

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“EVALUACIÓN DE LA ADHESIÓN DE JUNTA DE
CONSTRUCCIÓN DEL CONCRETO VACIADO EN DOS
ETAPAS CON Y SIN PUENTE DE ADHERENCIA EN VIGAS
DEBIDO A ESFUERZO POR FLEXION”

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Kevin Julian Tarazona Requez

Asesor:

Dr. Juan Esteban Gonzales Garcia

Lima - Perú

2021



ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS

El asesor Juan Esteban Gonzales Garcia, docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera profesional de Ingeniería Civil, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo de la tesis de los estudiantes:

- Tarazona Requez Kevin Julian

Por cuanto, **CONSIDERA** que la tesis titulada: “EVALUACIÓN DE ADHESIÓN DE JUNTA DE CONSTRUCCIÓN DEL CONCRETO VACIADO EN DOS ETAPAS CON Y SIN PUENTE DE ADHERENCIA EN VIGAS DEBIDO A ESFUERZO POR FLEXIÓN, LIMA 2021” para aspirar al título profesional de: INGENIERO CIVIL por la Universidad Privada del Norte, reúne las condiciones adecuadas, por lo cual, AUTORIZA al o a los interesados para su presentación.

Ing. /Lic./Mg./Dr. Nombre y Apellidos
Asesor

ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Los miembros del jurado evaluador asignados han procedido a realizar la evaluación de la tesis de los estudiantes: Tarazona Requez Kevin Julian para aspirar al título profesional con la tesis denominada: "EVALUACIÓN DE LA ADHESIÓN DE JUNTA DE CONSTRUCCIÓN DEL CONCRETO VACIADO EN DOS ETAPAS CON Y SIN PUENTE DE ADHERENCIA EN VIGAS DEBIDO A ESFUERZOS POR FLEXIÓN, LIMA 2021"

Luego de la revisión del trabajo, en forma y contenido, los miembros del jurado concuerdan:

Aprobación por unanimidad

Aprobación por mayoría

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Desaprobado

Firman en señal de conformidad:

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y Apellidos
Jurado
Presidente

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y Apellidos
Jurado

Ing./Lic./Dr./Mg. Nombre y Apellidos
Jurado

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado en primer lugar a nuestro creador por derramar su bendición en mi vida diaria, darme la felicidad, paz y amor, darme este tiempo de vida maravillosa.

A mi madre querida Estefanía, que es el pilar fundamental en mi vida por su apoyo incansable y amor incondicional, por levantarme los ánimos en momentos difíciles y nunca dejar de creer en mí, por su firmeza en inculcarme la disciplina y educarme adecuadamente con sus limitaciones de analfabetismo el cual no fue impedimento para ser muy inteligente y salir adelante sola y brindarme los recursos para culminar mi carrera.

A mi hermano Julio Cesar por ser un padre y animarme a meterme en el camino de la superación, por sus regaños, por su firmeza ante la adversidad.

AGRADECIMIENTO

Agradecerle al Dios padre por regalarme la vida y llenarla de bendición en cada paso que doy en este mundo, por bendecirme con una familia, con una profesión y por bendecirme con personas de buena fe, amigos, profesores, compañeros.

Agradecerle a mi madre por su apoyo incondicional, por su amor, por creer en mí, por darme la vida, a mis familiares por darme palabras de apoyo.

A mis docentes a lo largo de mis estudios universitarios por haberme inculcado conocimientos, en especial a mis asesores, el ingeniero Omart Tello por su constante asesoramiento, el ingeniero Segundo Paico por direccionar mi trabajo y, el Dr. Juan Esteban Gonzales Garcia por perfeccionar y ultimar mi tesis.

A mis compañeros William y Sandy por colaborar en el desarrollo de los ensayos de mi trabajo.

Tabla de contenidos

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS.....	2
ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS.....	3
DEDICATORIA.....	4
AGRADECIMIENTO	5
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS.....	8
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	12
RESUMEN	13
ABSTRACT	14
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	15
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	39
CAPÍTULO III. RESULTADOS	70
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	109
REFERENCIAS.....	113
ANEXO 1	116
ANEXO 2	117
ANEXO 3	129
ANEXOS 4	149

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01: Resumen de resultados de laboratorio control de calidad de materiales....	50
Tabla 02: Resumen de datos de componentes para la mezcla de concreto.....	51
Tabla 03: Carga máxima en las vigas.....	72
Tabla 04: Resumen de datos.....	99
Tabla 05: Viga monolítica.....	100
Tabla 06: Viga con Junta de Construcción Sin Puente de Adherencia.....	101
Tabla 07: Viga con Junta de Construcción Con Puente de Adherencia.....	103
Tabla 08: Viga Monolítica.....	104
Tabla 09: Viga con J.C. Sin P.A.....	106
Tabla 10: Viga con J.C. Con P.A.....	107

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Sección de viga (Paredes & Reyes, 2015)	22
Figura 2. Eje Neutro de Viga (Paredes & Reyes, 2015).....	22
Figura 3. Diagrama Típico de Flexión Simple (Paredes & Reyes, 2015).....	23
Figura 4. Gráfica Carga – Deflexión (Paredes & Reyes, 2015).....	24
Figura 5. Agrietamiento de Vigas a Flexión (Paredes & Reyes, 2015).....	26
Figura 6. Gráfica Carga Deflexión (Paredes & Reyes, 2015).....	27
Figura 7. Aplicación de Carga. Adaptado de ASTM C78.	28
Figura 8. Diagrama de Viga Simplemente Apoyada. Adaptada de (Paredes & Reyes, 2015).....	28
Figura 9. Deformación de diversos tipos de fallas (Paredes & Reyes, 2015)	32
Figura 10. Falla por Compresión (Paredes & Reyes, 2015).....	33
Figura 11. Aplicación de Carga en los Tercios (Paredes & Reyes, 2015).....	34
Figura 12. Sección Transversal de Viga.....	44
Figura 13. Encofrado Metálico	51
Figura 14. Encofrado de Acero	52
• Determinar los factores que influyen en el vaciado de concreto en dos etapas con y sin puente de adherencia en vigas debido a esfuerzos por flexión.....	52
Figura 15. Viga M1, M2 y M3 Vaciados Monolíticamente	52
Figura 16. Viga M1, M2 y M3 Vaciados Monolíticamente	53
Figura 17. Viga M4, M5 y M6 Vaciados Parcialmente	53
Figura 18. Viga M7 Vaciado Parcial	54
Figura 19. Vigas M4 al M9 Vaciados Parcialmente	54
Figura 20. Probetas de Concreto Primer día de Vaciado	55
Figura 21. Aplicación de Sika Dur 32 Gel en las Vigas M7, M8 y M9	56
Figura 22. Aplicación del Puente de Adherencia	56
Figura 23. Vaciado de Concreto Faltante en las Vigas M4 al M9.....	57

Figura 24. Viga M4 Sin Puente de Adherencia	57
Figura 25. Vaciado de Concreto Faltante en las Vigas M4, M5 y M6.....	58
Figura 26. Probetas de Concreto Segundo día de Vaciado	58
Figura 27. Vistas de las 3 Vigas Monolíticas	59
Figura 28. Vistas de las 6 Vigas con Junta de Construcción	59
Figura 29. Vistas de las Vigas Desencofradas	60
Figura 30. Vista de la Junta de Construcción con Puente de Adherencia	60
Figura 31. Vistas de la Junta de Construcción sin Puente de Adherencia	61
Figura 32. Vigas M4 al M9 Desencofrados.....	61
Figura 33. Curado de Especímenes.....	62
Figura 34. Curado de las Probetas y Vigas.....	63
Figura 35. Máquina de Ensayo	64
Figura 36. Viga a ser Ensayada en Maquina.....	73
Figura 37. Ensayo de Viga.....	73
Figura 38. Lectura de Carga Última de Rotura	73
Figura 39. Falla de Viga Monolítica M1.....	74
Figura 40. Ubicación de Falla y Acción de Carga	74
Figura 41. Viga en Máquina de Carga.....	76
Figura 42. Ensayo de Viga	76
Figura 43. Lectura de Carga Última de Rotura	76
Figura 44. Falla de Viga Monolítica M2.....	77
Figura 45. Ubicación de Falla y Acción de Carga	77
Figura 46. Viga en Máquina de Cargas.....	78
Figura 47. Ensayo de Viga	78
Figura 48. Lectura de Carga Última de Rotura	79
Figura 49. Falla de Viga Monolítica M3.....	79
Figura 50. Ubicación de Falla y Acción de Carga	79

Figura 51. Viga en Máquina de Carga.....	81
Figura 52. Ensayo de Viga	81
Figura 53. Lectura de Carga Última de Rotura	82
Figura 54. Falla de Viga M4.....	82
Figura 55. Falla en la Junta de Construcción y Acción de Carga	83
Figura 56. Viga en Máquina de Carga.....	84
Figura 57. Ensayo de Viga	84
Figura 58. Lectura de Carga Última de Rotura	85
Figura 59. Falla de Viga M5.....	85
Figura 60. Ubicación de Falla y Acción de Carga	86
Figura 61. Viga en Máquina de Carga.....	87
Figura 62. Ensayo de Viga	87
Figura 63. Lectura de Carga Última de Rotura	88
Figura 64. Falla de Viga M6.....	88
Figura 65. Ubicación de Falla y Acción de Carga	89
Figura 66. Ensayo de Viga	90
Figura 67. Viga en Máquina de Ensayo	90
Figura 68. Lectura de Carga Última de Rotura	91
Figura 69. Falla de Viga M7.....	91
Figura 70. Ubicación de Falla, Acción de Carga y Junta de Construcción	92
Figura 71. Ensayo de Viga	93
Figura 72. Viga en Máquina de Carga.....	93
Figura 73. Lectura de Carga Última de Rotura	94
Figura 74. Falla de Viga M8.....	94
Figura 75. Ubicación de Falla, Acción de Carga y Junta de Construcción	95
Figura 76. Viga en Máquina de Ensayo	97
Figura 77. Ensayo de Viga	97

Figura 78. Lectura de Carga Última de Rotura	97
Figura 79. Falla de Viga M9.....	98
Figura 80. Ubicación de Falla, Acción de Carga y Junta de Construcción	98
Figura 81. Cuadro Comparativo de Resistencia a la Flexión de Vigas Monolíticas	100
Figura 82. Dispersión de Datos de Ensayo de Vigas Monolíticas.....	101
Figura 83. Gráfico Carga Máx. VS Desplazamiento Máx.	102
Figura 84. Cuadro Comparativo de Resistencia a la Flexión de Vigas con Junta de Construcción Sin Puente de Adherencia	103
Figura 85. Dispersión de Datos de Ensayo de Vigas con Junta de Construcción Sin Puente de Adherencia	104
Figura 86. Gráfico Carga Máx. VS Desplazamiento Máx.	105
Figura 87. Cuadro Comparativo de Resistencia a la Flexión de Vigas con Junta de construcción con Puente de Adherencia.	106
Figura 88. Dispersión de Datos de Ensayo de Vigas con Junta de Construcción con Puente de Adherencia	107
Figura 89. Gráfico Carga Máx. VS Desplazamiento Máx.	108
Figura 90. Cuadro Comparativo de Resistencia a la Flexión de Vigas.....	108

ÍNDICE DE ECUACIONES

<i>Ecuación 1:</i> Deflexión Instantánea.....	33
<i>Ecuación 2:</i> Eje Neutro.....	44

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo evaluar la adhesión de concreto nuevo con concreto ya endurecido o también llamada técnicamente como junta de construcción, las muestras son sometidos a esfuerzos por flexión y se determinan su comportamiento estructural. La metodología de la investigación es la aplicación de puente de adherencia en vigas a escalas reducida, se definen los parámetros con muestras de tres vigas con junta de construcción con puente de adherencia, tres vigas con junta de construcción sin puente de adherencia y tres vigas monolíticas, estas son sometidas a pruebas de flexión en una máquina de cargas, y así determinar su grado de adhesión mediante la comparación del comportamiento estructural, las vigas con junta de construcción son vaciadas en dos etapas, primer vaciado es hasta dos tercios de la longitud y pasada 24 horas se vacía el tercio faltante. El análisis es comparativo entre los tres grupos de vigas para realizar un promedio con los resultados más representativos determinado por la distribución normal. Una vez realizado las pruebas de laboratorio se determina que para las vigas con junta de construcción con puente de adherencia tiene un mejor comportamiento estructural frente a las vigas monolíticas, y una mejor adhesión de la junta de construcción que las vigas sin puente de adherencia. Y por ello se concluye que la evaluación de las vigas con junta de construcción con puente de adherencia da como resultado una adherencia óptima y segura frente a juntas sin tratamiento.

Palabras clave: Junta de construcción, puente de adherencia, epóxico, concreto, esfuerzos de flexión.

ABSTRACT

The objective of this research is to evaluate the adhesion of new concrete with already hardened concrete or also technically called a construction joint, the samples are subjected to bending stresses and their structural behavior is determined. The research methodology is the application of an adhesion bridge in beams at reduced scales, the parameters are defined with samples of three beams with a construction joint with an adhesion bridge, three beams with a construction joint without an adhesion bridge, and three monolithic beams. , these are subjected to flexural tests in a loading machine, and thus determine their degree of adhesion by comparing the structural behavior, the beams with a construction joint are cast in two stages, the first casting is up to two thirds of the length and after 24 hours the missing third is emptied. The analysis is comparative between the three groups of beams to make an average with the most representative results determined by the normal distribution. Once the laboratory tests have been carried out, it is determined that for the beams with a construction joint with an adhesion bridge, it has a better structural behavior compared to monolithic beams, and a better adhesion of the construction joint than the beams without an adhesion bridge. And for this reason it is concluded that the evaluation of the beams with a construction joint with an adhesion bridge results in an optimal and safe adherence against joints without treatment.

Keywords: construction board, Adhesion Bridge, epoxy, concrete, bending stresses

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

El Perú vive desde fines de la última década del siglo XX un sostenido crecimiento de la industria de la construcción, impulsado, sobre todo, por el aumento de los ingresos económicos de los hogares, las mayores inversiones públicas y privadas, ambas consecuencias directas del crecimiento económico y, asimismo, por la mejora de las condiciones de financiamiento para la adquisición de viviendas públicas. Se trata, sin duda, del duradero boom del sector inmobiliario peruano, cuyo epicentro es Lima Metropolitana y sus réplicas en menor escala en otras ciudades del interior como Arequipa, Trujillo, Chiclayo, Piura, Ica, Huancayo, Cajamarca, Huaraz, entre otras (Berríos, 2012).

De acuerdo con las estimaciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (MVCS), el déficit habitacional en el Perú asciende a 1.1 millones de viviendas (Polanco, 2021).

Asimismo, según, (Berríos, 2012), la industria de la construcción en el Perú se ha convertido en uno de los sectores más dinámicos de la economía. Sin duda, en su crecimiento influye la expansión de la demanda interna como consecuencia del aumento de la población y el crecimiento de la economía, asimismo por el aumento de la inversión privada. En este crecimiento destacan obras relacionadas con la edificación de viviendas y centros comerciales, favorecidos por las condiciones de acceso al financiamiento. Las edificaciones destinadas a la clase media y media alta de la población se orienta principalmente a edificios de departamentos, implantadas en edificios multifamiliares

donde predominan los departamentos de 3 ambientes cuya superficie mínima según los códigos de edificación debe ser mínimo 100m^2 y máximo de 180m^2 .

Para satisfacer tales dimensiones de áreas de construcción se adoptan sectorizaciones de vaciado en grandes extensiones de vaciado de techos o losas. La sectorización en la construcción se hace con la finalidad de dividir el trabajo en partes más manejables y poder formar lo que llamamos el plan de trabajo, con esto se podrá separar las cuadrillas por especialidad y optimizar los rendimientos de cada cuadrilla haciendo más rápido los trabajos (Guzman, 2014, pág. 18).

Asimismo, (Chávez & Unquén, 2011) “En la actualidad se hace cada vez más importante e imprescindible entregar productos y servicios con más alta calidad, tratando en lo posible de aminorar los inconvenientes que pudieran afectar la eficiencia de la estructura. Pero existen factores y causas, las cuales generan daños o lesiones en una estructura de concreto armado, que requieren de un tratamiento efectivo” (pg. 15).

Para tales demandas es necesario adoptar mejoras en la construcción, más rápidas y eficientes en la ejecución de la obra, asimismo se presentan problemas de seguridad en los elementos estructurales, tal es así que: uno de los problemas que se encuentran en obra en los trabajos de vaciado son las juntas frías (Delgado & Rodriguez, 2006, pág. 74).

Estas razones conllevan adoptar usos de epóxicos como puente de adherencia para la unificación de los elementos estructurales vaciado en dos etapas, para darles mayor seguridad al sistema estructural, trabajabilidad y economía en la ejecución del proyecto,

que compara resistencia en la junta de adherencia cuando se emplea epóxicos, y cuando no lleva epóxido, determinando la resistencia en diversos tiempos (Chura, 2019).

Formulación del problema

¿Cómo evaluar la adhesión de junta de construcción del concreto vaciado en dos etapas con y sin puente de adherencia en vigas debido a esfuerzos por flexión?

Hipótesis

Hipótesis general

La Evaluación permitirá determinar el grado de adhesión de la junta de construcción del concreto vaciado en dos etapas con y sin puente de adherencia en vigas debido a esfuerzos por flexión.

Hipótesis específicos

- El Establecimiento de un diagnóstico inicial permitirá determinar la adhesión de juntas de construcción vaciado en dos etapas con o sin puente de adherencia en vigas debido a esfuerzos por flexión.
- La Determinación de los factores que influyen en el vaciado de concreto en dos etapas con o sin puente permitirá determinar la adherencia en vigas debido a esfuerzos por flexión.

- La evaluación en laboratorio, permitirá determinar el grado de adhesión de la junta de construcción del concreto vaciado en dos etapas en laboratorio con o sin puente de adherencia en vigas debido a esfuerzos por flexión.
- La Estimación de los resultados permitirá determinar la adhesión del concreto vaciado en dos etapas con o sin puente de adherencia en vigas debido a esfuerzos por flexión.

1.2. Marco teórico

Junta de construcción

Las juntas son interrupciones intencionales en la masa de concreto o en elementos continuos, cuya finalidad es absorber deformaciones de cualquier tipo que se puedan presentar como movimientos estructurales, las alteraciones volumétricas y los efectos de variación térmica. Adicionalmente no todo el concreto de las estructuras se puede colocar de forma continua, y por ello se requieren juntas de construcción que permitan reanudar los vaciados después de un cierto tiempo (Javier, 2019).

Las juntas de construcción, correctamente ubicadas y debidamente ejecutadas, proporcionan los límites para las colocaciones sucesivas de concreto, sin afectar a la estructura, una buena junta de construcción para concreto monolítico, podría ser una interface adherida que proporcione superficie a prueba de continuidad de flexión y cortante a través de la misma. Se necesita un cuidado especial para construir una verdadera junta de construcción, se diseña y construye para que sirvan también como juntas de contracción o aislamiento (Hamón, 2009).

Según (Paredes & Reyes, 2015), existe una funcionalidad entre la unión de los concretos debido a que pueden presentarse fisuras, filtraciones o de falla parcial de la estructura, esto se debe a que actúan como elementos independientes con movimiento propio y no como estructura monolítica.

Es importante establecer la adecuada construcción de las juntas en vigas, ya que previene futuras fallas en el funcionamiento de las mismas, y por consiguiente daños en la estructura.

Según los ingenieros (Chávez & Unquén, 2011), (Ingenieros de la universidad de Magallanes, Chile), existe una gran cantidad de fallas que ocurren en las uniones entre un hormigón (*) endurecido y un hormigón fresco. Estas fallas son netamente causa de la etapa de ejecución, en donde seguramente no se consideró el procedimiento de ejecución en este tipo de unión.

Alguna de las lesiones que pueden ocurrir debido a juntas de hormigonado deficiente son fallas por cizalle en la unión de dos partes o grietas en la junta de hormigonado (*), las que pueden ser reparadas mediante el uso de morteros epóxicos (*).

(*) Hormigón: Concreto

(*) Junta de hormigonado: Junta de construcción

(*) Morteros epóxicos: Puente de adherencia

Puente de adherencia

En Perú, según tesis del ingeniero (Jara, 2005) de la Universidad Nacional de Ingeniería, nos explica que, los epoxis son los más eficientes del grupo de adhesivos usados como puente de adherencia en la actualidad y son los de mayor aplicación en la industria de la construcción. Los adhesivos y puentes de adherencia son materiales epóxicos de dos o más componentes químicos, mayormente son de dos componentes, “A” Resina, “B” Catalizador, que se deben mezclar antes de usarse. La variación composición de estos agentes continuamente está en proceso de cambio para satisfacer nuevos requerimientos.

También afirma que “Estos productos son ampliamente usados por las empresas contratistas del Perú por su gran eficacia en las más importantes obras de ingeniería civil

desde hace aproximadamente 30 años. Para el uso estos materiales de reparación y/o reforzamiento de estructuras de concreto, deben estar avaladas y diseñadas por un ingeniero calculista (Jara, 2005).

Asimismo, (Chávez & Unquén, 2011, pág. 15) nos dice que Para la aplicación de epóxicos o puentes de adherencia se debe tener en cuenta que existen factores que van hacer deficiente su funcionalidad, estos agentes externos pueden modificar sus propiedades que puede debilitar la junta adhesiva y provocar el fallo frente a esfuerzos mecánicos más débiles que los previstos. Es por ello que es necesario caracterizar las propiedades físico-químicos de cada adhesivo y su variación frente a agentes externos a la que es sometida.

Considerando los factores de cuidado se tiene diversas clases de adhesivos que tienen la función de unir concreto nuevo con concreto viejo, haciendo una buena resistencia a los agentes químicos, al calor y la humedad, además principalmente brindando una elevada resistencia a la rotura por flexión y cizalle.

Según (Paredes & Reyes, 2015, pág. 119) el adhesivo aplicado sobre las juntas frías brinda un incremento en la adherencia de un 9.09% en una viga de concreto armado en comparación de una junta sin puente de adherencia.

Esfuerzos por flexión

Para determinar la ubicación de las juntas frías se basan en estudios de estructuras y análisis estructural, tipos de fallas y fallas por flexión.

A. Flexión

En ingeniería se denomina flexión al tipo de deformación que presenta un elemento estructural alargado en una dirección perpendicular a su eje longitudinal. El término alargado se aplica cuando una desunión es dominante frente a las otras. Un caso típico son las vigas, las que están diseñadas para trabajar, principalmente

a flexión. Igualmente, el concepto de flexión se extiende a elementos estructurales como placas, losas o diafragmas. El esfuerzo a flexión puro o simple se obtiene cuando se aplica a un cuerpo pares de fuerzas perpendiculares a su eje longitudinal, de modo que provoquen el giro de las secciones transversales con respecto a los inmediatos (Paredes & Reyes, 2015, pág. 48).

El esfuerzo que provoca la flexión se denomina momento flector y tenemos dos tipos de flexión:

- Flexión simple: Es cuando la deformada del eje de la barra es una curva contenida en el plano de las solicitaciones. Si el plano de las solicitaciones pasa por uno de los ejes principales de inercia de la sección transversal, entonces la flexión se denomina simple o plana. (Paredes & Reyes, 2015, pág. 49)

Un trozo de la viga se dice que trabaja a flexión simple cuando en cualquier sección de ese trozo existe momento flector y esfuerzo cortante.

- Flexión pura: Un trozo de la viga se dice que trabaja a flexión pura cuando en cualquier sección de ese trozo solo existe momento flector.
- Flexión compuesta: Un trozo de la viga se dice que trabaja a flexión compuesta cuando en cualquier sección de ese trozo existe momento flector, esfuerzo cortante y esfuerzo normal.

Entonces en el caso de estudio se dirá que una pieza está sometida, simultáneamente, a flexión y a tracción o a compresión. Si todas las fuerzas exteriores aplicadas a la pieza están situadas en uno de los planos principales de flexión, se dice que la pieza está sometida, aparte de un posible esfuerzo cortante a flexión compuesta plana.

B. Hipótesis de Navier secciones planas

Para el estudio de flexión pura se plantea la hipótesis de Navier, “las secciones planas y perpendiculares al eje de la viga antes de la deformación, siguen siendo planas y perpendiculares al eje de la viga después de la deformación” (Paredes & Reyes, 2015), entonces planteada dicha hipótesis se visualiza el cómo se deforma el trozo de la viga en las secciones 1-1 y 2-2 representada por el siguiente gráfico.



Figura 1. Sección de viga (Paredes & Reyes, 2015)

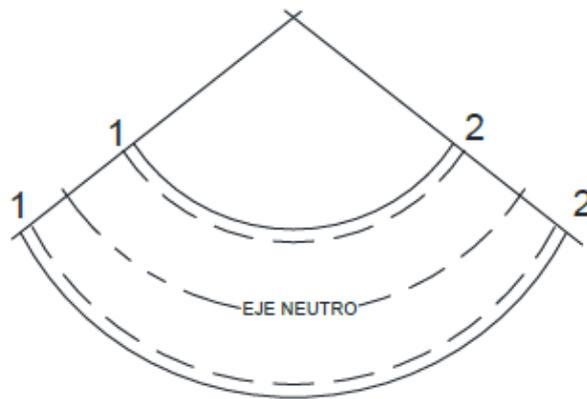


Figura 2. Eje Neutro de Viga (Paredes & Reyes, 2015)

Se observa que hay fibras superiores que se acortan (comprimen) y las fibras inferiores se alargan (tracción), además de ello existen un conjunto de fibras interiores que no sufren el alargamiento o acortamiento, a estas se les denomina

fibras neutras y esta sirve para identificar el eje neutro de la viga (Paredes & Reyes, 2015).

Se llama línea neutra a una sección, a la intersección de esa sección en la superficie neutra. Puede demostrarse que la línea neutra pasa por el centro de gravedad de la sección.

C. Resistencia a la flexión simple del concreto armado

Se ha llevado a cabo muchos ensayos de vigas sometidas a flexión utilizando vigas simplemente apoyadas, sometidas a dos cargas concentradas de modo simétrico, en la que existe una zona sujeta solo a momento flexionante (Paredes & Reyes, 2015).

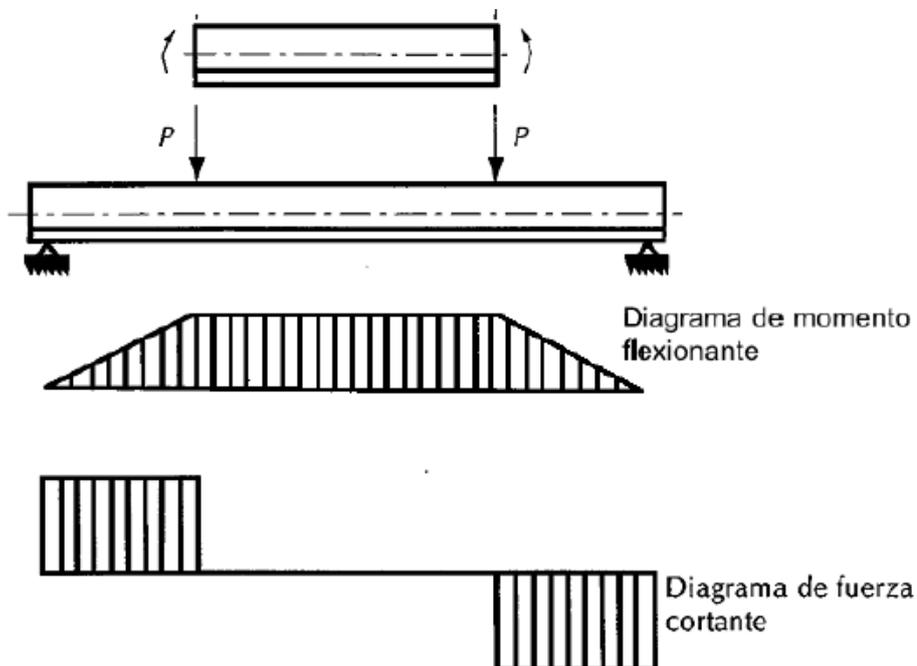


Figura 3. Diagrama Típico de Flexión Simple (Paredes & Reyes, 2015)

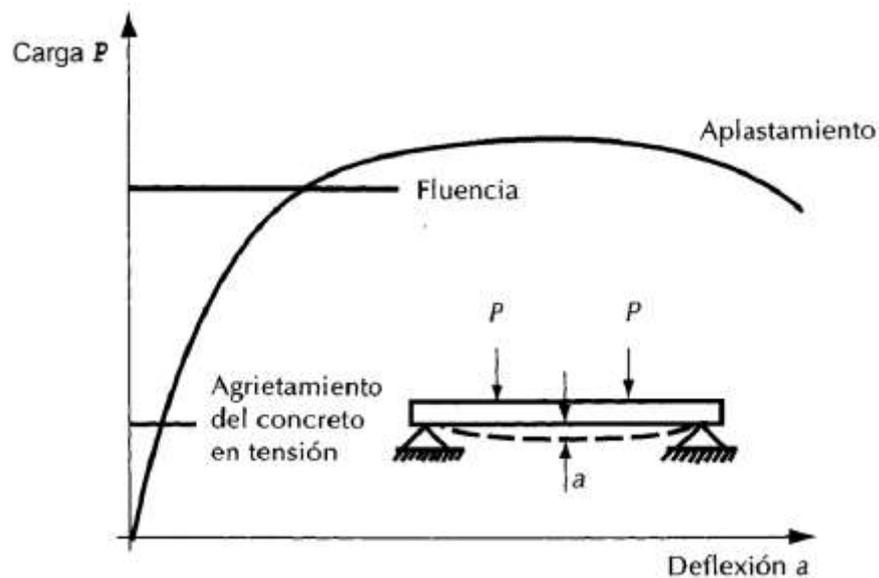


Figura 4. Gráfica Carga – Deflexión (Paredes & Reyes, 2015)

La grafica de la figura anterior muestra la relación de carga deflexión de un elemento con un porcentaje de acero inusual en la práctica. Al empezar la carga, el comportamiento de la pieza es esencialmente elástico y toda la sección contribuye a resistir el momento exterior. Cuando la tensión en la fibra más esforzada de alguna sección excede la resistencia del concreto a la tensión, empiezan aparecer grietas. A medida que se incrementa la carga, estas grietas aumentan de número, en longitud y abertura. Se puede observar muy claramente la zona de la pieza sujeta a tensión, en la que se presentan las grietas, y la zona sujeta a compresión (Paredes & Reyes, 2015).

A partir de la aparición de las primeras grietas, el comportamiento del espécimen ya no es elástico y las deflexiones no son proporcionales a las cargas. En las regiones agrietadas, el acero toma prácticamente toda la tensión. En esta etapa, el esfuerzo en el acero aumenta hasta que alcanza su valor de fluencia. Desde

el momento en que el acero empieza a fluir, la deflexión crece en forma considerable, sin que apenas aumente la carga (Paredes & Reyes, 2015).

La resistencia del elemento es solo ligeramente mayor que la carga que produce la fluencia del acero. Los primeros síntomas de la fluencia del acero son un incremento notable en la abertura y longitud de las grietas y un quiebre marcado en la curva carga-deflexión. A medida que aumenta la longitud de las grietas, la zona de compresión se va reduciendo, hasta que el concreto en esta zona es incapaz de tomar la compresión y se aplasta (Paredes & Reyes, 2015).

El primer indicio del aplastamiento es el desprendimiento de escamas en la zona de compresión. Cuando esto ocurre, la carga disminuye con mayor o menor rapidez, dependiendo de la rigidez del sistema de aplicación de la carga, hasta que se produce el colapso final (Paredes & Reyes, 2015).

Según la cantidad de acero longitudinal con que esta reforzada la pieza, este puede fluir o no antes de que se alcance la carga máxima. Cuando el acero fluye, el comportamiento del miembro es dúctil; es decir, se producen deflexiones considerables antes del colapso final, en este caso se dice que el elemento es sub reforzado (Paredes & Reyes, 2015).

Por otra parte, si la cantidad de acero longitudinal de tensión es grande, este no fluye antes del aplastamiento y se dice entonces que el elemento es sobre reforzado. Puede suceder que el elemento alcance su resistencia precisamente cuando el acero empieza a fluir. En este caso se dice que el elemento es balanceado.

Los términos sobre sub reforzado y sobre reforzado, aplicados al caso de elementos con acero sin un límite de fluencia bien marcado, no tienen más sentido

que el de indicar el grado de ductilidad. En este caso la condición balanceada no está claramente definida (Paredes & Reyes, 2015).

En la figura 5 se presentan los esquemas de agrietamiento correspondiente a vigas con diferentes porcentajes de acero. En el caso de un elemento sobre reforzado, la zona de aplastamiento del concreto es mayor que en el caso del otro sub reforzado, y, a la falla, las grietas del primero son de longitud y abertura menores (Paredes & Reyes, 2015).

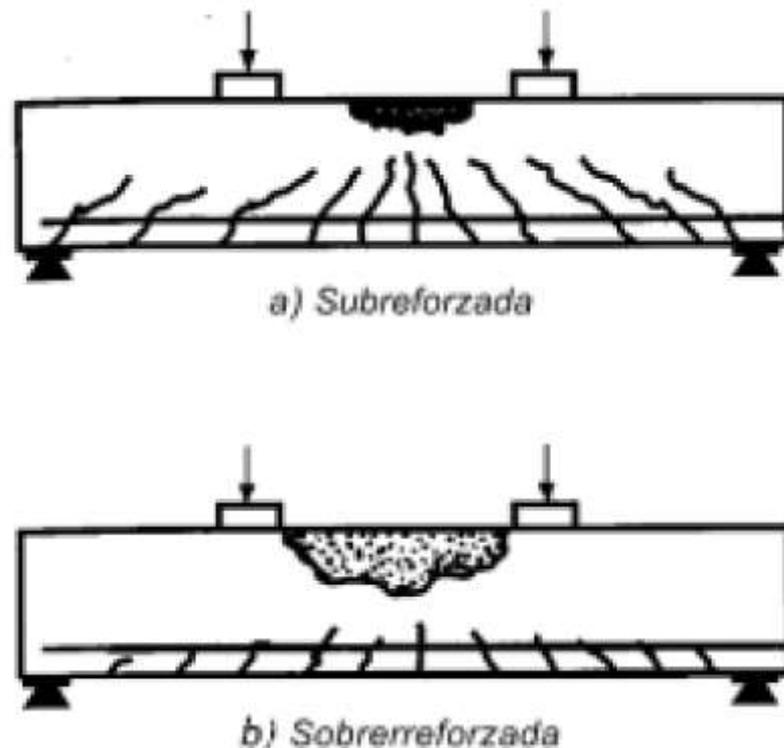


Figura 5. Agrietamiento de Vigas a Flexión (Paredes & Reyes, 2015)

En la figura 6 muestra la variación en el comportamiento de elementos que tienen distintos porcentajes de acero. Cada curva de trazo lleno representa la gráfica carga-deflexión de un elemento reforzado con una cantidad diferente de acero de

tensión, desde una viga de concreto simple hasta otra con porcentaje muy alto de
 acero, del orden del 7%. Se puede observar de inmediato el efecto de la cantidad y
 distribución del acero longitudinal (Paredes & Reyes, 2015).

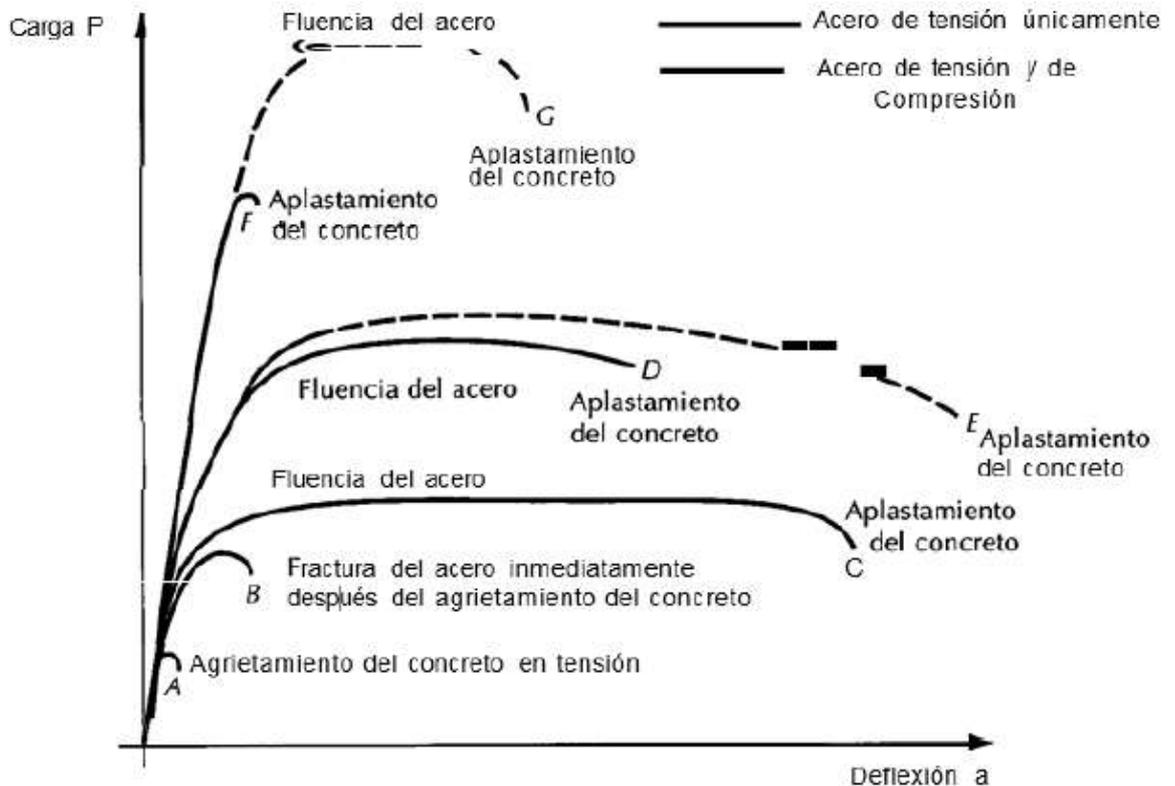


Figura 6. Gráfica Carga Deflexión (Paredes & Reyes, 2015)

D. Viga simplemente apoyada de concreto armado ante esfuerzos de flexión

Se tiene una viga de concreto armado de sección rectangular que esta sobre
 dos apoyos, simplemente apoyada, y sometida a esfuerzos a flexión mediante la
 aplicación de dos cargas concentradas de iguales magnitudes como lo muestra la
 figura 7 que generan diagrama de momento flector (Figura 8) a través de toda su
 longitud donde la fibra superior se comprime y la inferior se tracciona (Paredes &
 Reyes, 2015).

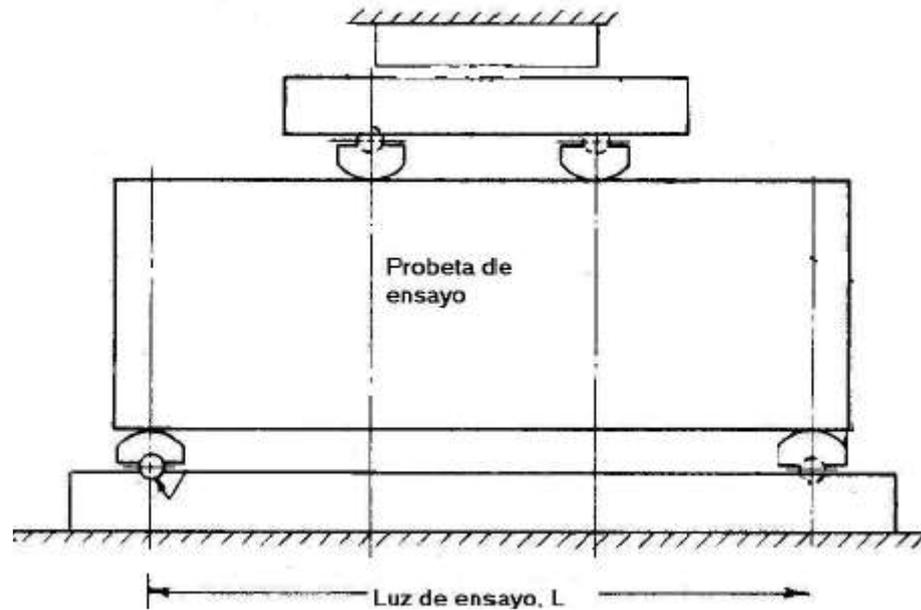


Figura 7. Aplicación de Carga. Adaptado de ASTM C78.

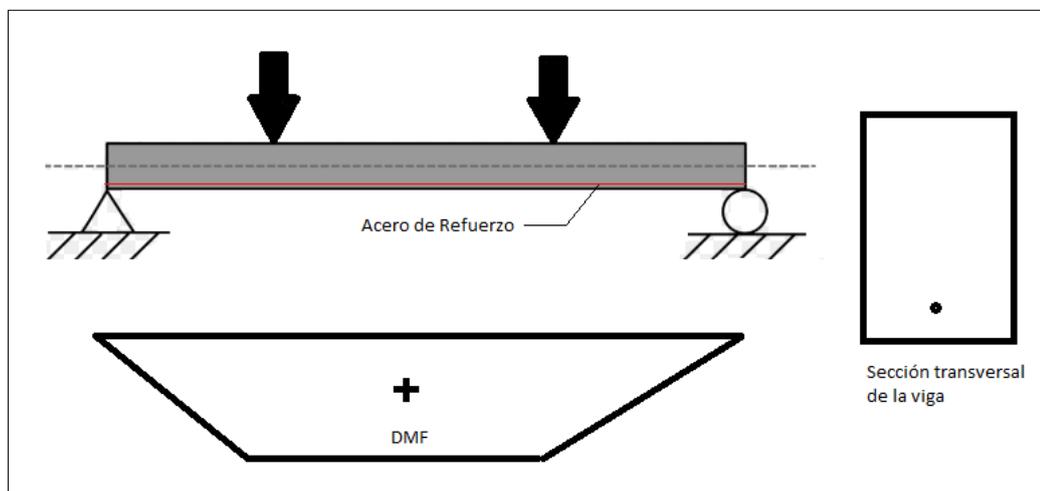


Figura 8. Diagrama de Viga Simplemente Apoyada. Adaptada de (Paredes & Reyes, 2015)

Una parte de la sección de la figura 8 estará sometida a esfuerzos y deformaciones de compresión de magnitud variable, mientras que otra parte de la

viga estará sometida a solicitaciones de tracción. La resistencia del concreto a tracción es nula pues después de la fisuración esas tensiones desaparecen y son reemplazadas por tracciones en el acero de refuerzo.

Entonces a medida que las cargas se incrementen se dará primero la falla por flexión, y la sección central de la viga la fuerza cortante será nula.

Cuando la viga trabaja a flexión, el concreto en la zona de compresión no debe sobrepasar de una deformación máxima unitaria (ϵ) de 0.003.

E. Suposiciones de diseño de elementos sometidos al esfuerzo a flexión.

Para el diseño de la resistencia de elementos sometidos a esfuerzos a flexión se basan en las hipótesis que son explicadas en el código ACI en los apartados 10.2.2 al 10.2.7

Según el comentario R.10.2.1, este diseño debe satisfacer dos condiciones fundamentales de cuando se calcula la resistencia de un elemento por medio del método de diseño por resistencia del reglamento, el primero es equilibrio estático y segundo, compatibilidad de las deformaciones. Debe satisfacerse el equilibrio entre las fuerzas de compresión y tracción que actúan en la sección transversal para las condiciones de resistencia nominal. La compatibilidad entre el esfuerzo y la deformación unitaria del concreto y del refuerzo, para condiciones de resistencia nominal, debe igualmente satisfacerse considerando las hipótesis de diseño permitidas por las suposiciones de diseño (Paredes & Reyes, 2015).

- a) Las deformaciones unitarias en el refuerzo y en el concreto deben suponerse directamente proporcionales a la distancia desde el eje neutro, excepto para

vigas de gran altura que debe considerarse una distribución no lineal de las deformaciones unitarias.

Según código ACI (comentario R10.2.2), muchos ensayos han confirmado que la distribución de la deformación unitaria, a través de una sección transversal de concreto armado, resulta esencialmente lineal, aun cerca de su resistencia última.

Se supone que tanto la deformación unitaria del refuerzo, como la del concreto, son directamente proporcionales a la distancia desde el eje neutro. Esta suposición de primordial importancia en el diseño para determinar la deformación unitaria y el esfuerzo correspondiente en refuerzo (Paredes & Reyes, 2015).

- b) La máxima deformación unitaria utilizable en la fibra externa sometida a compresión del concreto se supone igual a 0.003.

Está confirmada por diversos tipos de ensayos que varía desde el 0.003 y 0.008 bajo condiciones especiales. Sin embargo, las deformaciones unitarias a las cuales se desarrolla el momento máximo están normalmente entre 0.003 a 0.004, para elementos de dimensiones y materiales normales.

- c) El esfuerzo en el refuerzo antes de alcanzar la fluencia debe ser igual al producto de su módulo de elasticidad por su deformación unitaria. Para deformaciones mayores a la de fluencia, el acero será independiente de la deformación unitaria.

Según el código ACI (R10.2.4), resulta razonable suponer que, para el acero corrugado, el esfuerzo es proporcional a la deformación unitaria, para esfuerzos por debajo de la resistencia de fluencia. Además, el aumento en la resistencia debido al efecto de endurecimiento por deformación del refuerzo no se toma en consideración en los cálculos de resistencia, la fuerza que se desarrolla en el refuerzo sometido a compresión o a tracción (Paredes & Reyes, 2015).

- d) La resistencia de tracción del concreto no debe considerarse en los cálculos de elementos de concreto armado sometidos a flexión y a carga axial, excepto cumplan que sean concreto pre-esforzado.

F. Tipos de falla en vigas de concreto armado ante esfuerzo a flexión

Una viga sometida a esfuerzos a flexión casi siempre falla por tracción del concreto en la fibra inferior del elemento, además el concreto puede fallar antes o después que el acero entre en estado de fluencia. Las fallas, en parte, son por la cuantía de refuerzo y son de 3 tipos.

1. Falla por tensión: es cuando primero el acero entra al estado de fluencia y el elemento sufre una falla dúctil, se pueden ver rajaduras antes del colapso y estas secciones son llamados sub reforzados.
2. Falla por compresión: primeramente, el concreto, mientras que el acero no tiene oportunidad de fluir y estas son llamadas sobre reforzadas, donde la resistencia de una sección no es igual a la de otra sección sub reforzada, y el primero no tiene comportamiento dúctil, entonces en el diseño se evita este tipo de fallas.

- Falla balanceada: se produce cuando el concreto alcanza la deformación unitaria última permitida de 0.003 simultáneamente al inicio de la fluencia del acero (ACI-10.3.2).

Para ver los esfuerzos internos de cada falla se aprecia la figura 9 donde muestran las deformaciones, diagrama de momentos y curvatura.

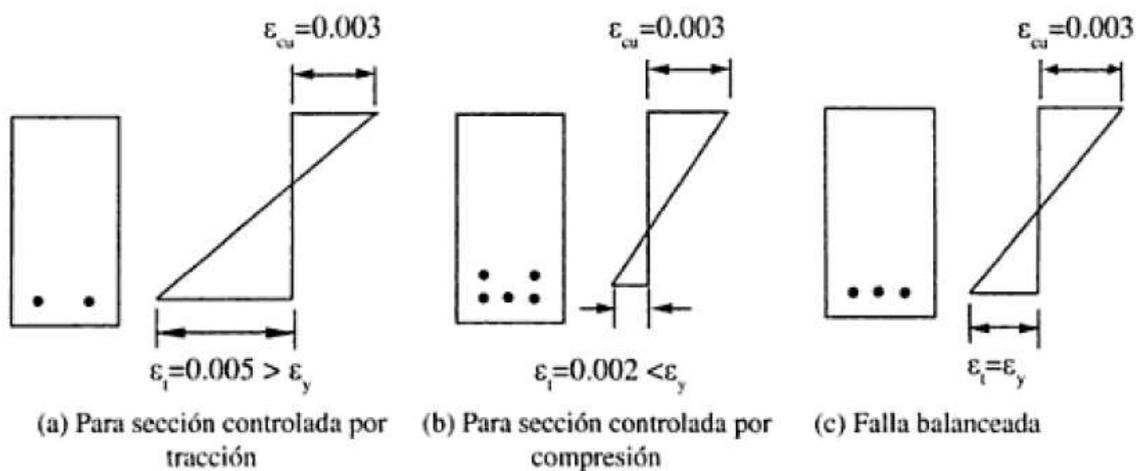


Figura 9. Deformación de diversos tipos de fallas (Paredes & Reyes, 2015)

Estas fallas ocurren en vigas debido a diversos factores que se explican a continuación:

- La viga puede fallar por ruptura de las fibras externas cuando el punto de deflexión de la viga aumenta más rápido con respecto al incremento de carga. la falla se verifica como un pandeo gradual que finalmente torna tan grande que la utilidad de la viga como miembro sustentable queda destruida.
- Las fibras de compresión de la viga actúan de manera similar a aquellas secciones de una columna que trabajan a compresión.
- En las partes cercanas a los puntos de transmisión de cargas, puede establecerse esfuerzos compresivos.

La forma de falla dependerá de la resistencia del concreto y el acero. De cualquier concreto del cual se conozca su resistencia, le corresponde una cuantía determinada, donde la resistencia del concreto y el acero se agotan simultáneamente, si existe una cuantía menor a la balanceada, la rotura se inicia por deformación plástica del acero o también llamada falla dúctil, si la cuantía es mayor a la balanceada se generan fallas por aplastamiento en el concreto o llamada falla frágil. (Paredes, Reyes, 2015, p.70).

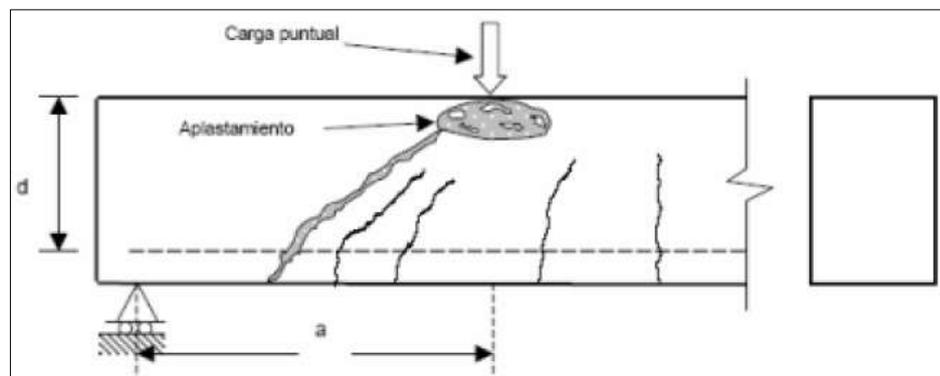


Figura 10. Falla por Compresión (Paredes & Reyes, 2015)

G. Deflexión instantánea

Las deflexiones instantáneas son deformaciones elásticas y por tanto las expresiones (ecu. 2) de resistencia de materiales para materiales elásticos pueden ser utilizadas.

$$\delta = \frac{Pa(3L^2 - 4a^2)}{24EI}$$

Ecuación 1: Deflexión Instantánea

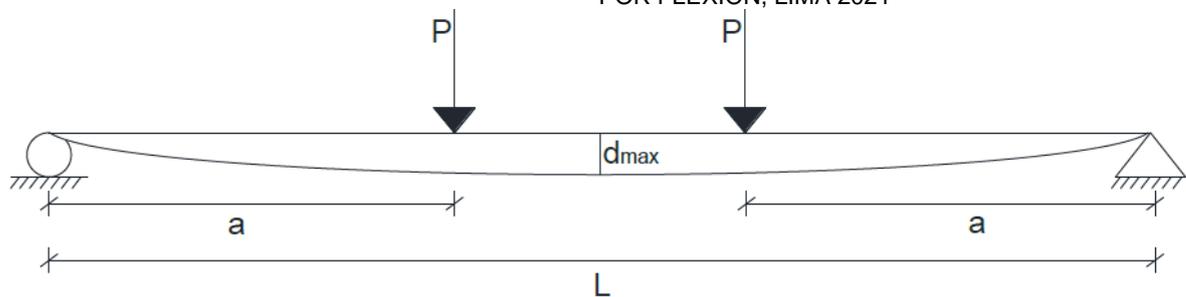


Figura 11. Aplicación de Carga en los Tercios (Paredes & Reyes, 2015)

En la figura 11 se ve una viga sometida a dos fuerzas puntuales y se evalúa la deflexión.

El concreto es un material que se agrieta al ser sometido a un momento superior al momento crítico que es el que ocasiona los esfuerzos de tracción en la sección que exceden el módulo de ruptura del material. El momento flector que actúa sobre la sección influye en su fisuramiento y este, a su vez, en su momento de inercia. Por lo tanto, la inercia de una sección está directamente relacionada con el momento flector al que está sometida.

1.3. Antecedentes

Según (Camila, 2021 pg. 22), la rehabilitación, el refuerzo, la protección y la ampliación de estructuras de concreto simple o reforzado son actividades que con frecuencia se presentan en una obra civil y que se llevan a cabo mediante un proceso de adherencia de materiales.

Asimismo, nos indica que la adherencia de concreto fresco ha endurecido requiere de un proceso técnico y sistemático que asegure la calidad de la unión entre partículas con un alto grado de seguridad, de resistencia y de vida útil (Camila, 2021).

Según (Camila, 2021), de su investigación “Manual para adherencia de concreto fresco a concreto endurecido” Villavicencio, 2021, tenía como objetivo recopilar información científica sobre concretos y aditivos, donde concluyó que la adherencia es

un fenómeno vital que se tiene en cuenta para realizar actividades constructivas de rehabilitación, refuerzo, protección y ampliación de estructuras de concreto.

Por otro lado, el autor (Aedo, 2013), nos comenta que al realizar reforzamientos de vigas de concreto armado, es muy común la utilización de puentes de adherencia, los cuales se llevan a cabo a criterio de personas a cargo de la ejecución de la obra, esto sin tener en cuenta estudios o normas de construcción, que garanticen al constructor la eficacia de estos productos.

Asimismo el autor (Aedo, 2013), en su tesis titulada “Evaluación experimental de la efectividad del adhesivo epóxico para reforzamiento de vigas de hormigón reforzado”, Cali 2013, busca evaluar el comportamiento estructural de las vigas de concreto armado, reforzando con puente de adherencia, por que concluye que la incorporación de adhesivos epóxicos resulta muy efectiva debido a que la resistencia ultima obtenida es muy similar a la de un elemento viga fundido monolíticamente.

El autor (Ajahuana, 2019) , nos comenta que: en proyectos de gran magnitud, las losas de concreto son elementos estructurales que llegan a ocupar grandes extensiones de superficie, dando como resultado vaciados masivos, esto resulta perjudicial pues si bien significa un ahorro importante en cuanto tiempo la calidad podría estar comprometida por la aparición de fisuras debido a la retracción natural del concreto luego de ser colocada en la futura estructura. Es así que se opta por subdividir la losa de gran extensión de área y realizar los vaciados por paños, donde las ubicaciones de los cortes de vaciado (junta de construcción) no perjudican el desempeño estructural para el cual fue diseñada la losa de concreto.

Por lo que el autor (Ajahuana, 2019), en su tesis titulado “Evaluación de la adherencia en juntas de construcción en losas de concreto simple debido a interrupción de vaciado en tiempos de 3, 6 y 24 horas” tiene como objetivo principal evaluar y comparar la disminución de la adherencia en la junta de construcción de una losa de concreto generada cuando se ha reanudado el vaciado en 3 tiempos distintos; desde el inicio del fraguado hasta el endurecimiento del concreto del primer vaciado parcial,

donde concluye que en una losa de concreto se realizan cortes de vaciado de hasta 3 horas: cuando una junta es confinada su resistencia a flexión crece un 13.96% más que cuando la junta no es confinada, la falla en estos especímenes es mixta (flexión y adherencia). Si estas juntas son impregnadas con un puente de adherencia este crecimiento solo será de un 1.73% más, y la falla será por flexión.

Asimismo, nos dice que un requisito indispensable para la optimización del uso de un puente de adherencia es la total impregnación sobre la superficie que se va a unir, es decir, mientras más uniforme sea esta superficie, la unión será más óptima. Por esta razón una junta confinada es más resistente que una junta sin confinar cuando ambas son impregnadas con adhesivo.

Según la tesis de (Chura, 2019), de su investigación “Influencia de la aplicación del puente de adherencia en el comportamiento monolítico de elementos estructurales, Lima, 2019, tenía como objetivo conocer sobre como la aplicación del adhesivo epóxico en la unificación del concreto nuevo y viejo, influye en el comportamiento monolítico de los elementos estructurales, donde concluyó hubo una reducción de 36.44% respecto a la probeta patrón y un aumento de 18.36% respecto a la probeta patrón y un incremento de 28.99% respecto a la probeta sin tratamiento.

1.4 Justificación

Justificación científica

Como justificación científica comprende el comportamiento físico-químico de nuevos materiales empleados en la construcción que se realiza en nuestro país, así como también en referencia las investigaciones realizadas en otros países relacionados al tema, donde detallan los beneficios del uso de adhesivos epóxicos como puente de adherencia.

Justificación técnica – practica

Las sectorizaciones, cortes de suministros u otros factores influyen en la creación de juntas frías de construcción el cual requiere de un tratamiento especial por razones de seguridad y reforzar el elemento para su buen desempeño en el sistema estructural.

En el presente trabajo tiene el propósito de explicar la diferencia de comportamiento estructural de una viga a esfuerzos a flexión cuando esta se le aplique puente de adherencia y cuando no se le aplique puente de adherencia. Determinando las fallas que se pueden presentar en las juntas frías o en cualquier parte de la longitud de la viga.

Justificación institucional o personal

Es importante seguir en la constante innovación en la industria de la construcción y dejar atrás esas patologías y miedos de emplear nuevas técnicas de construcción y/o nuevos materiales, todo esto con los constantes estudios de los involucrados como lo son las universidades, institutos técnicos, estudiantes, ingenieros, técnicos, entre otros.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Evaluar la adhesión de junta de construcción del concreto vaciado en dos etapas con y sin puente de adherencia en vigas debido a esfuerzos por flexión.

1.5.2. Objetivos específicos

- Establecer un diagnóstico inicial sobre la adhesión de juntas de construcción vaciado en dos etapas con y sin puente de adherencia en vigas debido a esfuerzos por flexión.
- Determinar los factores que influyen en el vaciado de concreto en dos etapas con y sin puente de adherencia en vigas debido a esfuerzos por flexión.
- Determinar del grado de adhesión de la junta de construcción del concreto vaciado en dos etapas en laboratorio con y sin puente de adherencia en vigas debido a esfuerzos por flexión.
- Estimar los resultados de la adhesión del concreto vaciado en dos etapas con y sin puente de adherencia en vigas debido a esfuerzos por flexión.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Diseño de investigación

Tipo de investigación

Para la presente investigación se ha aplicado el método experimental, el cual consiste una serie de pruebas de especímenes en la laboratorio para determinar la eficacia de la unión de juntas de construcción; el estudio y la evaluación se da mediante gráficas y tablas comparativas tomando como base el aprendizaje obtenidos en los ciclos académicos, asimismo haciendo referencia a las informaciones existentes actuales como tesis, artículos científicos, revistas, fichas, entre otras; así como también aplicando y haciendo referencia las normas de construcción nacionales, NTP, RNE, según el nivel y requerimiento de la investigación.

Esta investigación aplica los conocimientos obtenidos durante los ciclos académicos, para estudiar, para comprender el comportamiento de las nuevas tecnologías para la industria de la construcción y aplicarlas en el trabajo cotidiano.

Según el propósito: Aplicada

Según el diseño de investigación: Experimental

2.2. Población y muestra (Materiales, instrumentos y métodos)

Población: Es todo el conjunto de elementos estructurales de concreto que trabajan a flexión como son las vigas a escala real y escala reducida para fines de estudio, de las cuales nos interesa estudiar su característica cuando tienen junta de construcción.

Muestra: la muestra de estudio es un subconjunto de 9 VIGAS (especímenes a escala reducida) que son representativas para el análisis en la investigación, que son fabricadas en laboratorio, cuyas características es como se detallan a continuación.

- 3 vigas de dimensiones de 0.15m x 0.15m x 0.50m (ancho x peralte x Longitud) monolíticas (vaciados en una sola etapa).
- 3 vigas de dimensiones de 0.15m x 0.15m x 0.50m (ancho x peralte x longitud) sin puente de adherencia (vaciados en 2 etapas).
- 3 vigas de dimensiones de 0.15m x 0.15m x 0.50m (ancho x peralte x longitud) con puente de adherencia (vaciados en 2 etapas).

Muestreo

Las muestras se tomaron de acuerdo a los intereses de la investigación mediante el muestreo no probabilístico, procedimiento que determina arbitrariamente a la muestra de la población por conveniencia (Chura, 2019, pag.36), asimismo, se da también por aporte de expertos en investigaciones similares.

2.3.Operacionalización de Variables

ANEXO II- OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

TÍTULO	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD	INSTRUMENTO		
EVALUACIÓN DE LA ADHESIÓN DE JUNTA DE CONSTRUCCIÓN DEL CONCRETO VACIADO EN DOS ETAPAS, CON Y SIN PUENTE DE ADHERENCIA EN VIGAS DEBIDO A ESFUERZOS POR FLEXIÓN	¿Cómo evaluar la adhesión de junta de construcción del concreto vaciado en dos etapas con y sin puente de adherencia en vigas debido a esfuerzos por flexión?	Evaluar la adhesión de junta de construcción del concreto vaciado en dos etapas con y sin puente de adherencia en vigas debido a esfuerzos por flexión.	La Evaluación permitirá determinar el grado de adhesión de la junta de construcción del concreto vaciado en dos etapas con y sin puente de adherencia en vigas debido a esfuerzos por flexión.	JUNTA DE CONSTRUCCION	Es la superficie de contacto entre dos concretos de diferentes edades (concreto viejo con concreto nuevo)	Sectorización de vaciado de vigas-losas	Resistencia del concreto	kg/cm2	Prensa Hidraulica		
							Vaciado de losas de grandes extensiones de área	m2/m3	mezcladora de concreto		
							Mala planificación de avance de obra	días	Normas ASTM		
				PUENTE DE ADHERENCIA	INDEPENDIENTE	es un epóxico artificial o compuesto químico que tiene la capacidad de monolitizar en concreto de diferentes edades	Unir y monolitizar concreto de diferentes edades	Rigidización de uniones	Unidad estructural	Formatos de diseño de concreto	
								Enlace químico de moléculas y polímeros	Resistente a agentes externos	Resistencia	Deformímetros

2.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos

Técnica de recolección de datos

Se usará la técnica experimental, basada en ensayos de laboratorio para determinar el grado de adherencia de la junta de construcción del concreto vaciado en dos etapas con y sin puente de adherencia en vigas debido a esfuerzos por flexión.

Instrumentos de recolección de datos

Los datos se recolectarán en hojas con formatos pre-establecidos para tal fin y que se muestran en el Anexo 1, a partir de los ensayos de laboratorio: Esfuerzos de flexión utilizando la Maquina Universal de Flexión de carga a los diferentes especímenes.

Para el análisis, los datos serán comparados entre los diferentes ensayos para medir el grado de adherencia, teniendo como modelo principal los esfuerzos de la viga monolítica ensayada, y comparando con la viga que no lleva puente de adherencia.

Técnicas e Instrumentos

1. Desarrollo experimental y ensayo de laboratorio

Se va detallar los procedimientos, métodos, cálculos y tipos de análisis mediante el experimento realizado a los especímenes en laboratorio de concreto para la investigación.

2. Dimensionamiento de los especímenes para el experimento

Para el dimensionamiento nos basamos en la NTP 339.078, estas normas establecen las dimensiones de los especímenes para cada tipo de máquina de ensayos.

Asimismo, debemos tener en cuenta ciertos criterios para la elaboración de nuestras muestras, como lo indica a continuación:

- Los especímenes deben ser vaciadas a la misma vez, los 9 especímenes serán moldeadas en un encofrado de acero previamente curados con petróleo y/o desmoldante, el vaciado será de forma homogénea a los 9 moldes con una mezcla de concreto con las mismas características de dosificación, estos trabajos se ejecutarán en el mismo laboratorio de concreto para no ser transportadas y manipularlas de manera que pierda sus características físicas, así como también considerar la temperatura, el curado, entre otros.
- El tamaño o dimensiones del espécimen deben ser representativas de una viga a escala real, y por ello se tomarán muestras para hacer testigos cilíndricos para verificar la resistencia del concreto ($f'c$) según norma ASTM C-39 y constatar las pruebas de nuestras vigas.

3. Características del espécimen

Las 9 vigas son dimensionalmente iguales, con 15 cm de ancho, 15 cm de peralte y 50 cm de longitud, donde 3 vigas serán monolíticas (vaciados completamente), 6 vigas serán vaciados en 2 etapas (con junta de construcción a $2/3$ de su longitud) de las cuales 3 son para junta de construcción sin puente de adherencia y 3 con junta de construcción con puente de adherencia.

4. Calculo y definición del eje neutro

El eje neutro se va ubicar exactamente en la mitad de la sección transversal, ya que esta es exactamente igual en todos sus lados; de otra manera, el cálculo del eje neutro es:

$$\bar{y} = \frac{150 \times (7.5)}{15 \times 10} = 7.5 \text{ cm}$$

Ecuación 2: Eje Neutro

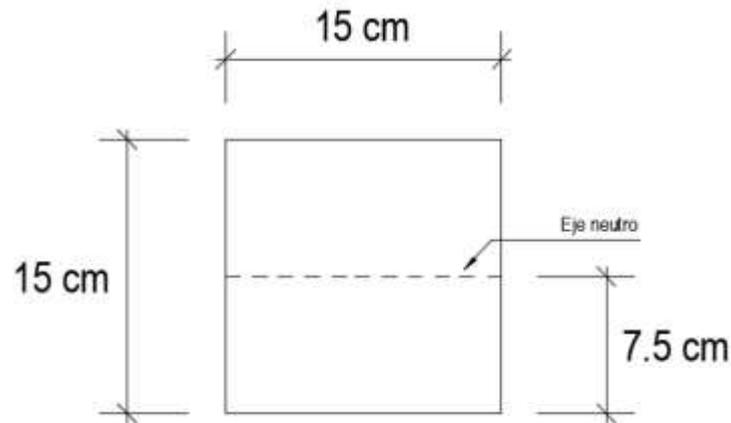


Figura 12. Sección Transversal de Viga

Este eje neutro será determinante para todas las vigas de ensayo.

2.5. Materiales

A. Materiales

Los materiales que se va emplear son de buen estado, limpios y sus características son verificadas y validadas en laboratorio.

a. Cemento

Para el experimento se empleará cemento portland tipo I que cumple con la NTP 334.009 y la norma técnica americana ASTM C-150. Este tipo de cemento es empleado en elementos estructurales de concreto en general,

genera una resistencia a compresión a temprana edad, desarrolla un adecuado tiempo de fraguado.

b. Agregado fino

El agregado grueso y fino es empleado en la mezcla, provee la ferretería ubicada en el distrito de Ancón, altura del peaje La Variante, departamento de Lima.

El agregado fino o también conocido como arena gruesa es un material granular proveniente de su estado natural del lecho de río de la localidad de Canta Obrajillo, ideal para la mezcla de concreto, limpia, pura y libre de suciedades, con peso específico, humedad comprobada en laboratorio.

c. Agregado grueso

El agregado grueso es la piedra dura chancada con una dimensión de $\frac{3}{4}$ " ideal para la mezcla a realizar, limpia, con peso específico, humedad, dureza y consistencia comprobada en laboratorio, proveniente de las canteras de Canta-Obrajillo.

d. Agua

El agua empleada es agua potable, limpia de cantidades perjudiciales como aceites, grasas, arcillas, ácidos, sales, materiales orgánicos que son dañinos para el concreto que se obtendrá del servidor público e instalaciones sanitarias del laboratorio.

B. Adhesivos

a. Puente de adherencia

El adhesivo o puente de adherencia que se ha utilizado en el experimento es industrial, un producto químico que modifica las características del concreto, así como también protege y lo une.

Podemos encontrar dos tipos de puente de adherencia que se va mencionar y solo una de ellas se empleará.

Sika Dur - 32 Gel: tiene la capacidad de unir concreto antiguo con concreto nuevo, este aditivo es fácil de aplicar, libre de solventes, no es afectado por la humedad, efectivo en superficies húmedas, alta resistencia a la tracción

- Presentación: juegos de 1 kg y 5 kg
- Aplicación:
 - Limpiar la superficie a aplicar con agua.
 - Colocar el producto con brocha, rodillo o pulverizado sobre una superficie preparada. En superficies húmedas asegurar la aplicación restregando la brocha.

Sika Top – Armatec 110 EpoCem (puente de adherencia y recubrimiento anticorrosivo): Este es un recubrimiento anticorrosivo con base epóxico modificado y cemento, de tres componentes y puente de adherencia.

- Usos: como puente de adherencia para concreto en reparaciones, o también para adherir concreto nuevo con concreto viejo.

Tiene la ventaja de adherir y tener altas resistencias mecánicas de hasta 20 a 30 kg/cm², está listo para usarse y su aplicación es sencilla, por rociado o brocha.

- Almacenamiento: debe guardarse en un lugar seco y fresco, a temperaturas de 5 °C a 30 °C, en su empaque original y sellado.
- Aplicación: la superficie del concreto debe estar limpia, sana y libre de materiales sueltos, grasas, lechadas y aceite.

Se debe humedecer el sustrato preparado hasta saturarlo superficialmente, luego se aplica una capa de puente de adherencia de un espesor mínimo de 0.5mm, usando brocha, rodillo o equipo pulverizador. Para mejorar el resultado se debe asegurar que el puente de adherencia cubra las irregularidades de la superficie del concreto, posteriormente se aplica el concreto fresco cuando el puente de adherencia todavía está húmedo.

El tiempo de espera después de la aplicación del concreto será según indica las especificaciones técnicas del producto, pero en promedio a temperatura de la zona es 20 °C que da un margen de 12 horas.

- Presentación: unidades de 4 de 8 kg cada una.

C. Equipos

- a. Maquina universal de carga

D. Encofrado

El encofrado o molde es de acero que ha sido previamente fabricado y dimensionado a las dimensiones necesarias para el espécimen esperado. Las superficies internas que sostendrán el concreto serán resanadas con petróleo para que el concreto no se adhiera y para un buen cuidado del mismo al moldeo y además para ser reutilizados en eventuales ensayos posteriores.

2.6. Procedimiento de Tratamiento de datos

Procedimiento

- **Establecer un diagnóstico inicial sobre la adhesión de juntas de construcción vaciado en dos etapas con y sin puente de adherencia en vigas debido a esfuerzos por flexión.**

Fase de campo:

Luego haber elaborado los formatos de recolección de la información de la maquina universal de cargas, según el formato 1, que se detalla en el anexo 1, se realizaron para la prueba 1: viga monolítica, para el cual se realizaron 3 ensayos, cuyos resultados se visualizan en el capítulo IV de resultados; cuyo procedimiento se detalla a continuación:

a) Diseño de concreto

El diseño de la mezcla de concreto se realizó en el laboratorio de concreto, según resultados de ensayo de materiales que lo componen, y que estas son necesarias para la resistencia requerida para la viga de ensayo.

La dosificación del concreto es para una resistencia de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, el cual es significativa y representativa de una situación real de una obra de edificación, el cual, a los 28 días llegue a dicha resistencia; los insumos para el volumen de un metro cubico son:

Obra real de edificación:

- Cemento: 8.8 bolsas

- Piedra chancada: 1035 kg
- Arena gruesa: 735 kg
- Agua: 230 litros

Para diseño de laboratorio:

- Cemento: 11.57 kg
- Arena gruesa: 24.54 kg
- Piedra chancada: 27.55 kg
- Agua: 8.74 litros

b) Ensayo de materiales

Los ensayos de materiales se hacen bajo estrictos procedimientos de control de calidad que rigen las normas de concreto.

Cemento: el cemento debe cumplir con la norma internacional ASTM C150; esta norma nos habla de las especificaciones del cemento en sus diferentes variedades.

Agregados: el agregado debe cumplir con la norma ASTM C33 que habla de las características de agregado, muestreo y ensayos:

- Peso unitario y vacío delos agregados (NTP 400.017) (escaneado de protocolo)
- Contenido de humedad (MTC E 108 - 2000) (escaneado de protocolo)
- Análisis granulométrico del agregado (NTP 400.012) (escaneado de protocolo)
- Peso específico y absorción del agregado grueso (NTP 400.021) (escaneado de protocolo)

- Peso específico y absorción del agregado fino (NTP 400.022) (escaneado de protocolo)

En resumen, cuando se obtuvo los resultados de laboratorio de materiales, se diseñó una mezcla de concreto cumpliendo con los requerimientos de los materiales, y adecuar las proporciones exactas. (VER ANEXO 2)

Asimismo, se presenta un resumen de los resultados de los ensayos de los materiales obtenidos en el laboratorio.

Tabla 1

Resumen de resultados de laboratorio control de calidad de materiales

AGREGADO	FINO	GRUESO
Perfil	-----	Angular
Peso Unitario Suelto (kg/m ³)	1489	1403
Peso Unitario Compactado (kg/cm ³)	1673	1501
Peso Específico (kg/cm ³)	2781.1	2730.87
Módulo de Fineza	3.60	7.10
Tamaño Máximo Nominal	-----	3/4"
% Absorción	1.69%	1.74%
% Contenido de Humedad	3.83%	0.20%

Nota: Fuente: Elaboración propia

Tabla 2

Resumen de datos de componentes para la mezcla de concreto

Datos	Descripción
Marca	Sol Tipo 1
Peso Específico del cemento	3.15 g/cm ³
Asentamiento de diseño	SLUMP=3 – 4”
Peso Específico del agua	1000 kg/cm ³
Relación agua cemento	0.56
Aire Atrapado	1.5%

Nota: Fuente: Elaboración propia

2.6.1 Elaboración de vigas de ensayos

- Después de dimensionar las vigas, se prepara un molde o encofrado para su posterior vertido de concreto en ella, este molde tiene las siguientes dimensiones, 0.15 de peralte, 0.15 metros de ancho y 0.50 metros de longitud; de estas se fabricaron 9 moldes para las 9 vigas.



Figura 13. Encofrado Metálico

- Se aseguró el encofrado de acero con pernos de anclaje para que luego sea fácil de desencofrar; asimismo, se le colocó desmoldante (petróleo) para que el concreto no se adhiera al encofrado.



Figura 14. Encofrado de Acero

- **Determinar los factores que influyen en el vaciado de concreto en dos etapas con y sin puente de adherencia en vigas debido a esfuerzos por flexión.**
 - Se realizó la primera etapa del vaciado, esta etapa consta de verter concreto a tres vigas completamente de manera que sean monolíticas, seis vigas se vaciaron de forma parcial, respetando la junta fría en un tercio de la longitud, como lo muestran las imágenes:



Figura 15. Viga M1, M2 y M3 Vaciados Monolíticamente



Figura 16. Viga M1, M2 y M3 Vaciados Monolíticamente



Figura 17. Viga M4, M5 y M6 Vaciados Parcialmente



Figura 18. Viga M7 Vaciado Parcial



Figura 19. Vigas M4 al M9 Vaciados Parcialmente

- Asimismo, se tomó 3 muestras de concreto para realizar los ensayos de resistencia del concreto, estas son probetas cilíndricas que cumplen con la

norma ASTM C31. Estas muestras son del primer día de vaciado y primera mezcla del concreto, como lo muestran las imágenes:



Figura 20. Probetas de Concreto Primer día de Vaciado

- **Determinar el grado de adhesión de la junta de construcción de construcción del concreto vaciado en dos etapas en laboratorio con y sin puente de adherencia en vigas debido a esfuerzos por flexión.**
 - Después de pasada las 24 horas se realizó la segunda etapa del vertido del concreto, donde se empleó el puente de adherencia (SIKA DUR 32 GEL) en tres de las seis vigas vaciadas parcialmente, en tres se vertió concreto sin el empleo de puente de adherencia, y en tres se empleó el puente de adherencia, como lo muestran las imágenes:



Figura 21. Aplicación de Sika Dur 32 Gel en las Vigas M7, M8 y M9



Figura 22. Aplicación del Puente de Adherencia



Figura 23. Vaciado de Concreto Faltante en las Vigas M4 al M9



Figura 24. Viga M4 Sin Puente de Adherencia



Figura 25. Vaciado de Concreto Faltante en las Vigas M4, M5 y M6

- Asimismo, se tomó 3 muestras de concreto para realizar los ensayos de resistencia del concreto, estas son probetas cilíndricas que cumplen con la norma ASTM C31. Estas muestras son del segundo día de vaciado y/o segunda mezcla del concreto, como lo muestran las imágenes:



Figura 26. Probetas de Concreto Segundo día de Vaciado

EVALUACIÓN DE LA ADHESIÓN DE JUNTA DE CONSTRUCCIÓN DEL CONCRETO VACIADO EN DOS ETAPAS CON Y SIN PUENTE DE ADHERENCIA EN VIGAS DEBIDO A ESFUERZOS POR FLEXIÓN, LIMA 2021

- Posteriormente cuando el concreto fresco endureciese se desencofro y los especímenes se pusieron a la etapa de curado en una poza de agua con cal:



Figura 27. Vistas de las 3 Vigas Monolíticas



Figura 28. Vistas de las 6 Vigas con Junta de Construcción



Figura 29. Vistas de las Vigas Desencofradas



Figura 30. Vista de la Junta de Construcción con Puente de Adherencia



Figura 31. Vistas de la Junta de Construcción sin Punte de Adherencia



Figura 32. Vigas M4 al M9 Desencofrados



Figura 33. Curado de Especímenes

- De la misma manera, cuando el concreto fresco endureciese se desencofro y las probetas se pusieron a la etapa de curado en una poza de agua con cal para posteriormente someterlo a prueba de rotura:



Figura 34. Curado de las Probetas y Vigas

- **Estimar los resultados de la adhesión del concreto vaciado en dos etapas con y sin puente de adherencia en vigas debido a esfuerzos por flexión.**

2.6.1. Ensayo de laboratorio

Se saca los especímenes del pozo de curado y se deja secar durante 2 horas, hasta que el agua y la humedad superficial no se hagan a la vista. Luego se identifica la junta de construcción, se coloca en la maquina universal de carga (Figura 35) y se somete a prueba.



Figura 35. Máquina de Ensayo

Este ensayo consiste en someter a flexión a nuestras vigas mediante dos cargas puntuales a los tercios de luz que ejerce la máquina, y dos puntos de apoyo en los extremos de la viga, de tal manera que la parte central este a flexión pura, y enfocando así en resultados de vigas a escala real.

Primeramente, se ensayarán las 3 vigas monolíticas (M1, M2 y M3), esto servirá para tomar referencia como patrón de resistencia.

Luego se ensayarán las siguientes 3 vigas con junta de construcción y sin puente de adherencia (M4, M5 y M6), estos servirán para evaluar la resistencia y posibles fallas de la junta de construcción.

Finalmente, se ensayarán las ultimas 3 vigas con junta de construcción y con puente de adherencia (M7, M8 y M9), estas servirán para evaluar el grado de adhesión de las juntas de construcción usando puente de adherencia.

Para la prueba 1, viga monolítica, se realizaron 3 pruebas, según el formato 1, con las mismas dimensiones, que se ajustan a la norma técnica ASTM C78; cuyos resultados se detallan en el Capítulo IV Resultados.

Para la prueba 2, viga con junta de construcción sin puente de adherencia, se realizaron 3 pruebas, según el formato 1, con las mismas dimensiones, que se ajustan a la norma técnica ASTM C78; cuyos resultados se detallan en el Capítulo IV Resultados.

En la prueba 3, viga con junta de construcción con puente de adherencia, se realizaron 3 pruebas, según el formato 1, con las mismas dimensiones, que se ajustan a la norma técnica ASTM C78; cuyos resultados se detallan en el Capítulo IV Resultados.

Fase de gabinete:

Sistematizar la información obtenida del laboratorio, para las pruebas de las vigas M1 al M9, según los formatos de recolección (formato1), y posteriormente se consolidó dicha información, para que esté lista para su análisis; dicho procedimiento se realizó a través del Excel, del cual se obtuvieron los promedios de las muestras por cada prueba realizada.

2.7. Análisis de datos

Los datos que se obtienen después de los ensayos se recogen en tablas de Excel y se analizan según el tipo de falla que se presentan.

Para estimar los resultados de la adhesión del concreto vaciado en dos etapas con o sin puente de adherencia en vigas debido a esfuerzo por flexión se recolecto los datos en tablas de la siguiente manera:

Análisis de vigas monolíticas:

Estas tres vigas monolíticas se ensayaron para que los resultados sean base patrón y referencia al comportamiento de las seis siguientes vigas con junta de construcción.

La referencia será comportamientos como la resistencia a flexión, ubicación de fallas, tipo de fallas, carga máxima de rotura y grafica de carga máxima vs desplazamiento máximo.

Para ser referencia patrón se realizará el promedio de resultados de las 3 vigas que serán comparados con las vigas con junta de construcción y sin puente de adherencia y las vigas con junta de construcción y con puente de adherencia.

Vigas con junta de construcción sin puente de adherencia:

Estas tres vigas se ensayarán para determinar el grado de adhesión que se va producir en la junta de construcción sin usar ningún epóxico como unificador de elementos de concreto, simplemente están unidos por el concreto mismo.

Se va evaluar el comportamiento como la resistencia a la flexión, ubicación de fallas, tipos de fallas, resistencia de junta de construcción, carga máxima de rotura y grafica de carga máxima vs desplazamiento máximo.

Los resultados de estas tres vigas se promediarán para ser comparados con las vigas con junta de construcción con puente de adherencia.

Vigas con junta de construcción con puente de adherencia:

Estas tres vigas se ensayarán para determinar el grado de adhesión que se va producir en la junta de construcción cuando se aplica epóxico como unificador de elementos de concreto llamado puente de adherencia.

Se va evaluar el comportamiento como la resistencia a la flexión, ubicación de fallas, tipos de fallas, resistencia de la junta de construcción, carga máxima de rotura y gráfica de carga máxima vs desplazamiento máximo.

Los resultados de estas tres vigas se promediarán para ser comparados con las vigas monolíticas y las vigas con junta de construcción sin puente de adherencia.

2.8. Aspectos éticos

Todos los datos descritos se realizó una revisión exhaustiva de la información, no hay plagio, no hay copia, todo es en honor a la verdad y respeto a los demás autores de investigación, por lo cual se citó cada uno de ellos de la forma requerida por las normas internacionales. Asimismo, se respeta los planteamientos y conclusiones, la opinión de los constructores, los criterios de la población. Así para que también la presente investigación sirva como referencia a otros investigadores, sea información relevante para la industria de la construcción y la población acepte las nuevas tecnologías.

2.9. Aplicación de Herramientas

Herramientas de laboratorio

- Se usó un vehículo para el transporte de materiales de cantera al laboratorio.
- Se usó horno para el secado de materiales (agregados).
- Se usó mezcladora de concreto.
- Se usó maquina universal de cargas.

Herramientas de gabinete

- Para la sistematización se usó una computadora de escritorio.
- Para las imágenes se usó cámara de celular.
- Para las impresiones se usó una impresora.
- Se usó las normas ASTM, correspondientes a cada ensayo.

Herramientas de software

- Para la acumulación y el procesamiento de datos se usaron el programa Excel.
- Para el análisis estructural se usó el SAP2000, con el cual se modeló la viga con las cargas reales.

2.10. Métodos

Todo el proceso metodológico, estuvo bajo el amparo de las normas técnicas siguientes:

- ASTM C31 “Practica normalizada para preparación y curado de especímenes de concreto en obra”
- ASTM C39 “Resistencia del concreto”
- ASTM C192 “Practica normalizada para la elaboración y curado de especímenes de concreto en el laboratorio”
- ASTM C150 “Especificación normalizada para cemento”
- ASTM C33 “Características del agregado, muestreo y ensayos”
- ASTM C566-97 “Contenido de humedad en agregados”
- NTP 400.017 “Peso unitario y vacío de los agregados”
- NTP 400.012 “Análisis granulométrico del agregado”
- NTP 400.021 “Peso específico y absorción del agregado grueso”
- NTP 400.022 “Peso específico y absorción del agregado fino”

CAPÍTULO III. RESULTADOS

3.1. Descripción

En el presente capítulo se plasman los resultados obtenidos en el ensayo de laboratorio, a las cuales se le describe su procedimiento, observaciones, evaluación de cada una de las 9 vigas ensayadas en la máquina universal de carga.

Los datos obtenidos se plasmaron en tablas de recopilación de datos, que serán graficadas para describir su comportamiento de cada viga ensayada, describir la carga máxima antes de la falla, y su desplazamiento.

3.2. Prueba de carga

Luego de haber desmoldado la viga, se ensayó cada una de ellas en la máquina de ensayo, sometiéndolo así a cargas mediante la aplicación de carga constante a un tercio de luz.

3.2.1. Procedimiento

Para realizar el diagnóstico inicial sobre la adhesión de las juntas de construcción vaciados en dos etapas con y sin puente de adherencia en vigas debido a esfuerzos por flexión, se seguirán los siguientes procedimientos.

El procedimiento de ensayos para el diagnóstico se basó en la norma técnica ASTM C 78 – 02 “Método de ensayo normalizado para determinar la resistencia a la flexión del hormigón (Usando una viga simple con carga en los tercios)” el cual nos da alcances de los instrumentos, equipos y procedimientos a seguir, las que se describen a continuación:

- Las vigas se sacaron del pozo de curado húmedo, se secó la superficie húmeda con paños de papel absorbente para eliminar todas las partículas de agua; este procedimiento se dio 30 min antes del ensayo ya que la norma indica que no debe ser mayor tiempo porque el espécimen pierde su capacidad de resistencia.
- Se echó en marcha la maquina universal de carga, a cargo de un técnico de laboratorio certificado por el ACI.
- Se inició el procedimiento, primero con las vigas monolíticas, las cuales sirven como vigas o datos patrón comparativo para evaluar las vigas con juntas de construcción; se aplicó la carga hasta que estos fallaran y luego se retiró para las observaciones de la falla, se tomó los datos de carga máxima en cada viga.
- Se continuó el procedimiento con las vigas con junta de construcción a 45° y a $2/3$ de longitud de la viga de concreto vaciado en dos etapas y sin el uso del puente de adherencia, se aplicó la carga hasta su resistencia máxima a la flexión, y se tomó los datos de carga.
- De la misma manera se realizó con las tres vigas restantes que fueron vaciadas en dos etapas y que estas sí llevaban puente de adherencia; la junta de construcción a 45° y a $2/3$ de longitud de la viga; se aplicó la carga a los tercios hasta que fallara a su máximo flexión, y se tomó los datos de carga.

3.2.2. Datos

Para estimar los resultados de la adhesión del concreto vaciado en dos etapas con o sin puente de adherencia en vigas debido a esfuerzo por flexión se recolecto los datos en tablas de la siguiente manera:

VIGA MONOLITICA

Las vigas monolíticas determinan los factores que influyen en el vaciado de concreto de concreto en dos etapas con y sin puente de adherencia en vigas debido a esfuerzo por flexión:

- ESPECIMEN N° 1 (M1): La viga monolítica ($f'c=210 \text{ kg/cm}^2$) presento falla por flexión, donde la fractura se dio aproximadamente a 2/3 de luz, esta se dio con la carga última que se resalta en la siguiente tabla.

Tabla 3
Carga Máxima en la Viga M1

N°	Espécimen	Dimensiones (axhxL)	Carga Máxima (kg)	Deformación Máxima (mm)	Momento Máximo (kgf-cm)	Cortante Máximo (kgf)	Observación
1	M5	15x15x50	769	0.01645	6558.34	3983.00	
2	M6	15x15x50	1513	0.03199	12758.35	770.00	
3	M4	15x15x50	1714	0.03619	14433.35	870.50	Véase pág. 74
4	M9	15x15x50	1820	0.03841	15316.68	923.50	
5	M1	15x15x50	1839	0.03880	15475.01	933.00	
6	M2	15x15x50	1864	0.03933	15683.34	945.50	
7	M7	15x15x50	1983	0.04181	16675.02	1005.00	
8	M8	15x15x50	2061	0.04344	17352.02	1044.00	
9	M3	15x15x50	2076	0.04376	17450.01	1051.50	

Nota: Fuente: Elaboración propia

Este cuadro esta validado por el procedimiento de laboratorio que se muestra a continuación:



Figura 36. Viga a ser Ensayada en Maquina de Cargas



Figura 37. Ensayo de Viga

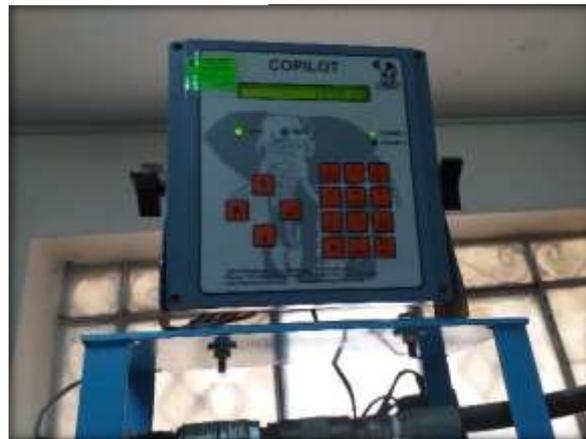


Figura 38. Lectura de Carga Última de Rotura



Figura 39. Falla de Viga Monolítica M1

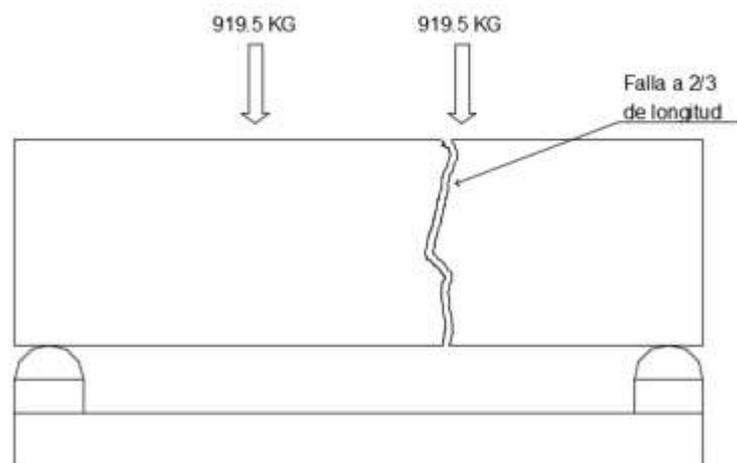


Figura 40. Ubicación de Falla y Acción de Carga

- Carga de rotura de la viga: 1839 kg
- Zona de rotura: la falla se dio a 5 cm del centro de luz aproximadamente.
- Interpretación: alcanzando la carga máxima de rotura se espera que la viga falle exactamente en el centro de luz, pero como se aprecia en los resultados de ensayo de laboratorio, la viga falla a 5 cm del centro de

luz, lo que quiere decir que esta falla está dentro del rango del momento máximo.

- ESPECIMEN N° 2 (M2): La viga monolítica ($f'c=210 \text{ kg/cm}^2$) presento falla por flexión, donde la fractura se dio aproximadamente a 2/3 de luz, esta falla se dio con la carga última que se resalta en la siguiente tabla.

Tabla 3
Carga Máxima en la Viga M2

N°	Espécimen	Dimensiones (axhxL)	Carga Máxima (kg)	Deformación Máxima (mm)	Momento Máximo (kgf-cm)	Cortante Máximo (kgf)	Observación
1	M5	15x15x50	769	0.01645	6558.34	3983.00	
2	M6	15x15x50	1513	0.03199	12758.35	770.00	
3	M4	15x15x50	1714	0.03619	14433.35	870.50	
4	M9	15x15x50	1820	0.03841	15316.68	923.50	
5	M1	15x15x50	1839	0.03880	15475.01	933.00	
6	M2	15x15x50	1864	0.03933	15683.34	945.50	Véase pág. 77
7	M7	15x15x50	1983	0.04181	16675.02	1005.00	
8	M8	15x15x50	2061	0.04344	17352.02	1044.00	
9	M3	15x15x50	2076	0.04376	17450.01	1051.50	

Nota: Fuente: Elaboración propia

Este cuadro esta validado por el procedimiento de laboratorio que se muestra a continuación:



Figura 41. Viga en Máquina de Carga



Figura 42. Ensayo de Viga

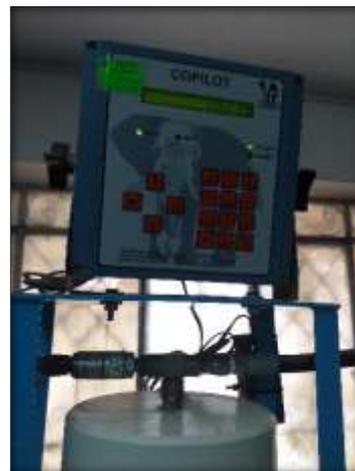


Figura 43. Lectura de Carga Última de Rotura



Figura 44. Falla de Viga Monolítica M2

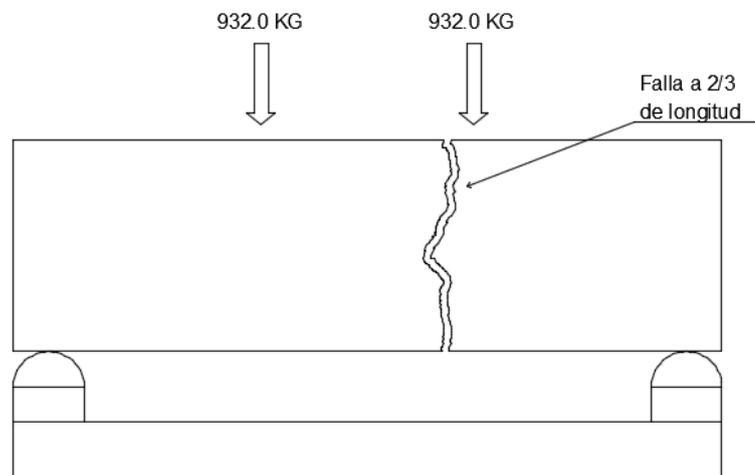


Figura 45. Ubicación de Falla y Acción de Carga

- Carga de rotura de la viga: 1864 kg
- Zona de rotura: la falla se dio a 5 cm del centro de luz aproximadamente.
- Interpretación: alcanzando la carga máxima de rotura se espera que la viga falle exactamente en el centro de luz, pero como se aprecia en los resultados de ensayo de laboratorio, la viga falla a 5 cm del centro de luz, lo que quiere decir que esta falla está dentro del rango del momento máximo.

- ESPECIMEN N° 3 (M3): La viga monolítica ($f'c=210 \text{ kg/cm}^2$) presento falla por flexión, donde la fractura se dio aproximadamente a 2/3 de luz, esta se dio con la carga última que se resalta en la siguiente tabla.

Tabla 3
Carga Máxima en la Viga M3

N°	Espécimen	Dimensiones (axhxL)	Carga Máxima (kg)	Deformación Máxima (mm)	Momento Máximo (kgf-cm)	Cortante Máximo (kgf)	Observación
1	M5	15x15x50	769	0.01645	6558.34	3983.00	
2	M6	15x15x50	1513	0.03199	12758.35	770.00	
3	M4	15x15x50	1714	0.03619	14433.35	870.50	
4	M9	15x15x50	1820	0.03841	15316.68	923.50	
5	M1	15x15x50	1839	0.03880	15475.01	933.00	
6	M2	15x15x50	1864	0.03933	15683.34	945.50	
7	M7	15x15x50	1983	0.04181	16675.02	1005.00	
8	M8	15x15x50	2061	0.04344	17352.02	1044.00	
9	M3	15x15x50	2076	0.04376	17450.01	1051.50	Véase pág. 80

Nota: Fuente: Elaboración propia

Este cuadro esta validado por el procedimiento de laboratorio que se muestra a continuación:



Figura 46. Viga en Máquina de Cargas



Figura 47. Ensayo de Viga



Figura 48. Lectura de Carga Última de Rotura



Figura 49. Falla de Viga Monolítica M3

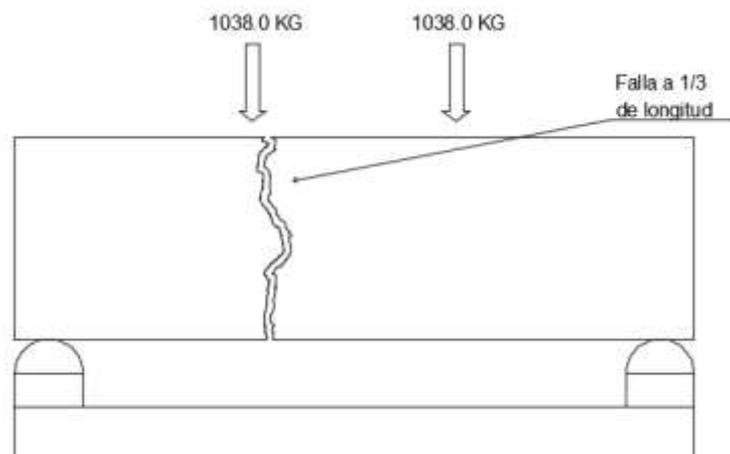


Figura 50. Ubicación de Falla y Acción de Carga

- Carga de rotura de la viga: 2076 kg
- Zona de rotura: la falla se dio a 5 cm del centro de luz aproximadamente.
- Interpretación: alcanzando la carga máxima de rotura se espera que la viga falle exactamente en el centro de luz, pero como se aprecia en los resultados de ensayo de laboratorio, la viga falla a 5 cm del centro de luz, lo que quiere decir que esta falla está dentro del rango del momento máximo.

Para determinar el grado de adhesión de la junta de construcción del concreto vaciado en dos etapas sin puente de adherencia en vigas debido a esfuerzos por flexión, se determinan con los ensayos de vigas con junta de construcción sin puente de adherencia de la siguiente manera:

VIGAS CON JUNTA DE CONSTRUCCION Y SIN PUENTE DE ADHERENCIA

- ESPECIMEN N°4 (M4): La viga ($f'c=210$ kg/cm²) con junta de construcción sin puente de adherencia falló exactamente en la junta de construcción. La carga máxima hasta el fallo es la que se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla 3
Carga Máxima en la Viga M4

N°	Espécimen	Dimensiones (axhxL)	Carga Máxima (kg)	Deformación Máxima (mm)	Momento Máximo (kgf-cm)	Cortante Máximo (kgf)	Observación
1	M5	15x15x50	769	0.01645	6558.34	3983.00	
2	M6	15x15x50	1513	0.03199	12758.35	770.00	
3	M4	15x15x50	1714	0.03619	14433.35	870.50	Véase pág. 83
4	M9	15x15x50	1820	0.03841	15316.68	923.50	
5	M1	15x15x50	1839	0.03880	15475.01	933.00	
6	M2	15x15x50	1864	0.03933	15683.34	945.50	
7	M7	15x15x50	1983	0.04181	16675.02	1005.00	
8	M8	15x15x50	2061	0.04344	17352.02	1044.00	
9	M3	15x15x50	2076	0.04376	17450.01	1051.50	

Nota: Fuente: Elaboración propia

Este cuadro esta validado por el procedimiento de laboratorio que se muestra a continuación:



Figura 51. Viga en Máquina de Carga



Figura 52. Ensayo de Viga



Figura 53. Lectura de Carga Última de Rotura



Figura 54. Falla de Viga M4

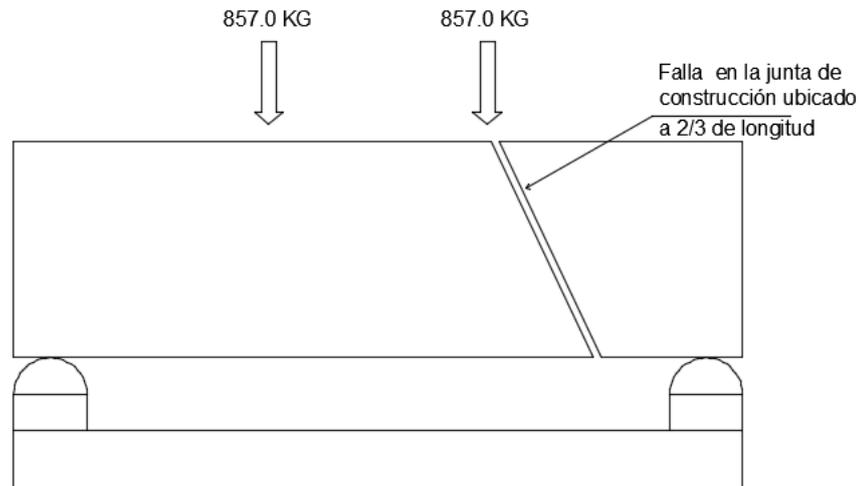


Figura 55. Falla en la Junta de Construcción y Acción de Carga

- Carga de rotura de la viga: 1714 kg
 - Zona de rotura: la falla se dio exactamente en la junta de construcción ubicada a 2/3 de longitud de la viga.
 - Interpretación: Alcanzando la carga máxima de rotura, la viga falló en la junta de construcción, donde se separó ambos elementos como se esperaba, produciéndose este efecto. Además de ello, la variación de resistencia a la flexión con la carga aplicada respecto a la viga monolítica M1 disminuyó en un 7.3%, 8.76% respecto a la viga monolítica M2 y 21.13% respecto a la viga monolítica M3.
- ESPECIMEN N°5 (M5): La viga ($f'_c=210$ kg/cm²) con junta de construcción sin puente de adherencia falló exactamente en la junta de

construcción. La carga máxima hasta el fallo es la que se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla 3
Carga Máxima en la Viga M5

N°	Espécimen	Dimensiones (axhxL)	Carga Máxima (kg)	Deformación Máxima (mm)	Momento Máximo (kgf-cm)	Cortante Máximo (kgf)	Observación
1	M5	15x15x50	769	0.01645	6558.34	3983.00	Véase pág. 86
2	M6	15x15x50	1513	0.03199	12758.35	770.00	
3	M4	15x15x50	1714	0.03619	14433.35	870.50	
4	M9	15x15x50	1820	0.03841	15316.68	923.50	
5	M1	15x15x50	1839	0.03880	15475.01	933.00	
6	M2	15x15x50	1864	0.03933	15683.34	945.50	
7	M7	15x15x50	1983	0.04181	16675.02	1005.00	
8	M8	15x15x50	2061	0.04344	17352.02	1044.00	
9	M3	15x15x50	2076	0.04376	17450.01	1051.50	

Nota: Fuente: Elaboración propia

Este cuadro esta validado por el procedimiento de laboratorio que se muestra a continuación:



Figura 56. Viga en Máquina de Carga



Figura 57. Ensayo de Viga



Figura 58. Lectura de Carga Última de Rotura



Figura 59. Falla de Viga M5

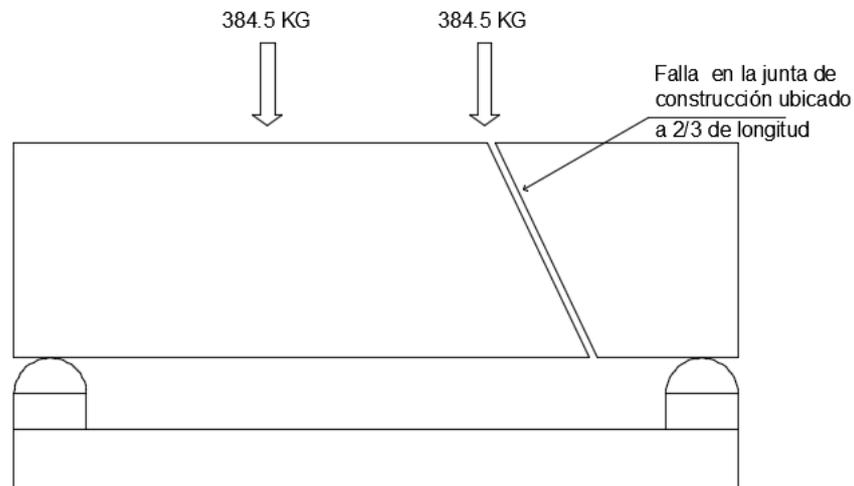


Figura 60. Ubicación de Falla y Acción de Carga

- Carga de rotura de la viga: 769 kg
- Zona de rotura: la falla se dio exactamente en la junta de construcción ubicada a 2/3 de longitud de la viga.
- Interpretación: Alcanzando la carga máxima de rotura, la viga falló en la junta de construcción, donde se separó ambos elementos como se esperaba, produciéndose este efecto. Además de ello, la variación de resistencia a la flexión con la carga aplicada respecto a la viga monolítica M1 disminuyó de una manera muy amplia que esta muestra no es representativa para la investigación. La variación es de un 239.2% respecto a la viga monolítica M1, 242.4% respecto a la viga monolítica M2 y 269.97% respecto a la viga monolítica M3. Por lo que esta queda descartada en el análisis comparativo.

- ESPECIMEN N°6 (M6): La viga ($f'c=210$ kg/cm²) con junta de construcción sin puente de adherencia falló exactamente en la junta de construcción. La carga máxima hasta el fallo es la que se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla 3
Carga Máxima en la Viga M6

N°	Espécimen	Dimensiones (axhxL)	Carga Máxima (kg)	Deformación Máxima (mm)	Momento Máximo (kgf-cm)	Cortante Máximo (kgf)	Observación
1	M5	15x15x50	769	0.01645	6558.34	3983.00	
2	M6	15x15x50	1513	0.03199	12758.35	770.00	Véase pág. 89
3	M4	15x15x50	1714	0.03619	14433.35	870.50	
4	M9	15x15x50	1820	0.03841	15316.68	923.50	
5	M1	15x15x50	1839	0.03880	15475.01	933.00	
6	M2	15x15x50	1864	0.03933	15683.34	945.50	
7	M7	15x15x50	1983	0.04181	16675.02	1005.00	
8	M8	15x15x50	2061	0.04344	17352.02	1044.00	
9	M3	15x15x50	2076	0.04376	17450.01	1051.50	

Nota: Fuente: Elaboración propia

Este cuadro está validado por el procedimiento de laboratorio que se muestra a continuación:



Figura 61. Viga en Máquina de Carga



Figura 62. Ensayo de Viga



Figura 63. Lectura de Carga Última de Rotura



Figura 64. Falla de Viga M6

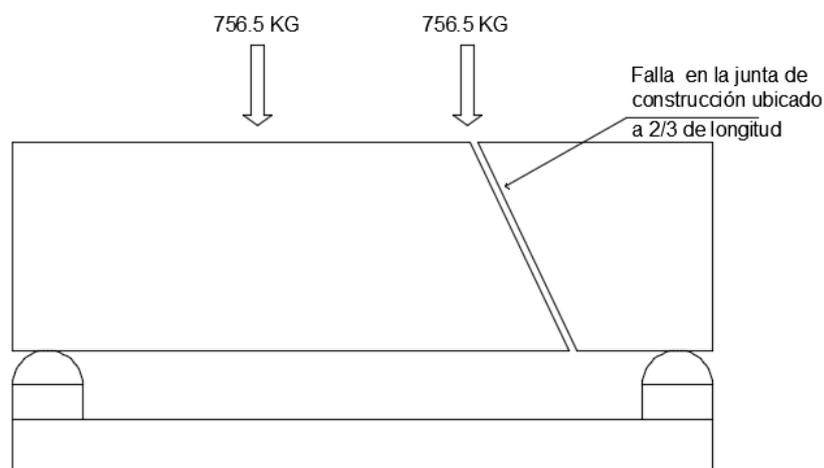


Figura 65. Ubicación de Falla y Acción de Carga

- Carga de rotura de la viga: 1513 kg
- Zona de rotura: la falla se dio exactamente en la junta de construcción ubicada a 2/3 de longitud de la viga.
- Interpretación: Alcanzando la carga máxima de rotura, la viga falló en la junta de construcción, donde se separó ambos elementos como se esperaba, produciéndose este efecto. Además de ello, la variación de resistencia a la flexión con la carga aplicada respecto a la viga monolítica M1 disminuyó en un 21.55%, 23.20% respecto a la viga monolítica M2 y 37.22% respecto a la viga monolítica M3.

Para determinar el grado de adhesión de la junta de construcción del concreto vaciado en dos etapas en laboratorio con puente de adherencia en vigas debido a esfuerzos por flexión, se realizan con los ensayos de vigas con junta de construcción con puente de adherencia de la siguiente manera:

VIGAS CON JUNTA DE CONSTRUCCION Y CON PUENTE DE ADHERENCIA

- ESPECIMEN N°7 (M7): La viga ($f'c=210$ kg/cm²) con junta de construcción y con puente de adherencia, falló a 1/3 de la viga donde no está ubicado la junta de construcción, además de ello, la junta de construcción se encuentra intacta sin ninguna fisura. La carga ultima con el cual fallo la viga es la que se muestra a continuación:

Tabla 3
Carga Máxima en la Viga M7

N°	Espécimen	Dimensiones (axhxL)	Carga Máxima (kg)	Deformación Máxima (mm)	Momento Máximo (kgf-cm)	Cortante Máximo (kgf)	Observación
1	M5	15x15x50	769	0.01645	6558.34	3983.00	
2	M6	15x15x50	1513	0.03199	12758.35	770.00	
3	M4	15x15x50	1714	0.03619	14433.35	870.50	
4	M9	15x15x50	1820	0.03841	15316.68	923.50	
5	M1	15x15x50	1839	0.03880	15475.01	933.00	
6	M2	15x15x50	1864	0.03933	15683.34	945.50	
7	M7	15x15x50	1983	0.04181	16675.02	1005.00	Véase pág. 92
8	M8	15x15x50	2061	0.04344	17352.02	1044.00	
9	M3	15x15x50	2076	0.04376	17450.01	1051.50	

Nota: Fuente: Elaboración propia

Este cuadro esta validado por el procedimiento de laboratorio que se muestra a continuación:



Figura 67. Viga en Máquina de Ensayo



Figura 66. Ensayo de Viga

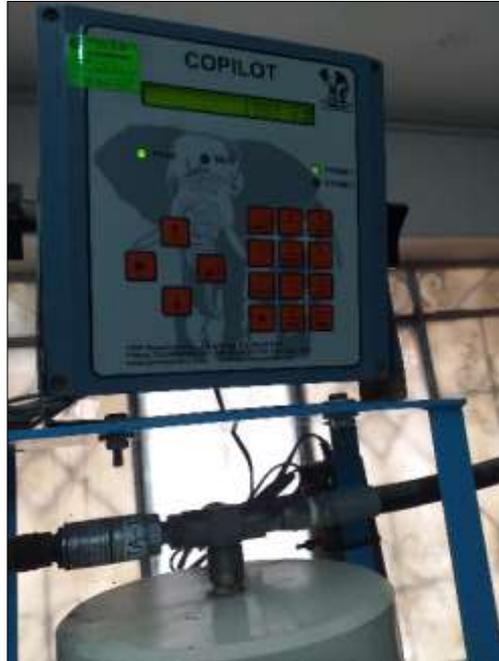


Figura 68. Lectura de Carga Última de Rotura



Figura 69. Falla de Viga M7

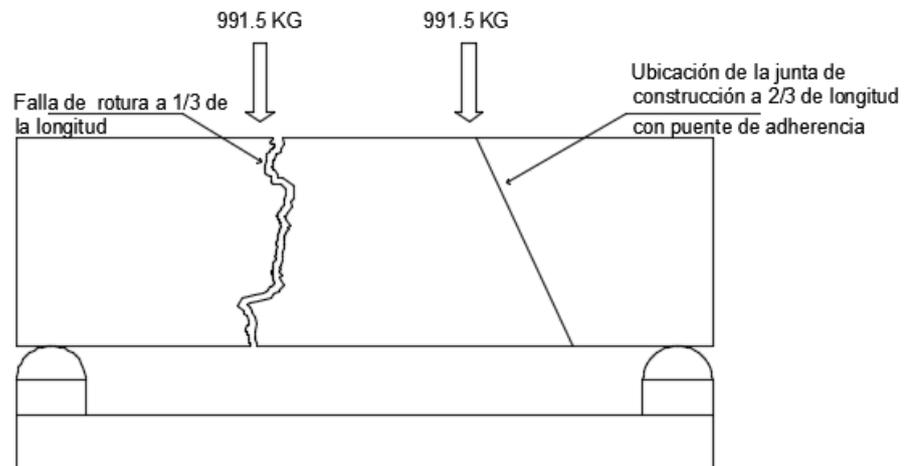


Figura 70. Ubicación de Falla, Acción de Carga y Junta de Construcción

- Carga de rotura de la viga: 1983 kg
- Zona de rotura: la falla se dio a 1/3 de la longitud de la viga, donde no está ubicado la junta de construcción.
- Interpretación: Alcanzando la carga máxima de rotura, la viga falló en la parte vaciada completamente y no en la junta de construcción donde se esperaba que se separara ambos elementos, produciéndose este efecto de adherencia óptima en la junta de construcción con puente de adherencia. Además de ello, la variación de resistencia a la flexión con la carga aplicada respecto a la viga monolítica M1 aumentó en un 7.83%, se incrementó en un 6.39% respecto a la viga monolítica M2 y disminuyó en 4.69% respecto a la viga monolítica M3, lo que quiere decir que el puente de adherencia regresa el monolitismo y la adhesión óptima en la junta de construcción, además la viga tiene un similar comportamiento a la viga patrón.

- ESPECIMEN N°8 (M8): La viga ($f'c=210$ kg/cm²) con junta de construcción y con puente de adherencia, falló a 20 cm de la viga donde no está ubicado la junta de construcción, además de ello, la junta de construcción se encuentra intacta sin ninguna fisura. La carga ultima con el cual fallo la viga es la que se muestra a continuación:

Tabla 3
Carga Máxima en la Viga M8

N°	Espécimen	Dimensiones (axhxL)	Carga Máxima (kg)	Deformación Máxima (mm)	Momento Máximo (kgf-cm)	Cortante Máximo (kgf)	Observación
1	M5	15x15x50	769	0.01645	6558.34	3983.00	
2	M6	15x15x50	1513	0.03199	12758.35	770.00	
3	M4	15x15x50	1714	0.03619	14433.35	870.50	
4	M9	15x15x50	1820	0.03841	15316.68	923.50	
5	M1	15x15x50	1839	0.03880	15475.01	933.00	
6	M2	15x15x50	1864	0.03933	15683.34	945.50	
7	M7	15x15x50	1983	0.04181	16675.02	1005.00	
8	M8	15x15x50	2061	0.04344	17352.02	1044.00	Véase pág. 95
9	M3	15x15x50	2076	0.04376	17450.01	1051.50	

Nota: Fuente: Elaboración propia

Este cuadro esta validado por el procedimiento de laboratorio que se muestra a continuación:



Figura 72. Viga en Máquina de Carga



Figura 71. Ensayo de Viga



Figura 73. Lectura de Carga Última de Rotura



Figura 74. Falla de Viga M8

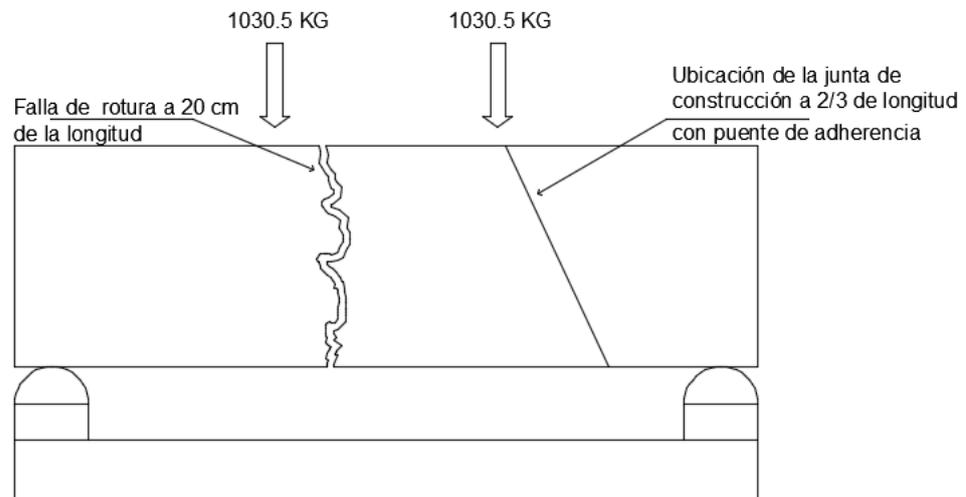


Figura 75. Ubicación de Falla, Acción de Carga y Junta de Construcción

- Carga de rotura de la viga: 2061 kg
- Zona de rotura: la falla se dio a 1/3 de la longitud de la viga, donde no está ubicado la junta de construcción.
- Interpretación: Alcanzando la carga máxima de rotura, la viga falló en la parte vaciada completamente y no en la junta de construcción donde se esperaba que se separara ambos elementos, produciéndose este efecto de adherencia optima en la junta de construcción con puente de adherencia. Además de ello, la variación de resistencia a la flexión con la carga aplicada respecto a la viga monolítica M1 aumentó en un 12.08%, se incrementó en un 10.57% respecto a la viga monolítica M2 y disminuyó en 0.0073% respecto a la viga monolítica M3, lo que quiere decir que el puente de adherencia regresa el monolitismo y la adhesión optima en la junta de

construcción, además la viga tiene un similar comportamiento a la viga patrón.

- ESPECIMEN N°9 (M9): La viga ($f'c=210$ kg/cm²) con junta de construcción y con puente de adherencia, falló a 20 cm de la viga donde no está ubicado la junta de construcción, además de ello, la junta de construcción se encuentra intacta sin ninguna fisura. La carga ultima con el cual fallo la viga es la que se muestra a continuación:

Tabla 3
Carga Máxima en la Viga M9

N°	Espécimen	Dimensiones (axhxL)	Carga Máxima (kg)	Deformación Máxima (mm)	Momento Máximo (kgf-cm)	Cortante Máximo (kgf)	Observación
1	M5	15x15x50	769	0.01645	6558.34	3983.00	
2	M6	15x15x50	1513	0.03199	12758.35	770.00	
3	M4	15x15x50	1714	0.03619	14433.35	870.50	
4	M9	15x15x50	1820	0.03841	15316.68	923.50	Véase pág. 98
5	M1	15x15x50	1839	0.03880	15475.01	933.00	
6	M2	15x15x50	1864	0.03933	15683.34	945.50	
7	M7	15x15x50	1983	0.04181	16675.02	1005.00	
8	M8	15x15x50	2061	0.04344	17352.02	1044.00	
9	M3	15x15x50	2076	0.04376	17450.01	1051.50	

Nota: Fuente: Elaboración propia

Este cuadro esta validado por el procedimiento de laboratorio que se muestra a continuación:



Figura 76. Viga en Máquina de Ensayo



Figura 77. Ensayo de Viga



Figura 78. Lectura de Carga Última de Rotura



Figura 79. Falla de Viga M9

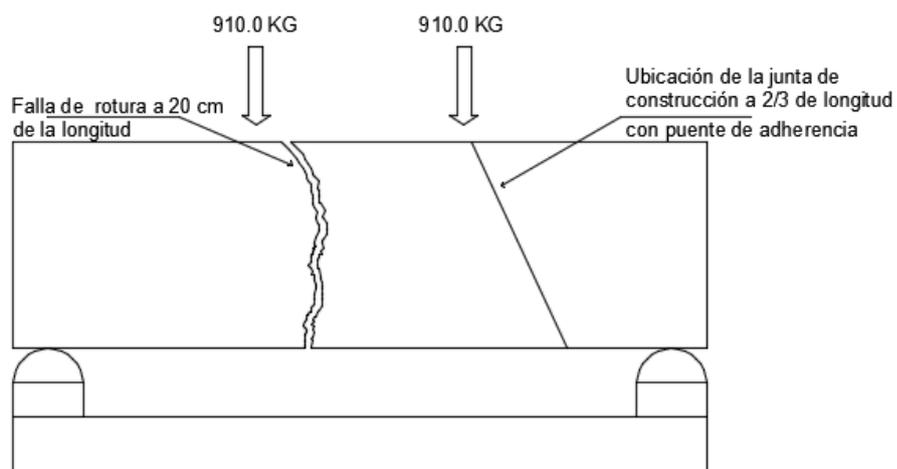


Figura 80. Ubicación de Falla, Acción de Carga y Junta de Construcción

- Carga de rotura de la viga: 1820 kg
- Zona de rotura: la falla se dio a 1/3 de la longitud de la viga, donde no está ubicado la junta de construcción.
- Interpretación: Alcanzando la carga máxima de rotura, la viga falló en la parte vaciada completamente y no en la junta de construcción donde se esperaba que se separara ambos elementos, produciéndose este efecto de adherencia optima en la junta de construcción con

puente de adherencia. Además de ello, la variación de resistencia a la flexión con la carga aplicada respecto a la viga monolítica M1 disminuyó en un 0.05%, se redujo en un 2.42% respecto a la viga monolítica M2 y disminuyó en 14.07% respecto a la viga monolítica M3, lo que quiere decir que el puente de adherencia regresa el monolitismo y la adhesión óptima en la junta de construcción, además la viga tiene un similar comportamiento a la viga patrón.

En resumen:

Tabla 4
Resumen de datos

N°	Vigas		Fecha		Tiempo (Días)	f'c (kg/cm ²)	Dimensiones (axhxL)	Carga de Rotura (kg-f)
	Espécimen	Primer vaciado	Segundo vaciado	Ensayo de Rotura				
1	Monolítico	17/11/2021	-	25/11/2021	7	210	15x15x50	1839
2	Monolítico	17/11/2021	-	25/11/2021	7	210	15x15x50	1864
3	Monolítico	17/11/2021	-	25/11/2021	7	210	15x15x50	2076
4	Con J.C sin P.A.	17/11/2021	18/11/2021	25/11/2021	7	210	15x15x50	1714
5	Con J.C sin P.A.	17/11/2021	18/11/2021	25/11/2021	7	210	15x15x50	769
6	Con J.C sin P.A.	17/11/2021	18/11/2021	25/11/2021	7	210	15x15x50	1513
7	Con J.C con P.A.	17/11/2021	18/11/2021	25/11/2021	7	210	15x15x50	1983
8	Con J.C con P.A.	17/11/2021	18/11/2021	25/11/2021	7	210	15x15x50	2061
9	Con J.C con P.A.	17/11/2021	18/11/2021	25/11/2021	7	210	15x15x50	1820

Nota: Fuente: Elaboración propia

Se estiman los resultados de la adhesión del concreto vaciado en dos etapas con y sin puente de adherencia en vigas debido a esfuerzos por flexión.

Resumen de análisis de vigas monolíticas:

Los resultados se comparan basados a las tres vigas patrón o viga monolítica que se muestran en el siguiente gráfico:

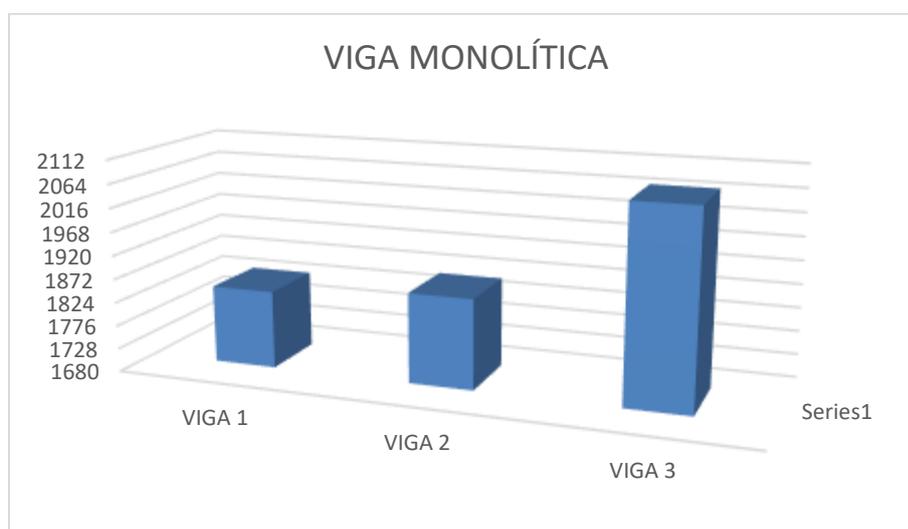


Figura 81. Cuadro Comparativo de Resistencia a la Flexión de Vigas Monolíticas

Por la variación de datos se realiza el análisis estadístico para sacar el promedio más representativo para la viga monolítica, se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 5
Viga Monolítica

N°	Espécimen	Carga Máxima (kg)	Distribución Normal
1	M1	1839	0.00245
2	M2	1864	0.00273
3	M3	2076	0.00158
Promedio		1926.33333	
Desviación Estándar		130.216486	

Nota: Fuente: Elaboración propia

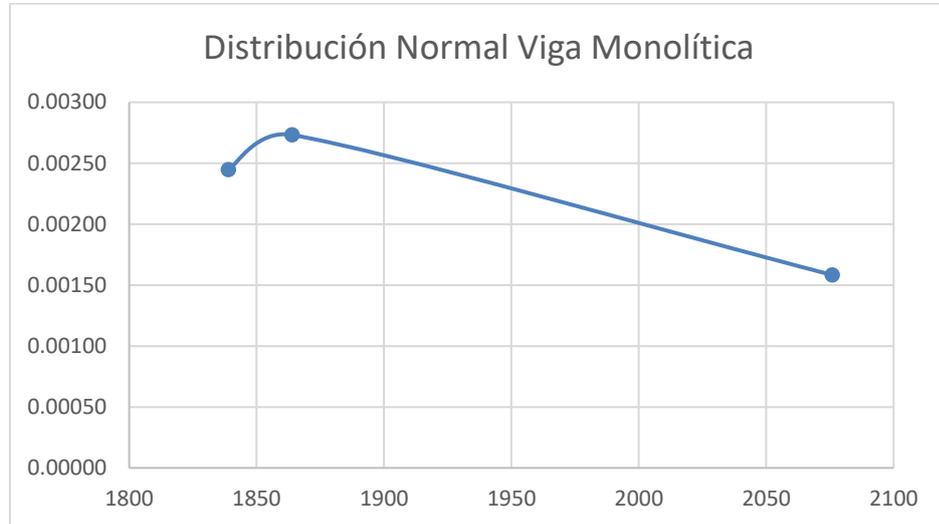


Figura 82. Dispersión de Datos de Ensayo de Vigas Monolíticas

De acuerdo a la gráfica mostrada, se ve que los datos M1 y M2 son los más representativos para el promedio representativo de la viga monolítica.

Para la interpretación comparativa se va realizar el promedio de los datos más representativos de acuerdo al análisis estadístico realizado anteriormente por cada tipo de viga, como se muestra a continuación:

En la viga monolítica:

Tabla 6
Viga Monolítica

N°	Espécimen	Carga Máxima (kg)	Deformación Máxima (mm)
1	M1	1839	0.03880
2	M2	1864	0.03933
Promedio		1851.5	0.03907

Nota: Fuente: Elaboración propia

Y la gráfica fuerza vs desplazamiento del promedio de la viga monolítica es como se muestra a continuación:

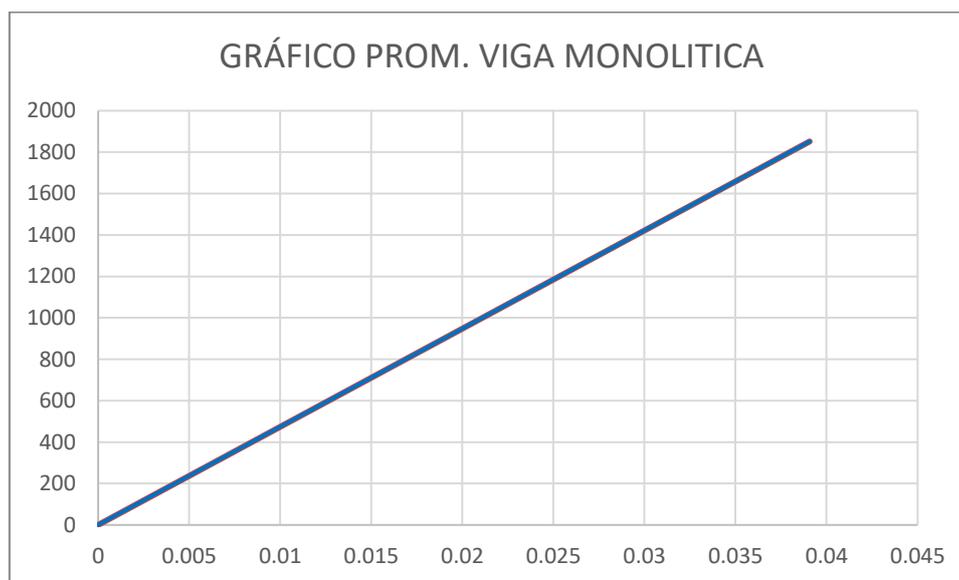


Figura 83. Gráfico Carga Máx. VS Desplazamiento Máx.

Resumen de análisis de vigas con junta de construcción y sin puente de adherencia:

Los resultados de ensayo a la flexión de las tres vigas con junta de construcción y sin puente de adherencia se muestran en el siguiente gráfico:

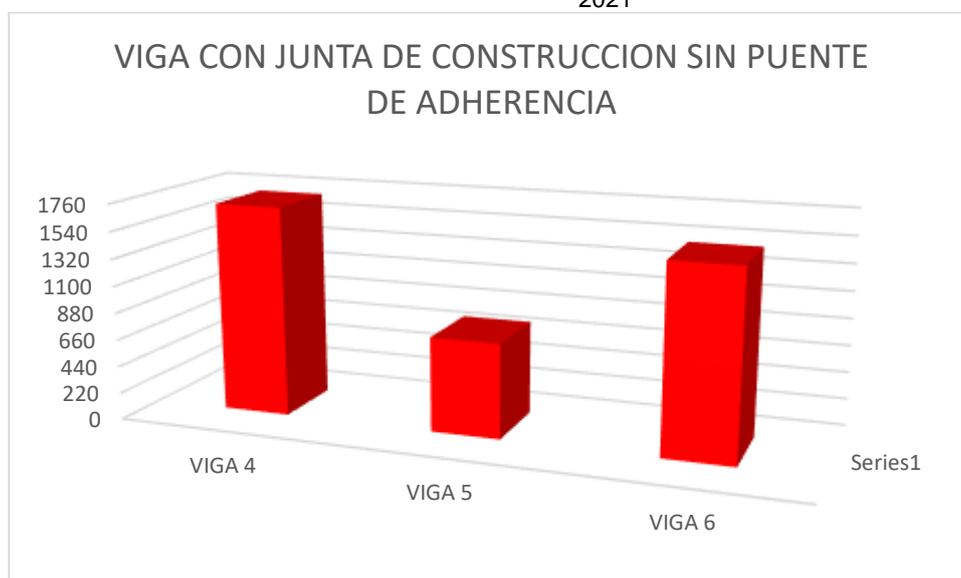


Figura 84. Cuadro Comparativo de Resistencia a la Flexión de Vigas con Junta de Construcción Sin Puente de Adherencia

Las tres vigas tuvieron una resistencia a la flexión disperso hasta el punto de fallo, por lo que se saca un promedio de 1332.0 kg para el análisis estadístico.

Por la variación de datos se realiza el análisis estadístico para sacar el promedio más representativo para la viga monolítica, se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 7
Viga con Junta de Construcción Sin Puente de Adherencia

N°	Espécimen	Carga Máxima (kg)	Distribución Normal
4	M4	1714	0.00060
5	M5	769	0.00042
6	M6	1513	0.00075
Promedio		1332	
Desviación Estándar		497.822257	

Nota: Fuente: Elaboración propia

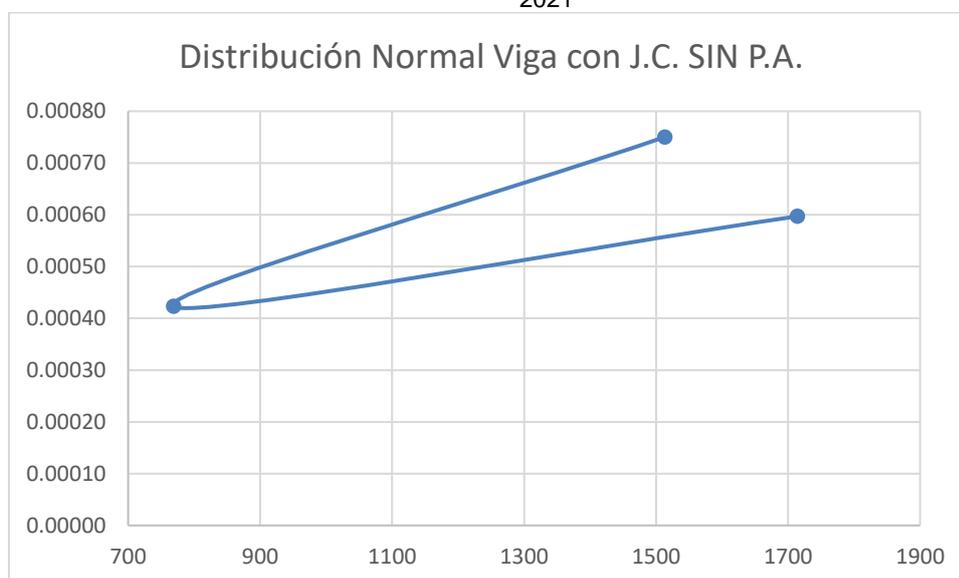


Figura 85. Dispersión de Datos de Ensayo de Vigas con Junta de Construcción Sin Puente de Adherencia

De acuerdo a la gráfica mostrada, se ve que los datos M4 y M6 son los más representativos para el promedio representativo de la viga con junta de construcción sin puente de adherencia.

Para la interpretación comparativa se va realizar el promedio de los datos más representativos de acuerdo al análisis estadístico realizado anteriormente por cada tipo de viga, como se muestra a continuación:

En la viga con junta de construcción sin puente de adherencia:

Tabla 8
Viga con J.C. sin P.A.

N°	Especimen	Carga Máxima (kg)	Deformación Máxima (mm)
4	M4	1714	0.03619
6	M6	1513	0.03199
	Promedio	1613.5	0.03409

Nota: Fuente: Elaboración propia

Y la gráfica fuerza vs desplazamiento del promedio de la viga con junta de construcción sin puente de adherencia es como se muestra a continuación:

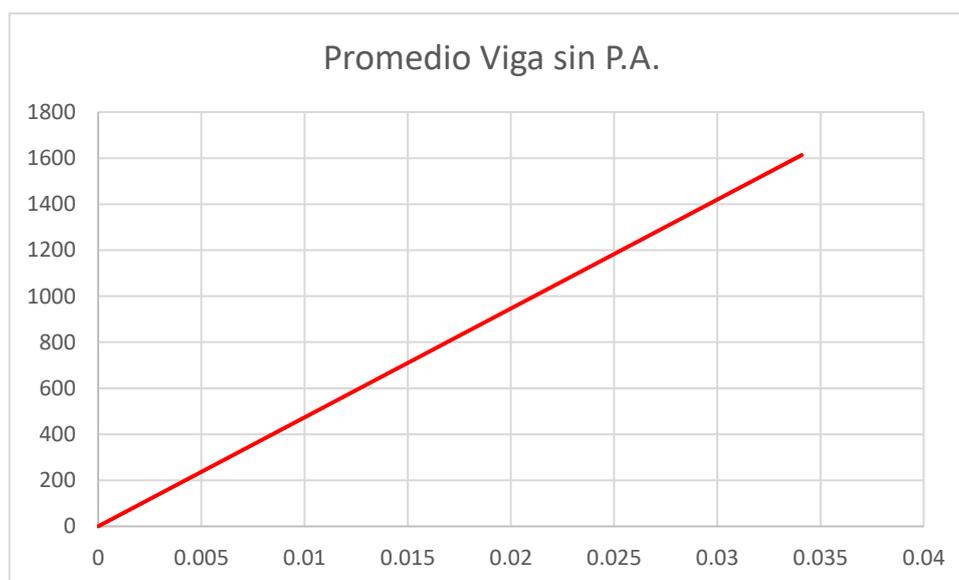


Figura 86. Gráfico Carga Máx. VS Desplazamiento Máx.

Resumen de análisis de vigas con junta de construcción y con puente de adherencia:

Los resultados de ensayo a la flexión de las tres vigas con junta de construcción y con puente de adherencia se muestran en el siguiente gráfico:



Figura 87. Cuadro Comparativo de Resistencia a la Flexión de Vigas con Junta de construcción con Puente de Adherencia.

Las tres vigas tuvieron una resistencia a la flexión disperso hasta el punto de fallo, por lo que se saca un promedio de 1954.67 kg para el análisis estadístico.

Por la variación de datos se realiza el análisis estadístico para sacar el promedio más representativo para la viga monolítica, se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 9
Viga con Junta de Construcción Con Puente de Adherencia

Nº	Espécimen	Carga Máxima (kg)	Distribución Normal
7	M7	1983	0.00316
8	M8	2061	0.00223
9	M9	1820	0.00178
Promedio		1954.67	
Desviación Estándar		122.972897	

Nota: Fuente: Elaboración propia

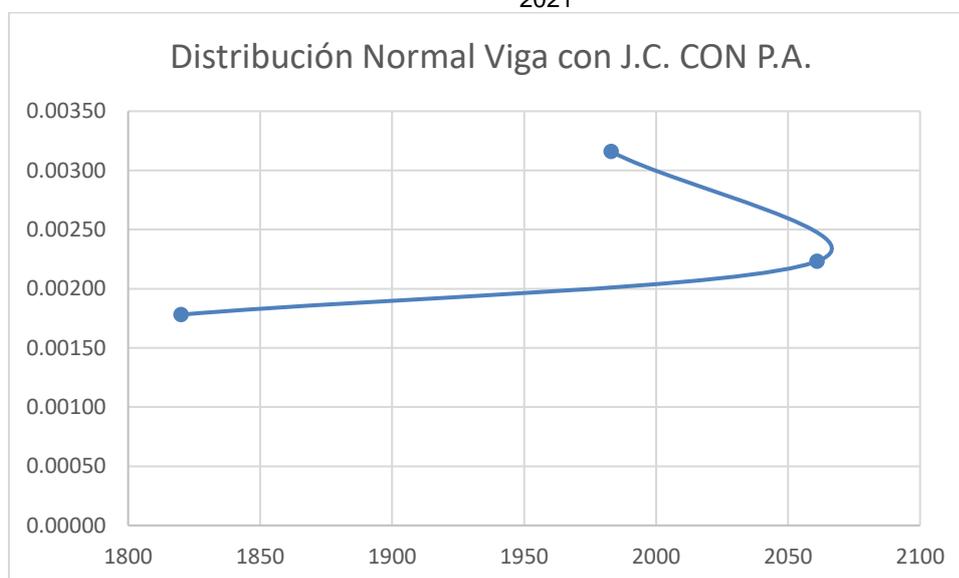


Figura 88. Dispersión de Datos de Ensayo de Vigas con Junta de Construcción con Puente de Adherencia

De acuerdo a la gráfica mostrada, se ve que los datos M7 y M8 son los más representativos para el promedio representativo de la viga con junta de construcción con puente de adherencia.

Para la interpretación comparativa se va realizar el promedio de los datos más representativos de acuerdo al análisis estadístico realizado anteriormente por cada tipo de viga, como se muestra a continuación:

En la viga con junta de construcción con puente de adherencia:

Tabla 10
Viga con J.C. con P.A.

N°	Espécimen	Carga Máxima (kg)	Deformación Máxima (mm)
7	M7	1983	0.04181
8	M8	2061	0.04344
	Promedio	2022	0.04263

Nota: Fuente: Elaboración propia

Y la gráfica fuerza vs desplazamiento del promedio de la viga con junta de construcción con punte de adherencia es como se muestra a continuación:

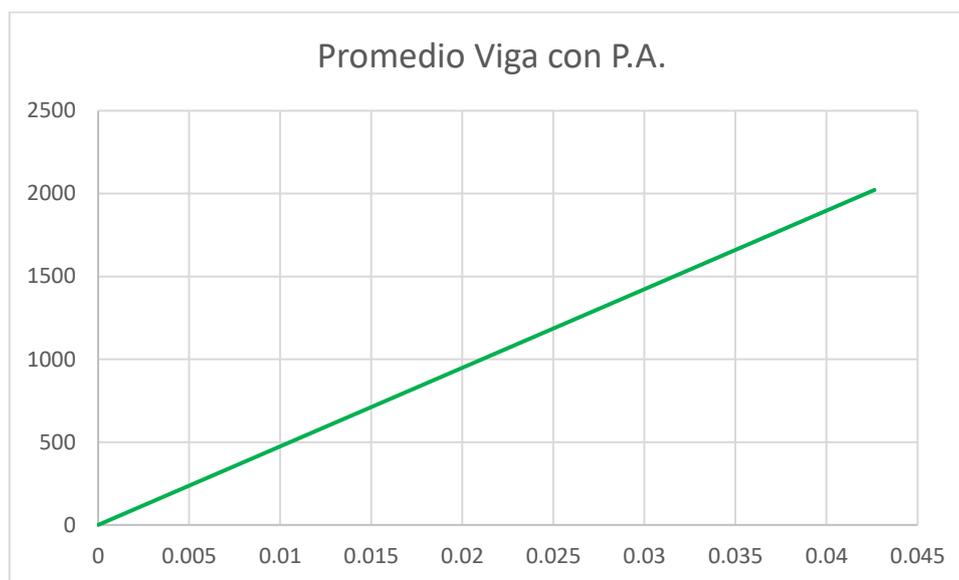


Figura 89. Gráfico Carga Máx. VS Desplazamiento Máx.

CUADRO DE CARGA RESISTENTE POR ESPECIMEN

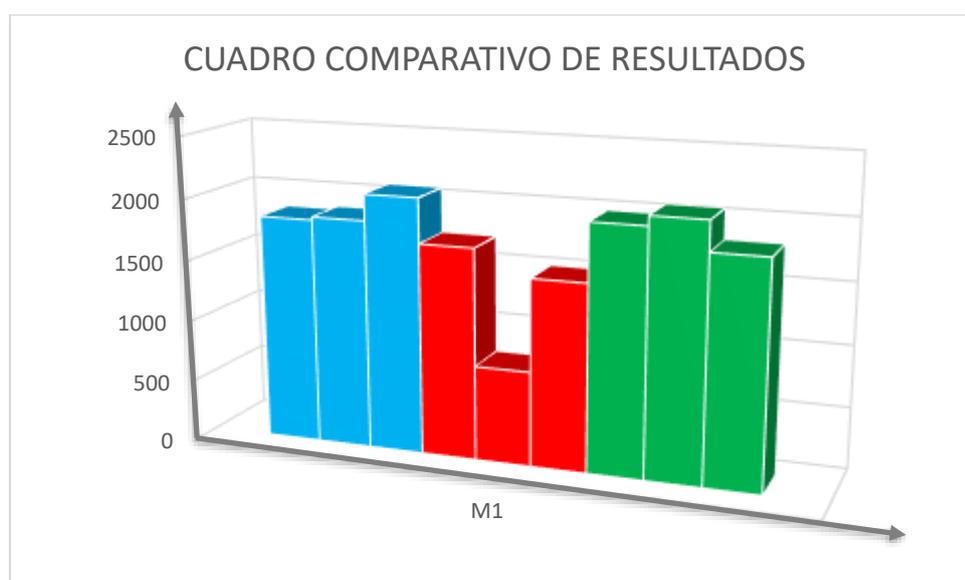


Figura 90. Cuadro Comparativo de Resistencia a la Flexión de Vigas.

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1 Discusión

Según los resultados obtenidos en los ensayos que tuvo fines de analizar el grado de adherencia de concreto viejo con concreto nuevo en las vigas con y sin puente de adherencia, se acepta la hipótesis general, que establece que la evaluación permite determinar el grado de adhesión de la junta de construcción de concreto vaciado en dos etapas con y sin puente de adherencia en vigas debido a esfuerzos por flexión. (VER ANEXO 5)

Limitaciones

La presente investigación tuvo sus dificultades y limitaciones por el marco de la pandemia por COVID-19 que sufre el país y el mundo entero, el cual limita los recursos económicos para la elaboración de la investigación, así como la prohibición de aglomeración en espacios confinados.

Asimismo, el tiempo de asesoría de dos meses para la elaboración de tesis para el título profesional es un limitante, debido a que los ensayos de concreto requieren de mayor tiempo para alcanzar mayores resistencias.

Interpretación comparativa

Nuestros resultados guardan relación con lo que determina (Chura, 2019), que determina que después de la aplicación de puente de adherencia, la viga recupera su comportamiento monolítico y que la falla no se produce en la junta de construcción

como si lo hacen los elementos sin tratamiento que si fallan en la junta de construcción. Todo ello es acorde con lo que este estudio determinó.

Sin embargo (Chura, 2019) también determina que el puente de adherencia no ha influido positivamente respecto a la resistencia a la flexión, donde obtuvo una reducción de 20.69% respecto a su viga patrón y un aumento de 13.04% respecto a la viga sin tratamiento en la junta. A diferencia de que la presente investigación si obtuvo una resistencia superior de un 8.43% respecto a la viga patrón o monolítica, y una resistencia superior de un 25.32% respecto a la viga con junta de construcción sin puente de adherencia.

Por otro lado, el autor (Martos, 2018), determina que el uso de puente de adherencia aumenta en un 8% en la resistencia a flexión respecto a las vigas patrón.

Así como también lo confirma el autor (Ajahuana, 2019), que determina en su investigación que las juntas impregnadas con puente de adherencia aumenta su resistencia a la flexión de 19.83% más que cuando la junta no es confinada.

Comparación de resistencias basados en la viga monolítica:

- La viga con Junta de Construcción sin Puente de adherencia disminuyo su resistencia en un 12.85% respecto a la resistencia de la viga monolítica.
- La viga con Junta de construcción con puente de adherencia aumento su resistencia de rotura en una 8.43% respecto a la viga monolítica.

- La viga con junta de construcción con puente de adherencia tiene una resistencia de rotura superior de 25.32% respecto a la viga con junta de construcción sin puente de adherencia.

Comparación de adhesión de junta de construcción de las vigas con puente de adherencia respecto a la viga sin puente de adherencia:

- La viga con junta de construcción con puente de adherencia aumento su adhesión en la junta de construcción con el uso de puente de adherencia en un 100%, respecto a la viga con junta de construcción sin puente de adherencia.
- En la viga con junta de construcción con puente de adherencia las fallas se dieron a 12 cm de la junta de construcción.
- En la viga con junta de construcción sin puente de adherencia las fallas se dieron exactamente en la junta de construcción.

Implicancias

Los ensayos se realizaron a los 7 días del vaciado de concreto, por lo que, a más días, el concreto de la viga seguirá aumentando su resistencia frente a las cargas aplicadas, entonces se ajusta a la práctica y/o experiencia constructiva.

4.2 Conclusiones

- Se estableció un diagnóstico inicial sobre la adhesión de la junta de construcción vaciado en dos etapas con y sin puente de adherencia en vigas de debido a esfuerzo por flexión dando como resultado que las juntas de construcción sin

puente de adherencia en vigas no funcionan, son débiles, no recuperan su capacidad monolítica, sin embargo, las juntas de construcción con puente de adherencia si recuperan su monolitismo.

- Se determinó que los factores que influyen en el vaciado de concreto en dos etapas con y sin puente de adherencia en vigas debido a esfuerzos por flexión, es la influencia del proceso de técnicas de vaciado, el diseño de mezcla en diferentes días.
- Se determinó que el grado de adhesión de la junta de construcción del concreto vaciado en dos etapas con y sin puente de adherencia son: en las vigas con junta de construcción con puente de adherencia el grado de adhesión es al 100% respecto a la viga con junta de construcción sin puente de adherencia; ante el esfuerzo por flexión no falla en la junta de construcción, sino más bien, la falla se presenta en la parte vaciada en la primera etapa.

La viga con junta de construcción y sin puente de adherencia tiene una deficiencia en la adhesión de concreto nuevo con concreto viejo, ya que la falla se produce exactamente en la junta de construcción.

- Se estimaron los resultados de la adhesión de la junta de construcción del concreto vaciado en dos etapas con y sin puente de adherencia teniendo lo siguiente: la viga con junta de construcción y sin puente de adherencia disminuyó su resistencia en un 12.85% respecto a la viga monolítica.

La viga con junta de construcción con puente de adherencia tuvo una resistencia superior a 8.43% respecto a la viga monolítica y una resistencia superior en 25.32% respecto a la viga con junta de construcción sin puente de adherencia.

REFERENCIAS

- “*construcción de estructuras de hormigón armado en edificaciones*” – Medina Sánchez, E, 2009
- “*diseño de estructuras de concreto*” – Arthur H. Nilson, 1999
- “*Diseño y construcción de estructuras sismo resistentes de albañilería*” – Ángel San Bartolomé, D.Q. 2011.
- Aedo, M. (2013). *Evaluacion experimental de la efectividad del adhesivo epóxico para reforzamiento de vigas de hormigón reforzado. (Tesis para optar el título de ingeniero civil). Universidad del Valle, Cali, Colombia.*
- Ajahuana, E. (2019). *Evaluacion de la adherencia en juntas de construccion en losas de concreto simple debido a interrupcion de vaciado en tiempos de 3 6 y 24 horas. (Tesis para optar el titulo profesional). Universidad Nacional de San Agustin de Arequipa, Arequipa.*
- Berriós, E. H. (18 de ENERO de 2012). *ECONOBLOGNET*. Obtenido de ECONOBLOGNET: <https://econoblognet.blogspot.pe/2012/01/el-boom-de-la-industria-de-la.html>
- Camila, R. (2021). *Manual para la Adherencia del concreto fresco a concreto endurecido. (Tesis de titulo profesional). Universidad Cooperativa de Colombia, Villavicencio, Colombia.*
- Chávez, Unquén (2011) *Método de evaluación de patologías en edificaciones de hormigón armado en punta arenas, (proyecto de trabajo de titulación), Valparaíso, Chile.*

- Chura, F. (2019). Influencia de la aplicación del puente de adherencia en el comportamiento monolítico de elementos estructurales. *(Tesis para Título profesional. Universidad Cesar Vallejo, Lima.*
- Delgado, Rodríguez (2006) *Edificios peruanos de muros de concreto de ductilidad limitada, Pontificia Universidad Católica del Perú (Tesis para optar el título de ingeniero civil), Lima, Perú.*
- Gúzman, A. (2014) *Aplicación de la filosofía LEAN CONSTRUCTION en la planificación, ejecución y control de proyectos, Pontificia Universidad Católica del Perú, (Tesis para optar el título de ingeniero civil), Lima, Perú.*
- Hamón, M. (2009). PROPUESTAS DE UN MANUAL DE DOCUMENTACIÓN DE JUNTAS EN ELEMENTOS DE CONCRETO ARMADO. *(Tesis para optar Título Profesional).* Universidad Rafael Urdaneta, Maracaibo.
- Jara, M. (2005). COMPARACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE REPARACIÓN Y REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE EDIFICACIONES DE CONCRETO ARMADO - CASO DEL MINISTERIO DE INDUSTRIA, TURISMO, INTEGRACIÓN Y NEGOCIACIONES COMERCIALES INTERNACIONALES. *(Tesis para optar el Título Profesional).* Universidad Nacional de Ingeniería, Lima.
- Javier, O. (23 de 03 de 2019). *360 EN CONCRETO*. Obtenido de 360enconcreto.com/blog/detalle/tipos-de-juntas-en-muros-pisos-de-concreto?id=155
- Nilson, A (1999) *Diseño de estructuras de concreto. Emma Ariza. Bogotá, Colombia.*
- Paredes, Reyes (2015) *Influencia del uso de adhesivo Epóxico COLMAFIX 32 como adherente en vigas de concreto armado sujetas a flexión para la recuperación de su*

monolitismo, Universidad Privada Antenor Orrego, (Tesis para optar el título de ingeniero civil), Trujillo, Perú.

Polanco, M. d. (21 de 04 de 2021). *Perú puede tener un Boon en la construccion*. Obtenido de Perú puede tener un Boon en la construccion: <https://elperuano.pe/noticia/119555-peru-puede-tener-un-boom-en-la-construccion>

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

 <p>EVALUACION DE LA ADHESION DE JUNTA DE CONSTRUCCION DE CONCRETO VACIADO EN DOS ETAPAS CON Y SIN PUENTE DE ADHERENCIA EN VIGAS DEBIDO A ESFUERZO POR FLEXION.</p>										
ANEXO I- OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES										
TÍTULO	FORMULACION DEL PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS	VARIABLE		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD	INSTRUMENTO
EVALUACIÓN DE LA ADHESIÓN DE JUNTA DE CONSTRUCCIÓN DEL CONCRETO VACIADO EN DOS ETAPAS CON Y SIN PUENTE DE ADHERENCIA EN VIGAS DEBIDO A ESFUERZOS POR FLEXIÓN	¿Cómo evaluar la adhesión de junta de construcción del concreto vaciado en dos etapas con y sin puente de adherencia en vigas debido a esfuerzos por flexión?	Evaluar de la adhesión de junta de construcción del concreto vaciado en dos etapas con y sin puente de adherencia en vigas debido a esfuerzos por flexión.	La Evaluación permitirá determinar el grado de adhesión de la junta de construcción del concreto vaciado en dos etapas con y sin puente de adherencia en vigas debido a esfuerzos por flexión.	JUNTA DE CONSTRUCCION	DEPENDIENTE	Es la superficie de contacto entre dos concretos de diferentes edades (concreto viejo con concreto nuevo)	Sectorización de vaciado de vigas- losas	Resistencia del concreto	kg/cm2	Prensa Hidraulica
				PUENTE DE ADHERENCIA	INDEPENDIENTE		es un epoxico artificial o compuesto quimico que tiene la capacidad de monolitizar en concreto de diferentes edades	Interrupción de trabajo de vaciado de concreto	Mala planificación de avance de obra	días
						Unir y monolitizar concreto de diferentes edades		Rigidización de uniones	Unidad estructural	Formatos de diseño de concreto
				Enlace quimico de moleculas y polimeros	Resistente a agentes externos	Resistencia	Deformímetros			

ANEXO 2

RESULTADOS DE LABORATORIO

EVALUACIÓN DE LA ADHESIÓN DE JUNTA DE CONSTRUCCIÓN DEL CONCRETO VACIADO EN DOS ETAPAS CON Y SIN PUNTE DE ADHERENCIA EN VIGAS DEBIDO A ESFUERZOS POR FLEXIÓN, LIMA 2021

 <p>DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211</p>	Código	FQ-0101
	Vereda	01
	Fecha	21-10-2021
	Página	1 de 4

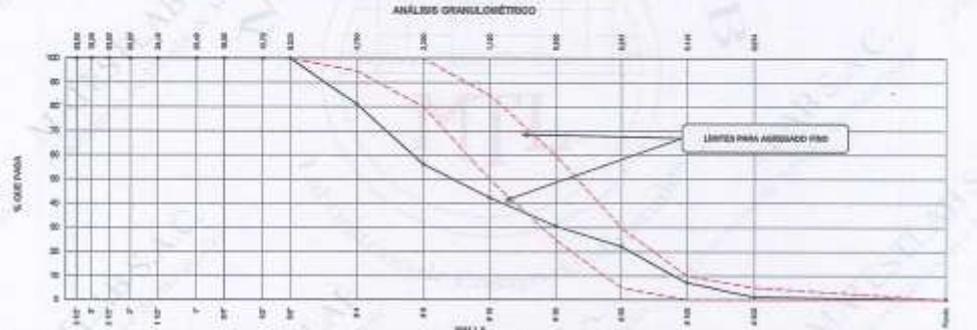
ENSAYOS DE CONTROL DE CALIDAD DEL AGRGADO FINO

PROYECTO	EVALUACIÓN DE LA ADHESIÓN DE LA JUNTA DE CONSTRUCCIÓN DEL CONCRETO VACIADO EN DOS ETAPAS CON Y SIN PUNTE DE ADHERENCIA EN VIGAS DEBIDO A ESFUERZOS POR FLEXIÓN.	REGISTRO N°	2021 - 759120
SOLICITANTE	KEVIN JULIAN TARAZONA REQUEZ	REALIZADO POR	D. Castillo
CODIGO DE PROYECTO	---	REVISADO POR	H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB S.A.C	FECHA DE VACIADO	16/10/2021
FECHA DE EMISIÓN	15/10/2021	TURNO	Diurno

AGREGADO FINO ASTM D681 - ARENA GRUESA						
SEMA	Peso Nom. (kg)	Peso Rec. (%)	Peso Rec. Absol. (kg)	% Paso 4.75mm	4.75mm	ASTM 7.5mm
1"	201.40	8.0	8.00	100.00	100.00	100.00
3/4"	80.00	8.0	8.00	100.00	100.00	100.00
3"	10.00	8.0	8.00	100.00	100.00	100.00
1/2"	80.00	8.0	8.00	100.00	100.00	100.00
1/4"	20.00	8.0	8.00	100.00	100.00	100.00
3/8"	10.00	8.0	8.00	100.00	100.00	100.00
1/2"	10.00	8.0	8.00	100.00	100.00	100.00
3/4"	8.00	8.0	8.00	100.00	100.00	100.00
1"	8.00	8.0	8.00	100.00	100.00	100.00
1 1/4"	8.00	8.0	8.00	100.00	100.00	100.00
1 1/2"	8.00	8.0	8.00	100.00	100.00	100.00
1 3/4"	8.00	8.0	8.00	100.00	100.00	100.00
2"	8.00	8.0	8.00	100.00	100.00	100.00
2 1/4"	8.00	8.0	8.00	100.00	100.00	100.00
2 1/2"	8.00	8.0	8.00	100.00	100.00	100.00
2 3/4"	8.00	8.0	8.00	100.00	100.00	100.00
3"	8.00	8.0	8.00	100.00	100.00	100.00
3 1/4"	8.00	8.0	8.00	100.00	100.00	100.00
3 1/2"	8.00	8.0	8.00	100.00	100.00	100.00
3 3/4"	8.00	8.0	8.00	100.00	100.00	100.00
4"	8.00	8.0	8.00	100.00	100.00	100.00
4 1/4"	8.00	8.0	8.00	100.00	100.00	100.00
4 1/2"	8.00	8.0	8.00	100.00	100.00	100.00
4 3/4"	8.00	8.0	8.00	100.00	100.00	100.00
5"	8.00	8.0	8.00	100.00	100.00	100.00
5 1/4"	8.00	8.0	8.00	100.00	100.00	100.00
5 1/2"	8.00	8.0	8.00	100.00	100.00	100.00
5 3/4"	8.00	8.0	8.00	100.00	100.00	100.00
6"	8.00	8.0	8.00	100.00	100.00	100.00

TARA	200.0
T+M	200.0
T+M+D	200.0
T+M+L	200.0

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
P. Densid. de Masa Seca (kg/m³)	2000.00
P. Densid. de Masa Húmeda (kg/m³)	2091.340
P. Densid. de Masa Absoluta (kg/m³)	2091.340
P. Unidad Compuesta (kg/m³)	1670
P. Unidad Cuada (kg/m³)	1460
Alumbrón (%)	1.80
Contenido en Humedad (%)	0.83
Modulo de Fricción	0.80
% + 75µm (ASTM)	0.84



MATESTLAB S.A.C.		
<p>REALIZADO POR</p>  <p>MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Control de Materiales</p>	<p>VERIFICADO POR</p>  <p>MATESTLAB S.A.C. KELY YANINA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL CIP N° 142999</p>	<p>AUTORIZADO POR</p>  <p>MATESTLAB S.A.C. RUC 2000470807875 NICOLE CHAMBA BARRETO GERENTE GENERAL</p>

EVALUACIÓN DE LA ADHESIÓN DE JUNTA DE CONSTRUCCIÓN DEL CONCRETO VACIADO EN DOS ETAPAS CON Y SIN PUNTE DE ADHERENCIA EN VIGAS DEBIDO A ESFUERZOS POR FLEXIÓN, LIMA 2021

	DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 211		
	Carga	EQ(0+0)	
	Virtud	II	
	Fecha	15-09-2021	
		Página	1 de 4

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO
MÉTODO DEL ACI 211

PROYECTO	EVALUACIÓN DE LA ADHESIÓN DE LA JUNTA DE CONSTRUCCIÓN DEL CONCRETO VACIADO EN DOS ETAPAS CON Y SIN PUNTE DE ADHERENCIA EN VIGAS DEBIDO A ESFUERZOS POR FLEXIÓN.	REGISTRO N°	2021 - 18130
SOLICITANTE	KEVIN JULIAN TARAZONA REQUEZ	REALIZADO POR	D. Castillo
CÓDIGO DE PROYECTO	---	REVISADO POR	H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB S.A.C	FECHA DE VACIADO	15/09/2021
FECHA DE EMISIÓN	15/09/2021	TURNO	Diurno

Agregado	Ag. Grueso / Ag. Fino	P ^o de diseño	210 kg/m ³
Procedencia	AGREGADOS DE FERRITERIA	Asestamiento	3" - 4"
Cemento	Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla	PATRON

- RELACIÓN AGUA CEMENTO
R_{ac} = 0.58
- DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA
Agua = 193 L
- CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO
Aa = 1.5%
- DATOS DE LABORATORIO

INSUMO	PESO ESPECÍFICO	HUMEDAD	ABS	MF	PUS	PUC	TMV
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m ³						
Agua	1000 kg/m ³						
Aire	---						
Agregado grueso	2507 kg/m ³	0.70%	1.74%	7.70	1403	1501	1
Agregado fino	2056 kg/m ³	3.85%	3.86%	5.00	3488	1673	

- OBSERVACIONES:
- Muestras provistas e identificadas por el solicitante
 - Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB S.A.C

EQUIPO UTILIZADO			
EQUIPO	CÓDIGO	F. CALIBRACIÓN	N° CERT. CALIBRACIÓN
Balanza digital Ohaus 30000g x 1g	MTL LS-10	22/09/2020	131-2020
Balanza digital Herkel 500g x 0.1g	MTL LS-4	24/09/2020	131-2020
Máquina de ensayo universal Forney	MTL TA-1268	12/01/2021	271-2021
Horno digital FT-H18 190L 0° a 200°C	MTL H130	25/04/2020	131-2020

MATESTLAB S.A.C			
TECNICO LAB	ELABORADO	REVISADO	GERENTE GENERAL
 MATESTLAB S.A.C Laboratorio de Ensayo de Materiales	 MATESTLAB S.A.C. KELY YANIRA PINOCHO LOZAGA INGENIERO CIVIL Reg. CP N° 183209		 MATESTLAB S.A.C RUC 20064736372 NICOLLE SWIEPA BARRIETO GERENTE GENERAL

EVALUACIÓN DE LA ADHESIÓN DE JUNTA DE CONSTRUCCIÓN DEL CONCRETO VACIADO EN DOS ETAPAS CON Y SIN PUNTE DE ADHERENCIA EN VIGAS DEBIDO A ESFUERZOS POR FLEXIÓN, LIMA 2021

	DISEÑO DE MEZCLA SEGUN METODO ACI 311	
	Orden	3040-01
	Yoneda	01
	Fecha	15-06-2021
	Nombre	4 de 4

DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO
MÉTODO DEL ACI 311

PROYECTO	EVALUACIÓN DE LA ADHESIÓN DE LA JUNTA DE CONSTRUCCIÓN DEL CONCRETO VACIADO EN DOS ETAPAS CON Y SIN PUNTE DE ADHERENCIA EN VIGAS DEBIDO A ESFUERZOS POR FLEXIÓN.	REGISTRO N°	2021 - 78120
SOLICITANTE	KEVIN JULIAN TARAZONA REQUEZ	REALIZADO POR	D. Castillo
CÓDIGO DE PROYECTO	---	REVISADO POR	H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB S.A.C	FECHA DE VACIADO	15/12/2021
FECHA DE EMISIÓN	15/12/2021	TURNO	Diurno
Agregado	Ag. Grueso / Ag. Fino	f'c de diseño	210 kg/cm ²
Procedencia	AGREGADOS DE FERRETERIA	Asentamiento	3" - 4"
Cemento	Cemento SOL Tipo 1	Código de mezcla	PATRON

1. RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN REQUERIDA

f'c = 294

5. CÁLCULO DE LA CANTIDAD DE CEMENTO

Cemento = 345 kg

2. RELACIÓN AGUA CEMENTO

R/a = 0,56

6. FACTOR CEMENTO

Sebas x 100 = 8,1 Bolos

3. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE AGUA

Agua = 193 L

4. CANTIDAD DE AIRE ATRAPADO

Aa = 1,6%

7. CÁLCULO DEL VOLUMEN DE AGREGADOS

INGREDIENTE	PESO ESPECÍFICO	VOLUMEN ABSOLUTO					
Cemento SOL Tipo 1	3150 kg/m ³	0,1094 m ³					
Agua	1000 kg/m ³	0,1930 m ³					
Aire	---	0,0190 m ³					
Volumen de pasta			0,3174 m ³				
Volumen de agregados			0,8826 m ³				
				HUMEDAD	ABSORCIÓN	MÓD. FREJA	P. U. SUELTO
Agregado grueso	1877 kg/m ³	---	0,20%	1,74%	7,10	1450	1
Agregado fino	2020 kg/m ³	---	3,83%	1,88%	3,80	1450	

8. PROPORCIÓN DE AGREGADOS SECOS

Agregado grueso = 0,2307 m³ = 806 kg

Agregado fino = 0,3429 m³ = 911 kg

11. VOLUMEN DE TANDA DE PRUEBA

0,04 m³

Cemento SOL Tipo 1 13,06 kg

Agua 0,33 L

Agregado grueso 31,06 kg

Agregado fino 32,10 kg

Slump Otendido 4"

9. PESO HÚMEDO DE LOS AGREGADOS - CORRECCIÓN POR HUMEDAD

Agregado grueso 887 kg

Agregado fino 946 kg

10. AGUA EFECTIVA CORREGIDA POR ABSORCIÓN Y HUMEDAD

Agua 187 L

12. PROPORCIÓN EN VOLUMEN DE OBRA

CEM. A.F. A.G. AGUA

1 : 2,7 : 3,57 : 23,1 L/Bolos

OBSERVACIONES

* Muestras provisionales e identificadas por el solicitante

* Prohíbe la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de MATESTLAB S.A.C

MATESTLAB S.A.C			
TECNICO LEVE	#	JEFE LEVE	#
Nombre y Apellido	M	Nombre y Apellido	M
			
	MATESTLAB S.A.C Laboratorio de Ensayo de Materiales	MATESTLAB S.A.C KELLY YANINE TINGO LOZADA INGENIERO CIVIL Reg. CIP N° 182899	MATESTLAB S.A.C RUC 20804786072 NICOLLE GUMPA BARRETO GERENTE GENERAL

RESULTADOS DE ENSAYO DE ESPECÍMENES

RESULTADO DE ENSAYO DE ROTURA DE PROBETAS

EVALUACIÓN DE LA ADHESIÓN DE JUNTA DE CONSTRUCCIÓN DEL CONCRETO VACIADO EN DOS ETAPAS CON Y SIN PUNTE DE ADHERENCIA EN VIGAS DEBIDO A ESFUERZOS POR FLEXIÓN, LIMA 2021

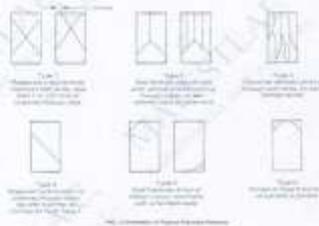
	MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRÓBETAS ASTM C39		Objeto:	Estudios
			Fecha:	01
			Edición:	20110201
			Revisión:	1.0-1

**MÉTODO DE PRUEBA ESTÁNDAR PARA LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE PRÓBETAS
ELABORADO EN PERÚ**

PROYECTO	EVALUACIÓN DE LA ADHESIÓN DE LA JUNTA DE CONSTRUCCIÓN DEL CONCRETO VACIADO EN DOS ETAPAS CON Y SIN PUNTE DE ADHERENCIA EN VIGAS DEBIDO A ESFUERZOS POR FLEXIÓN.	REGISTRO N°:	2021 - TS120
SOLICITANTE	KEVIN JULIAN TARAZONA REQUEZ	REALIZADO POR:	D. Castillo
CÓDIGO DE PROYECTO		REVISADO POR:	H. Flores
UBICACIÓN DE PROYECTO	Desarrollado en las instalaciones de MATESTLAB S.A.C.	FECHA DE EMISIÓN:	25/11/2021
FECHA DE EMISIÓN	25/11/2021	TURNO:	Diurno
Tipo de muestra	Concreto endurecido		
Presentación	Especímenes cilíndricos 6" x 12"		
f'c de diseño	210 kg/cm ²		

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CONCRETO ENDURECIDO ASTM C39

IDENTIFICACIÓN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD	RELACIÓN ALTURA / DIÁMETRO	ESFUERZO	% F _c
PRÓBETA N° 01 DISEÑO PATRON f _c = 210 kg/cm ²	18/11/2021	25/11/2021	7 días	2,00	171 kg/cm ²	81,2
PRÓBETA N° 02 DISEÑO PATRON f _c = 210 kg/cm ²	18/11/2021	25/11/2021	7 días	2,00	177 kg/cm ²	84,3
PRÓBETA N° 03 DISEÑO PATRON f _c = 210 kg/cm ²	18/11/2021	25/11/2021	7 días	2,00	180 kg/cm ²	85,8
PRÓBETA N° 04 DISEÑO PATRON f _c = 210 kg/cm ²	18/11/2021	25/11/2021	7 días	2,00	172 kg/cm ²	82,0
PRÓBETA N° 05 DISEÑO PATRON f _c = 210 kg/cm ²	18/11/2021	25/11/2021	7 días	2,00	177 kg/cm ²	84,2
PRÓBETA N° 06 DISEÑO PATRON f _c = 210 kg/cm ²	18/11/2021	25/11/2021	7 días	2,00	179 kg/cm ²	84,8
PRÓBETA N° 07 DISEÑO PATRON f _c = 210 kg/cm ²	18/11/2021	25/11/2021	7 días	2,00	174 kg/cm ²	82,7
PRÓBETA N° 08 DISEÑO PATRON f _c = 210 kg/cm ²	18/11/2021	25/11/2021	7 días	2,00	179 kg/cm ²	85,1



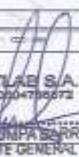
Coefficient of Variation*	Acceptable Range* of Individual Cylinder Strength	
	2 cylinders	3 cylinders
6 by 12 in. (150 by 300 mm) Laboratory conditions Field conditions	2.4 % 3.2 %	4.6 % 3.2 %
4 by 8 in. (100 by 200 mm) Laboratory conditions	3.2 %	3.0 % 10.0 %

Diseño ASTM C39

Según ASTM C39

OBSERVACIONES:

- * Muestras elaboradas y curadas por el personal técnico de MATESTLAB S.A.C.
- * Las muestras cumplen con la relación altura / diámetro por lo que no fue necesaria la corrección de esfuerzo.

 MATESTLAB S.A.C. Laboratorio de Ensayo de Materiales	 MATESTLAB S.A.C. KELY YANIRA TINOCO LOZADA INGENIERO CIVIL RUC CIP N° 193409	 MATESTLAB S.A.C. RUC 20204730072 NICOLLE COMPA BARRETO GERENTE GENERAL
---	---	---

FORMATO 1: TABLAS DE RECOLECCION DE DATOS

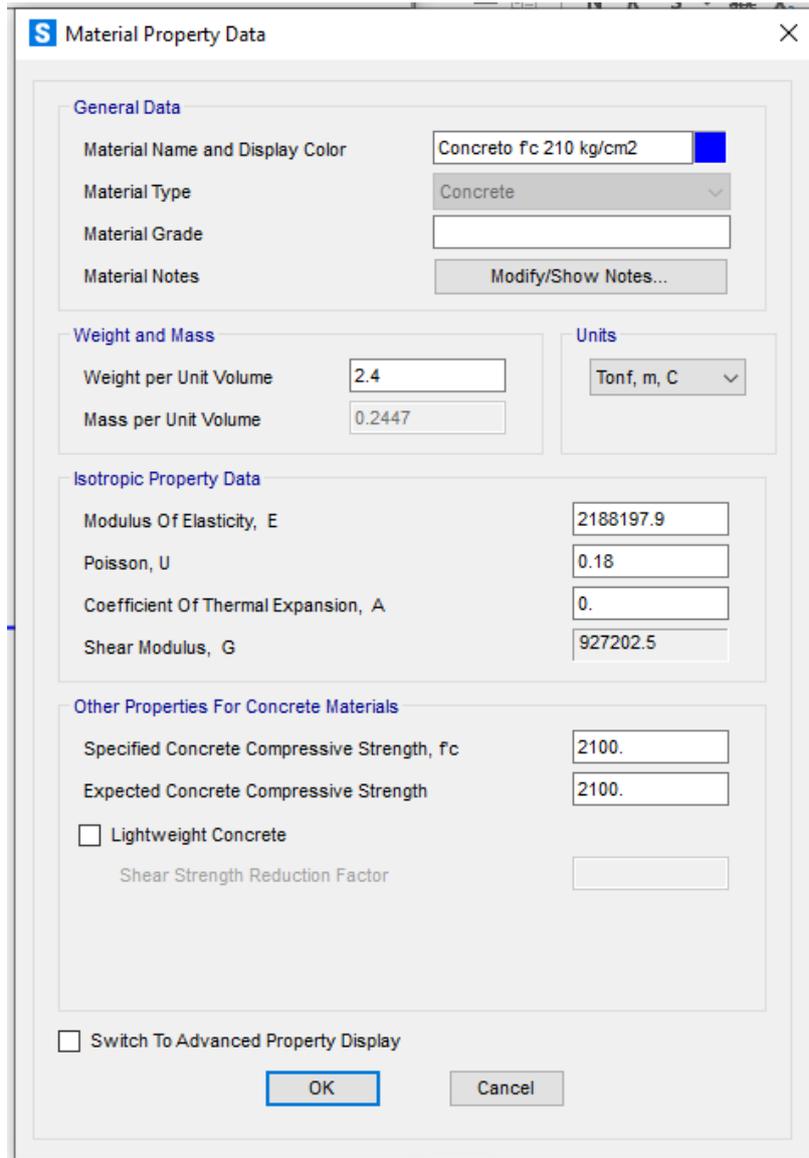
FORMATO DE RECOLECCION DE DATOS

N°	VIGAS ESPÉCIMEN	FECHA			TIEMPO (DIAS)	f _c (kg/cm ²)	DIMENSIONES (axhxl) cm	CARGA DE ROTURA (kg-f)
		PRIMER VACEADO	SEGUNDO VACEADO	ENSAYO DE ROTURA				
1	MONOLÍTICO	16/11/21	—	25/11/21	7	210	15x15x50	1837
2	MONOLÍTICO	16/11/21	—	25/11/21	7	210	15x15x50	1864
3	MONOLÍTICO	16/11/21	—	25/11/21	7	210	15x15x50	2076
4	CON J.C. SIN P.A.	16/11/21	17/11/21	25/11/21	7	210	15x15x50	1714
5	CON J.C. SIN P.A.	16/11/21	17/11/21	25/11/21	7	210	15x15x50	767
6	CON J.C. SIN P.A.	16/11/21	17/11/21	25/11/21	7	210	15x15x50	1513
7	CON J.C. CON P.A.	16/11/21	17/11/21	25/11/21	7	210	15x15x50	1983
8	CON J.C. CON P.A.	16/11/21	17/11/21	25/11/21	7	210	15x15x50	2061
9	CON J.C. CON P.A.	16/11/21	17/11/21	25/11/21	7	210	15x15x50	1820

ANEXO 3

ANÁLISIS CON SOFTWARE ESTRUCTURAL SAP 2000

MATERIAL



The image shows a screenshot of the 'Material Property Data' dialog box in SAP 2000. The dialog is titled 'Material Property Data' and contains several sections for defining material properties.

General Data

- Material Name and Display Color: Concreto f_c 210 kg/cm² (with a blue color swatch)
- Material Type: Concrete (dropdown menu)
- Material Grade: (empty text box)
- Material Notes: Modify/Show Notes... (button)

Weight and Mass

- Weight per Unit Volume: 2.4
- Mass per Unit Volume: 0.2447

Units

- Units: Tonf, m, C (dropdown menu)

Isotropic Property Data

- Modulus Of Elasticity, E: 2188197.9
- Poisson, U: 0.18
- Coefficient Of Thermal Expansion, A: 0.
- Shear Modulus, G: 927202.5

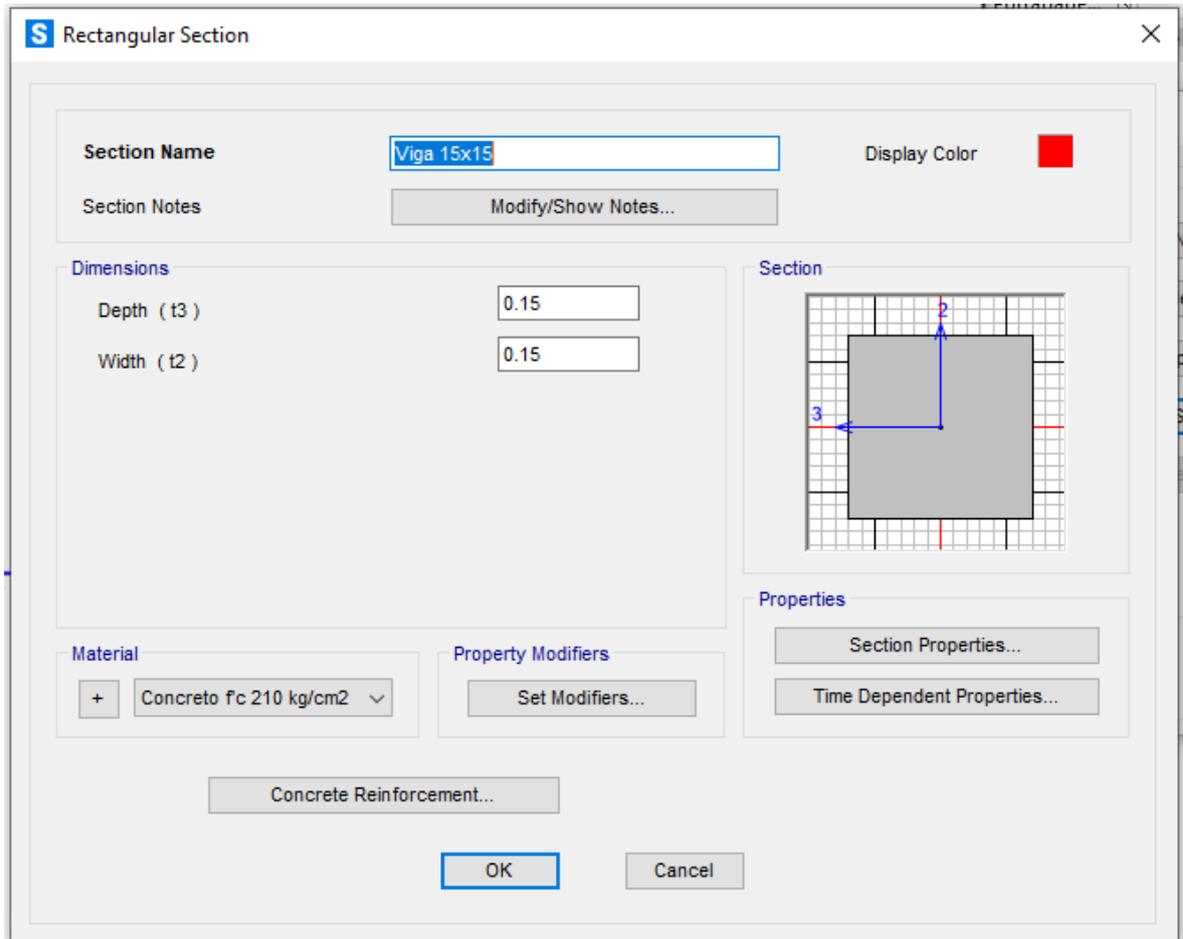
Other Properties For Concrete Materials

- Specified Concrete Compressive Strength, f_c: 2100.
- Expected Concrete Compressive Strength: 2100.
- Lightweight Concrete
- Shear Strength Reduction Factor: (empty text box)

Switch To Advanced Property Display

Buttons: OK, Cancel

SECCIÓN DE VIGA (L= 0.50 m)



S Rectangular Section

Section Name: Display Color: ■

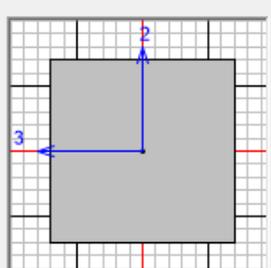
Section Notes:

Dimensions

Depth (t3):

Width (t2):

Section

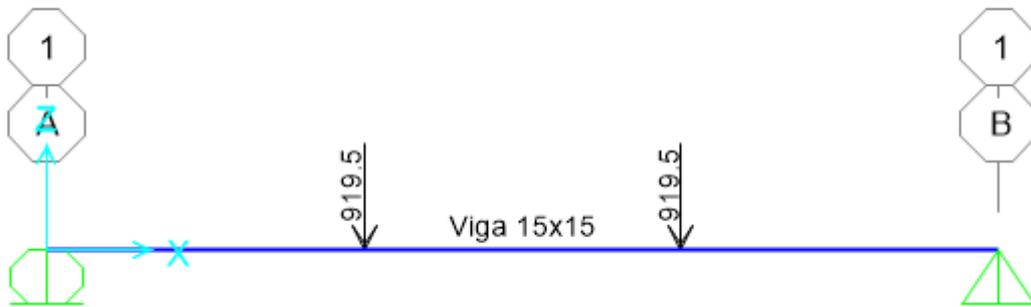
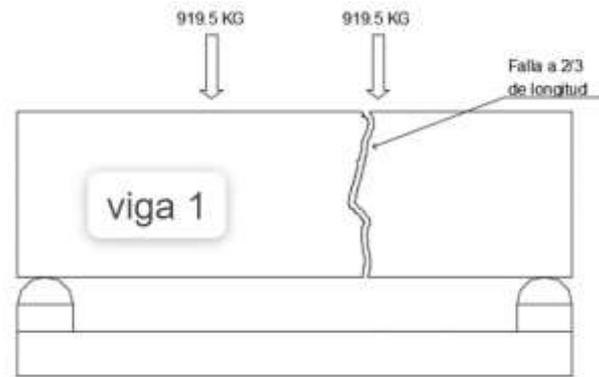


Material

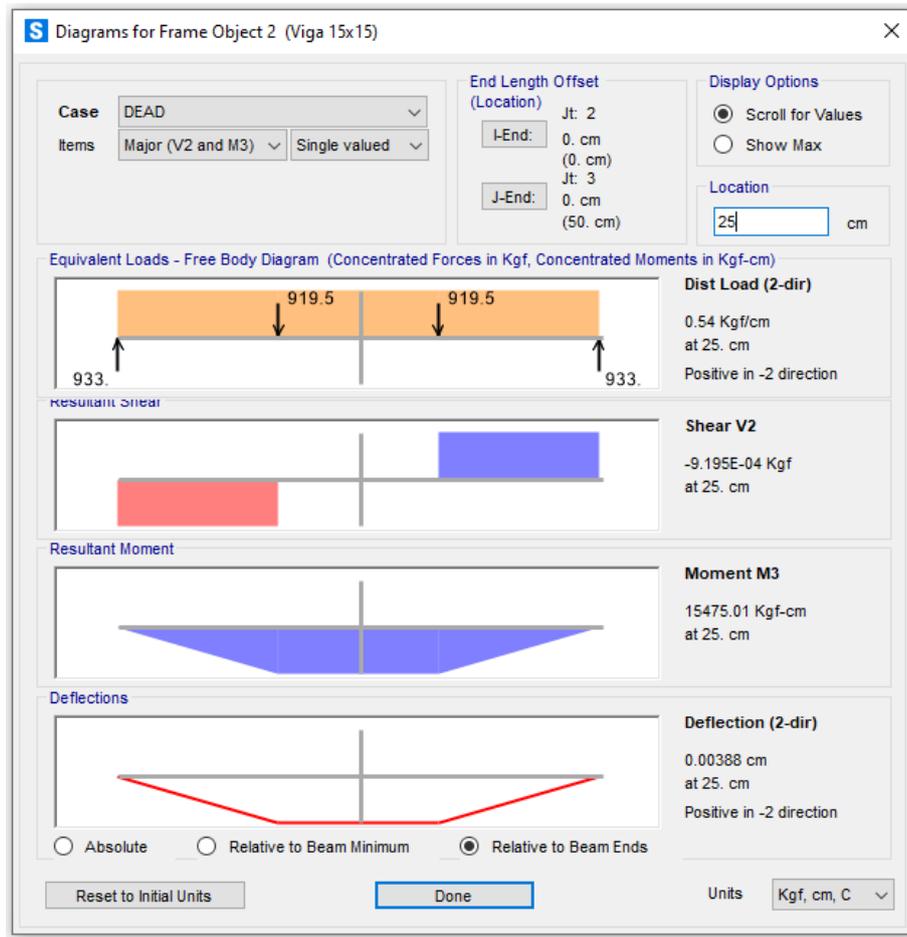
Property Modifiers

Properties

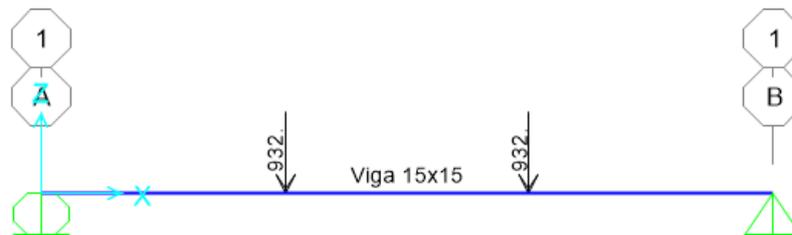
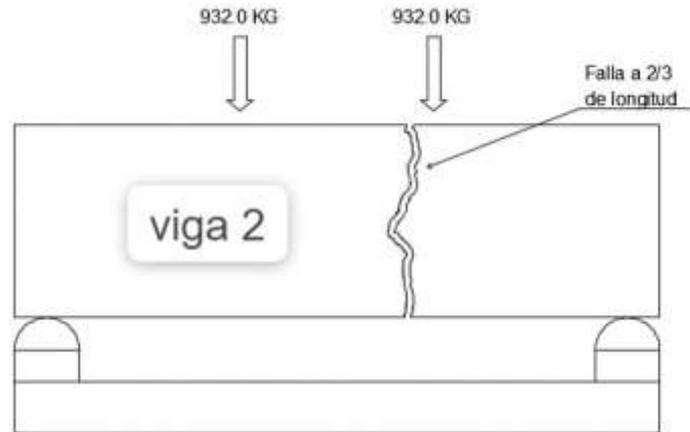
EVALUACIÓN DE LA ADHESIÓN DE JUNTA DE CONSTRUCCIÓN DEL CONCRETO VACIADO EN DOS ETAPAS CON Y SIN PUNTE DE ADHERENCIA EN VIGAS DEBIDO A ESFUERZOS POR FLEXIÓN, LIMA 2021

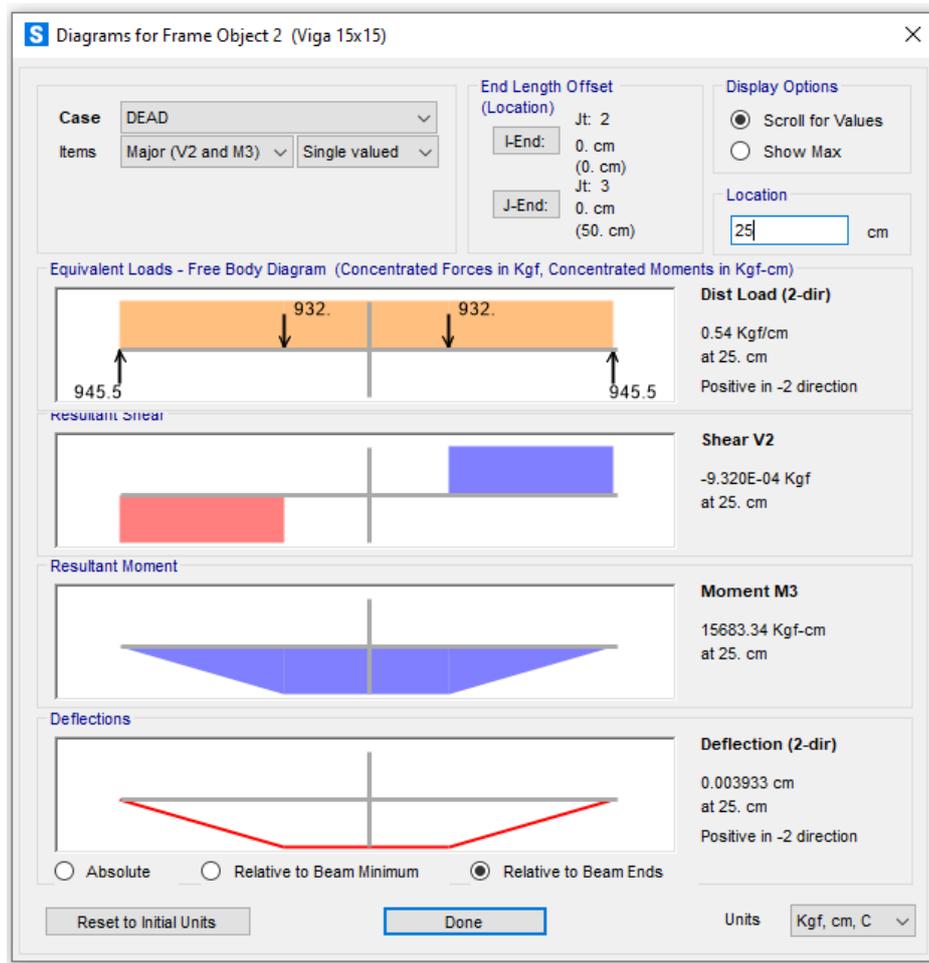


EVALUACIÓN DE LA ADHESIÓN DE JUNTA DE CONSTRUCCIÓN DEL CONCRETO VACIADO EN DOS ETAPAS CON Y SIN PUNTE DE ADHERENCIA EN VIGAS DEBIDO A ESFUERZOS POR FLEXIÓN, LIMA 2021

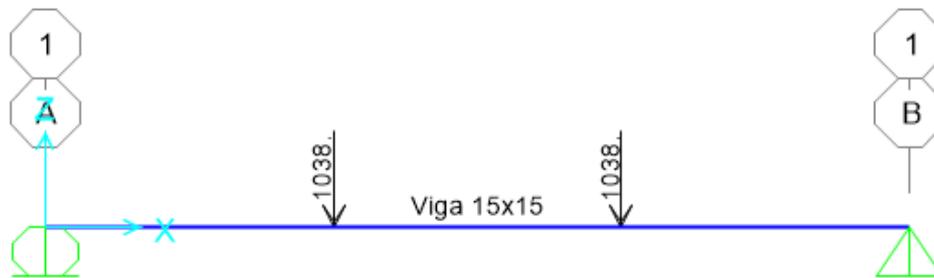
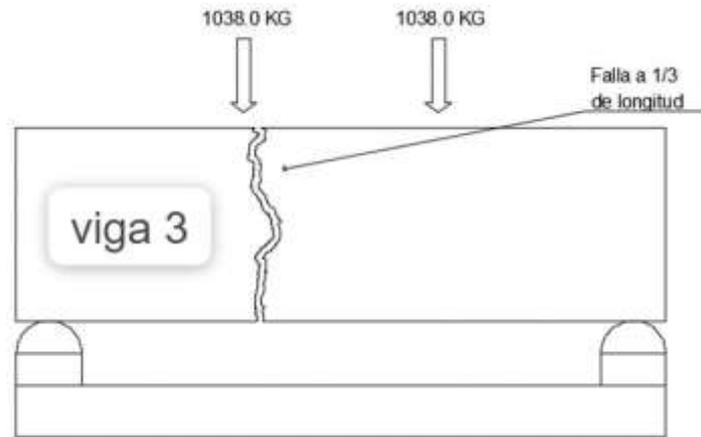


EVALUACIÓN DE LA ADHESIÓN DE JUNTA DE CONSTRUCCIÓN DEL CONCRETO VACIADO EN DOS ETAPAS CON Y SIN PUNTE DE ADHERENCIA EN VIGAS DEBIDO A ESFUERZOS POR FLEXIÓN, LIMA 2021

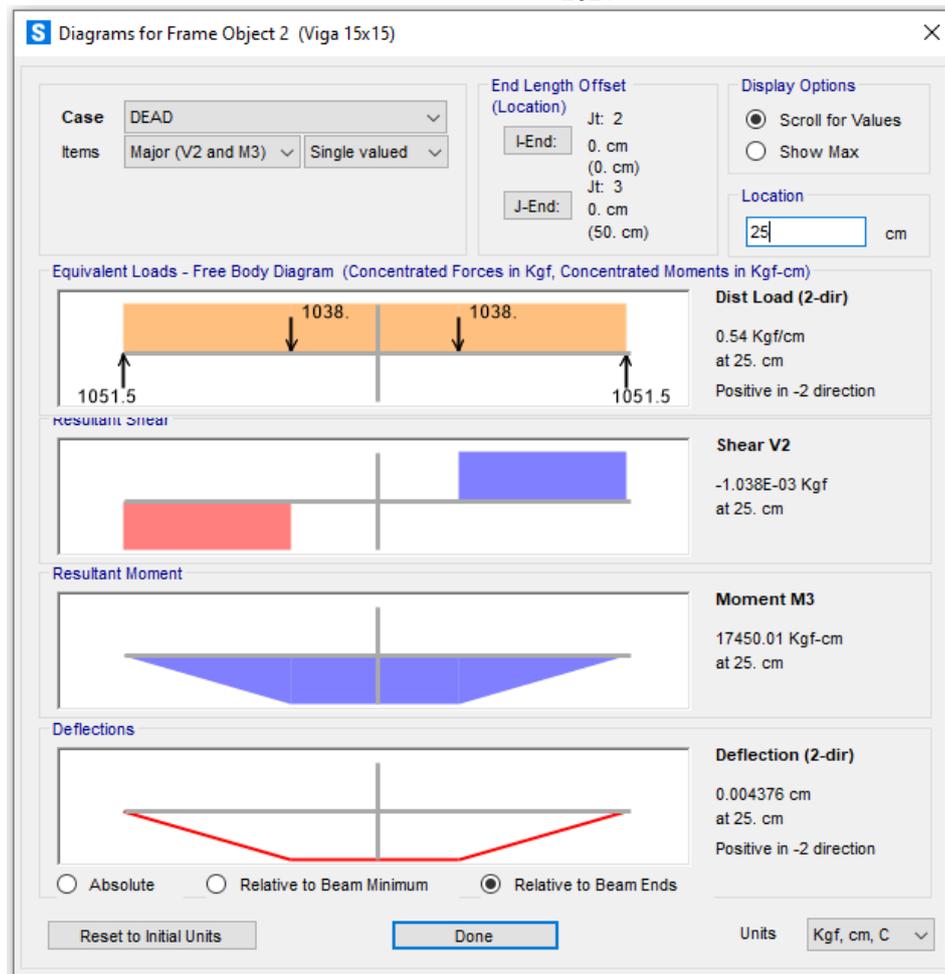




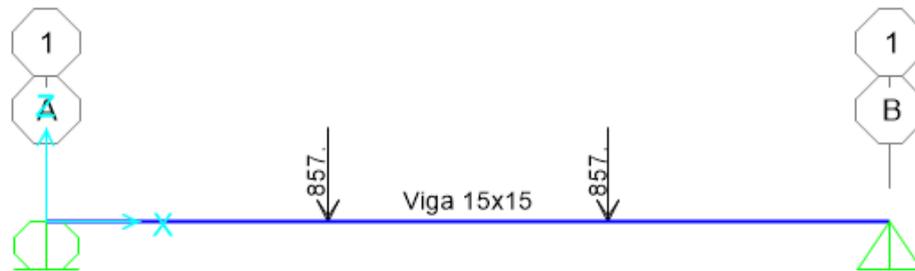
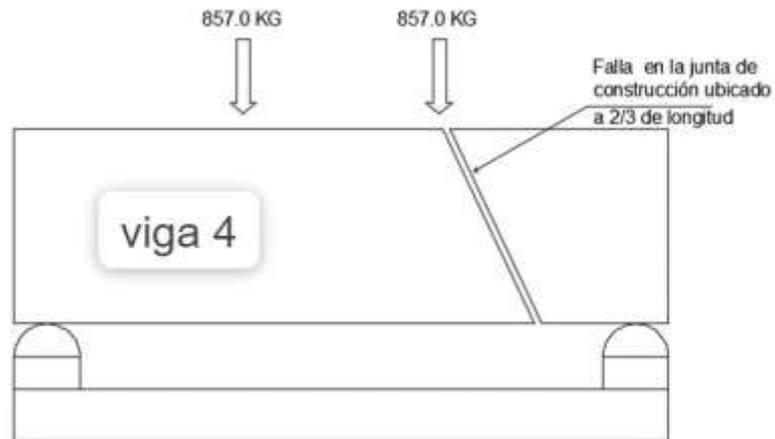
EVALUACIÓN DE LA ADHESIÓN DE JUNTA DE CONSTRUCCIÓN DEL CONCRETO VACIADO EN DOS ETAPAS CON Y SIN PUNTE DE ADHERENCIA EN VIGAS DEBIDO A ESFUERZOS POR FLEXIÓN, LIMA 2021



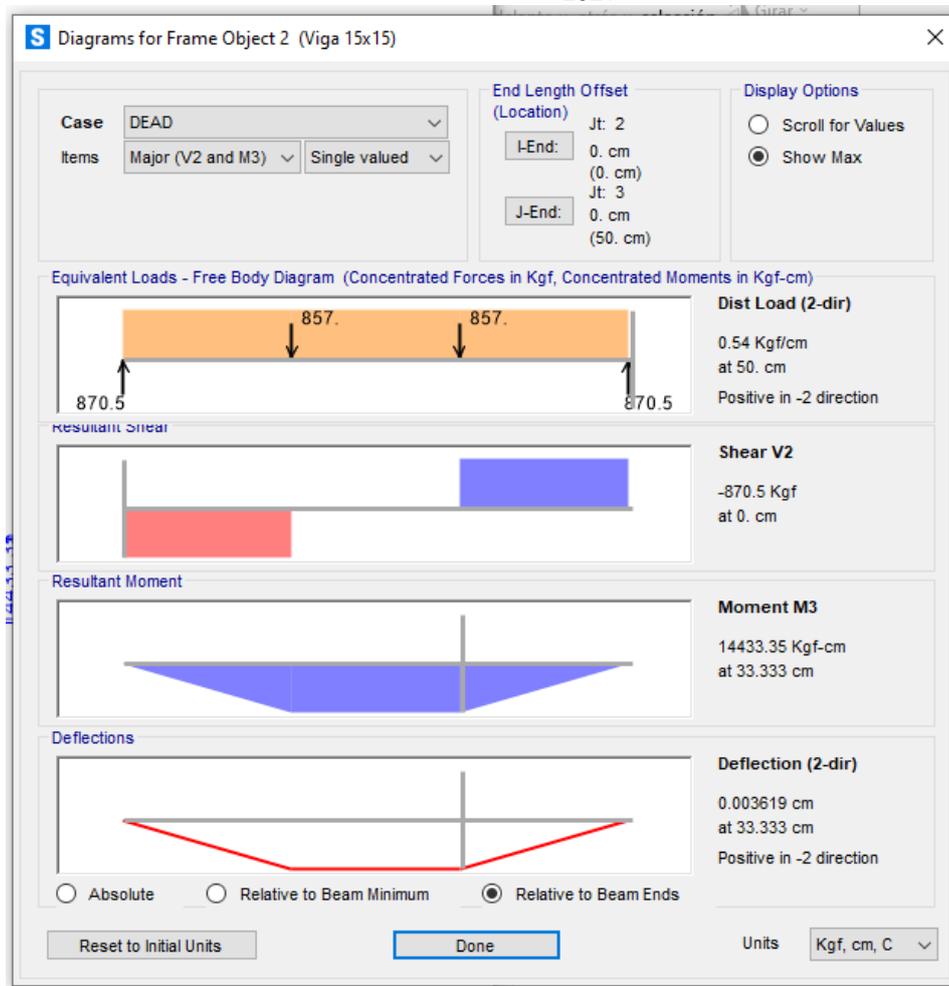
EVALUACIÓN DE LA ADHESIÓN DE JUNTA DE CONSTRUCCIÓN DEL CONCRETO VACIADO EN DOS ETAPAS CON Y SIN PUNTE DE ADHERENCIA EN VIGAS DEBIDO A ESFUERZOS POR FLEXIÓN, LIMA 2021



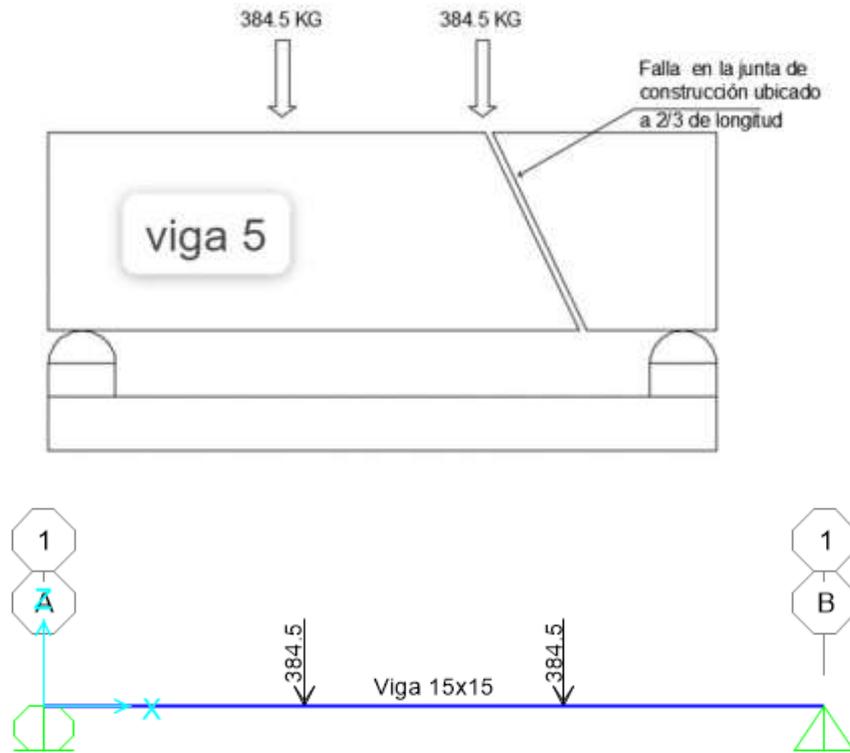
EVALUACIÓN DE LA ADHESIÓN DE JUNTA DE CONSTRUCCIÓN DEL CONCRETO VACIADO EN DOS ETAPAS CON Y SIN PUNTE DE ADHERENCIA EN VIGAS DEBIDO A ESFUERZOS POR FLEXIÓN, LIMA 2021



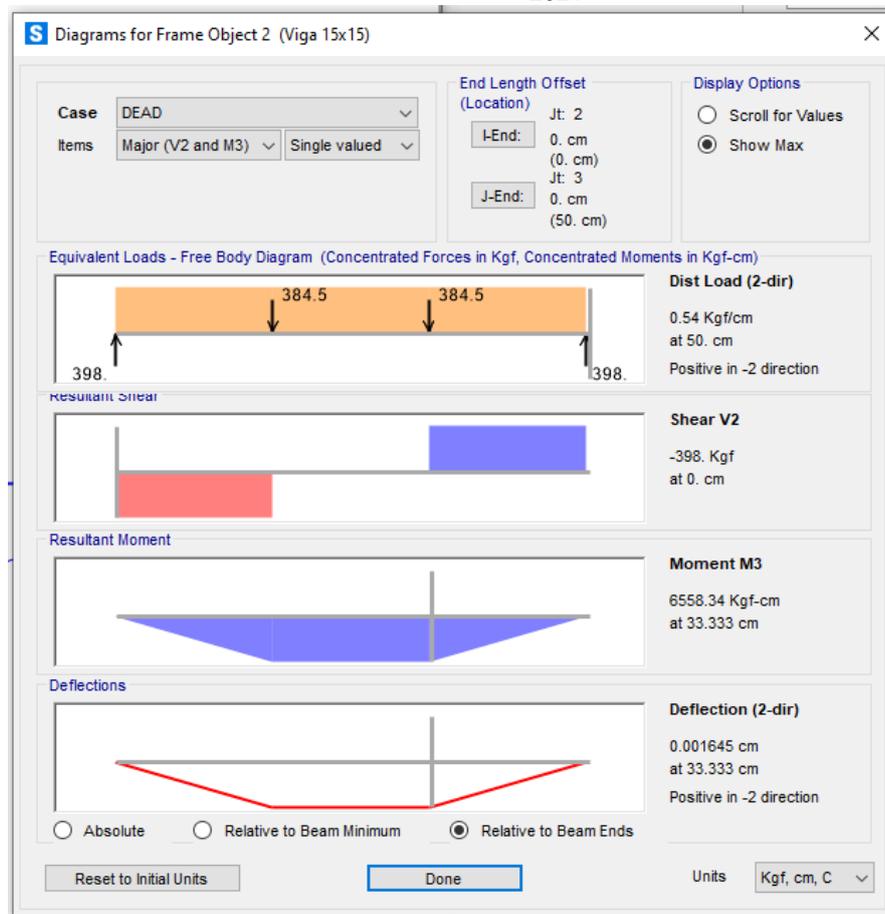
EVALUACIÓN DE LA ADHESIÓN DE JUNTA DE CONSTRUCCIÓN DEL CONCRETO VACIADO EN DOS ETAPAS CON Y SIN PUNTEO DE ADHERENCIA EN VIGAS DEBIDO A ESFUERZOS POR FLEXIÓN, LIMA 2021



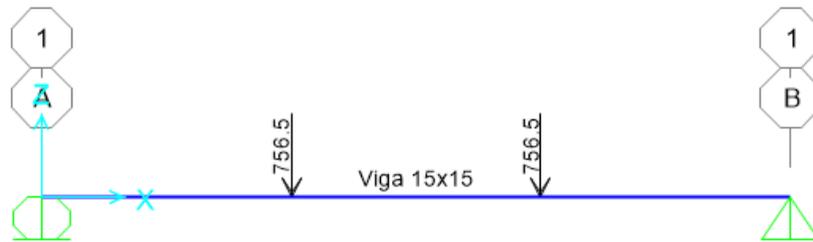
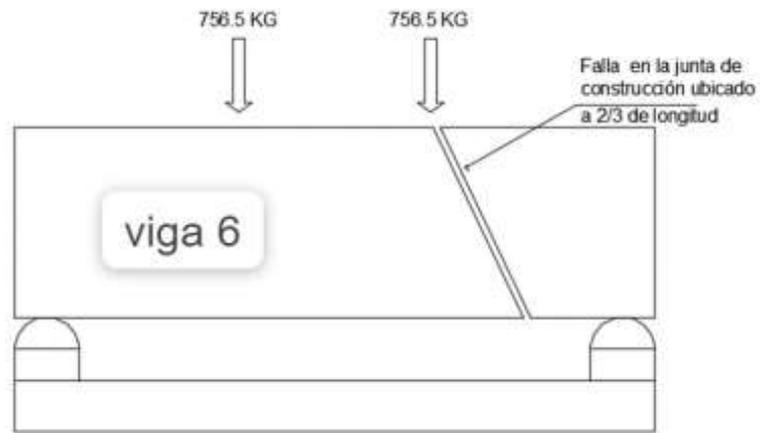
EVALUACIÓN DE LA ADHESIÓN DE JUNTA DE CONSTRUCCIÓN DEL CONCRETO VACIADO EN DOS ETAPAS CON Y SIN PUENTE DE ADHERENCIA EN VIGAS DEBIDO A ESFUERZOS POR FLEXIÓN, LIMA 2021

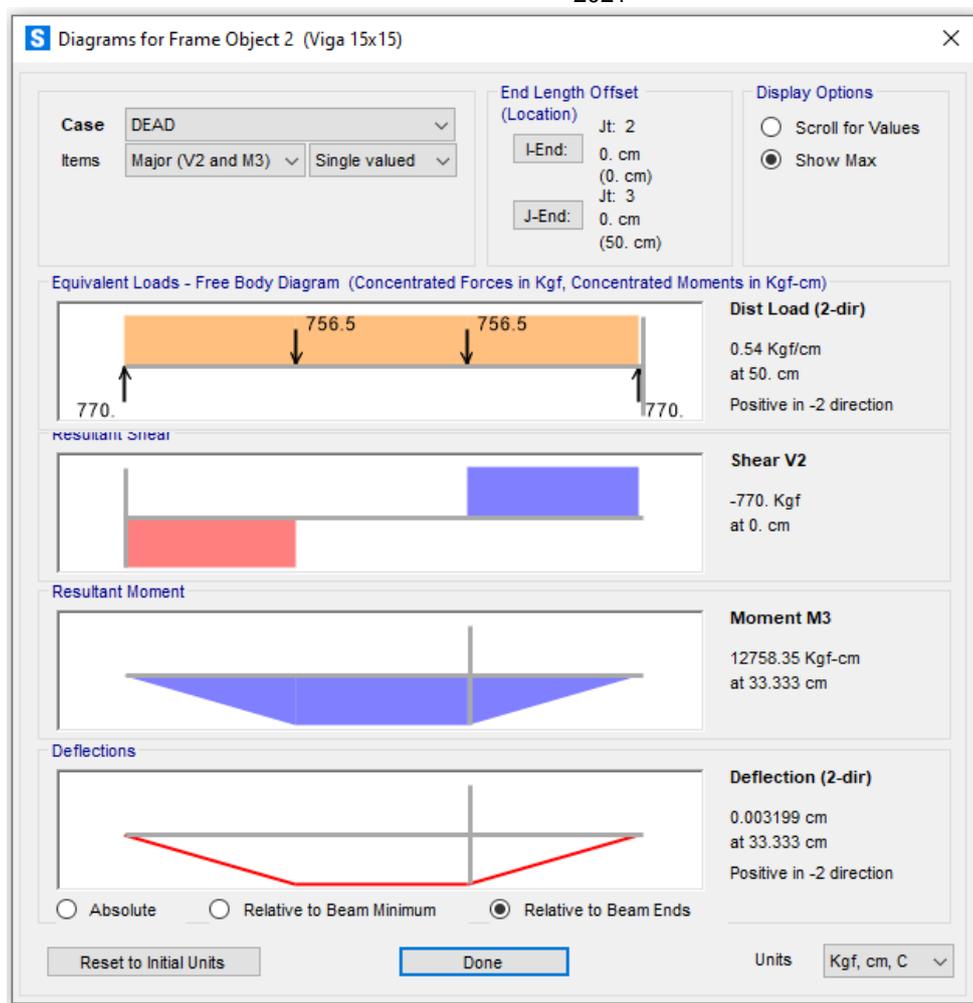


EVALUACIÓN DE LA ADHESIÓN DE JUNTA DE CONSTRUCCIÓN DEL CONCRETO VACIADO EN DOS ETAPAS CON Y SIN PUNTE DE ADHERENCIA EN VIGAS DEBIDO A ESFUERZOS POR FLEXIÓN, LIMA 2021

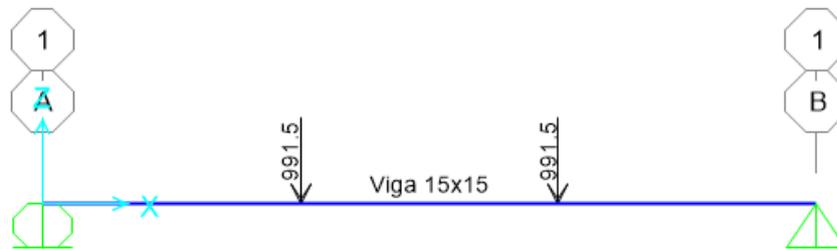
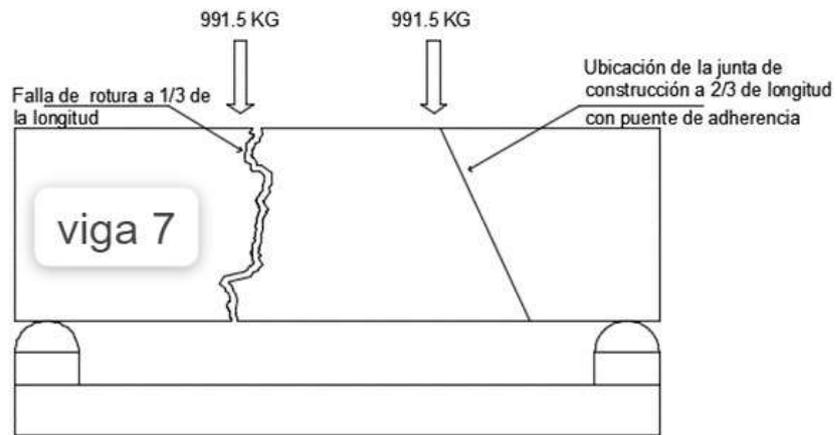


EVALUACIÓN DE LA ADHESIÓN DE JUNTA DE CONSTRUCCIÓN DEL CONCRETO VACIADO EN DOS ETAPAS CON Y SIN PUNTE DE ADHERENCIA EN VIGAS DEBIDO A ESFUERZOS POR FLEXIÓN, LIMA 2021

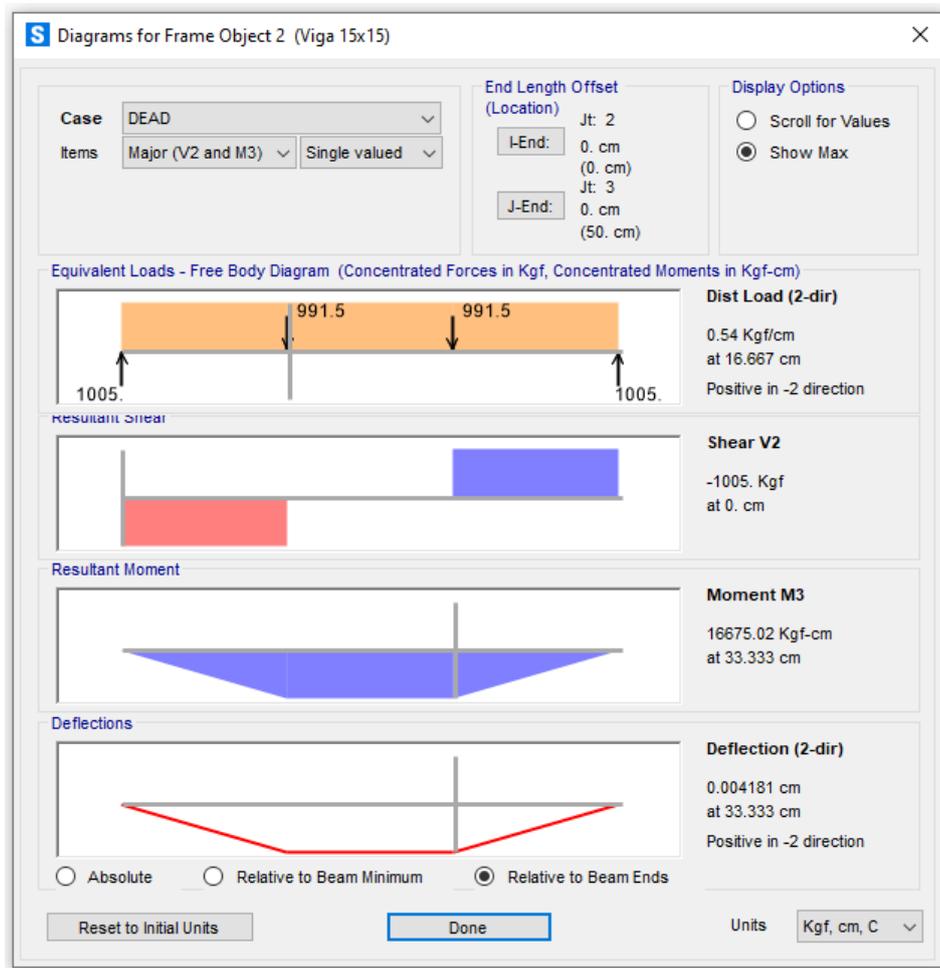




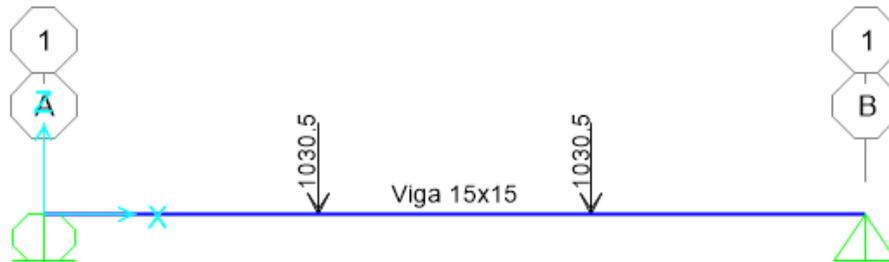
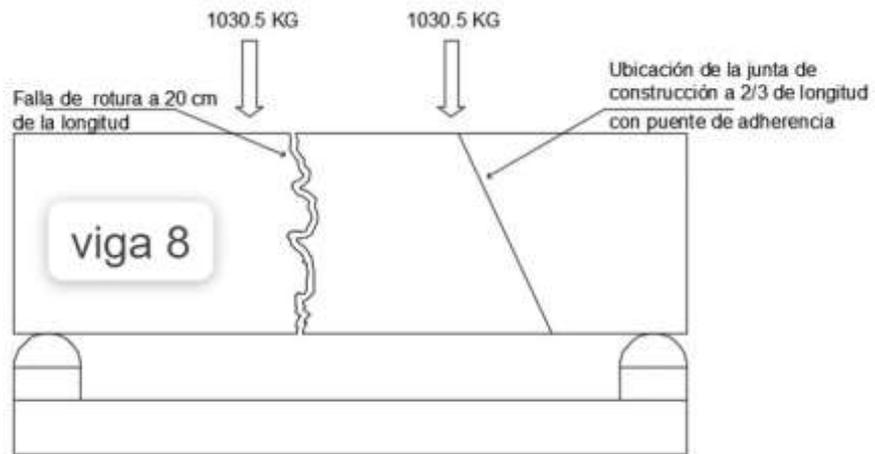
EVALUACIÓN DE LA ADHESIÓN DE JUNTA DE CONSTRUCCIÓN DEL CONCRETO VACIADO EN DOS ETAPAS CON Y SIN PUNTE DE ADHERENCIA EN VIGAS DEBIDO A ESFUERZOS POR FLEXIÓN, LIMA 2021

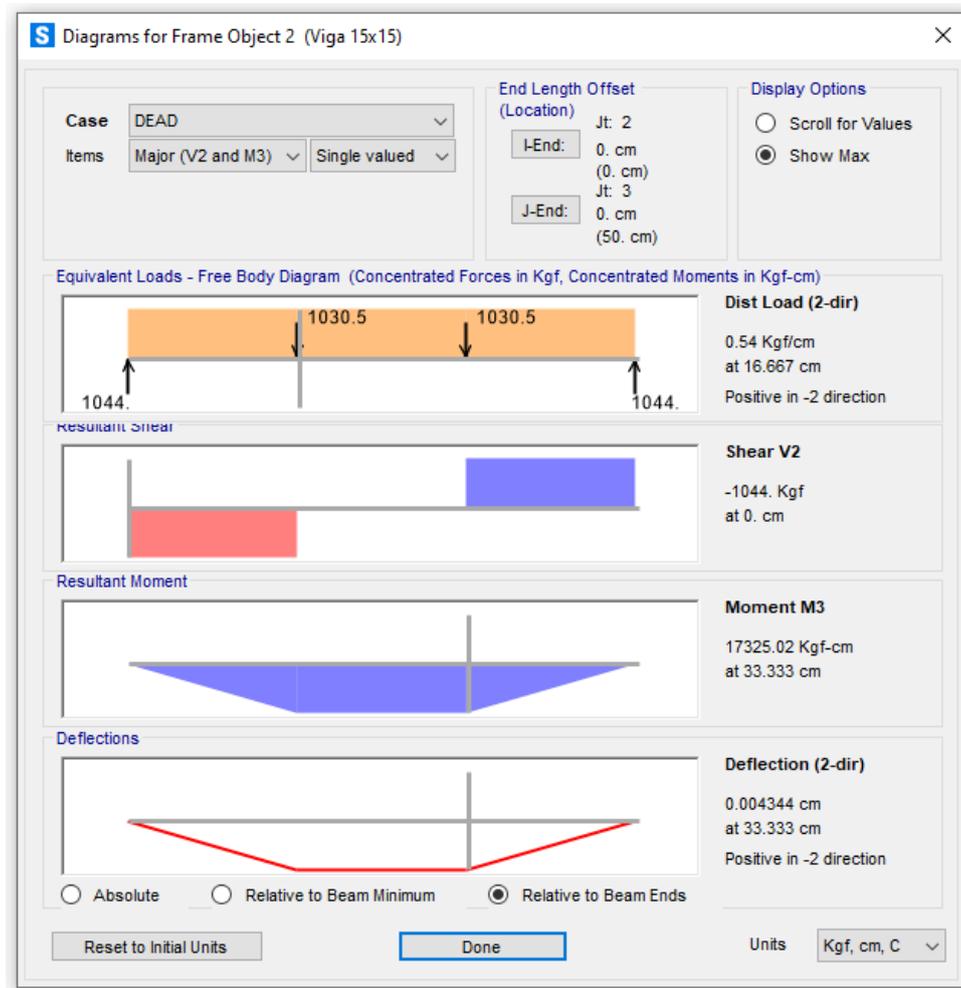


EVALUACIÓN DE LA ADHESIÓN DE JUNTA DE CONSTRUCCIÓN DEL CONCRETO VACIADO EN DOS ETAPAS CON Y SIN PUNTEO DE ADHERENCIA EN VIGAS DEBIDO A ESFUERZOS POR FLEXIÓN, LIMA 2021

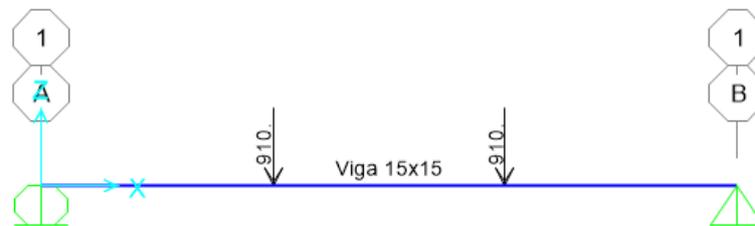
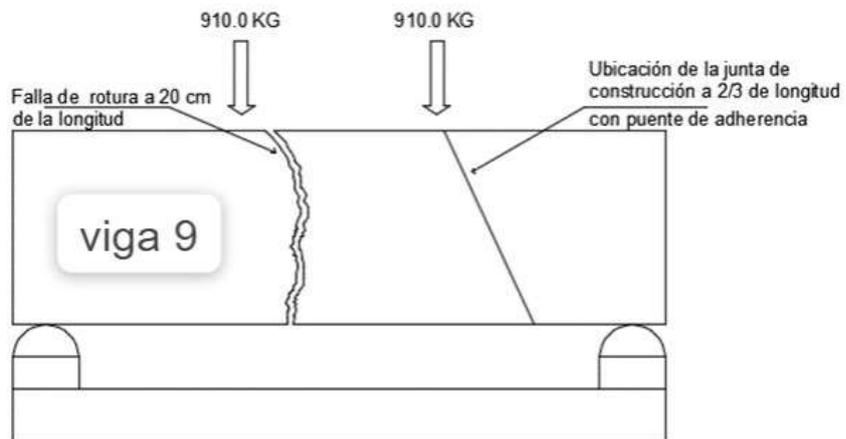


EVALUACIÓN DE LA ADHESIÓN DE JUNTA DE CONSTRUCCIÓN DEL CONCRETO VACIADO EN DOS ETAPAS CON Y SIN PUENTE DE ADHERENCIA EN VIGAS DEBIDO A ESFUERZOS POR FLEXIÓN, LIMA 2021

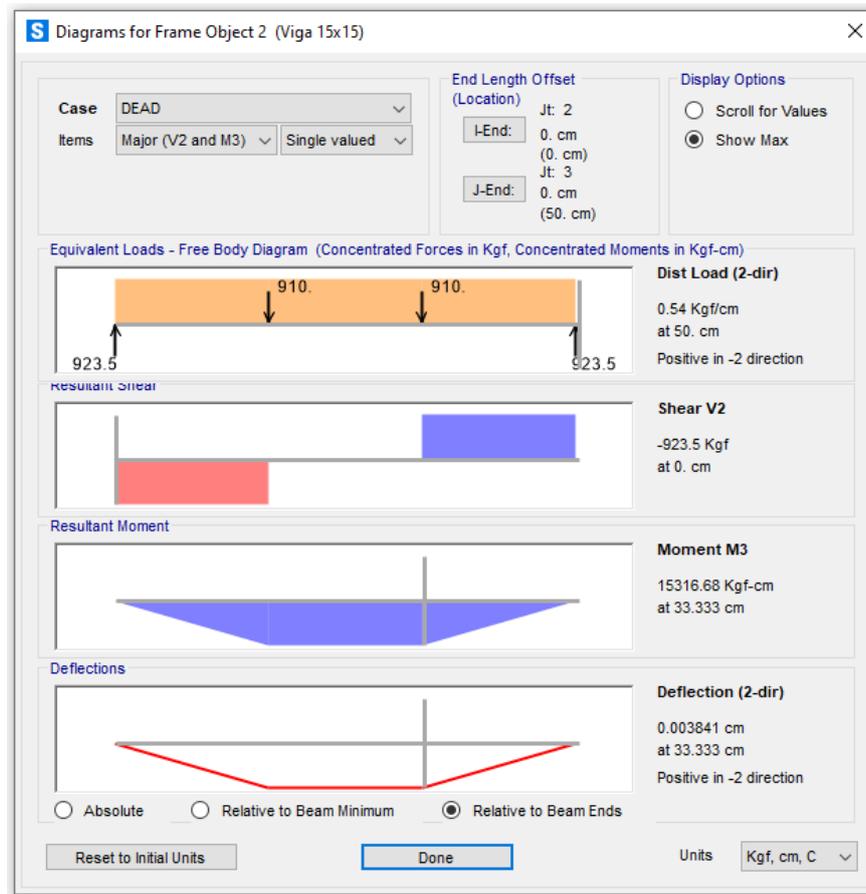




EVALUACIÓN DE LA ADHESIÓN DE JUNTA DE CONSTRUCCIÓN DEL CONCRETO VACIADO EN DOS ETAPAS CON Y SIN PUENTE DE ADHERENCIA EN VIGAS DEBIDO A ESFUERZOS POR FLEXIÓN, LIMA 2021



EVALUACIÓN DE LA ADHESIÓN DE JUNTA DE CONSTRUCCIÓN DEL CONCRETO VACIADO EN DOS ETAPAS CON Y SIN PUNTE DE ADHERENCIA EN VIGAS DEBIDO A ESFUERZOS POR FLEXIÓN, LIMA 2021



ANEXOS 4

PANEL FOTOGRAFICO



Foto N° 01: En la fotografía se observa los instrumentos de laboratorio.



Foto N° 02: En la fotografía se observa el pesaje de los materiales a ensayar.



Foto N° 03: En la fotografía se observa el pesaje de los materiales a ensayar.



Foto N° 04: En la fotografía se observa el recipiente para hallar el peso unitario.



Foto N° 05: En la fotografía se observa los materiales en el horno de secado.



Foto N° 06: En la fotografía se observa los instrumentos para el tamizado.



Foto N° 07: En la fotografía se observa el proceso de gravedad específica.



Foto N° 08: En la fotografía se observa el proceso de la gravedad específica.



Foto N° 09: En la fotografía se observa el proceso de gravedad específica.



Foto N° 10: En la fotografía se observa el proceso de gravedad específica.



Foto N° 11: En la fotografía se observa los materiales para diseño de mezcla en la segunda etapa de vaciado.



Foto N° 12: En la fotografía se observa la junta de construcción sin puente de adherencia en la viga.



Foto N° 13: En la fotografía se observa la junta de construcción con y sin puente de adherencia en las vigas



Foto N° 14: En la fotografía se observa el proceso de curado de los especímenes.



Foto N° 15: En la fotografía se observa la viga M1 retirado de la poza de curado después de 7 días de curado.



Foto N° 16: En la fotografía se observa la demarcación de los especímenes antes de ser ensayados.



Foto N° 17: En la fotografía se observa el inicio de los ensayos.

ANEXOS 5

PRUEBA DE HIPÓTESIS CON ESTADISTICA INFERENCIAL

CAPÍTULO V: RESULTADOS

INFERENCIA ESTADÍSTICA

Los resultados obtenidos en el presente capítulo, se fundamentan en el orden del objetivo e hipótesis de la investigación, como se detalla a continuación:

Objetivo general:

Evaluar de la adhesión de junta de construcción del concreto vaciado en dos etapas con y sin puente de adherencia en vigas debido a esfuerzos por flexión.

Hipótesis:

Planteamiento de la hipótesis del investigador:

La evaluación permitirá determinar el grado de adhesión de la junta de construcción del concreto vaciado en dos etapas, con y sin puente de adherencia en vigas, debido a esfuerzos por flexión.

Planteamiento estadístico de la prueba de hipótesis

PRIMERO: Plantear las hipótesis:

Hipótesis nula (H_0): No existe diferencia significativa entre los valores de la carga de rotura (kg-f), de la viga con junta de construcción sin puente de adherencia (J.C. sin P.A.), con la viga con junta de construcción con puente de adherencia (J.C. con P.A.).

Promedio carga rotura viga J.C. con P.A. \leq Promedio carga rotura viga J.C. sin P.A.

Hipótesis alterna (Ha): Si existe diferencia significativa entre los valores de la carga de rotura (kg-f), de la viga con junta de construcción sin puente de adherencia (J.C. sin P.A.), con la viga con junta de construcción con puente de adherencia (J.C. con P.A.).

Promedio carga rotura viga J.C. con P.A. > Promedio carga rotura viga J.C. sin P.A.

El tratamiento del diseño, consiste en obtener 3 tipos de muestras, similares a cada espécimen, correspondiente a una viga de con junta de construcción, con puente de adherencia, sin puente de adherencia y monolítico, tal como se aprecia en el análisis descriptivo de la tabla 11.

Tabla 11:

Análisis descriptivo

VIGAS		f'c (kg/cm ²)	DIMENSIONES (axhxL) cm	CARGA DE ROTURA (kg-f)	Media	Máximo	Mínimo	Desviación estándar
N°	ESPÉCIMEN							
M1	MONOLÍTICO	210	15x15x50	1839	1926.33	2076.00	1839.00	130.22
M2	MONOLÍTICO	210	15x15x50	1864				
M3	MONOLÍTICO	210	15x15x50	2076				
M4	CON J.C. SIN P.A.	210	15x15x50	1714	1332	1714	769	497.82
M5	CON J.C. SIN P.A.	210	15x15x50	769				
M6	CON J.C. SIN P.A.	210	15x15x50	1513				
M7	CON J.C. CON P.A.	210	15x15x50	1983	1954.67	2061.00	1820.00	122.97
M8	CON J.C. CON P.A.	210	15x15x50	2061				
M9	CON J.C. CON P.A.	210	15x15x50	1820				

J.C SIN P.A. = viga con junta de construcción sin puente de adherencia

J.C CON P.A. = viga con junta de construcción con puente de adherencia

De los resultados obtenidos, se puede apreciar que la media de la viga con junta de construcción, con puente de adherencia, es mayor tanto a la viga monolítica, como a la viga con junta de construcción, sin puente de adherencia, por lo que, a través de la prueba de hipótesis, se determinará si esta diferencia es significativa o no, y con ello determinar, si se acepta o rechaza la H_0 .

SEGUNDO: Establecer el nivel de significancia:

Definimos nuestro nivel de significancia, considerando $\alpha = 0.05$ (5%), que es el porcentaje de error que estamos dispuestos a asumir al realizar la prueba, con un error Tipo I.

Para el análisis de la prueba, utilizaremos la prueba paramétrica T-Student para muestras independientes debido a que la investigación es de tipo transversal, es decir se trata de dos grupos en comparación, donde la variable Resistencia a la compresión es de tipo cuantitativa (medible) y el tamaño de las muestras de cada grupo son pequeñas menores a 30.

TERCERO: Establecer el estadístico de prueba: Método paramétrico T-Student:

(Colocar aquí, las tablas con los resultados obtenidos al realizar la prueba T-Student, en el programa SPSS v.25 o Minitab)