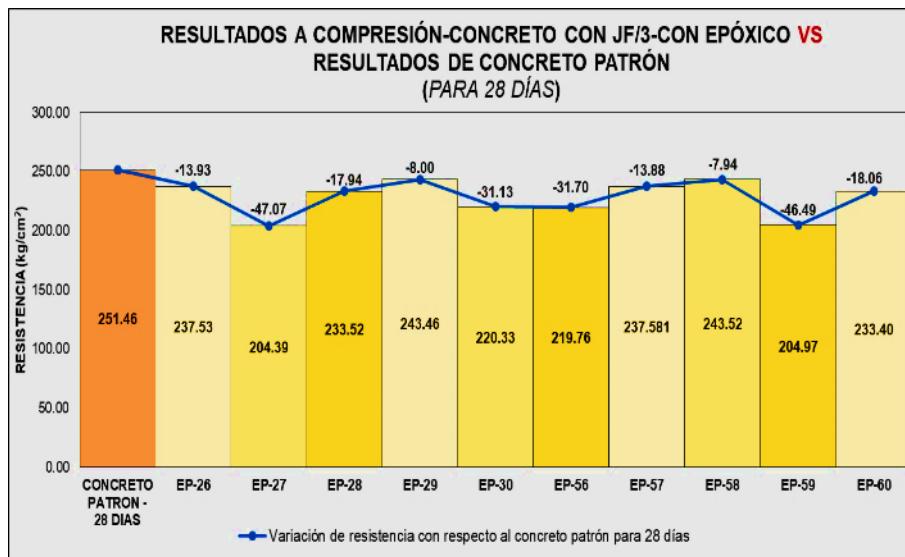
PROBETA	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	ÁREA	CARGA APLICADA	RESISTENCIA ALCANZADA	(5) / (4)	(6) / $f'_c$ 28	(6) - $f'_c$ 28	(7) - % 28
	1°	2°	cm²	kg	kg/cm²		%	PATRÓN	PATRÓN
<b>EP-26</b>			179	42 517	237.53	94.46%	-13.93	-5.54%	
<b>EP-27</b>	Sábado		173	35 360	204.39	81.28%	-47.07	-18.72%	
<b>EP-28</b>	02 de Octubre	Sábado 30 de Octubre	170	39 698	233.52	92.87%	-17.94	-7.13%	
<b>EP-29</b>			177	43 093	243.46	96.82%	-8.00	-3.18%	
<b>EP-30</b>			174	38 338	220.33	87.62%	-31.13	-12.38%	
<b>EP-56</b>			174	38 239	219.76	87.39%	-31.70	-12.61%	
<b>EP-57</b>	Viernes 08 de Octubre	Viernes 05 de Noviembre	179	42 527	237.581	94.48%	-13.88	-5.52%	
<b>EP-58</b>			177	43 103	243.52	96.84%	-7.94	-3.16%	
<b>EP-59</b>			173	35 459	204.97	81.51%	-46.49	-18.49%	
<b>EP-60</b>			170	39 678	233.40	92.82%	-18.06	-7.18%	
<b>X</b>	<b>28 días</b>		<b>174.6</b>	<b>39 801.2</b>	<b>227.85</b>	<b>90.61%</b>	<b>-23.61</b>	<b>-9.39%</b>	

RESISTENCIA A COMPRESIÓN CONCRETO PATRÓN – 28 DÍAS ( $f'_c$  28 PATRÓN) = 251.46 kg/cm²; % 28 PATRÓN ≈ 100%

Fuente: Elaboración propia

**Figura 54**

*Resultados de ensayo a compresión para 28 días - resistencia de concreto con junta fría de 3 horas de formación con epóxico VS resistencia de concreto patrón*



Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar de la tabla 27 y figura 54, el promedio de las resistencias alcanzadas fue de  $227.85 \text{ kg/cm}^2$ , el cual representa el 90.61%; menor al 100% de resistencia alcanzada de concreto patrón a 28 días. **De esta manera se concluye que hubo una disminución de la resistencia a compresión de  $-23.61 \text{ kg/cm}^2$  (-9.39%) cuando el concreto presenta juntas frías con tiempo de formación de 3 horas con uso del epóxico adherente, en comparación con un concreto de vaciado continuo.**

#### 4.12. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3 HORAS DE FORMACIÓN (CON EPÓXICO) PARA TODAS LAS EDADES - $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 28**

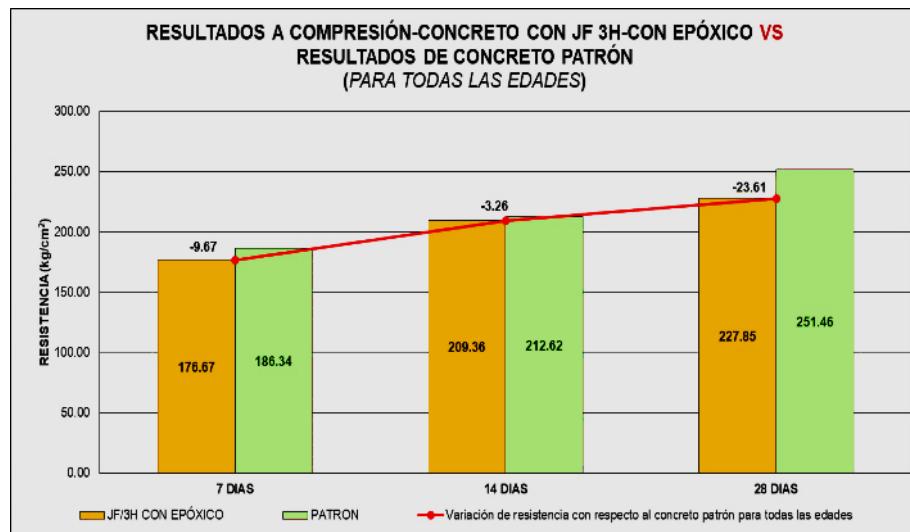
*Resultados de ensayo a compresión para todas las edades – concreto con junta fría de 3 horas de formación (con epóxico) comparado con el concreto patrón*

(1) EDAD DE ROTURA	(2) RESISTENCIA ALCANZADA	(3)	(4) RESISTENCIA CONCRETO PATRÓN	(5)	(6)	(7) VARIACIÓN DE RESISTENCIA
días	kg/cm²	%	kg/cm²	%	kg/cm²	(%)
7	176.67	70.26%	186.34	74%	-9.67	-3.74%
14	209.36	83.26%	212.62	85%	-3.26	-1.74%
28	227.85	90.61%	251.46	100%	-23.61	-9.39%
	(2) / $f'_c$ 28 PATRÓN		(4) / $f'_c$ 28 PATRÓN		(2) - (4)	(3) - (5)
RESISTENCIA A COMPRESIÓN CONCRETO PATRÓN - 28 DÍAS ( $f'_c$ 28 PATRÓN) = $251.46 \text{ kg/cm}^2$ ; % 28 PATRÓN ≈ 100%						

Fuente: Elaboración propia

**Figura 55**

*Resultados de ensayo a compresión para todas las edades - resistencia de concreto con junta fría de 3 horas de formación (con epóxico) VS resistencia de concreto patrón*



*Fuente:* Elaboración propia

En la tabla 28 y figura 55 se han tomado los promedios de las resistencias del concreto con junta fría de 3 horas de formación aplicándole epóxico adherente para compararlos con el promedio de las resistencias del concreto patrón por cada edad de rotura. En la curva se puede observar la diferencia numérica en resistencia, notándose que **en todas las edades el concreto patrón fue mayor**, frente a un concreto con vaciado interrumpido con la consecuencia de la formación de una junta fría de 3 horas y tratamiento de epóxico adherente.

#### 4.13. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3 HORAS DE FORMACIÓN (CON/SIN EPÓXICO) Y 7 DÍAS DE ROTURA - $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 29**

*Resultados de ensayo a compresión para 7 días – concreto con junta fría de 3 horas de formación (sin/con epóxico) comparado con el concreto patrón*

(1) EDAD DE ROTURA	(2) TIPO DE CONCRETO	(3) PROMEDIO DE RESISTENCIA	(4)	(5)	(6)
días		kg/cm <sup>2</sup>	%	kg/cm <sup>2</sup>	%
7	PATRÓN ( $f'_c$ 7 PATRÓN)	186.34	74%	0	0%
	JUNTA FRÍA DE 3 HORAS	159.10	63.27%	-27.24	-10.73%
	CON EPÓXICO	176.67	70.26%	-9.67	-3.74%

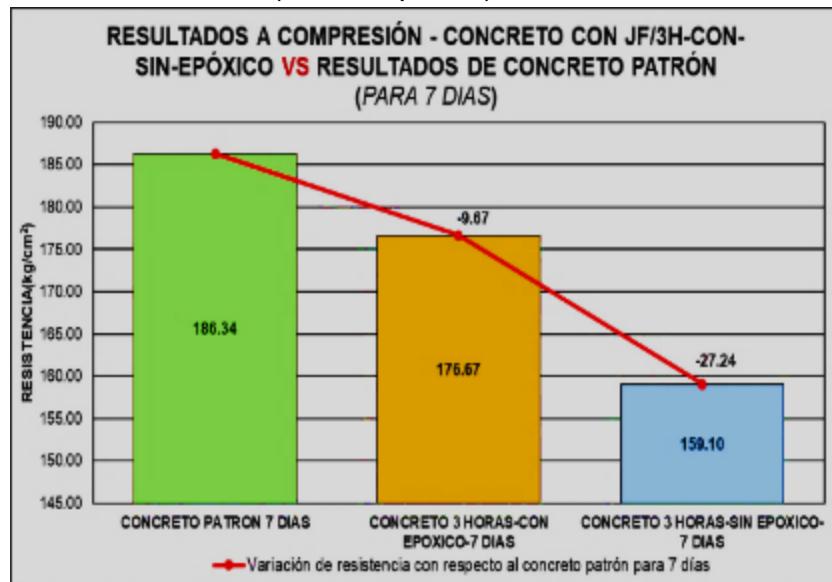
$$(3) / f'_c_{28} \text{ PATRÓN} \quad (3) - f'_c 7 \text{ PATRÓN} \quad (4) - \% 7 \text{ PATRÓN}$$

RESISTENCIA A COMPRESIÓN CONCRETO PATRÓN – 28 DÍAS ( $f'_c$  28 PATRÓN) = 251.46 kg/cm<sup>2</sup>; % 28 PATRÓN ≈ 100%

*Fuente:* Elaboración propia

**Figura 56**

Resultados de ensayo a compresión para 7 días - resistencia de concreto con junta fría de 3 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón



Fuente: Elaboración propia

De la tabla 29 y la figura 56, se puede observar que **efectivamente la formación de juntas frías a 3 horas disminuye la resistencia a compresión en relación a un concreto patrón**, notándose que el más afectado fue el que no se le aplicó epóxico adherente con  $-27.24 \text{ kg/cm}^2$  (-10.70%) seguido del que sí recibe tratamiento con  $-9.67 \text{ kg/cm}^2$  (-3.7%), cuando la rotura se haga a 7 días para los 3 casos.

#### 4.14. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3 HORAS DE FORMACIÓN (CON/SIN EPÓXICO) Y 14 DÍAS DE ROTURA - $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 30**

Resultados de ensayo a compresión para 14 días – concreto con junta fría de 3 horas de formación (sin/con epóxico) comparado con el concreto patrón

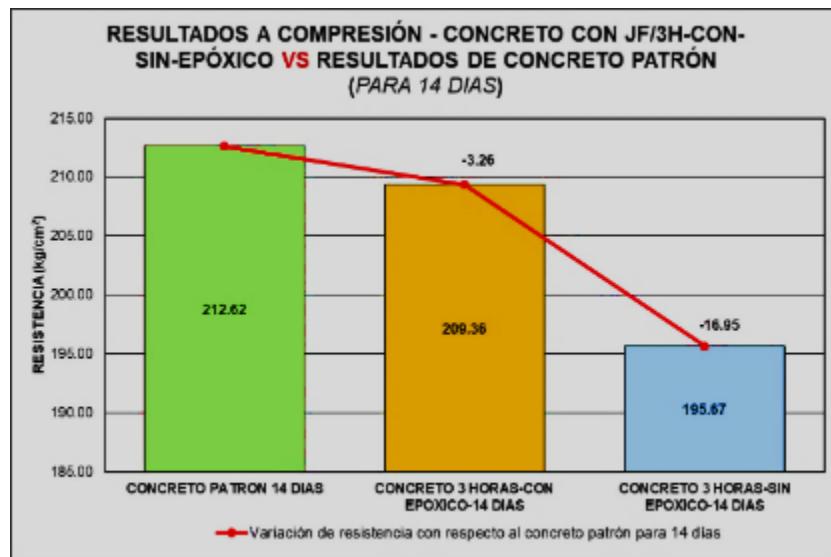
(1) EDAD DE ROTURA días	(2) TIPO DE CONCRETO	(3) PROMEDIO DE RESISTENCIA $\text{kg/cm}^2$	(4) %	(5) VARIACIÓN DE RESISTENCIA $\text{kg/cm}^2$	(6) %
	PATRÓN ( $f'_c$ 14 PATRÓN)	212.62	85%	0	0%
14	JUNTA FRÍA DE 3 HORAS	SIN EPÓXICO	195.67	77.81%	-16.95
		CON EPÓXICO	209.36	83.26%	-3.26
			(3) / $f'_{C28}$	(3) - $f'_{C14}$	(4) - % 14
			PATRÓN	PATRÓN	PATRÓN

RESISTENCIA A COMPRESIÓN CONCRETO PATRÓN – 28 DÍAS ( $f'_c$  28 PATRÓN) =  $251.46 \text{ kg/cm}^2$ ; % 28 PATRÓN  $\approx 100\%$

Fuente: Elaboración propia

**Figura 57**

Resultados de ensayo a compresión para 14 días - resistencia de concreto con junta fría de 3 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón



Fuente: Elaboración propia

De la tabla 30 y la figura 57, se puede observar que **efectivamente la formación de juntas frías a 3 horas disminuye la resistencia a compresión en relación a un concreto patrón**, notándose que el más afectado fue el que no se le aplicó epóxico adherente con  $-16.95 \text{ kg/cm}^2$  (-7.2%) seguido del que sí recibe tratamiento con  $-3.26 \text{ kg/cm}^2$  (-1.7%) cuando la rotura se haga a 14 días para los 3 casos.

#### 4.15. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3 HORAS DE FORMACIÓN (CON/SIN EPÓXICO) Y 28 DÍAS DE ROTURA - $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 31**

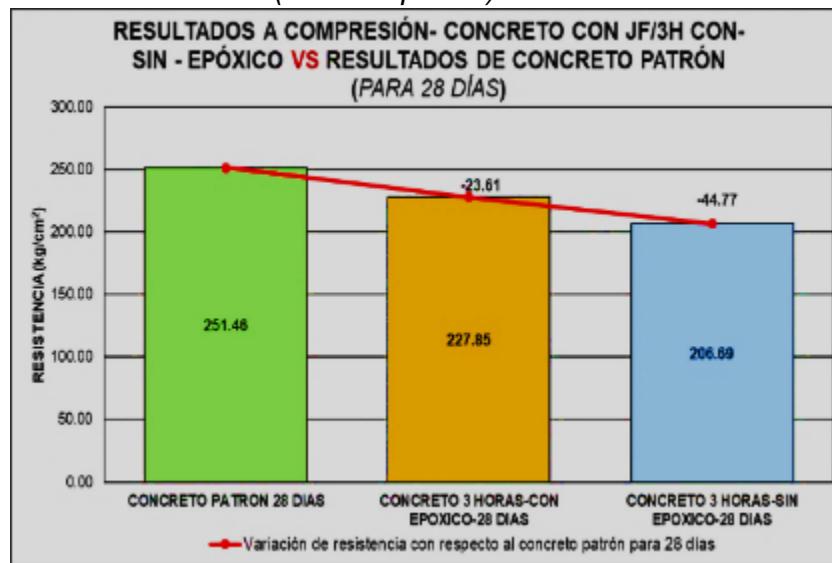
Resultados de ensayo a compresión para 28 días – concreto con junta fría de 3 horas de formación (sin/con epóxico) comparado con el concreto patrón

(1) EDAD DE ROTURA días	(2) TIPO DE CONCRETO	(3)	(4)	(5)	(6)
		PROMEDIO DE RESISTENCIA		VARIACIÓN DE RESISTENCIA	
		kg/cm <sup>2</sup>	%	kg/cm <sup>2</sup>	%
28	PATRÓN ( $f'_c$ 14 PATRÓN)	251.46	100%	0	0%
	JUNTA FRÍA DE 3 HORAS	SIN EPÓXICO	206.69	82.20%	-44.77
		CON EPÓXICO	227.85	90.61%	-23.61
		(3) / $f'_c$ 28	(3) - $f'_c$ 28	(4) - % 28	
		PATRÓN	PATRÓN	PATRÓN	

Fuente: Elaboración propia

**Figura 58**

*Resultados de ensayo a compresión para 28 días - resistencia de concreto con junta fría de 3 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón*



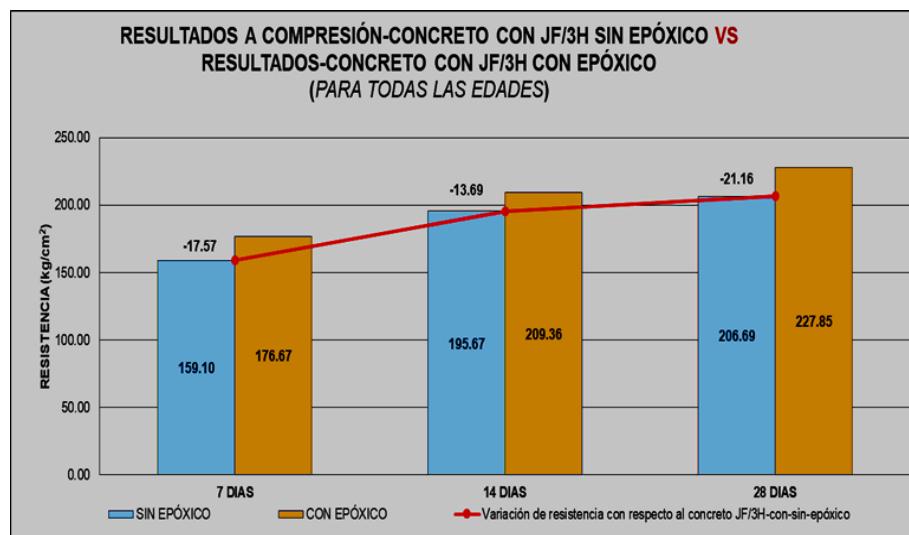
Fuente: Elaboración propia

De la tabla 31 y la figura 58, se puede observar que **efectivamente la formación de juntas frías a 3 horas disminuye la resistencia a compresión en relación a un concreto patrón**, notándose que el más afectado fue el que no se le aplicó epóxico adherente con  $-44.77 \text{ kg/cm}^2$  (-17.80%) seguido del que sí recibe tratamiento con  $-23.61 \text{ kg/cm}^2$  (-9.40%) cuando la rotura se haga a 28 días para los 3 casos.

**4.16. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3 HORAS DE FORMACIÓN (SIN/CON EPÓXICO) PARA TODAS LAS EDADES -  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$**

**Figura 59**

*Resultados de ensayo a compresión para todas las edades - resistencia de concreto con junta fría de 3 horas de formación (sin epóxico) VS resistencia de concreto con junta fría de 3 horas de formación (con epóxico)*



Nota. Se puede observar que en el concreto con junta fría de 3 horas de formación **la resistencia es más afectada si no recibe ningún tipo de tratamiento**, notándose una diferencia de -17.67, -13.69 y -21.16  $\text{kg/cm}^2$  a los 7, 14 y 28 días de rotura respectivamente, frente al concreto con junta fría y tratamiento de epóxico adherente.

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 32**

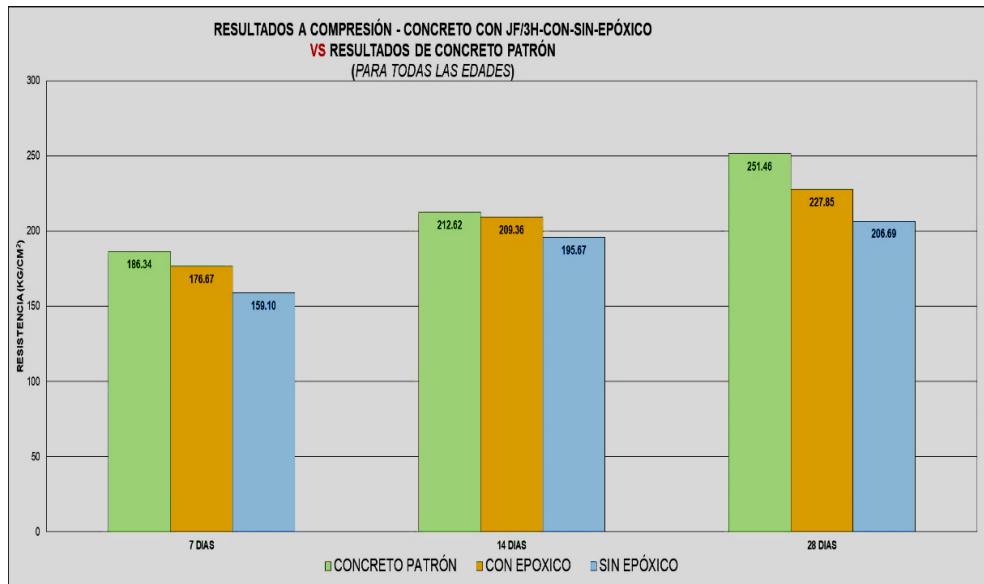
*Resultados de ensayo a compresión para todas las edades – concreto con junta fría de 3 horas de formación (sin/con epóxico) comparado con el concreto patrón*

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)						
EDAD DE ROTURA	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )							VARIACIÓN DE RESISTENCIA								
	PATRÓN		JUNTA FRÍA DE 3 HORAS					SIN EPÓXICO		CON EPÓXICO						
	días	kg/cm <sup>2</sup>	%	kg/cm <sup>2</sup>	%	kg/cm <sup>2</sup>	%	kg/cm <sup>2</sup>	%	kg/cm <sup>2</sup>	%					
7	186.34	74%		159.10	63.27%	176.67	70.26%	-32.31	-10.73	-27.08	-3.74					
14	212.62	85%		195.67	77.81%	209.36	83.26%	-37.69	-7.19	-32.37	-1.74					
28	251.46	100%		206.69	82.20%	227.85	90.61%	-37.75	-17.80	-34.22	-9.39					
	(2) / $f'c_{28}$			(4) / $f'c_{28}$			(6) / $f'c_{28}$		(4) - (2)		(5) - (3)		(6) - (2)		(7) - (3)	
	PATRÓN			PATRÓN			PATRÓN									

*Fuente:* Elaboración propia

**Figura 60**

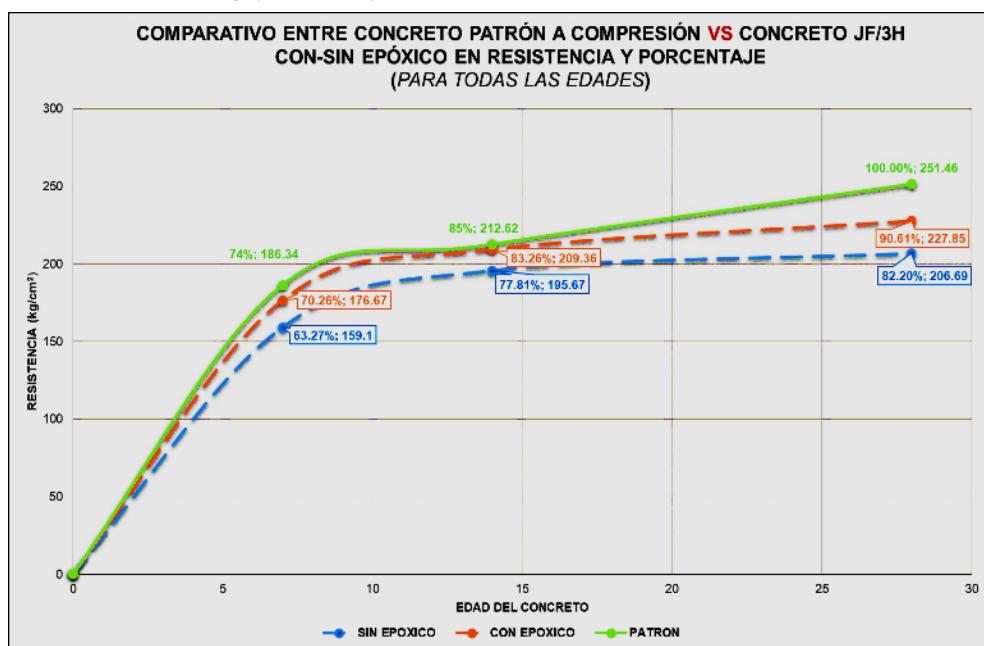
*Resultados de ensayo a compresión para todas las edades - resistencia de concreto con junta fría de 3 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 61**

*Resultados de ensayo a compresión para todas las edades - resistencia de concreto con junta fría de 3 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón – en resistencia y porcentaje*



Fuente: Elaboración propia

Finalmente, de la tabla 32, figura 60 y 61 se puede apreciar que **hay una disminución de la resistencia a compresión para las 3 edades del concreto**

cuando exista una junta fría a 3 horas de formación frente a un concreto patrón, siendo el más afectado el concreto sin aplicación del epóxico adherente, teniendo una disminución a los 28 días de rotura de  $-37.75 \text{ kg/cm}^2$  vs el concreto con junta fría a 3 horas con aplicación del epóxico adherente de  $-34.22 \text{ kg/cm}^2$ , comparados con el concreto patrón que alcanzó una resistencia total de  $251.46 \text{ kg/cm}^2$ .

#### **4.17. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 8 HORAS DE FORMACIÓN (SIN EPÓXICO) Y 7 DÍAS DE ROTURA - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$**

**Tabla 33**

*Resultados de ensayo a compresión para 07 días – concreto con junta fría de 8 horas de formación (sin epóxico) comparado con el concreto patrón*

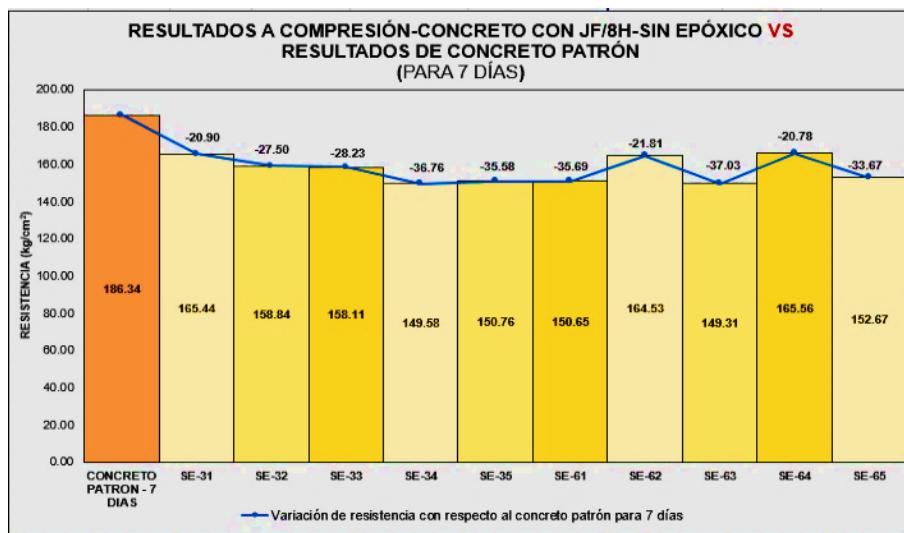
PROBETA	FECHA DE VACIADO AÑO: 2021	FECHA DE ROTURA	ÁREA cm <sup>2</sup>	CARGA APLICADA kg	RESISTENCIA ALCANZADA		<b>VARIACIÓN DE RESISTENCIA</b> kg/cm <sup>2</sup>	<b>(7) - % 7 PATRÓN</b> %
					(5) / (4)	(6) / f'c <sub>28</sub> PATRÓN		
					(6) / f'c <sub>7</sub> PATRÓN			
1°	2°							
<b>SE-31</b>			176	29 117	165.44	65.79%	-20.90	-8.32%
<b>SE-32</b>	Domingo	Domingo	177	28 114	158.84	63.17%	-27.50	-10.94%
<b>SE-33</b>	03 de Octubre	10 de Octubre	177	27 985	158.11	62.88%	-28.23	-11.23%
<b>SE-34</b>			177	26 476	149.58	59.49%	-36.76	-14.62%
<b>SE-35</b>			177	26 685	150.76	59.96%	-35.58	-14.15%
<b>SE-61</b>			177	26 665	150.65	59.91%	-35.69	-14.20%
<b>SE-62</b>	Domingo	Domingo	176	28 958	164.53	65.43%	-21.81	-8.68%
<b>SE-63</b>	10 de Octubre	17 de Octubre	177	26 427	149.31	59.38%	-37.03	-14.73%
<b>SE-64</b>			177	29 305	165.56	65.84%	-20.78	-8.27%
<b>SE-65</b>			177	27 022	152.67	60.72%	-33.67	-13.39%
<b><math>\bar{X}</math> 7 días</b>			<b>176.8</b>	<b>27 675</b>	<b>156.55</b>	<b>62.26%</b>	<b>-29.80</b>	<b>-11.85%</b>
RESISTENCIA A COMPRESIÓN CONCRETO PATRÓN – 7 DÍAS ( $f'c 7$ PATRÓN) = $186.34 \text{ kg/cm}^2$ ; % 7 PATRÓN $\approx 74\%^*$ $f'c 28$ PATRÓN								
RESISTENCIA A COMPRESIÓN CONCRETO PATRÓN – 28 DÍAS ( $f'c 28$ PATRÓN) = $251.46 \text{ kg/cm}^2$ ; % 28 PATRÓN $\approx 100\%$								

*Fuente:* Elaboración propia

Como se puede apreciar de la tabla 33 y figura 62, el promedio de las resistencias alcanzadas fue de  $156.55 \text{ kg/cm}^2$ , el cual representa el 62.26%; menor al 74% de resistencia alcanzada de concreto patrón a 7 días. **De esta manera se concluye que hubo una disminución de la resistencia a compresión de  $-29.80 \text{ kg/cm}^2$  (-11.85%) cuando el concreto presenta juntas frías con tiempo de formación de 8 horas sin uso del epóxico adherente, en comparación con un concreto de vaciado continuo.**

**Figura 62**

Resultados de ensayo a compresión para 07 días - resistencia de concreto con junta fría de 8 horas de formación sin epóxico VS resistencia de concreto patrón



Fuente: Elaboración propia

#### 4.18. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 8 HORAS DE FORMACIÓN (SIN EPÓXICO) Y 14 DÍAS DE ROTURA - $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 34**

Resultados de ensayo a compresión para 14 días – concreto con junta fría de 8 horas de formación (sin epóxico) comparado con el concreto patrón

PROBETA	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	ÁREA	CARGA APLICADA	(5) / (4)		(6) / $f'_c$ 28 PATRÓN	(6) - $f'_c$ 14 PATRÓN	(7) - % 14 PATRÓN
	AÑO: 2021		cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	%	kg/cm <sup>2</sup>	%	
SE-36			177	24 352	137.58	54.71%	-75.04	-29.85%	
SE-37	Domingo	Domingo	177	36 035	203.59	80.97%	-9.03	-3.59%	
SE-38	03 de Octubre	17 de Octubre	177	39 460	222.94	88.66%	10.32	4.10%	
SE-39			177	35 747	201.96	80.32%	-10.66	-4.24%	
SE-40			177	36 531	206.39	82.08%	-6.23	-2.48%	
SE-66			177	36 303	205.10	81.57%	-7.52	-2.99%	
SE-67	Domingo	Domingo	177	24 342	137.525	54.69%	-75.10	-29.87%	
SE-68	10 de Octubre	24 de Octubre	177	35 757	202.02	80.34%	-10.60	-4.22%	
SE-69			177	36 353	205.38	81.68%	-7.24	-2.88%	
SE-70			177	39 370	222.43	88.46%	9.81	3.90%	
<b>Σ</b>	<b>14 días</b>		<b>177</b>	<b>34 425</b>	<b>194.49</b>	<b>77.35%</b>	<b>-18.13</b>	<b>-7.21%</b>	

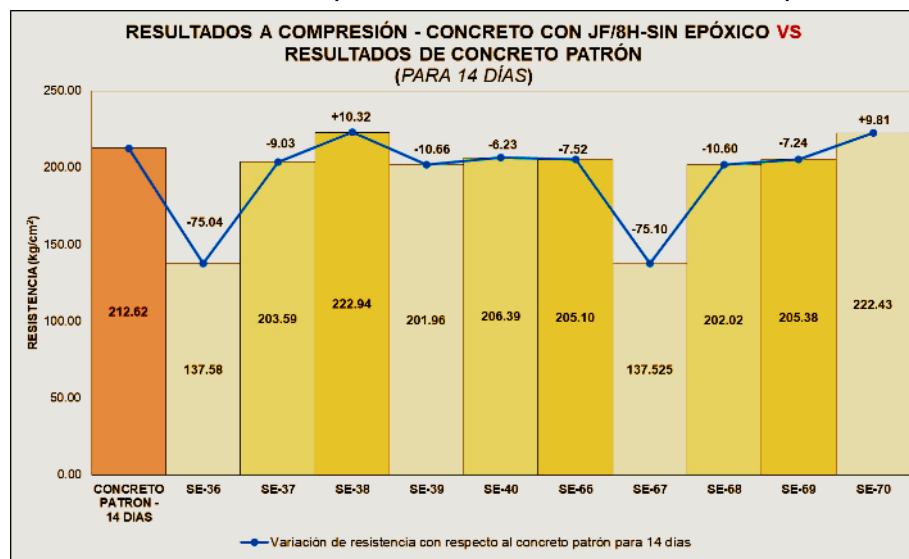
RESISTENCIA A COMPRESIÓN CONCRETO PATRÓN – 14 DÍAS ( $f'_c$  14 PATRÓN) = 212.62 kg/cm<sup>2</sup>; % 14 PATRÓN ≈ 85%\*  $f'_c$  28 PATRÓN

RESISTENCIA A COMPRESIÓN CONCRETO PATRÓN – 28 DÍAS ( $f'_c$  28 PATRÓN) = 251.46 kg/cm<sup>2</sup>; % 28 PATRÓN ≈ 100%

Fuente: Elaboración propia

**Figura 63**

*Resultados de ensayo a compresión para 14 días - resistencia de concreto con junta fría de 8 horas de formación sin epóxico VS resistencia de concreto patrón*



Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar de la tabla 34 y figura 63, el promedio de las resistencias alcanzadas fue de 194.49 kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa el 77.35%; menor al 85% de resistencia alcanzada de concreto patrón a 14 días. De esta manera se concluye que hubo una disminución de la resistencia a compresión de -18.13 kg/cm<sup>2</sup> (-7.21%) cuando el concreto presenta juntas frías con tiempo en formación de 8 horas sin uso del epóxico adherente, en comparación con un concreto de vaciado continuo.

#### 4.19. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 8 HORAS DE FORMACIÓN (SIN EPÓXICO) Y 28 DÍAS DE ROTURA - $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 35**

*Resultados de ensayo a compresión para 28 días – concreto con junta fría de 8 horas de formación (sin epóxico) comparado con el concreto patrón*

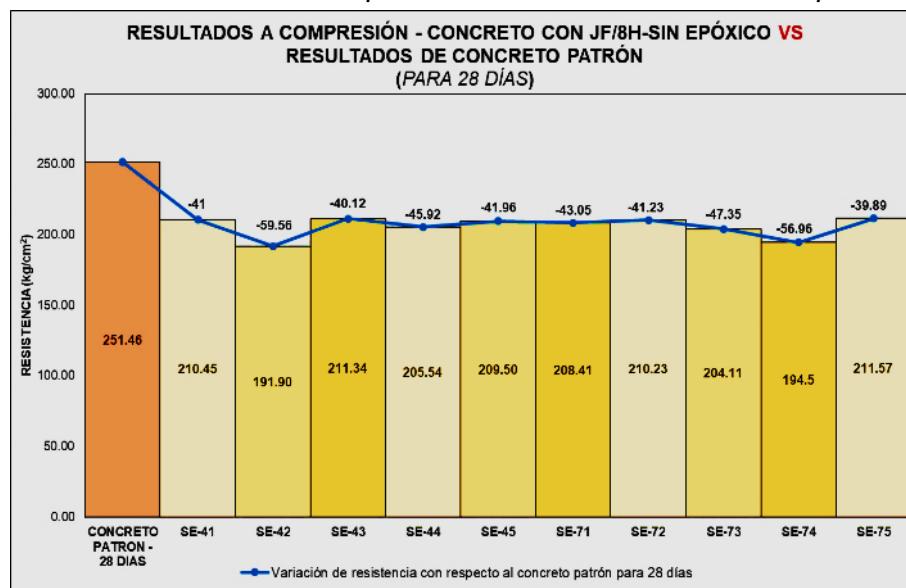
PROBETA	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	ÁREA	CARGA APLICADA	(5) / (4)	(6) / $f'_c$ 28 PATRÓN	(6) - $f'_c$ 28 PATRÓN	(7) - % 28 PATRÓN	
	1°	2°	cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	%	kg/cm <sup>2</sup>	%	
<b>SE-41</b>			180	37 881	210.45	83.69%	-41	-16.31%	
<b>SE-42</b>	Domingo 03 de Octubre	Domingo 31 de Octubre	178	34 159	191.90	76.32%	-59.55	-23.68%	
<b>SE-43</b>			173	36 561	211.34	84.05%	-40.11	-15.95%	
<b>SE-44</b>			173	35 559	205.54	81.74%	-45.91	-18.26%	
<b>SE-45</b>			173	36 244	209.50	83.32%	-41.95	-16.68%	
<b>SE-71</b>			173	36 055	208.41	82.88%	-43.04	-17.12%	
<b>SE-72</b>	Domingo 10 de Octubre	Domingo 07 de Noviembre	180	37 842	210.23	83.61%	-41.22	-16.39%	
<b>SE-73</b>			173	35 311	204.11	81.17%	-47.34	-18.83%	
<b>SE-74</b>			178	34 616	194.5	77.35%	-56.95	-22.65%	
<b>SE-75</b>			173	36 601	211.57	84.14%	-39.88	-15.86%	
<b><math>\bar{X}</math></b>		<b>28 días</b>	<b>175.4</b>	<b>36 083</b>	<b>205.76</b>	<b>81.83%</b>	<b>-45.70</b>	<b>-18.17%</b>	

RESISTENCIA A COMPRESIÓN CONCRETO PATRÓN – 28 DÍAS ( $f'_c$  28 PATRÓN) = 251.46 kg/cm<sup>2</sup>; % 28 PATRÓN ≈ 100%

Fuente: Elaboración propia

**Figura 64**

*Resultados de ensayo a compresión para 28 días - resistencia de concreto con junta fría de 8 horas de formación sin epóxico VS resistencia de concreto patrón*



Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar de la tabla 35 y figura 64, el promedio de las resistencias alcanzadas fue de  $205.76 \text{ kg/cm}^2$ , el cual representa el 81.83%; menor al 100% de resistencia alcanzada de concreto patrón a 28 días. **De esta manera se concluye que hubo una disminución de la resistencia a compresión de  $-45.70 \text{ kg/cm}^2$  (-18.17%) cuando el concreto presenta juntas frías con tiempo en formación de 8 horas sin uso del epóxico adherente, en comparación con un concreto de vaciado continuo.**

#### **4.20. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 8 HORAS DE FORMACIÓN (SIN EPÓXICO) PARA TODAS LAS EDADES - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$**

**Tabla 36**

*Resultados de ensayo a compresión para todas las edades – concreto con junta fría de 8 horas de formación (sin epóxico) comparado con el concreto patrón*

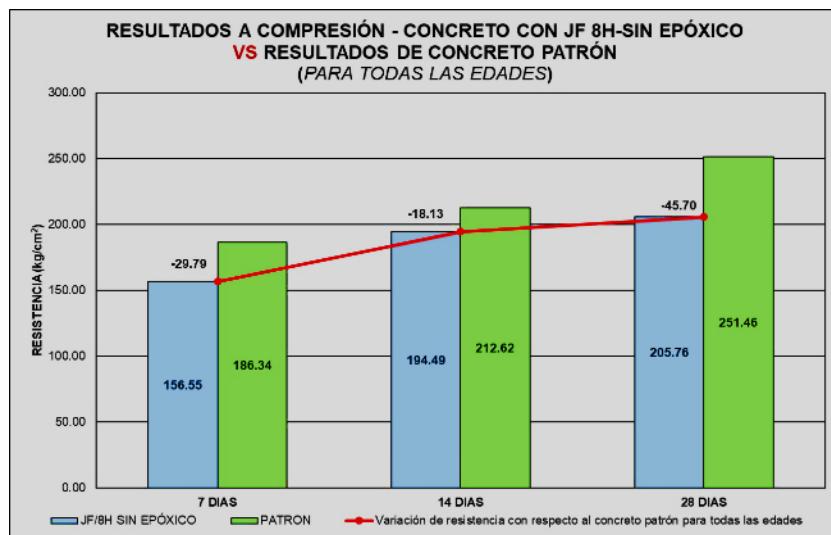
(1) EDAD DE ROTURA días	(2) RESISTENCIA ALCANZADA $\text{kg/cm}^2$	(3) %	(4) RESISTENCIA CONCRETO PATRÓN $\text{kg/cm}^2$	(5) %	(6) VARIACIÓN DE RESISTENCIA $\text{kg/cm}^2$	(7) %
7	<b>156.55</b>	<b>62.26%</b>	186.34	74%	-29.79	-11.74%
14	<b>194.49</b>	<b>77.35%</b>	212.62	85%	-18.13	-7.65%
28	<b>205.76</b>	<b>81.83%</b>	251.46	100%	-45.70	-18.17%
(2) / $f'c_{28}$ PATRÓN			(4) / $f'c_{28}$ PATRÓN			
					(2) - (4)	(3) - (5)

*Fuente:* Elaboración propia

En la tabla 36 y figura 65 se han tomado los promedios de las resistencias del concreto con junta fría de 8 horas de formación y sin uso de epóxico adherente para compararlos con el promedio de las resistencias alcanzadas del concreto patrón por cada edad de rotura. En la curva se puede observar la diferencia numérica en resistencia, notándose que **en todas las edades el concreto patrón fue mayor**, frente a un concreto con presencia de junta fría con tiempo de formación de 8 horas y sin aplicación del puente de adherencia.

**Figura 65**

Resultados de ensayo a compresión para todas las edades - resistencia de concreto con junta fría de 8 horas de formación (sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón



Fuente: Elaboración propia.

#### 4.21. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 8 HORAS DE FORMACIÓN (CON EPÓXICO) Y 7 DÍAS DE ROTURA - $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 37**

Resultados de ensayo a compresión para 7 días – concreto con junta fría de 8 horas de formación (con epóxico) comparado con el concreto patrón

PROBETA	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	ÁREA	CARGA APLICADA	(5) / (4)	(6) / $f'_c$ <sub>28</sub> PATRÓN	(6) - $f'_c$ <sub>7</sub> PATRÓN	(7) - % $f'_c$ <sub>7</sub> PATRÓN	
	1°	2°	cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	%	kg/cm <sup>2</sup>	%	
EP-31			177	26 208	148.07	58.89%	-38.27	-15.22%	
EP-32	Domingo	Domingo	177	23 022	130.07	51.73%	-56.27	-22.38%	
EP-33	03 de Octubre	10 de Octubre	177	24 779	139.99	55.67%	-46.35	-18.44%	
EP-34			176	25 454	144.63	57.52%	-41.71	-16.59%	
EP-35			177	21 067	119.02	47.33%	-67.32	-26.78%	
EP-61			177	20 868	117.90	46.89%	-68.44	-27.22%	
EP-62	Domingo	Domingo	177	26 228	148.18	58.93%	-38.16	-15.18%	
EP-63	10 de Octubre	17 de Octubre	176	25 315	143.84	57.20%	-42.50	-16.91%	
EP-64			177	22 258	125.75	50.01%	-60.59	-24.10%	
EP-65			177	25 871	146.16	58.13%	-40.18	-15.98%	
<b>Σ</b>	<b>7 días</b>		<b>176.8</b>	<b>24 107</b>	<b>136.36</b>	<b>54.23%</b>	<b>-49.98</b>	<b>-19.88%</b>	

RESISTENCIA A COMPRESIÓN CONCRETO PATRÓN – 7 DÍAS ( $f'_c$  <sub>7</sub> PATRÓN) = 186.34 kg/cm<sup>2</sup>; % <sub>7</sub> PATRÓN ≈ 74% \*  $f'_c$  <sub>28</sub> PATRÓN

RESISTENCIA A COMPRESIÓN CONCRETO PATRÓN – 28 DÍAS ( $f'_c$  <sub>28</sub> PATRÓN) = 251.46 kg/cm<sup>2</sup>; % <sub>28</sub> PATRÓN ≈ 100%

Fuente: Elaboración propia

**Figura 66**

*Resultados de ensayo a compresión para 07 días - resistencia de concreto con junta fría de 8 horas de formación con epóxico VS resistencia de concreto patrón*



Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar de la tabla 37 y figura 66, el promedio de las resistencias alcanzadas fue de 136.36 kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa el 54.23%; menor al 74% de resistencia alcanzada de concreto patrón a 7 días. **De esta manera se concluye que hubo una disminución de la resistencia a compresión de -49.98 kg/cm<sup>2</sup> (-19.88%) cuando el concreto presenta juntas frías con tiempo de formación de 8 horas con uso del epóxico adherente, en comparación con un concreto de vaciado continuo.**

## 4.22. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 8 HORAS DE FORMACIÓN (CON EPÓXICO) Y 14 DÍAS DE ROTURA - $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 38**

*Resultados de ensayo a compresión para 14 días – concreto con junta fría de 8 horas de formación (sin epóxico) comparado con el concreto patrón*

PROBETA	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	ÁREA	CARGA APLICADA	(5) / (4)	(6) / $f'_c$ 28 PATRÓN	(6) - $f'_c$ 14 PATRÓN	(7) - % 14 PATRÓN	
	1°	2°	cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	%	kg/cm <sup>2</sup>	%	
<b>EP-36</b>			177	29 951	169.21	67.29%	-43.41	-17.27%	
<b>EP-37</b>	Domingo	Domingo	176	31 162	177.06	70.42%	-35.56	-14.14%	
<b>EP-38</b>	03 de Octubre	17 de Octubre	179	32 621	182.24	72.48%	-30.38	-12.08%	
<b>EP-39</b>			179	32 184	179.80	71.51%	-32.82	-13.05%	
<b>EP-40</b>			177	32 402	183.06	72.80%	-29.56	-11.76%	
<b>EP-66</b>			177	32 482	183.51	72.98%	-29.11	-11.58%	
<b>EP-67</b>	Domingo	Domingo	177	30 000	169.492	67.41%	-43.13	-17.15%	
<b>EP-68</b>	10 de Octubre	24 de Octubre	179	32 333	180.63	71.84%	-31.99	-12.72%	
<b>EP-69</b>			176	31 291	177.79	70.71%	-34.83	-13.85%	
<b>EP-70</b>			179	32 214	179.97	71.57%	-32.65	-12.99%	
<b>Ā</b>	<b>14 días</b>		<b>177.6</b>	<b>31 664</b>	<b>178.28</b>	<b>70.90%</b>	<b>-34.34</b>	<b>-13.66%</b>	

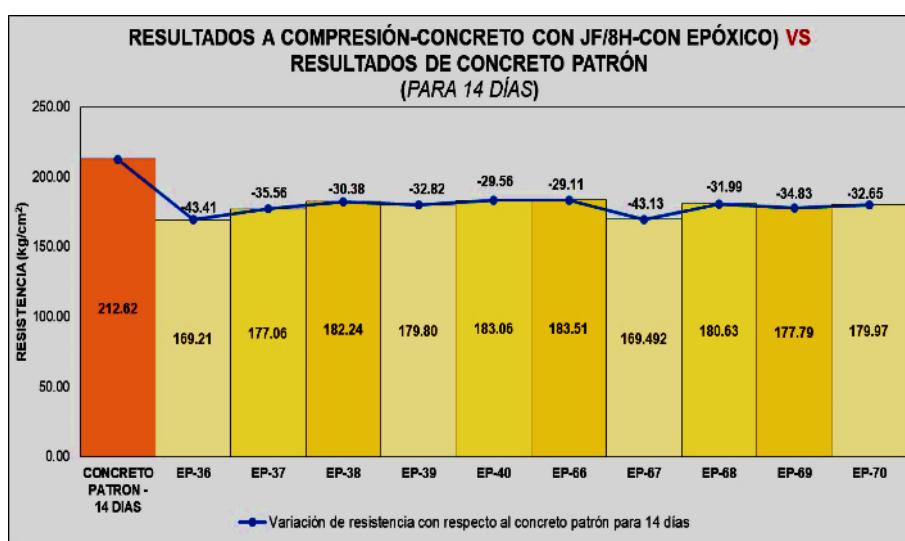
RESISTENCIA A COMPRESIÓN CONCRETO PATRÓN – 14 DÍAS ( $f'_c$  14 PATRÓN) = 212.62 kg/cm<sup>2</sup>; % 14 PATRÓN ≈ 85%\*  $f'_c$  28 PATRÓN

RESISTENCIA A COMPRESIÓN CONCRETO PATRÓN – 28 DÍAS ( $f'_c$  28 PATRÓN) = 251.46 kg/cm<sup>2</sup>; % 28 PATRÓN ≈ 100%

Fuente: Elaboración propia

**Figura 67**

*Resultados de ensayo a compresión para 14 días - resistencia de concreto con junta fría de 8 horas de formación con epóxico VS resistencia de concreto patrón*



Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar de la tabla 38 y figura 67, el promedio de las resistencias alcanzadas fue de  $178.28 \text{ kg/cm}^2$ , el cual representa el 70.90%; menor al 85% de resistencia alcanzada de concreto patrón a 14 días. **De esta manera se concluye que hubo una disminución de la resistencia a compresión de  $-34.34 \text{ kg/cm}^2$  (-13.66%) cuando el concreto presenta juntas frías con tiempo de formación de 8 horas con uso del epóxico adherente, en comparación con un concreto de vaciado continuo.**

#### **4.23. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 8 HORAS DE FORMACIÓN (CON EPÓXICO) Y 28 DÍAS DE ROTURA - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$**

**Tabla 39**

*Resultados de ensayo a compresión para 28 días – concreto con junta fría de 8 horas de formación (con epóxico) comparado con el concreto patrón*

PROBETA	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	ÁREA	CARGA APLICADA	(5) / (4)	(6) / $f'c_{28}$ PATRÓN	(6) - $f'c_{28}$ PATRÓN	(7) - % PATRÓN	
	1°	2°	cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	%	kg/cm <sup>2</sup>	%	
<b>EP-41</b>			172	36 561	212.56	84.53%	-38.89	-15.47%	
<b>EP-42</b>	Domingo 03 de Octubre	Domingo 31 de Octubre	177	35 956	203.14	80.79%	-48.31	-19.21%	
<b>EP-43</b>			173	32 511	187.92	74.73%	-63.53	-25.27%	
<b>EP-44</b>			179	35 519	198.43	78.91%	-53.02	-21.09%	
<b>EP-45</b>			180	38 020	211.22	84%	-40.23	-16.00%	
<b>EP-71</b>			180	37 921	210.67	83.78%	-40.78	-16.22%	
<b>EP-72</b>	Domingo 10 de Octubre	Domingo 07 de Noviembre	172	36 849	214.238	85.20%	-37.21	-14.80%	
<b>EP-73</b>			179	35 559	198.65	79.00%	-52.80	-21.00%	
<b>EP-74</b>			177	34 665	195.85	77.89%	-55.60	-22.11%	
<b>EP-75</b>			173	33 544	193.90	77.11%	-57.55	-22.89%	
<b>Xi</b>		<b>28 días</b>	<b>176.2</b>	<b>35 710.5</b>	<b>206.66</b>	<b>80.59%</b>	<b>-48.79</b>	<b>-19.41%</b>	

RESISTENCIA A COMPRESIÓN CONCRETO PATRÓN – 28 DÍAS ( $f'c_{28}$  PATRÓN) =  $251.46 \text{ kg/cm}^2$ ; % 28 PATRÓN ≈ 100%

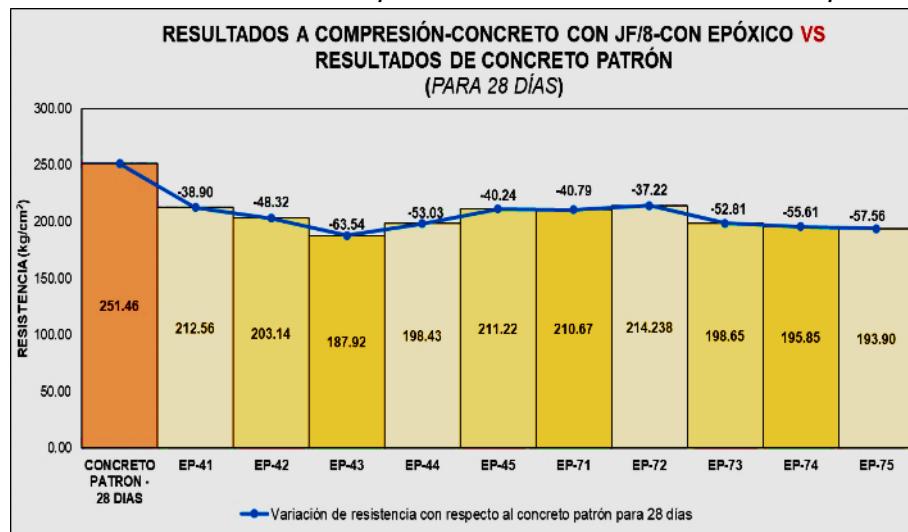
Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar de la tabla 39 y figura 68, el promedio de las resistencias alcanzadas fue de  $206.66 \text{ kg/cm}^2$ , el cual representa el 80.59%; menor al 100% de resistencia alcanzada de concreto patrón a 28 días. **De esta manera se concluye que hubo una disminución de la resistencia a compresión de  $-48.79 \text{ kg/cm}^2$  (-19.41%) cuando el concreto presenta juntas frías con tiempo de formación de 8 horas con**

uso del epóxico adherente, en comparación con un concreto de vaciado continuo.

**Figura 68**

Resultados de ensayo a compresión para 28 días - resistencia de concreto con junta fría de 8 horas de formación con epóxico VS resistencia de concreto patrón



Fuente: Elaboración propia

#### 4.24. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 8 HORAS DE FORMACIÓN (CON EPÓXICO) PARA TODAS LAS EDADES - $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 40**

Resultados de ensayo a compresión para todas las edades – concreto con junta fría de 8 horas de formación (con epóxico) comparado con el concreto patrón

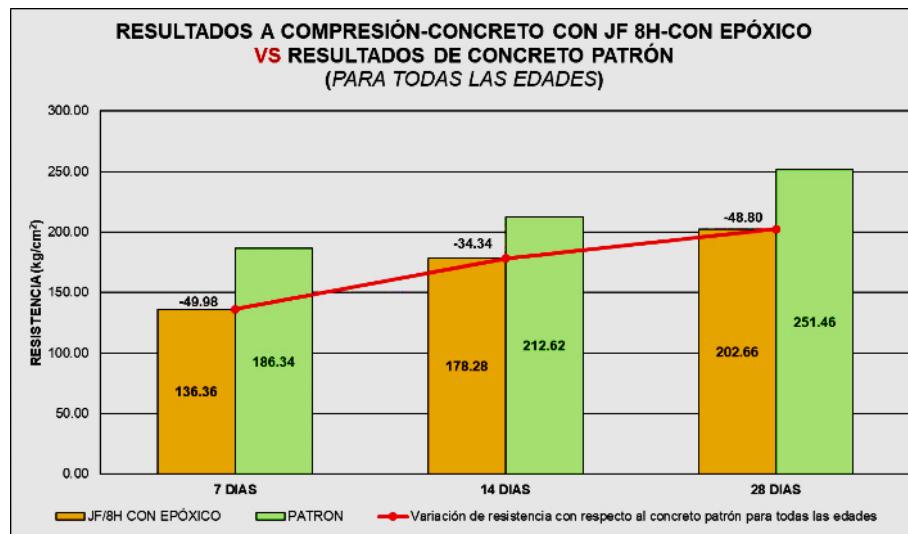
(1) EDAD DE ROTURA días	(2) RESISTENCIA ALCANZADA $\text{kg/cm}^2$	(3) %	(4) RESISTENCIA CONCRETO PATRÓN $\text{kg/cm}^2$	(5) %	(6) VARIACIÓN DE RESISTENCIA $\text{kg/cm}^2$	(7) %
7	136.36	54.23%	186.34	74%	-49.98	-19.77%
14	178.28	70.90%	212.62	85%	-34.34	-14.10%
28	202.66	80.60%	251.46	100%	-48.80	-19.40%
(2) / $f'_c_{28}$ PATRÓN			(4) / $f'_c_{28}$ PATRÓN		(2) - (4)	(3) - (5)

RESISTENCIA A COMPRESIÓN CONCRETO PATRÓN – 28 DÍAS ( $f'_c$  28 PATRÓN) = 251.46  $\text{kg/cm}^2$ ; % 28 PATRÓN ≈ 100%

Fuente: Elaboración propia

**Figura 69**

*Resultados de ensayo a compresión para todas las edades - resistencia de concreto con junta fría de 8 horas de formación (con epóxico) VS resistencia de concreto patrón*



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 40 y figura 69 se han tomado los promedios de las resistencias del concreto con junta fría de 8 horas de formación aplicándole epóxico adherente para compararlos con el promedio de las resistencias del concreto patrón por cada edad de rotura. En la curva se puede observar la diferencia numérica en resistencia, notándose que **en todas las edades el concreto patrón fue mayor**, frente a un concreto con vaciado interrumpido con la consecuencia de la formación de una junta fría de 8 horas y tratamiento de epóxico adherente.

#### 4.25. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 8 HORAS DE FORMACIÓN (CON/SIN EPÓXICO) Y 7 DÍAS DE ROTURA - $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 41**

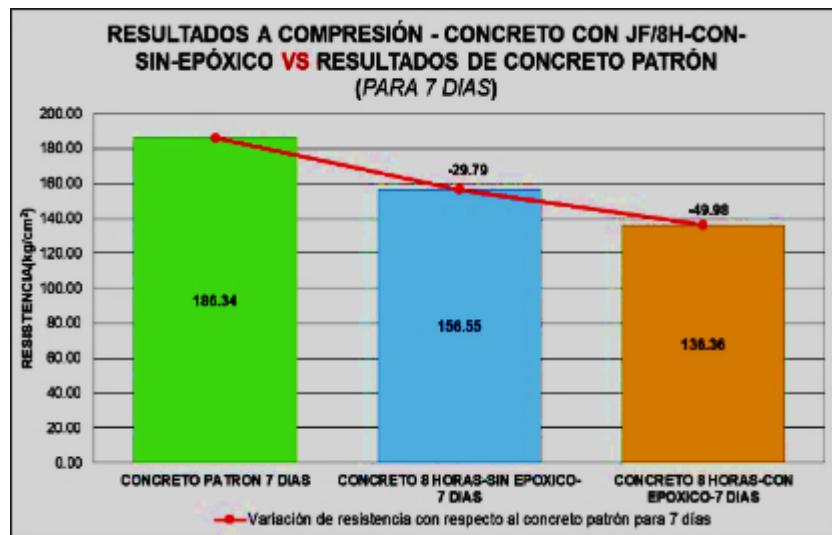
*Resultados de ensayo a compresión para 7 días – concreto con junta fría de 8 horas de formación (sin/con epóxico) comparado con el concreto patrón*

(1) EDAD DE ROTURA días	(2) TIPO DE CONCRETO	(3) PROMEDIO DE RESISTENCIA		(5) VARIACIÓN DE RESISTENCIA		(6) %
		(4) kg/cm²	(4) %	(5) kg/cm²	(5) %	
7	PATRÓN ( $f'_c$ 7 PATRÓN)	186.34	74%	0	0%	
	JUNTA FRÍA DE 8 HORAS	SIN EPÓXICO	156.55	62.26%	-29.79	-11.74%
		CON EPÓXICO	136.36	54.23%	-49.98	-19.77%
		(3) / $f'_{c28}$	(3) - $f'_{c7}$	(4) - % $f'_{c7}$		
		PATRÓN	PATRÓN	PATRÓN		
RESISTENCIA A COMPRESIÓN CONCRETO PATRÓN – 28 DÍAS ( $f'_{c28}$ PATRÓN) = 251.46 $\text{kg/cm}^2$ ; % 28 PATRÓN ≈ 100%						

Fuente: Elaboración propia

**Figura 70**

Resultados de ensayo a compresión para 7 días - resistencia de concreto con junta fría de 8 horas de formación (sin/con epóxico) VS resistencia de concreto patrón



Fuente: Elaboración propia

De la tabla 41 y la figura 70, se puede observar que **efectivamente la formación de juntas frías a 8 horas disminuye la resistencia a compresión en relación a un concreto patrón**, notándose que el más afectado fue el que se le aplicó epóxico adherente con  $-49.98 \text{ kg/cm}^2$  (-19.77%) seguido del que no recibe tratamiento con  $-29.79 \text{ kg/cm}^2$  (-11.74%) cuando la rotura se haga a 7 días para los 3 casos.

#### 4.26. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 8 HORAS DE FORMACIÓN (CON/SIN EPÓXICO) Y 14 DÍAS DE ROTURA - $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 42**

Resultados de ensayo a compresión para 14 días – concreto con junta fría de 8 horas de formación (sin/con epóxico) comparado con el concreto patrón

(1) EDAD DE ROTURA días	(2) TIPO DE CONCRETO	(3) PROMEDIO DE RESISTENCIA		(5) VARIACIÓN DE RESISTENCIA		(6) (3) / $f'_c$ <sub>28</sub> PATRÓN
		kg/cm²	%	kg/cm²	%	
14	PATRÓN ( $f'_c$ 14 PATRÓN)	212.62	85%	0	0%	
	JUNTA FRÍA DE 8 HORAS	194.49	77.35%	-18.13	-7.65%	
	CON EPÓXICO	178.28	70.90%	-34.34	-14.10%	

(3) /  $f'_c$ <sub>28</sub>  
PATRÓN

(3) -  $f'_c$  14  
PATRÓN

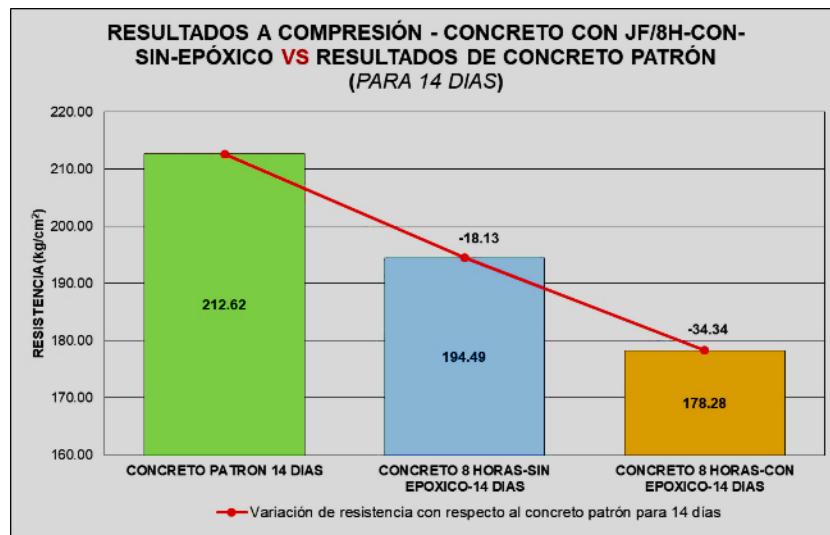
(4) - % 14  
PATRÓN

RESISTENCIA A COMPRESIÓN CONCRETO PATRÓN – 28 DÍAS ( $f'_c$  28 PATRÓN) = 251.46 kg/cm²; % 28 PATRÓN ≈ 100%

Fuente: Elaboración propia

**Figura 71**

Resultados de ensayo a compresión para 14 días - resistencia de concreto con junta fría de 8 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón



Fuente: Elaboración propia

De la tabla 42 y la figura 71, se puede observar que **efectivamente la formación de juntas frías a 8 horas disminuye la resistencia a compresión en relación a un concreto patrón**, notándose que el más afectado fue el que se le aplicó epóxico adherente con -34.34 kg/cm<sup>2</sup> (-14.10%) seguido del que no recibe tratamiento, con -18.13 kg/cm<sup>2</sup> (-7.65%) cuando la rotura se haga a 14 días para los 3 casos.

#### **4.27. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3 HORAS DE FORMACIÓN (CON/SIN EPÓXICO) Y 28 DÍAS DE ROTURA - $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$**

**Tabla 43**

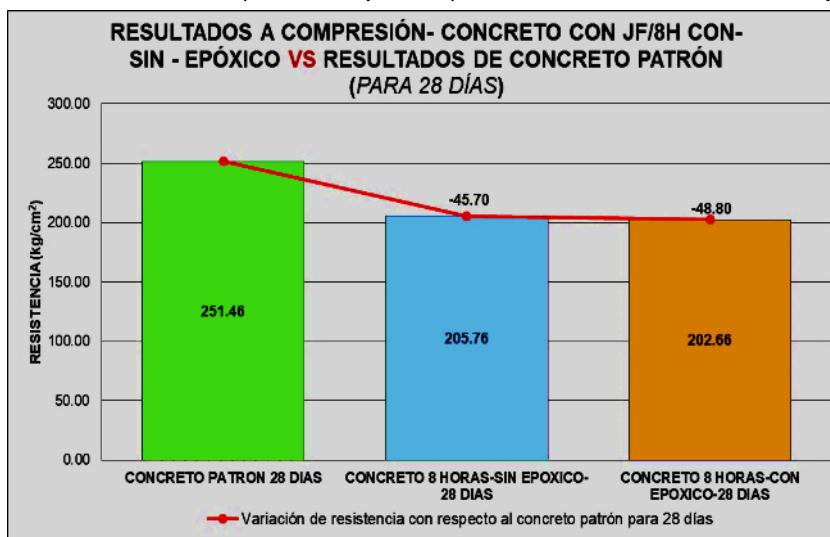
Resultados de ensayo a compresión para 28 días – concreto con junta fría de 8 horas de formación (sin/con epóxico) comparado con el concreto patrón

(1) EDAD DE ROTURA días	(2) TIPO DE CONCRETO	(3) PROMEDIO DE RESISTENCIA		(5) VARIACIÓN DE RESISTENCIA		(6) %
		kg/cm <sup>2</sup>	%	kg/cm <sup>2</sup>	%	
28	PATRÓN ( $f'_c$ 14 PATRÓN)	251.46	100%	0	0%	
	JUNTA FRÍA DE 8 HORAS	SIN EPÓXICO	205.76	81.83%	-45.70	-18.17%
		CON EPÓXICO	202.66	80.59%	-48.80	-19.41%
		(3) / $f'_c$ 28	(3) - $f'_c$ 28	(4) - % 28		
		PATRÓN	PATRÓN	PATRÓN		

Fuente: Elaboración propia

**Figura 72**

*Resultados de ensayo a compresión para 28 días - resistencia de concreto con junta fría de 8 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón*



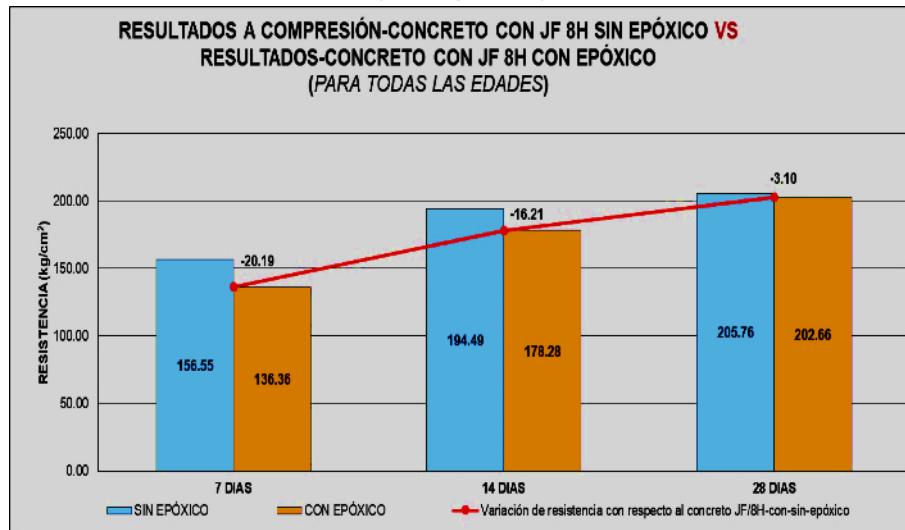
*Fuente:* Elaboración propia

De la tabla 43 y la figura 72, se puede observar que **efectivamente la formación de juntas frías a 8 horas disminuye la resistencia a compresión en relación a un concreto patrón**, notándose que el más afectado fue el que se le aplicó epóxico adherente con  $-48.80 \text{ kg/cm}^2$  (-19.41%) seguido del que no recibe tratamiento con, -  $45.70 \text{ kg/cm}^2$  (-18.17%) cuando la rotura se haga a 28 días para los 3 casos.

**4.28. RESISTENCIA A COMPRESIÓN PARA CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 8 HORAS DE FORMACIÓN (SIN/CON EPÓXICO) PARA TODAS LAS EDADES -  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$**

**Figura 73**

*Resultados de ensayo a compresión para todas las edades - resistencia de concreto con junta fría de 8 horas de formación (sin epóxico) VS resistencia de concreto con junta fría de 8 horas de formación (con epóxico)*



**Nota.** Se puede observar que en el concreto con junta fría de 8 horas de formación la resistencia es más afectada si recibe tratamiento con epóxico adherente, notándose una diferencia de -20.19, -16.21 y -3.10  $\text{kg/cm}^2$  a los 7, 14 y 28 días de rotura respectivamente frente al concreto con junta fría sin tratamiento de epóxico adherente.

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 44**

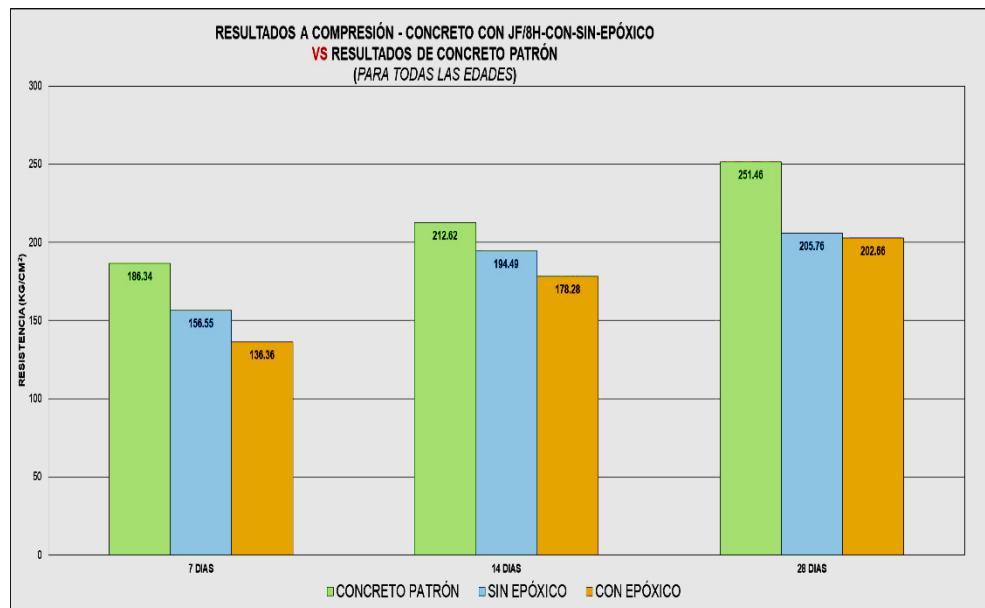
*Resultados de ensayo a compresión para todas las edades – concreto con junta fría de 8 horas de formación (sin/con epóxico) comparado con el concreto patrón*

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	
EDAD DE ROTURA	RESISTENCIA ( $\text{kg/cm}^2$ )							VARIACIÓN DE RESISTENCIA			
	PATRÓN		JUNTA FRÍA DE 8 HORAS					SIN EPÓXICO		CON EPÓXICO	
	días	$\text{kg/cm}^2$	%	$\text{kg/cm}^2$	%	$\text{kg/cm}^2$	%	$\text{kg/cm}^2$	%	$\text{kg/cm}^2$	%
7	186.34	74%	156.55	62.26%	136.36	54.23%	-29.79	-11.74	-49.98	-19.77	
14	212.62	85%	194.49	77.34%	178.28	70.90%	-18.13	-7.66	-34.34	-14.10	
28	251.46	100%	205.76	81.83%	202.66	80.59%	-45.70	-18.17	-48.80	-19.41	
	(2) / $f'c_{28}$		(4) / $f'c_{28}$		(6) / $f'c_{28}$		(4) - (2)	(5) - (3)	(6) - (2)	(7) - (3)	
	PATRÓN		PATRÓN		PATRÓN						

*Fuente:* Elaboración propia

**Figura 74**

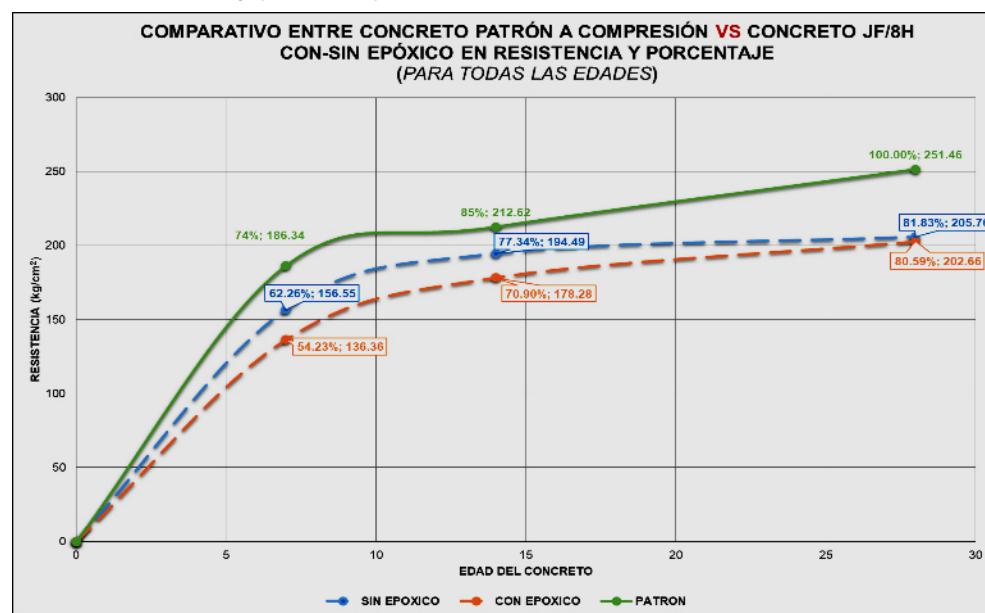
*Resultados de ensayo a compresión para todas las edades - resistencia de concreto con junta fría de 8 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 75**

*Resultados de ensayo a compresión para todas las edades - resistencia de concreto con junta fría de 8 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón – en resistencia y porcentaje*



Fuente: Elaboración propia

Finalmente, de la tabla 44, figura 74 y 75 se puede apreciar que **hay una disminución de la resistencia a compresión para las 3 edades del concreto cuando exista una junta fría a 8 horas de formación frente a un concreto patrón.**

El más afectado fue el concreto con junta fría a 8 horas con aplicación del epóxico adherente, teniendo una disminución a los 28 días de rotura de -48.80 kg/cm<sup>2</sup> vs el concreto con junta fría a 8 horas sin aplicación del epóxico adherente de -45.70 kg/cm<sup>2</sup>, todos comparados con el concreto patrón que alcanzó una resistencia total de 251.46 kg/cm<sup>2</sup>.

#### **4.29. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 24 HORAS DE FORMACIÓN (SIN EPÓXICO) Y 7 DÍAS DE ROTURA - $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$**

**Tabla 45**

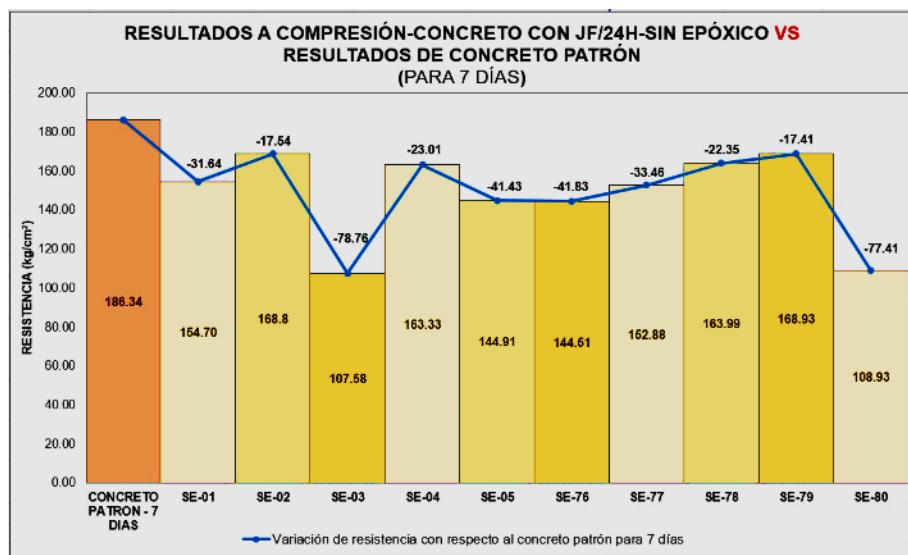
*Resultados de ensayo a compresión para 07 días – concreto con junta fría de 24 horas de formación (sin epóxico) comparado con el concreto patrón*

PROBETA	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)		
			ÁREA	CARGA APLICADA	RESISTENCIA ALCANZADA		VARIACIÓN DE RESISTENCIA				
					(5) / (4)	(6) / $f'_c$ <sub>28</sub> PATRÓN	(6) - $f'_c$ <sub>7</sub> PATRÓN	(7) - % <sub>7</sub> PATRÓN			
	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA			cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	%	kg/cm <sup>2</sup>		
	1°	2°									
<b>SE-01</b>					180	27 846	154.70	61.52%	-31.64	-12.48%	
<b>SE-02</b>	Miércoles	Jueves 30	Jueves		177	29 871	168.80	67.13%	-17.54	-6.87%	
<b>SE-03</b>	29 de	de	07 de		177	19 042	107.58	42.78%	-78.76	-31.22%	
<b>SE-04</b>	Setiembre	Setiembre	Octubre		179	29 236	163.33	64.96%	-23.01	-9.04%	
<b>SE-05</b>					176	25 504	144.91	57.63%	-41.43	-16.37%	
<b>SE-76</b>					176	25 434	144.51	57.47%	-41.83	-16.53%	
<b>SE-77</b>	Martes 05	Miércoles	Miércoles		180	27 519	152.88	60.80%	-33.46	-13.20%	
<b>SE-78</b>	de Octubre	06 de	13 de		179	29 355	163.99	65.22%	-22.35	-8.78%	
<b>SE-79</b>		Octubre			177	29 901	168.93	67.18%	-17.41	-6.82%	
<b>SE-80</b>					177	19 280	108.93	43.32%	-77.41	-30.68%	
<b>Σ</b>	<b>7 días</b>				<b>177.8</b>	<b>26 298.8</b>	<b>147.86</b>	<b>58.80%</b>	<b>-38.48</b>	<b>-15.20%</b>	
RESISTENCIA A COMPRESIÓN CONCRETO PATRÓN – 7 DÍAS ( $f'_c$ <sub>7</sub> PATRÓN) = 186.34 kg/cm <sup>2</sup> ; % <sub>7</sub> PATRÓN ≈ 74% * $f'_c$ <sub>28</sub> PATRÓN											
RESISTENCIA A COMPRESIÓN CONCRETO PATRÓN – 28 DÍAS ( $f'_c$ <sub>28</sub> PATRÓN) = 251.46 kg/cm <sup>2</sup> ; % <sub>28</sub> PATRÓN ≈ 100%											

*Fuente: Elaboración propia*

**Figura 76**

*Resultados de ensayo a compresión para 07 días - resistencia de concreto con junta fría de 24 horas de formación sin epóxico VS resistencia de concreto patrón*



Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar de la tabla 45 y figura 76, el promedio de las resistencias alcanzadas fue de  $147.86 \text{ kg/cm}^2$ , el cual representa el 58.80%; menor al 74% de resistencia alcanzada de concreto patrón a 7 días. **De esta manera se concluye que hubo una disminución de la resistencia a compresión de  $-38.48 \text{ kg/cm}^2$  (-15.20%) cuando el concreto presenta juntas frías con tiempo de formación de 24 horas sin uso del epóxico adherente, en comparación con un concreto de vaciado continuo.**

#### 4.30. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 24 HORAS DE FORMACIÓN (SIN EPÓXICO) Y 14 DÍAS DE ROTURA - $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 46**

*Resultados de ensayo a compresión para 14 días – concreto con junta fría de 24 horas de formación (sin epóxico) comparado con el concreto patrón*

PROBETA	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
					(5) / (4)		(6) / $f'_c$ 28 PATRÓN		(6) - $f'_c$ 14 PATRÓN (7) - % 14 PATRÓN
	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	ÁREA	CARGA APLICADA	RESISTENCIA ALCANZADA		VARIACIÓN DE RESISTENCIA		
	AÑO: 2021		cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	%	kg/cm <sup>2</sup>	%	
	1°	2°							
<b>SE-06</b>			177	33 047	186.71	74.25%	-25.91	-10.75%	
<b>SE-07</b>	Miércoles	Jueves 30	178	34 378	193.13	76.81%	-19.49	-8.19%	
<b>SE-08</b>	29 de Setiembre	de Setiembre	174	26 913	154.67	61.51%	-57.95	-23.49%	
<b>SE-09</b>			180	36 651	203.62	80.98%	-9.00	-4.02%	
<b>SE-10</b>			177	34 576	195.34	77.69%	-17.28	-7.31%	
<b>SE-81</b>			177	34 864	196.97	78.33%	-15.65	-6.67%	
<b>SE-82</b>	Martes 05 de Octubre	Miércoles 06 de Octubre	177	33 028	186.599	74.21%	-26.02	-10.79%	
<b>SE-83</b>			180	36 631	203.51	80.93%	-9.11	-4.07%	
<b>SE-84</b>			178	34 169	191.96	76.34%	-20.66	-8.66%	
<b>SE-85</b>			174	26 874	154.45	61.42%	-58.17	-23.58%	
<b>Ā</b>	<b>14 días</b>		<b>177.2</b>	<b>33 113.1</b>	<b>186.70</b>	<b>74.25%</b>	<b>-25.92</b>	<b>-10.75%</b>	

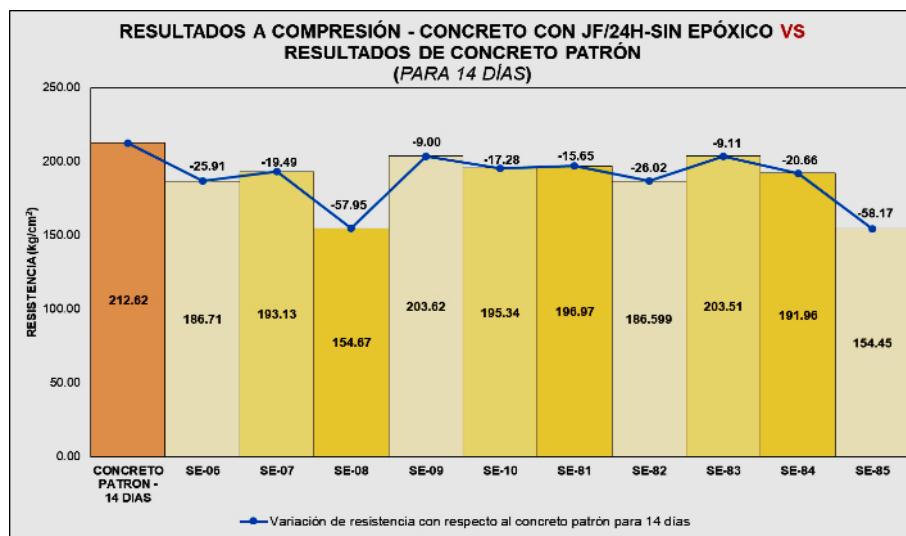
RESISTENCIA A COMPRESIÓN CONCRETO PATRÓN – 14 DÍAS ( $f'_c$  14 PATRÓN) = 212.62 kg/cm<sup>2</sup>; % 14 PATRÓN ≈ 85% \*  $f'_c$  28 PATRÓN

RESISTENCIA A COMPRESIÓN CONCRETO PATRÓN – 28 DÍAS ( $f'_c$  28 PATRÓN) = 251.46 kg/cm<sup>2</sup>; % 28 PATRÓN ≈ 100%

Fuente: Elaboración propia

**Figura 77**

*Resultados de ensayo a compresión para 14 días - resistencia de concreto con junta fría de 24 horas de formación sin epóxico VS resistencia de concreto patrón*



Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar de la tabla 46 y figura 77, el promedio de las resistencias alcanzadas fue de  $186.70 \text{ kg/cm}^2$ , el cual representa el 74.25%; menor al 85% de resistencia alcanzada de concreto patrón a 14 días. **De esta manera se concluye que hubo una disminución de la resistencia a compresión de  $-25.92 \text{ kg/cm}^2$  (-10.75%) cuando el concreto presenta juntas frías con tiempo en formación de 24 horas sin uso del epóxico adherente, en comparación con un concreto de vaciado continuo.**

#### **4.31. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 24 HORAS DE FORMACIÓN (SIN EPÓXICO) Y 28 DÍAS DE ROTURA - $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$**

**Tabla 47**

*Resultados de ensayo a compresión para 28 días – concreto con junta fría de 24 horas de formación (sin epóxico) comparado con el concreto patrón*

PROBETA	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
					(5) / (4)	(6) / $f'_c$ <sub>28</sub> PATRÓN	(6) - $f'_c$ <sub>28</sub> PATRÓN	(7) - % <sub>28</sub> PATRÓN	
	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	ÁREA	CARGA APLICADA	RESISTENCIA ALCANZADA	VARIACIÓN DE RESISTENCIA			
	AÑO: 2021		cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	%	kg/cm <sup>2</sup>	%	
	1°	2°							
<b>SE-11</b>				174	36 025	207.04	82.34%	-44.41	-17.66%
<b>SE-12</b>	Miércoles	Jueves 30		178	34 636	194.58	77.38%	-56.87	-22.62%
<b>SE-13</b>	29 de Setiembre	de Setiembre	Jueves 28 de Octubre	174	32 551	187.07	74.40%	-64.38	-25.60%
<b>SE-14</b>				176	39 628	225.16	89.54%	-26.29	-10.46%
<b>SE-15</b>				181	37 881	209.29	83.23%	-42.16	-16.77%
<b>SE-86</b>				181	36 849	203.59	80.97%	-47.86	-19.03%
<b>SE-87</b>	Martes 05 de Octubre	Miércoles 06 de Octubre	Miércoles 03 de Noviembre	174	35 956	206.64	82.18%	-44.81	-17.82%
<b>SE-88</b>				176	39 082	222.06	88.31%	-29.39	-11.69%
<b>SE-89</b>				178	34 745	195.2	77.63%	-56.25	-22.37%
<b>SE-90</b>				174	34 040	195.63	77.80%	-55.82	-22.20%
<b><math>\bar{X}</math></b>	<b>28 días</b>		<b>176.6</b>	<b>36 139.3</b>	<b>204.63</b>	<b>81.38%</b>	<b>-46.82</b>	<b>-18.62%</b>	

RESISTENCIA A COMPRESIÓN CONCRETO PATRÓN – 28 DÍAS ( $f'_c$  <sub>28</sub> PATRÓN) =  $251.46 \text{ kg/cm}^2$ ; % <sub>28</sub> PATRÓN ≈ 100%

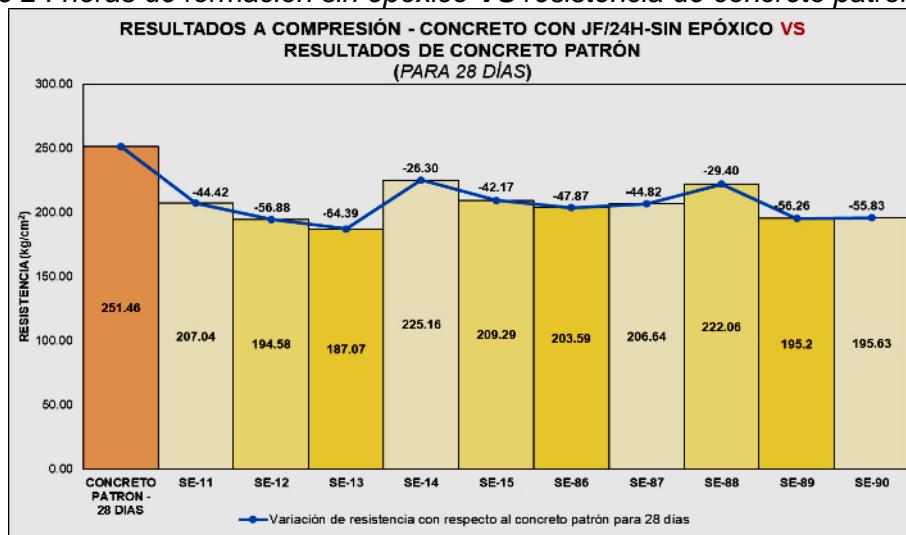
*Fuente: Elaboración propia*

Como se puede apreciar de la tabla 47 y figura 78 el promedio de las resistencias alcanzadas fue de  $204.63 \text{ kg/cm}^2$ , el cual representa el 81.38%; menor al 100% de resistencia alcanzada de concreto patrón a 28 días. **De esta manera se concluye que hubo una disminución de la resistencia a compresión de -46.82**

**kg/cm<sup>2</sup> (-18.62%)** cuando el concreto presenta juntas frías con tiempo en formación de 24 horas sin uso del epóxico adherente, en comparación con un concreto de vaciado continuo.

**Figura 78**

*Resultados de ensayo a compresión para 28 días - resistencia de concreto con junta fría de 24 horas de formación sin epóxico VS resistencia de concreto patrón*



Fuente: Elaboración propia

#### 4.32. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 24 HORAS DE FORMACIÓN (SIN EPÓXICO) PARA TODAS LAS EDADES - $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 48**

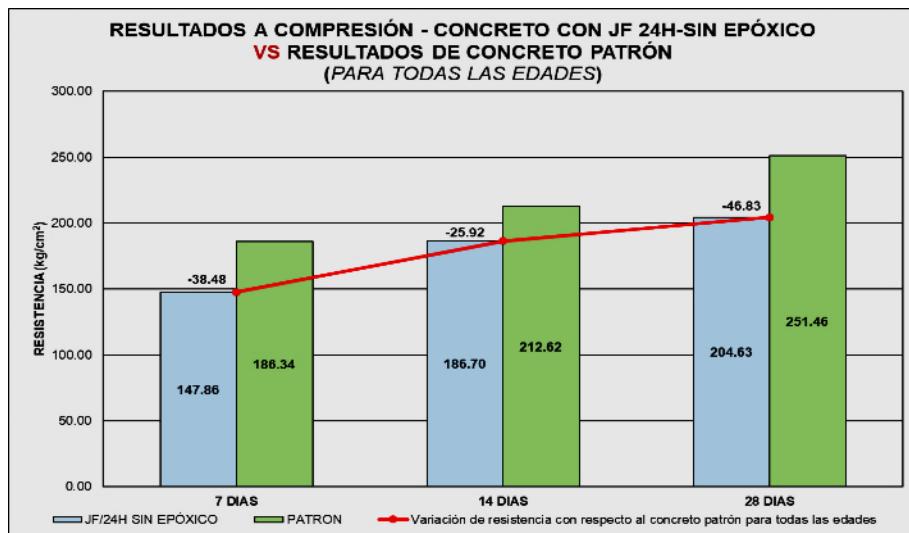
*Resultados de ensayo a compresión para todas las edades – concreto con junta fría de 24 horas de formación (sin epóxico) comparado con el concreto patrón*

(1) EDAD DE ROTURA días	(2) RESISTENCIA ALCANZADA $\text{kg}/\text{cm}^2$	(3) %	(4) RESISTENCIA CONCRETO PATRÓN $\text{kg}/\text{cm}^2$	(5) %	(6) VARIACIÓN DE RESISTENCIA $\text{kg}/\text{cm}^2$	(7) (%))
7	147.86	58.80%	186.34	74%	-38.48	-15.20%
14	186.70	74.25%	212.62	85%	-25.92	-10.75%
28	204.63	81.38%	251.46	100%	-46.82	-18.62%
(2) / $f'_c$ <sub>28</sub> PATRÓN			(4) / $f'_c$ <sub>28</sub> PATRÓN			(2) - (4)      (3) - (5)

Fuente: Elaboración propia

**Figura 79**

*Resultados de ensayo a compresión para todas las edades - resistencia de concreto con junta fría de 24 horas de formación (sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón*



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 48 y figura 79 se han tomado los promedios de las resistencias del concreto con junta fría de 24 horas de formación y sin uso de epóxico adherente para compararlos con el promedio de las resistencias alcanzadas concreto patrón por cada edad de rotura. En la curva se puede observar la diferencia numérica en resistencia, notándose que **en todas las edades el concreto patrón fue mayor**, frente a un concreto con vaciado interrumpido con la consecuencia de la formación de una junta fría de 8 horas y sin aplicación del puente de adherencia.

### 4.33. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 24 HORAS DE FORMACIÓN (CON EPÓXICO) Y 7 DÍAS DE ROTURA - $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 49**

*Resultados de ensayo a compresión para 7 días – concreto con junta fría de 24 horas de formación (con epóxico) comparado con el concreto patrón*

PROBETA	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
					(5) / (4)	(6) / $f'_c$ <sub>28</sub> PATRÓN	(6) - $f'_c$ <sub>7</sub> PATRÓN	(7) - % <sub>7</sub> PATRÓN	
	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	ÁREA	CARGA APLICADA	RESISTENCIA ALCANZADA		VARIACIÓN DE RESISTENCIA		
	<b>AÑO: 2021</b>		cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	%	kg/cm <sup>2</sup>	%	
	1°	2°							
<b>EP-16</b>				177	23 906	135.06	53.71%	-51.28	-20.29%
<b>EP-17</b>	Miércoles	Jueves 30	Jueves 07	177	23 012	130.01	51.70%	-56.33	-22.30%
<b>EP-18</b>	29 de Setiembre	de Setiembre	de Octubre	176	22 486	127.76	50.81%	-58.58	-23.19%
<b>EP-19</b>				176	22 834	129.74	51.60%	-56.60	-22.40%
<b>EP-20</b>				177	16 491	93.17	37.05%	-93.17	-36.95%
<b>EP-76</b>				177	16 898	95.47	37.97%	-90.87	-36.03%
<b>EP-77</b>	Martes 05 de Octubre	Miércoles 06 de Octubre	Miércoles 13 de Octubre	177	23 598	133.32	53.02%	-53.02	-20.98%
<b>EP-78</b>				176	22 844	129.80	51.62%	-56.54	-22.38%
<b>EP-79</b>				177	22 695	128.22	50.99%	-58.12	-23.01%
<b>EP-80</b>				176	22 705	129.01	51.31%	-57.33	-22.69%
<b>X</b>	<b>7 días</b>			<b>176.6</b>	<b>21 746.9</b>	<b>123.16</b>	<b>48.98%</b>	<b>-63.18</b>	<b>-25.02%</b>

RESISTENCIA A COMPRESIÓN CONCRETO PATRÓN – 7 DÍAS ( $f'_c$  <sub>7</sub> PATRÓN) = 186.34 kg/cm<sup>2</sup>; % <sub>7</sub> PATRÓN ≈ 74% \*  $f'_c$  <sub>28</sub> PATRÓN

RESISTENCIA A COMPRESIÓN CONCRETO PATRÓN – 28 DÍAS ( $f'_c$  <sub>28</sub> PATRÓN) = 251.46 kg/cm<sup>2</sup>; % <sub>28</sub> PATRÓN ≈ 100%

*Fuente: Elaboración propia*

**Figura 80**

*Resultados de ensayo a compresión para 07 días - resistencia de concreto con junta fría de 24 horas de formación con epóxico VS resistencia de concreto patrón*



*Fuente: Elaboración propia*

Como se puede apreciar de la tabla 49 y figura 80, el promedio de las resistencias alcanzadas fue de  $123.16 \text{ kg/cm}^2$ , el cual representa el 48.98%; menor al 74% de resistencia alcanzada de concreto patrón a 7 días. **De esta manera se concluye que hubo una disminución de la resistencia a compresión de  $-63.18 \text{ kg/cm}^2$  (-25.02%) cuando el concreto presenta juntas frías con tiempo de formación de 24 horas con uso del epóxico adherente, en comparación con un concreto de vaciado continuo.**

#### 4.34. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 24 HORAS DE FORMACIÓN (CON EPÓXICO) Y 14 DÍAS DE ROTURA - $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 50**

*Resultados de ensayo a compresión para 14 días – concreto con junta fría de 24 horas de formación (sin epóxico) comparado con el concreto patrón*

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
PROBETA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	ÁREA	CARGA APLICADA	RESISTENCIA ALCANZADA	VARIACIÓN DE RESISTENCIA		
	AÑO: 2021		cm <sup>2</sup>	kg	kg/cm <sup>2</sup>	%	kg/cm <sup>2</sup>	%
	1°	2°						
EP-06			177	19 588	110.70	44.02%	-101.92	-40.98%
EP-07	Miércoles 29 de Setiembre	Jueves 30 de Octubre	177	29 087	164.33	65.35%	-48.29	-19.65%
EP-08			179	30 477	170.26	67.71%	-42.36	-17.29%
EP-09			179	34 000	189.94	75.54%	-22.68	-9.46%
EP-10			177	28 521	161.14	64.08%	-51.48	-20.92%
EP-81			177	28 611	161.64	64.28%	-50.98	-20.72%
EP-82	Martes 05 de Octubre	Miércoles 06 de Octubre	177	20 610	116.44	46.31%	-96.18	-38.69%
EP-83		20 de Octubre	179	34 050	190.22	75.65%	-22.40	-9.35%
EP-84			177	28 114	158.84	63.17%	-53.78	-21.83%
EP-85			179	30 298	169.26	67.31%	-43.36	-17.69%
$\bar{X}$	14 días		177.8	28 335.6	159.28	63.34%	-53.34	-21.66%

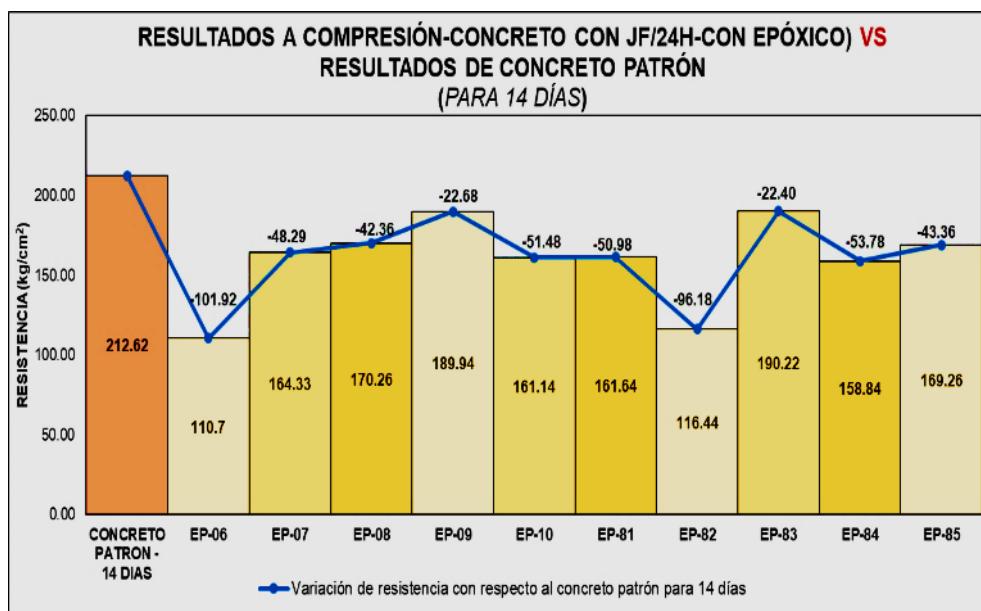
RESISTENCIA A COMPRESIÓN CONCRETO PATRÓN – 14 DÍAS ( $f'_c$  14 PATRÓN) =  $212.62 \text{ kg/cm}^2$ ; % 14 PATRÓN ≈ 85%\*  $f'_c$  28 PATRÓN

RESISTENCIA A COMPRESIÓN CONCRETO PATRÓN – 28 DÍAS ( $f'_c$  28 PATRÓN) =  $251.46 \text{ kg/cm}^2$ ; % 28 PATRÓN ≈ 100%

*Fuente: Elaboración propia*

**Figura 81**

*Resultados de ensayo a compresión para 14 días - resistencia de concreto con junta fría de 24 horas de formación con epóxico VS resistencia de concreto patrón*



Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar de la tabla 50 y figura 81 el promedio de las resistencias alcanzadas fue de  $159.28 \text{ kg/cm}^2$ , el cual representa el 63.34%; menor al 85% de resistencia alcanzada de concreto patrón a 14 días. **De esta manera se concluye que hubo una disminución de la resistencia a compresión de  $-53.34 \text{ kg/cm}^2$  (-21.66%) cuando el concreto presenta juntas frías con tiempo de formación de 24 horas con uso del epóxico adherente, en comparación con un concreto de vaciado continuo.**

**4.35. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 24 HORAS DE FORMACIÓN (CON EPÓXICO) Y 28 DÍAS DE ROTURA -  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$**

**Tabla 51**

*Resultados de ensayo a compresión para 28 días – concreto con junta fría de 24 horas de formación (con epóxico) comparado con el concreto patrón*

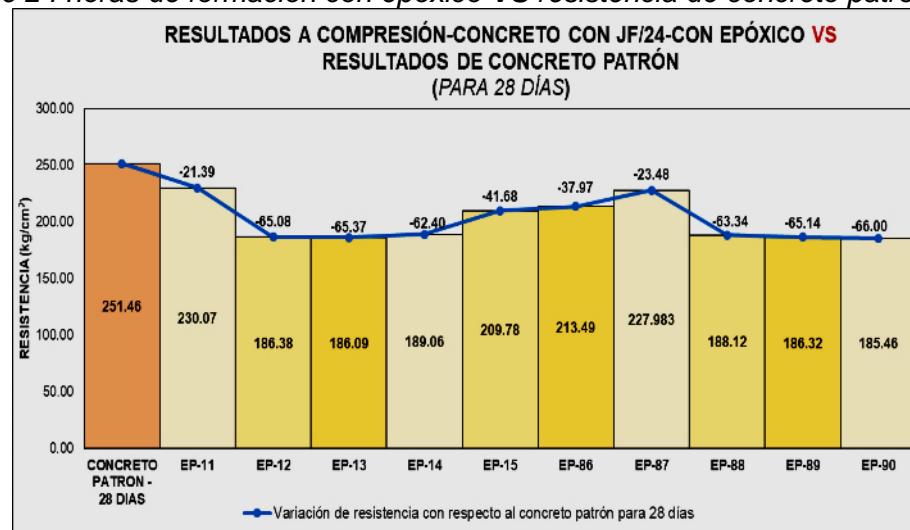
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	
PROBETA	FECHA DE VACIADO AÑO: 2021	FECHA DE ROTURA	ÁREA cm <sup>2</sup>	CARGA APLICADA kg	RESISTENCIA ALCANZADA kg/cm <sup>2</sup>	(5) / (4) %	(6) / $f'c$ 28 PATRÓN	(6) - $f'c$ 28 PATRÓN	(7) - % 28 PATRÓN
							PATRÓN	PATRÓN	PATRÓN
<b>EP-11</b>			176	40 492	230.07	91.50%	-21.38	-8.50%	
<b>EP-12</b>	Miércoles 29 de Setiembre	Jueves 30 de Setiembre	173	32 243	186.38	74.12%	-65.07	-25.88%	
<b>EP-13</b>		Jueves 28 de Octubre	173	32 194	186.09	74.01%	-65.36	-25.99%	
<b>EP-14</b>			179	33 842	189.06	75.19%	-62.39	-24.81%	
<b>EP-15</b>			174	36 502	209.78	83.43%	-41.67	-16.57%	
<b>EP-86</b>			174	37 147	213.49	84.90%	-37.96	-15.10%	
<b>EP-87</b>	Martes 05 de Octubre	Miércoles 06 de Octubre	176	40 125	227.983	90.67%	-23.47	-9.33%	
<b>EP-88</b>		Miércoles 03 de Noviembre	179	33 673	188.12	74.81%	-63.33	-25.19%	
<b>EP-89</b>			173	32 234	186.32	74.10%	-65.13	-25.90%	
<b>EP-90</b>			173	32 085	185.46	73.76%	-65.99	-26.24%	
<b><math>\bar{X}</math></b>	<b>28 días</b>		<b>175</b>	<b>35 054</b>	<b>200.28</b>	<b>79.65%</b>	<b>-51.18</b>	<b>-20.35%</b>	

RESISTENCIA A COMPRESIÓN CONCRETO PATRÓN – 28 DÍAS ( $f'c$  28 PATRÓN) = 251.46 kg/cm<sup>2</sup>; % 28 PATRÓN ≈ 100%

Fuente: Elaboración propia

**Figura 82**

*Resultados de ensayo a compresión para 28 días - resistencia de concreto con junta fría de 24 horas de formación con epóxico VS resistencia de concreto patrón*



Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar de la tabla 51 y figura 82, el promedio de las resistencias alcanzadas fue de 200.28 kg/cm<sup>2</sup>, el cual representa el 79.65%; menor al 100% de

resistencia alcanzada de concreto patrón a 28 días. De esta manera se concluye que hubo una disminución de la resistencia a compresión de  $-51.18 \text{ kg/cm}^2$  (-20.35%) cuando el concreto presenta juntas frías con tiempo de formación de 24 horas con uso del epóxico adherente, en comparación con un concreto de vaciado continuo.

#### 4.36. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 24 HORAS DE FORMACIÓN (CON EPÓXICO) PARA TODAS LAS EDADES - $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$

Tabla 52

Resultados de ensayo a compresión para todas las edades – concreto con junta fría de 24 horas de formación (con epóxico) comparado con el concreto patrón

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
EDAD DE ROTURA	RESISTENCIA ALCANZADA		RESISTENCIA CONCRETO PATRÓN		VARIACIÓN DE RESISTENCIA	
días	kg/cm <sup>2</sup>	%	kg/cm <sup>2</sup>	%	kg/cm <sup>2</sup>	%
7	123.16	48.98%	186.34	74%	-63.18	-25.02%
14	159.28	63.34%	212.62	85%	-53.34	-21.66%
28	200.28	79.65%	251.45	100%	-51.17	-20.35%
(2) / $f'_c$ 28 PATRÓN			(4) / $f'_c$ 28 PATRÓN		(2) - (4)	
					(3) - (5)	

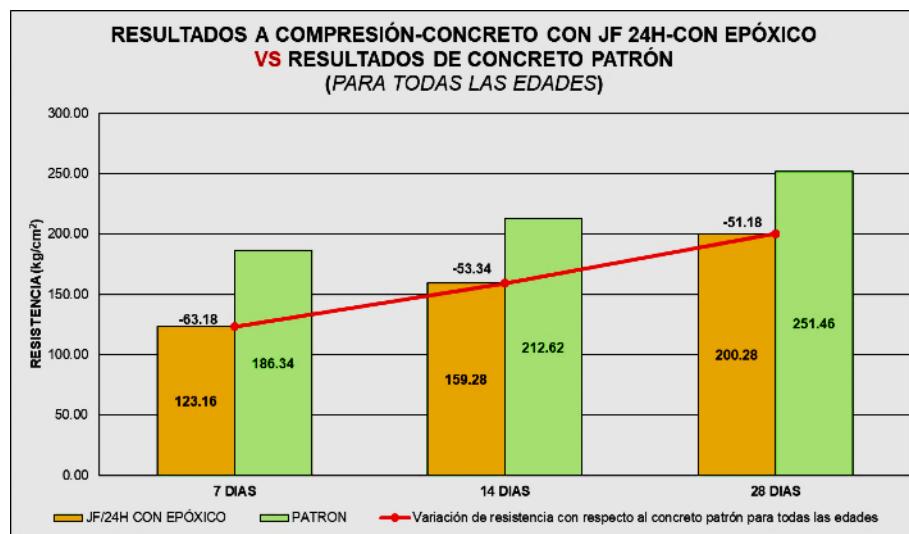
RESISTENCIA A COMPRESIÓN CONCRETO PATRÓN – 28 DÍAS ( $f'_c$  28 PATRÓN) =  $251.46 \text{ kg/cm}^2$ ; % 28 PATRÓN  $\approx 100\%$

RESISTENCIA A COMPRESIÓN CONCRETO PATRÓN – 28 DÍAS ( $f'_c$  28 PATRÓN) =  $251.46 \text{ kg/cm}^2$ ; % 28 PATRÓN  $\approx 100\%$

Fuente: Elaboración propia

Figura 83

Resultados de ensayo a compresión para todas las edades - resistencia de concreto con junta fría de 24 horas de formación (con epóxico) VS resistencia de concreto patrón



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 52 y figura 83 se han tomado los promedios de las resistencias del concreto con junta fría de 24 horas de formación aplicándole epóxico adherente para compararlos con el promedio de las resistencias del concreto patrón por cada edad de rotura. En la curva se puede observar la diferencia numérica en resistencia, notándose que **en todas las edades el concreto patrón fue mayor**, frente a un concreto con vaciado interrumpido con la consecuencia de la formación de una junta fría de 24 horas y tratamiento de epóxico adherente.

#### 4.37. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 24 HORAS DE FORMACIÓN (CON/SIN EPÓXICO) Y 7 DÍAS DE ROTURA - $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 53**

*Resultados de ensayo a compresión para 7 días – concreto con junta fría de 24 horas de formación (sin/con epóxico) comparado con el concreto patrón*

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
EDAD DE ROTURA días	TIPO DE CONCRETO	PROMEDIO DE RESISTENCIA $\text{kg/cm}^2$	%	VARIACIÓN DE RESISTENCIA $\text{kg/cm}^2$	%
7	PATRÓN ( $f'_c$ 7 PATRÓN)	186.34	74%	0	0%
	JUNTA FRÍA DE 24 HORAS SIN EPÓXICO	147.86	58.80%	-38.48	-15.20%
	CON EPÓXICO	123.16	48.98%	-63.18	-25.02%

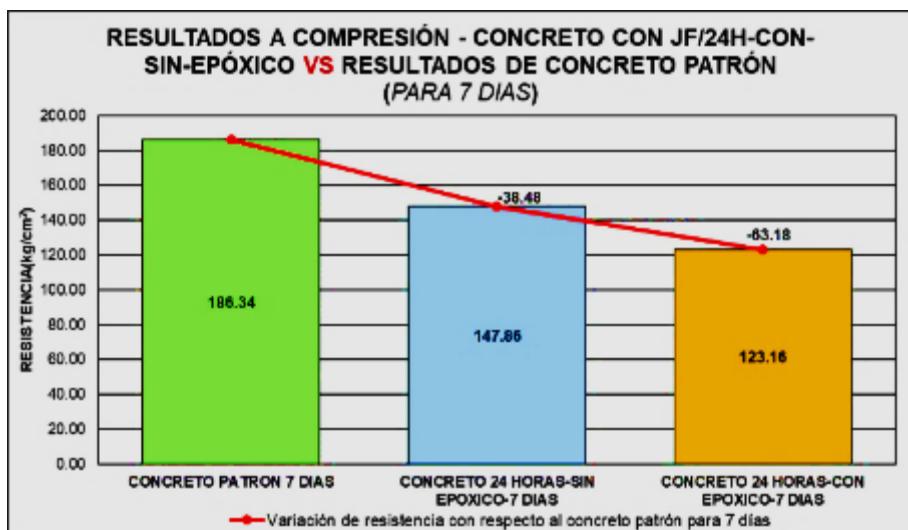
$$(3) / f'_c 28 \text{ PATRÓN} \quad (3) - f'_c 7 \text{ PATRÓN} \quad (4) - \% 7 \text{ PATRÓN}$$

RESISTENCIA A COMPRESIÓN CONCRETO PATRÓN – 28 DÍAS ( $f'_c$  28 PATRÓN) = 251.46  $\text{kg/cm}^2$ ; % 28 PATRÓN ≈ 100%

Fuente: Elaboración propia

**Figura 84**

*Resultados de ensayo a compresión para 7 días - resistencia de concreto con junta fría de 24 horas de formación (sin/con epóxico) VS resistencia de concreto patrón*



Fuente: Elaboración propia

De la tabla 53 y la figura 84, se puede observar que **efectivamente la formación de juntas frías a 24 horas disminuye la resistencia a compresión en relación a un concreto patrón**, notándose que el más afectado fue el que se le aplicó epóxico adherente con  $-63.18 \text{ kg/cm}^2$  (-25.02%) seguido del que no recibe tratamiento con  $-38.48 \text{ kg/cm}^2$  (-15.20%) cuando la rotura se haga a 7 días para los 3 casos.

#### 4.38. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 24 HORAS DE FORMACIÓN (CON/SIN EPÓXICO) Y 14 DÍAS DE ROTURA - $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 54**

*Resultados de ensayo a compresión para 14 días – concreto con junta fría de 24 horas de formación (sin/con epóxico) comparado con el concreto patrón*

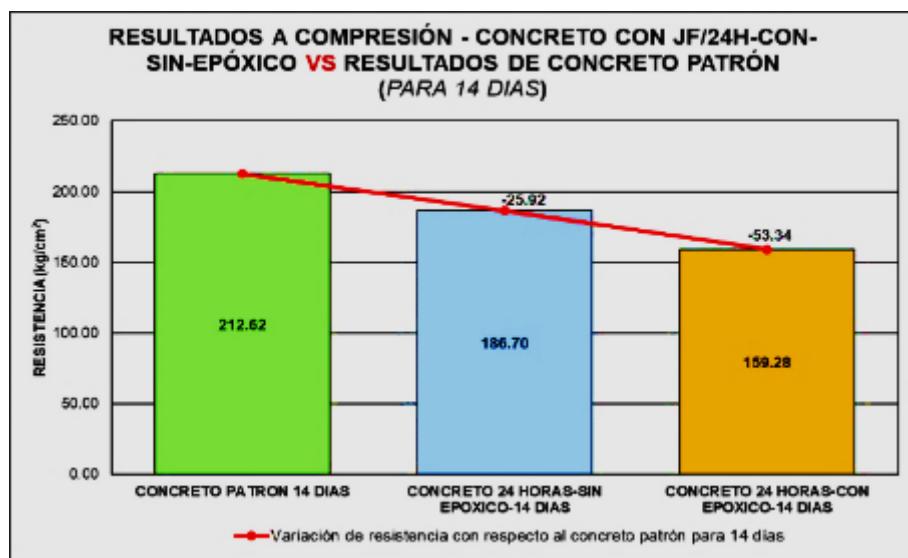
(1) EDAD DE ROTURA días	(2) TIPO DE CONCRETO	(3)	(4)	(5)	(6)
		PROMEDIO DE RESISTENCIA $\text{kg/cm}^2$	%	VARIACIÓN DE RESISTENCIA $\text{kg/cm}^2$	%
14	PATRÓN ( $f'_c$ 14 PATRÓN)	212.62	85%	0	0%
	JUNTA FRÍA DE 24 HORAS	SIN EPÓXICO	186.70	-25.92	-10.75%
	CON EPÓXICO	159.28	63.34%	-53.34	-21.66%
		(3) / $f'_c$ 28 PATRÓN	(3) - $f'_c$ 14 PATRÓN	(4) - % 14 PATRÓN	

RESISTENCIA A COMPRESIÓN CONCRETO PATRÓN – 28 DÍAS ( $f'_c$  28 PATRÓN) =  $251.46 \text{ kg/cm}^2$ ; % 28 PATRÓN  $\approx 100\%$

*Fuente: Elaboración propia*

**Figura 85**

*Resultados de ensayo a compresión para 14 días - resistencia de concreto con junta fría de 24 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón*



*Fuente: Elaboración propia*

De la tabla 54 y la figura 85, se puede observar que **efectivamente la formación de juntas frías a 24 horas disminuye la resistencia a compresión en relación a un concreto patrón**, notándose que el más afectado fue el que se le aplicó epóxico adherente con  $-53.34 \text{ kg/cm}^2$  (-21.66%) seguido del que no recibe tratamiento con  $-25.92 \text{ kg/cm}^2$  (-10.75%) cuando la rotura se haga a 14 días para los 3 casos.

#### 4.39. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 24 HORAS DE FORMACIÓN (CON/SIN EPÓXICO) Y 28 DÍAS DE ROTURA - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 55**

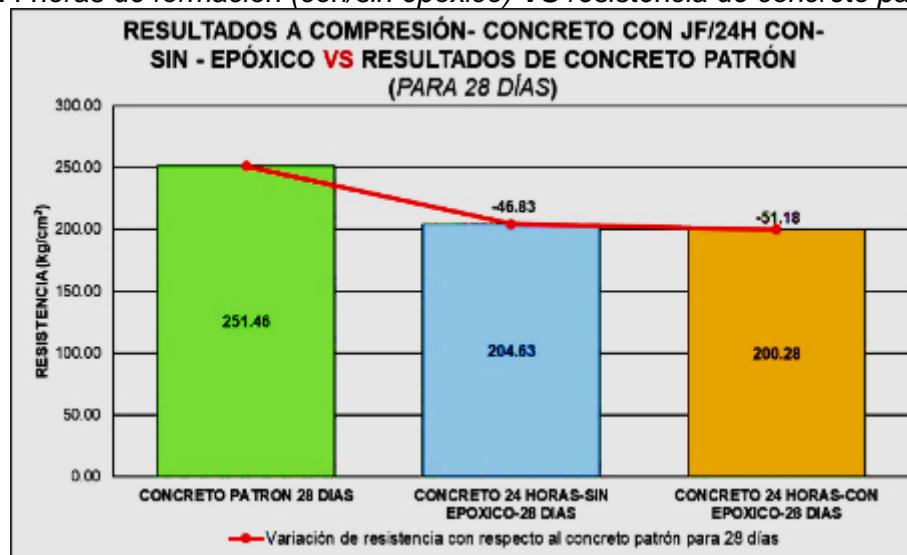
*Resultados de ensayo a compresión para 28 días – concreto con junta fría de 24 horas de formación (sin/con epóxico) comparado con el concreto patrón*

(1) EDAD DE ROTURA días	(2) TIPO DE CONCRETO	(3) PROMEDIO DE RESISTENCIA		(4) VARIACIÓN DE RESISTENCIA	
		kg/cm <sup>2</sup>	%	kg/cm <sup>2</sup>	%
28	PATRÓN ( $f'c_{14}$ PATRÓN)	251.46	100%	0	0%
	JUNTA FRÍA DE 24 HORAS	SIN EPÓXICO	204.63	-46.82	-18.62%
		CON EPÓXICO	200.28	-51.17	-20.35%
		(3) / $f'c_{28}$	(3) - $f'c_{28}$	(4) - % 28	
		PATRÓN	PATRÓN	PATRÓN	

*Fuente: Elaboración propia*

**Figura 86**

*Resultados de ensayo a compresión para 28 días - resistencia de concreto con junta fría de 24 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón*



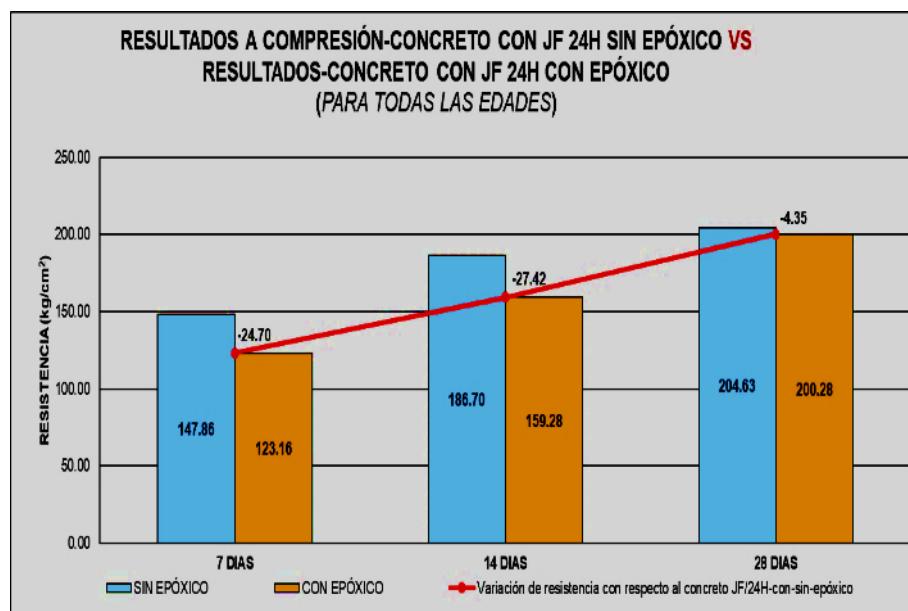
*Fuente: Elaboración propia*

De la tabla 55 y la figura 86, se puede observar que **efectivamente la formación de juntas frías a 24 horas disminuye la resistencia a compresión en relación a un concreto patrón**, notándose que el más afectado fue el que se le aplicó epóxico adherente con  $-51.17 \text{ kg/cm}^2$  (-20.35%) seguido del que no recibe tratamiento con  $-46.82 \text{ kg/cm}^2$  (-18.62%) cuando la rotura se haga a 28 días para los 3 casos.

#### 4.40. RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 24 HORAS DE FORMACIÓN (SIN/CON EPÓXICO) PARA TODAS LAS EDADES - $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$

**Figura 87**

*Resultados de ensayo a compresión para todas las edades - resistencia de concreto con junta fría de 24 horas de formación (sin epóxico) VS resistencia de concreto con junta fría de 24 horas de formación (con epóxico)*



*Nota.* Se puede observar que en el concreto con junta fría de 24 horas de formación **la resistencia es más afectada si recibe tratamiento con epóxico adherente**, notándose una diferencia de  $-24.70$ ,  $-27.42$  y  $-4.35 \text{ kg/cm}^2$  a los 7, 14 y 28 días de rotura respectivamente frente al concreto con junta fría sin tratamiento de epóxico adherente.

*Fuente:* Elaboración propia

**Tabla 56**

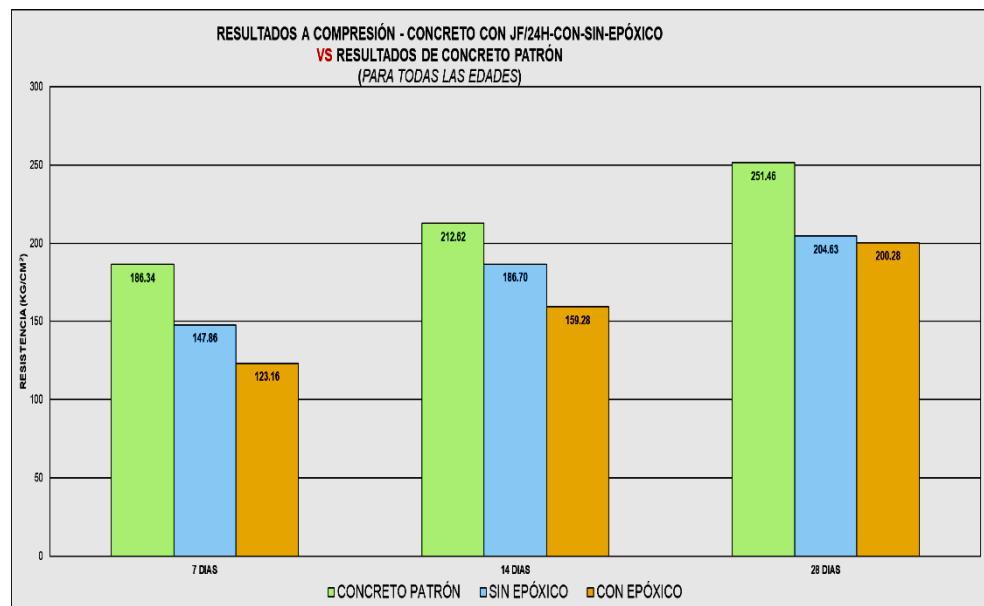
*Resultados de ensayo a compresión para todas las edades – concreto con junta fría de 24 horas de formación (sin/con epóxico) comparado con el concreto patrón*

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	
EDAD DE ROTURA	RESISTENCIA (kg/cm <sup>2</sup> )						VARIACIÓN DE RESISTENCIA				
	PATRÓN		JUNTA FRÍA DE 24 HORAS				SIN EPÓXICO		CON EPÓXICO		
	días	kg/cm <sup>2</sup>	%	kg/cm <sup>2</sup>	%	kg/cm <sup>2</sup>	%	kg/cm <sup>2</sup>	%	kg/cm <sup>2</sup>	%
7	186.34	74%	147.86	58.80%	123.16	48.98%	-38.48	-15.20%	-63.18	-25.02%	
14	212.62	85%	186.70	74.25%	159.28	63.34%	-25.92	-10.75%	-53.34	-21.66%	
28	251.46	100%	204.63	81.38%	200.28	79.65%	-46.83	-18.62%	-51.18	-20.35%	
	(2) / f'c <sub>28</sub>			(4) / f'c <sub>28</sub>		(6) / f'c <sub>28</sub>		(4) - (2)	(5) - (3)	(6) - (2)	(7) - (3)
	PATRÓN			PATRÓN		PATRÓN					

Fuente: Elaboración propia

**Figura 88**

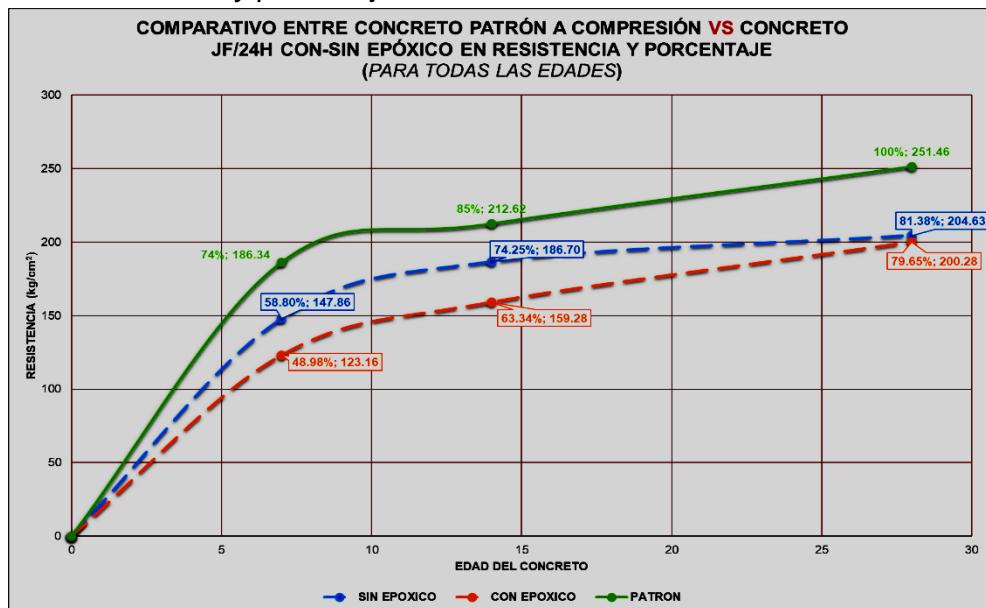
*Resultados de ensayo a compresión para todas las edades - resistencia de concreto kg/cm<sup>2</sup>, todos comparados con el concreto patrón que alcanzó una resistencia total de 251.46 kg/cm<sup>2</sup>.*



Fuente: Elaboración propia

**Figura 89**

*Resultados de ensayo a compresión para todas las edades - resistencia de concreto con junta fría de 24 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón – en resistencia y porcentaje*



Fuente: Elaboración propia

Finalmente, de la tabla 56, figura 88 y 89 se puede apreciar que **hay una disminución de la resistencia a compresión para las 3 edades del concreto cuando existe una junta fría a 24 horas de formación frente a un concreto patrón.**

El más afectado fue el concreto con junta fría a 24 horas con aplicación del epóxico adherente, teniendo una disminución a los 28 días de rotura de  $-51.18 \text{ kg/cm}^2$  vs el concreto con junta fría a 24 horas sin aplicación del epóxico adherente de  $-46.83 \text{ kg/cm}^2$ , todos comparados con el concreto patrón que alcanzó una resistencia total de  $251.46 \text{ kg/cm}^2$ .

**4.41. RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO PATRÓN A 07 DÍAS DE ROTURA  
PARA  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$**

**Tabla 57**

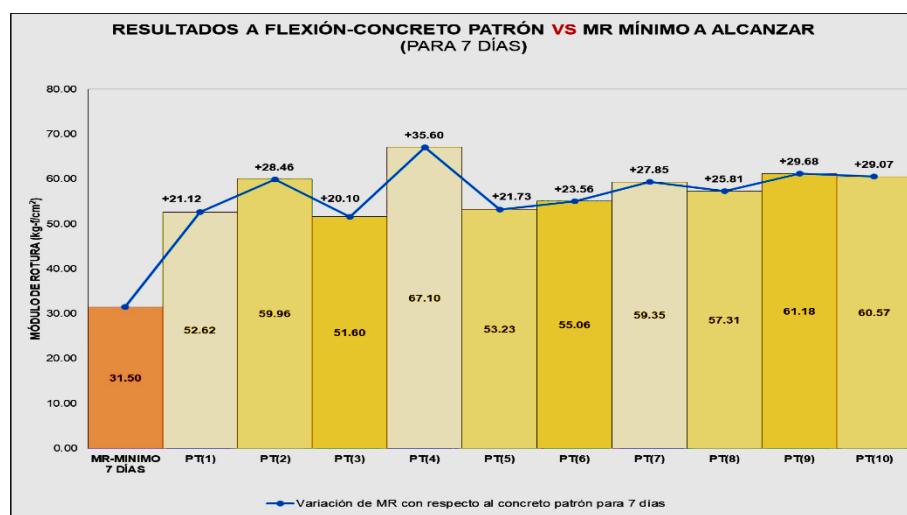
*Resultados de ensayo a flexión para 07 días – concreto patrón comparado con la resistencia mínima a alcanzar*

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
PROBETA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	CARGA APLICADA	DISTANCIA APOYOS	(ANCHO) (ALTURA) <sup>2</sup>	MÓDULO DE ROTURA ALCANZADA	3*(4) *(5) / 2*(6) (7) / MR <sub>28</sub> (7) - MR <sub>7</sub> MÍNIMO MÍNIMO 7 MÍNIMO		
		AÑO:2021	kg-f	cm	cm <sup>3</sup>	kg-f/cm <sup>2</sup>	%	kg-f/cm <sup>2</sup>	%
1°	2°								
PT(1)			2 630.80	45	3 375	52.62	71.59%	+21.12	28.59%
PT(2)			2 997.80	45	3 375	59.96	81.58%	+28.46	38.58%
PT(3)			2 579.80	45	3 375	51.60	70.20%	+20.10	27.20%
PT(4)			3 354.80	45	3 375	67.10	91.29%	+35.60	48.29%
PT(5)	Lunes 08 de Noviembre	Lunes 15 de Noviembre	2 661.40	45	3 375	53.23	72.42%	+21.73	29.42%
PT(6)			2 753.20	45	3 375	55.06	74.91%	+23.56	31.91%
PT(7)			2 967.30	45	3 375	59.35	80.75%	+27.85	37.75%
PT(8)			2 865.40	45	3 375	57.31	77.97%	+25.81	34.97%
PT(9)			3 059.10	45	3 375	61.18	83.24%	+29.68	40.24%
PT(10)			3 028.50	45	3 375	60.57	82.41%	+29.07	39.41%
<b>PT(1)</b>	<b>7 días</b>		<b>2 889.81</b>	<b>45</b>	<b>3 375</b>	<b>57.80</b>	<b>78.64%</b>	<b>26.30</b>	<b>35.64%</b>
MÓDULO DE ROTURA MÍNIMO – 7 DÍAS (MR <sub>7</sub> MÍNIMO) = 31.50 kg-f/cm <sup>2</sup> ; % 7 MÍNIMO ≈ 43%* MR <sub>28</sub> MÍNIMO									
MÓDULO DE ROTURA MÍNIMO – 28 DÍAS (MR <sub>28</sub> MÍNIMO) = 73.50 kg-f/cm <sup>2</sup> ; % 28 MÍNIMO ≈ 100%									

*Fuente: Elaboración propia*

**Figura 90**

*Resultados de ensayo a flexión para 07 días - resistencia de concreto patrón VS resistencia mínima a alcanzar*



*Fuente: Elaboración propia*

Como se puede apreciar de la tabla 57 y figura 90, el promedio de las resistencias alcanzadas (módulo de rotura) fue de  $57.80 \text{ kg-f/cm}^2$ , el cual representa el 78.64% del concreto mínimo a obtener a 28 días; mayor al 43% de resistencia alcanzada de concreto mínimo a obtener a 7 días. **De esta manera se concluye que hubo un aumento de la resistencia a flexión de  $26.30 \text{ kg-f/cm}^2$  (35.64%), en comparación con la resistencia del concreto mínimo a obtener.**

#### **4.42. RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO PATRÓN A 14 DÍAS DE ROTURA PARA $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$**

**Tabla 58**

*Resultados de ensayo a flexión para 14 días – concreto patrón comparado con la resistencia mínima a alcanzar*

(1) PROBETA	(2) FECHA DE VACIADO	(3) FECHA DE ROTURA	(4) CARGA APLICADA	(5) DISTANCIA APOYOS	(6) (ANCHO) (ALTURA) <sup>2</sup>	(7) MÓDULO DE ROTURA ALCANZADA	(8) VARIACIÓN DE MÓDULO DE ROTURA			(9) MÍNIMO 7 MÍNIMO	(10) MÍNIMO 7 MÍNIMO
							$3*(4) * (5)$	$(7) / MR_{28}$	$(7) - MR_7$		
							$/ 2*(6)$	MÍNIMO	MÍNIMO		
			AÑO:2021	kg-f	cm	cm <sup>3</sup>	kg-f/cm <sup>2</sup>	%	kg-f/cm <sup>2</sup>	%	
1°	2°										
PT(11)				3 569.0	45	3 375	71.38	97.12%	+18.88	26.12%	
PT(12)				3 721.9	45	3 375	74.44	101.28%	+21.94	30.28%	
PT(13)				3 528.2	45	3 375	70.56	96.00%	+18.06	25.00%	
PT(14)				3 854.5	45	3 375	77.09	104.88%	+24.59	33.88%	
PT(15)	Lunes 08 de Noviembre	Lunes 22 de Noviembre		3 599.5	45	3 375	71.99	97.95%	+19.49	26.95%	
PT(16)				3 579.1	45	3 375	71.58	97.39%	+19.08	26.39%	
PT(17)				3 721.9	45	3 375	74.44	101.28%	+21.94	30.28%	
PT(18)				3 783.1	45	3 375	75.66	102.94%	+23.16	31.94%	
PT(19)				3 681.1	45	3 375	73.62	100.16%	+21.12	29.16%	
PT(20)				3 640.3	45	3 375	72.81	99.06%	+20.31	28.06%	
<b>X</b>	<b>14 días</b>			<b>3 667.86</b>	<b>45</b>	<b>3 375</b>	<b>73.36</b>	<b>99.81%</b>	<b>20.86</b>	<b>28.81%</b>	

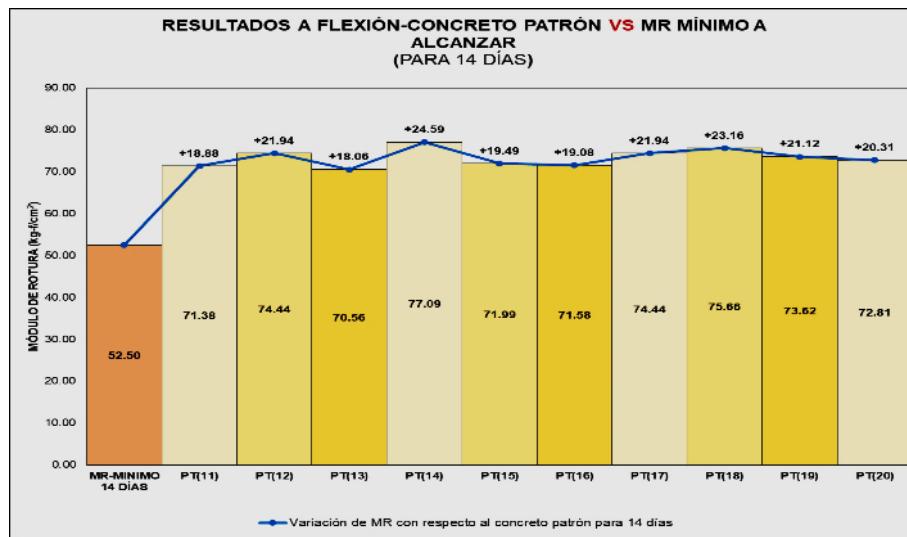
MÓDULO DE ROTURA MÍNIMO – 14 DÍAS (MR<sub>14</sub> MÍNIMO) =  $52.50 \text{ kg-f/cm}^2$ ; %<sub>14</sub> MÍNIMO ≈ 71%\* MR<sub>28</sub> MÍNIMO

MÓDULO DE ROTURA MÍNIMO – 28 DÍAS (MR<sub>28</sub> MÍNIMO) =  $73.50 \text{ kg-f/cm}^2$ ; %<sub>28</sub> MÍNIMO ≈ 100%

*Fuente: Elaboración propia*

**Figura 91**

*Resultados de ensayo a flexión para 14 días - resistencia de concreto patrón VS resistencia mínima a alcanzar*



Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar de la tabla 58 y figura 91, el promedio de las resistencias alcanzadas (módulo de rotura) fue de 73.36 kg-f/cm<sup>2</sup>, el cual representa el 99.81% del concreto mínimo a obtener a 28 días; mayor al 71% de resistencia alcanzada de concreto mínimo a obtener a 7 días. **De esta manera se concluye que hubo un aumento de la resistencia a flexión de 20.86 kg-f/cm<sup>2</sup> (28.81%), en comparación con la resistencia del concreto mínimo a obtener.**

**4.43. RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO PATRÓN A 28 DÍAS DE ROTURA  
PARA  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$**

**Tabla 59**

*Resultados de ensayo a flexión para 28 días – concreto patrón comparado con la resistencia mínima a alcanzar*

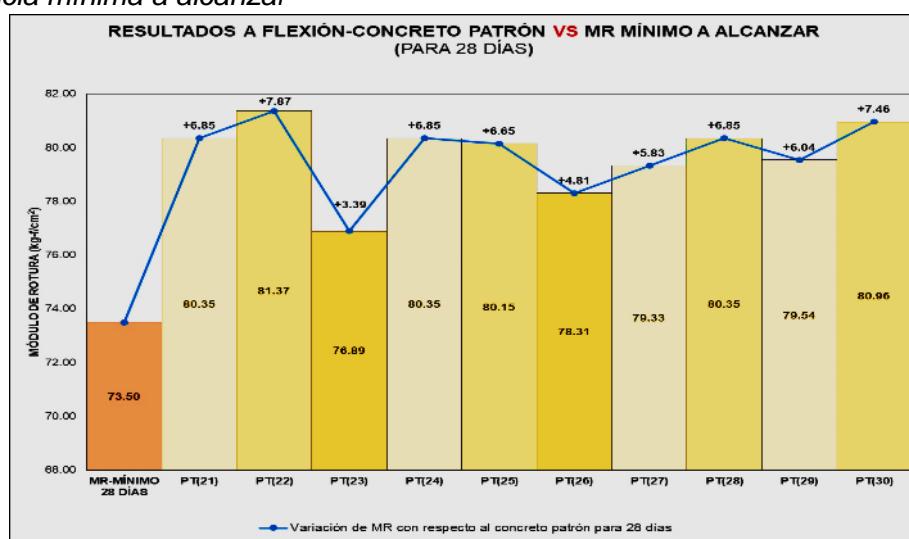
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
PROBETA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	CARGA APLICADA	DISTANCIA APOYOS	(ANCHO) (ALTURA) <sup>2</sup>	3*(4) *(5)	(7) / MR <sub>28</sub>	(7) - MR <sub>28</sub>	(7) - %MR / 2*(6)
						MÍNIMO	MÍNIMO	MÍNIMO	
									28 MÍNIMO
		AÑO:2021	kg-f	cm	cm <sup>3</sup>	kg-f/cm <sup>2</sup>	%	kg-f/cm <sup>2</sup>	%
1°	2°								
PT(21)			4017.60	45	3 375	80.35	109.32%	+6.85	9.32%
PT(22)			4068.60	45	3 375	81.37	110.71%	+7.87	10.71%
PT(23)			3844.30	45	3 375	76.89	104.61%	+3.39	4.61%
PT(24)			4017.60	45	3 375	80.35	109.32%	+6.85	9.32%
PT(25)	Lunes 08 de Noviembre	Lunes 06 de Diciembre	4007.40	45	3 375	80.15	109.05%	+6.65	9.05%
PT(26)			3915.60	45	3 375	78.31	106.54%	+4.81	6.54%
PT(27)			3966.60	45	3 375	79.33	107.93%	+5.83	7.93%
PT(28)			4017.60	45	3 375	80.35	109.32%	+6.85	9.32%
PT(29)			3976.80	45	3 375	79.54	108.22%	+6.04	8.22%
PT(30)			4048.20	45	3 375	80.96	110.15%	+7.46	10.15%
<b>PT(21) - PT(30)</b>		<b>28 días</b>	<b>3 988.03</b>	<b>45</b>	<b>3 375</b>	<b>79.76</b>	<b>108.52%</b>	<b>6.26</b>	<b>8.52%</b>

MÓDULO DE ROTURA MÍNIMO – 28 DÍAS (MR<sub>28</sub> MÍNIMO) = 73.50 kg-f/cm<sup>2</sup>; % 28 MÍNIMO ≈ 100%

Fuente: Elaboración propia

**Figura 92**

*Resultados de ensayo a flexión para 28 días - resistencia de concreto patrón VS resistencia mínima a alcanzar*



Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar de la tabla 59 y figura 92, el promedio de las resistencias alcanzadas (módulo de rotura) fue de  $79.76 \text{ kg-f/cm}^2$ , el cual representa el 108.52% del concreto mínimo a obtener a 28 días; mayor al 100% de resistencia alcanzada de concreto mínimo a obtener a 7 días, también en relación al MR<sub>28</sub> PATRÓN. De esta manera se concluye que si hubo un aumento de la resistencia a flexión de  $6.26 \text{ kg-f/cm}^2$  (8.52%), en comparación con la resistencia del concreto mínimo a obtener.

#### 4.44. RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO PATRÓN (TODAS LAS EDADES) PARA $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 60**

*Resultados de ensayo a flexión para todas las edades – concreto patrón comparado con la resistencia mínima a alcanzar*

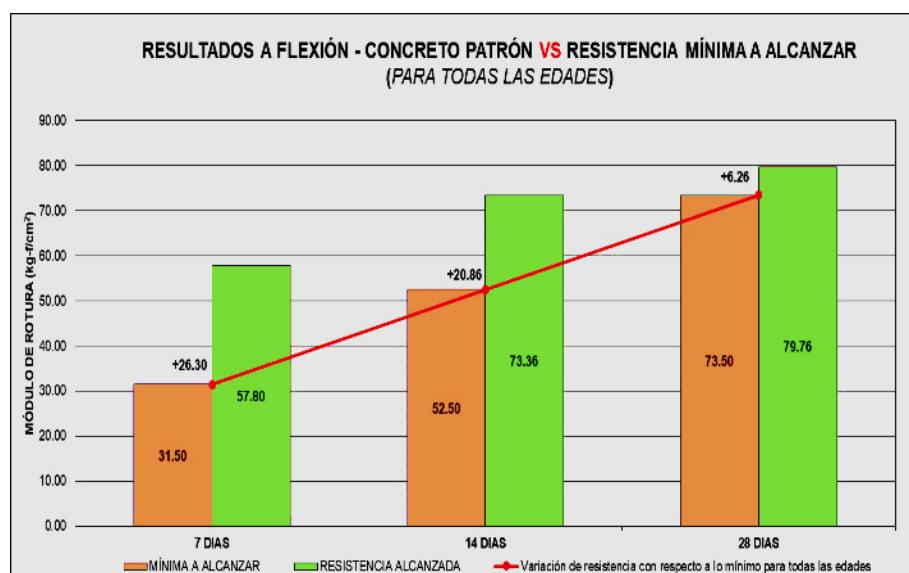
(1)	(2)	(3)	(5)	(6)	(7)	(8)
EDAD DE ROTURA (días)	MR ( $\text{kg-f/cm}^2$ )		PORCENTAJE		VARIACIÓN DE MR	
ROTURA (días)	PATRÓN	MÍNIMA	PATRÓN	MÍNIMO	$\text{kg/cm}^2$	%
7	<b>57.80</b>	31.50	<b>78.64%</b>	43%	26.30	35.64%
14	<b>73.36</b>	52.50	<b>99.81%</b>	71%	20.86	28.81%
28	<b>79.76</b>	73.50	<b>108.52%</b>	100%	6.26	8.52%

(2) / MR<sub>28</sub> MÍNIMO    (3) / MR<sub>28</sub> MÍNIMO    (2) - (3)    (5) - (6)

Fuente: Elaboración propia

**Figura 93**

*Resultados de ensayo a flexión para todas las edades - resistencia de concreto patrón VS resistencia mínima a obtener*



Nota. Se han tomado los promedios de las resistencias alcanzadas del concreto patrón

para compararlos con la resistencia mínima a obtener por cada edad de rotura. En la curva de la figura 93 se puede observar la diferencia numérica en resistencia, notándose que en todas las edades el concreto patrón fue mayor que la resistencia mínima a obtener. *Fuente:* Elaboración propia

#### 4.45. RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3 HORAS DE FORMACIÓN (SIN EPÓXICO) Y 7 DÍAS DE ROTURA PARA $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 61**

*Resultados de ensayo a flexión para 07 días – concreto con junta fría de 3 horas de formación (sin epóxico) comparado con el concreto patrón*

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
									$3^*(4)^*(5)$ $/ 2^*(6)$
PROBETA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	CARGA APLICADA	DISTANCIA APOYOS	(ANCHO) (ALTURA) <sup>2</sup>	MÓDULO DE ROTURA ALCANZADA	VARIACIÓN DE MÓDULO DE ROTURA		$(7) - \%MR_7$ PATRÓN
	AÑO:2021		kg-f	cm	cm <sup>3</sup>	kg-f/cm <sup>2</sup>	%	kg-f/cm <sup>2</sup>	%
1°	2°								
S.E-3 (1)			1 346	45	3 375	26.92	33.75%	-30.88	-38.25%
S.E-3 (2)			1 866.10	45	3 375	37.32	46.79%	-20.48	-25.21%
S.E-3 (3)			1 448.00	45	3 375	28.96	36.31%	-28.84	-35.69%
S.E-3 (4)			1 917	45	3 375	38.34	48.07%	-19.46	-23.93%
S.E-3 (5)	Miércoles 27 de Octubre	Miércoles 03 de Noviembre	1 723.30	45	3 375	34.47	43.22%	-23.33	-28.78%
S.E-3 (6)			1 845.70	45	3 375	36.91	46.28%	-20.89	-25.72%
S.E-3 (7)			1 580.50	45	3 375	31.61	39.63%	-26.19	-32.37%
S.E-3 (8)			1 682.50	45	3 375	33.65	42.19%	-24.15	-29.81%
S.E-3 (9)			1 560.10	45	3 375	31.20	39.12%	-26.60	-32.88%
S.E-3 (10)			1 478.60	45	3 375	29.57	37.07%	-28.23	-34.93%
<b>Σ</b>	<b>7 días</b>		<b>1 644.78</b>	<b>45</b>	<b>3 375</b>	<b>32.90</b>	<b>41.24%</b>	<b>-24.91</b>	<b>-30.76%</b>

MÓDULO DE ROTURA MÍNIMO – 7 DÍAS (MR<sub>7</sub> PATRÓN) = 57.80 kg-f/cm<sup>2</sup>; %<sub>7</sub> PATRÓN ≈ 72%\* MR<sub>28</sub> PATRÓN

MÓDULO DE ROTURA MÍNIMO – 28 DÍAS (MR<sub>28</sub> PATRÓN) = 79.76 kg-f/cm<sup>2</sup>; %<sub>28</sub> PATRÓN ≈ 100%

*Fuente:* Elaboración propia

Como se puede apreciar de la tabla 61 y figura 94, el promedio de las resistencias alcanzadas (módulo de rotura) fue de 32.90 kg-f/cm<sup>2</sup>, el cual representa el 41.24%; menor al 72% de resistencia alcanzada de concreto patrón a 7 días. **De esta manera se concluye que hubo una disminución de la resistencia a flexión de -24.91 kg-f/cm<sup>2</sup> (-30.76%) cuando el concreto presenta juntas frías con tiempo de formación de 3 horas sin uso del epóxico adherente, en comparación con un concreto de vaciado continuo.**

**Figura 94**

*Resultados de ensayo a flexión para 07 días - resistencia de concreto con junta fría de 3 horas de formación sin epóxico VS resistencia de concreto patrón*



Fuente: Elaboración propia

#### 4.46. RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3 HORAS DE FORMACIÓN (SIN EPÓXICO) Y 14 DÍAS DE ROTURA - $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 62**

*Resultados de ensayo a flexión para 14 días – concreto con junta fría de 3 horas de formación (sin epóxico) comparado con el concreto patrón*

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
PROBETA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	CARGA APLICADA	DISTANCIA APOYOS	(ANCHO) (ALTURA) <sup>2</sup>	MÓDULO DE ROTURA ALCANZADA	VARIACIÓN DE MÓDULO DE ROTURA		
							3*(4) * (5)	(7) / MR <sub>28</sub>	(7) - MR <sub>14</sub>
		AÑO:2021	kg-f	cm	cm <sup>3</sup>	kg-f/cm <sup>2</sup>	%	kg-f/cm <sup>2</sup>	%
1°	2°								
S.E-3 (11)			3 304	45	3 375	66.08	82.85%	-7.28	-9.15%
S.E-3 (12)			3 263	45	3 375	65.26	81.82%	-8.10	-10.18%
S.E-3 (13)			3 446.60	45	3 375	68.93	86.42%	-4.43	-5.58%
S.E-3 (14)			3 405.80	45	3 375	68.12	85.41%	-5.24	-6.59%
S.E-3 (15)	Lunes 25 de Octubre	Lunes 08 de Noviembre	3 416	45	3 375	68.32	85.66%	-5.04	-6.34%
S.E-3 (16)			3 293.60	45	3 375	65.87	82.59%	-7.49	-9.41%
S.E-3 (17)			3 252.80	45	3 375	65.06	81.57%	-8.30	-10.43%
S.E-3 (18)			3 405.80	45	3 375	68.12	85.41%	-5.24	-6.59%
S.E-3 (19)			3 456.80	45	3 375	69.14	86.69%	-4.22	-5.31%
S.E-3 (20)			3 314	45	3 375	66.28	83.10%	-7.08	-8.90%
<b>Σ</b>	<b>14 días</b>		<b>3 355.84</b>	<b>45</b>	<b>3 375</b>	<b>67.12</b>	<b>84.15%</b>	<b>-6.24</b>	<b>-7.85%</b>

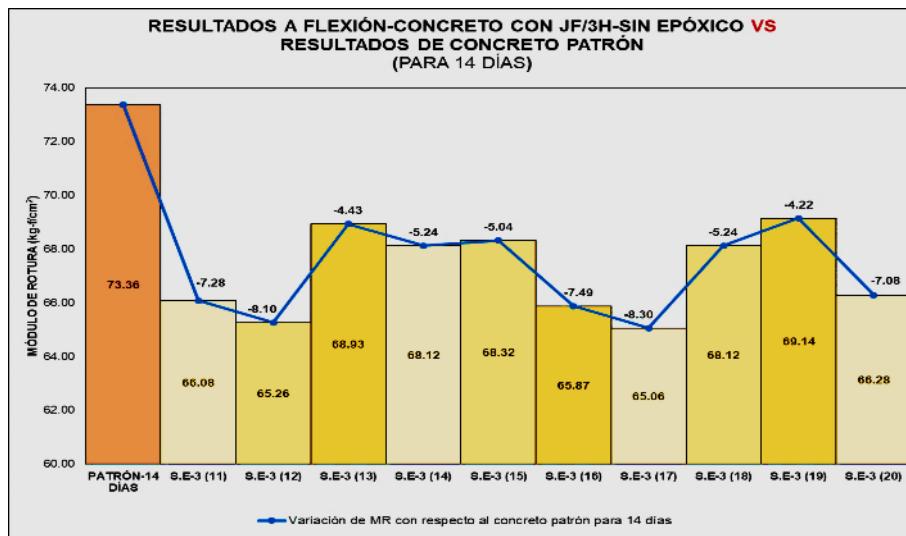
MÓDULO DE ROTURA MÍNIMO – 14 DÍAS (MR<sub>14</sub> PATRÓN) = 73.36 kg-f/cm<sup>2</sup>; %<sub>14</sub> PATRÓN ≈ 92%\* MR<sub>28</sub> PATRÓN

MÓDULO DE ROTURA MÍNIMO – 28 DÍAS (MR<sub>28</sub> PATRÓN) = 79.76 kg-f/cm<sup>2</sup>; %<sub>28</sub> PATRÓN ≈ 100%

Fuente: Elaboración propia

**Figura 95**

*Resultados de ensayo a flexión para 14 días - resistencia de concreto con junta fría de 3 horas de formación sin epóxico VS resistencia de concreto patrón*



*Fuente:* Elaboración propia

Como se puede apreciar de la tabla 62 y figura 95, el promedio de las resistencias alcanzadas (módulo de rotura) fue de 67.12 kg-f/cm<sup>2</sup>, el cual representa el 84.15%; menor al 92% de resistencia alcanzada de concreto patrón a 14 días. **De esta manera se concluye que hubo una disminución de la resistencia a flexión de -6.24 kg-f/cm<sup>2</sup> (-7.85%) cuando el concreto presenta juntas frías con tiempo en formación de 3 horas sin uso del epóxico adherente, en comparación con un concreto de vaciado continuo.**

#### 4.47. RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3 HORAS DE FORMACIÓN (SIN EPÓXICO) Y 28 DÍAS DE ROTURA - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 63**

Resultados de ensayo a flexión para 28 días – concreto con junta fría de 3 horas de formación (sin epóxico) comparado con el concreto patrón

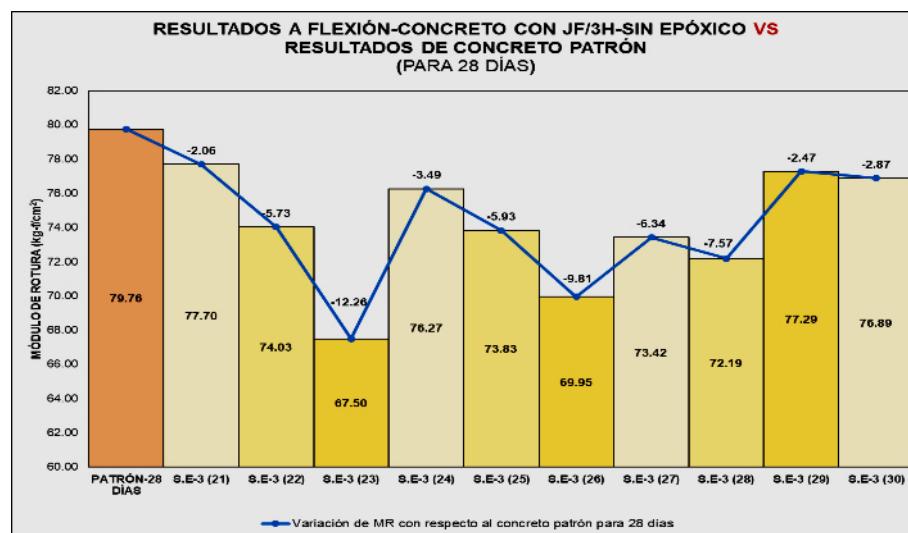
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
PROBETA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	CARGA APLICADA	DISTANCIA APOYOS	(ANCHO) (ALTURA) <sup>2</sup>	MÓDULO DE ROTURA		VARIACIÓN DE MÓDULO DE ROTURA	
						3*(4) * (5)	(7) / MR <sub>28</sub>	(7) - MR <sub>28</sub>	(7) + %MR <sub>28</sub>
						1/2*(6)	PATRÓN	PATRÓN	PATRÓN
AÑO:2021			kg-f	cm	cm <sup>3</sup>	kg-f/cm <sup>2</sup>	%	kg-f/cm <sup>2</sup>	%
1°	2°								
S.E-3 (21)			3 885.10	45	3 375	77.70	97.42%	-2.06	-2.58%
S.E-3 (22)			3 701.50	45	3 375	74.03	92.82%	-5.73	-7.18%
S.E-3 (23)			3 375.20	45	3 375	67.50	84.63%	-12.26	-15.37%
S.E-3 (24)			3 813.70	45	3 375	76.27	95.62%	-3.49	-4.38%
S.E-3 (25)	Lunes 25 de Octubre	Lunes 22 de Noviembre	3 691.30	45	3 375	73.83	92.57%	-5.93	-7.43%
S.E-3 (26)			3 497.60	45	3 375	69.95	87.70%	-9.81	-12.30%
S.E-3 (27)			3 670.90	45	3 375	73.42	92.05%	-6.34	-7.95%
S.E-3 (28)			3 609.70	45	3 375	72.19	90.51%	-7.57	-9.49%
S.E-3 (29)			3 864.70	45	3 375	77.29	96.90%	-2.47	-3.10%
S.E-3 (30)			3 844.30	45	3 375	76.89	96.40%	-2.87	-3.60%
<b>Σ</b>	<b>28 días</b>		<b>3 695.40</b>	<b>45</b>	<b>3 375</b>	<b>73.91</b>	<b>92.66%</b>	<b>-5.85</b>	<b>-7.34%</b>

MÓDULO DE ROTURA MÍNIMO – 28 DÍAS (MR<sub>28</sub> PATRÓN) = 79.76 kg-f/cm<sup>2</sup>; % 28 PATRÓN ≈ 100%

Fuente: Elaboración propia

**Figura 96**

Resultados de ensayo a flexión para 28 días - resistencia de concreto con junta fría de 3 horas de formación sin epóxico VS resistencia de concreto patrón



Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar de la tabla 63 y figura 96, el promedio de las resistencias alcanzadas (módulo de rotura) fue de  $73.91 \text{ kg-f/cm}^2$ , el cual representa el 92.66%; diferente al 100% de resistencia alcanzada de concreto patrón a 28 días. **De esta manera se concluye que hubo una disminución de la resistencia a flexión de - $5.85 \text{ kg-f/cm}^2$  (-7.34%) cuando el concreto presenta juntas frías con tiempo de formación 3 horas sin uso del epóxico adherente, en comparación con un concreto de vaciado continuo.**

#### 4.48. RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3 HORAS DE FORMACIÓN (SIN EPÓXICO) PARA TODAS LAS EDADES - $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 64**

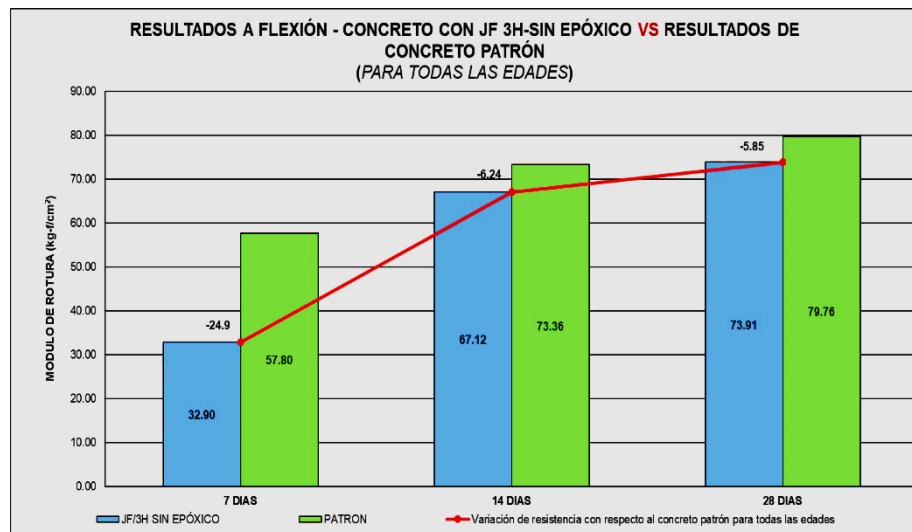
*Resultados de ensayo a flexión para todas las edades – concreto con junta fría de 3 horas de formación (sin epóxico) comparado con el concreto patrón*

(1) EDAD DE ROTURA días	(2) MR ALCANZADO $\text{kg-f/cm}^2$	(3) %	(4) MR CONCRETO PATRÓN $\text{kg-f/cm}^2$	(5) %	(6) VARIACIÓN DE MÓDULO DE ROTURA $\text{kg-f/cm}^2$	(7) (%)
7	32.90	41.25%	57.80	72%	-24.90	-30.75%
14	67.12	84.15%	73.36	92%	-6.24	-7.85%
28	73.91	92.67%	79.76	100%	-5.85	-7.33%
(2) / MR <sub>28</sub> PATRÓN			(4) / MR <sub>28</sub> PATRÓN			(2) - (4)
(3) - (5)						

Fuente: Elaboración propia

**Figura 97**

*Resultados de ensayo a flexión para todas las edades - resistencia de concreto con junta fría de 3 horas de formación (sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón*



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 64 y figura 97 se han tomado los promedios de las resistencias del concreto con junta fría de 3 horas de formación y sin uso de epóxico adherente para compararlos con el promedio de la resistencia del concreto patrón por cada edad de rotura. En la curva se puede observar la diferencia numérica en resistencia, notándose que **en todas las edades el concreto patrón fue mayor**, frente a un concreto con presencia de junta fría con tiempo de formación de 3 horas y sin aplicación del puente de adherencia.

#### 4.49. RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3 HORAS DE FORMACIÓN (CON EPÓXICO) Y 7 DÍAS DE ROTURA - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 65**

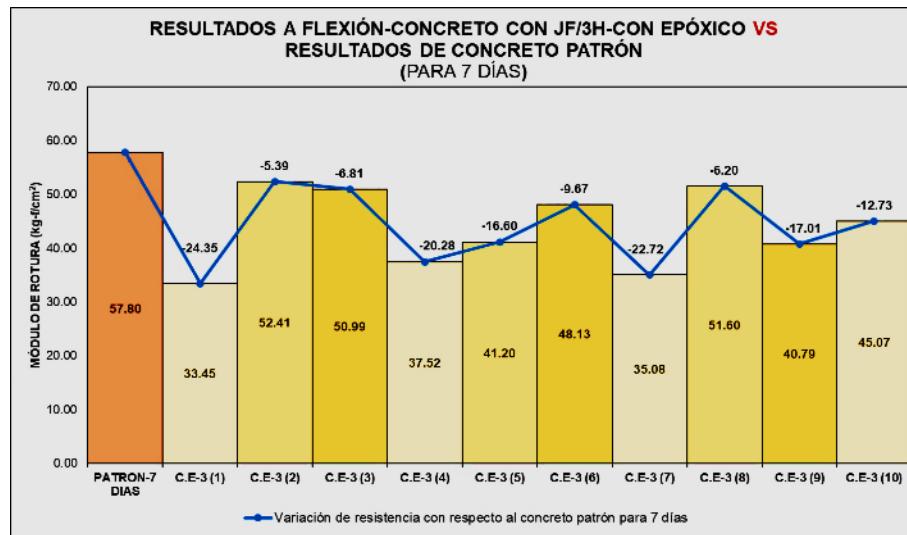
*Resultados de ensayo a flexión para 07 días – concreto con junta fría de 3 horas de formación (con epóxico) comparado con el concreto patrón*

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
PROBETA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	CARGA APLICADA	DISTANCIA APOYOS	(ANCHO) (ALTURA) <sup>2</sup>	MÓDULO DE ROTURA ALCANZADA	VARIACIÓN DE MÓDULO DE ROTURA		
							3*(4) *(5) / 2*(6)	(7) / MR <sub>28</sub> PATRÓN	(7) - MR <sub>7</sub> PATRÓN
		AÑO:2021	kg-f	cm	cm <sup>3</sup>	kg-f/cm <sup>2</sup>	%	kg-f/cm <sup>2</sup>	%
1°	2°								
C.E-3 (1)			1 672.30	45	3 375	33.45	41.94%	-24.35	-30.53%
C.E-3 (2)			2 620.60	45	3 375	52.41	65.71%	-5.39	-6.76%
C.E-3 (3)			2 549.30	45	3 375	50.99	63.93%	-6.81	-8.54%
C.E-3 (4)			1 876.20	45	3 375	37.52	47.04%	-20.28	-25.43%
C.E-3 (5)	Miércoles 03 de		2 059.80	45	3 375	41.20	51.65%	-16.60	-20.82%
C.E-3 (6)	Miércoles 27 de Octubre	Noviembre	2 406.50	45	3 375	48.13	60.34%	-9.67	-12.13%
C.E-3 (7)			1 753.90	45	3 375	35.08	43.98%	-22.72	-28.49%
C.E-3 (8)			2 579.80	45	3 375	51.60	64.69%	-6.20	-7.78%
C.E-3 (9)			2 039.40	45	3 375	40.79	51.14%	-17.01	-21.33%
C.E-3 (10)			2 253.60	45	3 375	45.07	56.51%	-12.73	-15.96%
<b>Σ</b>	<b>7 días</b>		<b>2 181.14</b>	<b>45</b>	<b>3 375</b>	<b>43.62</b>	<b>54.69%</b>	<b>-14.18</b>	<b>-17.78%</b>
MÓDULO DE ROTURA MÍNIMO – 7 DÍAS (MR <sub>7</sub> PATRÓN) = 57.80 kg-f/cm <sup>2</sup> ; % <sub>7</sub> PATRÓN ≈ 72% * MR <sub>28</sub> PATRÓN									
MÓDULO DE ROTURA MÍNIMO – 28 DÍAS (MR <sub>28</sub> PATRÓN) = 79.76 kg-f/cm <sup>2</sup> ; % <sub>28</sub> PATRÓN ≈ 100%									

*Fuente: Elaboración propia*

**Figura 98**

*Resultados de ensayo a flexión para 07 días - resistencia de concreto con junta fría de 3 horas de formación con epóxico VS resistencia de concreto patrón*



*Fuente:* Elaboración propia

Como se puede apreciar de la tabla 65 y figura 98, el promedio de las resistencias alcanzadas (módulo de rotura) fue de 43.62 kg-f/cm<sup>2</sup>, el cual representa el 54.69%; menor al 72% de resistencia alcanzada de concreto patrón a 7 días. **De esta manera se concluye que hubo una disminución de la resistencia a flexión de - 14.18 kg-f/cm<sup>2</sup> (-17.78%) cuando el concreto presenta juntas frías con tiempo de formación de 3 horas con uso del epóxico adherente, en comparación con un concreto de vaciado continuo.**

#### 4.50. RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3 HORAS DE FORMACIÓN (CON EPÓXICO) Y 14 DÍAS DE ROTURA - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

Tabla 66

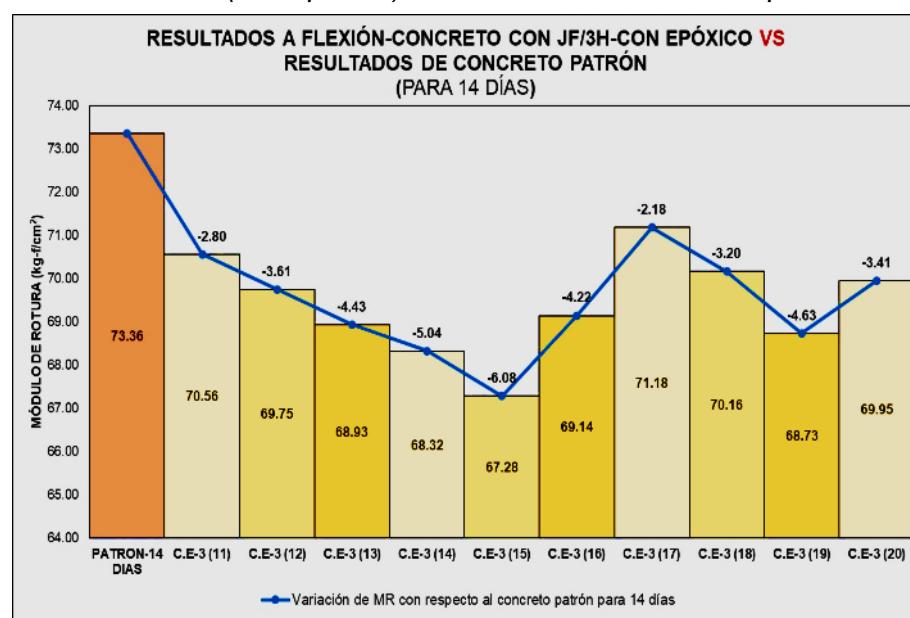
Resultados de ensayo a flexión para 14 días – concreto con junta fría de 3 horas de formación (con epóxico) comparado con el concreto patrón

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)					
PROBETA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	CARGA APLICADA	DISTANCIA APOYOS	(ANCHO) (ALTURA) <sup>2</sup>	MÓDULO DE ROTURA ALCANZADA	3*(4)*(5) / 2*(6) (7) / MR <sub>28</sub> PATRÓN (7) - MR <sub>14</sub> PATRÓN (7) - %MR <sub>14</sub> PATRÓN							
							AÑO:2021	kg-f	cm	cm <sup>3</sup>	kg-f/cm <sup>2</sup>	%	kg-f/cm <sup>2</sup>	%
1°	2°													
C.E-3 (11)						3 528	45	3 375	70.56	88.47%	-2.80	-3.51%		
C.E-3 (12)						3 487.40	45	3 375	69.75	87.45%	-3.61	-4.53%		
C.E-3 (13)						3 446.60	45	3 375	68.93	86.42%	-4.43	-5.56%		
C.E-3 (14)						3 416	45	3 375	68.32	85.66%	-5.04	-6.32%		
C.E-3 (15)	Jueves 28 de Octubre	Jueves 11 de Noviembre				3 364	45	3 375	67.28	84.35%	-6.08	-7.63%		
C.E-3 (16)						3 456.80	45	3 375	69.14	86.69%	-4.22	-5.29%		
C.E-3 (17)						3 558.80	45	3 375	71.18	89.24%	-2.18	-2.74%		
C.E-3 (18)						3 507.80	45	3 375	70.16	87.96%	-3.20	-4.02%		
C.E-3 (19)						3 436.40	45	3 375	68.73	86.17%	-4.63	-5.81%		
C.E-3 (20)						3 497.60	45	3 375	69.95	87.70%	-3.41	-4.28%		
<b>Σ</b>			<b>14 días</b>			<b>3 469.94</b>	<b>45</b>	<b>3 375</b>	<b>69.40</b>	<b>87.01%</b>	<b>-3.96</b>	<b>-4.97%</b>		
MÓDULO DE ROTURA MÍNIMO – 14 DÍAS (MR <sub>14</sub> PATRÓN) = 73.36 kg-f/cm <sup>2</sup> ; % 14 PATRÓN ≈ 92%* MR <sub>28</sub> PATRÓN														
MÓDULO DE ROTURA MÍNIMO – 28 DÍAS (MR <sub>28</sub> PATRÓN) = 79.76 kg-f/cm <sup>2</sup> ; % 28 PATRÓN ≈ 100%														

Fuente: Elaboración propia

Figura 99

Resultados de ensayo a flexión para 14 días - resistencia de concreto con junta fría de 3 horas de formación (con epóxico) VS resistencia de concreto patrón



Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar de la tabla 66 y figura 99, el promedio de las resistencias alcanzadas (módulo de rotura) fue de 69.40 kg-f/cm<sup>2</sup>, el cual representa el 87.01%; menor al 92% de resistencia alcanzada de concreto patrón a 14 días. **De esta manera se concluye que hubo una disminución de la resistencia a flexión de -3.96 kg-f/cm<sup>2</sup> (-4.97%) cuando el concreto presenta juntas frías con tiempo de formación de 3 horas con uso del epóxico adherente, en comparación con un concreto de vaciado continuo.**

#### 4.51. RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3 HORAS DE FORMACIÓN (CON EPÓXICO) Y 28 DÍAS DE ROTURA - f'c=210 kg/cm<sup>2</sup>

**Tabla 67**

*Resultados de ensayo a flexión para 28 días – concreto con junta fría de 3 horas de formación (con epóxico) comparado con el concreto patrón*

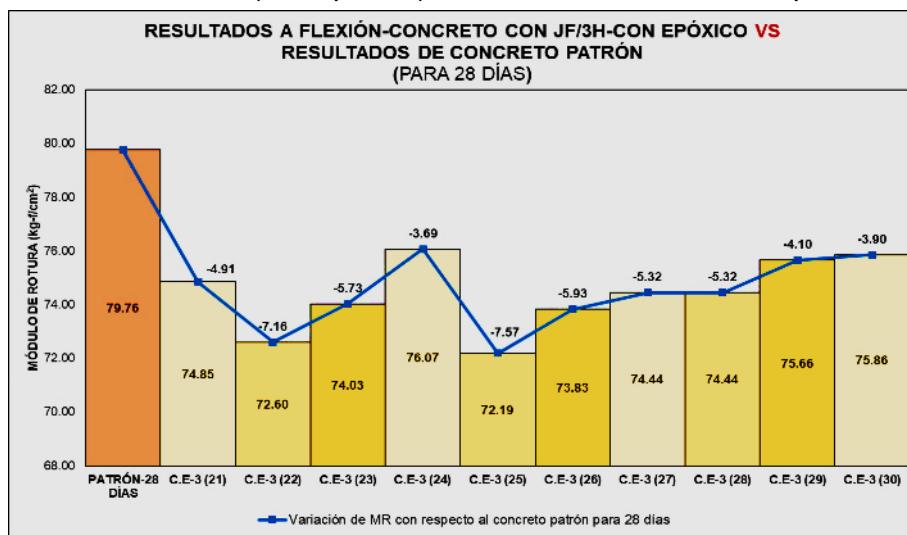
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
PROBETA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	CARGA APLICADA	DISTANCIA APOYOS	(ANCHO) (ALTURA) <sup>2</sup>	3*(4) *(5) / 2*(6)	(7) / MR <sub>28</sub> PATRÓN	(7) - MR <sub>28</sub> PATRÓN	(7) - %MR <sub>28</sub> PATRÓN
	AÑO:2021		kg-f	cm	cm <sup>3</sup>	kg-f/cm <sup>2</sup>	%	kg-f/cm <sup>2</sup>	%
	1°	2°							
C.E-3 (21)			3 742.30	45	3 375	74.85	93.84%	-4.91	-6.16%
C.E-3 (22)			3 630.10	45	3 375	72.60	91.02%	-7.16	-8.98%
C.E-3 (23)			3 701.50	45	3 375	74.03	92.82%	-5.73	-7.18%
C.E-3 (24)			3 803.50	45	3 375	76.07	95.37%	-3.69	-4.63%
C.E-3 (25)	Miércoles 27 de Octubre	24 Noviembre	3 609.70	45	3 375	72.19	90.51%	-7.57	-9.49%
C.E-3 (26)			3 691.30	45	3 375	73.83	92.57%	-5.93	-7.43%
C.E-3 (27)			3 721.90	45	3 375	74.44	93.33%	-5.32	-6.67%
C.E-3 (28)			3 721.90	45	3 375	74.44	93.33%	-5.32	-6.67%
C.E-3 (29)			3 783.10	45	3 375	75.66	94.86%	-4.10	-5.14%
C.E-3 (30)			3 793.10	45	3 375	75.86	95.11%	-3.90	-4.89%
<b>Σ</b>	<b>28 días</b>		<b>3 719.84</b>	<b>45</b>	<b>3 375</b>	<b>74.40</b>	<b>93.28%</b>	<b>-5.36</b>	<b>-6.72%</b>

MÓDULO DE ROTURA MÍNIMO – 28 DÍAS (MR<sub>28</sub> PATRÓN) = 79.76 kg-f/cm<sup>2</sup>; %<sub>28</sub> PATRÓN ≈ 100%

*Fuente: Elaboración propia*

**Figura 100**

*Resultados de ensayo a flexión para 28 días - resistencia de concreto con junta fría de 3 horas de formación (con epóxico) VS resistencia de concreto patrón*



Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar de la tabla 67 y figura 100, el promedio de las resistencias alcanzadas (módulo de rotura) fue de 74.40 kg-f/cm<sup>2</sup>, el cual representa el 93.28%; menor al 100% de resistencia alcanzada de concreto patrón a 28 días. **De esta manera se concluye que hubo una disminución de la resistencia a flexión de -5.36 kg-f/cm<sup>2</sup> (-6.72%) cuando el concreto presenta juntas frías con tiempo de formación de 3 horas con uso del epóxico adherente, en comparación con un concreto de vaciado continuo.**

#### 4.52. RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3 HORAS DE FORMACIÓN (CON EPÓXICO) PARA TODAS LAS EDADES - f'c=210 kg/cm<sup>2</sup>

**Tabla 68**

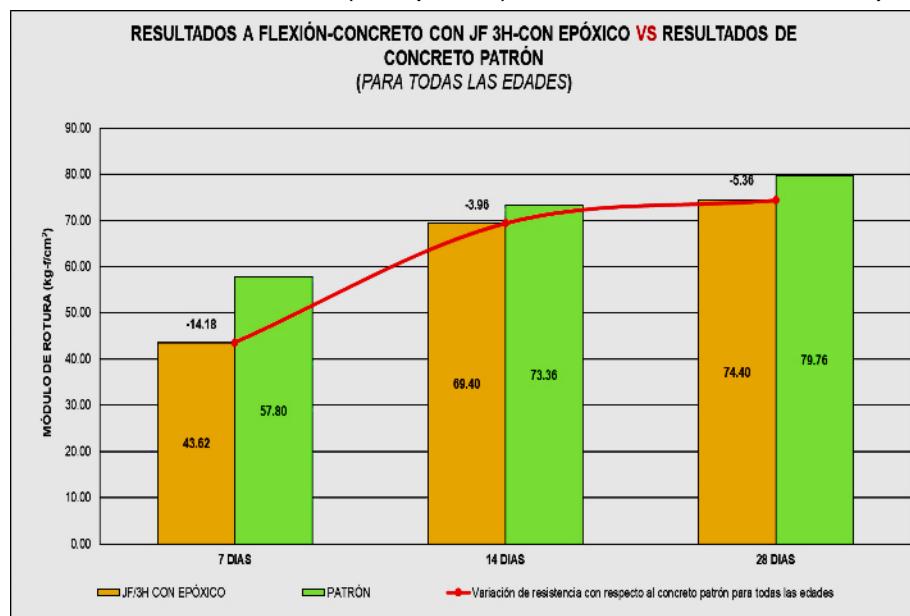
*Resultados de ensayo a flexión para todas las edades – concreto con junta fría de 3 horas de formación (con epóxico) comparado con el concreto patrón*

(1) EDAD DE ROTURA días	(2) MR ALCANZADO kg-f/cm <sup>2</sup>	(3) %	(4) MR CONCRETO PATRÓN kg-f/cm <sup>2</sup>	(5) %	(6) VARIACIÓN DE MÓDULO DE ROTURA kg-f/cm <sup>2</sup>	(7) (%)
7	43.62	54.69%	57.80	72%	-14.18	-17.31%
14	69.40	87.01%	73.36	92%	-3.96	-4.99%
28	74.40	93.28%	79.76	100%	-5.36	-6.72%
(2) / MR 28 PATRÓN			(4) / MR 28 PATRÓN		(2) - (4)	(3) - (5)

Fuente: Elaboración propia

**Figura 101**

Resultados de ensayo a flexión para todas las edades - resistencia de concreto con junta fría de 3 horas de formación (sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 68 y figura 101 se han tomado los promedios de las resistencias del concreto con junta fría de 3 horas de formación aplicándole epóxico adherente para compararlos promedio de las resistencias del concreto patrón por cada edad de rotura. En la curva se puede observar la diferencia numérica en resistencia, notándose que **en todas las edades el concreto patrón fue mayor**, frente a un concreto con vaciado interrumpido con la consecuencia de la formación de una junta fría de 3 horas y tratamiento de epóxico adherente.

#### 4.53. RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3 HORAS DE FORMACIÓN (CON/SIN EPÓXICO) Y 7 DÍAS DE ROTURA - $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 69**

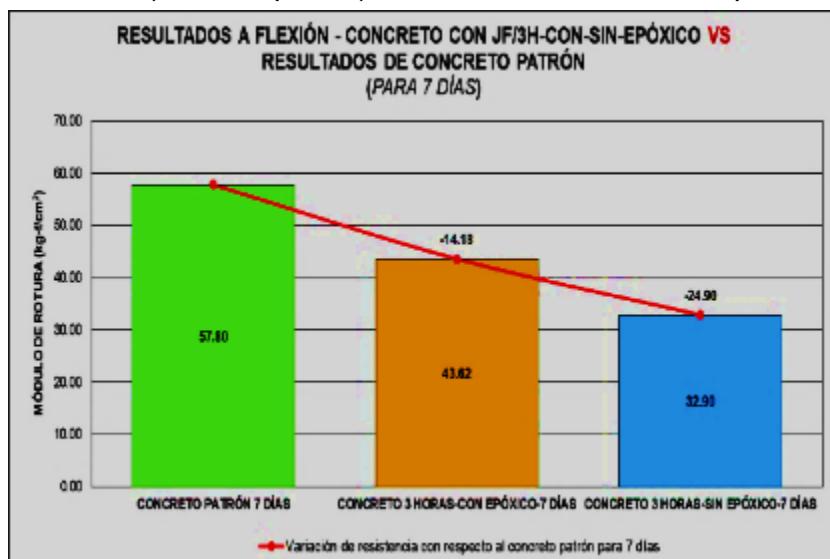
Resultados de ensayo a flexión para 7 días – concreto con junta fría de 3 horas de formación (sin/con epóxico) comparado con el concreto patrón

(1) EDAD DE ROTURA días	(2) TIPO DE CONCRETO	(3) PROMEDIO DE MÓDULO DE ROTURA $\text{kg-f/cm}^2$	(4) %	(5) VARIACIÓN DE MÓDULO DE ROTURA $\text{kg-f/cm}^2$	(6) %
	PATRÓN (MR <sub>7</sub> PATRÓN)	57.80	72%	0	0%
7	JUNTA FRÍA DE 3 HORAS	SIN EPÓXICO	32.90	41.25%	-24.90
		CON EPÓXICO	43.62	54.69%	-14.18
			(3) / MR <sub>28</sub> PATRÓN	(3) - MR <sub>7</sub> PATRÓN	(4) - % <sub>7</sub> PATRÓN
MÓDULO DE ROTURA PATRÓN – 28 DÍAS (MR <sub>28</sub> PATRÓN) = 79.76 $\text{kg-f/cm}^2$ ; % <sub>28</sub> PATRÓN ≈ 100%					

Fuente: Elaboración propia

**Figura 102**

Resultados de ensayo a flexión para 7 días - resistencia de concreto con junta fría de 3 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón



Fuente: Elaboración propia

De la tabla 69 y la figura 102, se puede observar que **efectivamente la formación de juntas frías a 3 horas disminuye la resistencia a flexión (módulo de rotura) en relación a un concreto patrón**, notándose que el más afectado fue el que no se le aplicó epóxico adherente con  $-24.90 \text{ kg-f/cm}^2$  (-30.75%) seguido del que sí recibe tratamiento con  $-14.18 \text{ kg-f/cm}^2$  (-17.31%) cuando la rotura se haga a 7 días para los 3 casos.

#### 4.54. RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3 HORAS DE FORMACIÓN (CON/SIN EPÓXICO) Y 14 DÍAS DE ROTURA - $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 70**

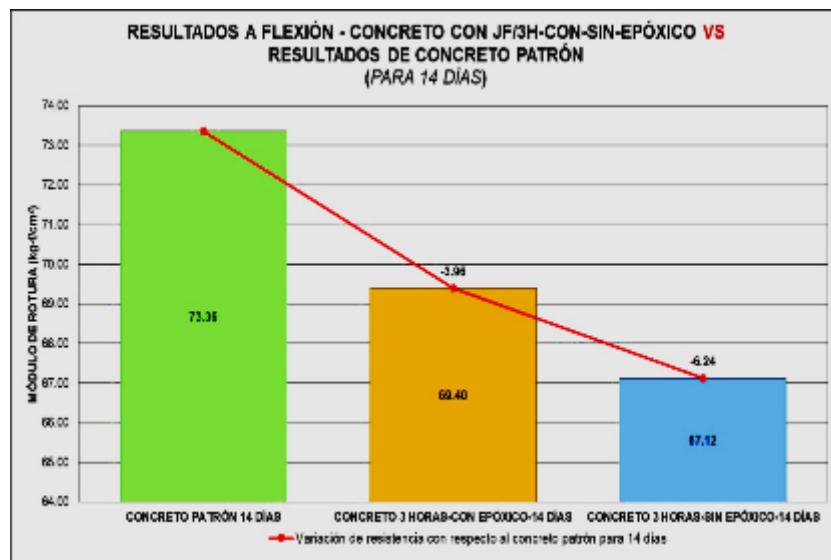
Resultados de ensayo a flexión para 14 días – concreto con junta fría de 3 horas de formación (sin/con epóxico) comparado con el concreto patrón

(1) EDAD DE ROTURA días	(2) TIPO DE CONCRETO	(3) PROMEDIO DE MÓDULO DE ROTURA		(5) VARIACIÓN DE MÓDULO DE ROTURA	
		kg-f/cm <sup>2</sup>	%	kg-f/cm <sup>2</sup>	%
14	PATRÓN (MR <sub>14</sub> PATRÓN)	73.36	92%	0	0%
	JUNTA FRÍA DE 3 HORAS	SIN EPÓXICO	67.12	84.15%	-6.24
		CON EPÓXICO	69.40	87.01%	-3.96
		(3) / MR <sub>28</sub> PATRÓN	(3) - MR <sub>14</sub> PATRÓN	(4) - MR <sub>14</sub> PATRÓN	
MÓDULO DE ROTURA PATRÓN – 28 DÍAS (MR <sub>28</sub> PATRÓN) = 79.76 kg-f/cm <sup>2</sup> ; % 28 PATRÓN ≈ 100%					

Fuente: Elaboración propia

**Figura 103**

Resultados de ensayo a flexión para 14 días - resistencia de concreto con junta fría de 3 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón



Fuente: Elaboración propia

De la tabla 70 y la figura 103, se puede observar que **efectivamente la formación de juntas frías a 3 horas disminuye la resistencia a flexión en relación a un concreto patrón**, notándose que el más afectado fue el que no se le aplicó epóxico adherente con  $-6.24 \text{ kg-f/cm}^2$  (-7.85%) seguido del que sí recibe tratamiento con  $-3.96 \text{ kg-f/cm}^2$  (-4.99%) cuando la rotura se haga a 14 días para los 3 casos.

#### 4.55. RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3 HORAS DE FORMACIÓN (CON/SIN EPÓXICO) Y 28 DÍAS DE ROTURA - $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 71**

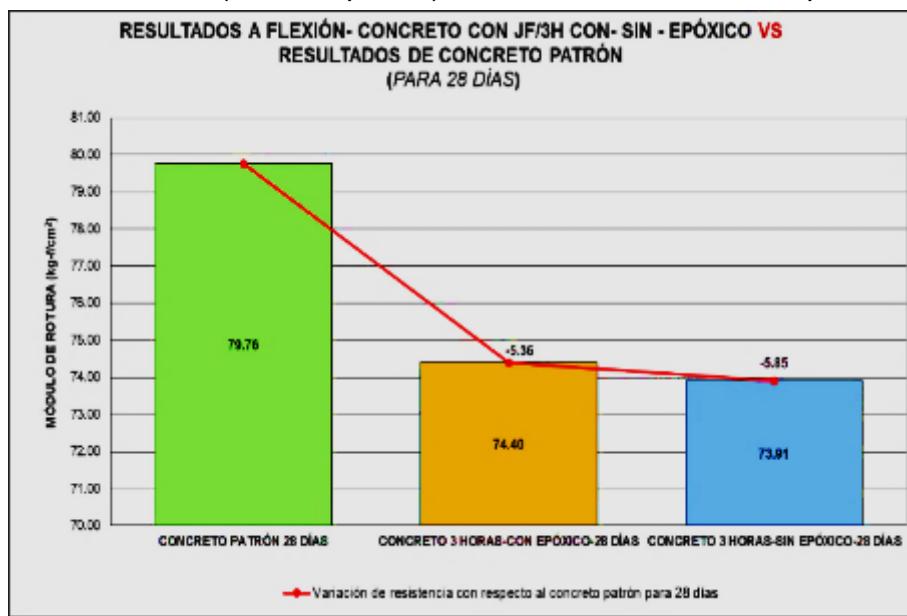
Resultados de ensayo a flexión para 28 días – concreto con junta fría de 3 horas de formación (sin/con epóxico) comparado con el concreto patrón

(1) EDAD DE ROTURA días	(2) TIPO DE CONCRETO	(3) PROMEDIO DE MÓDULO DE ROTURA		(5) VARIACIÓN DE MÓDULO DE ROTURA	
		(4) kg-f/cm <sup>2</sup>	(4) %	(5) kg-f/cm <sup>2</sup>	(5) %
28	PATRÓN (MR <sub>28</sub> PATRÓN)	79.76	100%	0	0%
	JUNTA FRÍA DE 3 HORAS	SIN EPÓXICO	73.91	-5.85	-7.33%
		CON EPÓXICO	74.40	-5.36	-6.72%
		$\frac{(3) /}{\text{MR}_{28}}$		$\frac{(3) - \text{MR}_{28}}{\text{PATRÓN}}$	
		$\frac{(4) - \%_{28}}{\text{PATRÓN}}$			

Fuente: Elaboración propia

**Figura 104**

*Resultados de ensayo a flexión para 28 días - resistencia de concreto con junta fría de 3 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón*



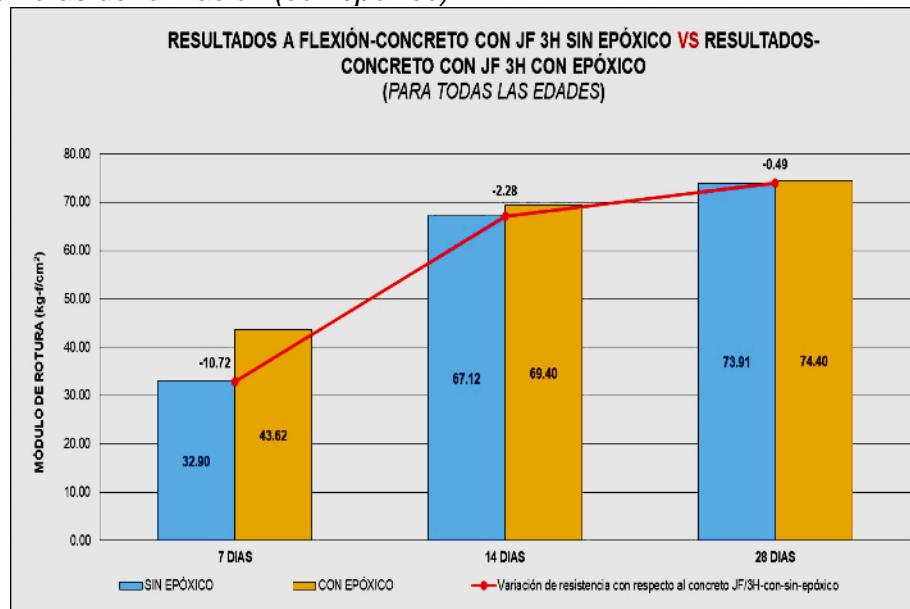
*Fuente:* Elaboración propia

De la tabla 71 y la figura 104, se puede observar que **efectivamente la formación de juntas frías a 3 horas disminuye la resistencia a flexión en relación a un concreto patrón**, notándose que el más afectado fue el que no se le aplicó epóxico adherente con  $-5.85 \text{ kg-f/cm}^2$  (-7.33%) seguido del que sí recibe tratamiento con  $-5.36 \text{ kg-f/cm}^2$  (-6.72%) cuando la rotura se haga a 28 días para los 3 casos.

#### 4.56. RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3 HORAS DE FORMACIÓN (SIN/CON EPÓXICO) PARA TODAS LAS EDADES - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

**Figura 105**

Resultados de ensayo a flexión para todas las edades - resistencia de concreto con junta fría de 3 horas de formación (sin epóxico) VS resistencia de concreto con junta fría de 3 horas de formación (con epóxico)



Nota. Se puede observar que en el concreto con junta fría de 3 horas de formación la resistencia es más afectada si no recibe ningún tipo de tratamiento, notándose una diferencia de -10.72, -2.28 y -0.49  $\text{kg-f/cm}^2$  a los 7, 14 y 28 días de rotura respectivamente frente al concreto con junta fría y tratamiento de epóxico adherente.

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 72**

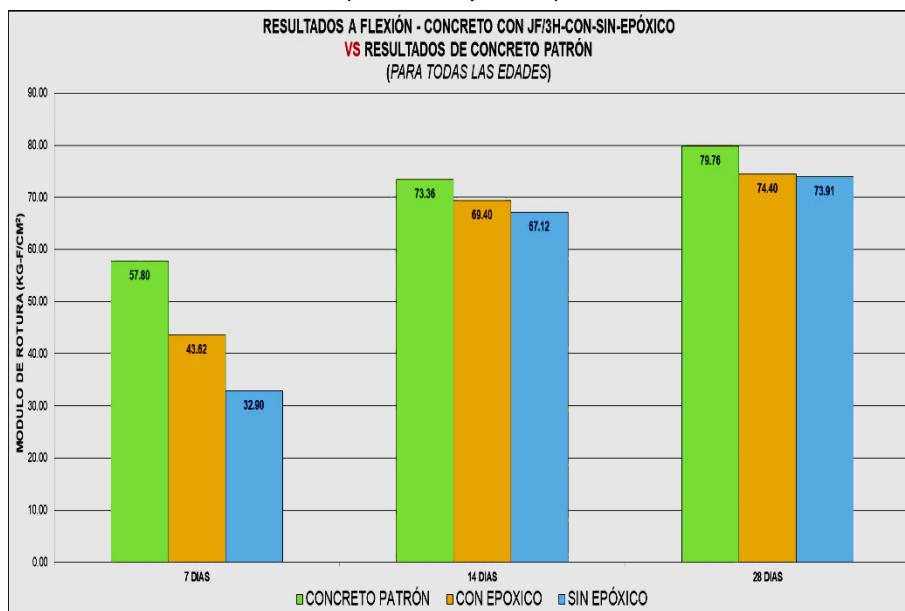
Resultados de ensayo a flexión para todas las edades – concreto con junta fría de 3 horas de formación (sin/con epóxico) comparado con el concreto patrón

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	
EDAD DE ROTURA	MÓDULO DE ROTURA ( $\text{kg-f/cm}^2$ )						VARIACIÓN DE MR				
	PATRÓN		JUNTA FRÍA DE 3 HORAS				SIN EPÓXICO		CON EPÓXICO		
	días	$\text{kg-f/cm}^2$	%	$\text{kg-f/cm}^2$	%	$\text{kg-f/cm}^2$	%	$\text{kg-f/cm}^2$	%	$\text{kg-f/cm}^2$	%
7	57.80	72%		32.90	41.25%	43.62	54.69%	-24.90	-30.75	-14.18	-17.31
14	73.36	92%		67.12	84.15%	69.40	87.01%	-6.24	-7.85	-3.96	-4.99
28	79.76	100%		73.91	92.67%	74.40	93.28%	-5.85	-7.33	-5.36	-6.72
	(2) / MR 28 PATRÓN			(4) / MR 28 PATRÓN		(6) / MR 28 PATRÓN		(4) - (2)	(5) - (3)	(6) - (2)	(7) - (3)

Fuente: Elaboración propia

**Figura 106**

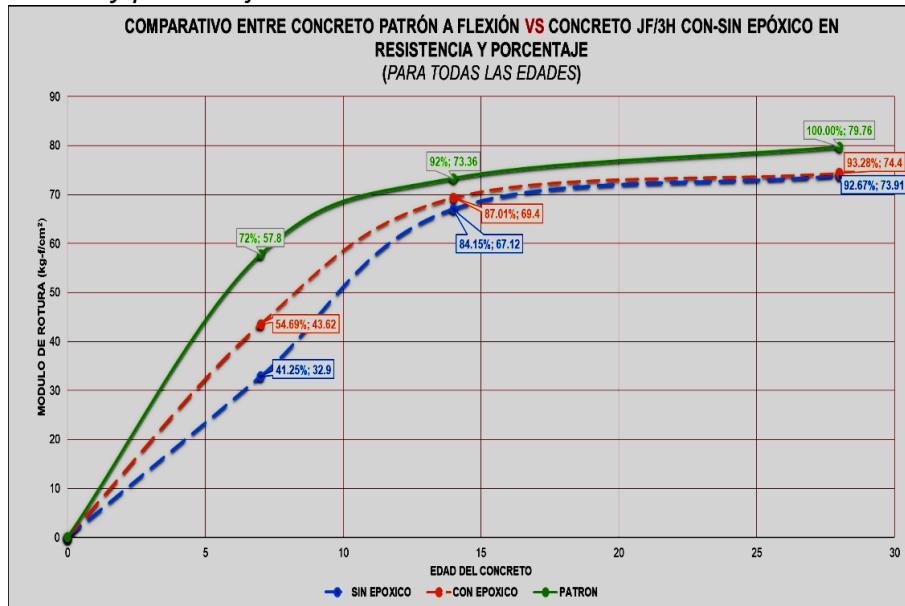
Resultados de ensayo a flexión para todas las edades - resistencia de concreto con junta fría de 3 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón



Fuente: Elaboración propia

**Figura 107**

Resultados de ensayo a flexión para todas las edades - resistencia de concreto con junta fría de 3 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón – en resistencia y porcentaje



Fuente: Elaboración propia

Finalmente, de la tabla 72, figura 106 y 107 se puede apreciar que **hay una disminución de la resistencia a flexión para las 3 edades del concreto cuando en exista una junta fría a 3 horas de formación frente a un concreto patrón**. El más

afectado fue el concreto con junta fría a 3 horas sin ningún tipo de tratamiento, teniendo una disminución a los 28 días de rotura de  $-5.85 \text{ kg-f/cm}^2$  vs el concreto con junta fría con aplicación del epóxico adherente a 3 horas de  $-5.36 \text{ kg-f/cm}^2$ , todos comparados con el concreto patrón que alcanzó una resistencia total de  $57.80 \text{ kg-f/cm}^2$ .

#### **4.57. RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 8 HORAS DE FORMACIÓN (SIN EPÓXICO) Y 7 DÍAS DE ROTURA - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$**

**Tabla 73**

*Resultados de ensayo a flexión para 07 días – concreto con junta fría de 8 horas de formación (sin epóxico) comparado con el concreto patrón*

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	
PROBETA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	CARGA APLICADA	DISTANCIA APOYOS	(ANCHO) (ALTURA) <sup>2</sup>	MÓDULO DE ROTURA ALCANZADA	VARIACIÓN DE MÓDULO DE ROTURA			
							$3*(4)*(5)$ $I^2*(6)$	$(7) / MR_{28}$ PATRÓN	$(7) - MR_7$ PATRÓN	
		AÑO:2021		kg-f	cm	$\text{cm}^3$	$\text{kg-f/cm}^2$	%	$\text{kg-f/cm}^2$	%
1°	2°									
S.E-8 (1)			1 723.30	45	3 375	34.47	43.22%	-23.33	-29.25%	
S.E-8 (2)			1 702.90	45	3 375	34.06	42.70%	-23.74	-29.77%	
S.E-8 (3)			1 723.30	45	3 375	34.47	43.22%	-23.33	-29.25%	
S.E-8 (4)			1 019.70	45	3 375	20.39	25.56%	-37.41	-46.91%	
S.E-8 (5)	Martes 02 de Noviembre	Martes 09 de Noviembre	1 478.60	45	3 375	29.57	37.07%	-28.23	-35.40%	
S.E-8 (6)			1 499	45	3 375	29.98	37.59%	-27.82	-34.88%	
S.E-8 (7)			1 549.90	45	3 375	31.00	38.87%	-26.80	-33.60%	
S.E-8 (8)			1 458.20	45	3 375	29.16	36.56%	-28.64	-35.91%	
S.E-8 (9)			1 600.90	45	3 375	32.02	40.15%	-25.78	-32.32%	
S.E-8 (10)			1 672.30	45	3 375	33.45	41.94%	-24.35	-30.53%	
<b>Σ</b>	<b>7 días</b>		<b>1 542.81</b>	<b>45</b>	<b>3 375</b>	<b>30.86</b>	<b>38.69%</b>	<b>-26.94</b>	<b>-33.78%</b>	

MÓDULO DE ROTURA PATRÓN – 7 DÍAS ( $MR_7$  PATRÓN) =  $57.80 \text{ kg-f/cm}^2$ ; %  $7$  PATRÓN ≈ 72%\*  $MR_{28}$  PATRÓN

MÓDULO DE ROTURA PATRÓN – 28 DÍAS ( $MR_{28}$  PATRÓN) =  $79.76 \text{ kg-f/cm}^2$ ; %  $28$  PATRÓN ≈ 100%

*Fuente: Elaboración propia*

Como se puede apreciar de la tabla 73 y figura 108, el promedio de las resistencias alcanzadas (módulo de rotura) fue de  $30.86 \text{ kg-f/cm}^2$ , el cual representa el 38.69%; menor al 72% de resistencia alcanzada de concreto patrón a 7 días. **De esta manera se concluye que hubo una disminución de la resistencia a flexión de  $-26.94 \text{ kg-f/cm}^2$  (-33.78%) cuando el concreto presenta juntas frías con tiempo de formación de 8 horas sin uso del epóxico adherente, en comparación con un concreto de vaciado continuo.**

**Figura 108**

*Resultados de ensayo a flexión para 07 días - resistencia de concreto con junta fría de 8 horas de formación sin epóxico VS resistencia de concreto patrón*



Fuente: Elaboración propia

#### 4.58. RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 8 HORAS DE FORMACIÓN (SIN EPÓXICO) Y 14 DÍAS DE ROTURA - $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 74**

*Resultados de ensayo a flexión para 14 días – concreto con junta fría de 8 horas de formación (sin epóxico) comparado con el concreto patrón*

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
PROBETA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	CARGA APLICADA	DISTANCIA APOYOS	(ANCHO) (ALTURA) <sup>2</sup>	MÓDULO DE ROTURA ALCANZADA		VARIACIÓN DE MÓDULO DE ROTURA	
						3*(4) *(5)	(7) / MR <sub>28</sub>	(7) - MR <sub>14</sub>	(7) %MR <sub>14</sub>
		AÑO:2021	kg-f	cm	cm <sup>3</sup>	kg-f/cm <sup>2</sup>	%	kg-f/cm <sup>2</sup>	%
	1°	2°				I 2*(6)	PATRÓN	PATRÓN	PATRÓN
S.E-8 (11)			1 621.30	45	3 375	32.43	40.66%	-40.93	-51.32%
S.E-8 (12)			1 886.40	45	3 375	37.73	47.30%	-35.63	-44.68%
S.E-8 (13)			1 978.20	45	3 375	39.56	49.60%	-33.80	-42.38%
S.E-8 (14)			2 029.20	45	3 375	40.58	50.88%	-32.78	-41.10%
S.E-8 (15)	Martes 02 de Noviembre	Martes 16 de Noviembre	1 692.70	45	3 375	33.85	42.44%	-39.51	-49.54%
S.E-8 (16)			1 866.10	45	3 375	37.32	46.79%	-36.04	-45.19%
S.E-8 (17)			1 968	45	3 375	39.36	49.35%	-34.00	-42.63%
S.E-8 (18)			1 937.40	45	3 375	38.75	48.58%	-34.61	-43.40%
S.E-8 (19)			1 927.20	45	3 375	38.54	48.32%	-34.82	-43.66%
S.E-8 (20)			1 896.60	45	3 375	37.93	47.56%	-35.43	-44.42%
<b>Σ</b>		<b>14 días</b>	<b>1 880.31</b>	<b>45</b>	<b>3 375</b>	<b>37.61</b>	<b>47.15%</b>	<b>-35.76</b>	<b>-44.83%</b>

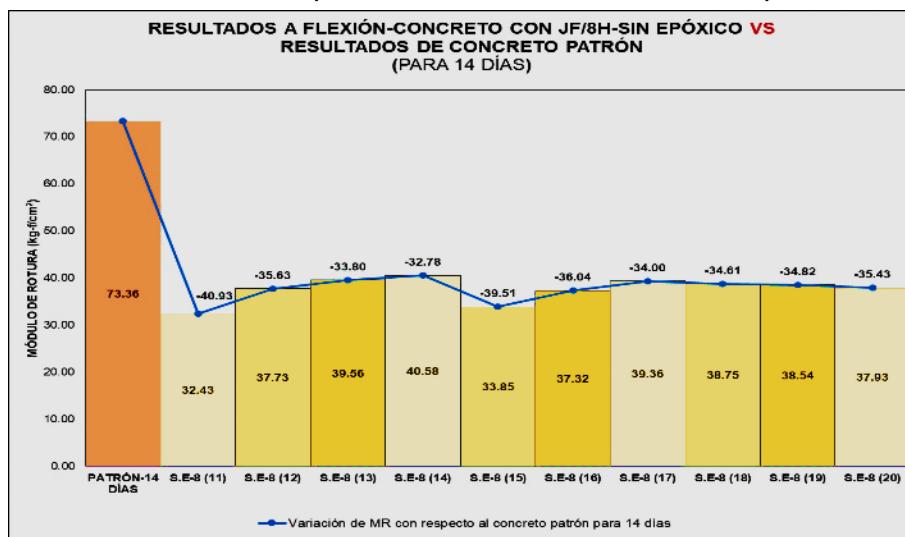
MÓDULO DE ROTURA PATRÓN – 14 DÍAS (MR<sub>14</sub> PATRÓN) = 73.36 kg-f/cm<sup>2</sup>; %<sub>14</sub> PATRÓN ≈ 92%\* MR<sub>28</sub> PATRÓN

MÓDULO DE ROTURA PATRÓN – 28 DÍAS (MR<sub>28</sub> PATRÓN) = 79.76 kg-f/cm<sup>2</sup>; %<sub>28</sub> PATRÓN ≈ 100%

Fuente: Elaboración propia

**Figura 109**

*Resultados de ensayo a flexión para 14 días - resistencia de concreto con junta fría de 8 horas de formación sin epóxico VS resistencia de concreto patrón*



*Fuente:* Elaboración propia

Como se puede apreciar de la tabla 74 y figura 109, el promedio de las resistencias alcanzadas (módulo de rotura) fue de 37.61 kg-f/cm<sup>2</sup>, el cual representa el 47.15%; menor al 92% de resistencia alcanzada de concreto patrón a 7 días. **De esta manera se concluye que hubo una disminución de la resistencia a flexión de -35.76 kg-f/cm<sup>2</sup> (-44.83%) cuando el concreto presenta juntas frías con tiempo en formación de 8 horas sin uso del epóxico adherente, en comparación con un concreto de vaciado continuo.**

#### 4.59. RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 8 HORAS DE FORMACIÓN (SIN EPÓXICO) Y 28 DÍAS DE ROTURA - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 75**

Resultados de ensayo a flexión para 28 días – concreto con junta fría de 8 horas de formación (sin epóxico) comparado con el concreto patrón

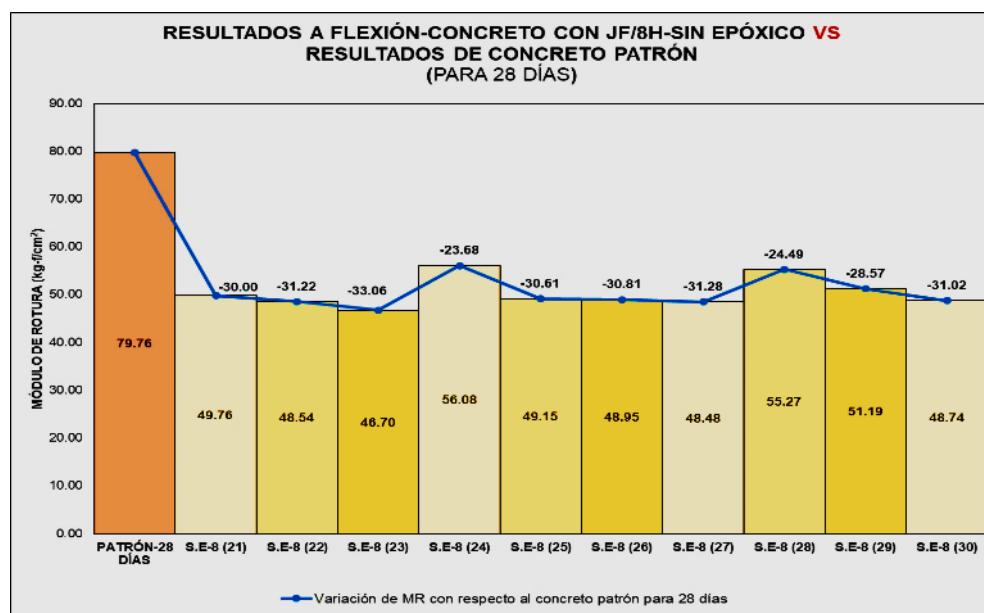
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
									$3^*(4)^*(5)$
									/ 2*(6)
PROBETA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	CARGA APLICADA	DISTANCIA APOYOS	(ANCHO) (ALTURA) <sup>2</sup>	MÓDULO DE ROTURA ALCANZADA	VARIACIÓN DE MÓDULO DE ROTURA		
	AÑO:2021		kg-f	cm	cm <sup>3</sup>	kg-f/cm <sup>2</sup>	%	kg-f/cm <sup>2</sup>	%
	1°	2°							
S.E-8 (21)			2 488.10	45	3 375	49.76	62.39%	-30	-37.61%
S.E-8 (22)			2 426.90	45	3 375	48.54	60.86%	-31.22	-39.14%
S.E-8 (23)			2 335.10	45	3 375	46.70	58.55%	-33.06	-41.45%
S.E-8 (24)			2 804.20	45	3 375	56.08	70.31%	-23.68	-29.69%
S.E-8 (25)	Martes 02 de Noviembre	Martes 30 de Noviembre	2 457.50	45	3 375	49.15	61.62%	-30.61	-38.38%
S.E-8 (26)			2 447.30	45	3 375	48.95	61.37%	-30.81	-38.63%
S.E-8 (27)			2 423.90	45	3 375	48.48	60.78%	-31.28	-39.22%
S.E-8 (28)			2 763.40	45	3 375	55.27	69.30%	-24.49	-30.70%
S.E-8 (29)			2 559.40	45	3 375	51.19	64.18%	-28.57	-35.82%
S.E-8 (30)			2 437.10	45	3 375	48.74	61.11%	-31.02	-38.89%
$\bar{X}$	28 días		2 514.29	45	3 375	50.29	63.05%	-29.47	-36.95%

MÓDULO DE ROTURA MÍNIMO – 28 DÍAS (MR<sub>28</sub> PATRÓN) = 79.76 kg-f/cm<sup>2</sup>; %<sub>28</sub> PATRÓN ≈ 100%

Fuente: Elaboración propia

**Figura 110**

Resultados de ensayo a flexión para 28 días - resistencia de concreto con junta fría de 8 horas de formación sin epóxico VS resistencia de concreto patrón



Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar de la tabla 75 y figura 110, el promedio de las resistencias alcanzadas (módulo de rotura) fue de  $50.29 \text{ kg-f/cm}^2$ ; menor al 100% de resistencia alcanzada de concreto patrón a 28 días. **De esta manera se concluye que hubo una disminución de la resistencia a flexión de  $-29.47 \text{ kg-f/cm}^2$  (-36.95%) cuando el concreto presenta juntas frías con tiempo en formación de 8 horas sin uso del epóxico adherente, en comparación con un concreto de vaciado continuo.**

#### 4.60. RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 8 HORAS DE FORMACIÓN (SIN EPÓXICO) PARA TODAS LAS EDADES - $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 76**

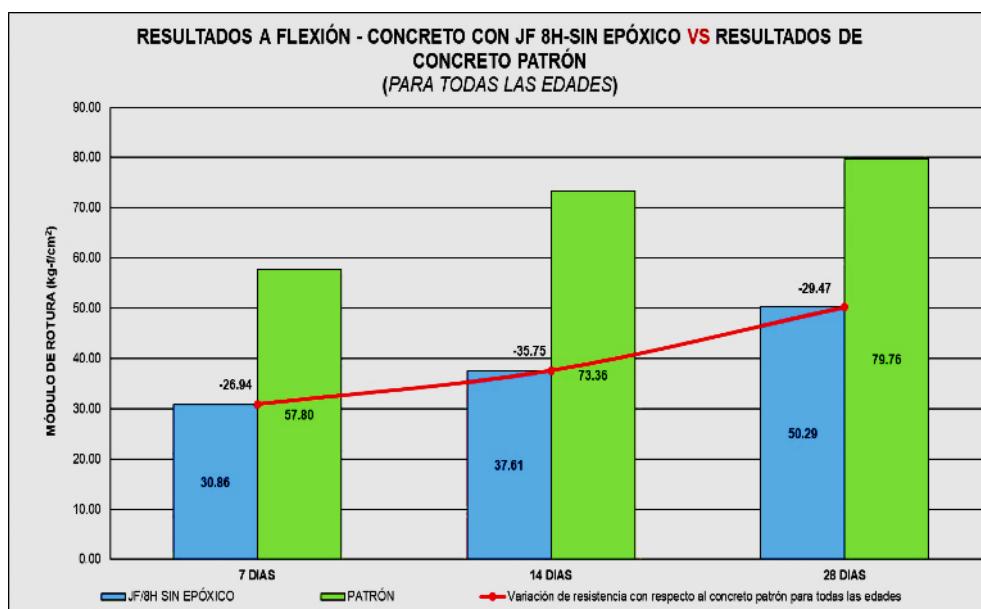
*Resultados de ensayo a flexión para todas las edades – concreto con junta fría de 8 horas de formación (sin epóxico) comparado con el concreto patrón*

(1) EDAD DE ROTURA días	(2) MR ALCANZADO $\text{kg-f/cm}^2$	(3) %	(4) MR CONCRETO PATRÓN $\text{kg-f/cm}^2$	(5) %	(6) VARIACIÓN DE RESISTENCIA (%)		(7)
					(2) / MR <sub>28</sub> PATRÓN	(4) / MR <sub>28</sub> PATRÓN	
7	30.86	38.69%	57.80	72%	-26.94	-33.31%	
14	37.61	47.15%	73.36	92%	-35.75	-44.85%	
28	50.29	63.05%	79.76	100%	-29.47	-36.95%	

Fuente: Elaboración propia

**Figura 111**

*Resultados de ensayo a flexión para todas las edades - resistencia de concreto con junta fría de 8 horas de formación (sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón*



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 76 y figura 111 se han tomado los promedios de las resistencias del concreto con junta fría de 8 horas de formación y sin uso de epóxico adherente para compararlos con el promedio de las resistencias alcanzadas del concreto patrón por cada edad de rotura. En la curva se puede observar la diferencia numérica en resistencia, notándose que **en todas las edades el concreto patrón fue mayor**, frente a un concreto con presencia de junta fría con tiempo de formación de 8 horas y sin aplicación del puente de adherencia.

#### 4.61. RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 8 HORAS DE FORMACIÓN (CON EPÓXICO) Y 7 DÍAS DE ROTURA - $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 77**

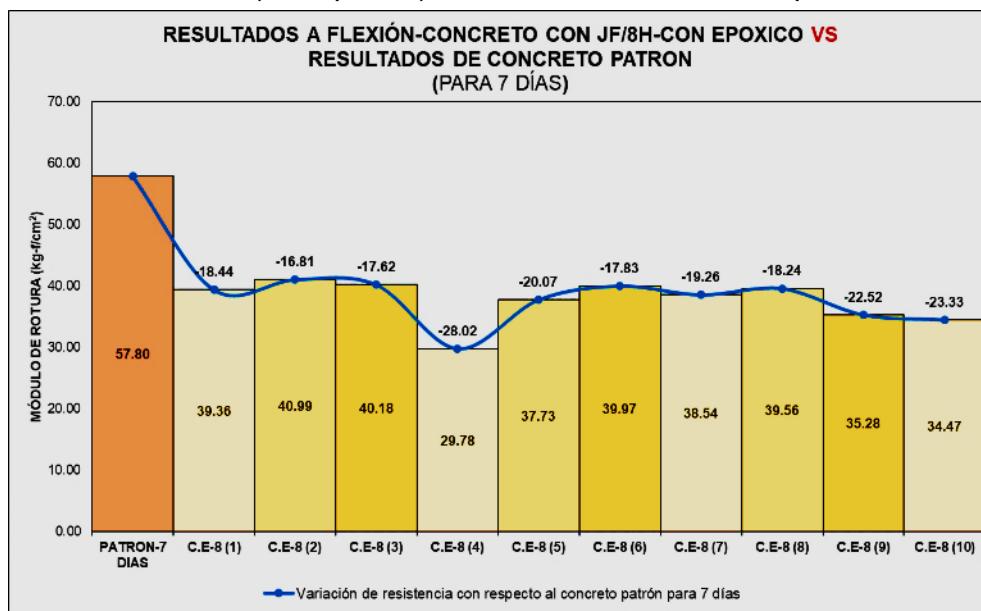
*Resultados de ensayo a flexión para 07 días – concreto con junta fría de 8 horas de formación (con epóxico) comparado con el concreto patrón*

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
PROBETA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	CARGA APLICADA	DISTANCIA APOYOS	(ANCHO) (ALTURA) <sup>2</sup>	MÓDULO DE ROTURA ALCANZADA	VARIACIÓN DE MÓDULO DE ROTURA		
							3*(4) * (5) $I^2/(6)$	(7) / MR <sub>28</sub> PATRÓN	(7) - MR <sub>7</sub> PATRÓN
		AÑO:2021	kg-f	cm	cm <sup>3</sup>	kg-f/cm <sup>2</sup>	%	kg-f/cm <sup>2</sup>	%
1°	2°								
C.E-8 (1)			1 968	45	3 375	39.36	49.35%	-18.44	-22.65%
C.E-8 (2)			2 049.60	45	3 375	40.99	51.39%	-16.81	-20.61%
C.E-8 (3)			2 008.80	45	3 375	40.18	50.38%	-17.62	-21.62%
C.E-8 (4)			1 488.80	45	3 375	29.78	37.34%	-28.02	-34.66%
C.E-8 (5)	Jueves 04 de Noviembre	Jueves 11 de Noviembre	1 886.40	45	3 375	37.73	47.30%	-20.07	-24.70%
C.E-8 (6)			1 998.60	45	3 375	39.97	50.11%	-17.83	-21.89%
C.E-8 (7)			1 927.20	45	3 375	38.54	48.32%	-19.26	-23.68%
C.E-8 (8)			1 978.20	45	3 375	39.56	49.60%	-18.24	-22.40%
C.E-8 (9)			1 764.10	45	3 375	35.28	44.23%	-22.52	-27.77%
C.E-8 (10)			1 723.30	45	3 375	34.47	43.22%	-23.33	-28.78%
<b>X</b>	<b>7 días</b>		<b>1 879.30</b>	<b>45</b>	<b>3 375</b>	<b>37.59</b>	<b>47.12%</b>	<b>-20.21</b>	<b>-24.88%</b>
MÓDULO DE ROTURA MÍNIMO – 7 DÍAS (MR <sub>7</sub> PATRÓN) = 57.80 kg-f/cm <sup>2</sup> ; % <sub>7</sub> PATRÓN ≈ 72% * MR <sub>28</sub> PATRÓN									
MÓDULO DE ROTURA MÍNIMO – 28 DÍAS (MR <sub>28</sub> PATRÓN) = 79.76 kg-f/cm <sup>2</sup> ; % <sub>28</sub> PATRÓN ≈ 100%									

*Fuente:* Elaboración propia

**Figura 112**

*Resultados de ensayo a flexión para 07 días - resistencia de concreto con junta fría de 8 horas de formación (con epóxico) VS resistencia de concreto patrón*



Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar de la tabla 77 y figura 112, el promedio de las resistencias alcanzadas (módulo de rotura) fue de 37.59 kg-f/cm<sup>2</sup>, el cual representa el 47.12%; menor al 72% de resistencia alcanzada de concreto patrón a 7 días. **De esta manera se concluye que hubo una disminución de la resistencia a flexión de -20.21 kg-f/cm<sup>2</sup> (-24.88%) cuando el concreto presenta juntas frías con tiempo de formación de 8 horas con uso del epóxico adherente, en comparación con un concreto de vaciado continuo.**

## 4.62. RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 8 HORAS DE FORMACIÓN (CON EPÓXICO) Y 14 DÍAS DE ROTURA - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 78**

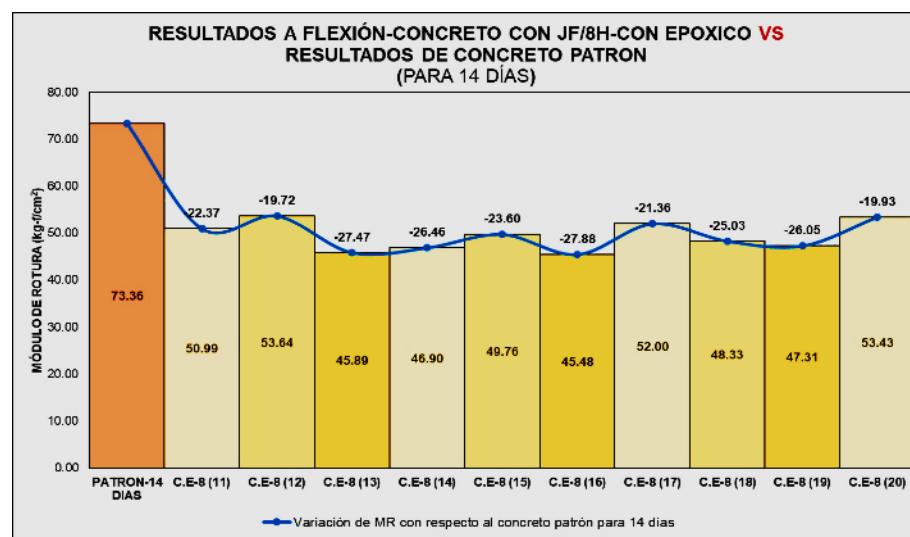
Resultados de ensayo a flexión para 14 días – concreto con junta fría de 8 horas de formación (con epóxico) comparado con el concreto patrón

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
PROBETA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	CARGA APLICADA	DISTANCIA APOYOS (ALTURA) <sup>2</sup>	(ANCHO)	MÓDULO DE ROTURA ALCANZADA		VARIACIÓN DE MÓDULO DE ROTURA	
						3*(4) *(5) / 2*(6)	(7) / MR <sub>28</sub>	(7) - MR <sub>14</sub>	(7) - %MR <sub>14</sub> PATRÓN
AÑO:2021			kg-f	cm	cm <sup>3</sup>	kg-f/cm <sup>2</sup>	%	kg-f/cm <sup>2</sup>	%
1°	2°								
C.E-8 (11)			2 549.30	45	3 375	50.99	63.93%	-22.37	-28.07%
C.E-8 (12)			2 681.80	45	3 375	53.64	67.25%	-19.72	-24.75%
C.E-8 (13)			2 294.30	45	3 375	45.89	57.54%	-27.47	-34.46%
C.E-8 (14)			2 345	45	3 375	46.90	58.80%	-26.46	-33.20%
C.E-8 (15)	Jueves 04 de Noviembre	Jueves 18 de Noviembre	2 488.10	45	3 375	49.76	62.39%	-23.60	-29.61%
C.E-8 (16)			2 273.90	45	3 375	45.48	57.02%	-27.88	-34.98%
C.E-8 (17)			2 600.20	45	3 375	52.00	65.20%	-21.36	-26.80%
C.E-8 (18)			2 416.70	45	3 375	48.33	60.59%	-25.03	-31.41%
C.E-8 (19)			2 365.70	45	3 375	47.31	59.32%	-26.05	-32.68%
C.E-8 (20)			2 671.60	45	3 375	53.43	66.99%	-19.93	-25.01%
<b>X</b>	<b>14 días</b>		<b>2 468.66</b>	<b>45</b>	<b>3 375</b>	<b>49.37</b>	<b>61.90%</b>	<b>-23.99</b>	<b>-30.10%</b>
MÓDULO DE ROTURA MÍNIMO – 14 DÍAS (MR <sub>14</sub> PATRÓN) = 73.36 kg-f/cm <sup>2</sup> ; % 14 PATRÓN ≈ 92%* MR <sub>28</sub> PATRÓN									
MÓDULO DE ROTURA MÍNIMO – 28 DÍAS (MR <sub>28</sub> PATRÓN) = 79.76 kg-f/cm <sup>2</sup> ; % 28 PATRÓN ≈ 100%									

Fuente: Elaboración propia

**Figura 113**

Resultados de ensayo a flexión para 14 días - resistencia de concreto con junta fría de 8 horas de formación (con epóxico) VS resistencia de concreto patrón



Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar de la tabla 78 y figura 113, el promedio de las resistencias alcanzadas (módulo de rotura) fue de  $49.37 \text{ kg-f/cm}^2$ , el cual representa el 61.90%; diferente al 92% de resistencia alcanzada de concreto patrón a 14 días. **De esta manera se concluye que hubo una disminución de la resistencia a flexión de -23.99 kg-f/cm<sup>2</sup> (-30.10%) cuando el concreto presenta juntas frías con tiempo de formación de 8 horas con uso del epóxico adherente, en comparación con un concreto de vaciado continuo.**

#### 4.63. RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 8 HORAS DE FORMACIÓN (CON EPÓXICO) Y 28 DÍAS DE ROTURA - $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 79**

*Resultados de ensayo a flexión para 28 días – concreto con junta fría de 8 horas de formación (con epóxico) comparado con el concreto patrón*

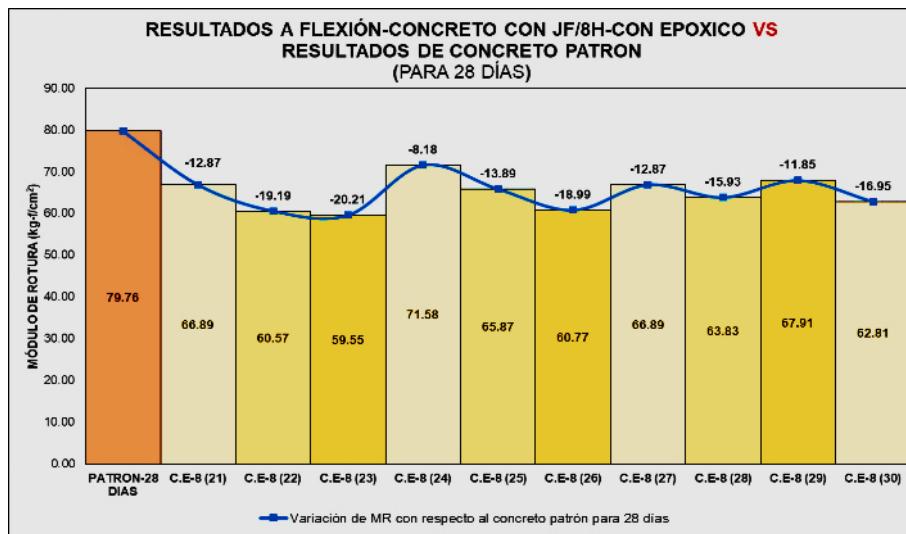
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
PROBETA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	CARGA APLICADA	DISTANCIA APOYOS	(ANCHO) (ALTURA) <sup>2</sup>	MÓDULO DE ROTURA ALCANZADA	VARIACIÓN DE MÓDULO DE ROTURA		
							$\frac{3*(4)*(5)}{I^2*(6)}$	$\frac{(7)}{\text{PATRÓN}}$	$\frac{(7)-\%\text{MR}_{28}}{\text{PATRÓN}}$
		ANO:2021		kg-f	cm	cm <sup>3</sup>	kg-f/cm <sup>2</sup>	%	kg-f/cm <sup>2</sup>
1°	2°								
C.E-8 (21)			3344.60	45	3 375	66.89	83.86%	-12.87	-16.14%
C.E-8 (22)			3028.50	45	3 375	60.57	75.94%	-19.19	-24.06%
C.E-8 (23)			2977.50	45	3 375	59.55	74.66%	-20.21	-25.34%
C.E-8 (24)			3579.10	45	3 375	71.58	89.74%	-8.18	-10.26%
C.E-8 (25)	Jueves 04 de Noviembre	Jueves 02 de Diciembre	3293.60	45	3 375	65.87	82.59%	-13.89	-17.41%
C.E-8 (26)			3038.70	45	3 375	60.77	76.19%	-18.99	-23.81%
C.E-8 (27)			3344.60	45	3 375	66.89	83.86%	-12.87	-16.14%
C.E-8 (28)			3191.70	45	3 375	63.83	80.03%	-15.93	-19.97%
C.E-8 (29)			3395.60	45	3 375	67.91	85.14%	-11.85	-14.86%
C.E-8 (30)			3140.70	45	3 375	62.81	78.75%	-16.95	-21.25%
<b>X</b>	<b>28 días</b>		<b>3 233.46</b>	<b>45</b>	<b>3 375</b>	<b>64.67</b>	<b>81.08%</b>	<b>-15.09</b>	<b>-18.92%</b>

MÓDULO DE ROTURA MÍNIMO – 28 DÍAS (MR<sub>28</sub> PATRÓN) =  $79.76 \text{ kg-f/cm}^2$ ; %<sub>28</sub> PATRÓN ≈ 100%

*Fuente: Elaboración propia*

**Figura 114**

*Resultados de ensayo a flexión para 28 días - resistencia de concreto con junta fría de 8 horas de formación (con epóxico) VS resistencia de concreto patrón*



Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar de la tabla 79 y figura 114, el promedio de las resistencias alcanzadas (módulo de rotura) fue de 64.67 kg-f/cm<sup>2</sup>, el cual representa el 81.02%; menor al 100% de resistencia alcanzada de concreto patrón a 28 días. **De esta manera se concluye que hubo una disminución de la resistencia a flexión de -15.09 kg-f/cm<sup>2</sup> (-18.92%) cuando el concreto presenta juntas frías con tiempo de formación de 8 horas con uso del epóxico adherente, en comparación con un concreto de vaciado continuo.**

#### 4.64. RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 8 HORAS DE FORMACIÓN (CON EPÓXICO) PARA TODAS LAS EDADES - f'c=210 kg/cm<sup>2</sup>

**Tabla 80**

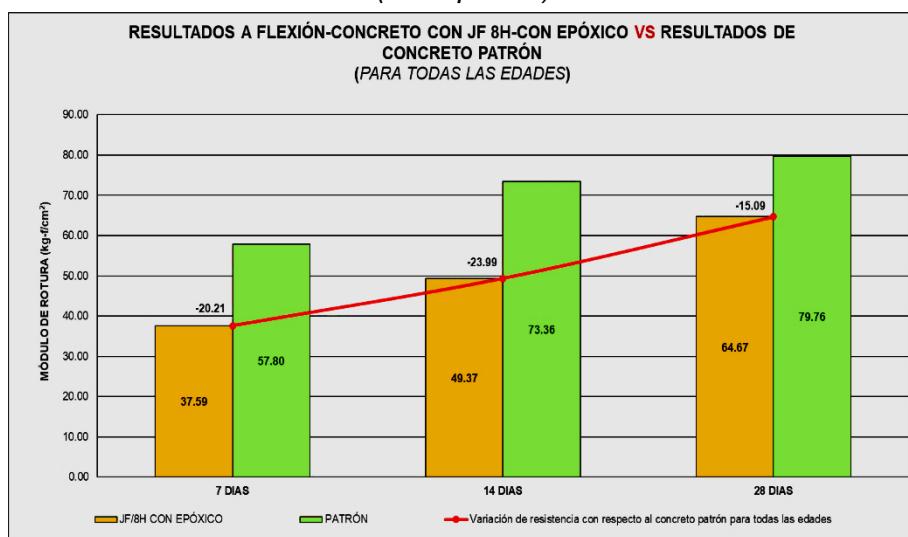
*Resultados de ensayo a flexión para todas las edades – concreto con junta fría de 8 horas de formación (con epóxico) comparado con el concreto patrón*

(1) EDAD DE ROTURA días	(2) MR ALCANZADO kg-f/cm <sup>2</sup>	(3) %	(4) MR CONCRETO PATRÓN kg-f/cm <sup>2</sup>	(5) %	(6) / (7) VARIACIÓN DE RESISTENCIA kg-f/cm <sup>2</sup> (%)	
					(6)	(7)
7	37.59	47.13%	57.80	72%	-20.21	-24.87%
14	49.37	61.90%	73.36	92%	-23.99	-30.10%
28	64.67	81.08%	79.76	100%	-15.09	-18.92%
(2) / MR 28 PATRÓN			(4) / MR 28 PATRÓN		(2) - (4)	(3) - (5)

Fuente: Elaboración propia

**Figura 115**

Resultados de ensayo a flexión para todas las edades - resistencia de concreto con junta fría de 8 horas de formación (con epóxico) VS resistencia de concreto patrón



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 80 y figura 115 se han tomado los promedios de las resistencias alcanzadas del concreto con junta fría de 8 horas de formación aplicándole epóxico adherente para compararlos con el promedio de las resistencias del concreto patrón por cada edad de rotura. En la curva se puede observar la diferencia numérica en resistencia, notándose que **en todas las edades el concreto patrón fue mayor**, frente a un concreto con vaciado interrumpido con la consecuencia de la formación de una junta fría de 8 horas y tratamiento de epóxico adherente.

#### 4.65. RESISTENCIA A FLEXIÓN A DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 8 HORAS DE FORMACIÓN (CON/SIN EPÓXICO) Y 7 DÍAS DE ROTURA - $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 81**

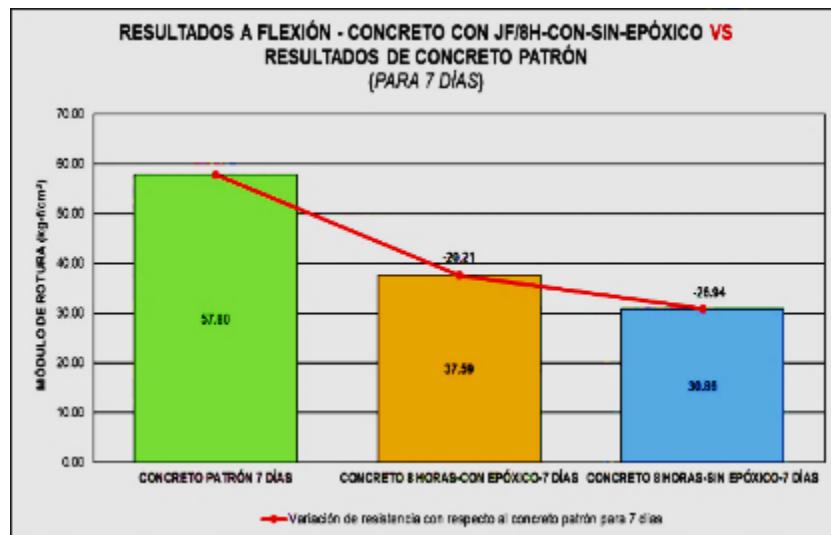
Resultados de ensayo a flexión para 7 días – concreto con junta fría de 8 horas de formación (sin/con epóxico) comparado con el concreto patrón

(1) EDAD DE ROTURA días	(2) TIPO DE CONCRETO	(3) PROMEDIO DE MÓDULO DE ROTURA		(5) VARIACIÓN DE MÓDULO DE ROTURA		(6)
		(3) kg-f/cm <sup>2</sup>	(4) %	(5) kg-f/cm <sup>2</sup>	(6) %	
	PATRÓN (MR <sub>7</sub> PATRÓN)	57.80	72%	0	0%	
7	JUNTA FRÍA DE 8 HORAS	SIN EPÓXICO	30.86	38.69%	-26.94	33.31%
		CON EPÓXICO	37.59	47.13%	-20.21	24.87%
		(3) / MR <sub>28</sub> PATRÓN	(3) - MR <sub>7</sub> PATRÓN	(4) - % <sub>7</sub> PATRÓN		
MÓDULO DE ROTURA PATRÓN – 28 DÍAS (MR <sub>28</sub> PATRÓN) = 79.76 kg-f/cm <sup>2</sup> ; % <sub>28</sub> PATRÓN ≈ 100%						

Fuente: Elaboración propia

**Figura 116**

Resultados de ensayo a flexión para 7 días - resistencia de concreto con junta fría de 8 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón



Fuente: Elaboración propia

De la tabla 81 y la figura 116, se puede observar que **efectivamente la formación de juntas frías a 8 horas disminuye la resistencia a flexión (módulo de rotura) en relación a un concreto patrón**, notándose que el más afectado fue el que no se le aplicó epóxico adherente con  $-26.94 \text{ kg-f/cm}^2$  (-33.31%) seguido del que sí recibe tratamiento con  $-20.21 \text{ kg-f/cm}^2$  (-24.87%) cuando la rotura se haga a 7 días para los 3 casos.

#### **4.66. RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 8 HORAS DE FORMACIÓN (CON/SIN EPÓXICO) Y 14 DÍAS DE ROTURA - $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$**

**Tabla 82**

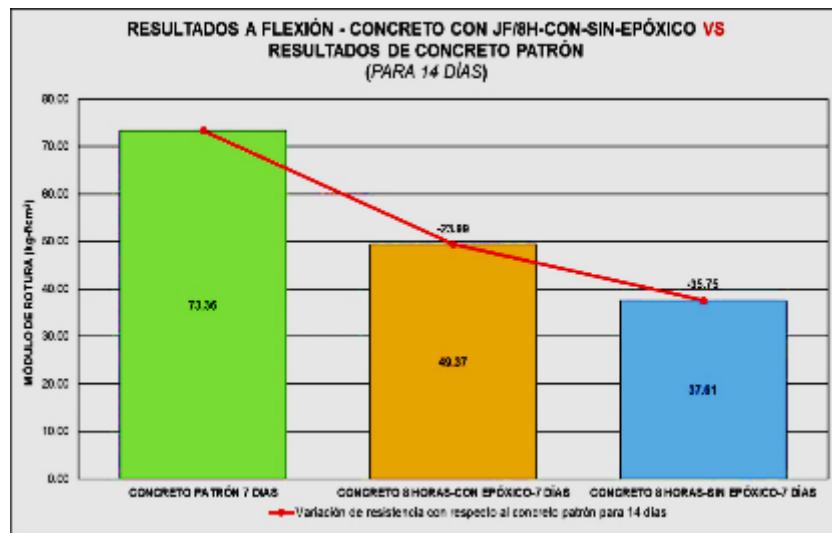
Resultados de ensayo a flexión para 14 días – concreto con junta fría de 8 horas de formación (sin/con epóxico) comparado con el concreto patrón

(1) EDAD DE ROTURA días	(2) TIPO DE CONCRETO	(3) PROMEDIO DE MÓDULO DE ROTURA		(5) VARIACIÓN DE MÓDULO DE ROTURA	
		kg-f/cm <sup>2</sup>	%	kg-f/cm <sup>2</sup>	%
14	PATRÓN (MR <sub>14</sub> PATRÓN)	73.36	92%	0	0%
	JUNTA FRÍA DE 8 HORAS	SIN EPÓXICO	37.61	47.15%	-35.75    -44.85%
	CON EPÓXICO	49.37	61.90%	-23.99    -30.10%	
		(3) / MR <sub>28</sub> PATRÓN	(3) - MR <sub>14</sub> PATRÓN	(4) - MR <sub>14</sub> PATRÓN	
MÓDULO DE ROTURA PATRÓN – 28 DÍAS (MR <sub>28</sub> PATRÓN) = 79.76 kg-f/cm <sup>2</sup> ; % 28 PATRÓN ≈ 100%					

Fuente: Elaboración propia

**Figura 117**

*Resultados de ensayo a flexión para 14 días - resistencia de concreto con junta fría de 8 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón*



Fuente: Elaboración propia

De la tabla 82 y la figura 117, se puede observar que **efectivamente la formación de juntas frías a 8 horas disminuye la resistencia a flexión (módulo de rotura) en relación a un concreto patrón**, notándose que el más afectado fue el que no se le aplicó epóxico adherente con  $-35.75 \text{ kg-f/cm}^2$  (-44.85%) seguido del que sí recibe tratamiento con  $-23.99 \text{ kg-f/cm}^2$  (-30.10%) cuando la rotura se haga a 14 días para los 3 casos.

#### 4.67. RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 8 HORAS DE FORMACIÓN (CON/SIN EPÓXICO) Y 28 DÍAS DE ROTURA - $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 83**

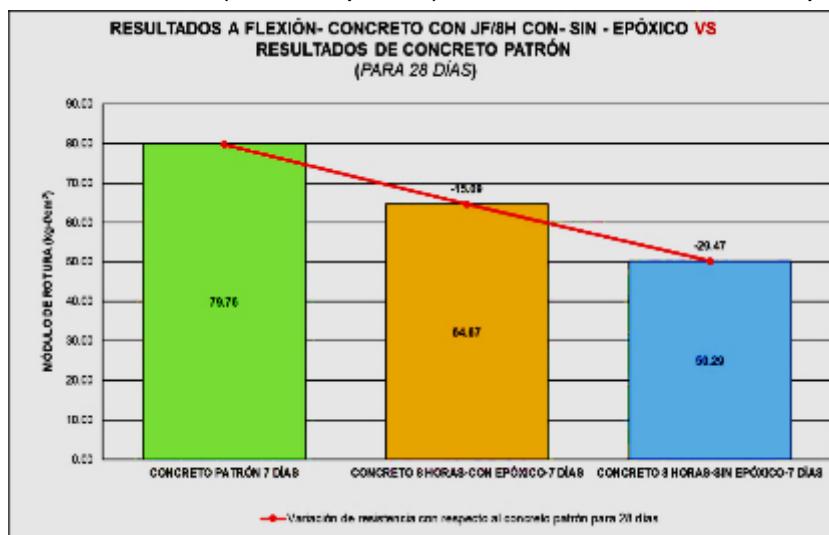
*Resultados de ensayo a flexión para 28 días – concreto con junta fría de 8 horas de formación (sin/con epóxico) comparado con el concreto patrón*

(1) EDAD DE ROTURA días	(2) TIPO DE CONCRETO	(3) PROMEDIO DE MÓDULO DE ROTURA		(5) VARIACIÓN DE MÓDULO DE ROTURA	
		(4) kg-f/cm <sup>2</sup>	(6) %	(5) kg-f/cm <sup>2</sup>	(6) %
28	PATRÓN (MR <sub>28</sub> PATRÓN)	79.76	100%	0	0%
	JUNTA FRÍA DE 8 HORAS	SIN EPÓXICO	50.29	63.05%	-29.47
		CON EPÓXICO	64.67	81.08%	-15.09
		(3) / MR <sub>28</sub> PATRÓN	(3) - MR <sub>28</sub> PATRÓN	(4) - % <sub>28</sub> PATRÓN	

Fuente: Elaboración propia

**Figura 118**

*Resultados de ensayo a flexión para 28 días - resistencia de concreto con junta fría de 8 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón*



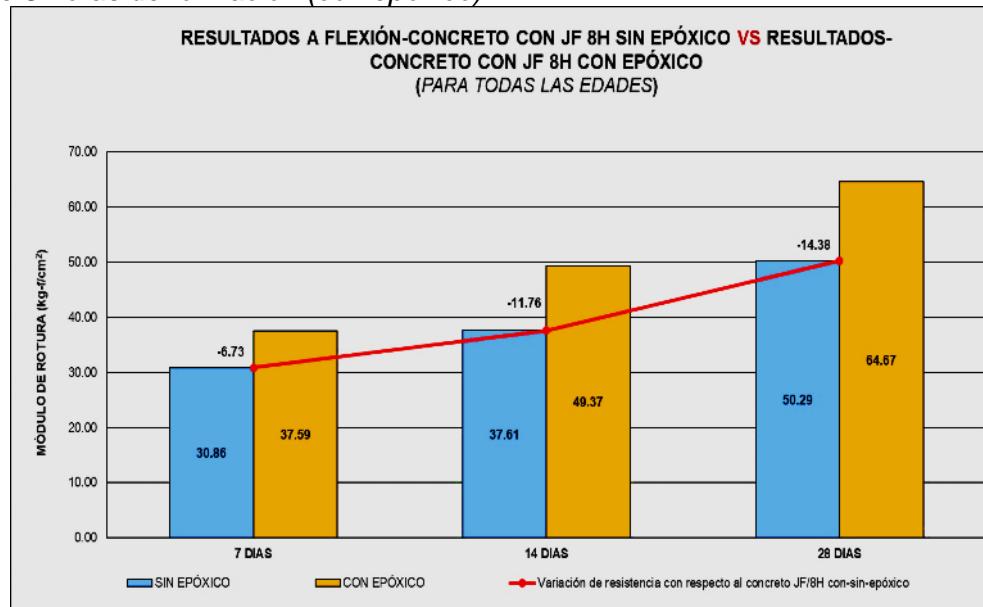
*Fuente:* Elaboración propia

De la tabla 83 y la figura 118, se puede observar que **efectivamente la formación de juntas frías a 8 horas disminuye la resistencia a flexión (módulo de rotura) en relación a un concreto patrón**, notándose que el más afectado fue el que no se le aplicó epóxico adherente con  $-29.47 \text{ kg-f/cm}^2$  (-36.95%) seguido del que sí recibe tratamiento con  $-15.09 \text{ kg-f/cm}^2$  (-18.92%) cuando la rotura se haga a 28 días para los 3 casos.

#### 4.68. RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 8 HORAS DE FORMACIÓN (SIN/CON EPÓXICO) PARA TODAS LAS EDADES - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

**Figura 119**

Resultados de ensayo a flexión para todas las edades - resistencia de concreto con junta fría de 8 horas de formación (sin epóxico) VS resistencia de concreto con junta fría de 8 horas de formación (con epóxico)



Nota. Se puede observar que en el concreto con junta fría de 8 horas de formación la resistencia es más afectada no recibe ningún tipo de tratamiento, notándose una diferencia de -6.73, -11.76 y -14.38  $\text{kg-f/cm}^2$  a los 7, 14 y 28 días de rotura respectivamente frente al concreto con junta fría con tratamiento de epóxico adherente.

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 84**

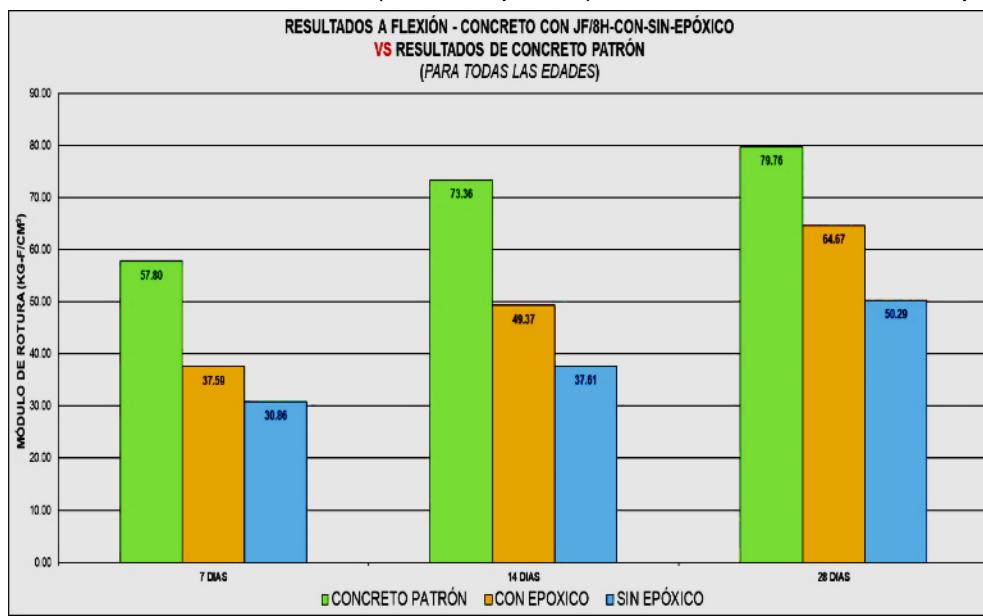
Resultados de ensayo a flexión para todas las edades – concreto con junta fría de 8 horas de formación (sin/con epóxico) comparado con el concreto patrón

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)		
EDAD DE ROTURA	MÓDULO DE ROTURA ( $\text{kg-f/cm}^2$ )						VARIACIÓN DE MR					
	PATRÓN		JUNTA FRÍA DE 8 HORAS				SIN EPÓXICO		CON EPÓXICO			
	días	$\text{kg-f/cm}^2$	%	$\text{kg-f/cm}^2$	%	$\text{kg-f/cm}^2$	%	$\text{kg-f/cm}^2$	%	$\text{kg-f/cm}^2$	%	
7	57.80	72%		30.86	38.69%	37.59	47.13%	-26.94	-33.31	-20.21	-24.87	
14	73.36	92%		37.61	47.15%	49.37	61.90%	-35.75	-44.85	-23.99	-30.10	
28	79.76	100%		50.29	63.05%	64.67	81.08%	-29.47	-36.95	-15.09	-18.92	
	(2) / MR <sub>28</sub> PATRÓN			(4) / MR <sub>28</sub> PATRÓN			(6) / MR <sub>28</sub> PATRÓN		(4) - (2)	(5) - (3)	(6) - (2)	(7) - (3)

Fuente: Elaboración propia

**Figura 120**

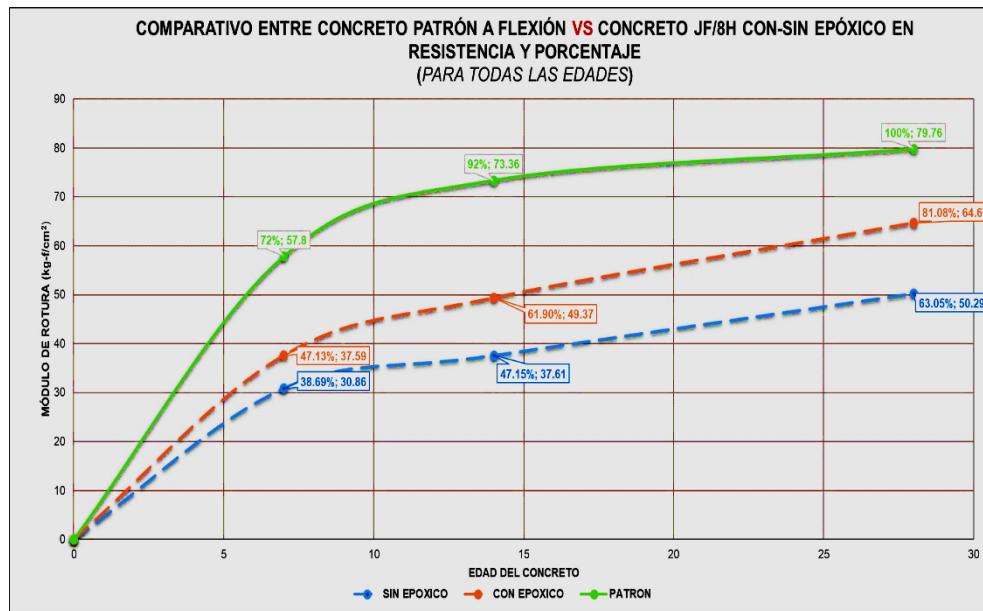
Resultados de ensayo a flexión para todas las edades - resistencia de concreto con junta fría de 8 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón



Fuente: Elaboración propia

**Figura 121**

Resultados de ensayo a flexión para todas las edades - resistencia de concreto con junta fría de 8 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón – en resistencia y porcentaje



Fuente: Elaboración propia

Finalmente, de la tabla 84, figura 120 y 121 se puede apreciar que **hay una disminución de la resistencia a flexión para las 3 edades del concreto cuando en**

**exista una junta fría a 8 horas de formación frente a un concreto patrón.** El más afectado fue el concreto con junta fría a 8 horas sin ningún tipo de tratamiento, teniendo una disminución a los 28 días de rotura de -29.47 kg-f/cm<sup>2</sup> vs el concreto con junta fría a 8 horas de -15.09 kg-f/cm<sup>2</sup> y epóxico adherente, todos comparados con el concreto patrón que alcanzó una resistencia total de 57.80 kg-f/cm<sup>2</sup>.

#### **4.69. RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 24 HORAS DE FORMACIÓN (SIN EPÓXICO) Y 7 DÍAS DE ROTURA - f'c=210 kg/cm<sup>2</sup>**

**Tabla 85**

*Resultados de ensayo a flexión para 07 días – concreto con junta fría de 24 horas de formación (sin epóxico) comparado con el concreto patrón*

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	
PROBETA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	CARGA APLICADA	DISTANCIA APOYOS	(ANCHO) (ALTURA) <sup>2</sup>	MÓDULO DE ROTURA ALCANZADA	VARIACIÓN DE MÓDULO DE ROTURA			
							3*(4) * (5) / 2*(6)	(7) / MR <sub>28</sub> PATRÓN	(7) - MR <sub>7</sub> PATRÓN	
							(7) - %MR <sub>7</sub> PATRÓN	(7) - %MR <sub>7</sub> PATRÓN	(7) - %MR <sub>7</sub> PATRÓN	
		AÑO:2021		kg-f	cm	cm <sup>3</sup>	kg-f/cm <sup>2</sup>	%	kg-f/cm <sup>2</sup>	%
1°	2°									
S.E-24 (1)			1 142.10	45	3 375	22.84	28.64%	-34.96	-43.36%	
S.E-24 (2)			1 203.20	45	3 375	24.06	30.17%	-33.74	-41.83%	
S.E-24 (3)			1 611.10	45	3 375	32.22	40.40%	-25.58	-31.60%	
S.E-24 (4)			1 142.10	45	3 375	22.84	28.64%	-34.96	-43.36%	
S.E-24 (5)	Lunes 18 de Octubre	Martes 19 de Octubre	Miércoles 26 de Octubre	1 254.20	45	3 375	25.08	31.44%	-32.72	-40.56%
S.E-24 (6)				1 478.60	45	3 375	29.57	37.07%	-28.23	-34.93%
S.E-24 (7)			1 213.40	45	3 375	24.27	30.43%	-33.53	-41.57%	
S.E-24 (8)			1 346	45	3 375	26.92	33.75%	-30.88	-38.25%	
S.E-24 (9)			1 131.90	45	3 375	22.64	28.39%	-35.16	-43.61%	
S.E-24 (10)			1 223.60	45	3 375	24.47	30.68%	-33.33	-41.32%	
<b>Σ</b>	<b>7 días</b>		<b>1 274.62</b>	<b>45</b>	<b>3 375</b>	<b>25.49</b>	<b>31.96%</b>	<b>-32.31</b>	<b>-40.04%</b>	

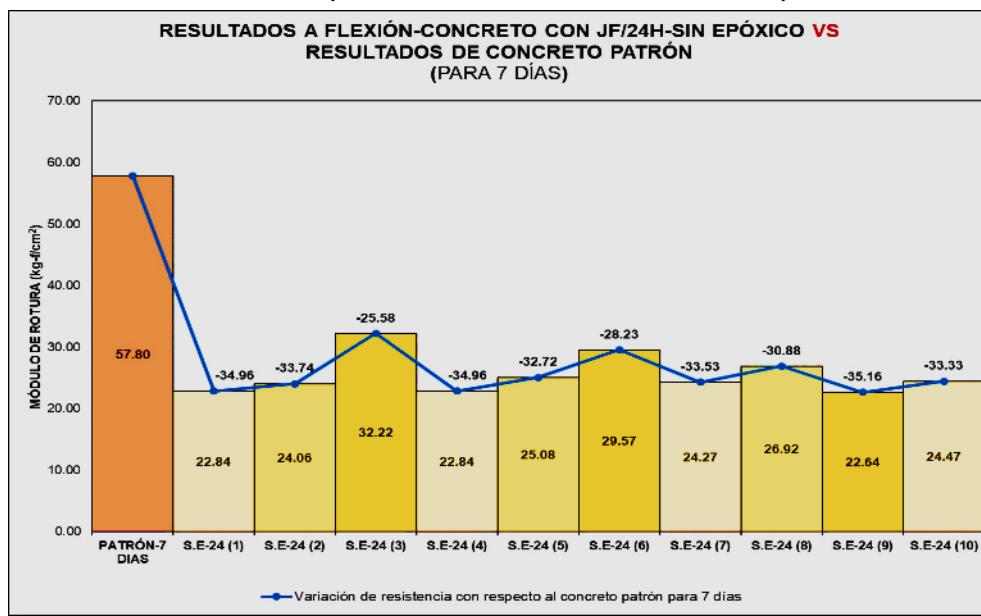
MÓDULO DE ROTURA MÍNIMO – 7 DÍAS (MR<sub>7</sub> PATRÓN) = 57.80 kg-f/cm<sup>2</sup>; %<sub>7</sub> PATRÓN ≈ 72%\* MR<sub>28</sub> PATRÓN

MÓDULO DE ROTURA MÍNIMO – 28 DÍAS (MR<sub>28</sub> PATRÓN) = 79.76 kg-f/cm<sup>2</sup>; %<sub>28</sub> PATRÓN ≈ 100%

*Fuente: Elaboración propia*

**Figura 122**

*Resultados de ensayo a flexión para 07 días - resistencia de concreto con junta fría de 24 horas de formación sin epóxico VS resistencia de concreto patrón*



Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar de la tabla 85 y figura 122, el promedio de las resistencias alcanzadas (módulo de rotura) fue de 25.49 kg-f/cm<sup>2</sup>, el cual representa el 31.96%; menor al 74% de resistencia alcanzada de concreto patrón a 7 días. **De esta manera se concluye que hubo una disminución de la resistencia a flexión de -32.31 kg/cm<sup>2</sup> (-40.04%) cuando el concreto presenta juntas frías con tiempo de formación de 24 horas sin uso del epóxico adherente, en comparación con un concreto de vaciado continuo.**

**4.70. RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 24 HORAS DE FORMACIÓN (SIN EPÓXICO) Y 14 DÍAS DE ROTURA -  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$**

**Tabla 86**

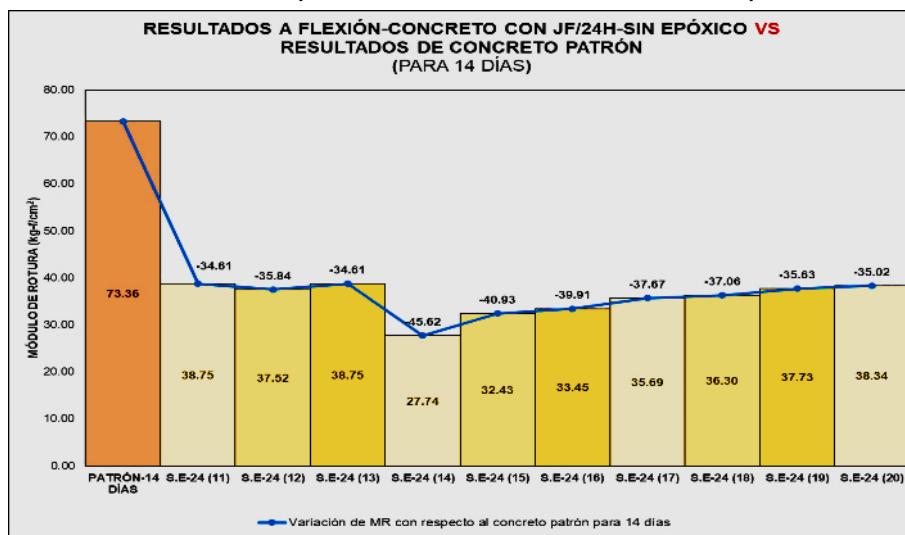
*Resultados de ensayo a flexión para 14 días – concreto con junta fría de 24 horas de formación (sin epóxico) comparado con el concreto patrón*

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	
PROBETA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	CARGA APLICADA	DISTANCIA APOYOS	(ANCHO) (ALTURA) <sup>2</sup>	MÓDULO DE ROTURA ALCANZADA	VARIACIÓN DE MÓDULO DE ROTURA			
							$3*(4)*(5)$ $/ 2*(6)$	(7) / MR <sub>28</sub> PATRÓN	(7) - MR <sub>14</sub> PATRÓN	
		AÑO:2021	kg-f	cm	cm <sup>3</sup>	kg-f/cm <sup>2</sup>	%	kg-f/cm <sup>2</sup>	%	
	1°	2°								
S.E-24 (11)			1 937.40	45	3 375	38.75	48.58%	-34.61	-43.42%	
S.E-24 (12)			1 876.20	45	3 375	37.52	47.04%	-35.84	-44.96%	
S.E-24 (13)			1 937.40	45	3 375	38.75	48.58%	-34.61	-43.42%	
S.E-24 (14)			1 386.80	45	3 375	27.74	34.78%	-45.62	-57.22%	
S.E-24 (15)	Lunes 18 de Octubre	Martes 19 de Octubre	Martes 02 de Noviembre	1 621.30	45	3 375	32.43	40.66%	-40.93	-51.34%
S.E-24 (16)				1 672.30	45	3 375	33.45	41.94%	-39.91	-50.06%
S.E-24 (17)				1 784.50	45	3 375	35.69	44.75%	-37.67	-47.25%
S.E-24 (18)				1 815.10	45	3 375	36.30	45.51%	-37.06	-46.49%
S.E-24 (19)				1 886.40	45	3 375	37.73	47.30%	-35.63	-44.70%
S.E-24 (20)				1 917	45	3 375	38.34	48.07%	-35.02	-43.93%
<b>Ā</b>	<b>14 días</b>		<b>1 783.44</b>	<b>45</b>	<b>3 375</b>	<b>35.67</b>	<b>44.72%</b>	<b>-37.69</b>	<b>-47.28%</b>	
MÓDULO DE ROTURA MÍNIMO – 14 DÍAS (MR <sub>14</sub> PATRÓN) = 73.36 kg-f/cm <sup>2</sup> ; % <sub>14</sub> PATRÓN ≈ 92%* MR <sub>28</sub> PATRÓN										
MÓDULO DE ROTURA MÍNIMO – 28 DÍAS (MR <sub>28</sub> PATRÓN) = 79.76 kg-f/cm <sup>2</sup> ; % <sub>28</sub> PATRÓN ≈ 100%										

*Fuente: Elaboración propia*

**Figura 123**

*Resultados de ensayo a flexión para 14 días - resistencia de concreto con junta fría de 24 horas de formación sin epóxico VS resistencia de concreto patrón*



*Fuente:* Elaboración propia

Como se puede apreciar de la tabla 86 y figura 123, el promedio de las resistencias alcanzadas (módulo de rotura) fue de 35.67 kg-f/cm<sup>2</sup>, el cual representa el 44.72%; menor al 92% de resistencia alcanzada de concreto patrón a 14 días. **De esta manera se concluye que hubo una disminución de la resistencia a flexión de -37.69 kg/cm<sup>2</sup> (-47.28%) cuando el concreto presenta juntas frías con tiempo en formación de 24 horas sin uso del epóxico adherente, en comparación con un concreto de vaciado continuo.**

#### 4.71. RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 24 HORAS DE FORMACIÓN (SIN EPÓXICO) Y 28 DÍAS DE ROTURA - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 87**

Resultados de ensayo a flexión para 28 días – concreto con junta fría de 24 horas de formación (sin epóxico) comparado con el concreto patrón

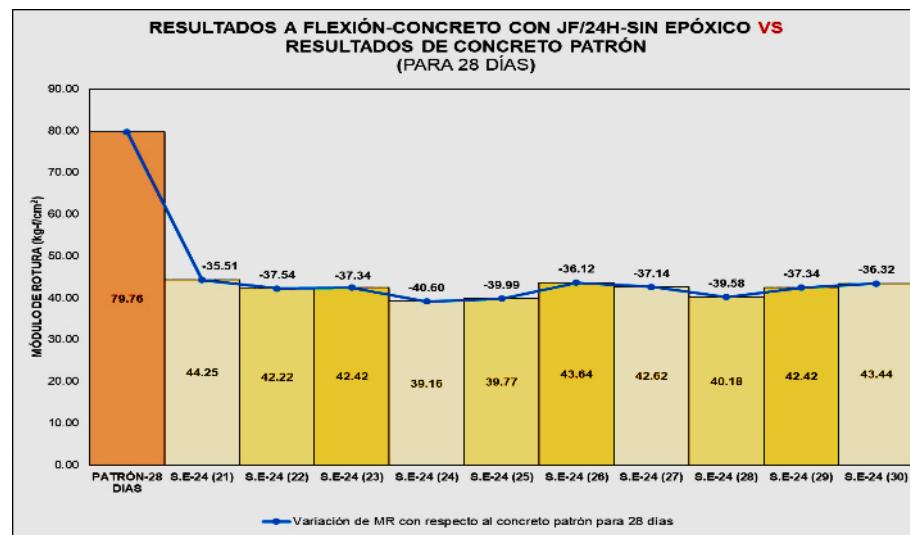
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
									3*(4)*(5) / 2*(6)
PROBETA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	CARGA APLICADA	DISTANCIA APOYOS	(ANCHO) (ALTURA) <sup>2</sup>	MÓDULO DE ROTURA ALCANZADA	VARIACIÓN DE MÓDULO DE ROTURA		(7) / MR <sub>28</sub> PATRÓN
	AÑO:2021		kg-f	cm	cm <sup>3</sup>	kg-f/cm <sup>2</sup>	%	kg-f/cm <sup>2</sup>	(7) - %MR <sub>28</sub> PATRÓN
	1°	2°							
S.E-24 (21)			2 212.70	45	3 375	44.25	55.48%	-35.51	-44.52%
S.E-24 (22)			2 110.80	45	3 375	42.22	52.93%	-37.54	-47.07%
S.E-24 (23)			2 121.00	45	3 375	42.42	53.18%	-37.34	-46.82%
S.E-24 (24)			1 957.80	45	3 375	39.16	49.10%	-40.60	-50.90%
S.E-24 (25)	Lunes 18 de Octubre	Martes 19 de Octubre	1 988.40	45	3 375	39.77	49.86%	-39.99	-50.14%
S.E-24 (26)		Martes 16 de Noviembre	2 182.20	45	3 375	43.64	54.71%	-36.12	-45.29%
S.E-24 (27)			2 131.20	45	3 375	42.62	53.44%	-37.14	-46.56%
S.E-24 (28)			2 008.80	45	3 375	40.18	50.38%	-39.58	-49.62%
S.E-24 (29)			2 121	45	3 375	42.42	53.18%	-37.34	-46.82%
S.E-24 (30)			2 172	45	3 375	43.44	54.46%	-36.32	-45.54%
<b>Σ</b>	<b>28 días</b>		<b>2 100.59</b>	<b>45</b>	<b>3 375</b>	<b>42.01</b>	<b>52.67%</b>	<b>-37.75</b>	<b>-47.33%</b>

MÓDULO DE ROTURA MÍNIMO – 28 DÍAS (MR<sub>28</sub> PATRÓN) = 79.76 kg-f/cm<sup>2</sup>; %<sub>28</sub> PATRÓN ≈ 100%

Fuente: Elaboración propia

**Figura 124**

Resultados de ensayo a flexión para 28 días - resistencia de concreto con junta fría de 24 horas de formación sin epóxico VS resistencia de concreto patrón



Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar de la tabla 87 y figura 124, el promedio de las resistencias alcanzadas (módulo de rotura) fue de  $42.01 \text{ kg-f/cm}^2$ , el cual representa el 52.67%; menor al 100% de resistencia alcanzada de concreto patrón a 28 días. **De esta manera se concluye que hubo una disminución de la resistencia a flexión de  $-37.75 \text{ kg/cm}^2$  (-47.33%) cuando el concreto presenta juntas frías con tiempo en formación de 24 horas sin uso del epóxico adherente, en comparación con un concreto de vaciado continuo.**

#### 4.72. RESISTENCIA A FLEXIÓN PARA CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 24 HORAS DE FORMACIÓN (SIN EPÓXICO) PARA TODAS LAS EDADES - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 88**

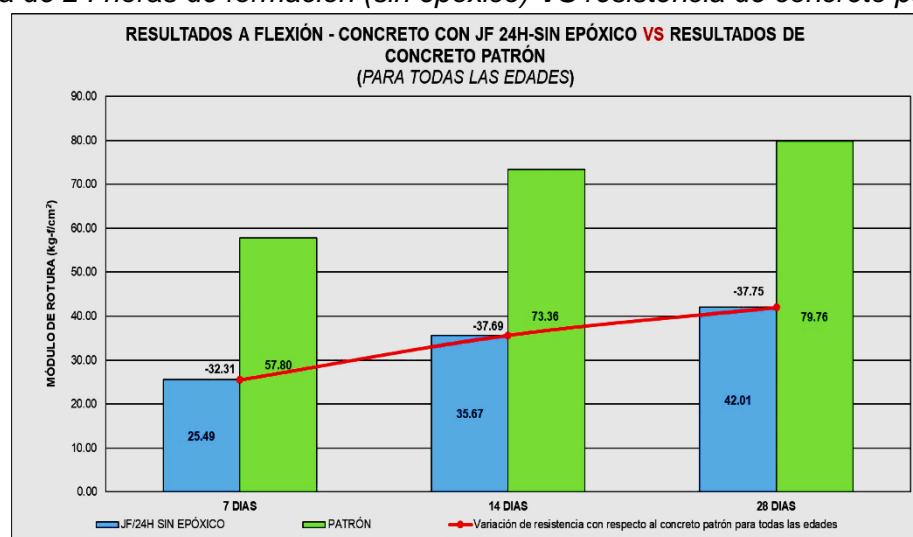
Resultados de ensayo a flexión para todas las edades – concreto con junta fría de 24 horas de formación (sin epóxico) comparado con el concreto patrón

(1) EDAD DE ROTURA días	(2) MR ALCANZADO $\text{kg-f/cm}^2$	(3) %	(4) MR CONCRETO PATRÓN $\text{kg-f/cm}^2$	(5) %	(6) VARIACIÓN DE RESISTENCIA $\text{kg-f/cm}^2$	(7) (%)
7	25.49	31.96%	57.80	72%	-32.31	-40.04%
14	35.67	44.72%	73.36	92%	-37.69	-47.28%
28	42.01	52.67%	79.76	100%	-37.75	-47.33%
(2) / MR <sub>28</sub> PATRÓN			(4) / MR <sub>28</sub> PATRÓN			(2) - (4)      (3) - (5)

Fuente: Elaboración propia

**Figura 125**

Resultados de ensayo a flexión para todas las edades - resistencia de concreto con junta fría de 24 horas de formación (sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 88 y figura 125 se han tomado los promedios de las resistencias del concreto con junta fría de 24 horas de formación y sin uso del epóxico adherente para compararlos con el promedio de las resistencias del concreto patrón por cada edad de rotura. En la curva se puede observar la diferencia numérica en resistencia, notándose que **en todas las edades el concreto patrón fue mayor, frente a un concreto con vaciado interrumpido con la consecuencia de la formación de una junta fría de 8 horas y sin aplicación del puente de adherencia.**

#### 4.73. RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 24 HORAS DE FORMACIÓN (CON EPÓXICO) Y 7 DÍAS DE ROTURA - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 89**

*Resultados de ensayo a flexión para 07 días – concreto con junta fría de 24 horas de formación (con epóxico) comparado con el concreto patrón*

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	
PROBETA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	CARGA APLICADA	DISTANCIA APOYOS	(ANCHO) (ALTURA) <sup>2</sup>	MÓDULO DE ROTURA ALCANZADA	VARIACIÓN DE MÓDULO DE ROTURA			
	AÑO:2021		kg-f	cm	cm <sup>3</sup>	kg-f/cm <sup>2</sup>	%	kg-f/cm <sup>2</sup>	%	
	1°	2°								
C.E-24 (1)			1 427.80	45	3 375	28.56	35.81%	-29.24	-36.19%	
C.E-24 (2)			1 499	45	3 375	29.98	37.59%	-27.82	-34.41%	
C.E-24 (3)			1 478.60	45	3 375	29.57	37.07%	-28.23	-34.93%	
C.E-24 (4)			1 734.50	45	3 375	34.69	43.49%	-23.11	-28.51%	
C.E-24 (5)	Lunes 18 de Octubre	Martes 19 de Octubre	Miércoles 26 de Octubre	1 560.10	45	3 375	31.20	39.12%	-26.60	-32.88%
C.E-24 (6)				1 692.70	45	3 375	33.85	42.44%	-23.95	-29.56%
C.E-24 (7)				1 437.80	45	3 375	28.76	36.06%	-29.04	-35.94%
C.E-24 (8)				1 417.40	45	3 375	28.35	35.54%	-29.45	-36.46%
C.E-24 (9)				1 448	45	3 375	28.96	36.31%	-28.84	-35.69%
C.E-24 (10)				1 662.10	45	3 375	33.24	41.68%	-24.56	-30.32%
$\bar{X}$	7 días		1 535.80	45	3 375	30.72	38.51%	-27.08	-33.49%	

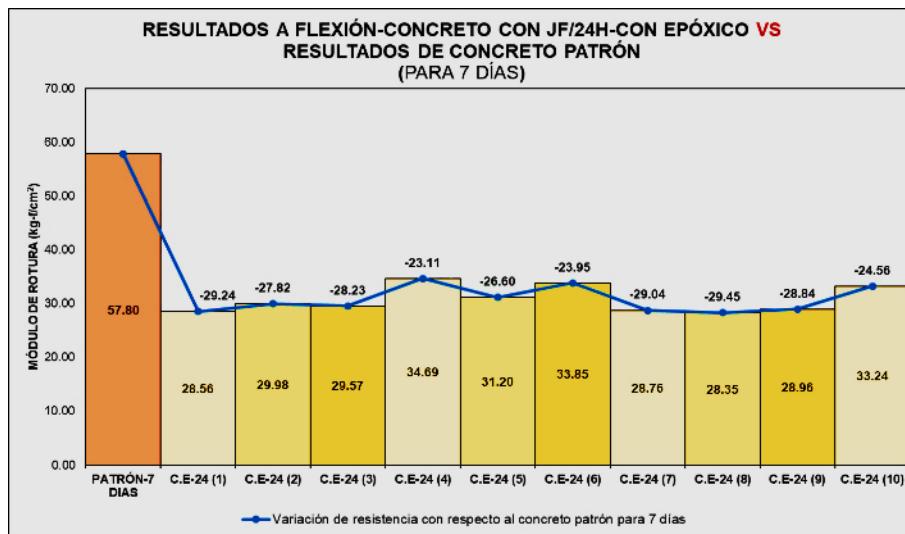
MÓDULO DE ROTURA MÍNIMO – 7 DÍAS ( $\text{MR}_7 \text{ PATRÓN}$ ) =  $57.80 \text{ kg-f/cm}^2$ ; %  $\text{MR}_7 \text{ PATRÓN} \approx 72\% * \text{MR}_{28} \text{ PATRÓN}$

MÓDULO DE ROTURA MÍNIMO – 28 DÍAS ( $\text{MR}_{28} \text{ PATRÓN}$ ) =  $79.76 \text{ kg-f/cm}^2$ ; %  $\text{MR}_{28} \text{ PATRÓN} \approx 100\%$

*Fuente: Elaboración propia*

**Figura 126**

*Resultados de ensayo a flexión para 07 días - resistencia de concreto con junta fría de 24 horas de formación (con epóxico) VS resistencia de concreto patrón*



*Fuente:* Elaboración propia

Como se puede apreciar de la tabla 89 y figura 126, el promedio de las resistencias alcanzadas (módulo de rotura) fue de 30.72 kg-f/cm<sup>2</sup>, el cual representa el 38.51%; menor al 72% de resistencia alcanzada de concreto patrón a 7 días. **De esta manera se concluye que hubo una disminución de la resistencia a flexión de -27.08 kg-f/cm<sup>2</sup> (-33.49%) cuando el concreto presenta juntas frías con tiempo de formación de 24 horas con uso del epóxico adherente, en comparación con un concreto de vaciado continuo.**

#### **4.74. RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 24 HORAS DE FORMACIÓN (CON EPÓXICO) Y 14 DÍAS DE ROTURA - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$**

**Tabla 90**

## *Resultados de ensayo a flexión para 14 días – concreto con junta fría de 24 horas de formación (con epóxico) comparado con el concreto patrón*

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	
PROBETA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	CARGA APLICADA	DISTANCIA APOYOS	(ANCHO) (ALTURA) <sup>2</sup>	MÓDULO DE ROTURA ALCANZADA	VARIACIÓN DE MÓDULO DE ROTURA			
							3*(4) *(5) / 2*(6)	(7) / MR <sub>28</sub> PATRÓN	(7) - MR <sub>14</sub> PATRÓN	
AÑO:2021			kg-f	cm	cm <sup>3</sup>	kg-f/cm <sup>2</sup>	%	kg-f/cm <sup>2</sup>	%	
1°	2°									
C.E-24 (11)			2 182.20	45	3 375	43.64	54.71%	-29.72	-37.29%	
C.E-24 (12)			2 080.20	45	3 375	41.60	52.16%	-31.76	-39.84%	
C.E-24 (13)			2 365.70	45	3 375	47.31	59.32%	-26.05	-32.68%	
C.E-24 (14)			1 560.10	45	3 375	31.20	39.12%	-42.16	-52.88%	
C.E-24 (15)	Lunes 18 de Octubre	Martes 19 de Octubre	Martes 02 de Noviembre	1 794.70	45	3 375	35.89	45.00%	-37.47	-47.00%
C.E-24 (16)				1 876.20	45	3 375	37.52	47.04%	-35.84	-44.96%
C.E-24 (17)				2 437.10	45	3 375	48.74	61.11%	-24.62	-30.89%
C.E-24 (18)				1 825.30	45	3 375	36.51	45.77%	-36.85	-46.23%
C.E-24 (19)				2 345.30	45	3 375	46.91	58.81%	-26.45	-33.19%
C.E-24 (20)				2 029.20	45	3 375	40.58	50.88%	-32.78	-41.12%
<b>̄X</b>	<b>14 días</b>		<b>2 049.60</b>	<b>45</b>	<b>3 375</b>	<b>40.99</b>	<b>51.39%</b>	<b>-32.37</b>	<b>-40.61%</b>	

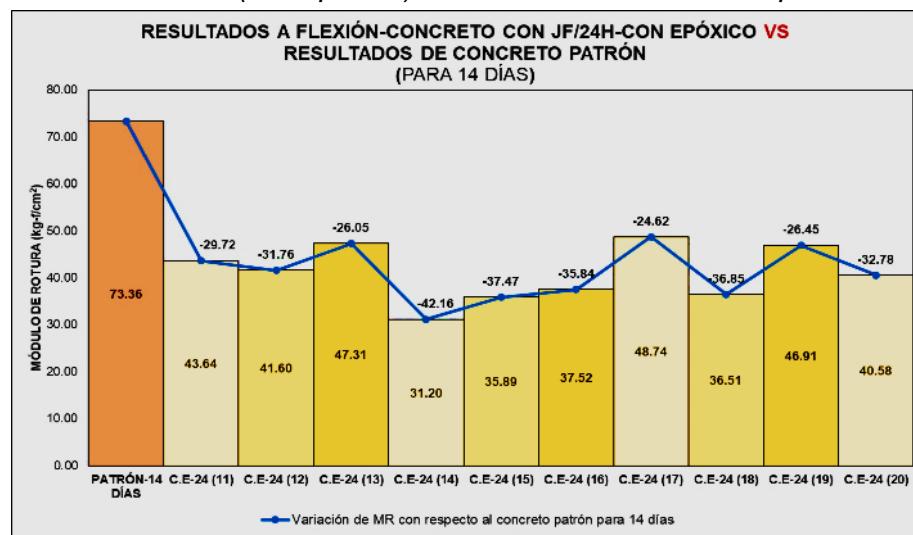
MÓDULO DE ROTURA MÍNIMO – 14 DÍAS (MR<sub>14</sub> PATRÓN) = 73.36 kg-f/cm<sup>2</sup>; %<sub>14</sub> PATRÓN ≈ 92%\* MR<sub>28</sub> PATRÓN

MÓDULO DE ROTURA MÍNIMO – 28 DÍAS (MR<sub>28</sub> PATRÓN) = 79.76 kg-f/cm<sup>2</sup>; %<sub>28</sub> PATRÓN ≈ 100%

*Fuente:* Elaboración propia

**Figura 127**

## *Resultados de ensayo a flexión para 14 días - resistencia de concreto con junta fría de 24 horas de formación (con epóxico) VS resistencia de concreto patrón*



*Fuente:* Elaboración propia

Como se puede apreciar de la tabla 90 y figura 127 el promedio de las resistencias alcanzadas (módulo de rotura) fue de 40.99 kg-f/cm<sup>2</sup>, el cual representa el 51.39%; menor al 92% de resistencia alcanzada de concreto patrón a 14 días. **De esta manera se concluye que hubo una disminución de la resistencia a flexión de -32.37 kg-f/cm<sup>2</sup> (-40.61%) cuando el concreto presenta juntas frías con tiempo de formación de 24 horas con uso del epóxico adherente, en comparación con un concreto de vaciado continuo.**

#### 4.75. RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 24 HORAS DE FORMACIÓN (CON EPÓXICO) Y 28 DÍAS DE ROTURA - f'c=210 kg/cm<sup>2</sup>

**Tabla 91**

*Resultados de ensayo a flexión para 28 días – concreto con junta fría de 24 horas de formación (con epóxico) comparado con el concreto patrón*

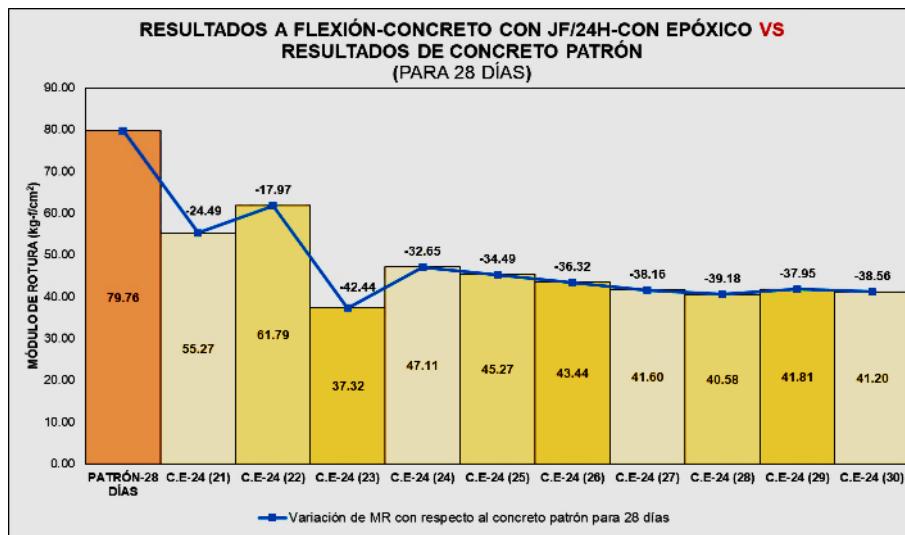
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
PROBETA	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	CARGA APLICADA	DISTANCIA APOYOS	(ANCHO) (ALTURA) <sup>2</sup>	MÓDULO DE ROTURA ALCANZADA	VARIACIÓN DE MÓDULO DE ROTURA		
							3*(4) *(5) / 2*(6)	(7) / MR <sub>28</sub> PATRÓN	(7) - MR <sub>28</sub> PATRÓN
			kg-f	cm	cm <sup>3</sup>	kg-f/cm <sup>2</sup>	%	kg-f/cm <sup>2</sup>	%
	1°	2°							
C.E-24 (21)			2 763.40	45	3 375	55.27	69.30%	-24.49	30.70%
C.E-24 (22)			3 089.70	45	3 375	61.79	77.47%	-17.97	22.53%
C.E-24 (23)			1 866.10	45	3 375	37.32	46.79%	-42.44	-53.21%
C.E-24 (24)	Lunes	Martes	2 355.50	45	3 375	47.11	59.06%	-32.65	-40.94%
C.E-24 (25)	18 de Octubre	19 de Octubre	2 263.70	45	3 375	45.27	56.76%	-34.49	-43.24%
S.E-24 (26)			2 172	45	3 375	43.44	54.46%	-36.32	-45.54%
C.E-24 (27)			2 080.20	45	3 375	41.60	52.16%	-38.16	-47.84%
C.E-24 (28)			2 029.20	45	3 375	40.58	50.88%	-39.18	-49.12%
C.E-24 (29)			2 090.40	45	3 375	41.81	52.42%	-37.95	-47.58%
C.E-24 (30)			2 059.80	45	3 375	41.20	51.65%	-38.56	-48.35%
<b>Ā</b>	<b>28 días</b>		<b>2 277</b>	<b>45</b>	<b>3 375</b>	<b>45.54</b>	<b>57.10%</b>	<b>-34.22</b>	<b>-42.91%</b>

MÓDULO DE ROTURA MÍNIMO – 28 DÍAS (MR<sub>28</sub> PATRÓN) = 79.76 kg-f/cm<sup>2</sup>; %<sub>28</sub> PATRÓN ≈ 100%

Fuente: Elaboración propia

**Figura 128**

*Resultados de ensayo a flexión para 28 días - resistencia de concreto con junta fría de 24 horas de formación (con epóxico) VS resistencia de concreto patrón*



*Fuente:* Elaboración propia

Como se puede apreciar de la tabla 91 y figura 128, el promedio de las resistencias alcanzadas (módulo de rotura) fue de  $45.54 \text{ kg-f/cm}^2$ , el cual representa el 57.10%; menor al 100% de resistencia alcanzada de concreto patrón a 28 días. **De esta manera se concluye que hubo una disminución de la resistencia a flexión de -34.22 kg-f/cm<sup>2</sup> (-42.91%) cuando el concreto presenta juntas frías con tiempo de formación de 24 horas con uso del epóxico adherente, en comparación con un concreto de vaciado continuo.**

#### 4.76. RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 24 HORAS DE FORMACIÓN (CON EPÓXICO) PARA TODAS LAS EDADES - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 92**

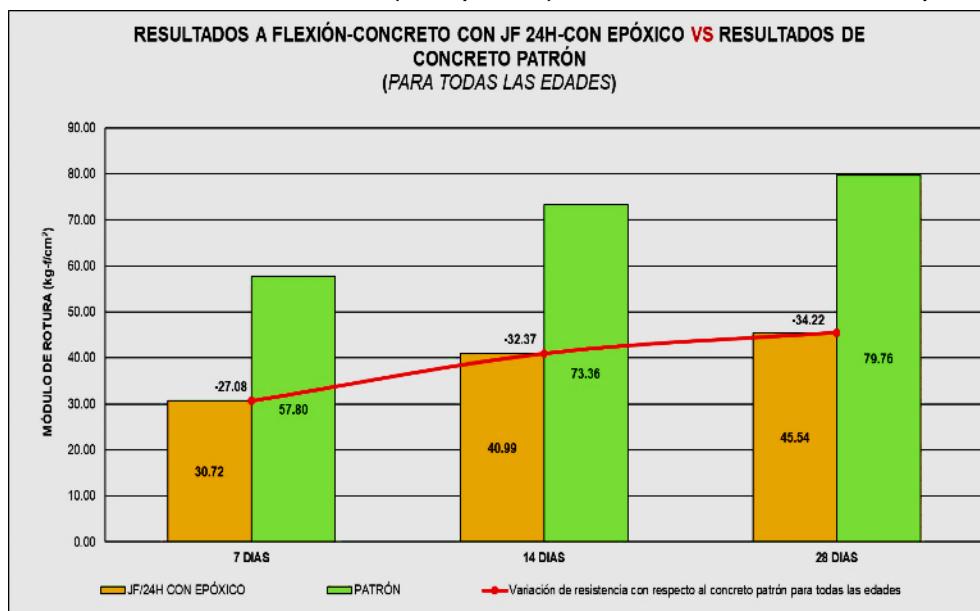
*Resultados de ensayo a flexión para todas las edades – concreto con junta fría de 24 horas de formación (con epóxico) comparado con el concreto patrón*

(1) EDAD DE ROTURA días	(2) MR ALCANZADO $\text{kg-f/cm}^2$	(3) %	(4) MR CONCRETO PATRÓN $\text{kg-f/cm}^2$	(5) %	(6) VARIACIÓN DE RESISTENCIA $\text{kg-f/cm}^2$	(7) (%)
7	30.72	38.59%	57.80	72%	-27.08	-33.48%
14	40.99	51.39%	73.36	92%	-32.37	-40.61%
28	45.54	57.10%	79.76	100%	-34.22	-42.90%
	(2) / MR 28 PATRÓN		(4) / MR 28 PATRÓN		(2) - (4)	(3) - (5)

*Fuente:* Elaboración propia

**Figura 129**

Resultados de ensayo a flexión para todas las edades - resistencia de concreto con junta fría de 24 horas de formación (sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 92 y figura 129 se han tomado los promedios de las resistencias del concreto con junta fría de 24 horas de formación aplicándole epóxico adherente para compararlos con el promedio de las resistencias del concreto patrón por cada edad de rotura. En la curva se puede observar la diferencia numérica en resistencia, notándose que **en todas las edades el concreto patrón fue mayor**, frente a un concreto con vaciado interrumpido con la consecuencia de la formación de una junta fría de 24 horas y tratamiento de epóxico adherente.

#### 4.77. RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 24 HORAS DE FORMACIÓN (CON/SIN EPÓXICO) Y 7 DÍAS DE ROTURA - $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 93**

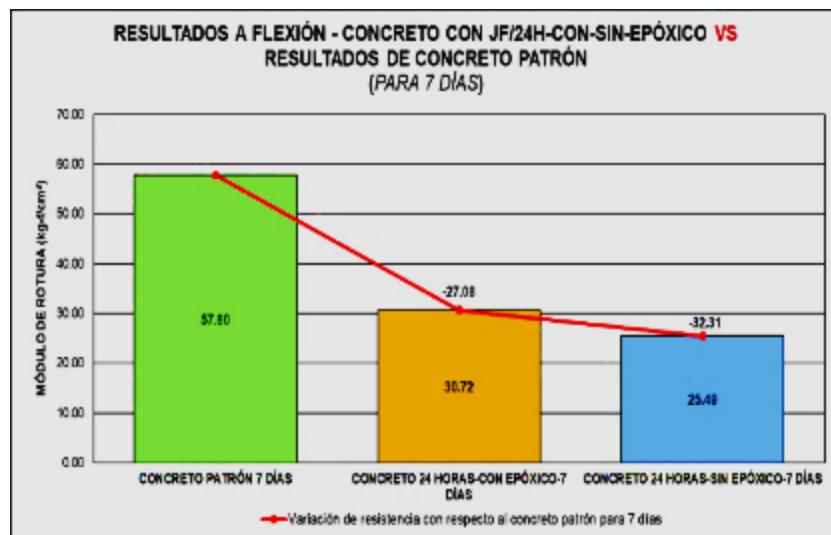
Resultados de ensayo a flexión para 7 días – concreto con junta fría de 24 horas de formación (sin/con epóxico) comparado con el concreto patrón

(1) EDAD DE ROTURA días	(2) TIPO DE CONCRETO	(3) PROMEDIO DE MÓDULO DE ROTURA		(5) VARIACIÓN DE MÓDULO DE ROTURA		(6) PATRÓN
		kg-f/cm²	%	kg-f/cm²	%	
7	PATRÓN (MR <sub>7</sub> PATRÓN)	57.80	72%	0	0%	
	JUNTA FRÍA DE 24 HORAS SIN EPÓXICO	25.49	31.96%	-32.31	-40.04%	
	SIN EPÓXICO CON EPÓXICO	30.72	38.52%	-27.08	-33.48%	
		(3) / MR <sub>28</sub> PATRÓN		(3) - MR <sub>7</sub> PATRÓN		(4) - % PATRÓN
MÓDULO DE ROTURA PATRÓN – 28 DÍAS (MR <sub>28</sub> PATRÓN) = 79.76 kg-f/cm <sup>2</sup> ; % 28 PATRÓN ≈ 100%						

Fuente: Elaboración propia

**Figura 130**

Resultados de ensayo a flexión para 7 días - resistencia de concreto con junta fría de 24 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón



Fuente: Elaboración propia

De la tabla 93 y la figura 130, se puede observar que **efectivamente la formación de juntas frías a 24 horas disminuye la resistencia a flexión (módulo de rotura) en relación a un concreto patrón**, notándose que el más afectado fue el que no se le aplicó epóxico adherente con -32.31 kg-f/cm<sup>2</sup> (-40.04%) seguido del que sí recibe tratamiento con -27.08 kg-f/cm<sup>2</sup> (-33.48%) cuando la rotura se haga a 14 días para los 3 casos.

#### **4.78. RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 24 HORAS DE FORMACIÓN (CON/SIN EPÓXICO) Y 14 DÍAS DE ROTURA - f'c=210 kg/cm<sup>2</sup>**

**Tabla 94**

Resultados de ensayo a flexión para 14 días – concreto con junta fría de 24 horas de formación (sin/con epóxico) comparado con el concreto patrón

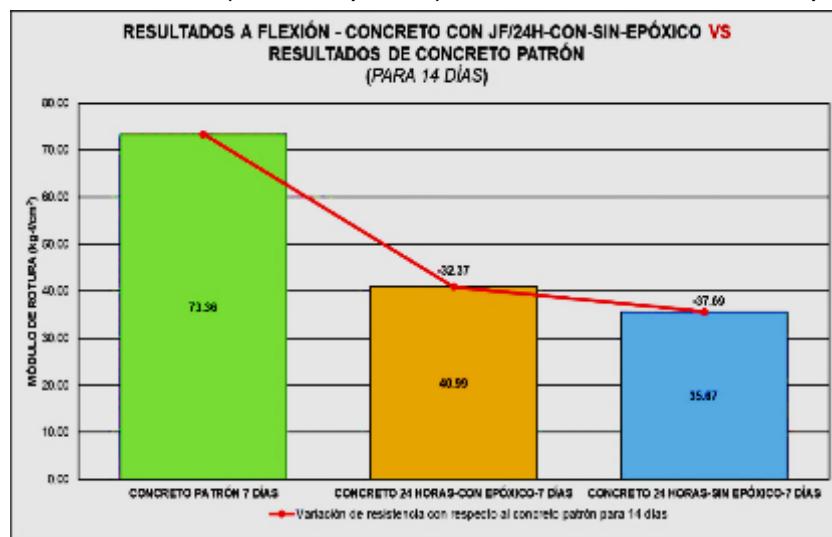
(1) EDAD DE ROTURA días	(2) TIPO DE CONCRETO	(3) PROMEDIO DE MÓDULO DE ROTURA		(5) VARIACIÓN DE MÓDULO DE ROTURA		(6)
		(3) / MR <sub>28</sub> PATRÓN	(3) - MR <sub>7</sub> PATRÓN	(5) - % PATRÓN	(4) - % PATRÓN	
14 JUNTA FRÍA DE 24 HORAS	PATRÓN (MR <sub>7</sub> PATRÓN)	73.36	92%	0	0%	
	SIN EPÓXICO	35.67	44.72%	-37.69	-47.28%	
	CON EPÓXICO	40.99	51.39%	-32.37	-40.61%	

MÓDULO DE ROTURA PATRÓN – 28 DÍAS (MR<sub>28</sub> PATRÓN) = 79.76 kg-f/cm<sup>2</sup>; %<sub>28</sub> PATRÓN ≈ 100%

Fuente: Elaboración propia

**Figura 131**

*Resultados de ensayo a flexión para 14 días - resistencia de concreto con junta fría de 24 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón*



*Fuente: Elaboración propia*

De la tabla 94 y la figura 131, se puede observar que **efectivamente la formación de juntas frías a 24 horas disminuye la resistencia a flexión (módulo de rotura) en relación a un concreto patrón**, notándose que el más afectado fue el que no se le aplicó epóxico adherente con -37.69 kg-f/cm<sup>2</sup> (-47.28%) seguido del que sí recibe tratamiento con -32.37 kg-f/cm<sup>2</sup> (-40.61%) cuando la rotura se haga a 14 días para los 3 casos.

#### **4.79. RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 24 HORAS DE FORMACIÓN (CON/SIN EPÓXICO) Y 28 DÍAS DE ROTURA - $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$**

**Tabla 95**

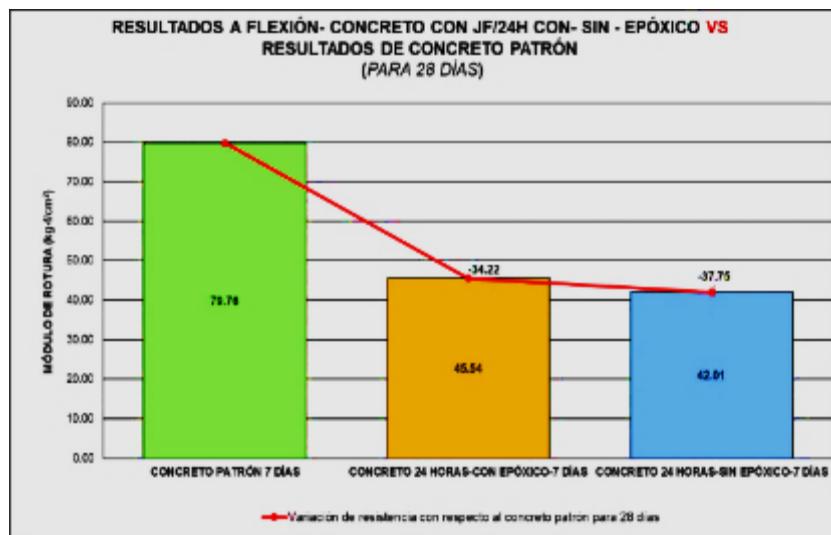
*Resultados de ensayo a flexión para 28 días – concreto con junta fría de 24 horas de formación (sin/con epóxico) comparado con el concreto patrón*

(1) EDAD DE ROTURA días	(2) TIPO DE CONCRETO	(3) PROMEDIO DE MÓDULO DE ROTURA		(5) VARIACIÓN DE MÓDULO DE ROTURA		(6) %
		(3) kg-f/cm <sup>2</sup>	(4) %	(5) kg-f/cm <sup>2</sup>	(6) %	
28	PATRÓN (MR <sub>7</sub> PATRÓN)	79.76	100%	0	0%	
	JUNTA FRÍA DE 24 HORAS	SIN EPÓXICO	42.01	52.67%	-37.75	-47.33%
		CON EPÓXICO	45.54	57.10%	-34.22	-42.90%
		$\frac{(3)}{(3) / MR_{28}}$		$\frac{(3) - MR_7}{PATRÓN}$		$(4) - \%_7$ PATRÓN

*Fuente: Elaboración propia*

**Figura 132**

*Resultados de ensayo a flexión para 28 días - resistencia de concreto con junta fría de 24 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón*



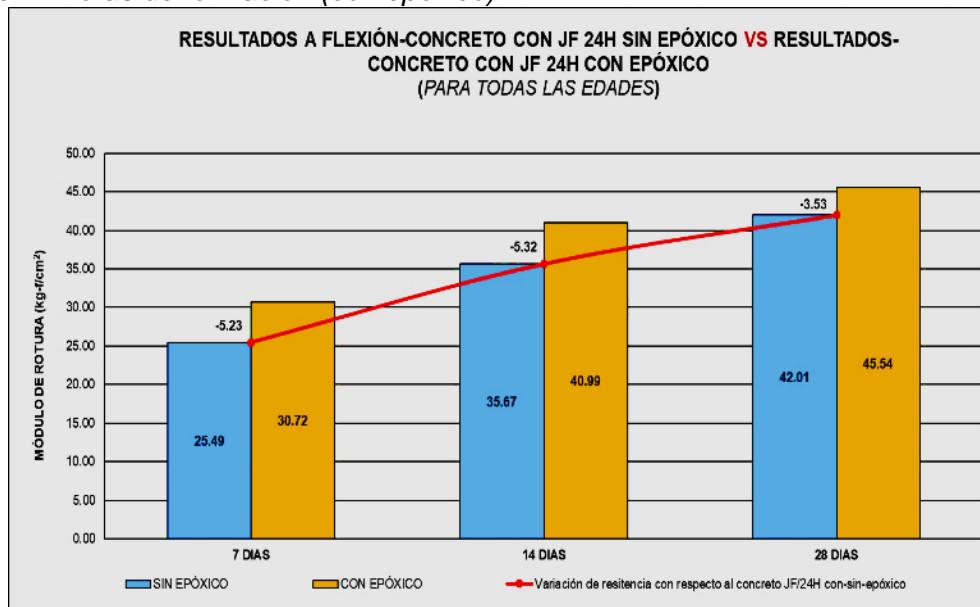
*Fuente:* Elaboración propia

De la tabla 95 y la figura 132, se puede observar que **efectivamente la formación de juntas frías a 24 horas disminuye la resistencia a flexión (módulo de rotura) en relación a un concreto patrón**, notándose que el más afectado fue el que no se le aplicó epóxico adherente con  $-37.75 \text{ kg-f/cm}^2$  (-47.33%) seguido del que sí recibe tratamiento con  $-34.22 \text{ kg-f/cm}^2$  (-42.90%) cuando la rotura se haga a 28 días para los 3 casos.

#### 4.80. RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 24 HORAS DE FORMACIÓN (SIN/CON EPÓXICO) PARA TODAS LAS EDADES - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

**Figura 133**

Resultados de ensayo a flexión para todas las edades - resistencia de concreto con junta fría de 24 horas de formación (sin epóxico) **VS** resistencia de concreto con junta fría de 24 horas de formación (con epóxico)



Nota. Se puede observar que en el concreto con junta fría de 24 horas de formación la resistencia es más afectada si esta no recibe tratamiento, notándose una diferencia de -5.23, -5.32 y -3.53 kg-f/cm<sup>2</sup> a los 7, 14 y 28 días de rotura respectivamente frente al concreto con junta fría con tratamiento de epóxico adherente. Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 96**

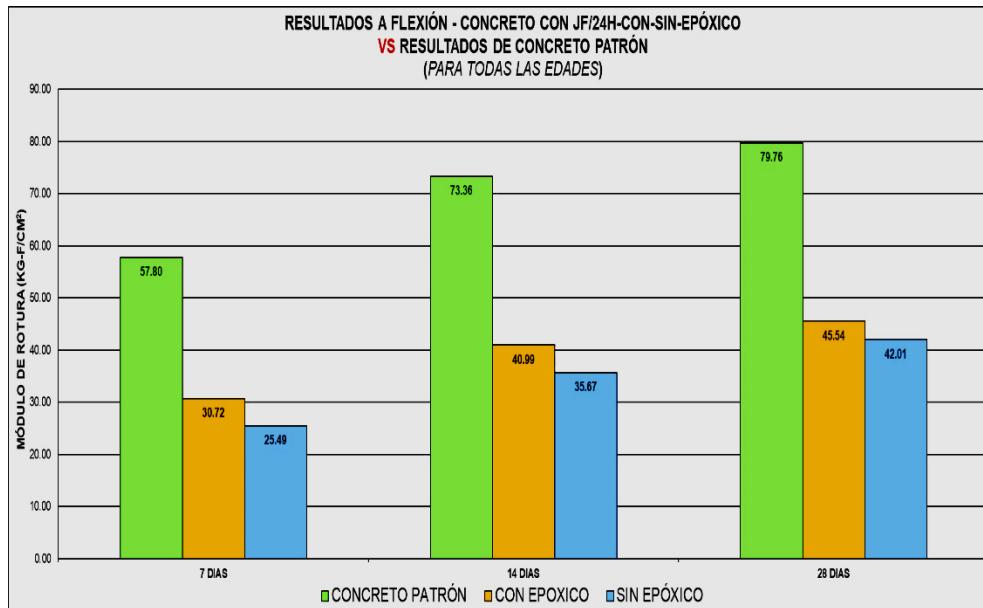
Resultados de ensayo a flexión para todas las edades – concreto con junta fría de 24 horas de formación (sin/con epóxico) comparado con el concreto patrón

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	
EDAD DE ROTURA	MÓDULO DE ROTURA (kg-f/cm <sup>2</sup> )						VARIACIÓN DE MR				
	PATRÓN		JUNTA FRÍA DE 24 HORAS				SIN EPÓXICO		CON EPÓXICO		
	días	kg-f/cm <sup>2</sup>	%	kg-f/cm <sup>2</sup>	%	kg-f/cm <sup>2</sup>	%	kg-f/cm <sup>2</sup>	%	kg-f/cm <sup>2</sup>	%
7	57.80	72%		25.49	31.96%	30.72	38.52%	-32.31	-40.04	-27.08	-33.48
14	73.36	92%		35.67	44.72%	40.99	51.39%	-37.69	-47.28	-32.37	-40.61
28	79.76	100%		42.01	52.67%	45.54	57.10%	-37.75	-47.33	-34.22	-42.90
	(2) / MR 28 PATRÓN			(4) / MR 28 PATRÓN		(6) / MR 28 PATRÓN		(4) - (2)	(5) - (3)	(6) - (2)	(7) - (3)

Fuente: Elaboración propia

**Figura 134**

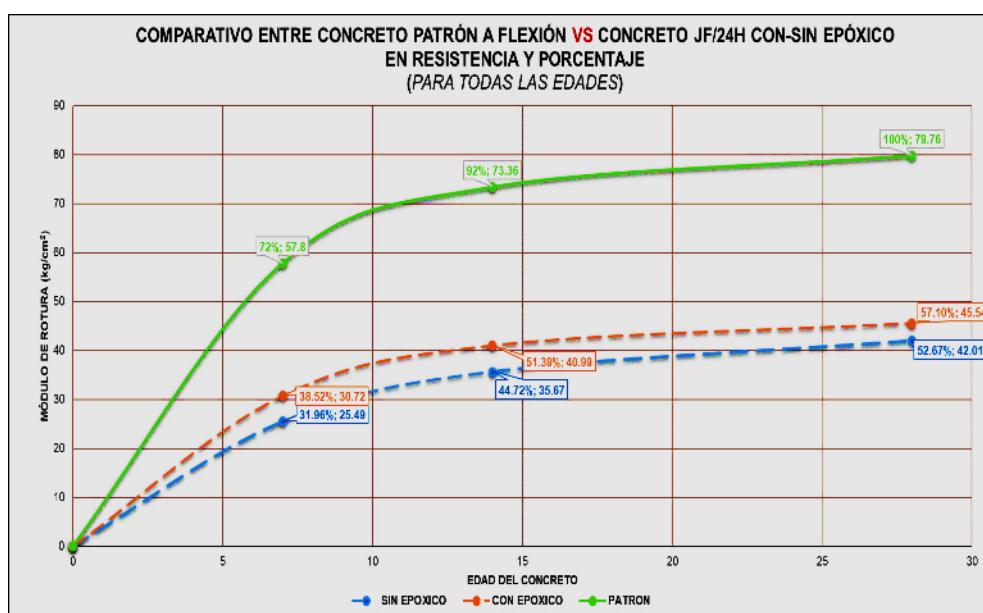
Resultados de ensayo a flexión para todas las edades - resistencia de concreto con junta fría de 24 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón



Fuente: Elaboración propia

**Figura 135**

Resultados de ensayo a flexión para todas las edades - resistencia de concreto con junta fría de 24 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón – en resistencia y porcentaje



Fuente: Elaboración propia

Finalmente, de la tabla 96, figura 134 y 135 se puede apreciar que **hay una disminución de la resistencia a flexión para las 3 edades del concreto cuando existe una junta fría a 24 horas de formación frente a un concreto patrón**. El más afectado fue el concreto con junta fría a 24 horas sin tratamiento, teniendo una disminución a los 28 días de rotura de  $-37.75 \text{ kg-f/cm}^2$  vs el concreto con junta fría a 24 horas y aplicación de epóxico adherente de  $-34.22 \text{ kg-f/cm}^2$ , todos comparados con el concreto patrón que alcanzó una resistencia total de  $57.80 \text{ kg-f/cm}^2$ .

#### **4.81. RESUMEN DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3, 8 Y 24 HORAS DE FORMACIÓN (SIN/CON EPÓXICO) PARA 7 DÍAS DE ROTURA - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$**

**Tabla 97**

*Resumen de resultados de ensayo a compresión para 07 días de rotura - resistencia del concreto con junta fría de 3, 8 y 24 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón – en resistencia y porcentaje*

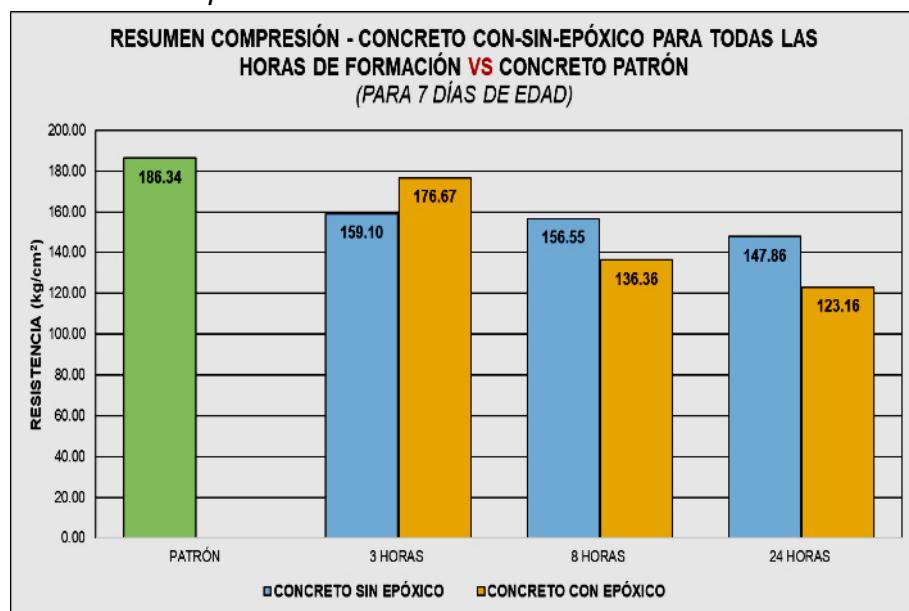
<b>CONCRETO PATRÓN 7 DÍAS</b>		<b>186.34 kg/cm<sup>2</sup> – 74%</b>			
<b>CONCRETO CON JUNTA FRÍA</b>	<b>SIN EPÓXICO</b>		<b>CON EPÓXICO</b>		
	<b>kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>%</b>	<b>kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>%</b>	
<b>3 HORAS</b>	<b>159.10</b>		<b>176.67</b>		
	-27.24	-10.73%	-9.67	-3.74%	
<b>8 HORAS</b>	<b>156.55</b>		<b>136.36</b>		
	-29.79	-11.74%	-49.98	-19.77%	
<b>24 HORAS</b>	<b>147.86</b>		<b>123.16</b>		
	-38.48	-15.20%	-63.18	-25.02%	

*Nota.* Se ha tomado el promedio de las resistencias alcanzadas del concreto patrón a los 7 días, el cual representa el 74% de la resistencia del concreto patrón a los 28 días, para compararlo con las otras resistencias alcanzadas a compresión del concreto con junta fría de 3, 8 y 24 horas de formación y tratamiento o no con epóxico adherente.

*Fuente:* Elaboración propia.

**Figura 136**

*Resumen de resultados de ensayo a compresión para 07 días de rotura - resistencia de concreto con junta fría de 3, 8 y 24 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón*



*Fuente:* Elaboración propia

De la tabla 97 y figura 136, se puede afirmar que, si el concreto presenta juntas frías de 3, 8 y 24 horas de formación, su resistencia a compresión se vio disminuida con respecto a la resistencia del concreto patrón a los 7 días de rotura. Por otro lado, al analizar el tratamiento con el tiempo de formación de la junta fría, se concluye que al usar el epóxico adherente para una junta fría con 3 horas de formación atenuó de cierta manera la pérdida de resistencia; sin embargo, si estas juntas frías tienen tiempo de formación de 8 y 24 horas, el tratamiento con epóxico adherente no tuvo efectividad para evitar la pérdida de resistencia a compresión a los 7 días de rotura.

**4.82. RESUMEN DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3, 8 Y 24 HORAS DE FORMACIÓN (SIN/CON EPÓXICO) PARA 14 DÍAS DE ROTURA -  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$**

**Tabla 98**

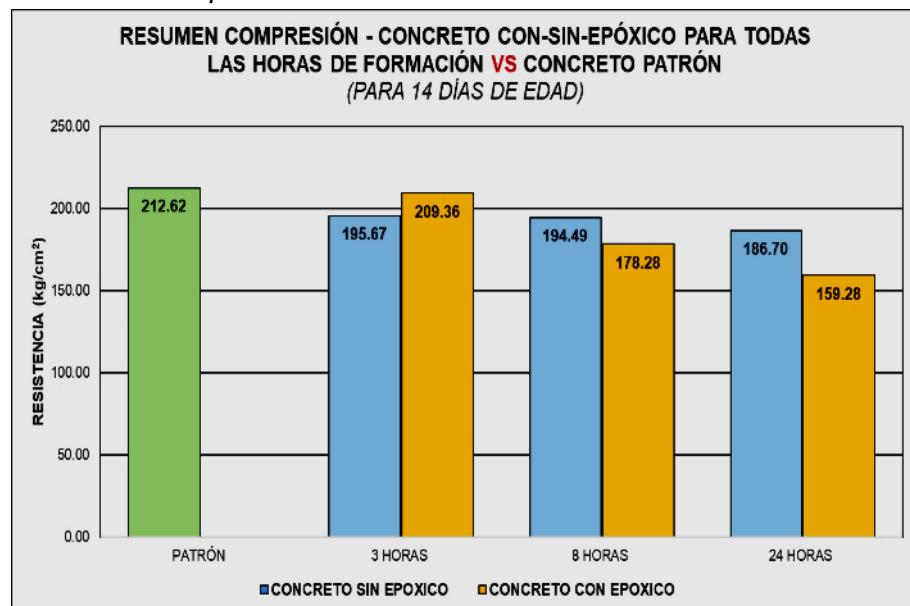
*Resumen de resultados de ensayo a compresión para 14 días de rotura - resistencia de concreto con junta fría de 3, 8 y 24 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón – en resistencia y porcentaje*

<b>CONCRETO PATRÓN 14 DÍAS</b>		<b>212.62 <math>\text{kg/cm}^2</math> – 85%</b>			
<b>CONCRETO CON JUNTA FRÍA</b>	<b>SIN EPÓXICO</b>	<b>CON EPÓXICO</b>			
		$\text{kg/cm}^2$	%	$\text{kg/cm}^2$	%
<b>3 HORAS</b>	<b>195.67</b>	<b>209.36</b>			
	-16.95	-7.19%	-3.26	-1.74%	
<b>8 HORAS</b>	<b>194.49</b>	<b>178.28</b>			
	-18.13	-7.66%	-34.34	-14.10%	
<b>24 HORAS</b>	<b>186.70</b>	<b>159.28</b>			
	-25.92	-10.75%	-53.34	-21.66%	

*Nota.* Se ha tomado el promedio de las resistencias alcanzadas del concreto patrón a los 14 días, el cual representa el 85% de la resistencia del concreto patrón a los 28 días, para compararlo con las otras resistencias alcanzadas a compresión de concreto con junta fría de 3, 8 y 24 horas de formación y tratamiento o no con epóxico adherente (también a 14 días de rotura). *Fuente:* Elaboración propia.

**Figura 137**

*Resumen de resultados de ensayo a compresión para 14 días de rotura - resistencia de concreto con junta fría de 3, 8 y 24 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón*



*Fuente:* Elaboración propia.

De la tabla 98 y figura 137, se puede afirmar que, si el concreto presenta juntas frías de 3, 8 y 24 horas de formación, su resistencia a compresión se vio disminuida con respecto a la resistencia del concreto patrón a los 14 días de rotura. Por otro lado, al analizar el tratamiento con el tiempo de formación de la junta fría, se concluye que al usar el epóxico adherente para una junta fría con 3 horas de formación atenuó de cierta manera la pérdida de resistencia; sin embargo, si estas juntas frías tienen tiempo de formación de 8 y 24 horas, el tratamiento con epóxico adherente no tuvo efectividad para evitar la pérdida de resistencia a compresión a los 14 días de rotura.

#### **4.83. RESUMEN DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3, 8 Y 24 HORAS DE FORMACIÓN (SIN/CON EPÓXICO) PARA 28 DÍAS DE ROTURA - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$**

**Tabla 99**

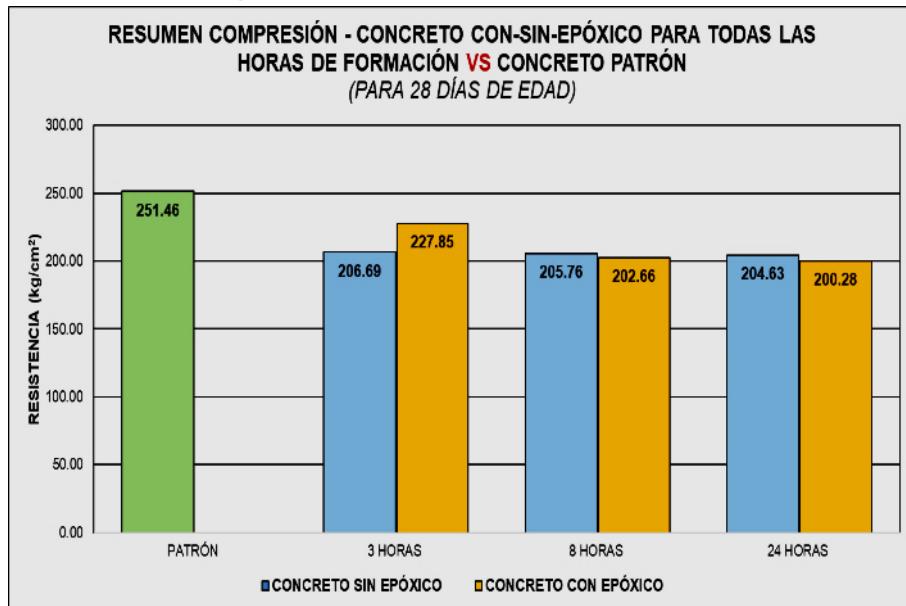
*Resumen de resultados de ensayo a compresión para 28 días de rotura - resistencia de concreto con junta fría de 3, 8 y 24 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón – en resistencia y porcentaje*

<b>CONCRETO PATRÓN 28 DÍAS</b>		<b>251.46 <math>\text{kg/cm}^2</math> – 100%</b>			
<b>CONCRETO CON JUNTA FRÍA</b>		<b>SIN EPÓXICO</b>		<b>CON EPÓXICO</b>	
		<b>kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>%</b>	<b>kg/cm<sup>2</sup></b>	<b>%</b>
	<b>3 HORAS</b>	<b>206.69</b>	<b>-44.77 -17.80%</b>	<b>227.85</b>	<b>-23.61 -9.39%</b>
	<b>8 HORAS</b>	<b>205.76</b>	<b>-45.70 -18.17%</b>	<b>202.66</b>	<b>-48.80 -19.41%</b>
	<b>24 HORAS</b>	<b>204.63</b>	<b>-46.83 -18.62%</b>	<b>200.28</b>	<b>-51.18 -20.35%</b>

*Nota.* Se ha tomado el promedio de las resistencias alcanzadas del concreto patrón 28 días, representado el 100%, para compararlo con las otras resistencias alcanzadas a compresión de concreto con junta fría de 3, 8 y 24 horas de formación y tratamiento o no con epóxico adherente (también a 28 días de rotura). *Fuente:* Elaboración propia.

**Figura 138**

*Resumen de resultados de ensayo a compresión para 28 días de rotura - resistencia de concreto con junta fría de 3, 8 y 24 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón*



Fuente: Elaboración propia.

De la tabla 99 y figura 138, se puede afirmar que, si el concreto presenta juntas frías de 3, 8 y 24 horas de formación, su resistencia a compresión se vio disminuida con respecto a la resistencia del concreto patrón a los 28 días de rotura. Por otro lado, al analizar el tratamiento con el tiempo de formación de la junta fría, se concluye que al usar el epóxico adherente para una junta fría con 3 horas de formación atenuó de cierta manera la pérdida de resistencia; sin embargo, si estas juntas frías tienen tiempo de formación de 8 y 24 horas, el tratamiento con epóxico adherente no tuvo efectividad para evitar la pérdida de resistencia a compresión a los 14 días de rotura.

**4.84. RESUMEN DE RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3, 8 Y 24 HORAS DE FORMACIÓN (SIN/CON EPÓXICO) PARA 7 DÍAS DE ROTURA  
-  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$**

**Tabla 100**

*Resumen de resultados de ensayo a flexión para 7 días de rotura - resistencia de concreto con junta fría de 3, 8 y 24 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón – en resistencia y porcentaje*

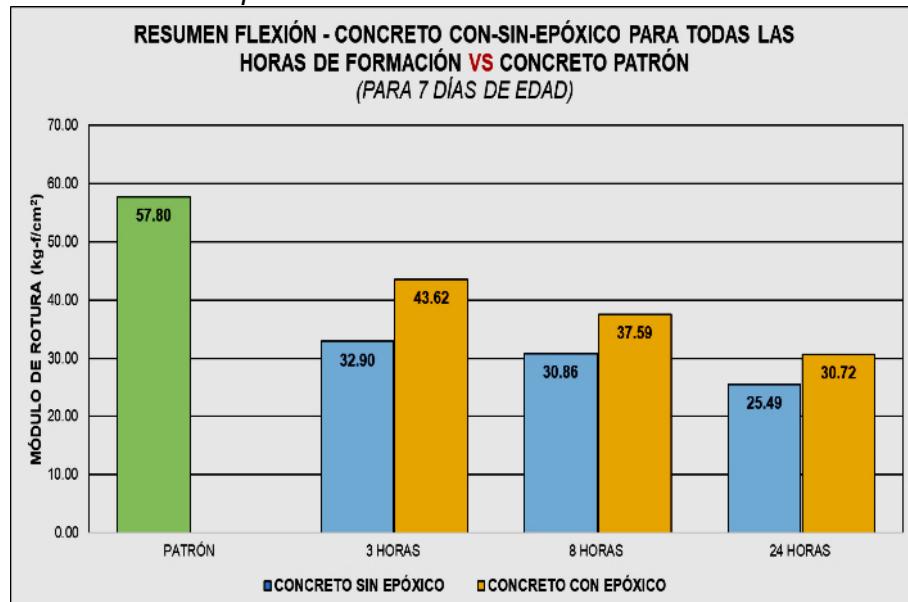
<b>CONCRETO PATRÓN 7 DÍAS</b>		<b>57.80 kg-f/cm<sup>2</sup> – 72%</b>			
<b>CONCRETO CON JUNTA FRÍA</b>		<b>SIN EPÓXICO</b>		<b>CON EPÓXICO</b>	
		kg/cm <sup>2</sup>	%	kg/cm <sup>2</sup>	%
	<b>3 HORAS</b>	<b>32.90</b>		<b>43.62</b>	
		-24.90	-30.75%	-14.18	-17.31%
	<b>8 HORAS</b>	<b>30.86</b>		<b>37.59</b>	
		-26.94	-33.31%	-20.21	-24.87%
	<b>24 HORAS</b>	<b>25.49</b>		<b>30.72</b>	
		-32.31	-40.04%	-27.08	-33.48%

*Nota.* Se ha tomado el promedio de las resistencias alcanzadas del concreto patrón a los 7 días, el cual representa el 72% de la resistencia del concreto patrón a los 28 días, para compararlo con las otras resistencias alcanzadas a compresión del concreto con junta fría de 3, 8 y 24 horas de formación y tratamiento o no con epóxico adherente.

*Fuente:* Elaboración propia.

**Figura 139**

*Resumen de resultados de ensayo a flexión para 7 días de rotura - resistencia de concreto con junta fría de 3, 8 y 24 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón*



*Fuente:* Elaboración propia.

De la tabla 100 y figura 139, se puede afirmar que, si el concreto presenta juntas frías de a 3, 8 y 24 horas de formación, su resistencia a flexión se vio disminuida con respecto a la resistencia del concreto patrón a los 7 días de rotura. Por otro lado, al analizar el tratamiento con el tiempo de formación de la junta fría, se concluye que al usar el epóxico adherente para las juntas frías de 3, 8 y 24 horas de formación atenuó de cierta manera la pérdida de resistencia a flexión a los 7 días de rotura.

#### **4.85. RESUMEN DE RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3, 8 Y 24 HORAS DE FORMACIÓN (SIN/CON EPÓXICO) PARA 14 DÍAS DE ROTURA - $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$**

**Tabla 101**

*Resumen de resultados de ensayo a flexión para 14 días de rotura - resistencia de concreto con junta fría de 3, 8 y 24 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón – en resistencia y porcentaje*

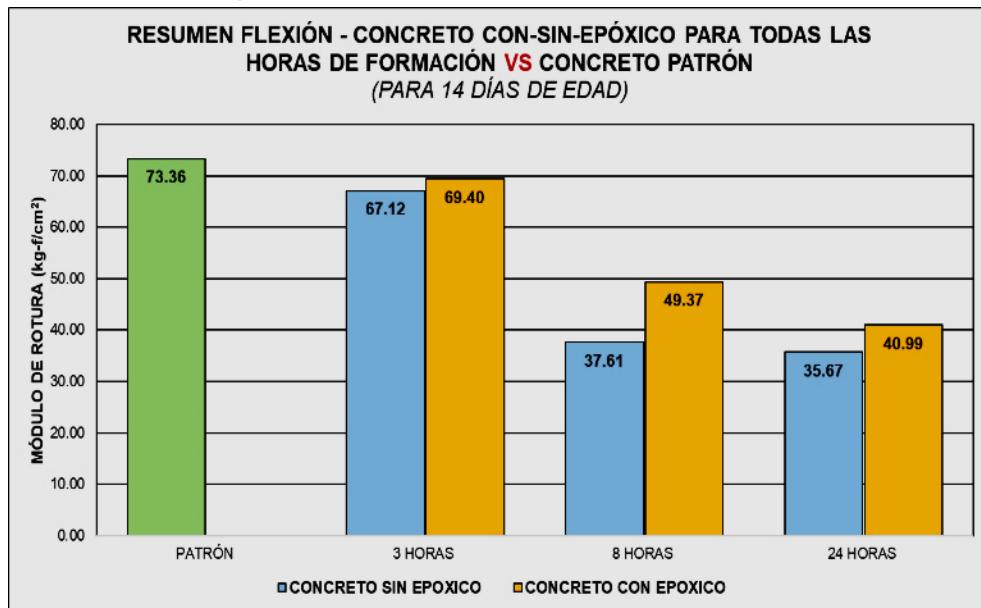
<b>CONCRETO PATRÓN 14 DÍAS</b>		<b>73.36 kg-f/cm<sup>2</sup> – 92%</b>			
<b>CONCRETO CON JUNTA FRÍA</b>		<b>SIN EPÓXICO</b>		<b>CON EPÓXICO</b>	
		kg/cm <sup>2</sup>	%	kg/cm <sup>2</sup>	%
	<b>3 HORAS</b>	<b>67.12</b>		<b>69.40</b>	
		-6.24	-7.85%	-3.96	-4.99%
	<b>8 HORAS</b>	<b>37.61</b>		<b>49.37</b>	
		-35.75	-44.85%	-23.99	-30.10%
	<b>24 HORAS</b>	<b>35.67</b>		<b>40.99</b>	
		-37.69	-47.28%	-32.37	-40.61%

*Nota.* Se ha tomado el promedio de las resistencias alcanzadas del concreto patrón a los 14 días, el cual representa el 92% de la resistencia del concreto patrón a los 28 días, para compararlo con las otras resistencias alcanzadas a compresión del concreto con junta fría de 3, 8 y 24 horas de formación y tratamiento o no con epóxico adherente.

*Fuente:* Elaboración propia.

**Figura 140**

*Resumen de resultados de ensayo a flexión para 14 días de rotura - resistencia de concreto con junta fría de 3, 8 y 24 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón*



Fuente: Elaboración propia.

De la tabla 101 y figura 140, se puede afirmar que, si el concreto presenta juntas frías de a 3, 8 y 24 horas de formación, su resistencia a flexión se vio disminuida con respecto a la resistencia del concreto patrón a los 14 días de rotura. Por otro lado, al analizar el tratamiento con el tiempo de formación de la junta fría, se concluye que al usar el epóxico adherente para las juntas frías de 3, 8 y 24 horas de formación atenuó de cierta manera la pérdida de resistencia a flexión a los 7 días de rotura

**4.86. RESUMEN DE RESISTENCIA A FLEXIÓN DEL CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3, 8 Y 24 HORAS DE FORMACIÓN (SIN/CON EPÓXICO) PARA 28 DÍAS DE ROTURA -  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$**

**Tabla 102**

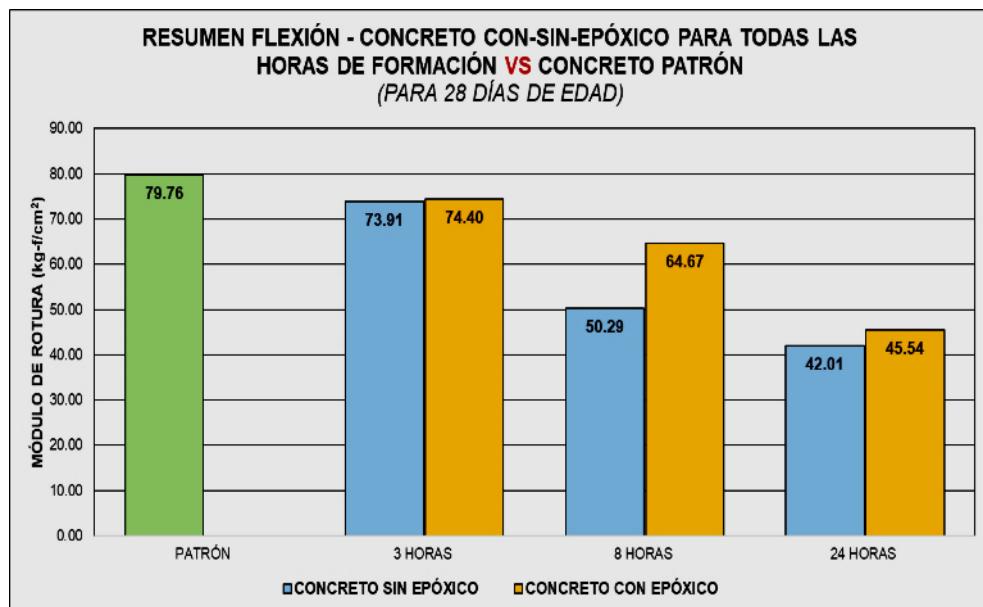
*Resumen de resultados de ensayo a flexión para 28 días de rotura - resistencia de concreto con junta fría de 3, 8 y 24 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón – en resistencia y porcentaje*

<b>CONCRETO PATRÓN 28 DÍAS</b>		<b>79.76 kg-f/cm<sup>2</sup> – 100%</b>			
<b>CONCRETO CON JUNTA FRÍA</b>		<b>SIN EPÓXICO</b>		<b>CON EPÓXICO</b>	
		kg/cm <sup>2</sup>	%	kg/cm <sup>2</sup>	%
	<b>3 HORAS</b>	<b>73.91</b>		<b>74.40</b>	
		-5.85	-7.33%	-5.36	-6.72%
	<b>8 HORAS</b>	<b>50.29</b>		<b>64.67</b>	
		-29.47	-36.95%	-15.09	-18.92%
	<b>24 HORAS</b>	<b>42.01</b>		<b>45.54</b>	
		-37.75	-47.33%	-34.22	-42.90%

Nota. Se ha tomado el promedio de las resistencias alcanzadas del concreto patrón 28 días, representando el 100%, para compararlo con las otras resistencias alcanzadas a compresión de concreto con junta fría de 3, 8 y 24 horas de formación y tratamiento o no con epóxico adherente (también a 28 días de rotura). *Fuente:* Elaboración propia.

**Figura 141**

*Resumen de resultados de ensayo a flexión para 28 días de rotura - resistencia de concreto con junta fría de 3, 8 y 24 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón*



*Fuente:* Elaboración propia.

De la tabla 102 y figura 141, **se puede afirmar que, si el concreto presenta juntas frías de a 3, 8 y 24 horas de formación, su resistencia a flexión se vio disminuida con respecto a la resistencia del concreto patrón a los 28 días de rotura.** Por otro lado, al analizar el tratamiento con el tiempo de formación de la junta fría, se concluye que al usar el epóxico adherente para las juntas frías de 3, 8 y 24 horas de formación atenuó de cierta manera la pérdida de resistencia a flexión a los 28 días de rotura

**4.87. RESUMEN TOTAL DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN Y FLEXIÓN PARA CONCRETO CON JUNTA FRÍA DE 3, 8 Y 24 HORAS DE FORMACIÓN (SIN/CON EPÓXICO) PARA TODAS LAS EDADES -  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$**

**Tabla 103**

Resumen de resultados de ensayo a compresión y flexión para todas las edades- resistencia de concreto con junta fría de 3, 8 y 24 horas de formación (con/sin epóxico) VS resistencia de concreto patrón

	CONCRETO PATRÓN	CONCRETO CON JUNTA FRÍA SIN EPÓXICO												CONCRETO CON JUNTA FRÍA Y EPÓXICO															
		3 HORAS			8 HORAS			24 HORAS			3 HORAS			8 HORAS			24 HORAS			7 D			14 D			28 D			
		7 D	14 D	28 D	7 D	14 D	28 D	7 D	14 D	28 D	7 D	14 D	28 D	7 D	14 D	28 D	7 D	14 D	28 D	7 D	14 D	28 D	7 D	14 D	28 D				
COMPRESIÓN (kg/cm <sup>2</sup> )	186	213	251	159	196	207	157	194	206	148	187	205	177	209	228	136	178	203	123	159	200								
	74%	85%	100%	63%	78%	82%	63%	77%	82%	59%	75%	82%	71%	83%	91%	54%	71%	81%	49%	63%	80%								
				-11%	-7%	-18%	-11%	-8%	-18%	-15%	-10%	-18%	-3%	-2%	-9%	-20%	-14%	-19%	-25%	-22%	-20%								
				-27	-17	-44	-29	-19	-45	-38	-26	-46	-9	-4	-23	-50	-35	-48	-63	-54	-51								
FLEXIÓN (kg-f/cm <sup>2</sup> )	58	73	80	33	67	74	31	38	50	25	36	42	44	69	74	38	49	65	31	41	46								
	73%	91%	100%	41%	84%	93%	39%	48%	63%	31%	45%	53%	55%	86%	93%	48%	61%	81%	39%	51%	58%								
				-32%	-7%	-7%	-34%	-43%	-37%	-42%	-46%	-47%	-18%	-5%	-7%	-25%	-30%	-19%	-34%	-40%	-42%								
				-25	-6	-6	-27	-35	-30	-33	-37	-38	-14	-4	-6	-20	-24	-15	-27	-32	-34								

Nota. En la tabla se ha considerado la disminución con respecto al concreto patrón en porcentaje y resistencia. Se han tomado los valores promediados al número entero. Fuente: Elaboración propia.

## CAPÍTULO V: DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 5.1. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

#### 5.1.1. Prueba de Hipótesis

Para el análisis estadístico se toma referencia la hipótesis general, ya que dentro de ella están comprendidas las hipótesis específicas planteadas, por ello tenemos lo siguiente: *“La presencia de juntas frías con tiempos de formación de 3, 8 y 24 horas tras la aplicación o no de epóxico adherente, influye en la variación de la resistencia a compresión y flexión de estructuras horizontales y verticales de concreto respecto al concreto patrón; considerando para los casos resistencia de diseño  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ , edades: 7, 14 y 28 días y hormigón de la cantera Las Malvinas-Ucayali”.*

Para lograr constatar la hipótesis planteada mediante el análisis estadístico ANOVA y Tukey, se planteó agrupar la hipótesis nula ( $H_0$ ) y la hipótesis alternativa ( $H_1$ ) de acuerdo a las dos variables dependientes de estudio (resistencia a compresión y flexión), mostrándose lo siguiente:

#### **Para el análisis de resistencia a compresión de las muestras cilíndricas**

**Hipótesis nula ( $H_0$ ):** Las medias de los valores de las resistencias a compresión de las probetas cilíndricas que presenten juntas frías con tiempo de formación de 3, 8 y 24 horas y con aplicación o no del epóxico adherente frente a la media de los valores de la resistencia a compresión del concreto patrón son similares, a edades de 7, 14 y 28 días respectivamente.

**Hipótesis Alternativa ( $H_1$ ):** Al menos dos o más medias de los valores de las resistencias a compresión de las probetas cilíndricas que presenten juntas frías con tiempo de formación de 3, 8 y 24 horas y con aplicación o no del epóxico adherente difieren con respecto a la media de los valores de la resistencia a compresión del concreto patrón, a edades de 7, 14 y 28 días respectivamente.

### **Para el análisis de resistencia a flexión de las muestras prismáticas**

**Hipótesis nula ( $H_0$ ):** Las medias de los valores de las resistencias a flexión de las probetas prismáticas que presenten juntas frías con tiempo de formación de 3, 8 y 24 horas y con aplicación o no del epóxico adherente frente a la media de los valores de la resistencia a flexión del concreto patrón son similares, a edades de 7, 14 y 28 días respectivamente.

**Hipótesis nula ( $H_0$ ):** Al menos dos o más medias de los valores de las resistencias a flexión de las probetas primáticas que presenten juntas frías con tiempo de formación de 3, 8 y 24 horas y con aplicación o no del epóxico adherente difieren con respecto a la media de los valores de la resistencia a flexión del concreto patrón, a edades de 7, 14 y 28 días respectivamente.

#### **5.1.2. Método ANOVA y Tukey para los resultados obtenidos de la resistencia a compresión correspondiente a los 7 días de rotura**

De acuerdo a la Figura 136, se puede observar que existió disminución de la resistencia a compresión de las probetas cilíndricas que presentan juntas frías con tiempo de formación de 3, 8, 24 horas, y la vez cuenten o no con la aplicación del epóxico adherente, en comparación a las probetas de vaciado continuo (concreto patrón). Por ello, para conocer si existió una diferencia significativa entre los datos se utilizó la prueba ANOVA, donde los resultados fueron los siguientes:

**Tabla 104**

*Prueba ANOVA al 95% de confiabilidad de las Resistencias a la Compresión obtenidas a los 7 Días de Rotura*

Origen de las Variaciones	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Media de los cuadrados	F	Sig.	Valor Crítico para F
<b>Tratamiento</b>	1242.70	1	1242.70	6.49	0.014	4.02
<b>Horas</b>	10849.73	2	5424.86	28.31	0.000	3.17
<b>Interacción</b>	5,389.65	2	2694.83	14.06	0.000	3.17
<b>Error</b>	10,346.31	54	191.60			
<b>Total</b>	27,828.39					

*Nota.* Tomada de Software IBM SPSS Stastistics 26, Excel, tabla de distribución F.

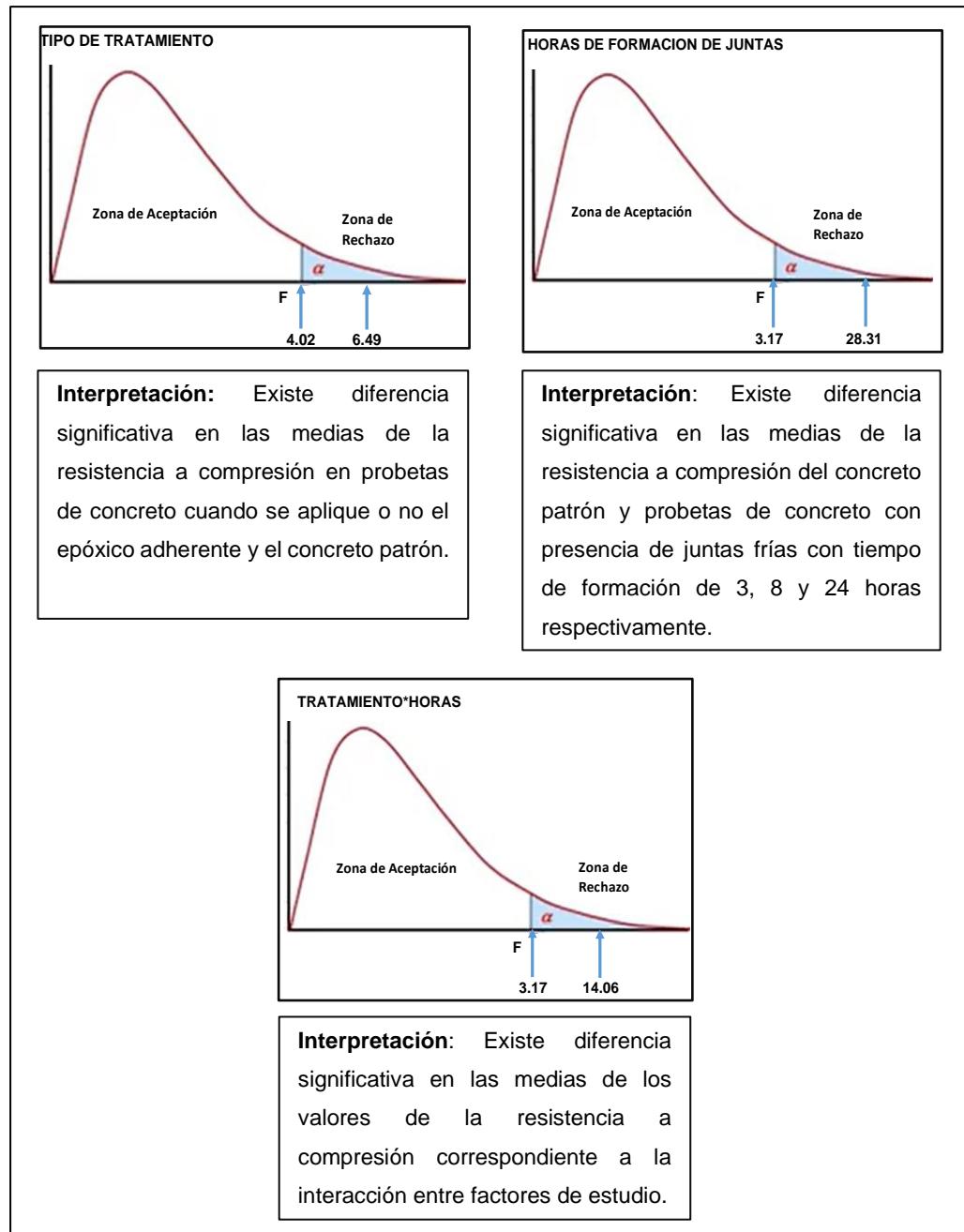
De la tabla 104 se observa que el valor estadístico F<sup>1</sup> encontrado para el tipo de tratamiento (con o sin epóxico), el tiempo de formación de juntas (patrón, 3, 8 y 24 horas) y la interacción entre ellos fue mayor que el valor crítico de distribución F (valor encontrado por tabla), de igual modo se observa que se obtuvo una significancia menor al 95% de certeza. **Estos resultados significan que existió diferencia significativa entre las medias de los valores correspondientes a las resistencias a compresión de las probetas con presencia de juntas frías, con o sin aplicación de epóxico adherente y concreto patrón, rechazando así la hipótesis nula.** Para ello, se muestra la figura 142 con la interpretación para cada caso.

---

<sup>1</sup> Denominado valor F por la prueba de Fisher, en honor al estadístico Ronald Fisher.

**Figura 142**

*Interpretación de resultados del Método ANOVA para 7 días de rotura*



*Fuente:* Elaboración propia.

Se procedió a realizar la prueba post hoc mediante el método Tukey, con la finalidad de comparar los resultados y evaluar donde se produjo la mayor diferencia.

**Tabla 105**

*Prueba Tukey al 95% de confiabilidad de las resistencias a compresión obtenidas a los 7 días de rotura*

Muestra	Media de la resistencia a compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Prueba Tukey (subconjunto para $\alpha=0.05$ )
Concreto Patrón	186.34	1
Concreto con junta fría de tiempo de formación de 3h sin epóxico adherente	159.10	2
Concreto con junta fría de tiempo de formación de 8h sin epóxico adherente	156.55	2
Concreto con junta fría de tiempo de formación de 24h sin epóxico adherente	147.86	3
Concreto con junta fría de tiempo de formación de 3h con epóxico adherente	176.67	4
Concreto con junta fría de tiempo de formación de 8h con epóxico adherente	136.36	5
Concreto con junta fría de tiempo de formación de 24h con epóxico adherente	123.16	6

*Nota.* Se realizó la designación de subconjuntos para conocer mediante las numeraciones que las muestras fueron significativamente diferentes entre sí, siendo el último caso donde se produjo la mayor diferencia. *Fuente:* Elaboración propia.

### 5.1.3. Método ANOVA y Tukey para los resultados obtenidos de la resistencia a compresión correspondiente a los 14 días de rotura

De acuerdo a la Figura 137 se puede observar que existió disminución de la resistencia a compresión de las probetas cilíndricas que presentan juntas frías con tiempo de formación de 3, 8, 24 horas, y la vez cuenten o no con la aplicación del epóxico adherente, en comparación a las probetas de vaciado continuo (concreto patrón). Por ello, para conocer si existió una diferencia significativa entre los datos se utilizó la prueba ANOVA, donde los resultados fueron los siguientes:

**Tabla 106**

*Prueba ANOVA al 95% de confiabilidad de las resistencias a compresión obtenidas a los 14 días de rotura*

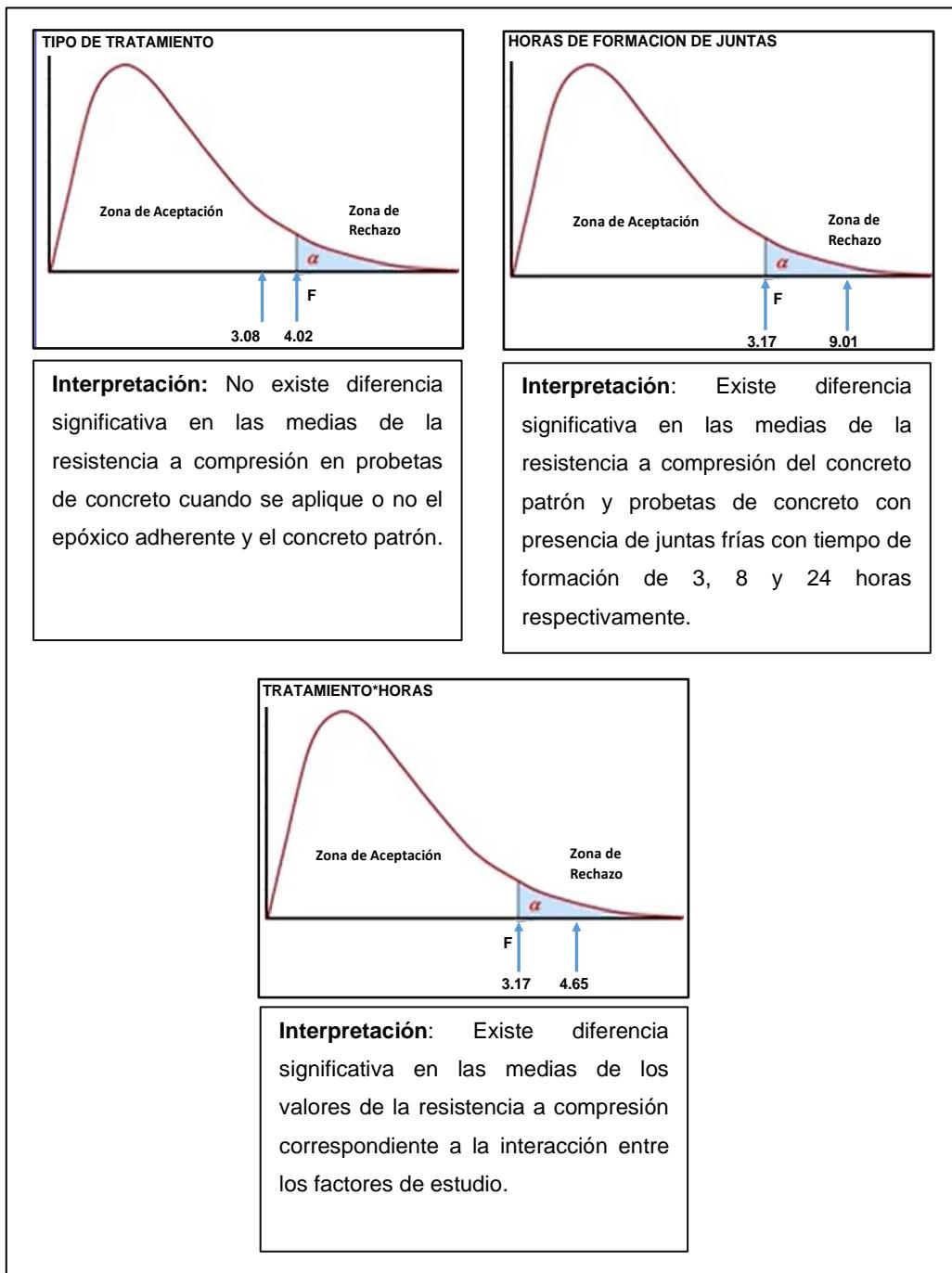
Origen de las Variaciones	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Media de los cuadrados	F	Sig.	Valor Crítico para F
<b>Tratamiento</b>	1495.35	1	1495.35	3.08	0.085	4.02
<b>Horas</b>	8744.29	2	4372.15	9.01	0.000	3.17
<b>Interacción</b>	4,514.11	2	2257.06	4.65	0.014	3.17
<b>Error</b>	26,198.43	54	485.16			
<b>Total</b>	40,952.19					

*Nota.* Tomada de Software IBM SPSS Stastistics 26, Excel, tabla de distribución F.

De la tabla 106 se observa que el valor estadístico F encontrado para el tipo de tratamiento (con o sin epóxico) fue menor que el valor crítico de distribución F (valor encontrado por tabla), el cual representa que no existió una diferencia significativa de las medias correspondientes a la resistencia a compresión de muestras con aplicación o no del epóxico y el concreto patrón; sin embargo, el valor estadístico F obtenido para el tiempo de formación de juntas (patrón, 3, 8 y 24) y la interacción entre el tratamiento y formación en horas de las juntas fue mayor que el valor crítico de distribución F (valor encontrado por tabla), por lo cual representa que **existió diferencia significativa entre las medias correspondientes a las resistencias a compresión de las probetas con presencia de juntas frías y la interacción entre las probetas con juntas frías y aplicación del tratamiento o no frente al concreto patrón, rechazando así la hipótesis nula.** Para ello, se muestra la figura 143 con la interpretación para cada caso.

**Figura 143**

*Interpretación de resultados del Método ANOVA para 14 días de rotura*



*Fuente:* Elaboración propia.

Se procedió a realizar la prueba post hoc mediante el método Tukey, con la finalidad de comparar los resultados y evaluar donde se produjo la mayor diferencia:

**Tabla 107**

*Prueba Tukey al 95% de confiabilidad de las resistencias a compresión obtenidas a los 14 días de rotura*

Muestra	Media de la resistencia a compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Prueba Tukey (subconjunto para $\alpha=0.05$ )
Concreto Patrón	212.62	1
Concreto con junta fría de tiempo de formación de 3h sin epóxico adherente	195.67	1
Concreto con junta fría de tiempo de formación de 8h sin epóxico adherente	194.49	1
Concreto con junta fría de tiempo de formación de 24h sin epóxico adherente	186.70	2
Concreto con junta fría de tiempo de formación de 3h con epóxico adherente	209.36	1
Concreto con junta fría de tiempo de formación de 8h con epóxico adherente	178.28	3
Concreto con junta fría de tiempo de formación de 24h con epóxico adherente	159.28	4

*Nota.* Se realizó la designación de subconjuntos para conocer mediante las numeraciones que las muestras fueron significativamente diferentes entre sí, siendo el último caso donde se produjo la mayor diferencia. *Fuente:* Elaboración propia.

#### **5.1.4. Método ANOVA y Tukey para los resultados obtenidos de la resistencia a compresión correspondiente a los 28 días de rotura**

De acuerdo a la Figura 138, se puede observar que existió disminución de la resistencia a compresión de las probetas cilíndricas que presentan juntas frías con tiempo de formación de 3, 8, 24 horas, y la vez cuenten o no con la aplicación del epóxico adherente, en comparación a las probetas de vaciado continuo (concreto patrón). Por ello, para conocer si existió una diferencia significativa entre los datos se utilizó la prueba ANOVA, donde los resultados fueron los siguientes:

**Tabla 108**

*Prueba ANOVA al 95% de confiabilidad de las resistencias a compresión obtenidas a los 28 días de rotura*

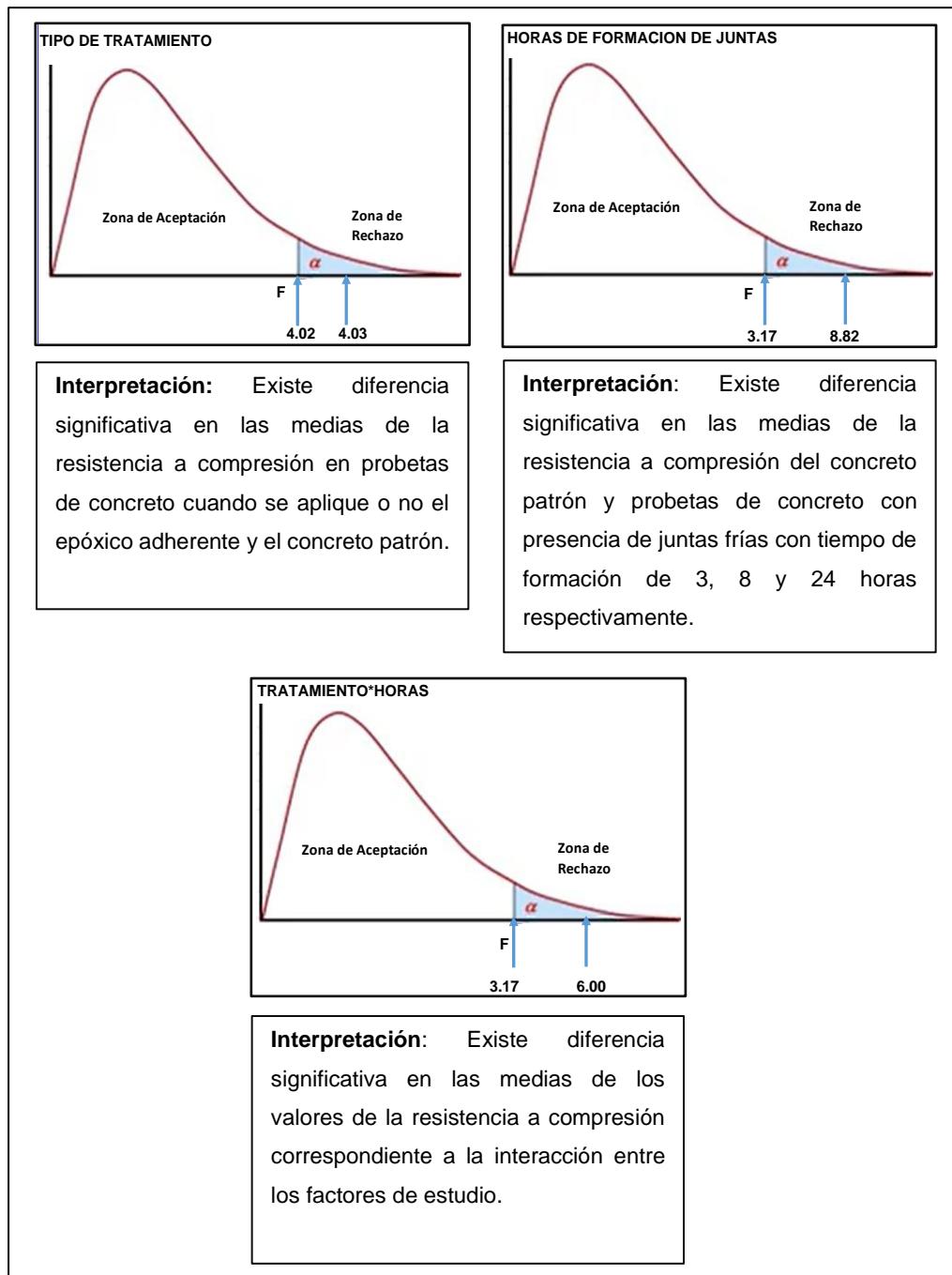
Origen de las Variaciones	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Media de los cuadrados	F	Sig.	Valor Crítico para F
<b>Tratamiento</b>	599.00	1	599.00	4.03	0.003	4.02
<b>Horas</b>	2620.72	2	1310.36	8.82	0.000	3.17
<b>Interacción</b>	1,782.55	2	891.27	6.00	0.002	3.17
<b>Error</b>	8,021.77	54	148.55			
<b>Total</b>	13,024.04					

Nota. Tomada de Software IBM SPSS Statistics 26, Excel, tabla de distribución F.

De la tabla 108 se observa que el valor estadístico F encontrado para el tipo de tratamiento (con o sin epóxico), el tiempo de formación de juntas (patrón, 3, 8 y 24 horas) y la interacción entre ellos fue mayor que el valor crítico de distribución F (valor encontrado por tabla), de igual modo se observa que se obtuvo una significancia menor al 95% de certeza. **Estos resultados significan que existió diferencia significativa entre las medias de los valores correspondientes a las resistencias a compresión de las probetas con presencia de juntas frías, con o sin aplicación de epóxico adherente y concreto patrón, rechazando así la hipótesis nula.** Para ello, se muestra la figura 144 con la interpretación para cada caso.

**Figura 144**

*Interpretación de resultados del Método ANOVA para 28 días de rotura*



*Fuente:* Elaboración propia.

Se procedió a realizar la prueba post hoc mediante el método Tukey, con la finalidad de comparar los resultados y evaluar donde se produjo la mayor diferencia.

**Tabla 109**

*Prueba Tukey al 95% de confiabilidad de las resistencias a compresión obtenidas a los 28 días de rotura*

Muestra	Media de la resistencia a compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Prueba Tukey (subconjunto para $\alpha=0.05$ )
Concreto Patrón	251.46	1
Concreto con junta fría de tiempo de formación de 3h sin epóxico adherente	206.69	2
Concreto con junta fría de tiempo de formación de 8h sin epóxico adherente	205.76	2
Concreto con junta fría de tiempo de formación de 24h sin epóxico adherente	204.63	2
Concreto con junta fría de tiempo de formación de 3h con epóxico adherente	227.85	3
Concreto con junta fría de tiempo de formación de 8h con epóxico adherente	202.66	2
Concreto con junta fría de tiempo de formación de 24h con epóxico adherente	200.28	2

*Nota.* Se realizó la designación de subconjuntos para conocer mediante las numeraciones que las muestras fueron significativamente diferentes entre sí, siendo el quinto caso donde se produjo la mayor diferencia. *Fuente:* Elaboración propia.

#### **5.1.5. Método ANOVA y Tukey para los resultados obtenidos de resistencia a flexión correspondiente a los 7 días de rotura**

De acuerdo a la Figura 139, se puede observar que existió disminución de la resistencia a flexión de las probetas prismáticas que presentan juntas frías con tiempo de formación de 3, 8, 24 horas, y la vez cuenten o no con la aplicación del epóxico adherente, en comparación a las probetas de vaciado continuo (concreto patrón). Por

ello, para conocer si existió una diferencia significativa entre los datos se utilizó la prueba ANOVA, donde los resultados fueron los siguientes:

**Tabla 110**

*Prueba ANOVA al 95% de confiabilidad de las resistencias a flexión obtenidas a los 7 días de rotura*

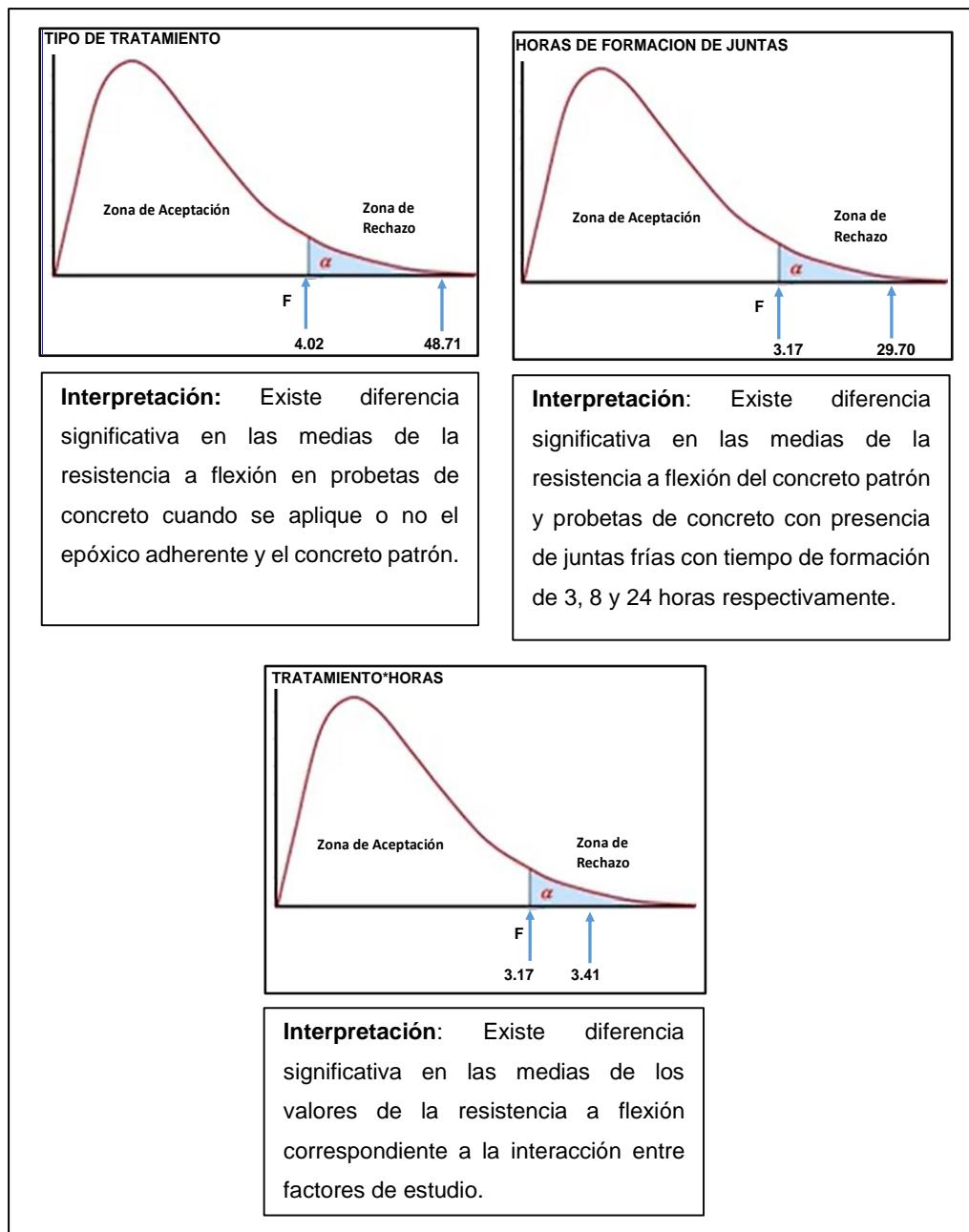
Origen de las Variaciones	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Media de los cuadrados	F	Sig.	Valor Crítico para F
<b>Tratamiento</b>	857.53	1	857.53	48.71	0.000	4.02
<b>Horas</b>	1045.86	2	522.93	29.70	0.000	3.17
<b>Interacción</b>	119.93	2	59.96	3.41	0.004	3.17
<b>Error</b>	950.69	54	17.61			
<b>Total</b>	2,974.01					

Nota. Tomada de Software IBM SPSS Statistics 26, Excel, tabla de distribución F.

De la tabla 110 se observa que el valor estadístico F encontrado para el tipo de tratamiento (con o sin epóxico), el tiempo de formación de juntas (patrón, 3, 8 y 24 horas) y la interacción entre ellos fue mayor que el valor crítico de distribución F (valor encontrado por tabla), de igual modo se observa que se obtuvo una significancia menor al 95% de certeza. **Estos resultados significan que existió diferencia significativa entre las medias de los valores correspondientes a las resistencias a flexión de las probetas con presencia de juntas frías, con o sin aplicación de epóxico adherente y concreto patrón, rechazando así la hipótesis nula.** Para ello, se muestra la figura 145 con la interpretación para cada caso.

**Figura 145**

*Interpretación de resultados del Método ANOVA para 7 días de rotura*



*Fuente:* Elaboración propia.

Se procedió a realizar la prueba post hoc mediante el método Tukey, con la finalidad de comparar los resultados y evaluar donde se produjo la mayor diferencia.

**Tabla 111**

*Prueba Tukey al 95% de confiabilidad de las resistencias a flexión obtenidas a los 7 días de rotura*

Muestra	Media de la resistencia a flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	Prueba Tukey (subconjunto para $\alpha=0.05$ )
Concreto Patrón	57.80	1
Concreto con junta fría de tiempo de formación de 3h sin epóxico adherente	32.90	2
Concreto con junta fría de tiempo de formación de 8h sin epóxico adherente	30.86	2
Concreto con junta fría de tiempo de formación de 24h sin epóxico adherente	25.49	3
Concreto con junta fría de tiempo de formación de 3h con epóxico adherente	43.62	4
Concreto con junta fría de tiempo de formación de 8h con epóxico adherente	37.59	5
Concreto con junta fría de tiempo de formación de 24h con epóxico adherente	30.72	2

*Nota.* Se realizó la designación de subconjuntos para conocer mediante las numeraciones que las muestras fueron significativamente diferentes entre sí, siendo el sexto caso donde se produjo la mayor diferencia. *Fuente:* Elaboración propia.

#### **5.1.6. Método ANOVA y Tukey para los resultados obtenidos de resistencia a flexión correspondiente a los 14 días de rotura**

De acuerdo a la Figura 140, se puede observar que existió disminución de la resistencia a flexión de las probetas prismáticas que presentan juntas frías con tiempo de formación de 3, 8, 24 horas, y la vez cuenten o no con la aplicación del epóxico adherente, en comparación a las probetas de vaciado continuo (concreto patrón). Por ello, para conocer si existió una diferencia significativa entre los datos se utilizó la prueba ANOVA, donde los resultados fueron los siguientes:

**Tabla 112**

*Prueba ANOVA al 95% de confiabilidad de las resistencias a flexión obtenidas a los 14 días de rotura*

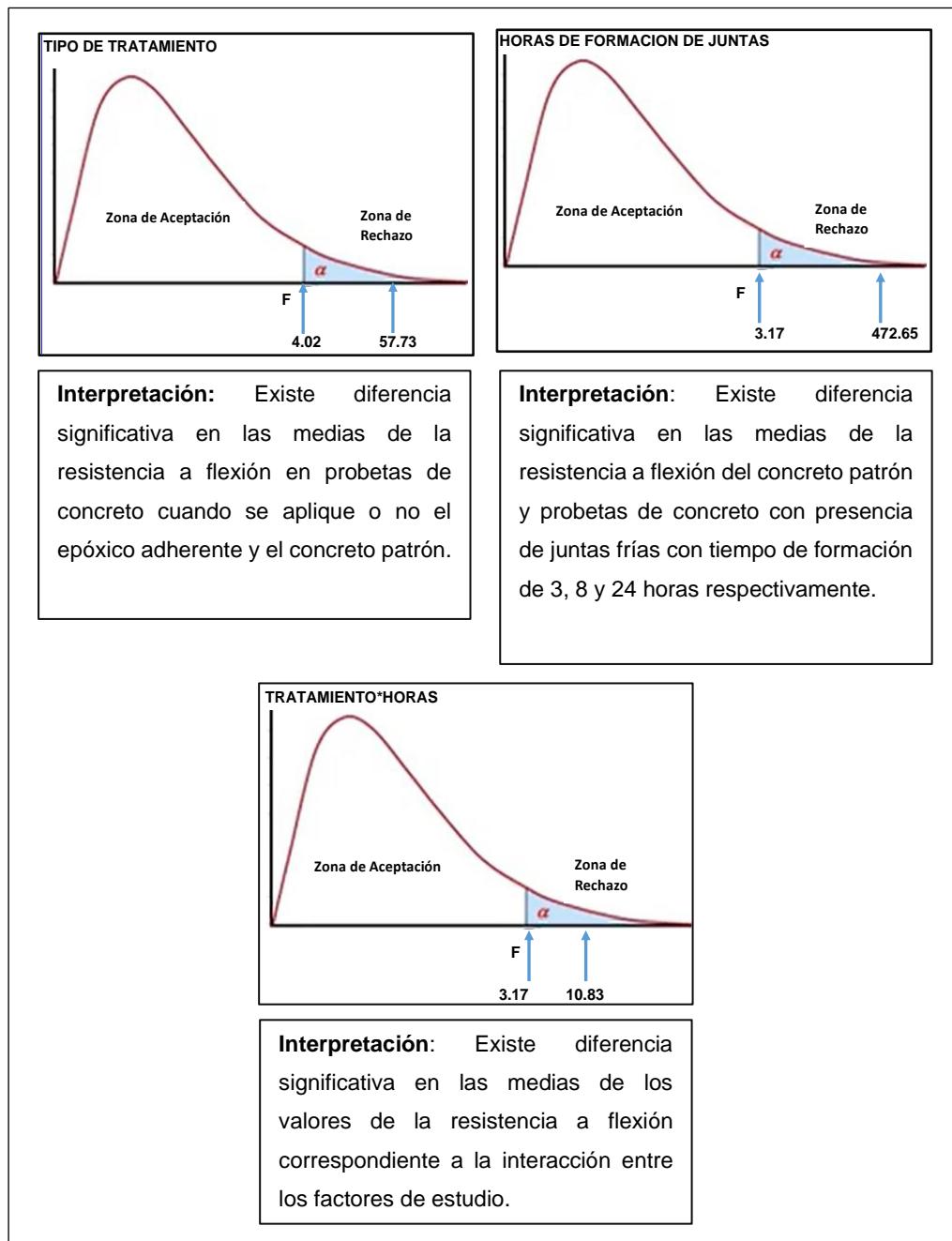
Origen de las Variaciones	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Media de los cuadrados	F	Sig.	Valor Crítico para F
<b>Tratamiento</b>	625.33	1	625.33	57.73	0.000	4.02
<b>Horas</b>	10239.42	2	5119.71	472.65	0.000	3.17
<b>Interacción</b>	234.65	2	117.33	10.83	0.000	3.17
<b>Error</b>	584.92	54	10.83			
<b>Total</b>	11,684.32					

*Nota. Tomada de Software IBM SPSS Statistics 26, Excel, tabla de distribución F.*

De la tabla 112 se observa que el valor estadístico F encontrado para el tipo de tratamiento (con o sin epóxico), el tiempo de formación de juntas (patrón, 3, 8 y 24 horas) y la interacción entre ellos fue mayor que el valor crítico de distribución F (valor encontrado por tabla), de igual modo se observa que se obtuvo una significancia de 0.000 al 95% de certeza. **Estos resultados significan que existió diferencia significativa entre las medias de los valores correspondientes a las resistencias a flexión de las probetas con presencia de juntas frías, con o sin aplicación de epóxico adherente y concreto patrón, rechazando así la hipótesis nula.** Para ello, se muestra la figura 146 con la interpretación para cada caso.

**Figura 146**

*Interpretación de resultados del Método ANOVA para 14 días de rotura*



*Fuente:* Elaboración propia.

Se procedió a realizar la prueba post hoc mediante el método Tukey, con la finalidad de comparar los resultados y evaluar donde se produjo la mayor diferencia.

**Tabla 113**

*Prueba Tukey al 95% de confiabilidad de las Resistencias a la Flexión obtenidas a los 14 Días de Rotura*

Muestra	Media de la resistencia a flexión (kg/cm <sup>2</sup> )	Prueba Tukey (subconjunto para $\alpha=0.05$ )
Concreto Patrón	73.36	1
Concreto con junta fría de tiempo de formación de 3h sin epóxico adherente	67.12	2
Concreto con junta fría de tiempo de formación de 8h sin epóxico adherente	37.61	3
Concreto con junta fría de tiempo de formación de 24h sin epóxico adherente	35.67	3
Concreto con junta fría de tiempo de formación de 3h con epóxico adherente	69.40	2
Concreto con junta fría de tiempo de formación de 8h con epóxico adherente	49.37	4
Concreto con junta fría de tiempo de formación de 24h con epóxico adherente	40.99	5

*Nota.* Se realizó la designación de subconjuntos para conocer mediante las numeraciones que las muestras fueron significativamente diferentes entre sí, siendo el último caso donde se produjo la mayor diferencia. *Fuente:* Elaboración propia.

#### 5.1.7. Método ANOVA y Tukey para los resultados obtenidos de la resistencia a

##### **Flexión correspondiente a los 28 días de rotura**

De acuerdo a la Figura 141, se puede observar que existió disminución de la resistencia a flexión de las probetas prismáticas que presentan juntas frías con tiempo de formación de 3, 8, 24 horas, y la vez cuenten o no con la aplicación del epóxico adherente, en comparación a las probetas de vaciado continuo (concreto patrón). Por ello, para conocer si existió una diferencia significativa entre los datos se utilizó la prueba ANOVA, donde los resultados fueron los siguientes:

**Tabla 114**

*Prueba ANOVA al 95% de confiabilidad de las resistencias a la flexión obtenidas a los 28 días de rotura*

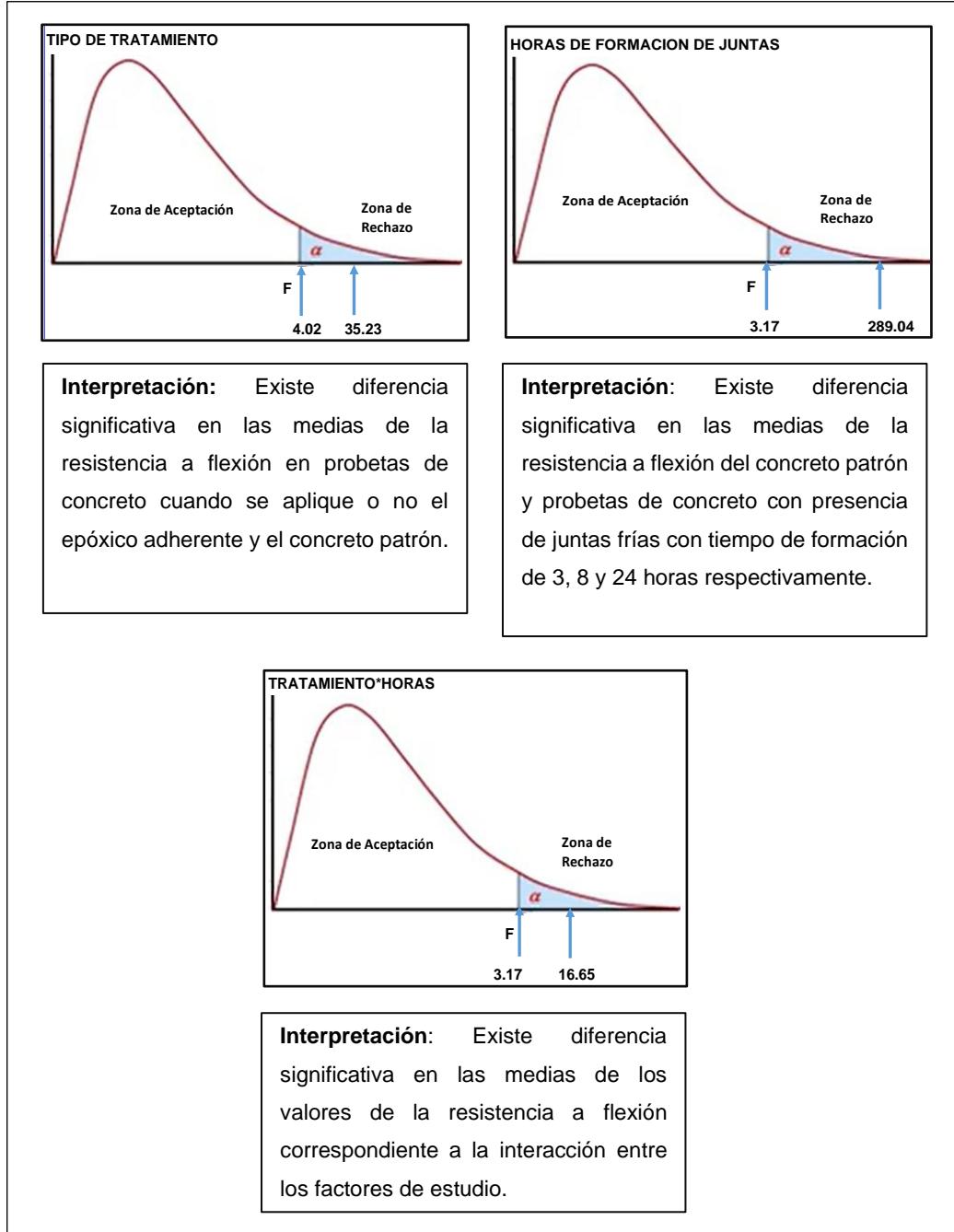
Origen de las Variaciones	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Media de los cuadrados	F	Sig.	Valor Crítico para F
<b>Tratamiento</b>	564.14	1	564.14	35.23	0.000	4.02
<b>Horas</b>	9256.81	2	4628.40	289.04	0.000	3.17
<b>Interacción</b>	533.32	2	266.66	16.65	0.000	3.17
<b>Error</b>	864.69	54	16.01			
<b>Total</b>	11,218.97					

*Nota. Tomada de Software IBM SPSS Statistics 26, Excel, tabla de distribución F.*

De la tabla 114 se observa que el valor estadístico F encontrado para el tipo de tratamiento (con o sin epóxico), el tiempo de formación de juntas (patrón, 3, 8 y 24 horas) y la interacción entre ellos fue mayor que el valor crítico de distribución F (valor encontrado por tabla), de igual modo se observa que se obtuvo una significancia de 0.000 al 95% de certeza. **Estos resultados significan que existió diferencia significativa entre las medias de los valores correspondientes a las resistencias a flexión de las probetas con presencia de juntas frías, con o sin aplicación de epóxico adherente y concreto patrón, rechazando así la hipótesis nula.** Para ello, se muestra la figura 147 con la interpretación para cada caso.

**Figura 147**

*Interpretación de resultados del Método ANOVA para 28 días de rotura*



*Fuente:* Elaboración propia.

Se procedió a realizar la prueba post hoc mediante el método Tukey, con la finalidad de comparar los resultados y evaluar donde se produjo la mayor diferencia:

**Tabla 115**

*Prueba Tukey al 95% de confiabilidad de las resistencias a flexión obtenidas a los 28 días de rotura*

Muestra	Media de la resistencia a compresión (kg/cm <sup>2</sup> )	Prueba Tukey (subconjunto para $\alpha=0.05$ )
Concreto Patrón	79.76	1
Concreto con junta fría de tiempo de formación de 3h sin epóxico adherente	73.91	1
Concreto con junta fría de tiempo de formación de 8h sin epóxico adherente	50.29	2
Concreto con junta fría de tiempo de formación de 24h sin epóxico adherente	42.01	3
Concreto con junta fría de tiempo de formación de 3h con epóxico adherente	74.40	1
Concreto con junta fría de tiempo de formación de 8h con epóxico adherente	64.47	4
Concreto con junta fría de tiempo de formación de 24h con epóxico adherente	45.54	3

*Nota.* Se realizó la designación de subconjuntos para conocer mediante las numeraciones que las muestras fueron significativamente diferentes entre sí, siendo el sexto caso donde se produjo la mayor diferencia. *Fuente:* Elaboración propia.

## 5.2. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

**5.2.1.** Según los resultados obtenidos de los ensayos a flexión, compresión y el análisis estadístico, se observa que la presencia de juntas frías con tiempo de formación de 3, 8 y 24 horas y con aplicación o no del epóxico adherente, sí influye en la disminución de la resistencia a compresión y flexión del concreto a los 7, 14 y 28 días de edad; **aceptando así la hipótesis general planteada en el presente estudio de investigación.**

**5.2.2.** Tras analizar los resultados de los ensayos a compresión y flexión del concreto con presencia de juntas frías de 3, 8 y 24 horas de formación y aplicación del epóxico adherente, se puede señalar que sí influye en la disminución de la resistencia a compresión y flexión del concreto a los 7, 14 y 28 días; **aceptando así la hipótesis específica 01 planteada en el presente estudio de investigación.**

- 5.2.3.** Tras analizar los resultados de los ensayos a compresión y flexión del concreto con presencia de juntas frías de tiempo de formación de 3, 8 y 24 horas sin aplicación del epóxico adherente, se puede señalar que sí influye en la disminución de la resistencia a compresión y flexión del concreto a los 7, 14 y 28 días; **aceptando así la hipótesis específica 02 planteada en el presente estudio de investigación.**
- 5.2.4.** Por último, al analizar los resultados de ensayo a compresión y flexión del concreto con presencia de juntas frías de tiempo de formación de 3, 8 y 24 horas y aplicación del epóxico adherente, se observa que difiere con los resultados obtenidos del ensayo a compresión y flexión del concreto con presencia de juntas frías de tiempo de formación de 3, 8 y 24 horas sin aplicación del epóxico adherente, **aceptando así la hipótesis específica 03 planteada en el presente estudio de investigación.**
- De los resultados obtenidos a los 28 días de edad del ensayo a compresión, se observa que la resistencia del concreto con presencia de junta fría de tiempo de formación de 3 horas y aplicación del epóxico adherente fue mayor del que no recibió tratamiento. Sin embargo, las resistencias del concreto con presencia de junta fría con tiempo de formación de 8 y 24 horas y aplicación del epóxico adherente fue menor del que no recibió tratamiento. Por lo tanto, comparando con el resultado de la tesis de investigación de Zeña (2016), se puede analizar que para el tratamiento con epóxico adherente del concreto con presencia de juntas frías es más efectivo si el tiempo de formación de la junta es más temprana, atenuando de esta manera la pérdida de resistencia a compresión de los elementos estructurales verticales.
  - De los resultados obtenidos a los 28 días de edad del ensayo a flexión, se observa que la resistencia del concreto con presencia de la junta fría de tiempo de formación de 3, 8 y 24 horas y aplicación del epóxico adherente fue mayor del que no recibió tratamiento. Por lo tanto, comparando con el resultado de la tesis de investigación de Ajahuana (2019), se puede analizar que los elementos horizontales de concreto con presencia de juntas frías y uso del tratamiento con epóxico adherente es efectiva para atenuar la pérdida de resistencia a flexión.

## CONCLUSIONES

1. A los 28 días de edad, la discontinuidad en el vaciado de estructuras verticales y horizontales de concreto que da lugar a la presencia de juntas frías de 3, 8 y 24 horas de formación, con y sin aplicación del epóxico adherente como tratamiento, provoca la disminución de la resistencia a compresión y flexión hasta en un 20.35% y 47.33% respectivamente, comparándola con un concreto patrón (vaciado ininterrumpido).
2. El vaciado interrumpido en estructuras verticales de concreto que origina una junta fría de 3 horas de formación y no recibe ningún tipo de tratamiento, ocasiona la disminución en un 17.80% de la resistencia a compresión comparado con un concreto patrón. Sin embargo, si a esta misma junta fría le aplicamos epóxico adherente, solo disminuye en un 9.39% la resistencia. Por lo tanto, la aplicación del epóxico adherente en una junta fría de 3 horas de formación causa que la disminución de resistencia a compresión sea de menor proporción, respecto al concreto con junta fría que no tiene ningún tipo de tratamiento.
3. De igual modo, el vaciado interrumpido en estructuras horizontales de concreto que origina una junta fría de 3 horas de formación y no recibe ningún tipo de tratamiento, ocasiona la disminución en un 7.33% de la resistencia a flexión comparado con un concreto patrón. Sin embargo, si a esta misma junta fría ahora le aplicamos epóxico adherente, disminuye en un 6.72% la resistencia. Por lo tanto, la aplicación del epóxico adherente en una junta fría de 3 horas de formación causa que la disminución de resistencia a flexión sea de menor proporción, aunque con ligera diferencia, respecto al concreto con junta fría que no tiene ningún tipo de tratamiento.
4. Por otro lado, el vaciado interrumpido en estructuras verticales de concreto que origina una junta fría de 8 horas de formación y no recibe ningún tipo de tratamiento, ocasiona la disminución en un 18.17% de la resistencia a compresión comparado con un concreto patrón. Sin embargo, si a esta misma junta fría le aplicamos epóxico adherente, disminuye en un 19.41% la resistencia. Por lo tanto, la aplicación del epóxico adherente en una junta

fría de 8 horas de formación no atenúa la pérdida de resistencia en ensayos a compresión, puesto que resultó de mayor proporción de aquel concreto con junta fría y que no tiene ningún tipo de tratamiento.

5. No obstante, el vaciado interrumpido en estructuras horizontales de concreto que origina una junta fría de 8 horas de formación y no recibe ningún tipo de tratamiento, ocasiona la disminución en un 36.95% de la resistencia a flexión comparado con un concreto patrón. Sin embargo, si a esta misma junta fría ahora le aplicamos epóxico adherente, disminuye solo en un 18.92% la resistencia. Por lo tanto, la aplicación del epóxico adherente en una junta fría de 8 horas de formación causa que la disminución de resistencia a flexión sea de menor proporción, respecto al concreto con junta fría que no tiene ningún tipo de tratamiento.
6. Asimismo, el vaciado interrumpido en estructuras verticales de concreto que origina una junta fría de 24 horas de formación y no recibe ningún tipo de tratamiento, ocasiona la disminución en un 18.62% de la resistencia a compresión comparado con un concreto patrón. Sin embargo, si a esta misma junta fría le aplicamos epóxico adherente, disminuye en un 20.35% la resistencia. Por lo tanto, la aplicación del epóxico adherente en una junta fría de 24 horas de formación no atenúa la pérdida de resistencia en ensayos a compresión, puesto que resultó de mayor proporción de aquel concreto con junta fría y que no tiene ningún tipo de tratamiento.
7. Por el contrario, el vaciado interrumpido en estructuras horizontales de concreto que origina una junta fría de 24 horas de formación y no recibe ningún tipo de tratamiento, ocasiona la disminución en un 47.33% de la resistencia a flexión comparado con un concreto patrón. Sin embargo, si a esta misma junta fría ahora le aplicamos epóxico adherente, disminuye solo en un 42.90% la resistencia. Por lo tanto, la aplicación del epóxico adherente en una junta fría de 24 horas de formación causa que la disminución de resistencia a flexión sea de menor proporción, respecto al concreto con junta fría que no tiene ningún tipo de tratamiento.

8. En ese orden de ideas, se puede concluir que, si el vaciado en estructuras verticales y horizontales sea interrumpido y en consecuencia se formen juntas frías, es mayor la pérdida de resistencia a medida que las horas transcurran para completar el vaciado total del elemento. Empero, la aplicación del epóxico adherente sobre estas juntas frías mitigan en cierto grado esta disminución de resistencia, siendo útil el uso a 3 horas de formación de juntas en estructuras verticales, mientras que para 8 y 24 horas no fue efectivo su empleo; para estructuras horizontales el utilizar el epóxico adherente también constituye un atenuante en esta pérdida en las juntas frías formadas de acuerdo a todas las horas en estudio (3, 8 y 24 horas). La disimilitud entre la validez de colocación del epóxico adherente en estructuras verticales y horizontales probablemente sea por el tipo de prueba, puesto que, para el ensayo a compresión, por ejemplo, la carga aplicada no se hace directamente a la junta con tratamiento, sino a toda la probeta, en cambio en el ensayo a flexión, la carga se realizó perpendicularmente a la junta tratada con epóxico adherente.

## RECOMENDACIONES O SUGERENCIAS

1. Se recomienda a los ingenieros de obra y todo personal dedicado al rubro de la construcción, a conocer las consecuencias de un vaciado de concreto interrumpido en la resistencia a compresión y flexión de los elementos estructurales, para prever y/o aplicar las medidas adecuadas a fin de evitar pérdidas significativas de resistencia.
2. Se recomienda que en futuras investigaciones se realicen más estudios sobre la influencia en la resistencia a compresión y flexión del concreto cuando las ubicaciones de las juntas frías en los elementos estructurales verticales y horizontales de concreto no sea de acuerdo a lo estipulado en el Reglamento Nacional de Edificaciones, siendo los puntos más desfavorables.
3. Se recomienda que en futuras investigaciones se realicen más estudios de la influencia en la resistencia a compresión y flexión utilizando otro tipo de hormigón de la región Ucayali, con la finalidad de tener conocimiento en cuanto influye el uso del agregado para los elementos estructurales y verticales de concreto cuando haya presencia de juntas frías.
4. Se recomienda que el uso del epóxico adherente para el tratamiento de juntas frías en elementos estructurales de concreto a compresión, sea de poco tiempo de formación, para obtener una mayor efectividad, teniendo en cuenta la ficha técnica del producto.
5. Se recomienda el uso del epóxico adherente como tratamiento de juntas frías en elementos estructurales de concreto a flexión, utilizando el hormigón de la cantera Las Malvinas.
6. Se recomienda el estudio de la influencia de diferentes marcas a usar del adherente epóxico, como tratamiento de las juntas frías en la resistencia a compresión y flexión de los elementos estructurales verticales y horizontales de concreto.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adrianzén, W., y Cruz, J. (2020). *Calidad del concreto en edificaciones autoconstruidas en el casco urbano del distrito de Callería en los años 2018 y 2019*. Tesis para optar por el Título Profesional de Ingeniero Civil. Universidad Nacional de Ucayali, Pucallpa.
- Ajahuana, E. (2019). *Evaluación de la adherencia en juntas de construcción en losas de concreto simple debido a interrupción de vaciado en tiempo de 3, 6 y 24 horas*. Tesis para optar por el Título Profesional de Ingeniero Civil. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Arequipa.
- American Society for Testing and Materials (ASTM) C-496 (1996). *Método de prueba estándar para la resistencia a la tracción por división de especímenes cilíndricos de concreto*. ASTM International. West Conshohocken, PA.
- American Society for Testing and Materials (ASTM) C882-99 (2008). *Método de prueba estándar para Resistencia de unión de los sistemas de resina epoxi utilizado con hormigón por cizallamiento inclinado*. ASTM International. West Conshohocken, PA.
- Castillo, G. (2008). *Comportamiento de juntas de hormigonado a los esfuerzos de compresión y flexotracción en hormigones H30, H25 y H20*. Tesis para optar por el Título de Ingeniero Constructor. Universidad Austral de Chile, Valdivia.
- Chavez, K., y Durand, K. (2019). *Dosificación porcentual de la ceniza volante y su efecto en la resistencia a la compresión del concreto 210 kg/cm<sup>2</sup> en la ciudad de Pucallpa, distrito de Callería – región Ucayali*. Tesis para optar por el Título Profesional de Ingeniero Civil. Universidad Nacional de Ucayali, Pucallpa.
- Chota, D., y Navarro, P. (2019). *Análisis de la resistencia del concreto utilizando hormigón en el distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali*. Tesis para optar por el Título Profesional de Ingeniero Civil. Universidad Nacional de Ucayali, Pucallpa.
- Gutierrez, L. (2003). *El concreto y otros materiales para la construcción*. Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales.

- Hernández-Sampieri, R. y Mendoza Torres, C. P. (2018) *Metodología de la Investigación*. Ciudad de México, México: McGraw-Hill Interamericana Editores.
- Instituto Nacional de la calidad (INACAL). (2015). CONCRETO. *Método de ensayo normalizado para la determinación de la resistencia a la compresión del concreto en muestras cilíndricas. (NTP 339.034)* (Cuarta ed.). Lima, Perú: INACAL.
- Instituto Nacional de la calidad (INACAL). (2015). CONCRETO. *Método de ensayo para la medición del asentamiento del concreto de Cemento Portland. (NTP 339.035)* (Cuarta ed.). Lima, Perú: INACAL.
- Instituto Nacional de la Calidad (INACAL). (2016). CEMENTOS. *Cemento Pórtland. Requisitos (NTP 334.009)* (Sexta ed.). Lima, Perú: INACAL.
- Instituto Nacional de la Calidad (INACAL). (2018). AGREGADOS. *Agregados para concreto. Requisitos. (NTP 400.037)* (Cuarto ed.). Lima, Perú: INACAL.
- Instituto Nacional de la Calidad (INACAL). (2019). *Agua de mezcla utilizada en la producción de concreto de cemento Portland. Requisito (NTP 339.088)* (Segunda ed.). Lima, Perú: INACAL.
- Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI). (2009). AGREGADOS. *Definición y clasificación de agregados para uso en morteros y hormigones (concretos). (NTP 400.011)* (Tercera ed.). Lima, Perú: INDECOPI.
- Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI). (2012). CONCRETO. *Método de ensayo para determinar la resistencia a la flexión del concreto en vigas simplemente apoyadas con cargas en el centro del tramo. (NTP 339.079)* (Tercera ed.). Lima, Perú: INDECOPI.

Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección Intelectual (INDECOPI). (2015). CONCRETO. *Definiciones y terminología relativas al concreto y agregados.* (NTP. 339.047) (Tercera ed.). Lima, Perú: INDECOPI.

Kosmatka, H., Kerkhoff, B., Panarese, W., y Tanesi, J. (2004). *Diseño y Control de Mezclas de Concreto* (Primera ed.). Portland Cement Association.

Kreigh, J. D. (1976). *Arizona Slant Shear Test: A Method to Determine Epoxy Bond Strength.* ACI Journal. 73, (7), 372-373.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2009). *Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado.* Recuperado de:

[http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios\\_Normalizacion/Normalizacion/normas/E060\\_CONCRETO\\_ARMADO.pdf](http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Normalizacion/normas/E060_CONCRETO_ARMADO.pdf)

Project Management Institute. Lima, Perú (PMI). (2020, 2 de Mayo). *Informe Situacional del Sector Construcción en el Perú Post Covid-2019.* Recuperado de:  
<https://pmi.org.pe/informe-situacional-del-sector-construccion-en-el-peru-post-covid-2019/>

Quispe, M. (2017). *Análisis comparativo de la influencia del tiempo de formación de las juntas frías diagonales 1, 1 1/2, 2, 3 y 4 horas sobre la resistencia a la compresión y tracción en testigos de concreto  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$  con agregados de las canteras de Pillahuara y Cunyac a edades de 7, 14 y 28 días.* Tesis para optar por el Título Profesional de Ingeniero Civil. Universidad Andina del Cusco, Cusco.

Rivera L., G. A. (s.f.). *Concreto Simple.* Cauca.

Rivva López, E. (2000). *Materiales para el concreto* (Primera ed.). Lima: Instituto de la Construcción y Gerencia.

Rivva López, E. (2014). *Concreto Diseño de mezclas* (Segunda ed.). Lima, Perú: Instituto de la Construcción y Gerencia.

- Rodriguez, J. (2012). *Estudio comparativo del comportamiento mecánico y permeabilidad de juntas frías de hormigonado materializadas con mallas metálicas*. Tesis para optar por el Título Profesional de Ingeniero Civil. Universidad de Chile, Santiago de Chile.
- Torres, A. (2014). *Simulación numérica del efecto de las juntas frías en la resistencia pico de cilindros normalizados de concreto*. Tesis para optar por el Título Profesional de Magíster en Ingeniería Civil. Universidad Javeriana, Bogotá.
- Torres, A., Ramos Cañón, A., Prada Sarmiento, F., y Botía Díaz, M. (2015). *Comportamiento mecánico de juntas frías lisas de concreto*. Revista ingeniera de Construcción, 31(03), 151-162.
- Zeña, J. (2016). *Resistencia a la compresión de concretos con epóxicos adherentes*. Tesis para optar por el Título Profesional de Ingeniero Civil. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque.

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

**TESIS: "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"**

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLES/ INDICADORES / DIMEN.	METODOLOGÍA																											
<p>¿De qué manera influye la presencia de juntas frías con tiempos de formación de 3, 8 y 24 horas tras la aplicación o no de epóxico adherente, en la resistencia a compresión y flexión de estructuras horizontales y verticales de concreto respecto al concreto patrón; considerando para los casos resistencia de diseño <math>f_c=210 \text{ kg/cm}^2</math>, edades: 7, 14 y 28 días y hormigón de la cantera Las Malvinas - Ucayali?</p>	<p>Determinar de qué manera influye la presencia de juntas frías con tiempos de formación de 3, 8 y 24 horas tras la aplicación o no de epóxico adherente, en la resistencia a la compresión y flexión de estructuras horizontales y verticales de concreto respecto al concreto patrón; considerando para los casos resistencia de diseño <math>f_c=210 \text{ kg/cm}^2</math>, edades: 7, 14 y 28 días y hormigón de la cantera Las Malvinas-Ucayali.</p>	<p>La presencia de juntas frías con tiempos de formación de 3, 8 y 24 horas tras la aplicación o no de epóxico adherente, influye en la variación de la resistencia a compresión y flexión de estructuras horizontales y verticales de concreto respecto al concreto patrón; considerando para los casos resistencia de diseño <math>f_c=210 \text{ kg/cm}^2</math>, edades: 7, 14 y 28 días y hormigón de la cantera Las Malvinas-Ucayali.</p>	<p><b>INDEPENDIENTE</b></p> <p>Concreto <math>f_c=210 \text{ kg/cm}^2</math> con/sin junta fría (45°); con/sin aplicación de epóxico adherente.</p>	<p><b>TIPO DE INVESTIGACIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Híbrido o mixto (cuantitativa y cualitativa)</li> </ul> <p><b>NIVEL DE INVESTIGACIÓN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Explicativa</li> <li>• Experimental-Aplicada</li> <li>• Analítica y comparativa</li> </ul>																											
<p><b>PROBLEMA ESPECIFICO N°01</b></p> <p>¿De qué manera influye la presencia de juntas frías con tiempos de formación de 3, 8 y 24 horas sin aplicación de epóxico adherente, en la resistencia a compresión y flexión de estructuras horizontales y verticales de concreto respecto al concreto patrón; considerando para los casos resistencia de diseño <math>f_c=210 \text{ kg/cm}^2</math>, edades: 7, 14 y 28 días y hormigón de la cantera Las Malvinas-Ucayali?</p>	<p><b>OBJETIVOS ESPECIFICOS N°01</b></p> <p>Determinar de qué manera influye la presencia de juntas frías con tiempo de formación de 3, 8 y 24 horas sin aplicación del epóxico adherente, en la resistencia a compresión y flexión de estructuras horizontales y verticales de concreto respecto al concreto patrón; considerando para los casos resistencia de diseño <math>f_c=210 \text{ kg/cm}^2</math>, edades: 7, 14 y 28 días y hormigón de la cantera Las Malvinas-Ucayali.</p>	<p><b>HIPOTESIS ESPECIFICA N°01</b></p> <p>La presencia de juntas frías con tiempos de formación de 3, 8 y 24 horas sin aplicación del epóxico adherente, influye en la variación de la resistencia a compresión y flexión de estructuras horizontales y verticales de concreto respecto al concreto patrón; considerando para los casos resistencia de diseño <math>f_c=210 \text{ kg/cm}^2</math>, edades: 7, 14 y 28 días y hormigón de la cantera Las Malvinas-Ucayali.</p>	<p><b>DEPENDIENTE</b></p> <p>Resistencia a compresión y flexión.</p> <p><b>INDICADORES.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cantidad de agua (Lt).</li> <li>• Cantidad de cemento (kg).</li> <li>• Cantidad de epóxico adherente (Lt).</li> <li>• Cantidad de agregado (kg).</li> <li>• Tiempo de formación de junta fría (horas).</li> <li>• Inclinación de junta fría (grados).</li> <li>• Ubicación de la junta fría (cm).</li> <li>• Edad del concreto (días).</li> </ul>	<p><b>DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN</b></p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <th colspan="2" rowspan="2">FACTORES</th> <th colspan="3">TIEMPO DE FORMACIÓN</th> <th colspan="3">TIPO DE JUNTA</th> </tr> <tr> <th>3 HORAS</th> <th>8 HORAS</th> <th>24 HORAS</th> <th>SIN JUNTA</th> <th>CON JUNTA</th> <th>CON JUNTA</th> </tr> <tr> <th rowspan="2">TIEMPO DE FORMACIÓN</th> <th>3 HORAS</th> <td>7, 14, 28</td> </tr> <tr> <th>24 HORAS</th> <td>7, 14, 28</td> </tr> </table>	FACTORES		TIEMPO DE FORMACIÓN			TIPO DE JUNTA			3 HORAS	8 HORAS	24 HORAS	SIN JUNTA	CON JUNTA	CON JUNTA	TIEMPO DE FORMACIÓN	3 HORAS	7, 14, 28	7, 14, 28	7, 14, 28	7, 14, 28	7, 14, 28	24 HORAS	7, 14, 28	7, 14, 28	7, 14, 28	7, 14, 28	7, 14, 28
FACTORES		TIEMPO DE FORMACIÓN					TIPO DE JUNTA																								
		3 HORAS	8 HORAS	24 HORAS	SIN JUNTA	CON JUNTA	CON JUNTA																								
TIEMPO DE FORMACIÓN	3 HORAS	7, 14, 28	7, 14, 28	7, 14, 28	7, 14, 28	7, 14, 28																									
	24 HORAS	7, 14, 28	7, 14, 28	7, 14, 28	7, 14, 28	7, 14, 28																									
<p><b>PROBLEMA ESPECIFICO N°02</b></p> <p>¿De qué manera influye la presencia de juntas frías con tiempos de formación de 3, 8 y 24 horas tras la aplicación de epóxico adherente, en la resistencia a compresión y flexión de estructuras horizontales y verticales de concreto respecto al concreto patrón; considerando para los casos resistencia de diseño <math>f_c=210 \text{ kg/cm}^2</math>, edades: 7, 14 y 28 días y hormigón de la cantera Las Malvinas-Ucayali?</p>	<p><b>OBJETIVOS ESPECIFICOS N°02</b></p> <p>Determinar de qué manera influye la presencia de juntas frías con tiempo de formación de 3, 8 y 24 horas tras la aplicación de epóxico adherente, en la resistencia a compresión y flexión de estructuras horizontales y verticales de concreto respecto al concreto patrón; considerando para los casos resistencia de diseño <math>f_c=210 \text{ kg/cm}^2</math>, edades: 7, 14 y 28 días y hormigón de la cantera Las Malvinas-Ucayali.</p>	<p><b>HIPOTESIS ESPECIFICA N°02</b></p> <p>La presencia de juntas frías con tiempos de formación de 3, 8 y 24 horas y al aplicar el epóxico adherente, influye en la variación de la resistencia a compresión y flexión de estructuras horizontales y verticales de concreto respecto al concreto patrón; considerando para los casos resistencia de diseño <math>f_c=210 \text{ kg/cm}^2</math>, edades: 7, 14 y 28 días y hormigón de la cantera Las Malvinas-Ucayali.</p>	<p><b>DIMENSIONES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Calidad del concreto sin junta fría.</li> <li>• Calidad del concreto con junta fría.</li> <li>• Calidad del concreto con junta fría y adherente epóxico.</li> </ul>	<p><b>POBLACIÓN</b></p> <p>La población estuvo conformada por todas las estructuras horizontales y verticales de concreto que hayan sido vaciados ininterrumpidamente y los que presentaron juntas frías de inclinación 45° en el tercio medio de la estructura, con/sin epóxico adherente que tengan tiempo de formación de 3, 8 y 24 horas; en los siguientes casos: resistencia de diseño <math>f_c=210 \text{ kg/cm}^2</math>; a edades del concreto de 7, 14 y 28 días, que utilizó hormigón local de la cantera Las Malvinas – Ucayali y en el que se empleó el cemento Andino tipo I</p> <p><b>MUESTRA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 180 muestras de concreto para pruebas a compresión</li> <li>• 210 muestras de concreto para pruebas a flexión.</li> </ul>																											
<p><b>PROBLEMA ESPECIFICO N°03</b></p> <p>¿Existe diferencia significativa en la resistencia a compresión y flexión de estructuras horizontales y verticales de concreto con presencia de juntas frías que tengan tiempo de formación de 3, 8 y 24 horas y con aplicación de epóxico adherente respecto a estructuras horizontales y verticales de concreto con presencia de juntas frías que tengan tiempo de formación de 3, 8 y 24 horas y que no se aplique epóxico adherente; considerando para los casos resistencia de diseño <math>f_c=210 \text{ kg/cm}^2</math>, edades: 7, 14 y 28 días, empleando hormigón de la cantera Las Malvinas-Ucayali?</p>	<p><b>OBJETIVOS ESPECIFICOS N°03</b></p> <p>Determinar si existe diferencia significativa de la resistencia a compresión y flexión en estructuras horizontales y verticales de concreto con presencia de juntas frías que tengan tiempo de formación de 3, 8 y 24 horas al aplicar el epóxico adherente respecto a estructuras horizontales y verticales de concreto con presencia de juntas frías con tiempos de formación de 3, 8 y 24 horas y que no se aplique epóxico adherente; considerando para los casos resistencia de diseño <math>f_c=210 \text{ kg/cm}^2</math>, edades: 7, 14 y 28 días, empleando hormigón de la cantera Las Malvinas-Ucayali.</p>	<p><b>HIPOTESIS ESPECIFICA N°03</b></p> <p>La resistencia a compresión y flexión en estructuras horizontales y verticales de concreto con presencia de juntas frías que tengan tiempo de formación de 3, 8 y 24 horas y al aplicar el epóxico adherente será de diferente proporción respecto a estructuras horizontales y verticales de concreto con presencia de juntas frías con tiempos de formación de 3, 8 y 24 horas y que no se aplique epóxico adherente; considerando para los casos resistencia de diseño <math>f_c=210 \text{ kg/cm}^2</math>, edades: 7, 14 y 28 días y hormigón de la cantera Las Malvinas-Ucayali.</p>																													