



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**“Incorporación de fibras de acero al concreto 210 kg/cm² para
reforzamiento estructural de vigas experimentales de concreto
armado, Piura, 2023”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Calderon Montenegro, Carlos Antonio Gustavo (orcid.org/0009-0006-3960-7514)

ASESOR:

Mg. Galan Fiestas, Jose Edwin (orcid.org/0009-0005-9867-3637)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

PIURA - PERÚ

2023

DEDICATORIA

Dedicado a:

Con total alegría, a Dios quien me otorgo la gran oportunidad de llevar la curricular académica con gran satisfacción, en un camino lleno de experiencia y muchos parajes para la adquisición de saberes, saberes que hoy pongo en práctica para el desarrollo de la presente investigación. Para mis padres, principales motores de mis acciones, quienes me acompañan físicamente el hermoso recorrido de este camino, me otorgan la fortaleza para superarme día a día, y dan ese empujón anímico cuando las ganas de seguir en pie de lucha se ven opacadas por diversas adversidades. A mi Esposa quien hoy lleva dentro de un hermoso bebé, por estar en la justa medida en cada uno de los pasos que di en esta carrera universitaria y a mi institución, Policía Nacional del Perú, por inculcarme que la disciplina, la constancia y el valor , son los ingredientes principales para poder conseguir lo deseado.

AGRADECIMIENTOS

A nuestro padre celestial hacedor del Universo, a mis padres, apoyo emocional en todo momento, a los involucrados gestores de este proyecto de investigación y finalmente a quienes creyeron en mí. Muchas gracias a cada uno de Uds.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, GALAN FIESTAS JOSÉ EDWIN, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, asesor de Tesis titulada: "Incorporación de fibras de acero al concreto 210 kg/cm² para reforzamiento estructural de vigas experimentales de concreto armado, Piura, 2023", cuyo autor es CALDERON MONTENEGRO CARLOS ANTONIO GUSTAVO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

PIURA, 25 de Abril del 2024

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
GALAN FIESTAS JOSÉ EDWIN DNI: 44741619 ORCID: 0009-0005-9867-3637	Firmado electrónicamente por: JGALANFI el 25-04- 2024 14:48:14

Código documento Trilce: TRI - 0743347



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, CALDERON MONTENEGRO CARLOS ANTONIO GUSTAVO estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Incorporación de fibras de acero al concreto 210 kg/cm² para reforzamiento estructural de vigas experimentales de concreto armado, Piura, 2023", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
CARLOS ANTONIO GUSTAVO CALDERON MONTENEGRO DNI: 70498984 ORCID: 0009-0006-3960-7514	Firmado electrónicamente por: ACALDERONMO6 el 25-04-2024 21:16:45

Código documento Trilce: TRI - 0743346

ÍNDICE DEL CONTENIDOS

CARÀTULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DE ASESOR	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE AUTOR	v
ÌNDICE DE CONTENIDOS.....	vi
ÌNDICE DE FIGURAS	vii
ÌNDICE DE TABLAS Y GRÀFICOS	xiii
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT	xvi
I.INTRODUCCIÓN	1
II.MARCO TEÓRICO	9
III.METODOLOGÍA	23
3.1. Tipo y diseño de la investigación	23
3.2. Variables y operacionalización.....	24
3.3. Población, muestra, muestreo y unidad de análisis.....	26
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	31
3.5. Prodecimientos.....	33
3.6. Métodos de análisis de datos.....	82
3.7. Aspectos éticos	83
IV. RESULTADOS	84
V. DISCUSIÓN	88
VI. CONCLUSIONES	90
VII. RECOMENDACIONES.....	94
REFERENCIAS	95
ANEXOS	99

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N°1.	MEDICIÓN BÁSICA DEL INGRESO PROMEDIO MENSUAL PROVENIENTE DEL TRABAJO, SEGÚN DEPARTAMENTO 2017.	3
FIGURA N°2.	PROCESO DE VACIADO EN LOSA ALIGERADA.	13
FIGURA N°3.	FIBRAS DE ACERO.	14
FIGURA N°4.	FIBRAS DE ACERO ENCOLADAS.	17
FIGURA N°5.	ADAPTADO DE SOLUCIONES CONFIABLES PARA EL SECTOR INFRAESTRUCTURA.	18
FIGURA N°6.	TECNOLOGÍA PARA EL REFUERZO DEL CONCRETO LANZADO (SHOTCRETE)	19
FIGURA N°7.	DIFERENTES CARACTERÍSTICAS DE LAS FIBRAS DE ACERO SEGÚN SU GEOMETRÍA Y COMPOSICIÓN.	19
FIGURA N° 8.	MODELO ESTRUCTURAL VISTA 3D.	33
FIGURA N°9	CARGA MUERTA SOBRE LOSA ALIGERADA 20CM DEL PRIMER NIVEL.	34
FIGURA N°10	CARGA VIVA SOBRE LOSA ALIEGERADA 20CM DEL PRIMER NIVEL.	35
FIGURA N° 11.	CREACIÓN DE LA COMBINACION DE CARGA 1.4CM+1.7CV.	36

FIGURA N° 12.	DIAGRAMA DE LOS MOMENTOS FLECTORES ACTUANTES EN LAS VIGAS DEL PRIMER NIVEL AL SOMETERLAS A LA COMBINACION DE CARGAS 1.4 CM + 1.7 CV.	37
FIGURA N° 13.	VIGA DE CONCRETO ARMADO, MODELADA MATEMATICAMENTE, QUE SE SOMETERA A ENSAYOS DE FLEXION EN LABORATORIO.	38
FIGURA N° 14.	FIGURA N° 13-A. ENSAYOS A COMPRESIÓN EN LABORATORIO.	41
FIGURA N° 15	FIGURA N° 13-B. ENSAYOS A COMPRESIÓN EN LABORATORIO.	41
FIGURA N° 16.	VISUALIZACIÓN DE MOMENTO POSITIVO ACTUANTE EN CENTRO DE VIGA.	44
FIGURA N° 17.	CORTE EN VIGA CHATA.	46
FIGURA N° 18.	SECCIÓN TRANSVERSAL EN VIGA CHATA 0.15X0.20.	47
FIGURA N° 19.	CORTE EN ESPECIMEN PRISMATICO EXPERIMENTAL, DISEÑADO PARA COMPORTARSE COMO UNA VIGA SIMPLEMENTE APOYADA.	47
FIGURA N° 20.	SECCIÓN TRANSVERSAL EN ESPECIMEN PRISMATICO EXPERIMENTAL, DISEÑADO PARA COMPORTARSE COMO UNA VIGA SIMPLEMENTE APOYADA	48
FIGURA N° 21.	REPRESENTACIÓN DE VIGA CHATA SIMPLEMENTE APOYADA	49

FIGURA N° 22.	REPRESENTACIÓN DE LA DEFORMACIÓN DE LA VIGA DEBIDO A LAS CARGAS.	49
FIGURA N° 23.	REPRESENTACIÓN DE LA CARGA APLICADA EN LABORATORIO.	54
FIGURA N° 24.	REPRESENTACIÓN DE LAS CORTANTES QUE AFECTA A VIGA.	54
FIGURA N° 25.	CORRESPONDE AL MOMENTO FLECTOR RESULTANTE DEL ENSAYO A FLEXIÓN EN LABORATORIO DE ACUERDO CON LAS CARGAS APLICADAS.	55
FIGURA N° 26.	INCREMENTO DE CARGA VIVA A 500 KG/M2.	56
FIGURA N° 27.	INCREMENTO DE CARGA VIVA A 750 KG/M2.	57
FIGURA N° 28.	INCREMENTO DEL MOMENTO DEBIDO A LA CARGA VIVA A 500 KG/M2.	58
FIGURA N° 29.	VISUALIZACIÓN DE MOMENTO POSITIVO ACTUANTE EN CENTRO DE VIGA.	58
FIGURA N° 30.	INCREMENTO DEL MOMENTO DEBIDO A LA CARGA VIVA A 750 KG/M2.	61
FIGURA N° 31.	VISUALIZACIÓN DE MOMENTO POSITIVO ACTUANTE EN CENTRO DE VIGA.	62
FIGURA N° 32.	CORTE DE LA VIGA CHATA EXPERIMENTAL.	65
FIGURA N° 33.	SECCION TRANSVERSAL DE LA VIGA CHATA EXPERIMENTAL.	66

FIGURA N° 34.	CORTE DE LA VIGA CHATA EXPERIMENTAL REFORZADA.	66
FIGURA N° 35.	SECCIÓN DE VIGA CHATA EXPERIMENTAL REFORZADA.	66
FIGURA N° 36.	CORTE DE VIGA CHATA EXPERIMENTAL REFORZADA.	67
FIGURA N° 37.	SECCIÓN DE VIGA CHATA EXPERIMENTAL REFORZADA.	67
FIGURA N° 38.	MADERA A UTILIZAR PARA EL ENCOFRADO.	68
FIGURA N° 39.	MADERA CUBIERTAS CON PLASTICO A UTILIZAR PARA EL ENCOFRADO.	69
FIGURA N° 40.	MADERA CUBIERTAS CON PLASTICO A UTILIZAR PARA EL ENCOFRADO.	69
FIGURA N° 41.	HABILITACION DE ACERO PARA ELEMENTOS PRISMATICOS.	70
FIGURA N° 42.	HABILITACION Y ARMADO DE ACERO DESTINADO PARA ELEMENTOS PRISMATICOS.	71
FIGURA N° 43.	VISTA DE LA ARMADURA DESTINAD PARA LOS ELEMENTOS PRISMATICOS.	71
FIGURA N° 44.	ARMADURA INTRODUCIDA DENTRO DE ENCOFRADO.	72
FIGURA N° 45.	ARMADURA INTRODUCIDA DENTRO DE ENCOFRADO CON COLOCACION DE SEPARADORES.	73

FIGURA N° 46.	VISTA LATERAL DEL ACERO INTRODUCIDO EN EL ENCOFRADO CON COLOCACION DE SEPARADORES.	73
FIGURA N° 47.	VISTA LATERAL DEL ACERO INTRODUCIDO EN EL ENCOFRADO CON COLOCACION DE SEPARADORES.	74
FIGURA N° 48.	PRUEBA DE LA COLOCACIÓN DEL ACERO DENTRO DEL ENCOFRADO.	75
FIGURA N° 49.	TOMA DE MUESTRAS PARA SER ENSAYADOS A COMPRESIÓN.	75
FIGURA N° 50.	PREPARACIÓN DE CONCRETO HACIENDO USO DE ADITIVOS PARA MEJORAR TRABAJABILIDAD.	50
FIGURA N° 51.	ADICION DE FIBRAS DE ACERO DESTINADO PARA EL REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL	51
FIGURA N° 52.	ELEMENOS PRISMATICOS POSTERIOR AL ENCOFRADO.	77
FIGURA N° 53.	ELEMENTOS PRISMATICOS EN PROCESO DE CURADO.	77
FIGURA N° 54.	ELEMENTOS PRISMATICOS DESTINADAS PARA EL REFORZAMIENTO.	78
FIGURA N° 55.	VISTA FRONTAL DEL CONCRETO QUE INCORPORA DENTRO DE SUS COMPONENETES LA FIBRA DE ACERO.	78
FIGURA N° 56.	PROBETAS PARA ENSAYOS DE LABORATORIO.	79

FIGURA N° 57.	DESENCOFRADO DE ELEMENTOS PRISMATICOS DE CONCRETO ARMADO TIPO VIGA.	79
FIGURA N° 58.	ELEMENTOS PRISMÁTICOS PREVIO A ENSAYOS DE LABORATORIO.	80
FIGURA N° 59.	ELEMENTO PRISMÁTICO COLOCADO EN PRENSA MONOTÓNICA DE CARGA ESTÁTICA.	80
FIGURA N° 60.	VISUALIZACIÓN DEL ELEMENTO PRISMÁTICO APOYADA EN DOS PUNTOS CON CARGA PUNTUAL AL CENTRO.	81
FIGURA N° 61.	TOMA DE DATOS DE LA DEFLEXIÓN DE LA VIGA POSTERIOR AL ENSAYO DE LABORATORIO.	81
FIGURA N° 62.	VISUALIZACIÓN DE LA FALLA POR FLEXIÓN LUEGO DE LA CARGA APLICA AL CENTRO DE LA VIGA EXPERIMENTAL.	82

ÍNDICE DE TABLAS Y GRÁFICOS

TABLA 1.	ESPECÍMENES PARA SER ENSAYADOS A ESFUERZOS DE FLEXIÓN.	29
TABLA 2.	RESISTENCIA A LOS ESFUERZOS DE COMPRESIÓN DEL CONCRETO A LOS 7 Y 28 DIAS, DISEÑADO CON FC 210 KG/CM ² .	40
TABLA 3.	COMPARACIÓN PORCENTUAL DEL MOMENTO NOMINAL RESISTENTE DE SECCIÓN INICIAL Y SECCIÓN REFORZADA.	54
TABLA 4.	TOMA DE DATOS DE LOS MOMENTOS ACTUANTES OBTENIDOS DEBIDO A LAS CARGAS INDEPENDIENTES QUE AFECTAN DIRECTAMENTE A LA VIGA CHATA 0.15X0.20, DATOS OBTENIDOS DEL ANÁLISIS ESTRUCTURAL.	64
TABLA 5.	TOMA DE DATOS RESPECTO A LAS AREAS DE ACERO REQUERIDAS, HALLADAS LUEGO DE DISEÑAR A FLEXIÓN AL ESPECIMEN PRISMÁTICO.	64
TABLA 6.	GRUPOS DE ESPECIMENES PARA ENSAYOS DE LABORATORIO.	84
TABLA 7.	RESULTADOS DE ENSAYO DE LABORATORIO ESPECIFICANDO CARGA PUNTUAL APLICADA Y MOMENTO RESISTENTE.	85

TABLA 8.	TABLA N° 07: PORCENTAJE EN QUE INFLUYE LA FIBRA DE ACERO SOBRE LA RESISTENCIA A FLEXIÓN.	86
TABLA 9.	PORCENTAJE EN QUE INFLUYE LA FIBRA DE ACERO SOBRE LA RESISTENCIA A FLEXIÓN.	87
TABLA 10.	COMPARACIÓN DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN LOS ENSAYOS RESPECTO A LA DEFLEXIÓN ORIGINADA POR LA CARGA AL CENTRO DEL ESPÉCIMEN ENSAYADO.	87
GRÁFICO N° 1.	RELACIÓN PORCENTUAL MOMENTO MAX (+) DISEÑO VS MOMENTO ULTIMO.	88
GRÁFICO N° 2.	RELACIÓN PORCENTUAL MOMENTO MAX (+) DISEÑO VS MOMENTO NOMINAL RESISTENTE.	89
GRÁFICO N° 3.	RELACIÓN PORCENTUAL ENTRE GRUPOS EXPERIMENTALES.	91
GRÁFICO N° 4.	CARGA APLICADA EN K-N.	92
GRÁFICO N° 5.	RELACIÓN PORCENTUAL ENTRE GRUPOS EXPERIMENTALES (DEFLEXIÓN).	93
GRÁFICO N° 6.	CARGAS PROMEDIO APLICADAS A ESPECÍMENES.	94

. RESUMEN

El presente proyecto de investigación versa sobre el reforzamiento del elemento estructural denominado viga, material concreto armado, teniendo en cuenta que este elemento estructural está sometido a los esfuerzos por las cargas transmitidas a través de las losas aligeradas (a través de las viguetas) o macizas dentro de las más comunes, usando para el refuerzo concreto armado con la incorporación de fibras de acero, el cual incrementara el peralte de la viga.

Durante desarrollo del presente la presente investigación, se explica a detalle cómo fueron elaborados los especímenes de dimensión inicial de 15x20x100 cm, con una cantidad equitativa de acero de refuerzo, para luego ser reforzadas haciendo el incremento del peralte, separándolas en dos grupos, el primero denominado concreto armado modelo base (CAMB) al cual se le aplica el refuerzo convencional y al segundo denominado concreto armado con incorporación de fibras de acero (CAIFA), a los cuales se les agrega la cantidad de 25 y 35 kg de fibras de acero, lo cual será detallado.

Se tendrá como objetivo Determinar la resistencia y comparar los esfuerzos a los esfuerzos de flexión, en vigas experimentales de concreto armado, sometidas a refuerzo estructural, del grupo denominado (CAIFA) usando un concreto con resistencia a la compresión de 210 kg/cm^2 , al incrementando el peralte en vigas que emplearon concreto armado modelo base (CAMB), mediante ensayos de laboratorio. Lo que en la práctica convencional significaría que los elementos estructurales denominados viga deban de aumentar su peralte para el incremento del área de acero en la zona a tracción, se optó por añadir al concreto destinado para el incremento del peralte, solo las fibras de acero en la totalidad del volumen a incrementar.

Para concluir se presentan los diversos resultados comparativos de los ensayos tanto de los especímenes CAMB como los de CAIFA, comprobándose una influencia positiva en la capacidad a flexión de los elementos prismáticos obteniendo que el grupo experimental alcanzó un 80% de la resistencia alcanzada por el grupo de control., considerando que mientras mayor porcentaje de fibras de acero agregadas, se tendrá un mejor comportamiento.

Palabras Clave: fibras de acero, reforzamiento estructural, resistencia nominal a la flexión.

ABSTRACT

The present research project deals with the reinforcement of the structural element called beam, reinforced concrete material, taking into account that this structural element is subjected to the efforts by the loads transmitted through the lightened slabs (through the joists) or solid within the most common ones, using for the reinforcement reinforced concrete with the incorporation of steel fibers, which will increase the camber of the beam.

During the development of the present investigation, it is explained in detail how the specimens of initial dimension of 15x20x100 cm were elaborated, with an equal amount of steel reinforcement, to be later reinforced by increasing the camber, separating them into two groups, the first one called reinforced concrete base model (CAMB) to which the conventional reinforcement is applied and the second one called reinforced concrete with the incorporation of steel fibers (CAIFA), to which the amount of 25 and 35 kg of steel fibers are added, which will be detailed.

The objective is to determine the resistance and compare the efforts to bending stresses in experimental reinforced concrete beams, subjected to structural reinforcement, of the group called (CAIFA) using a concrete with a compressive strength of 210 kg/cm², by increasing the camber in beams that used reinforced concrete base model (CAMB), through laboratory tests. What in conventional practice would mean that the structural elements called beams should increase their camber to increase the steel area in the tensile zone, it was decided to add to the concrete used to increase the camber, only the steel fibers in the total volume to be increased.

To conclude, the different comparative results of the tests of both CAMB and CAIFA specimens are presented, proving a positive influence on the bending capacity of the prismatic elements, obtaining that the experimental group reached 80% of the resistance reached by the control group, considering that the higher the percentage of steel fibers added, the better the behavior.

Keywords: steel fibers, structural reinforcement, nominal flexural strength.

I. INTRODUCCIÓN

De las actividades económicas más resaltantes y relevantes para la economía peruana, tenemos a la construcción, desde proyectos destinados para vivienda hasta la construcción de proyectos macro, como aeropuertos y mega puertos transnacionales, pues a través de ellos es posible la continua y progresiva mejora de la calidad en la que vive la población, así como de numerosos sectores comerciales.

En esta ocasión nos centraremos en las viviendas, elemento básico para el desarrollo de la célula de la sociedad, que en la búsqueda de los materiales de construcción que otorgan cierto estatus dentro de la sociedad y por la cual está basada la idiosincrasia propia, tenemos al uso del concreto como protagonista, uno de los materiales de construcción tendencia y de los más utilizados en nuestra sociedad ya que su uso supone calidad, brinda un aumento de seguridad, otorga comodidad y un nivel relativo de progreso económico dentro del grupo social en donde se desarrolla.

Sin embargo a diferencia de otras regiones del continente americano en las que se usan materiales como la madera y el acero debido continuo al cambio de domicilio por diversos factores, ya sea de trabajo o por temas de comodidad, tenemos arraigada la costumbre de vivir en una sola vivienda por mucho tiempo o la de heredarla de generación a generación, y bajo la premisa de tener al concreto como material predilecto, se observa y comprueba que muchas veces no es preparado bajo los estándares de calidad mínimo, lo cual infiere directamente en sus capacidades mecánicas óptimas de resistencia a los diversos esfuerzos o ciclos de fatiga generados por las cargas de gravedad o las fuerzas sísmicas que en muchas veces son las más catastróficas en cuanto a daños post suceso podemos hablar.

Nuestras edificaciones destinadas para vivienda están expuestas a problemas de todo tipo como: cargas excesivas, exposición al ambiente, cambio de temperaturas, humedad, viento y carbonatación, además que buena parte ellas presentan problemas sobre el diseño o peor aún ni siquiera fueron diseñadas o mucho peor, no fueron diseñadas y no se siguió un correcto proceso constructivo. Se toma esta problemática como un mal que ya está arraigado en las costumbres nuestro país, refiriéndonos a la auto construcción, una elección predilecta de muchas familias.

Al tener viviendas cuyo fin es de que estas duren gran cantidad de años, independientemente si es que se optó por contratar mano de obra especializada o no especializada para su construcción o diseño , o por la utilización de materiales certificados o no certificados, es necesario saber que a menudo se le van dando diferentes usos a lo largo de los años, por lo que es necesario tomar la decisión de ir reforzándola a fin de aumentar la capacidades de resistencia nominal de ciertos elementos estructurales que tienen relación directa con este aumento de cargas o de uso, y al tener masificado el uso del concreto, la autoconstrucción, tiene la tendencia de ir en aumento, lo que conlleva a que estas sean precarias, inseguras, y con un alto riesgo de vulnerabilidad ante la ocurrencia de eventos sísmicos.

Conforme a la data estadística, Asociación de Desarrolladores Inmobiliarios (ADI PERU, 2019), Existe una supremacía del 95% de las viviendas autoconstruidas y altamente vulnerables ante desastres naturales (YBAÑEZ, 2023), en comparación de los que optan por elegir o contratar profesionales en la materia. Es un dato a tomar en cuenta bajo la premisa que es información rescatada de nuestra capital.

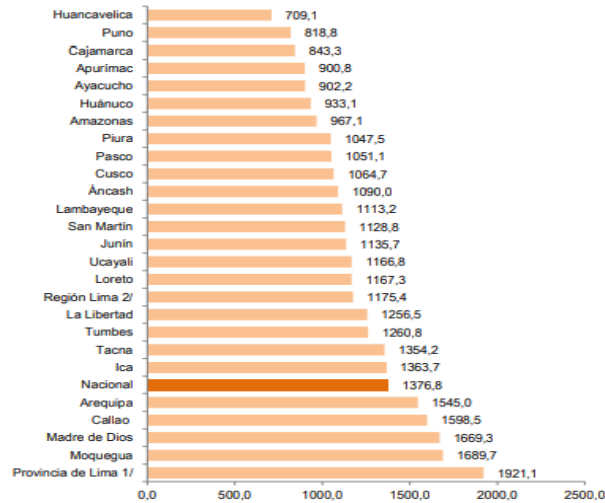


Figura1. Medición básica del ingreso promedio mensual proveniente del trabajo, según departamento 2017. (INEI, 2017)

Ya teniendo esta problemática, se viene desarrollando diversos procedimientos y técnicas de reforzamiento aplicando tecnologías innovadoras que mejoran la resistencia del concreto, en este caso nos centraremos al refuerzo estructural a flexión de las vigas, elemento estructural componente de un sistema estructural aporticado, de muros estructurales y dual, en el que se desea aumentar los niveles, el uso, y por ende debido a los motivos descritos, el de aumentar la sección de los pórticos debido al incremento de las cargas para la cual fue, pre diseñada, diseñada y construida. Es preciso señalar que el refuerzo de las vigas acarrea un incremento de la sección del elemento que recibe las cargas, hablamos de las columnas. Sin embargo, en esta ocasión solo le daremos prioridad a las vigas, ya teniendo clara la idea de un refuerzo estructural se debe de dar de forma global o no de forma aislada, de elemento por elemento.

Una de las alternativas usada para la mejora de las capacidades del concreto, es la de usar fibras de acero, con bajas, medianas y altas proporciones de carbono. Estas ofrecen una buena adherencia a la matriz de concreto, proporcionando un elevado control de la fisuración del concreto en

zonas expuestas a tracción, aumentando su ductilidad y su tenacidad para llegar a la ruptura.

Por tal motivo, la presente tesis versa acerca del diseño del reforzamiento estructural, mediante la técnica del incremento del peralte de vigas, haciendo uso de concreto que incorpora dentro de sus componentes a la fibra de acero, a fin de incrementar su capacidad de deformación antes de llegar a la rotura por los esfuerzos de tensión, así como estimar la reducción del peralte del incremento del peralte en relación a la cantidad de fibras de acero que se utilizara.

Tenemos entonces como **Realidad Problemática a:**

La edad del concreto en elementos estructurales, así como el proceso que se llevó para la construcción de estos, merman la resistencia a flexión en las vigas de concreto armado, en edificaciones que han de soportar cargas mayores debido al cambio de sobrecargas de entresijos, y pues estas necesitaran la aplicación de un refuerzo estructural, incremento del peralte, que se basara en un diseño, en la ciudad del Piura del año 2023.

Habiendo tomado en cuenta la realidad problemática, podemos dilucidar nuestro **problema general** ¿Cómo se comportarán las vigas experimentales sometidas a un reforzamiento estructural del incremento del peralte, en el que se utilizara concreto con la incorporación de fibras de acero? A partir de lo ya mencionado tenemos los siguientes **problemas específicos**, ¿Cuál es la cantidad o estimación porcentual de fibras de acero en el CAIFA, destinado para el reforzamiento estructural de vigas de concreto armado, mediante el incremento del peralte de estas, y que soportaran mayores cargas a las cuales fueron inicialmente planteadas, ya sea de manera empírica o diseñada bajo los parámetros del reglamento en vigencia, en la ciudad de Piura, en el 2023? ¿Cuál será la relación entre la deflexión generada por las cargas al centro aplicadas en laboratorio, en vigas experimentales ensanchadas haciendo uso del CAIFA, versus las vigas experimentales ensanchadas haciendo uso de

CAMB?, ¿Cuál es la relación entre el porcentaje fibras usadas en el CAIFA, y la variación del peralte en las vigas experimentales que serán sometidas a refuerzo estructural , mediante la técnica de incremento del peralte de vigas?.

Como **Justificación.** La resistencia y el estado actual de los elementos estructurales, de edades que superan los de 30 a 50 años, viene siendo mermada por los efectos de intemperismo, ciclos de fatiga debido a las cargas de gravedad y sísmicas, y los cambios de usos de las edificaciones. Ante ello se justifica alternativas la mejora del concreto usado en el reforzamiento estructural, a fin de seguir asegurando la permanencia de la estructura en global, con la única filosofía de mantener la seguridad integral, y con la misma importancia la calidad de vida de los ocupantes.

Nos centraremos en el cambio de uso de las edificaciones, partiendo de la idea que en diversas ocasiones, y de acuerdo a las costumbres arraigadas en nuestra sociedad generalmente basadas en ocupar una vivienda por dos a más generaciones, se ha observado que a lo largo de la vida su vida útil, tienden a ser modificadas respecto a cómo fueron concebidas inicialmente a partir de un diseño o de forma empírica, agregando más niveles, modificando el uso de los entrepisos (sobrecargas), la incorporación de nuevas tabiquerías para la separación de ambientes (carga muerta), por ellos y citados los principales cambios que sufren nuestras viviendas, los elementos estructurales ya concebidos, soportan cargas mayores, y optando por una elección que va de acorde con a economía de muchos sectores que no tomaran la demolición de la estructura, si no que optaran por el refuerzo de los elementos estructurales a fin de incrementar sus capacidades de resistencias, generados por las nuevas cargas.

Siendo el autor de esta tesis, las vigas de concreto armado, se tiene como uno de los muchos métodos de reforzamiento, el incremento del peralte de vigas,

que no es otra cosa que el incremento del peralte de la viga, sin embargo, esta vez optaremos por añadir un nuevo ingrediente al concreto utilizado, estas serán las fibras de acero, y su comportamiento frente a diversos ensayos en laboratorio será el motivo de rige la presente investigación.

Como **Justificación Teórica**, este presente proyecto de investigación ofrece brindar un mayor alcance cognoscitivo de las bondades que ofrecen las fibras de acero, en lo que respecta a los procedimientos de refuerzo estructural de los elementos denominados viga, proponiendo de su confirmación, una opción viable al tomar la decisión de efectuar dicha actividad constructiva e ingenieril.

Como **Justificación práctica**, en postemos trabajos de investigación, hacer saber a los investigadores sobre el uso óptimo de la fibra de acero, en la práctica del refuerzo estructural de vigas de concreto armado, que sufren un aumento de la demanda de sus capacidades, debido al incremento de la carga que soporta, causado principalmente por el cambio de uso. Por ende, los resultados obtenidos, serán útiles para seguir haciéndose estudios, ya no trabajando con las cargas de gravedad si no con las cargas sísmicas simuladas en un laboratorio, practicado principalmente a la unidad más básica resistente de un sistema aporticado, un eje de pórtico de concreto armado. Y pues para ello se darán a conocer los resultados comprobados que servirán a modo de antecedente para quienes quieren seguir profundizando sobre las nuevas tecnologías del concreto armado. La información que se obtenga será dada a conocer por diversos medios de información que se caracterizan por la seriedad e imparcialidad de lo que quieren dar a conocer al mundo.

Como **justificación metodológica**, principalmente se harán los ensayos según las normativas correspondientes, teniendo entre ellos la garantía de los insumos principales para la elaboración del concreto, entre ellos los estudios y certificado de granulometría de los agregados, y posterior a la elaboración de los especímenes estos serán sometidos a ensayos para verificar las

capacidades nominales mediante el uso de diversos instrumentos de prueba. Todos los resultados obtenidos en esta investigación serán recopilados de manera selectiva.

Como **Justificación económica**, publicada esta investigación se dará a conocer la gama de beneficios que se crean en el concreto armado con la incorporación de las fibras de acero en su composición, y por ende analizar si cabe la posibilidad de un menor costo frente a otras alternativas de reforzamiento estructural.

Como **justificación social**, el presente trabajo de investigación va a servir a las venideras generaciones de investigadores, que tomaran como referencia los resultados de los ensayos a practicarse. Al darse a conocer estos resultados coadyuvaremos a la mejora de la tecnología del concreto, lo que a su vez mejore la calidad estructural no solo de las vigas, si no determinar que beneficios trae en la aplicación de otros elementos estructurales.

Según (sampieri, 2019) , en su publicación sobre “Metodología de la investigación, pagina 54”, indica que al nosotros empezar a redactar los objetivos propios de la investigación que la causa o también llamada variable independiente, tenga injerencia directa con lo que respecta a la variable dependiente que en este caso es la consecuencia.

Habiendo tomado como punto de partida esta precisión, nuestro **Objetivo General** es el Determinar cómo influye la resistencia a los esfuerzos de flexión, en vigas experimentales de concreto armado, sometidas a refuerzo estructural, haciendo uso de CAIFA en el procedimiento denominado incremento del peralte, mediante un ensayo de laboratorio; y a partir de ello se observan los siguientes **Objetivos específicos**: Calcular que porcentaje de fibras de acero es la más óptima y mejores resultados otorga en los ensayos a flexión de vigas experimentales de concreto armado, sometidas a refuerzo estructural,

haciendo uso de CAIFA en el procedimiento denominado incremento del peralte; Determinar la relación porcentual de la deflexión generada por las cargas al centro aplicadas en laboratorio experimentales reforzadas incrementando su peralte haciendo uso del CAIFA, versus las vigas experimentales reforzadas incrementando su peralte haciendo uso de CAMB.; Establecer la influencia en la variación del peralte de la viga experimental sometida a refuerzo estructural, haciendo uso de CAIFA en el procedimiento denominado incremento del peralte, con relación a la cantidad de fibras de acero por metro cubico, añadidas al concreto.

Según (sampieri, 2019), en su publicación sobre “Metodología de la investigación, pagina 124”, sostiene que las hipótesis pertenecen básicamente a un abanico de respuestas que guarda relación directo con el problema que se investiga, las respuestas a o que tratamos de proba, otorgándonos respuestas provisionales. En pocas palabras lo que se confirmara o negara al finalizar el proceso de investigación.

Por lo que planteamos como **Hipótesis general** lo siguiente: La resistencia a los esfuerzos de flexión, en vigas de concreto armado, sometidas a refuerzo estructural, haciendo uso de CAIFA en el procedimiento denominado incremento del peralte, se ve aumentado porcentualmente frente a vigas a las cuales se incrementó el peralte y fueron reforzadas haciendo uso de CAMB, hecho que se corrobora mediante ensayos de laboratorio; a partir de ello planteamos las **Hipótesis específicos**: la cantidad de fibras de acero que mejores resultados otorga en los ensayos a flexión de vigas experimentales de concreto armado, sometidas a refuerzo estructural, haciendo uso de CAIFA en el procedimiento denominado incremento del peralte es de 25 y 35 kg por metro cubico de concreto, siendo esta cantidad la más optima; Se disminuyo la deflexión antes de llegar a fallar por flexión a causa de la carga puntual en el centro, de las vigas experimentales ensayadas a refuerzo estructural, haciendo uso de CAIFA en el procedimiento denominado incremento del peralte, versus

los especímenes CAMB; Se disminuyó el peralte de la viga experimental sometida a refuerzo estructural, haciendo uso de CAIFA en el procedimiento denominado incremento del peralte, estableciendo que la cantidad mínima para ver mejora en su comportamiento estructural ante las cargas aplicadas en laboratorio es de 35 kg por metro cubico de concreto.

II. MARCO TEÓRICO

De acuerdo con (CORDOVA, 2019) Tesis de Ingeniero Civil. “Fibras de acero en la resistencia a la compresión del concreto”, plantea como objetivo general, la evaluación del efecto que tienen las fibras de acero, respecto a esfuerzos de compresión, para lo cual estableció tres grupos y cada grupo contaba con tres probetas, a unos de los grupos se les denominó grupo de control, y a los dos restantes, grupos experimentales. La proporción de fibras de acero a utilizar fueron de 25 y 30 kilogramos por metro cubico de concreto. La rotura de estas probetas se llevó a cabo cuando el concreto alcanzó una edad de 14 días, el resultado luego de haber hecho la rotura de estas probetas fue que el grupo experimental superó al grupo de control en 1.1% en la capacidad de las probetas para soportar esfuerzos de compresión.

De acuerdo con (CARRILLO, 2020), tesis de Ingeniero civil “Propiedades mecánicas de losa de concreto reforzado con fibras de acero reciclado de neumáticos Post consumo en Bogotá, Colombia”, aplicó la ruta cuantitativa, tipo experimental, a fin de demostrar a evaluar cómo responde el concreto reforzado, obtenidas a través de un proceso de reciclaje de neumáticos usados. Para tal estudio se ensayaron 31 cilindros, los cuales fueron ensayados a compresión, y 15 ensayos a flexión que se realizaron sobre losas de hormigón armado, cuyas dosificaciones de fibras de acero recicladas fueron de 15, 30 y 60 kilogramos por metro cubico de concreto. Del resultado de los ensayos a flexión, que las deflexiones disminuyen al incorporar al concreto más cantidad de fibras de acero recicladas.

De acuerdo con (JUAREZ, 2021). En el artículo de investigación. “Comportamiento teórico experimental de fibras de acero como reemplazo parcial del refuerzo a cortante en vigas de concreto reforzado”. Presenta los resultados de la sustitución parcial del acero destinado a absorber los esfuerzos cortantes por fibras de acero con la finalidad de incrementar la resistencia al cortante en vigas, proponiendo una relación de agua/cemento, un volumen de fibra de 0, 0.3, 0.5, 0.7% y 0, 0.2, 0.4, 0.6% del volumen total del concreto. Teniendo como resultado de la investigación que fue del tipo aplicada, que la presencia de las fibras de acero como refuerzo adicional, permite incrementar manera significativa la resistencia última a cortante y concluye que a partir de esta investigación en el que estudiaron modelos analíticos de aplicación simple, pueden convertirse en una herramienta útil si se desean excluir los estribos en vigas siempre y cuando estas sean fibro-reforzadas.

De acuerdo con (LINDAO CEDEÑO, 2018). Tesis de Ingeniería civil. “Incidencia de las fibras de polipropileno y fibras metálicas en un hormigón para pavimento Rígido $f_c = 350 \text{ kg/cm}^2$ ”, que tuvo como objetivo primordial, la de brindar alternativas de mejora al hormigón con componentes tradicionales, insertando entre ellos a las fibras de polipropileno y de acero. Se basó en estudios preliminares que demuestran que si existe una mejoría de las capacidades de resistencia ante los esfuerzos tenaces de tracción. El plus de esta investigación fue la de reducir el refuerzo convencional y una cierta prolongación de la vida útil del concreto. En la mencionada investigación experimental, luego de los ensayos realizados en laboratorio, se obtuvo que añadiendo fibras de polipropileno y de acero, el concreto ganó un 13 a 15% del incremento de resistencia a compresión, mientras que para los esfuerzos de tensión, estos se incrementan en 2.58 % para las fibras de polipropileno y 13% adicional para las fibras a base de metal.

De acuerdo con (CCOPA CORIMANYA, 2018). Tesis de Ingeniero civil. “Estudio de las propiedades mecánicas del concreto reforzado con fibras metálicas”, nos informa que los resultados obtenidos serán a través de ensayos de laboratorio, verificando sus propiedades tanto es estado inicial post mezclado y endurecido. Se analizaron concreto patrón de 280 kg/cm², agregándole la cantidad de 15, 25 y 30 kg por metro cubico de concreto a utilizar. El agregado grueso para estos ensayos fue de 3/4” de TNM y el slump fue de 4 hasta 5 pulgadas, la cantidad de fibras usadas el 13% con respecto al volumen del concreto. De los resultados se obtuvieron que existe un incremento de la resistencia ante los esfuerzos de compresión y flexión. Muy aparte de los logros obtenidos se evaluó el costo en el total de las muestras, tomando en cuenta paralelamente, la utilizada y perdurabilidad.

De acuerdo con (Eduardo, 2017), Tesis de Ingeniero civil. “Influencia de la fibra de acero en el control de la tenacidad del hormigón simple”, investigación de corte experimental, que hizo uso del método cuantitativo, cuyo objetivo fue el de demostrar que la incorporación de fibras de acero al hormigón simple, aumentar a la resistencia a la tenacidad del hormigón, que conllevaría a mejorar la respuesta de las muestras, respecto a las fisuras que aparecieran durante ensayos de laboratorio, y por ende extender el lapso de tiempo en que estas muestras llegasen al colapso total. Para tal experimento se ensayaron 24 especímenes a edades de 7 y 14 días respectivamente. Como resultado se obtiene que la resistencia a la compresión agregando las fibras de acero, no se consiguió debido a que trabajaron la mezcla para realizar concreto de forma manual, por lo que recomienda el uso de métodos mecánicos para el mezclado.

De acuerdo con (CAMPOY-BENCOMO, 2021) . Tesis de Ingeniero Civil “Análisis esfuerzo deformación de concreto reforzado con fibras metálicas y polímeros”. Investigación cuantitativa tipo experimental, en la cual se analizó el cómo se comportó la rotura del concreto frente a ensayos de compresión, para lo cual elaboró especímenes de concreto, incorporando (0.25%, 0.5%, 0.75% y

1.5%) de fibras metálicas respecto al volumen del concreto, esperando un buen comportamiento del concreto. Los resultados de los ensayos, que los especímenes con concretos con incorporación de fibras de acero mayores al 1%, tuvieron como características menos trabajabilidad y revenimiento de la mezcla, y respecto a cómo soportaron los esfuerzos de compresión, no se observó incremento significativo.

Como teorías relacionadas al tema de investigación, tenemos a los siguiente:

Como **CONCRETO**. Nuestra norma técnica peruana E.060, nos define al concreto como el producto de la mezcla de cemento hidráulico, agregados pétreos, aire, agua y demás aditivos. Es un material para la construcción predilecto debido a la frecuencia con que se tiene que dar mantenimiento, asimismo, el concreto premezclado va ganando mercado debido a los nuevos requerimientos y calidad necesaria para que su funcionalidad sea aprovechada en su totalidad. El concreto, en la actualidad es básicamente el material predilecto y por excelencia, muy resistente a la compresión, de óptima durabilidad si es que está bien realizado y económicamente accesible.

Como **ventajas del concreto**, es el material predilecto de construcción de la realidad peruana, pues ofrece fuerza, trabajabilidad y amoldamiento a diversos encofrados, durabilidad y lo más importante, es económicamente rentable. (CSM, 2020). Se recomienda para su elaboración, realizar un estudio de los agregados o diseño de mezcla para darle la particularidad de darle cierto nivel de resistencia contra la compresión.

Como **desventajas del concreto**, la principal es la poca resistencia a la tracción, en simples términos la resistencia a la tracción es la décima parte de lo que puede resistir a compresión, pues para ello se coloca el acero de refuerzo a fin de lograr un material seguro para la construcción a gran escala y con fines habitacionales. Otra que podemos mencionar es que con el tiempo aparecen

ciertas deflexiones si es que le es aplicada una carga sostenida. (ALEJANDRO, 2012)

Como **principales problemas del concreto armado**, se indica que la principal causa del deterioro del concreto armado es la corrosión del acero, a causa de los efectos de la carbonatación, (Estudio del comportamiento del avance de la carbonatación del concreto reforzado en ambiente natural y acelerado, 2016).



figura 2. proceso de vaciado en losa aligerada. (EUROINNOVA, 2023)

Como **Concreto reforzado con fibras**. En muchos de los diseños de concreto, no se considera la resistencia a los esfuerzos de tracción en los reglamentos de diseño estructural, debido a que el comportamiento a del concreto ante los esfuerzos de tracción son muy débiles, pero al añadirse a la mezcla la cantidad optima de fibras, cualquiera sea su naturaleza, esta mejora de manera notable. Se evaluó el incremento de las resistencia a la flexión, a través de especímenes tipo viga. (Carrillo y Rojas, 2017).

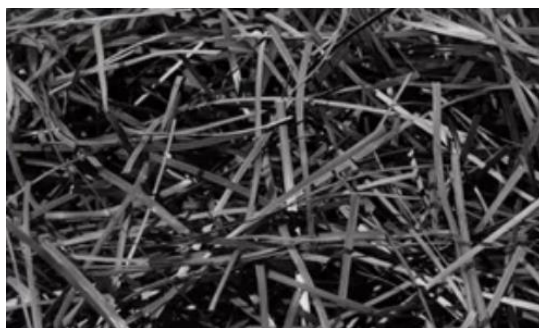


figura 3. Fibras de acero. (TECNOMOR, 2023)

Como, **Reseña histórica de las fibras para refuerzo de concreto.** Haciendo un poco de historia, Las fibras metálicas son utilizadas básicamente con un carácter netamente estructural en el concreto generándose así la gran mejoría e incremento de las capacidades a tracción y a la flexión en combinación con la tracción, de la misma manera ante los esfuerzos de impacto y a diversos ciclos de fatiga, así como aumentar su capacidad de deformación, pero sin llegar a la rotura. Las iniciales fibras a base de metales fueron patentadas en el año 1894, siendo uno de sus primeros usos los pavimentos usados para la aviación durante la primera guerra mundial. En el año 1970, ya se crearon otro tipo de fibras de acero, añadiendo a sus características ganchos en sus extremos, y pues fueron aplicadas en la superficie de rodadura de diversos puentes en E.E.U. U y en 1980, fueron introducidas a país europeo España, en obras versátiles como el pavimento hecho para soportar la carga de diversos vehículos de combate provenientes del Cerro Muriano (Córdoba), así como en los componentes de la autopista de Dalt.

En muchas de la ocasión, y esto va a depender del proyectista, estas fibras a base de acero, puede llegar a reemplazar parcial o totalmente el refuerzo que todos conocemos, siendo este el acero. Unos de sus grandes beneficios al ser incorporada en el concreto , ya sea armado o no, es la gran capacidad de incrementar su deformación sin llegar a la rotura, aumentan las capacidades ante los esfuerzos tradicionales generados por el peso propio o los generados

por diversas cargas exógenas tipo vertical, del mismo modo, un gran incremento a los esfuerzos de tensión y flexión, se disminuye la tasa del agrietamiento, una ligera disminución del desgaste de las fibras superficiales del concreto generados por los esfuerzos de la abrasión. Diversos estudios realizados, han demostrado que las capacidades aumentadas básicamente son los de flexión y compresión, en un 25% y en un 10%, respectivamente.

Como **Definición de fibras de acero**. Según el ACI, las fibras a base de acero y utilizadas para el refuerzo del concreto armado o concreto simple “hilos delgados de acero, cuya forma de malla, trenza o haz, natural o fabricado, que es una opción para ser agregado al concreto, en sus estado inicial de preparación” (ASTM, 2019). La incorporación de las fibras a base de acero al concreto, se realiza en su estado plástico, previo a ser utilizados en diversos elementos estructurales y no estructurales, generando que al ser incorporadas durante el proceso de preparación y mezcla estas se distribuyan de manera homogénea.

Al incorporar estos filamentos a base de acero, se obtiene la mejora de las capacidades mecánicas del concreto, básicamente mejora los esfuerzos de flexión, y por ende al saber que dentro de la composición del concreto armado, el acero es el llamado a resistir estos esfuerzos, este puede llegar a ser reemplazado parcial o totalmente por las fibras de acero. La mejora de las capacidades va de la mano con la cantidad de fibras que se coloquen por metro cúbico de mezcla que se desea utilizar.

Como **Clasificación de fibras**. Estas fibras básicamente se producen a base de un fin son de materiales, tiene diversos tamaños, diversas formas geométricas, y por ende cada una de ellas muestra un comportamiento diferente al ser agregado al concreto. (ASTM 1116). Por lo que las clasificaremos por los siguientes ítems.

Por su capacidad estructural. Estructurales: se permiten considerar dentro del cálculo estructural, debido a su injerencia por soportar esfuerzos con el concreto, y pues agregar las fibras de acero, se supone que la cantidad de acero puede ser disminuida de manera parcial o total. La capacidad estructural va a depender simplemente de la naturaleza y las características, por ende, el uso más regular y frecuente, la fibra a base de metal. (Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones, 2019)

No estructurales: brindan al concreto la característica del control de la fisuración por retracción plásticas, en las primeras horas de vaciado, así como el incremento de la resistencia a la abrasión (Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones, 2019).

Por su naturaleza. En el mundo actual, ya es conocido el uso de las fibras de acero y fibras sintéticas, así como las fibras de vidrio o las provenientes de la vegetación. La mejoría de las capacidades del concreto que ofrece cada una de ellas, va de acuerdo con los objetivos del uso del concreto. Se pueden mejorar las capacidades de resistencia a la flexión, compresión, tracción, o una de las más importantes a reducir la retracción plástica durante su proceso de endurecimiento. (Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones, 2019).

Por tomar algunos ejemplos, mencionare a las fibras a base de polipropileno cuyo origen en el mineral que se deriva en el plástico en una de sus formas más simples, a esto le denominamos usos de materia inorgánica; o las ya utilizadas en el mundo de la construcción como las fibras de carbono. Pero por otro lado tenemos a las fibras de carácter orgánico como las fibras de celulosa. Y por último las fibras metálicas cuya materia prima más utilizada y que mejor comportamiento tiene en combinación con la matriz del concreto, es el aluminio o acero.

Como **Tipología de Fibras de acero**. La gama de fibras metálicas es basta y estas se diferencian dependiendo de cómo están compuestas, su forma geométrica, su sección transversal. Las formas de las fibras varían, pues la forma en la que se fusiona con la matriz del concreto es indispensable en cuanto a la adherencia nos referimos. Por lo general se suele buscar y generar una mejor adherencia con los demás elementos que integran al concreto; de la misma manera se busca prologar el alargamiento a la rotura causados por los diversos esfuerzos y por último que no se genere ninguna dificultad durante la mezcla del cemento con los agregados pétreos. Estas fibras de acero mayormente suelen tener una longitud de hasta 3 veces del tamaño del agregado pétreo. De esta manera se puede llegar a dilucidar que cuanto mayor sea la resistencia hacia la tracción del filamento de acero y la manera en que se ancla las fibras a la matriz del concreto, las características del concreto en cuanto a su resistencia a diversos esfuerzos serán aún mayores. Las principales formas de las fibras de acero son pegadas en forma de tiras o sueltas. (Instituto Español del Cemento y sus Aplicaciones, 2016)

Estas según como son fabricadas se clasifican en diversos tipos, entre ellos:

Tipo I: Trefiladas

Tipo II: Cortadas en láminas

Tipo III: Raspadas o extraídas por rascado en caliente (virutas de acero)

Tipo IV: Diversas presentaciones, por ejemplo, producto de la fundición del acero.



Figura 4. fibras de acero encoladas. (GEOCCH, 2019)

Según estudios se ha llegado a determinar que las fibras de acero tienen una mayor eficiencia que las fibras a base de vidrio y de polipropileno, en cuanto a la mejora de la resistencia de la compresión (+ 12% aprox.), la resistencia ante

los esfuerzos de flexión (+55% aprox.), mejora a la resistencia a la flexión residual y a la tenacidad del concreto con incorporación de fibras de acero (+30% aprox.), (Iqrar Hussain, 2020)

Como **APLICACIONES DE LAS FIBRAS DE ACERO EN EL CONCRETO**. Las principales son las de aplicarse en Pisos y Pavimentos:



figura 5. Adaptado de soluciones confiables para el sector infraestructura. (PRODAC, y otros, 2021)

Las ventajas de las fibras de acero son las siguientes: mejora el rendimiento en obra, menor tiempo de ejecución, reduce el costo de mano de obra requerido, mayor duración del concreto no altera la composición de la mezcla de concreto, (PRODIMIN, 2023).

Como **Concreto Proyectado** El Shotcrete reforzado con fibra de acero ofrece una mayor resistencia a la compresión (4.17 % más, a los 28 días), en comparación con el sostenimiento estructural. Los valores de resistencia obtenidos para ambos casos, superan ampliamente el requerimiento de 300 Kg./cm o 30 MPa determinado para labores temporales, como los Tarrajes Breasting que sirvieron como labores piloto. Estos valores son incluso superiores a 500 kg./cm, la obtención de valores de resistencia a la compresión altos es importante para garantizar un factor de seguridad también alto, dadas las condiciones de estabilidad del macizo rocoso. (RONAL, 2018).



figura 6. tecnología para el refuerzo del concreto lanzado (shotcrete), (PRODIMIN, 2023)

Como **Características mecánicas de las fibras de acero**. Se tiene que hace viable un buen anclaje con la matriz del concreto, y se produce a nivel mundial. Ofrece dentro de sus ventajas el ahorro de mano de obra y concreto, lo que agiliza su producción. Permite intrínsecamente que, los espesores de los pavimentos donde se aplican se reduzcan. La tenacidad del concreto reforzado con Dramix se ve aumentada, así como la capacidad de aumentar su capacidad de soportar cargas axiales, y lo mas importante, efectuar y buen control de las fisuras.


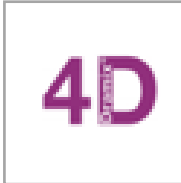

<div style="text-align: center;">  </div>	<div style="text-align: center;">  </div>	<div style="text-align: center;">  </div>
<ul style="list-style-type: none"> -PLATAFORMAS ESTRUCTURALES EN ESTADO LIMITE ULTIMO. - ESTRUCTURAS DE INGENIERIA CIVIL -PUENTES. -CONSTRUCCIONES AUTOPORTANTES. - LOSAS SOBRE PILOTES. - LOSAS ESTRUCTURALES. 	<ul style="list-style-type: none"> - PLATAFORMAS ESTRUCTURALES EN ESTADO LIMITE DE SERVICIO. -VIAS EN PLACA- -REFUERZO SECUNDARIO. -PAVIMENTOS RIGIDOS. -CONCRETO SUMERGIDO. -LOSAS SOBRE PILOTES. - LOSAS ESTRUCTURALES. -PAVIMENTOS DE CARGA PESADA. -LOSAS COMBINADAS. -LOSAS UNIFORMES 	<ul style="list-style-type: none"> -LOSAS CON JUNTAS - LOSAS SIN JUNTAS. - LOSAS DE CARGA LIVIANA. -REVESTIMIENTOS ADHERIDOS.

figura 7. Diferentes características de las fibras de acero según su geometría y composición. (BEKAERT, 2023).

Fibra de acero 3D RC 65/60 BG

El significado de la nomenclatura "4D RC 65/60 BG" es el siguiente:

- 4D: Comportamiento tridimensional, elevado control en servicio.
- R: Gancho de anclaje
- C: Fibra encolada, con esta tecnología se evitará grumos cuando se mezcle el concreto con la fibra de refuerzo.
- 65: Alta calidad de Rendimiento
- 60: Longitud de la fibra en mm
- B: Brilloso
- G: Tensión Normal

Fibra de acero tipo I 3D CH 80/60 a utilizar en ensayos de laboratorio

Fibras de acero encoladas de alto rendimiento.

Propiedad del material: fibras de acero TIPO I , trefiladas al frio.

- Resistencia nominal a la tracción: 1.5×10^4 kg/cm²
- Modulo de Young: 2.1×10^6 kg/cm²

Geometría:

- Longitud: 60mm
- Diámetro: 0.75 mm
- Ratio de aspecto: 80
- Dosificación mínima: 15 kg/m³
- Autorizaciones para su uso: Iso 9001/ CE EN 14889-1/ ASTM A820

Como **Resistencia a la Flexión de las fibras de acero**. Se debe de reconocer que produce otorga al concreto un incremento de la resistencia a la flexión de 30% aproximadamente. Por último, presentan su análisis económico, donde se destaca un ahorro respecto al uso de fierro y concreto en comparación con un concreto tradicional. La cantidad por kilo es de 4 800 piezas.

De igual forma, se ensayaron las vigas a 28 días de edad, la carga máxima fue de 4455 Kg.f., con un módulo de rotura promedio de 61 MPa para el diseño sin

fibra. Mientras que para el diseño fibro reforzado la carga máxima fue de 4989 Kg.f., con un módulo de rotura promedio de 69 MPa

Resistencia a Compresión. Realizados los ensayos a compresión en concretos reforzados con fibras de acero, en edades de 14 días, según la norma NTP3390.34, se logró evidenciar que a las probetas que se le agrego 25,00 kg/m³ de concreto, se logró un conveniente incremento a la resistencia a la compresión hasta en un 30% del diseño inicial. Dando a conocer que los filamentos de fibra de acero proporcionan mayor energía de rotura, y que el aumento eventual de resistencia a la compresión, es causado por la adhesión principalmente, evitando así la proliferación de fisuras. (Marlon Farfán Córdova, 2019).

Por otro lado, medida la resistencia a la compresión y el módulo de elasticidad del concreto contenido de fibras de acero, se evidencia que a la edad de comparando la resistencia a ante los ensayos de compresión entre dos probetas de 14 y 90 días, la diferencia es de aproximadamente 24%. (PEREZ, 2020).

Los especímenes usados para los ensayos de concreto con la adición de fibras de acero, fueron bloques cúbicos que miden 100x100x100 mm, y estos fueron expuestos a las cargas del ensayo a la edad de curado de 3, 14 y 28 días respectivamente, obteniendo como resultado que la fracción de volumen de fibra de acero en fracciones de moderado a bajo de fibras de acero eran ventajosas para mejorar la resistencia a compresión, mientras que las fracciones de alto volumen tenían un efecto perjudicial sobre la resistencia a la compresión. Cuando la fracción volumétrica de las fibras de acero fue de 1,5%, la máxima resistencia a la compresión de EW a los 28 días de edad fue de 52,98 MPa, mientras que la de EEH fue de 49,86 MPa y la de EM de 56,19 MPa. Estos valores aumentaron un 13,3 %, 6,6 % y 20,1 %, respectivamente, en comparación con la resistencia máxima a la compresión del PC, que fue de

46,78 MPa. Los resultados experimentales muestran que el aumento en la resistencia a la compresión del concreto con la adición de fibras de acero es solo alrededor del 10% para diferentes edades del concreto, pero las fibras de acero molidas la han aumentado aproximadamente dos veces. La fibra de acero fresado tiene una forma torcida con ángulos agudos y una superficie plana, lo que aumenta su área de contacto con el hormigón y fortalece la unión entre las fibras y la matriz. Además, el efecto de anclaje de las fibras de acero en el hormigón evita la propagación de fisuras. Cuando aparecen micro fisuras en el hormigón, los efectos de tracción y fricción de las fibras de acero restringen su desarrollo, mejorando así la resistencia a la compresión del hormigón. (Zijian Wang, Hao Li, Xin Zhang, Yongzai Chang, Yi Wang, Liming Wu y Hanxiu Fan, 2023).

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

3.1.1 Tipo de investigación. El diseño de la investigación no es más que el mapa operacional en la ruta cuantitativa, representa el punto donde en que se entrelazan las fases conceptuales entre el proceso de recolección y el análisis de los datos. (sampieri, 2019 pág. 148)

Es así que la presente investigación es aplicada y parte de un proceso o una ruta cuantitativa, puesto que a través del desarrollo, se busca implementar y brindar mejorías para las nuevas técnicas de reforzamiento en nuestras estructuras, siendo objeto de estudio en este caso, las vigas de concreto armado que generalmente se ven afectadas por los cambios de uso de nuestras edificaciones

3.1.2 Diseño de la investigación. La presente investigación para realizar tendrá un diseño experimental, en la que se manipulara intencionalmente las variables, generando grupos de comparación con la finalidad de obtener diversos resultados obtenidos en laboratorio, resultados que serán controlados, lo que permitirá las diversas causas que por naturaleza dan origen al problema planteado. Habiendo definido el tipo y diseño de investigación, se agrega que la presente contará con un grupo de control y un grupo experimental, los que al reforzarlos estructuralmente se manipulará la variable independiente a fin de observar su caracterización.

3.2 Variables o operacionalización

Variables, (sampieri, 2019 pág. 125), refiere que son las propiedades que tienden a variar, cuya variación es objeto de medición u observación.

A continuación, mencionare a las variables de la presente investigación, que a su vez de subdividen en dos grupos, teniendo a la variable independiente y la variable dependiente.

VI (X): cantidad de fibras de acero por metro cubico de concreto en el reforzamiento estructural de vigas denominadas elementos prismáticos experimentales.

Definición conceptual: Como fibras de acero la ficha técnica de la empresa Z aditivos producto de la trefilación del acero carbonado al frio (alambrón de 6.5mm), llegando a hilos de un diámetro de hasta 1.05 mm, cuya adherencia a la matriz del concreto depende de cuan esbelta sea la fibra. Estas fibras llegan a tener un módulo de elasticidad de hasta 210 000 MPa, superior al del concreto que fluctúa entre los 30 000 MPA. Y pues lo que mejora la adherencia al concreto son los ganchos en las puntas de cada fibra.

Definición operacional: se plantea el diseño de mezclas de concreto, al cual se le reforzara con las fibras de acero, incorporándolas a la mezcla en cantidades de 25 y 35 kilogramos, por cada metro cubico de concreto.

Indicadores: las propiedades de las fibras de acero al concreto que se utilizara para el refuerzo de elementos estructurales-

Escala de medición: Razón.

VD (Y1): Resistencia de diseño del concreto armado en vigas sometidas a un proceso de reforzamiento estructural.

Destinado para ser usado en el refuerzo de vigas de concreto armado, sometidas a un incremento de las sobrecargas a causa del cambio de uso de la edificación.

Definición conceptual: ya habiendo adecuado y adoptado este término a nuestra realidad ingenieril, lo definimos con una roca artificial que se obtiene al mezclar el cemento portland, agregado fino, agregado grueso, agua, aire y en casos particulares “aditivos” en cantidades proporcionadas según diseño de mezcla, diseño que se realiza con la finalidad de obtener ciertos niveles de resistencia. Al mezclarse el agua con el cemento y los agregados pétreos y según el caso los aditivos, las moléculas de cada componente, reaccionan químicamente, uniéndose entre si, para crear un material homogéneo.

Definimos las vigas de concreto armado, como elementos estructurales, con una altura, relativamente mayor a su base, que tiene la función primordial en un sistema estructural a base de pórticos, de transmitir las cargas propias y la de los entrepisos hacia los elementos estructurales denominado columnas, que estas a su vez las transfieren al terreno por medio de la cimentación.

Los refuerzos estructurales de las vigas de concreto de concreto armado está directamente ligado a que se quiere llegar respecto a la estructura en su totalidad, de van desde un aumento de sus capacidades respecto a las cargas de gravedad, hasta el control o corrección de los desplazamientos. Cada técnica de reforzamiento se debe de estudiar de manera particular y tomando toda información previa posible.

Definición operacional: se plantea el control del concreto 210 kg/cm^2 , utilizado en el refuerzo estructural de una viga de concreto armado, cuyos especímenes serán analizados y ensayados a flexión; así como el respectivo análisis matemático, mediante la aplicación cargas de gravedad a fin hallar el acero de acero requerida para la sobre carga inicial y un área de acero para una sobre carga incrementada , que determinara el comportamiento de las vigas reforzadas frente a la ocurrencia de un evento sísmico

Indicadores: se tendrá en cuenta la resistencia a la flexión de los especímenes con un tiempo mínimo de 28 días así como la variación del peralte según el peso de fibras por metro cubico de concreto, otorgado el volumen adicionado en el refuerzo de las mismas.

Escala de medición: Razón.

3.3 Población, muestra y muestreo

3.3.1 Población. Según (sampieri, 2019 pág. 199), las poblaciones deben de situarse de manera real y concreta, que tiene como común denominador las características de su contenido, lugar y tiempo, y aunado a ello la accesibilidad, en qué sentido, pues a las unidades de interés.

Tomando la información precisada, se tiene que la población a estudiar se encuentran las vigas de concreto armado sismo resistente que inicialmente fueron diseñadas para soportar una determinada carga, pero que por cambios en la sobre carga necesitaran soportar aún más, y que para efecto de investigación serán elaborados especímenes o muestras de laboratorio, a base de concreto armado, en necesidad de practicársele un refuerzo estructural a base de concreto armado mediante adición de fibras de acero en su composición. Centralizando la información nos referimos a las vigas de concreto armado diseñadas para resistir una cierta cantidad de cargas, pero que necesitaran reforzamiento, debido a un incremento de cargas.

- **CRITERIOS DE INCLUSIÓN:** se tomaron las vigas de concreto armado que, por motivo del aumento de las sobrecargas de entepiso, requieren de la intervención ingenieril a fin de proceder a realizar el reforzamiento estructural.
- **CRITERIOS DE EXCLUSIÓN:** las vigas de concreto armado que no requieren ningún tipo de reforzamiento estructural. Puesto que la carga de entepiso no se ha visto afectadas.

3.3.2 Muestra. Según (sampieri, 2019 pág. 197), en el camino de la ruta cuantitativa, se define como una subdivisión, un subgrupo del total de la población de interés, sobre los cuales se extraerán los datos pertinentes y esta a su vez debe representar a la población. Con la finalidad de observar las propiedades de las vigas reforzadas con concreto armado que incluye en su composición a las fibras de acero, se ensayaran a flexión 11 especímenes con edades superiores a 28 días, a los cuales se agregaran las fibras de acero de 25 y 35 kg por metro cubico de concreto armado, de cuyos resultados se resaltará en cuanto interviene las fibras de acero a las mejoras de las capacidades a flexión de las vigas. Se realizará el estudio comparativo de un espécimen de concreto, que servirá como muestra inicial ya que no se le agregara fibras de acero, posterior a ello, los especímenes siguientes si contendrán en su composición, fibras de acero. El peso de fibras de acero por metro cubico de concreto, irán variando entre especímenes, generando así el portal de para averiguación de la correcta dosificación. Las pruebas a la que estarán sujetas los especímenes será Slump, según la normativa ASTM C143 (incidencia de fallas en la muestra de concreto durante la ejecución del test de abrams), Resistencia a la compresión, según la normativa ASTM C39, Resistencia a la flexión, según la normativa ASTM C78.

Se realizará el concreto patrón (0%de fibra de acero) y el concreto con los porcentajes de fibra de acero para proceder con los ensayos en estado fresco y endurecido.

Tabla 01: Especímenes para ser ensayados a esfuerzos de flexión.

Número total de especímenes que serán sometidos a ensayos de flexión				Total
N° días vs kg/m ³	0 kg/m ³	25 kg/m ³	35 kg/m ³	
7 días	0	0	0	0
14 días	0	0	0	0
<28 días	3	4	4	11
Sub total	3	4	4	11

Fuente: Elaboración propia.

Resumiendo, la información en la tabla adjunta los especímenes a ensayar serán:

- 3 especímenes prismáticos experimentales de vigas patrón (concreto armado), a los que se les practicará el reforzamiento estructural denominado incremento del peralte agregando acero en la zona de refuerzo. El acero de refuerzo tanto longitudinal y transversal de estos 3 especímenes, serán los calculados para la carga inicial y la máxima a resistir según la sobre carga señalada. Se les denominara grupo de control.
- 8 especímenes prismáticos experimentales de vigas patrón (concreto armado), a las cuales se les practicará el reforzamiento estructural denominado incremento del peralte, usando concreto con la incorporación de fibras de acero (son separados en DOS grupos de 4, agregándose las cantidades de 25 y 35 kilogramos. El acero de refuerzo de estos 4 especímenes, serán los calculados para la carga inicial a resistir. Asimismo, a los especímenes a los cuales se les agregará la cantidad de 35 kg por metro cubico de concreto, se reducirá el peralte de la misma

en un 5%. Además, se agrega el siguiente dato, los especímenes que no pertenecen a un grupo de control, que hacen un total de 8, serán reagrupados según el peso de fibras de acero por metro cúbico las cuales según modelo matemático, serán diseñadas para transferir las sobrecargas de un diafragma rígido de 500 kg/m², 750 kg/m² esperando óptimos resultados. Se les denominara grupo experimental.

3.3.3 Muestreo. Definiendo a la muestra dentro de la ruta cuantitativa como el proceso para seleccionar las muestras o también denominado sub grupo, de los cuales se van a tomar datos objeto de investigación, (sampleri, 2019 pág. 217). El muestreo de esta investigación se caracteriza por ser de tipo no probabilístico o también llamada muestra dirigida ya que la selección será orientada y mas no aleatoria, más bien se utilizara el criterio y la intención.

Unidad de análisis. La investigación tendrá 11 unidades de análisis, básicamente especímenes tipo viga.

3.4 Técnicas e instrumentos para recolección de datos

Técnica de recolección de datos. En la presente investigación ya habiendo tomado la ruta cuantitativa, la técnica para poder recoger la información o datos que serán materia prima para realizar el análisis, los cimientos sobre los cuales se construye el conocimiento, se tiene como la forma más idónea de recolectar los datos cuantitativos será la técnica de **observación** que tendrá como eje el comportamiento de los especímenes y los resultados a obtener de cada uno de ellas; y la medición de la carga aplicada a través de **instrumentos mecánicos** o electrónicos tomando nota de la medición de la carga que se ha de aplicar en los especímenes y la deformación que sufrían a través del tiempo. Los datos que se pretenden estudiar se enfocan en ensayos de laboratorio estandarizados a base de las Normas técnicas Peruanas NTP o las normas de carácter internacional ASTM. La observación a realizar los instrumentos mecánicos de los cuales se obtendrá la información cubrirá los requisitos de confiabilidad, validez y objetividad.

La confiabilidad. O también llamada fiabilidad que se otorga al instrumento utilizado para la recolección de datos, señalando que si se aplica de forma repetida sobre el mismo objeto de medición, este produce resultados iguales, (sampleri, 2019 pág. 228).

Respecto a la confiabilidad de la presente investigación esta estrechamente relacionada a los instrumentos mecánicos utilizados para los postemos ensayos de laboratorio, los cuales se encuentran normados y calibrados según certificación se ha de adjuntarse. Se evitará la improvisación a fin de no afectar la confiabilidad del instrumento de recolección de datos.

La validez. Hablando en general, se define como la casi nula incertidumbre respecto a la exactitud en que determinado instrumento pretende medir una variable, (sampieri, 2019 pág. 229)

Los resultados de los ensayos serán rectificadas por los encargados de realizar los ensayos, quien estará en todos los procesos mecánicos a los que serán sometidos los especímenes objeto de investigación, aunado a ello que los resultados de los ensayos serán validados y firmados por el ingeniero encargado, debidamente certificado y especializado en la realización de los ensayos propuestos. Se evitara la improvisación a fin de no afectar la validez del instrumento de recolección de datos.

Instrumentos que servirán para la recolección de los datos

- **Elaboración de especímenes en forma de prismas**, según la NORMA TECNICA PERUANA 339.033, que trata sobre la elaboración de especímenes de concreto armado en campo.
- **Test y pruebas estandarizados y normalizados.** Ensayo de resistencia a esfuerzos de flexión del concreto en vigas, de característica simplemente apoyada y con cargas en el centro del tramo, información concentrada en la NORMA TECNICA PERUANA 339.079.2017.
- **Observación organizada:** Se elaboraran las respectivas guías a fin de tomar nota de la deformaciones respecto al tiempo transcurrido en el ensayo experimental.

3.5 Procedimientos de recolección de datos

Las vigas motivo de la presente investigación, se diseñaron a partir del análisis estructural realizado a una edificación, tipo c, multifamiliar, y las cargas principales para el análisis de las vigas, serán las de gravedad las que pondrán a prueba su comportamiento estructural, que son las más desfavorables si nos referimos a la capacidad de respuesta ante el incremento de las sobrecargas de entrepiso.

La edificación que se propone con la finalidad de extraer la información necesaria para el desarrollo de la presente investigación.

- 3 niveles, destinado inicialmente para vivienda, son una sobrecarga inicial de 2000 kg/cm² según la norma de cargas contemplada en la norma E.20, del Reglamento Nacional de Edificaciones.
- Verificados la cortante basal absorbida por los principales elementos estructurales de la vivienda, se observa que el sistema estructural predominante es el de DUAL.

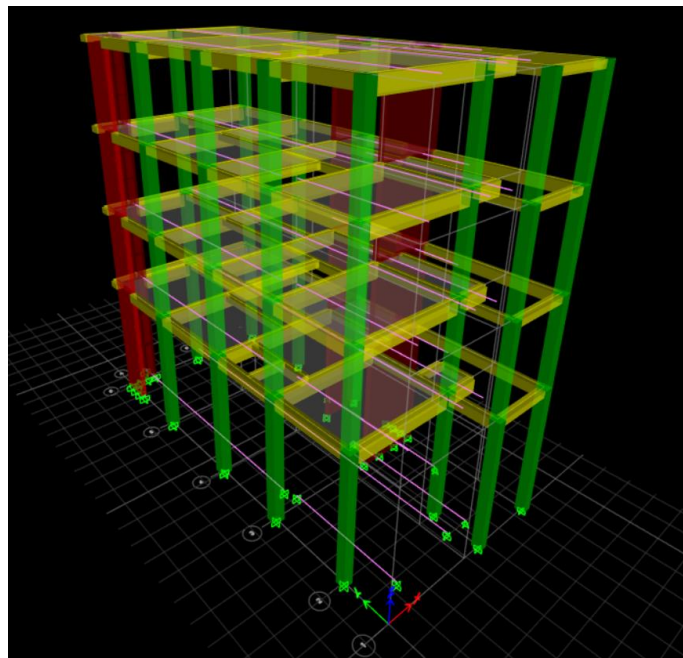


Figura N° 8. modelo estructural vista 3d.

Una vez modelada la estructura correspondiente, se le añadieron las cargas vivas y muertas en cada uno de los entrepisos, los mismos que se comportan como diafragma rígidos, restringiendo así sus grados de libertad a un plano horizontal. (Ver figura N°18 y 19).

Carga Muerta:

- tabiquería: 0.15 T/m²
- Acabado: 0.12 Tn/m²
- Ladrillo de techo: 0.90 Tn/m²
- Cielo raso: 0.30 Tn/m²

Carga viva:

- Viviendas: 0.2 tn/m²

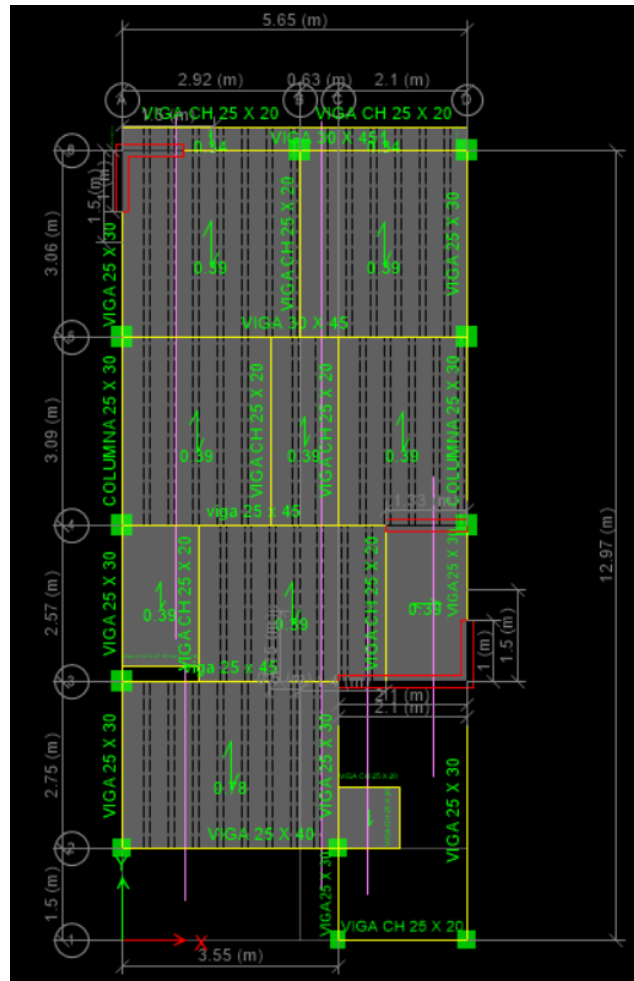


Figura N°9. Carga Muerta Sobre Losa Aligerada 20cm Del Primer Nivel.

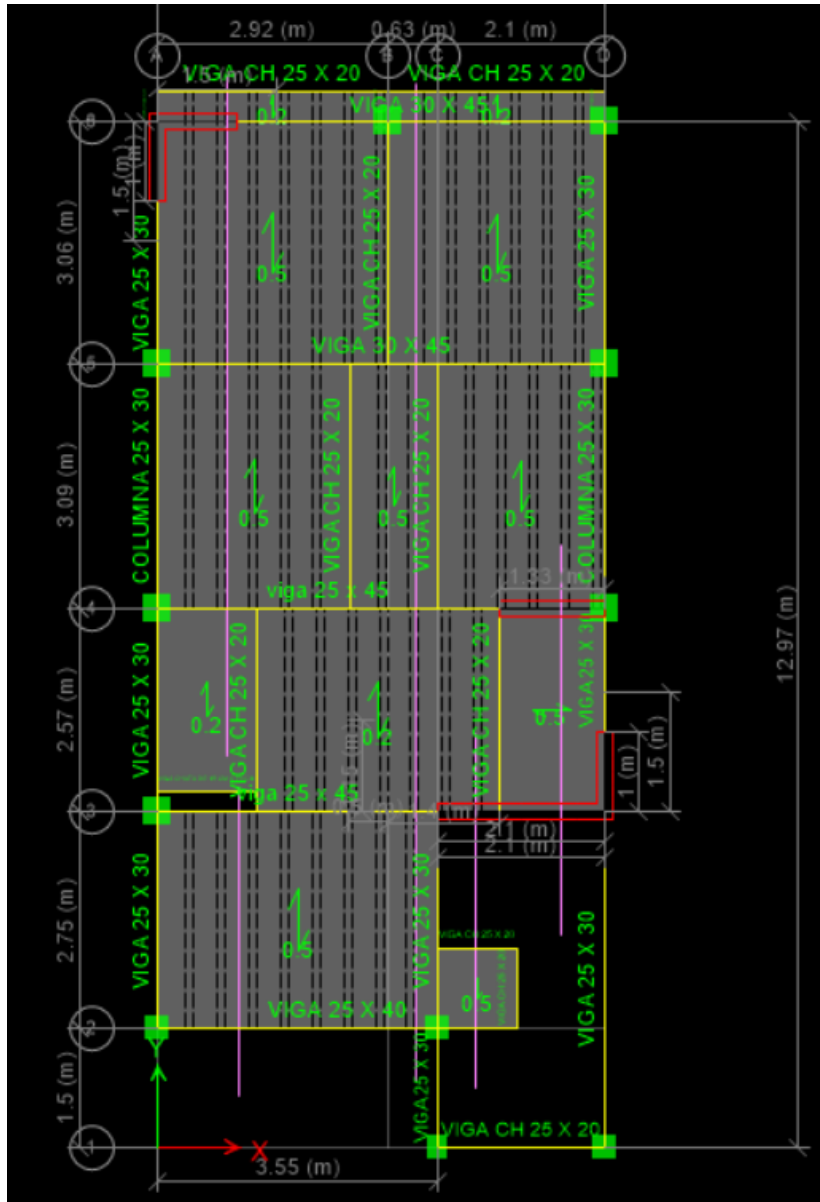


Figura N°10 . Carga viva sobre losa aligerada 20cm del primer nivel.

Una vez estructurado el edificio en el modelo matemático y realizado el análisis estático , se determinó que las cargas más desfavorables para hallar los momentos y cortantes en las vigas, eran las cargas por gravedad, usando la siguiente combinación de carga contemplada en el Reglamento Nacional de Edificaciones en la NORMA E.060 CONCRETO ARMADO - REQUISITOS GENERALES DE RESISTENCIA. 1.4 CARGA MUERTA + 1.7 CARGA VIVA.

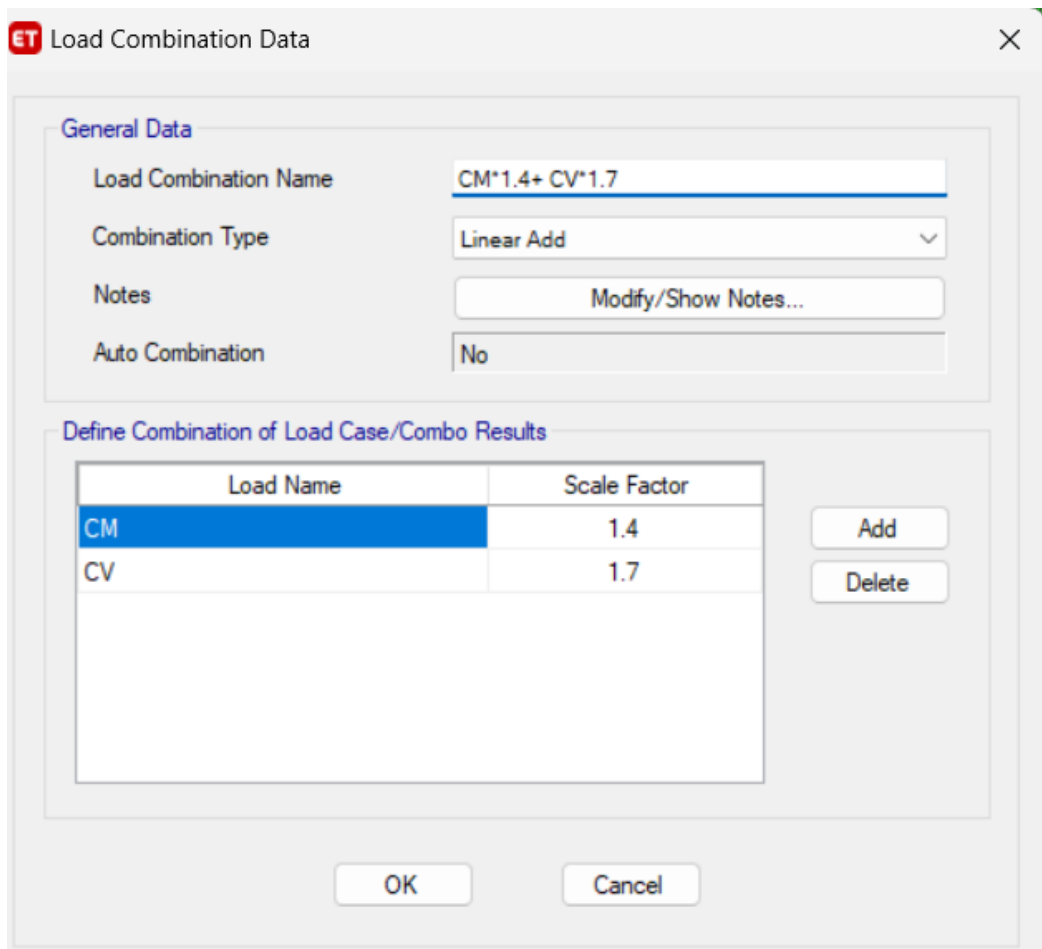


Figura N° 11. Creación de la combinación de carga 1.4cm+1.7cv.

Aplicada la carga mas desfavorable en este tipo de análisis, se procede a someter a la estructura a la siguiente combinación de carga 1.4 CARGA MUERTA + 1.7 CARGA VIVA, con la finalidad de observar los momentos flectores actuantes en las vigas, específicamente las del primer nivel, puesto que será en este nivel en el que se irán modificando las cargas vivas con la finalidad de recabar información de los momentos flectores actuantes motivo de la presente investigación.

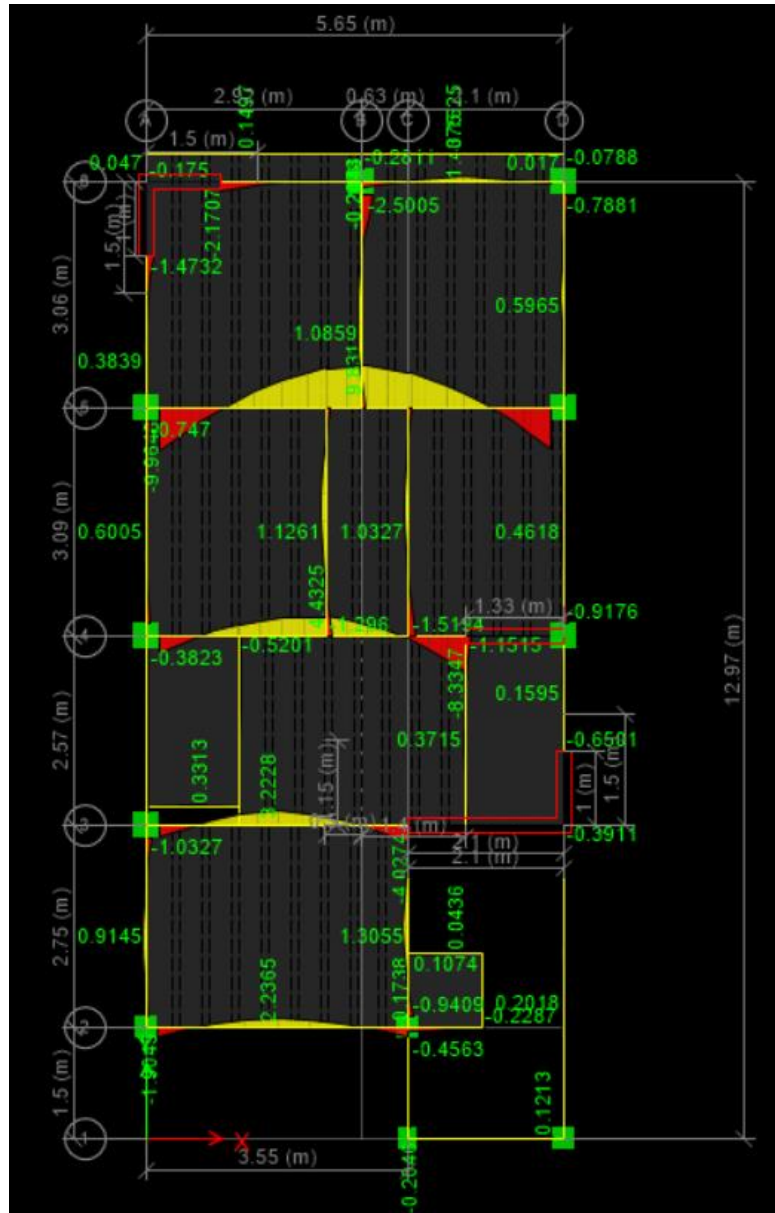


Figura N° 12. Diagrama de los momentos flectores actuantes en las vigas del primer nivel al someterlas a la combinación de cargas 1.4 cm + 1.7 cv

Con la finalidad de acercarnos al comportamiento real de las vigas de concreto armado de la edificación motivo de análisis, y que los ensayos de laboratorio propuestos sean los más reales posibles, se consideró la viga que se muestra a continuación:

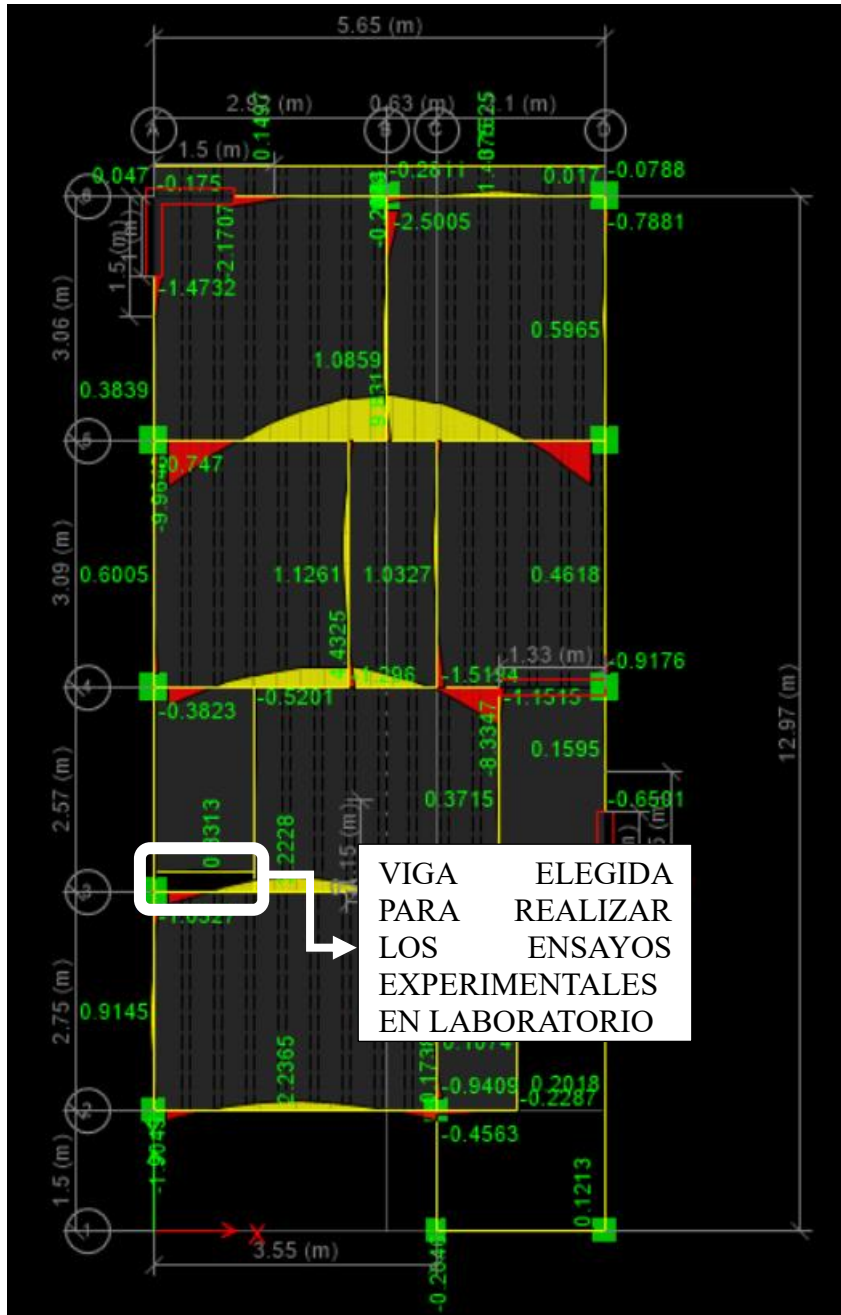


Figura N° 13. Viga de concreto armado, modelada matemáticamente, que se someterá a ensayos de flexión en laboratorio.

La viga elegida se etiqueto como VIGA CHATA DE 15 CM X 20CM, y que será el elementos estructural patrón para el desarrollo de la presente investigación, tiene una longitud de UN(01) METRO, junto con una sección transversal de 15x20 cm, tal como se aprecia en las figuras que anteceden la presente descripción, observando el siguiente comportamiento estructural respecto a las cargas, puesto que se encarga de transmitir una parte de la carga viva y muerta transmitida por la losa aligerada hacia las vigas peraltadas transversales. Así mismo para simplificar el análisis, por ser la viga motivo de análisis, una viga embebida en el espesor de la losa aligerada, es decir una viga chata, esta se analizara como si fuera una viga simplemente apoyada, con la finalidad de calcular los momentos más desfavorables en el centro de la viga, y no generar empotramiento que resultaría en generar esfuerzos de torsión en las vigas transversales, preponderando así, los momentos positivos generando en la viga. habiendo hecho la siguiente descripción, se realizará el diseño por flexión de la viga a fin de hallar el acero de refuerzo para el momento positivo calculado matemáticamente y revisado manualmente. Se liberó de momentos en el modelo matemático.

Este análisis previo se realizara en las vigas patrón, que luego serán sometidas a reforzamiento estructural, utilizando un concreto con un $F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, el cual integrara a sus componentes intrínsecos que son los agregados finos, gruesos y cemento, la fibra de acero y acero de refuerzo. La adición de fibras de acero obedece a que la viga elegida será sometida a mayores cargas, específicamente se aumentará la carga viva, lo que conlleva accesoriamente a que ocurran mayores momentos flectores.

CARACTERÍSTICAS Y PROPIEDADES DE LOS ELEMENTOS UTILIZADOS PARA EL DESARROLLO DE LA PRESENTE INVESTIGACIÓN.

Para el desarrollo de la presente investigación se usaron los siguientes materiales.

A) CONCRETO

Resistencia de diseño de concreto armado ante los esfuerzos de compresión: el presente dato se tomó luego de realizar ensayos a compresión de un total de 6 probetas, que tiene como factor común, un diámetro de 10 cm, ensayos que se realizaron a una edad de 7 y 28 días, para con el dato obtenido, a fin de determinar que fuerza a la compresión tendrá el concreto a usarse, para la cual se realizó la siguiente tabla.

Tabla N° 2. Resistencia a los esfuerzos de compresión del concreto a los 7 y 28 días, diseñado con F_c 210 kg/cm².

EDAD	NUMERO	DIÁMETRO (CM)	AREA (CM ²)	P (KN)	F'C (KG/CM ²)
7	1	10	78.54	107.9	140.4
7	2	10	78.54	109.3	141.86
28	3	10	78.54	174.9	227.00
28	4	10	78.54	177.6	230.5
28	5	10	78.54	175.97	228.39
28	6	10	78.54	172.9	224.4

Fuente: Elaboración propia



Figura N° 14. Ensayos a compresión en laboratorio.



Figura N° 15. Ensayos a compresión en laboratorio.

VALORES RESCATADOS PRODUCTO DE LOS ENSAYOS DE COMPRESIÓN

- **FC PROMEDIO= 227.57 KG/CM2**
- **DESVIACION ESTANDAR= 2.55 KG/CM2**

Tomado este valor de la desviación estándar, resultado de los ensayos a compresión en laboratorio a una edad de 28 días es de: $227.57 - 2.55 = 225.01 \text{ kg/cm}^2$.

Con la finalidad de acercarse mas a la realidad y ya habiendo superado el valor requerido de 210 kg/cm^2 , se procede a tomar este valor, suponiendo que es el valor mas desfavorables, pues el meollo de la presente investigación es hacer frente a los problemas generados por la autoconstrucción, las cuales en su mayoría no respetan el reglamento nacional de edificaciones, ni mucho menos generan un diseño de mezcla para la construcción de los principales elementos estructurales.

B) ACERO:

Tenemos a la resistencia de la fluencia del acero, se usara un acero grado 60, teniendo como valor: $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$.

A la vez el valor del módulo de elasticidad del acero es: $E_s = 200000 \text{ MPa}$.

C) FIBRA DE ACERO:

Este nuevo material que será incorporado al concreto que se utilizara en el reforzamiento de las vigas de concreto armado, es llamado Fibra de acero, material adquirido en BUILDING SYSTEMS PERU S.A.C, el cual tiene las siguientes características:

- Tensión a la ruptura: 1200 MPA (ACI 544-3R-08)
- Alargamiento a la ruptura: < 4%.
- Modulo de elasticidad: 210000 MPA
- Resistencia= 815.77 kg/cm²
- Relación entre largo = 60mm
- Diámetro = 0.75mm
- Ratio aspecto= 80

Con la finalidad de iniciar con los ensayos, se realizó un diseño de mezcla a fin de lograr una resistencia mínima del concreto igual a 210 kg/cm². Y posterior a ello, se comprobó dicha resistencia de dicho diseño con la rotura de probetas.

DISEÑO Y ENSAYO DE VIGAS PATRÓN

A fin de acercarnos más a la realidad, se procedió a calcular el acero de refuerzo de las vigas patrón, mediante el diseño por flexión, habiendo modelado previamente la estructura de forma íntegra y sometiéndola a la combinación de cargas 1.4CM + 1.7CV.

Extraemos la información del modelo matemático realizado en ETABS, respecto a los momentos positivos y negativos actuantes en la viga motivo de análisis, y que se realiza a fin de tomar la data de los aceros requeridos a los largo de su sección.

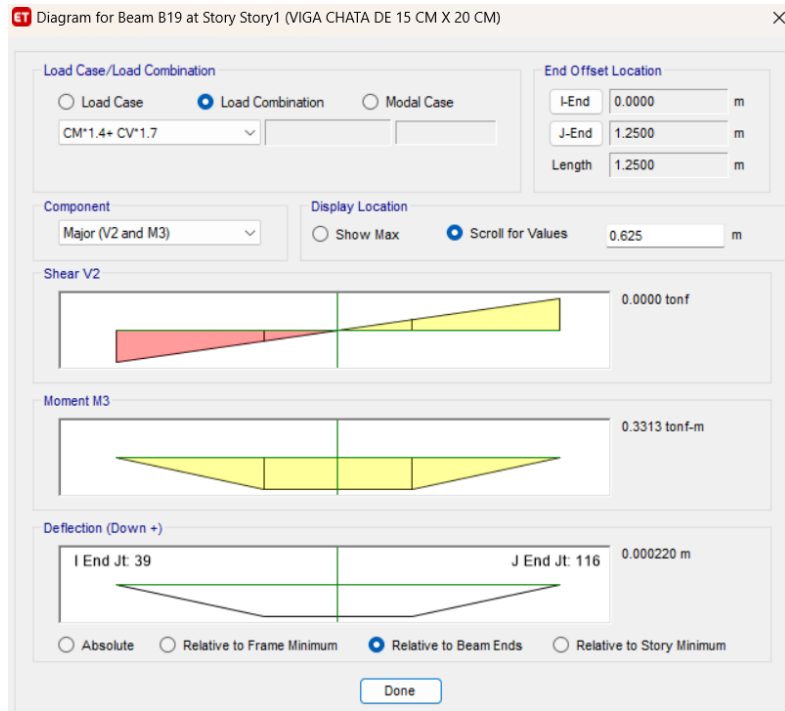


Figura N° 16. Visualización de momento positivo actuante en centro de viga.

Procedemos a calcular el acero positivo a causa de los momentos positivos en viga de concreto armado.

DISEÑO A FLEXIÓN DE VIGA CHATA 15X20CM PARA UNA S/C DE 200 KG/M2

1.DATOS DE ENTRADA:

b= 15 cm	ancho de viga.
h= 20 cm	peralte de viga..
Es= 2100000.00	módulo de elasticidad del acero.
Mu= 0.33	momento flector generado por las cargas.
Fc= 210	resistencia del concreto a compresión.
Fy=4200	esfuerzo de la fluencia del acero.
d´=4	distancia desde centro de gravead del acero hasta la fibra inferior.

2. DATOS ADICIONALES

$$D = h - d' = 16 \text{ cm} \quad \text{peralte efectivo}$$

3. CALCULO DE AREA DE ACERO MIN Y MAX

3.1 CUANTIA BALANCEADA

$$\text{si } f_c > 280 \dots \beta_1 = 0.85 - \frac{0.05(f_c - 280)}{70}$$

$$\text{si } f_c > 280 \dots \beta_1 = 0.85$$

$$F_c = \text{kg/cm}^2$$

$$\text{Valor de } \beta_1 = 0.85$$

$$\rho_b = \frac{0.85 * f_c * 0.003}{f_y * (\frac{f_y}{E_s} + 0.003)} = 0.02168$$

3.2 ACERO MÍNIMO

$$A_{s \text{ min}} = \frac{0.7 * \sqrt{f_c}}{f_y} * b * d = 0.58 \text{ cm}^2$$

3.3 ACERO MÁXIMO

$$\rho_{max} = 0.75 \rho_b$$

$$\rho_{max} = 0.5 \rho_b$$

$$\rho = \frac{A_s}{b * d} = 2.6 \text{ cm}^2$$

4. CALCULO DE AREA DE ACERO REQUERIDO:

METODO ITERATIVO

$$1 \dots a = \frac{A_s * F_y}{0.85 * F_c * b}$$

$$2 \dots A_s = \frac{M_u}{0.9 * F_y * (d - \frac{a}{2})}$$

$$3 \dots a_i = 0.2 * D$$

A (cm)	As (cm ²)
3.2	0.61
0.95	0.56
0.89	0.56
0.88	0.56
0.88	0.56

Como resultado de diseño a flexión de la viga, obtenemos que, para los momentos flectores, será necesaria la utilización en zona de tracción de Se usará: $2 \text{ } \varnothing \frac{1}{4}$ " ($A_s = 0.633 \text{ cm}^2$).

El acero calculado será colocado para los 11 especímenes para su sección inicial de 15x25 cm, incluyan a no dentro de su composición de las fibras de acero, y para efectos de ensayo y correcta colocación de los aceros, se colocaron estribos de $\frac{1}{4}$ " de área de acero, a cada 10 centímetros con la finalidad de evitar la falla por cortante, previa verificación de diseño a cortante, y con la finalidad de solo evaluar la capacidad de flexión en la zona a tracción de la viga experimental, se utilizó solo para fines de montaje de la viga. alambre numero 8, a fin de asegurar la posición de los estribos y evitar que alguno de varie de posición durante el vaciado de concreto a los moldes diseñados para colocar los especímenes experimentales tipo viga, y de fondo se usa el alambre numero 8 con la finalidad de evitar que se aumente paulatinamente la capacidad de flexión de la viga experimental, ya habiendo señalado que se verificara la zona sometida a tracción. Las vigas experimentales, son vigas simplemente reforzadas.

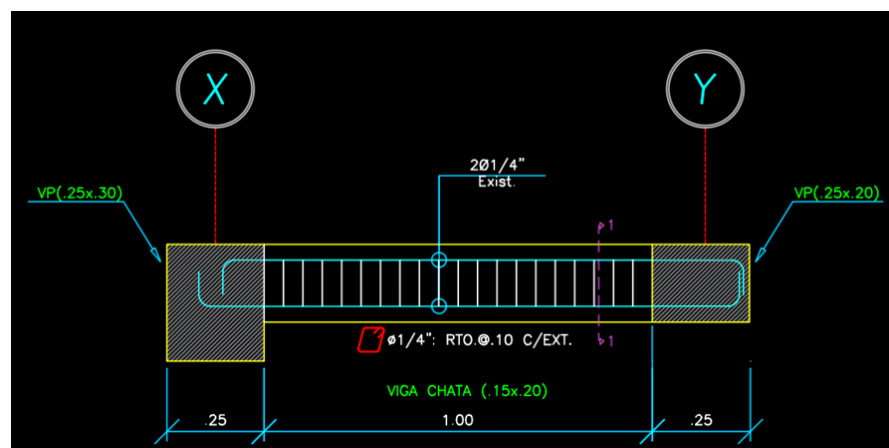


Figura N° 17. Corte en viga chata.

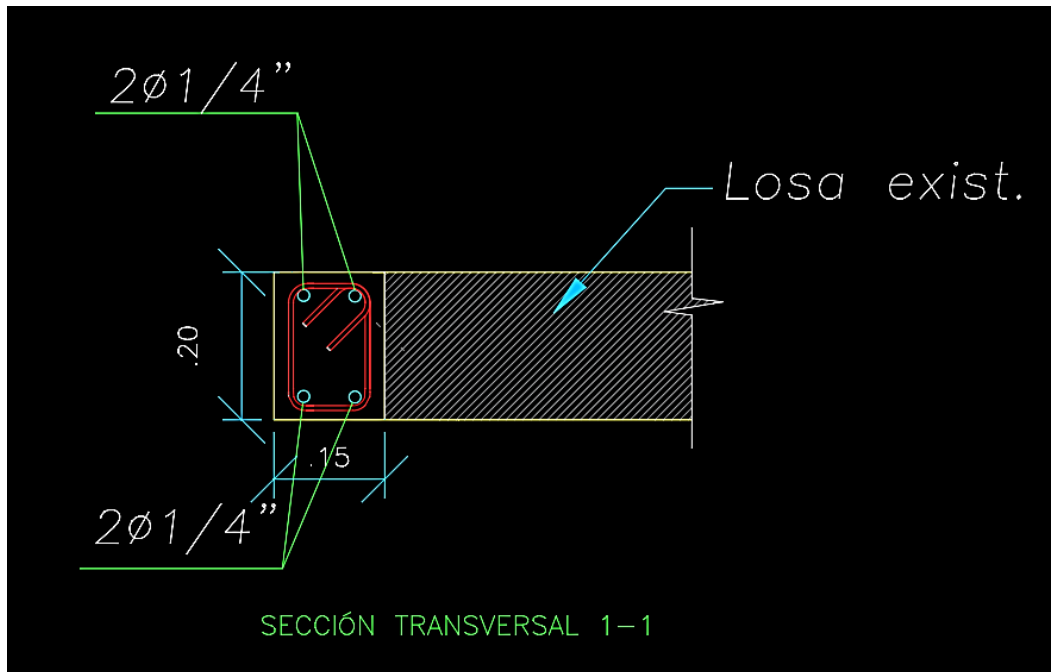


Figura N° 18. Sección transversal en viga chata 0.15m x0.20 m

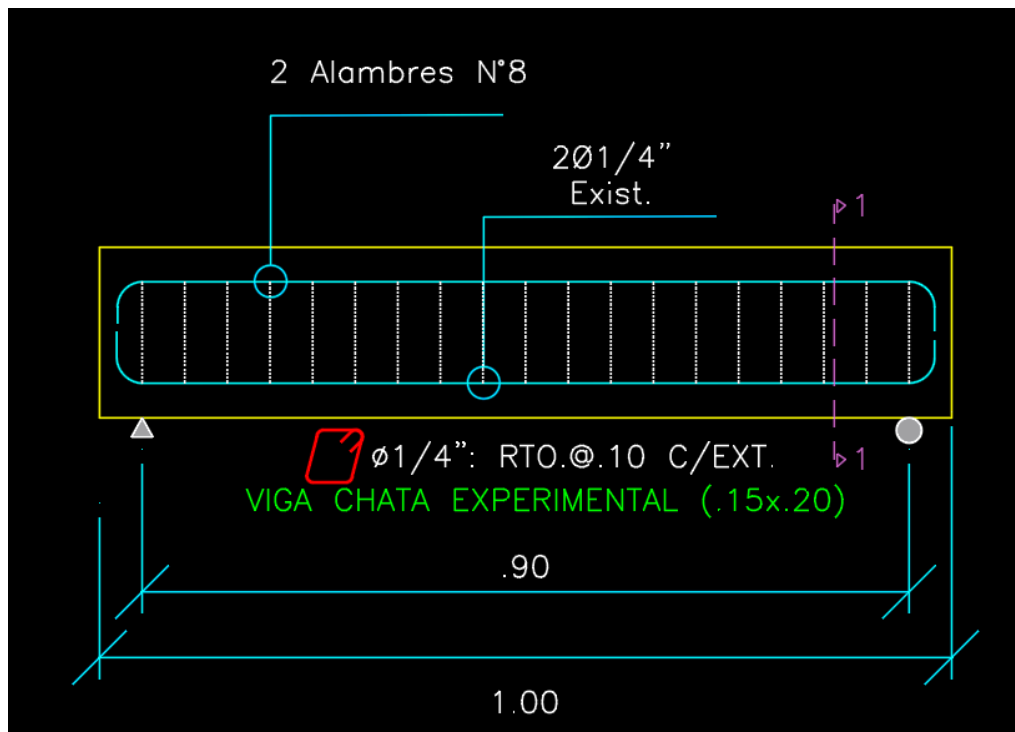


Figura N° 19. Corte en espécimen prismático experimental, diseñado para comportarse como una viga simplemente apoyada.

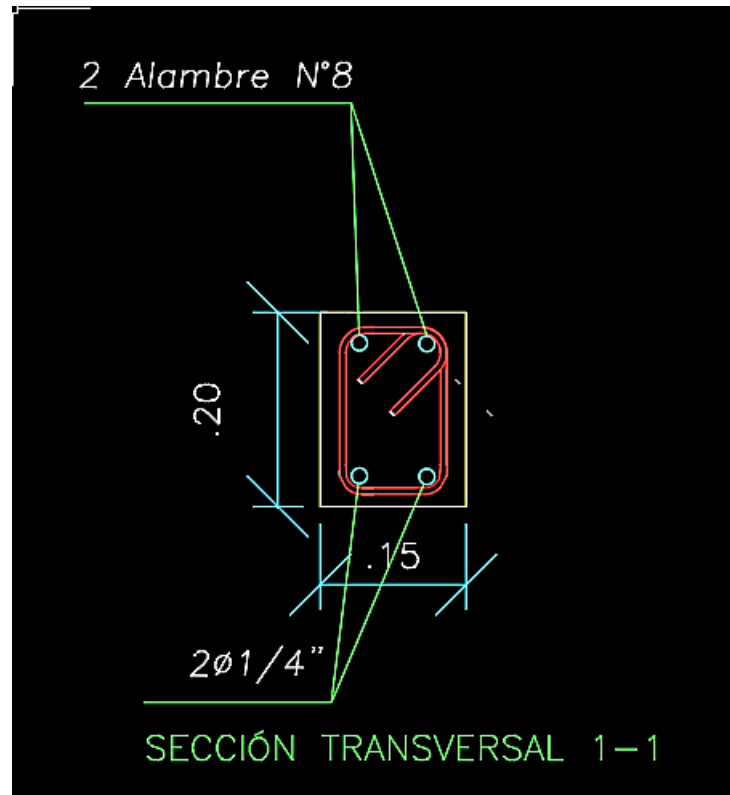


Figura N° 20. Sección transversal en espécimen prismático experimental, diseñado para comportarse como una viga simplemente apoyada.

Teniendo en consideración cuán complejo es poder ensayar las vigas como un elemento primordial del pórtico, debido a la premura del tiempo por la que es entregado este trabajo de investigación, estos elementos prismáticos experimentales se ensayaran considerando que son vigas simplemente apoyadas a la cual se le aplicara una carga puntual al centro, hasta generar la falla del elemento a ensayar, información llevada al modelo matemático, pues fue liberada de momentos en sus extremos a fin de acercaremos más a su comportamiento.

Esta carga aplicada al centro va a generar un momento positivo, dicho momento será comparado con el hallado en el modelo matemático.

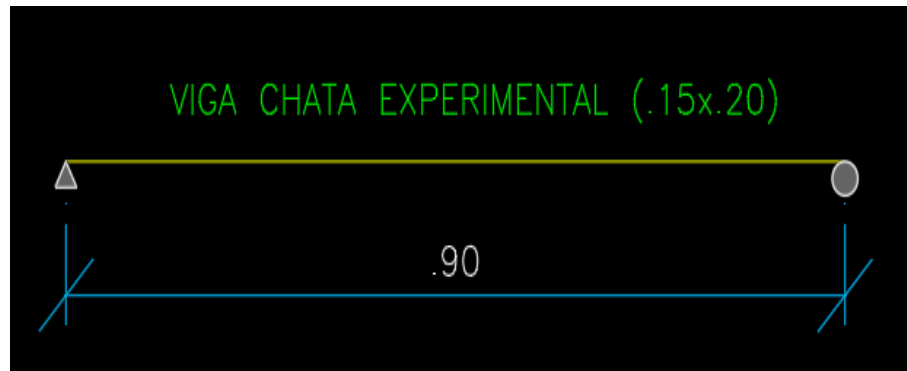


Figura N° 21. Representación de viga chata simplemente apoyada

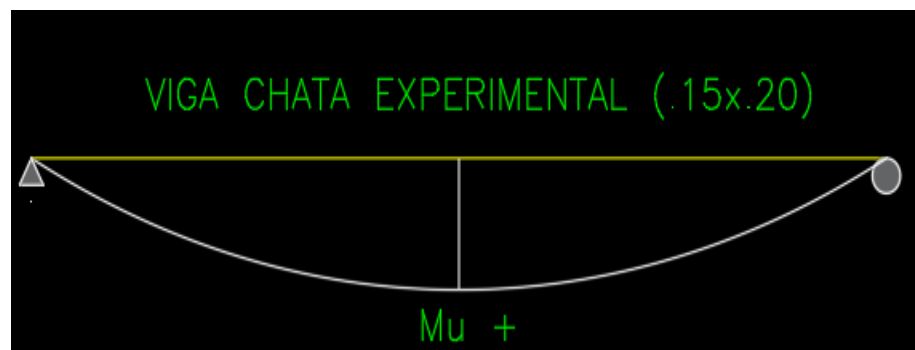


Figura N° 22. Representación de la deformación de la viga debido a las cargas.

Ya habiendo calculado el acero de refuerzo que soportara los momentos positivos en el elemento estructural, por medio del diseño a flexión, se tomó por consideración colocar 2 varillas de refuerzo de $\frac{1}{4}$ de pulgada de un f_y 4200 kg/cm², el cual tendrá una capacidad a flexión determinada por un momento nominal resistente (M_n) = 45 230.93 kg-cm, y según el reglamento Nacional de Edificaciones, se procede a aplicar el factor de reducción del momento nominal, multiplicando el M_n por 0.9, y al aplicar el factor de seguridad, obtenemos el siguiente valor $0.9 \times M_n = 40\,707.84$ Kg – cm ó 0. 40 707.84 tn-m. para llegar a tal resultado se ha seguido el siguiente procedimiento:

CÁLCULO DE MOMENTO NOMINAL RESISTENTE 15x20 CM

DATOS:

VARILLAS:

n° de varillas: 2 #
diámetro de varillas: 0.635 cm
f'y: 4200 kg/cm²

FORMA DE VIGA

b= 15 cm
h= 20 cm
x= 2.5 cm
h-x=d= 17.5cm

CONCRETO

F'c= 210 kg/cm²

B1

si f'c menor 280, entonces B1= 0.85

SOLUCIÓN:

AREA DE ACERO

As = #VARILLAS* (AREA DE VARILLA)= 0.633 cm²
CUANTIA DE ACERO EN LA SECCION= AS/(B*D)=0.00241

COMPROBACIÓN

Pmin1= 0.7*raiz(F'c)/fy = 0.00242

Pmin2= 14/fy = 0.00333333

Pmax= (3/8)*(0.85*b1*f'c/fy)= 0.01355

CÁLCULO DE A

$$A = A_s \cdot F_y / 0.85 \cdot F'_c \cdot B = 0.994 \text{ cm}$$

CÁLCULO DE C

$$C = A/B_1 = 1.1 \text{ cm}$$

CÁLCULO DE DEFORMACIÓN DEL ACERO

LONGITUDINAL EN ZONA DE TRACCIÓN

$$E_T = ((D-C)/C) \cdot 0.003 = 0.044558$$

**verificar superior a 0.005 "cumple"*

MOMENTO ÚLTIMO AFECTADO POR FI

$$\phi M_n = \phi \cdot A_s \cdot F_y (d-a/2) = 40707.84109 \text{ kg-cm}$$

$$M_n = 45230.9345 \text{ kg-cm} = 0.4070784109 \text{ Tn-m}$$

Sin embargo, en la presente investigación, se pretende evaluar que la efectividad de las fibras de acero, para ello se simula el escenario en donde uno de los entresijos de la vivienda cambia de uso, incrementando la sobrecarga, para lo cual es necesario realizar un reforzamiento estructural a una de las vigas que recibe la carga transmitida por las viguetas de la losa, incrementando el peralte, incrementando el área de acero necesario para soportar los momentos flectores generados por la sobrecarga aumentada. Tal es así que la nueva sección resultara de 15x30 cm, deduciéndose que se incrementara el peralte en 10 cm, y dentro de esa sección se agregará una nueva cantidad de área de acero que incremente el momento nominal resistente de la sección, obteniendo así los nuevos resultados, los que se muestran a continuación:

CÁLCULO DE MOMENTO NOMINAL RESISTENTE 15x30 CM

DATOS:

VARILLAS:

n° de varillas: 4 #
diámetro de varillas: 0.635 cm
f'y: 4200 kg/cm²

FORMA DE VIGA

b= 15 cm
h= 30 cm
x= 9 cm
h-x=d=21 cm

CONCRETO

F'c= 210 kg/cm²

B1

si f'c menor 280, entonces B1= 0.85

SOLUCIÓN:

ÁREA DE ACERO

As = #VARILLAS* (AREA DE VARILLA)= 1.267 cm²
CUANTIA DE ACERO EN LA SECCION= AS/(B*D)=0.00402

COMPROBACIÓN

Pmin1= 0.7*raiz(F'c)/fy = 0.00242

Pmin2= 14/fy = 0.00333333

Pmax= (3/8)*(0.85*b1*f'c/fy)= 0.01355

CÁLCULO DE A

$$A = A_s \cdot F_y / 0.85 \cdot F'_c \cdot B = 1.987 \text{ cm}$$

CÁLCULO DE C

$$C = A/B = 2.21 \text{ cm}$$

CÁLCULO DE DEFORMACIÓN DEL ACERO LONGITUDINAL

EN ZONA DE TRACCIÓN

$$E_T = ((D-C)/C) \cdot 0.003 = 0.0255$$

**verificar superior a 0.005 "cumple"*

MOMENTO ÚLTIMO AFECTADO POR FI

$$\phi M_n = \phi \cdot A_s \cdot F_y (d-a/2) = 95795.94 \text{ kg-cm}$$

$$M_n = 1.0643994 \text{ kg-cm} = 0.957959 \text{ Tn-m}$$

Habiendo obtenido la diferencia de momentos nominales resistentes entre la viga de sección 15x20 cm y 15x30, se pretende realizar a escala 1 en 1 de este último espécimen nombrado, con la finalidad de incluirlo a un grupo de control con la finalidad de someterlos a ensayo de laboratorio y comparar los resultados con los cálculos realizados de forma manual. Así mismo, se agruparán especímenes a un grupo experimental, los cuales difieren del grupo de control en lo siguiente, en el área a reforzar no se añadirán barras de acero con la finalidad de hacer frente a los nuevos momentos últimos, debido al aumento de la sobrecarga. Tal es así que en adelante, haciendo uso de un modelo matemático calculado en el programa de análisis estructural llamado ETABS, del cual extraeremos los momentos últimos generados por las nuevas cargas a incrementar. Se expresará los momentos nominales resistentes a continuación:

TABLA N° 03. Comparación porcentual del momento nominal resistente de sección inicial y sección reforzada.

	Momento ultimo tn-m	Momento nominal tn-m	%	L (M)	P NOMINAL (N)	P NOMINAL (N)
Sección 15 x 20	0.407078411	0.452309	100%	1	15973.75	17748.61
Sección 15 x 30	0.95795942	1.06439	235%	1	37590.32	41767.03

Fuente: Elaboración propia

habiendo realizado los respectivos cálculos se espera que al aplicar la carga P, esta genere un momento similar al ya calculado, o sea aún mayor, a fin de observar que la capacidad de la sección ya calculada sea aun mayor a la demanda ya generan las cargas en introducidas en la estructura según modelo matemático.

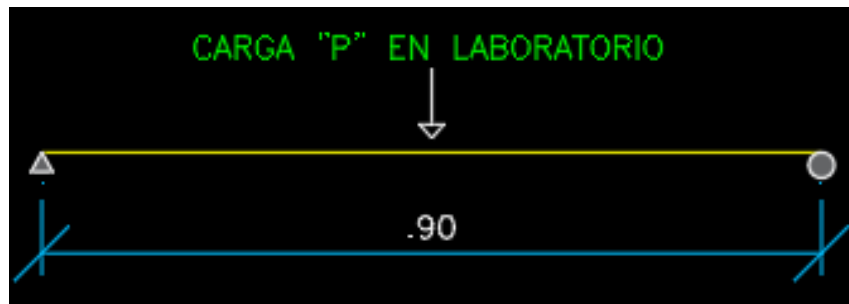


Figura N° 23. Representación de la carga aplicada en laboratorio.

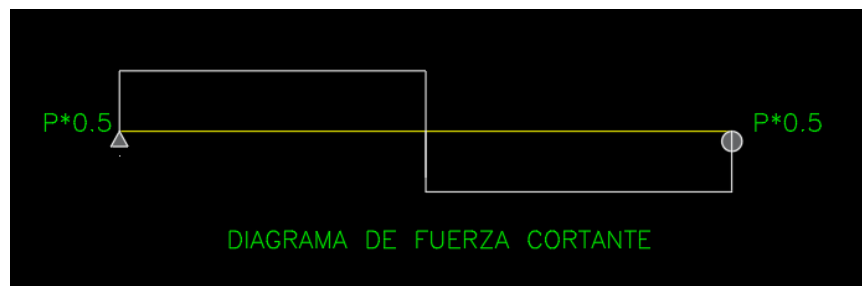


Figura N° 24. Representación de las cortantes que afecta a viga.

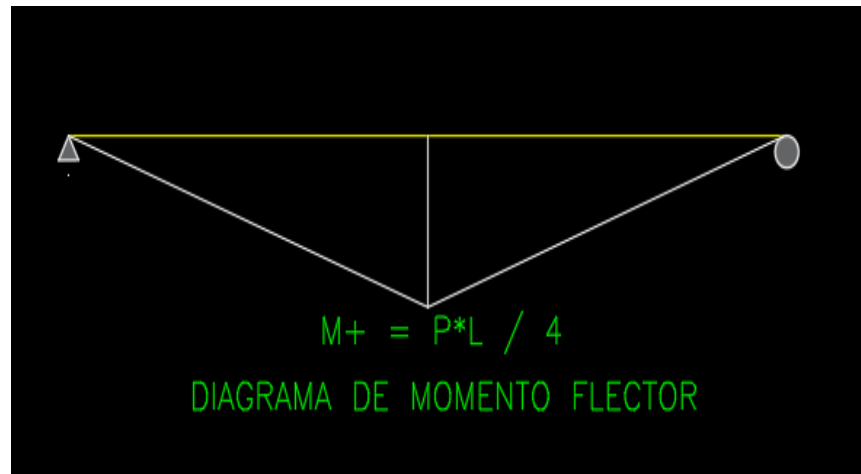


FIGURA N° 25 - corresponde al momento flector resultante del ensayo a flexión en laboratorio de acuerdo a las cargas aplicadas.

Ya habiendo señalado los objetivos de la presente investigación, se espera en aumento de la capacidad de resistencia flexión de la sección, sección que se incrementara, para la cual se utilizara concreto que incorpora a su matriz la fibra de acero en dos proporciones por metros cubico de concreto, de 25 y 35 kilogramos respectivamente.

De laboratorio obtendremos los siguientes datos, deformación en la parte superior e inferior del elemento prismático, la deflexión central en la viga, generada por la carga puntual del equipo de laboratorio. Tomados estos datos a través del tiempo se plasmara el momento curvatura de los elementos prismáticos, a fin de observar su comportamiento estructural al ser reforzados.

REFUERZO ESTRUCTURAL DE LAS VIGAS, INCORPORANDO AL CONCRETO DESTINADO PARA EL REFORZAMIENTO, FIBRAS DE ACERO.

Con la finalidad de obtener que optima cantidad de fibras de acero utilizar por metro cubico de concreto destinado para la sección a reforzar, se tomó como base el modelo estructural inicial, alterando las sobrecargas. Simulando un cambio de uso de la edificación respecto a las cargas vivas, incrementándose a : 500 kg/m² y 750kg/m².

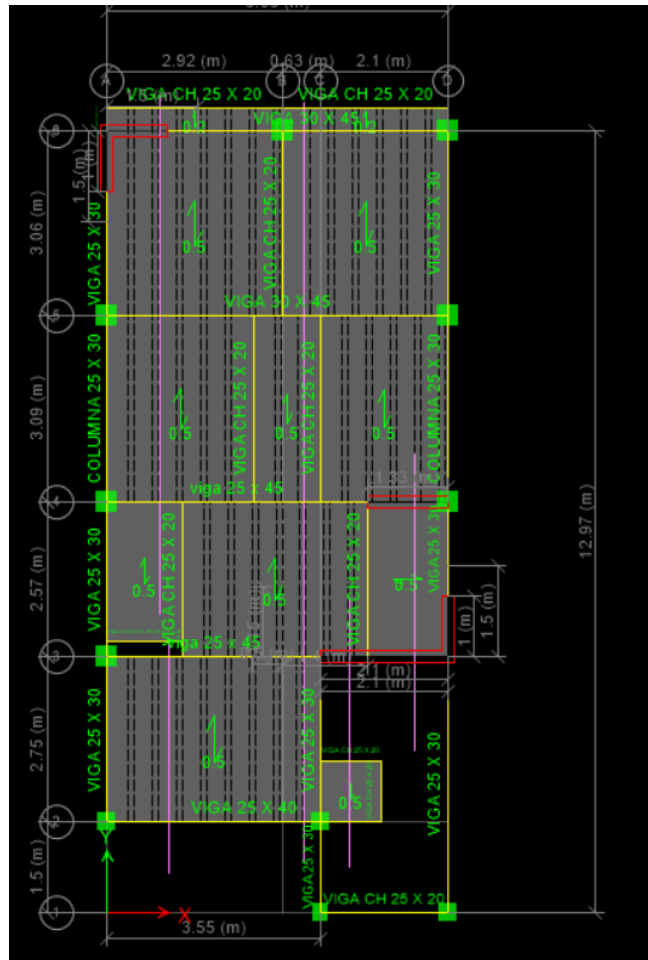


Figura N° 26. Incremento de carga viva a 500 kg/m².



Figura N° 27. Incremento de carga viva a 750 kg/m².

Al haberse cambiado las sobrecargas, que recaen directamente sobre las losas, se generaran el aumento del momento ultimo en la viga a experimentar. Al incrementarse los momentos, se incrementara la sollicitación de acero en la zona a tracción de la viga, provocando la falla de la estructura al no cumplirse con la cuantía requerida. Dado el caso y debido al incremento de la sobrecarga, se realizará el refuerzo estructural en la viga de concreto armado, utilizando concreto que incorpora a sus ingredientes la fibra de acero. Dicho refuerzo se realiza a fin de aumentar la sección del concreto y área de acero en la zona a tracción.

**MOMENTOS HALLADOS DEBIDO AL INCREMENTO DE LA
SOBRE CARGA A 500 KG/M²**

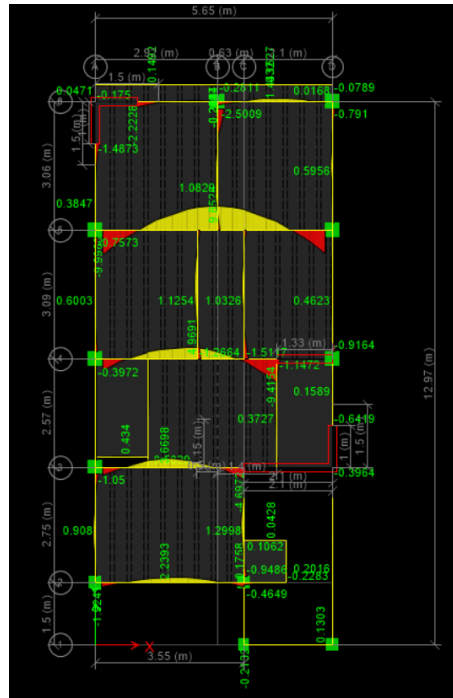


Figura N° 28. Incremento del momento debido a la carga viva a 500 kg/m².

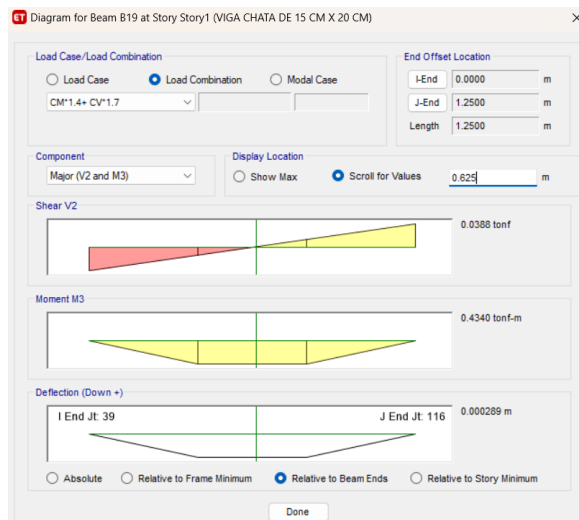


Figura N° 29. Visualización de momento positivo actuante en centro de viga.

DISEÑO A FLEXIÓN DE VIGA CHATA 15X20CM PARA UNA S/C DE 500 KG/M2

DISEÑO DE VIGA

1. DATOS DE ENTRADA:

b= 15 cm	ancho de viga
h= 20 cm	peralte de viga
Es= 2100000.00	módulo de elasticidad del acero
Mu= 0.43	momento flector generado por las cargas
Fc= 210	resistencia del concreto a compresión
Fy=4200	esfuerzo de la fluencia del acero
d´=4	distancia desde centro de gravedad del acero hasta la fibra inferior

2. DATOS ADICIONALES

D= h- d´ = 16 cm	peralte efectivo
------------------	------------------

3. CALCULO DE AREA DE ACERO MIN Y MAX

3.1 CUANTIA BALANCEADA

$$\text{si } f_c > 280 \dots \beta_1 = 0.85 - \frac{0.05(f_c - 280)}{70}$$

$$\text{si } f_c > 280 \dots \beta_1 = 0.85$$

$$F_c = \text{kg/cm}^2$$

$$\text{Valor de } \beta_1 = 0.85$$

$$\rho_b = \frac{0.85 * f_c * 0.003}{f_y * (\frac{f_y}{E_s} + 0.003)} = 0.02168$$

3.2 ACERO MÍNIMO

$$A_{s \text{ min}} = \frac{0.7 * \sqrt{f_c}}{f_y} * b * d = 0.58 \text{ cm}^2$$

3.3 ACERO MÁXIMO

$$\rho_{max} = 0.75 \rho_b$$

$$\rho_{max} = 0.5 \rho_b$$

$$\rho = \frac{As}{b*d} = 2.6 \text{ cm}^2$$

4.CALCULO DE AREA DE ACERO REQUERIDO:

METODO ITERATIVO

$$1...a = \frac{As*Fy}{0.85*Fc*b}$$

$$2...As = \frac{Mu}{0.9*Fy(d-\frac{a}{2})}$$

$$3...ai = 0.2 * D$$

A (cm(As (cm ²)
3.2	0.80
1.26	0.75
1.18	0.75
1.17	0.75
1.17	0.75

Como resultado de diseño a flexión de la viga, obtenemos que, para los momentos flectores, será necesaria la utilización en zona de tracción de Se usará: 2 Ø ¼" (As = 0.633 cm²) + el área para el refuerzo de 0.12 cm²)

MOMENTOS HALLADOS DEBIDO AL INCREMENTO DE LA SOBRECARGA A 750 KG/M²

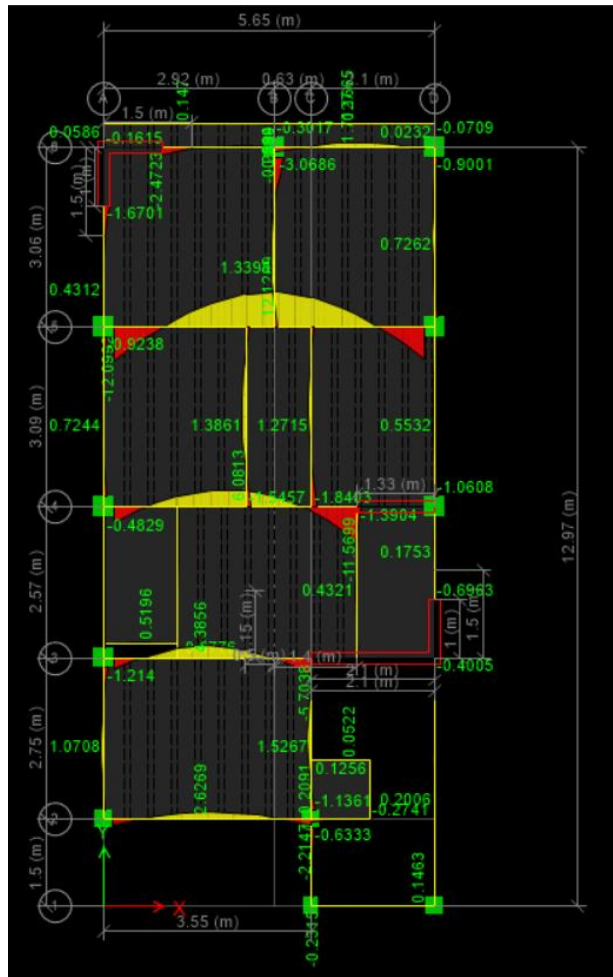


Figura N° 30. Incremento del momento debido a la carga viva a 750 kg/m².

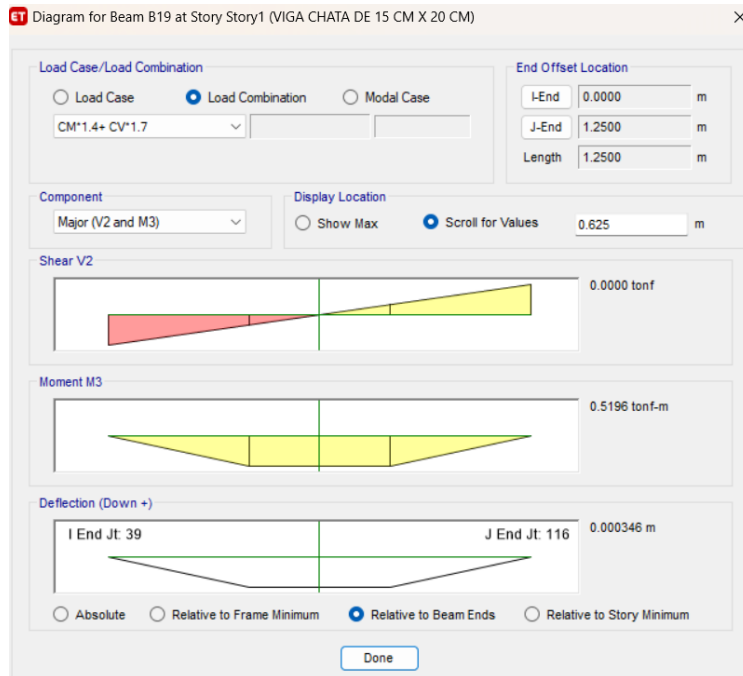


Figura N° 31. Visualización de momento positivo actuante en centro de viga.

DISEÑO A FLEXION DE VIGA CHATA 15X20CM PARA UNA S/C DE 500 KG/M2

DISEÑO DE VIGA

1. DATOS DE ENTRADA:

<p>$b = 15 \text{ cm}$</p> <p>$h = 20 \text{ cm}$</p> <p>$E_s = 2100000.00$</p> <p>$\mu = 0.43$</p> <p>$F_c = 210$</p> <p>$F_y = 4200$</p> <p>$d' = 4$</p>	<p>ancho de viga</p> <p>peralte de viga</p> <p>modulo de elasticidad del acero</p> <p>momento flector generado por las cargas</p> <p>resistencia del concreto a compresión</p> <p>esfuerzo del fluencia del acero</p> <p>distancia desde centro de gravedad del acero hasta la fibra inferior</p>
---	---

2. DATOS ADICIONALES

<p>$D = h - d' = 16 \text{ cm}$</p>	<p>peralte efectivo</p>
--	-------------------------

3. CALCULO DE AREA DE ACERO MIN Y MAX

3.1 CUANTIA BALANCEADA

$$\text{si } f_c > 280 \dots \beta_1 = 0.85 - \frac{0.05(f_c - 280)}{70}$$

$$\text{si } f_c > 280 \dots \beta_1 = 0.85$$

$$F_c = \text{kg/cm}^2$$

$$\text{Valor de } \beta_1 = 0.85$$

$$\rho_b = \frac{0.85 * f_c * 0.003}{f_y * (\frac{f_y}{E_s} + 0.003)} = 0.02168$$

3.2 ACERO MÍNIMO

$$A_s \text{ min} = \frac{0.7 * \sqrt{f_c}}{f_y} * b * d = 0.58 \text{ cm}^2$$

3.3 ACERO MÁXIMO

$$\rho_{max} = 0.75 \rho_b$$

$$\rho_{max} = 0.5 \rho_b$$

$$\rho = \frac{A_s}{b * d} = 2.6 \text{ cm}^2$$

4. CALCULO DE AREA DE ACERO REQUERIDO:

METODO ITERATIVO

$$1 \dots a = \frac{A_s * F_y}{0.85 * F_c * b}$$

$$2 \dots A_s = \frac{M_u}{0.9 * F_y * (d - \frac{a}{2})}$$

$$3 \dots a_i = 0.2 * D$$

A (cm)	As (cm ²)
3.2	0.95
1.50	0.90
1.41	0.90
1.41	0.90
1.41	0.90

Como resultado de diseño a flexión de la viga, obtenemos que, para los momentos flectores, será necesaria la utilización en zona de tracción de Se usará: 2 Ø ¼" (As = 0.633 cm²) + el área para el refuerzo de 0.27 cm²)

Ya habiendo diseñado las vigas a flexión, tomando en consideración el incremento de las sobrecargas que recaen sobre la losa, para ello se resumen en cuadro los datos obtenidos.

TABLA N° 04. Toma de datos de los momentos actuantes obtenidos debido a las cargas independientes que afectan directamente a la viga chata 0.15x0.20, datos obtenidos del análisis estructural.

MOMENTO FLECTOR TN -M	CARGAS APLICADAS		
	S/C =200 KG/CM2	S/C =500 KG/CM2	S/C =750 KG/CM2
CM	0.1877	0.1877	0.1877
CV	0.0101	0.0252	0.0378
CM+CV	0.1978	0.2129	0.2255
1.4 CM + 1.7 CV	0.3313	0.434	0.5196

Fuente: Elaboración propia

TABLA N° 05. Toma de datos respecto a las áreas de acero requeridas, halladas luego de diseñar a flexión al espécimen prismático.

AREA DE ACERO REQUERIDO	CARGAS APLICADAS		
	S/C =200 KG/CM2	S/C =500 KG/CM2	S/C =750 KG/CM2
As requerido	0.58	0.75	0.9

Fuente: Elaboración propia

Tomada la información del modelo matemático y de los calculo manuales, se obtuvo la siguiente información:

Ya habiendo señalado que la presente investigación tendrá dos grupos, los cuales los detallo a continuación: el primero será un grupo de control, formado por 2 especímenes, a 2 de los cuales se les practicara el reforzamiento estructural, incrementando el peralte de 20 a 28 centímetros, añadiendo concreto e incorporando el área de acero hallada para la máxima sobrecarga elegida para la presente investigación, que en este caso es de 500 kg/m², para la cual el área de acero a incrementarse es de 0.26, y que para fines de armado, se colocaron dos varillas de ¼" a fin de cumplir y superar la cuantía requerida. Esta área nueva área de acero, junto a la ya existente, es de 1.28 cm².

Los dos especímenes restantes. Serán de sección inicial 15x20cm, sometidos a ensayos a flexión a fin de evaluar su resistencia nominal a flexión, compararla con los momentos obtenidos en el modelo matemático, datos que serán de utilidad al momento de someter a ensayo a los grupos de control conformado por ocho especímenes.

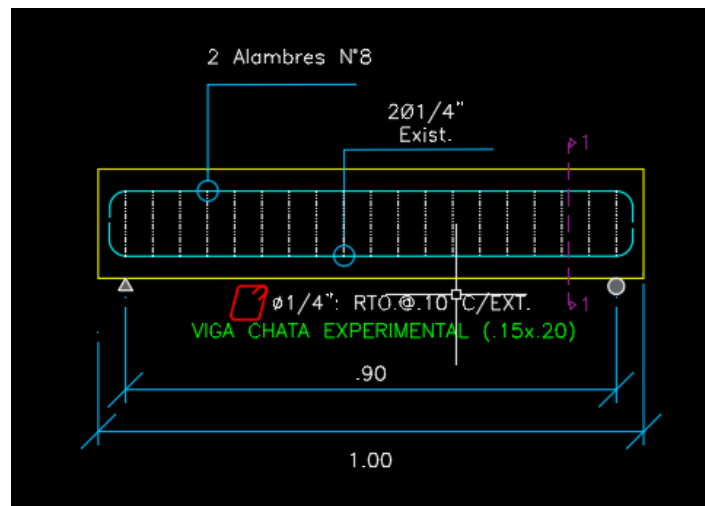


Figura N° 32. Corte de la viga chata experimental.

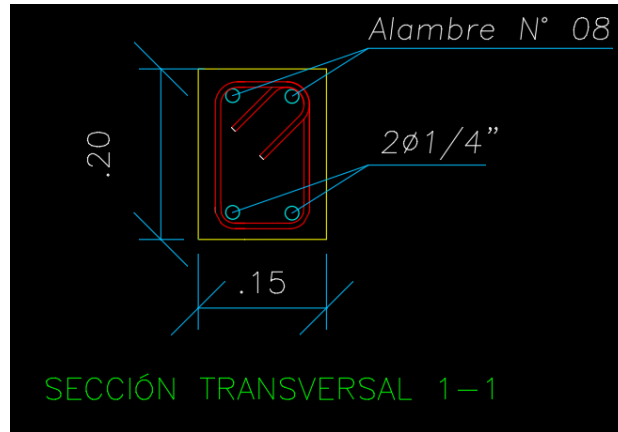


Figura N° 33. Sección transversal de la viga chata experimental.

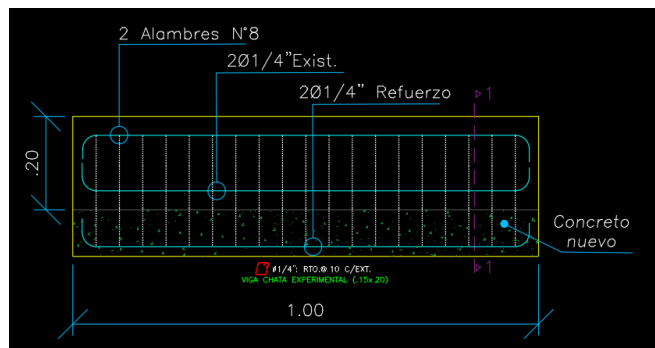


Figura N° 34. Corte de la viga chata experimental reforzada.

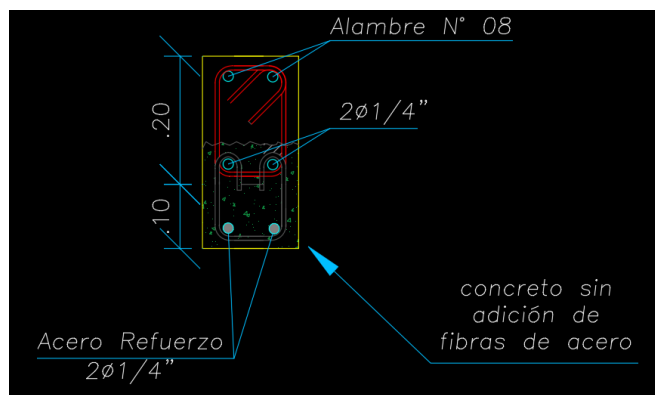


Figura N° 35. Sección de viga chata experimental reforzada.

El segundo grupo, denominado grupo experimental, estará conformado por 8 especímenes prismáticos tipo viga, a los cuales, se practicara el refuerzo estructural incrementando el peralte de 20 a 28 centímetros, añadiendo concreto que contendrá dentro los materiales que la conforman, fibras de acero, que reemplazaran al acero colocado en los especímenes que pertenecen al grupo de control.

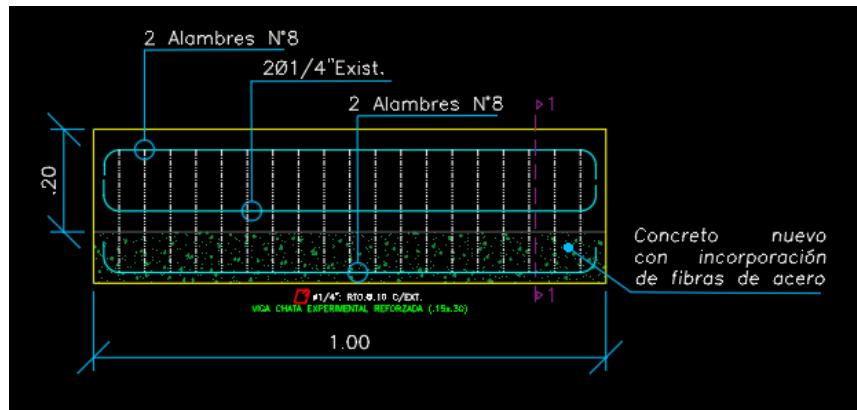


Figura N° 36. Corte de viga chata experimental reforzada.

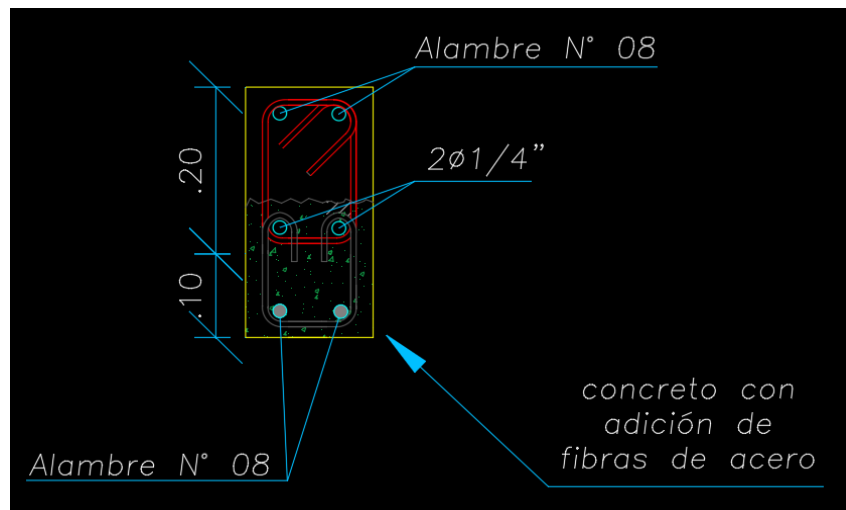


Figura N° 37. Sección de viga chata experimental reforzada.

ELABORACIÓN DE LOS ESPECÍMENES PRISMATICOS TIPO VIGA, MATERIAL CONCRETO ARMADO

Una vez revisados los cálculos en el modelo matemáticos y refrendados de forma manual, específicamente el diseño a flexión con la finalidad de hallar el área de acero para refuerzo que es colocado en los especímenes del grupo de control se procedió a realizar el proceso constructivo para la elaboración de los especímenes primaticos tipo viga de concreto armado. A continuación, se colocan imágenes capturadas en las diversas fases del proceso constructivo. Se tomo en consideración que todos los elementos en su sección inicial idealmente deben de ser las mismas, es decir de 15x20cm.

La primera actividad, fue la de realizar el encofrado destinado para contener el concreto utilizado para su elaboración, procediendo a habilitar 5 cajones con la finalidad de aumentar la velocidad de realización; y a fin de mejorar estéticamente la apariencia de los elementos prismáticos, fue necesario la utilización de plástico para cubrir todas las superficies de la madera utilizada.

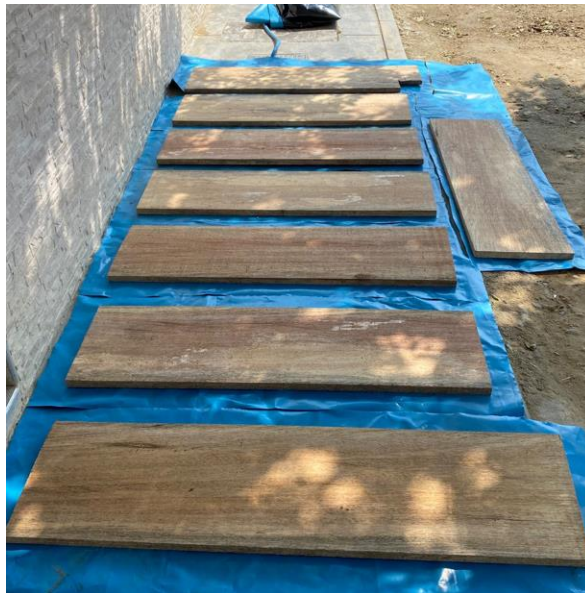


Figura N° 38. Madera a utilizar para el encofrado.



Figura N° 39. Madera cubiertas con plástico a utilizar para el encofrado.



Figura N° 40. Maderas cubiertas con plástico a utilizar para el encofrado.

Como segunda actividad, luego de haber adquirido las varillas de acero, alambre recocido número 8 y el alambre para amarre, se procedió al habilitado del acero destinado tanto para la sección inicial, como para el refuerzo. Dentro de la sección inicial que corresponde a la sección sin reforzar. se contemplaron en la zona a compresión, 02 alambre N°8, y para zona a tracción , 02 varilla de $\frac{1}{4}$ "', que funge la como refuerzo positivo a flexión. Para la sección de refuerzo, en los elementos primaticos tipo viga del grupo de control, se colocó 02 varilla de $\frac{1}{4}$ "'; y para el grupo experimental, solo se colocaron 02 alambre N°8 para efectos de montaje. Además del acero utilizado, se colocaron estribos tanto en la sección inicial, como en la sección de refuerzo, a fin de asegurar que los elementos no fallen por corte. El montaje de los estribos en los especímenes del grupo experimental, se dio gracias al uso del alambre N°2.



FIGURA N° 41. habilitación de acero para elementos prismáticos



Figura N° 42. Habilitación y armado de acero destinado para elementos prismáticos



Figura N° 43. Vista de la armadura destinada para los elementos prismáticos.

Luego de haber realizado el habilitado del acero, se preparaba el encofrado, que consiste en un molde de madera blanca de 1 pulgada de espesor, molde que albergara 5 vigas. A fin de asegurar un correcto acabado e impedir que el agua usara en el concreto sea absorbida a través de la capilaridad de la manera, se vio por conveniente forrar las aristas del encofrado con plástico. Y además, siguiendo estrictamente se colocaron los respectivos separadores tanto a los lados como en la parte inferior, a fin de asegurar el correcto recubrimiento de los especímenes evitando colocar al centro del espécimen a fin de que se influyan en el resultado de laboratorio.



Figura n° 44. Armadura introducida dentro de encofrado



Figura N° 45. Armadura introducida dentro de encofrado con colocación de separadores

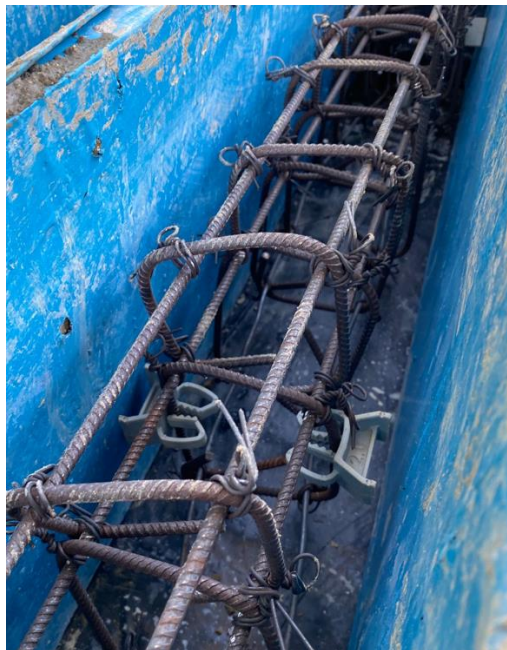


Figura N° 46. Vista lateral del acero introducido en el encofrado con colocación de separadores.



FIGURA N° 47. Vista lateral del acero introducido en el encofrado con colocación de separadores.

Una vez colocado el acero dentro de los encofrados que ya se encontraban preparados para verter el concreto, se efectuó la nivelación de los encofrados, a fin de evitar la variación en la dimensión de los especímenes, tanto en su sección transversal, como en su longitud.

Para la colocación de los moldes en la superficie se tomó en consideración su regularidad y la menor inclinación posible.



Figura N° 48. Prueba de la colocación del acero dentro del encofrado.

Constatada esta nivelación, y el correcto amarres de los aceros, se procedió a verter el concreto sobre los moldes, el cual fue hecho en obra haciendo uso de un trompo y a base de un diseño de mezcla, uniformizando todas las tandas fin de obtener la misma resistencia en todos los especímenes prismáticos tipo viga.



FIGURA N° 49. Toma de muestras para ser ensayados a compresión.

Se procedió a realizar el curado de los elementos prismáticos, sumergiéndolos en un amplio contenedor de agua, este procedimiento se realizó con la finalidad de asegurar el correcto fraguado de todas las partículas y moléculas de los agregados y el cemento.



Figura N° 50. Preparación de concreto haciendo uso de aditivos para mejorar trabajabilidad.



Figura N° 51. Adición de fibras de acero destinado para el reforzamiento estructural



Figura N° 52. Elementos prismáticos posterior al encofrado.

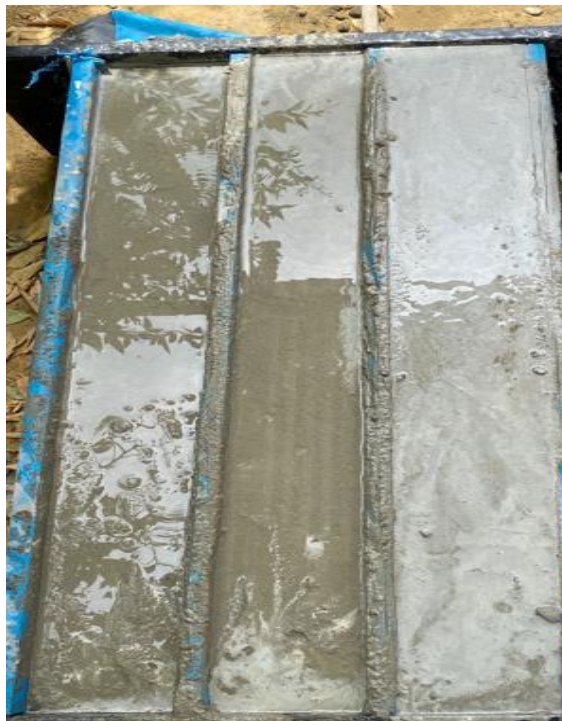


Figura N° 53. Elementos prismáticos en proceso de curado.



FIGURA N° 54. Elementos prismáticos destinadas para el reforzamiento.



FIGURA N° 55. Vista frontal del concreto que incorpora dentro de sus componentes la fibra de acero.

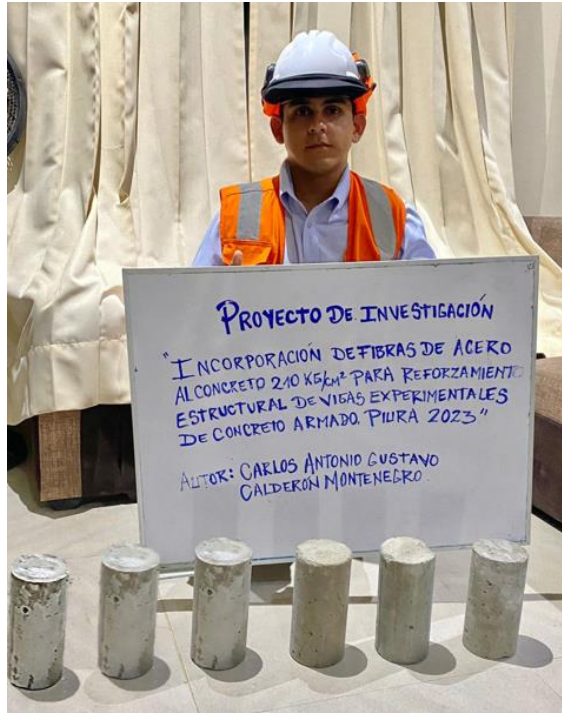


Figura N° 56. Probetas para ensayos de laboratorio.



Figura N° 57. Desencofrado de elementos prismáticos de concreto armado tipo viga.

PROCESO DE ENSAYO DE LOS ELEMENTOS PRISMATICOS.

Habiendo culminado el proceso constructivo de los elementos prismáticos, se procedió a realizar los respectivos ensayos de laboratorio. Para tal efecto se utilizó una maquina universal con carga monotónica (carga estática). Esta carga es la denominada carga de tres puntos. Ya teniendo listas y preparadas las vigas, se procede con el ensayo.



Figura N° 58. Elementos prismáticos previo a ensayos de laboratorio.



Figura N° 59. Elemento prismático colocado en prensa monotónica de carga estática.



Figura N° 60. Visualización del elemento prismático apoyada en dos puntos con carga puntual al centro.

Con la finalidad de tomar datos de las deflexiones se utilizó el vernier a fin de tomar datos antes y posterior de los ensayos a flexión.



Figura N° 61. Toma de datos de la deflexión de la viga posterior al ensayo de laboratorio.



Figura N° 62. Visualización de la falla por flexión luego de la carga aplica al centro de la viga experimental.

3.6 Método de análisis de datos

Partimos de la premisa de analizar los datos obtenidos en los ensayos de los especímenes prismáticos tipo viga, interpretarlos y finalmente concentrarla en información entendible en la presente investigación. Para ello se seguirá las normativas nacional NTP e internacional ACI 2019.

La información a plasmarse será la interpretación de las cargas en el centro de las vigas antes del fallo por flexión, en los especímenes, bajo la normativa ya señalada a fin de conseguir que cada interpretación de la información obtenida nos lleve a la comprobación de la hipótesis y el paralelo cumplimiento de los objetivos planteados inicialmente, y pues a partir de ello la elaboración de las conclusiones, que resalten el motivo y la finalidad fundamental del presente trabajo de investigación.

3.7 Aspectos éticos

La presente investigación tiene como norte el reforzamiento estructural de vigas de concreto armado, las cuales a causa de un incremento del incremento en la sobre carga de entrepiso debido al cambio de uso, necesitara que sus capacidades se incrementen y soporten cargas aún mayores para las que fueron concebidas. No se pretende corregir sendos errores de diseño estructural, ni mucho menos indicar que el reforzamiento estructural se realiza de forma aislada, es decir elementos por elemento, siendo lo correcto, efectuarlo de forma integral a fin de no trasgredir lo indicado por la normatividad peruana. No existe receta alguna y única que pueda permitir solucionar problemas estructurales, se deja en claro que cada edificación debe de estudiarse de manera particular. En la presente se aísla el elemento viga, solo con la finalidad de investigación.

IV. RESULTADOS

PRESENTACION DE LOS RESULTADOS

Los especímenes prismáticos tipo viga, fueron agrupados en tres grupos, como se indica en la tabla N° 05, la misma que se detalla a continuación:

Tabla N°06. Grupos de especímenes para ensayos de laboratorio

GRUPO DE ENSAYO	MUESTRA	REFUERZO EN PERALTE INCREMENTADO	CONCRETO PARA REFORZAMIENTO CON INCORPORACIÓN FIBRA DE ACERO
MUESTRA 1	M1-1	2 barras de acero de ¼" de pulgada	0 kg
CAMB	M1-2	2 barras de acero de ¼" de pulgada	0 kg
S/C 750 KG/M2 (MAX.)	M1-3	2 barras de acero de ¼" de pulgada	0 kg
MUESTRA 2 CAIFA	M2-1	-----	25 kg de fibra de acero por metro cubico de concreto
	M2-2	-----	25 kg de fibra de acero por metro cubico de concreto
	M2-3	-----	25 kg de fibra de acero por metro cubico de concreto
	M2-4	-----	25 kg de fibra de acero por metro cubico de concreto
MUESTRA 3 CAIFA	M3-1	-----	35 kg de fibra de acero por metro cubico de concreto
	M3-2	-----	35 kg de fibra de acero por metro cubico de concreto
	M3-3	-----	35 kg de fibra de acero por metro cubico de concreto
	M3-4	-----	35 kg de fibra de acero por metro cubico de concreto

FUENTE: ELABORACION PROPIA.

Ya habiéndose realizado los ensayos respectivos en laboratorio, se recogieron los diferentes resultados que se contemplan en la tabla que se adjunta a continuación, indicándose la carga puntual aplicada en cada elemento prismático experimental, y ya tomando el dato de la longitud de cada espécimen que es de 1 metro, se obtiene el momento flector resistente o denominado momento nominal.

TABLA N° 7. Resultados de ensayo de laboratorio especificando carga puntual aplicada y momento resistente.

GRUPO DE ENSAYO	MUESTRA	CARGA PUNTUAL KG	CARGA PUNTUAL KN	CARGA TN	PROMEDIO CARGA TN	MOMENTO FLECTOR MAX+ KG-CM	MOMENTO FLECTOR MAX + KN-M	PROMEDIO MOMENTO FLECTOR MAX+ KN-M
S/C 750 KG/M2 (MAX.)	M1-1	5010	50.1	5.01	5.056666667	125250	12.525	12.64166667
	M1-2	5040	50.4	5.04		126000	12.6	
	M1-3	5120	51.2	5.12		128000	12.8	
	M2-1	4082	40.82	4.082	4.082	102050	10.205	10.205
	M2-2	4132	41.32	4.132		103300	10.33	
	M2-3	4128	41.28	4.128		103200	10.32	
	M2-4	3986	39.86	3.986		99650	9.965	
MUESTRA 3 CAIFA	M3-1	4285	42.85	4.285	4.35575	107125	10.7125	10.889375
	M3-2	4330	43.3	4.33		108250	10.825	
	M3-3	4473	44.73	4.473		111825	11.1825	
	M3-4	4335	43.35	4.335		108375	10.8375	

Fuente: Elaboración propia.

Analizados los resultados mostrados en la tabla número 6, se visualiza que el a ver agregado 35 kg de fibra de acero a la sección de refuerzo, esta incrementa porcentualmente su resistencia a flexión, en comparación con las vigas a cuales se les agrego 25 kilogramos de fibra de acero por metro cubico de concreto si embargo solo representa el 80% de las que no se les agrego fibra de acero para el reforzamiento, es decir el grupo denominado CAMB.

Tabla N° 08: Porcentaje en que influye la fibra de acero sobre la resistencia a flexión

GRUPO DE ENSAYO	CANTIDAD DE FIBRA DE ACERO	PROMEDIO DE MOMENTO FLECTOR MAX +KN-M	VARIACION RESPECTO A LA MUESTRA CAMB	PROMEDIO DE CARGA PUNTUAL TN	VARIACION RESPECTO A LA MUESTRA CAMB
MUESTRA 1 CAMB	0 KG	12.64166667	100.00%	5.056666667	100.00%
MUESTRA 2 CAIFA	25 KG	10.205	0.807251154	4.082	0.807251154
MUESTRA 3 CAIFA	35 KG	10.88625	0.861140409	4.3545	0.861140409

Fuente: elaboración propia.

Teniendo ya estos datos, se puede establecer una relación entre la cantidad de fibras de acero utilizadas y en cuanto aumentó el momento o disminuyó el momento resistente en las vigas, lo que puede ser tomado en consideración al momento de calcular la cantidad más óptima de fibra de acero utilizar a fin de realizar el reforzamiento. Obteniendo que los grupos experimentales a los cuales se les agregó las fibras de acero al concreto destinado para el reforzamiento estructural en las cantidades de 25 y 35 kg/m³ de concreto, estas solo representaron tanto el 81% y 85% respectivamente frente al grupo de control al cual se realizó el reforzamiento estructural con el uso de barras de acero en la zona a flexión reforzada.

Así mismo con la finalidad de comparar los resultados de los momentos nominales resistentes tanto en el laboratorio con en el diseño, se realiza una comparativa, la cual se demuestra en la siguiente tabla.

TABLA N° 09: Comparación de los resultados obtenidos en los ensayos y los cálculos iniciales.

GRUPO DE ENSAYO	MUESTRA	CARGA PUNTUAL KN	CARGA PUNTUAL MAXIMA MOMENTO RESISTENTE KN	CARGA PUNTUAL MAXIMA MOMENTO ULTIMO KN	RELACIÓN PORCENTUAL	MOMENTO MAX+ KN-M	MOMENTO NOMINAL RESISTENTE KN-M	MOMENTO ULTIMO KN-M	RELACIÓN PORCENTUAL
1 S/C 750 KG/M2 (MAX.)	M1-1	50.1	41.76	37.59	133.28%	12.525	10.44	9.3975	133.28%
	M1-2	50.4			134.08%	12.6			134.08%
	M1-3	51.2			136.21%	12.8			136.21%
2	M2-1	40.82			108.59%	10.205			108.59%
	M2-2	41.32			109.92%	10.33			109.92%
3	M2-3	41.28			109.82%	10.32			109.82%
	M2-4	39.86			106.04%	9.965			106.04%
MUESTRA 3 CAIFA	M3-1	42.85			113.99%	10.7125			113.99%
	M3-2	43.3			115.19%	10.825			115.19%
	M3-3	44.73			118.99%	11.1825			118.99%
	M3-4	43.35			115.32%	10.8375			115.32%

Fuente: elaboración propia.

Se obtienen de los ensayos en laboratorio que la carga máxima nominal resistente fue superada por el grupo de control en un promedio de 34%, y por el grupo experimental que agregaron fibras de acero para el reforzamiento estructural en cantidades de 25 y 35 kg/m³ de concreto destinado para el reforzamiento, en los porcentajes de 8.61 y 14.54 respectivamente, superando así los resultados obtenidos según calculo manual.

TABLA N° 10: Comparación de los resultados obtenidos en los ensayos respecto a la deflexión originada por la carga al centro del espécimen ensayado.

GRUPO DE ENSAYO	MUESTRA	CARGA PUNTUAL KG	DEFLEXIÓN MM	PROMEDIO DEFLEXIÓN MM
MUESTRA 1 CAMB S/C 750 KG/M2 (MAX.)	M1-1	5010	20.45	20.50666667
	M1-2	5040	20.58	
	M1-3	5120	20.49	
MUESTRA 2 CAIFA 25 KG/M3	M2-1	4082	11.4	11.7
	M2-2	4132	12.3	
	M2-3	4128	12	
	M2-4	3986	11.1	
MUESTRA 3 CAIFA 35 KG/M3	M3-1	4285	9	10.0125
	M3-2	4330	11.25	
	M3-3	4473	9.45	
	M3-4	4330	10.35	

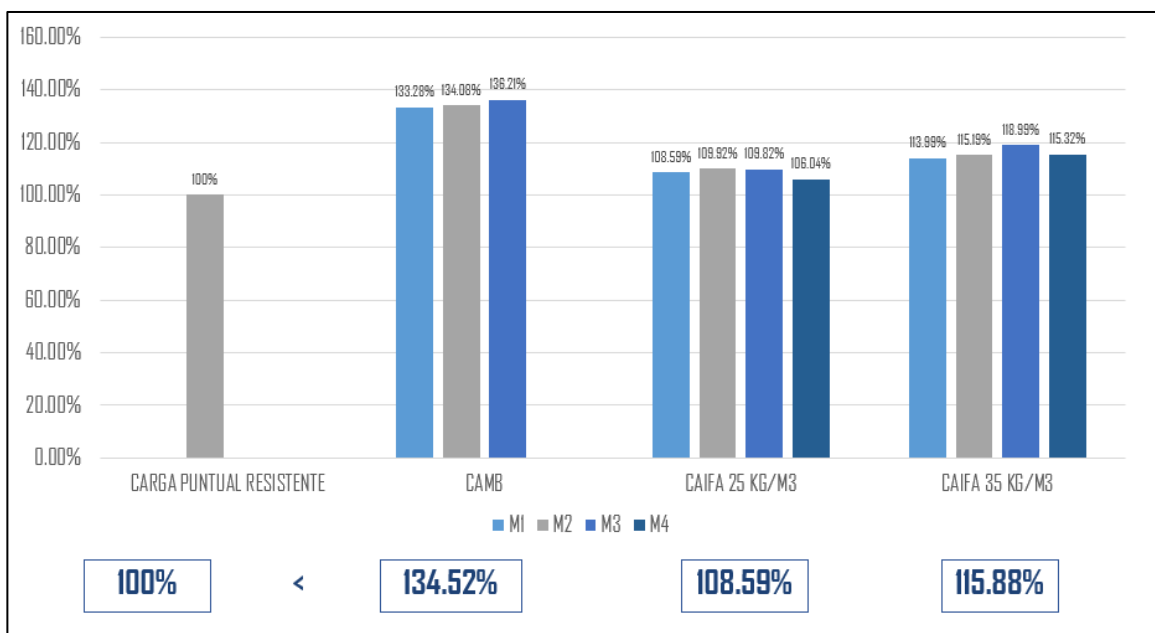
Fuente: elaboración propia.

V. DISCUSIÓN

Los resultados experimentales en laboratorio nos llevan a concluir que incorporar fibras de acero al concreto destinado para el reforzamiento de vigas de concreto armado, utilizando el proceso constructivo de incremento de peralte, no mejora su capacidad de resistencia a flexión, observado de la tabla N° 7, que indica que el grupo CAIFA solo logra soportar el 81.32% (25 kg. de fibra de acero por metro cubico de concreto) y 85.14%% (35 kg. de fibra de acero por metro cubico de concreto) de las cargas soportadas por el grupo de control CAMB. Sin embargo considera un buen desempeño de las fibras de acero pues, se puede deducir que seria un reemplazante del acero y debe de promoverse su aplicación para los reforzamientos estructurales, siempre y cuando se tenga en consideración la sobre carga a utilizar.

Luego de analizados los resultados de los ensayos de laboratorio, se comparan con los obtenidos de forma teórica respecto a las cargas centrales soportadas por los especímenes prismáticos tipo viga, se observan que estas se superan en 24% para los especímenes CAMB y en 12%.

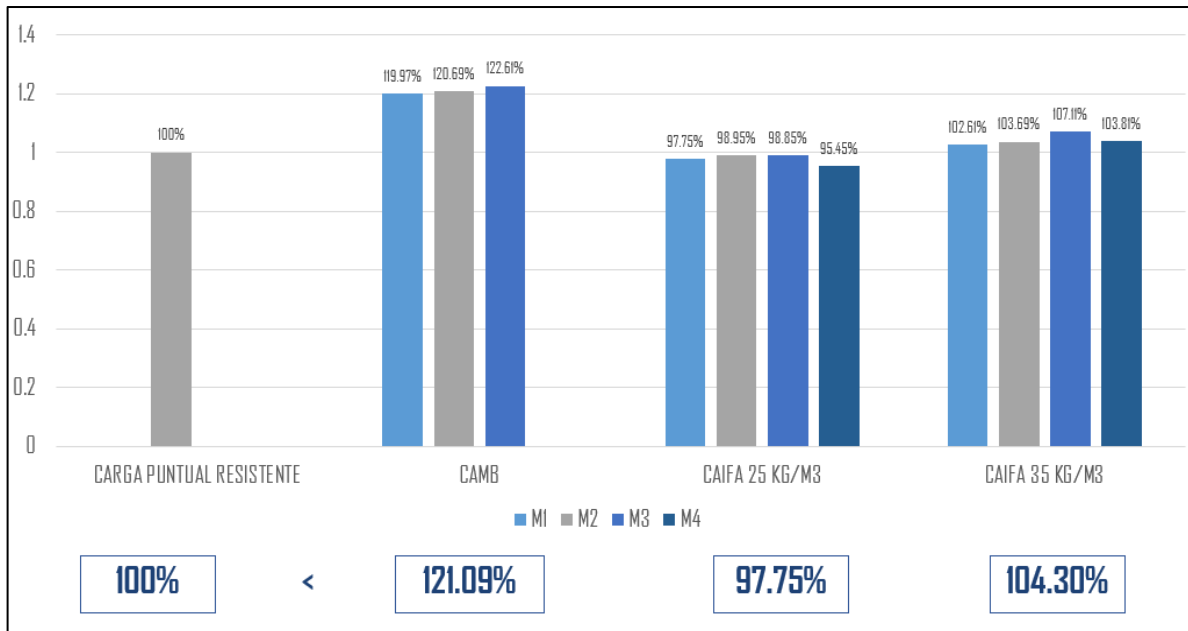
GRAFICO N° 1: RELACIÓN PORCENTUAL MOMENTO MAX (+) DISEÑO VS MOMENTO ÚLTIMO



Fuente: Elaboración propia.

Obtenidos los resultados del laboratorio, se ha podido interpretar que los momentos flectores positivos máximo hallados en laboratorio son mayores al momento ultimo determinado por los cálculos matemáticos, entendiéndose que dicha condición se debe a que el momento ultimo resulta de la afectación del momento nominal por un factor de seguridad.

GRAFICO N° 2: RELACIÓN PORCENTUAL MOMENTO MAX (+) DISEÑO VS MOMENTO NOMINAL RESISTENTE



Fuente: Elaboración propia

Obtenidos los resultados del laboratorio, se ha podido interpretar que los momentos flectores positivos máximo hallados en laboratorio específicamente los del grupo de control y los del grupo experimental (25 kg/m³ de concreto) son mayores al momento nominal resistente determinado por los cálculos matemáticos, entendiéndose que solo la muestra del grupo experimental que agregó 25 kg/m³ de concreto, no superó los resultados obtenidos en el calculo del momento nominal de una sección rectangular de 15x30 cm, con 4 barras de acero de ¼" en la zona a flexión.

VI. CONCLUSIONES

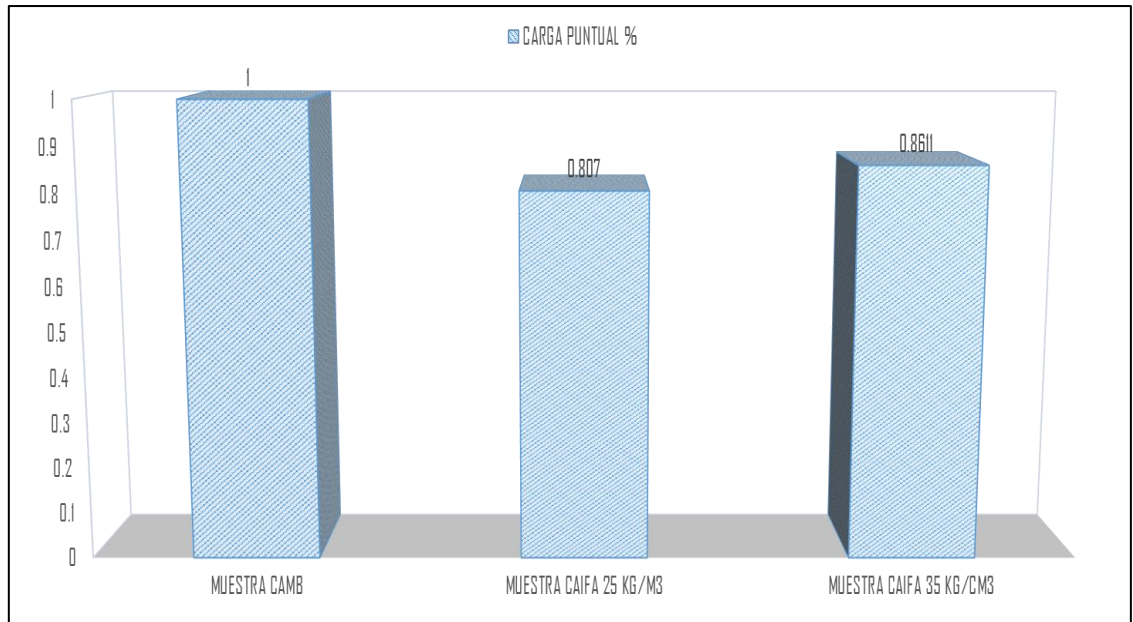
Habiendo realizado el modelo matemático se ha podido dilucidar y calcular el momento nominal de la viga, que en laboratorio se denominara viga experimental. La resistencia a flexión de las vigas determinadas de manera teórica fue mayor que la resistencia obtenida de los resultados de los ensayos, por lo que se deberá de ajustar para aproximarla a la realidad.

El acero de refuerzo calculado para la sobrecarga inicial de 200 Kg/m² fue de 2 varillas de 1/4" que generan una capacidad ligeramente mayor a la demanda resultante del análisis del modelo estructural. para los 3 grupos de especímenes reforzados con fibra de acero, estas fueron determinados para cubrir la demanda que las sobrecargas aumentadas generaban sobre el momento flector de análisis.

HIPÓTESIS GENERAL: La resistencia a los esfuerzos de flexión, en vigas de concreto armado, sometidas a refuerzo estructural, haciendo uso de CAIFA en el procedimiento denominado incremento del peralte, se ve aumentado porcentualmente frente a vigas a las cuales se incrementó el peralte y fueron reforzadas haciendo uso de CAMB, hecho que se corrobora mediante ensayos de laboratorio.

CONCLUSIÓN GENERAL: Se compararon los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio de los especímenes CAMB y CAIFA, obteniendo que las muestras CAIFA que son reforzadas con la adición de concreto que incorpora fibras de acero en su matriz en cantidades de 25 y 35 kilogramos por metro cubico de concreto presentan fisuras estructurales con el 80.72% y el 86.11 % de la carga que genera la falla por flexión a las muestras CAMB.

GRAFICO N° 3 : RELACIÓN PORCENTUAL ENTRE GRUPOS EXPERIMENTALES

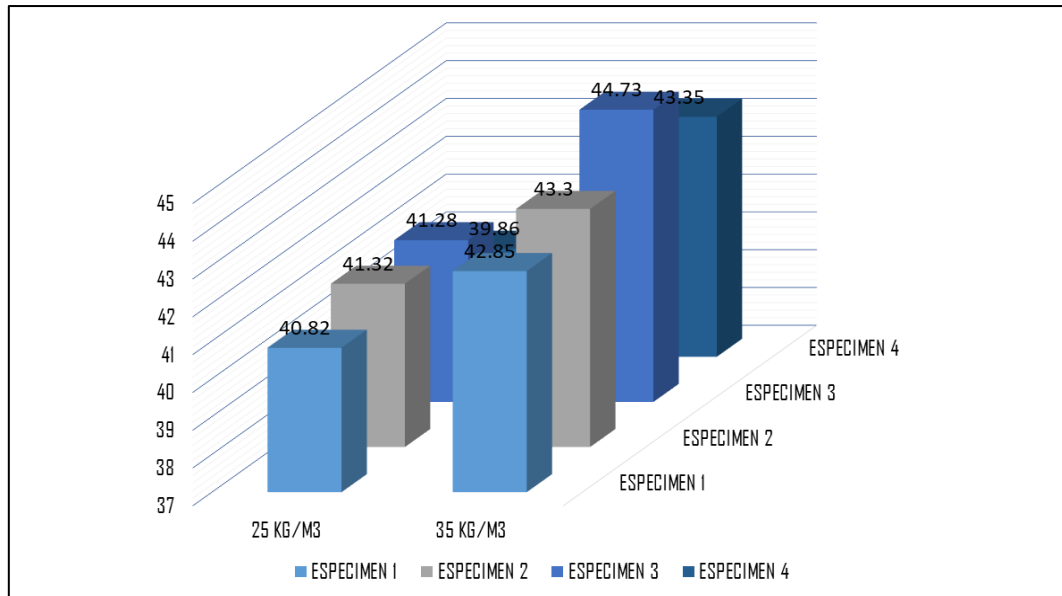


Fuente: Elaboración propia

HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1: la cantidad de fibras de acero que mejores resultados otorga en los ensayos a flexión de vigas experimentales de concreto armado, sometidas a refuerzo estructural, haciendo uso de CAIFA en el procedimiento denominado incremento del peralte es de 35 kg por metro cubico de concreto, siendo esta cantidad la más optima

CONCLUSIÓN 1: habiéndose ensayado los elementos prismáticos CMB y CAIFA, a los cuales se les agregó 25 y 35 kilogramos de fibras de acero por metro cubico de concreto se observa, luego de los ensayos de laboratorio, que la diferencia porcentual promedio de la resistencia a la canga aplicada al centro que hizo fallar a los elementos por flexión, es del 0.066%, significando que a las que se agregaron 35 kg/m³ de concreto, soportaron porcentualmente más carga.

GRAFICO N° 4: CARGA APLICADA EN K-N

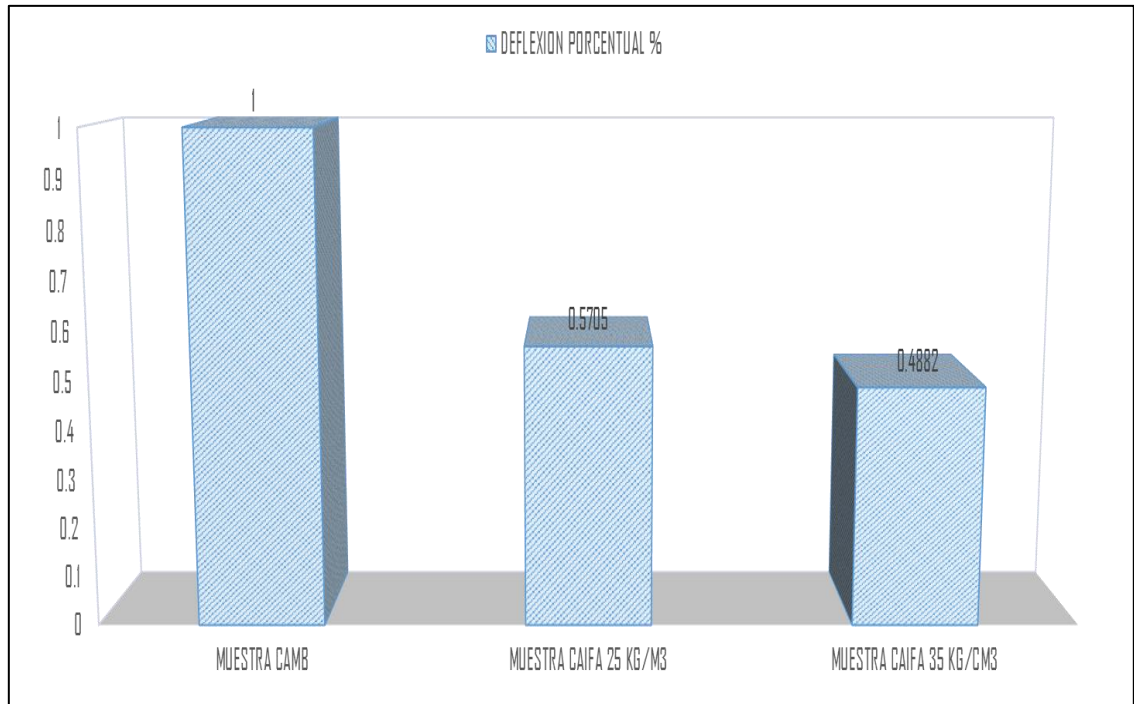


Fuente: Elaboración propia

HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2: Se disminuyo la deflexión antes de llegar a fallar por flexión a causa de la carga puntual en el centro, de las vigas experimentales ensayadas a refuerzo estructural, haciendo uso de CAIFA en el procedimiento denominado incremento del peralte, versus los especímenes CAMB.

CONCLUSIÓN 2: Los especímenes CAMB, a causa de las aplicadas en el centro, se lograron deflectar a en promedio 20.5 mm antes de presentar fisuración por flexión a causa de las cargas aplicadas en laboratorio, en comparación con la deflexión alcanzada en los especímenes CAIFA, los que incluyeron 25 y 35 kg/m³ de concreto, que lograron deflectarse en promedio 11.7 y 10.01 mm respectivamente, representando así un 57.05 y 48.8% en comparación al grupo de control.

GRAFICO N° 5: RELACIÓN PORCENTUAL ENTRE GRUPOS EXPERIMENTALES (DEFLEXION)

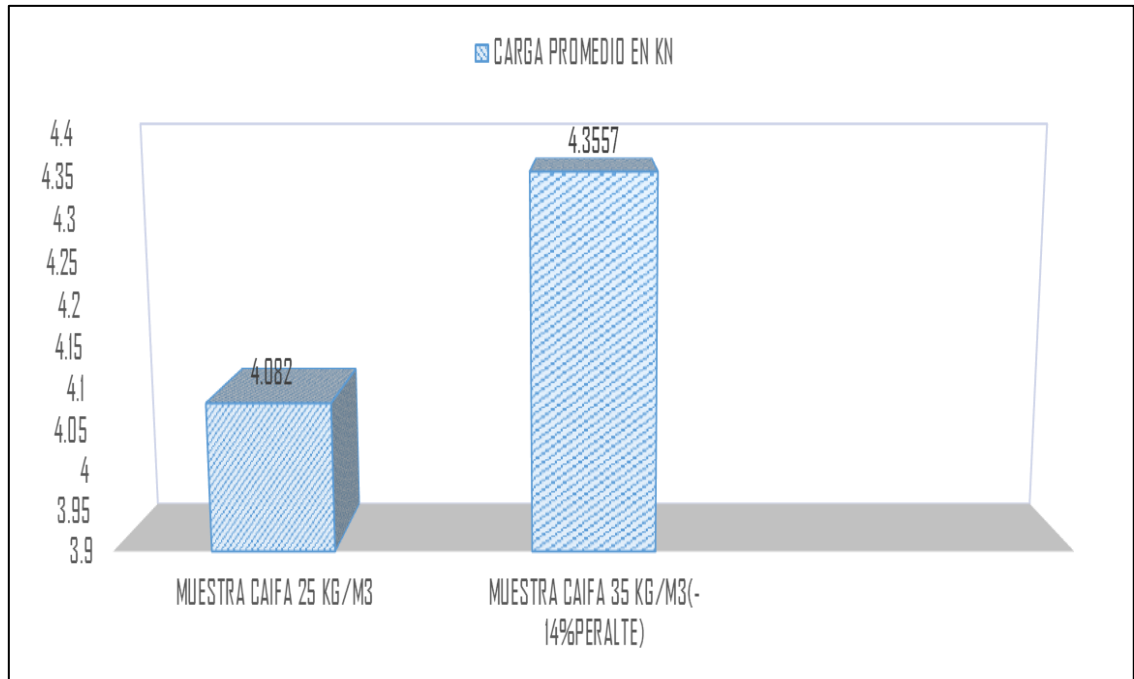


Fuente: Elaboración propia

HIPÓTESIS ESPECÍFICA 3: Se disminuyó el peralte de la viga experimental sometida a refuerzo estructural, haciendo uso de CAIFA en el procedimiento denominado incremento del peralte, estableciendo que la cantidad mínima para ver mejora en su comportamiento estructural ante las cargas aplicadas en laboratorio es de 35 kg por metro cubico de concreto.

CONCLUSIÓN 3: Dentro del grupo experimental, al cual se practicó el reforzamiento estructural, mediante el incremento del peralte, utilizando concreto con la incorporación de fibras de acero en la cantidad de 35 kg por metro cubico de concreto, se disminuyó el peralte el 14%, obteniendo que la carga aplicada en laboratorio aumentó 0.0667% a comparación de las que no se redujeron el peralte, siendo estas las que incluyen en la cantidad 25 kg por metro cubico de concreto.

GRAFICO N° 6: CARGAS PROMEDIO APLICADAS A ESPECIMENES.



Fuente: Elaboración propia

VII. RECOMENDACIONES

La presente investigación se limitó al reforzamiento estructural por incremento de sobrecarga, lo que origina el aumento de los esfuerzos a flexión en vigas, sin embargo, se recomienda determinar qué tan efectivo hacer uso de las fibras de acero desde el inicio de la construcción de los elementos estructurales, tanto de la sub estructura como de la super estructura.

Ensayarse elementos a cargas laterales sísmicas en laboratorio a fin de determinar la efectividad del concreto armado con la incorporación de fibras de acero ante los esfuerzos a cortante en vigas de concreto armado.

Se recomienda la profundizar la efectividad de las fibras de acero con el ensayo de vigas de mayor longitud y sección transversal a fin de generar amplia data de ensayos y así poder renovar la tecnología del concreto armado.

REFERENCIAS

ADI PERU. 2019. ADI PERU. ADI PERU. [En línea] 2019. <https://adiperu.pe/noticias/adi-se-construyen-unas-50-mil-viviendas-informales-en-lima-todos-los-anos/>.

ADMIN. 2019. PERÚ CONSTRUYE. *PERÚ CONSTRUYE*. [En línea] 19 de noviembre de 2019. [Citado el: 04 de julio de 2023.] <https://peruconstruye.net/2019/11/15/concreto-en-obra-material-fundamental-para-la-construccion/>.

ALEJANDRO. 2012. ING, CIVIL,ORG. [En línea] 19 de ABRIL de 2012. [Citado el: 03 de julio de 2023.] <https://ingcivil.org/desventajas-del-concreto-armado-frente-a-otros-materiales/>.

BEKAERT. 2023. [En línea] 2023. <https://construction.bekaert.com/en-us/construction/steel-fiber-concrete-reinforcement/dramix-solutions>.

CAMPOY-BENCOMO, Noe Abimarl. 2021. *ANALISIS ESFUERZO*. Ciudad de Mexico : s.n., 2021. 1405-7743.

CARRILLO, Julian. 2020. *PROPIEDADES MECANICAS DE LOSAS DE CONCRETO REFORZADO CON FIBRAS DE ACERO RECICLADO DE NEUMATICOS POST-CONSUMO EN BOGOTA- COLOMBIA*. BOGOTÁ : NEOGRANADA, 2020. Vol. 30. 1909-7735.

CCOPA CORIMANYA, rocio margot. 2018. *estudio de las propiedades mecanicas del concreto reforzado con fibra metalica*. arequipa-Perú : s.n., 2018.

CORDOVA, FARFAN. 2019. *FIBRAS DE ACERO EN LA RESISTENCIA A LA COMPRESION DEL CONCRETO*. LIMA : s.n., 2019. doi.org/10.13140/RG.2.2.19787.95523.

CSM. 2020. CONCRETO SOLIDO DE MÉXICO. *CONCRETO SOLIDO DE MÉXICO*. [En línea] CONCRETO SOLIDO DE MÉXICO, 10 de MARZO de 2020. [Citado

el: 04 de JULIO de 2023.] <https://www.concretosolido.mx/la-importancia-del-concreto-en-los-proyectos-de-construccion/>.

Eduardo, CHAVEZ VERA Cesar. 2017. INFLUENCIA DE LA FIBRA DE ACERO EN EL CONTROL DE LA TENACIDAD DEL HORMIGON SIMPLE., GUAYAQUIL, ECUADOR : SABERES DEL CONOCIMIENTO, 2017. Vol. 2. 2588-073X.,

Estudio del comportamiento del avance de la carbonatacion del concreto reforzado en ambiente natural y acelerado. CAMPOS SILVA, Aldo. 2016. 1, mexico : s.n., 2016, Vol. 8. : 2007-3011.

EUROINNOVA. 2023. 2023.

GEOCCH. 2019. GEO CONSTRUCTORA. GECONSTRUCTORA. [En línea] 22 de MARZO de 2019. [Citado el: 04 de JULIO de 2023.] <https://www.mallasygeotextilesguadalajara.com/productos-mallas-y-geotextiles-gdl/fibras-de-acero-dramix/>.

INEI. 2017. Evolucion de los indicadores de empleo e ingresos por departamento 2007-2017. *Evolucion de los indicadores de empleo e ingresos por departamento 2007-2017.* 2017.

—. 2017. EVOLUCION DE LOS INDICADORES DE EMPLEO E INGRESOS POR DEPARTAMENTO, 2007-2017. *INGRESO PROMEDIO PROVENIENTE DEL TRABAJO.* [En línea] 2017. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1537/cap10.pdf.

Iqrar Hussain, Babar Ali , Tauqeer Akhtar , Muhammad Sohail Jameel , Syed Safdar Raza. 2020. SCIENCE DIRECT. [En línea] 13 de DICIEMBRE de 2020. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509520301017?via%3Dihub>.

JUAREZ, c.a. 2021. *efectos del hormigon reforzado con fibra de acero en la ductibilidad estructural.* mexico :alconpat, 2021. Vol. 11. 2007-6835.

LINDAO CEDEÑO, kenia patricia. 2018. *INDICENCIA DE LAS FIBRAS DE PROLIPOPILENO Y FIBRAS METALICAS EN UN HORMIGON PARA PAVIMENTO RIGIDO FC=350 KG/CM2.* GUAYAQUIL-ECUADOR : s.n., 2018.

Marlon Farfán Córdova, Diana Isabel Pinedo Díaz, Diana Isabel Pinedo Díaz. 2019. *fibras de acero en la resistencia a la compresion del concreto.* PERU : s.n., 2019.

PEREZ, JOSE LUIS SANCHEZ. 2020. *CARACTERIZACION MECANICA DE HORMIGONES AUTOCOMPACTANTES REFORZADOS CON FIBRA DE ACERO.* MADRID : s.n., 2020.

PRODAC y BEKAERT. 2021. PRODac. [En línea] 2021. [Citado el: 04 de julio de 2023.] <https://prodac.bekaert.com/>.

PRODIMIN. 2023. [En línea] 2023. <https://prodimin.bekaert.com/es-MX/fortificacion-y-estabilizacion-subterranea/tecnologia-para-el-refuerzo-del-concreto-lanzado-shotcrete>.

—. **2023.** FIBRAS DRAMIX. [En línea] 2023. <https://prodimin.bekaert.com/es-MX/infraestructura/refuerzo-de-concreto/fibras-dramix>.

RONAL, UNSIHUAY ASTO DEYVIS. 2018. *IMPLEMENTACIÓN DEL SHOTCRETE REFORZADO CON FIBRA DE ACERO, COMPARADO CON EL SOSTENIMIENTO ESTRUCTURAL EN LABORES MINERAS SUBTERRANEAS, UP-SAN CRISTOBAL VOLCAN CIA MINERA SAA.* HUANCAYO : s.n., 2018.

sampieri, roberto hernandez. 2019. *metodologia de la investigacion, las rutas cualitativa, cuantitativa y mixta.* mexico : Mc graw-hill interamericana editores S.A, 2019.

TECNOMOR. 2023. Concreto Reforçado com Fibras (CRF): O que é? Para que serve?
Brasil : s.n., 2023.

YBAÑEZ, YGOR. 2023. INFOBAE. *INFOBAE*. [En línea] 18 de FEBRERO de 2023.
<https://www.infobae.com/peru/2023/02/18/80-de-las-viviendas-en-el-peru-son-autoconstruidas-y-altamente-vulnerables-ante-desastres-naturales/>.

Zijian Wang, Hao Li, Xin Zhang, Yongzai Chang, Yi Wang, Liming Wu y Hanxiu Fan. 2023. *los efectos de los tipos de fibra de acero y la fraccion de volumen en las propiedades físicas y macánicas del concreto.* 2023.

ANEXOS

ANEXO 1: Tabla de operacionalización de variables.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA MEDICIÓN	
Variable independiente (porcentaje de fibras de acero por metro cubico de concretoo para el reforzamiento de vigas)	Según el ACI, las fibras a base se acero y utilizadas para el refuerzo del concreto armado o concreto simple "Son filamentos delgados y alargados en la forma de haz, malla o trenza de cualquier material natural o fabricado que puede ser distribuido a través del concreto en estado fresco" (ASTM, 2019). Estas fibras llegan a tener un modulo de elasticidad de hasta 210 000 MPa, superior al del concreto que fluctúa entre los 30 000 Mpa. Y pues lo que mejora la adherencia al concreto son los ganchos en las puntas de cada fibra.	La adición de kilogramos de fibra de acero en 15, 25, 35 kg por metro cubico de concreto patron con el objetivo de evaluar la influencia en las propiedades mecanicas del concreto.	Propiedades de la fibra de acero	1. Tipos de fibras de acero	RAZÓN	
				2. Longitud		
				3. Peso espesor		
				4. Dosificacion de la fibra de acero		
Variable dependiente (Resistencia de diseño de vigas de concreto armado sometidas a un proceso de reforzamiento estructural)	Ya habiendo adecuado y adoptado este termino a nuestra realidad ingenieril, lo definimos con una roca artificial que se obtiene al mezclar el cemento portland, agregado fino, agregado grueso, agua, aire y en casos particulares "aditivos" en cantidades proporcionadas según diseño de mezcla, diseño que se realiza con la finalidad de obtener ciertos niveles de resistencia. Al mezclarse el agua con el cemento y los agregados pétreos y según el caso los aditivos, las moléculas de cada componente, reaccionar químicamente, uniéndose entre si, para crear un material heterogéneo. Sin embargo, el concreto usado en diversos elementos estructurales que se someten a cargas mayores para lo cual fue diseñada, tiene a ser susceptible de fallas, por lo que son necesarias las técnicas de reforzamiento estructural, a fin de salvaguardar su continuidad en la estructura.	A través de un diseño de mezcla patrón $f'c = 2100\text{kg/cm}^2$ y el mismo con adición fibra acero, son colocadas en especímenes prismáticos tipo vigas, las cuales serán sometidas a un curado de 7, 28 días lo que en cada intervalo de tiempo se ejecutara la ruptura para medir sus propiedades mecánicas	Propiedades mecánicas del concreto patrón con fibra de acero	6. Resistencia a la flexión (Momento maximo positivo)	RAZÓN	
				Influencia del concreto endurecido con adición del porcentaje de fibra de acero optimo	7. variacion de la deflexion al someterse a ensayos de laboratorio (mm)	RAZÓN
					8. variacion del peralte respecto a la peso de fibras de acero por metro cubico de concreto(mm)	RAZÓN

ANEXO 2: Matriz de consistencia

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN-MATRIZ DE CONSISTENCIA-CALDERON MONTENEGRO CARLOS TESISTA								
TITULO	PROBLEMA GENERAL	OBJETIVOS	HIPOTESIS	CONCLUSIONES	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INDICADORES
Incorporación de fibras de acero al concreto 210 kg/cm ² para reforzamiento estructural de vigas experimentales de concreto armado, Plura, 2023	¿Cómo se comportaran las vigas experimentales sometidas a un reforzamiento estructural del incremento del peralte, en el que se utilizara concreto con la incorporación de fibras de acero?	OG: Determinar cómo influye la resistencia a los esfuerzos de flexión, en vigas experimentales de concreto armado, sometidas a reforzamiento estructural, haciendo uso de CAIFA en el procedimiento denominado incremento del peralte, mediante un ensayo de laboratorio.	La resistencia a los esfuerzos de flexión, en vigas de concreto armado, sometidas a reforzamiento estructural, haciendo uso de CAIFA en el procedimiento denominado incremento del peralte, se ve aumentado porcentualmente frente a vigas a las cuales se incrementó el peralte y fueron reforzadas haciendo uso de C.A.M.B, hecho que se corrobora mediante ensayos de laboratorio.	Se compararon los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio de los especímenes C.A.M.B y CAIFA, obteniendo que las muestras CAIFA que son reforzadas con la adición de concreto que incorpora fibras de acero en su matriz en cantidades de 25 y 35 kilogramos por metro cúbico de concreto presentan fisuras estructurales con el 80.72% y el 86.11 % de la carga que genera la falla por flexión a las muestras C.A.M.B.	Variable independiente porcentaje de fibras de acero por metro cúbico de concreto para el reforzamiento de vigas.	Propiedades de la fibra de acero	Propiedades Físicas longitud diámetro relación de esbeltez resistencia a la tracción red de fibras presentación de fibras dosificación	TIPO DE INVESTIGACION: Aplicada DISEÑO DE INVESTIGACION : Experimental METODO DE INVESTIGACION : Ruta cuantitativa POBLACION: las vigas de concreto armado sismo diseñadas para soportar una determinada carga, pero que por cambios en la sobre carga necesitaran soportar aún más, y que para efecto de investigación serán elaborados especímenes o muestras de laboratorio
	¿Cuál es la cantidad o estimación porcentual de fibras de acero en el CAIFA, destinado para el reforzamiento estructural de vigas de concreto armado, mediante el incremento del peralte de las mismas, y que soportaran mayores cargas a las cuales fueron inicialmente planteadas, ya sea de manera empírica o diseñada bajo los parámetros del reglamento en vigencia, en la ciudad de Piura, en el 2023,?	OE1 :Calcular que porcentaje de fibras de acero es la más óptima y mejores resultados otorga en los ensayos a flexión de vigas experimentales de concreto armado, sometidas a reforzamiento estructural, haciendo uso de CAIFA en el procedimiento denominado incremento del peralte.	la cantidad de fibras de acero que mejores resultados otorga en los ensayos a flexión de vigas experimentales de concreto armado, sometidas a reforzamiento estructural, haciendo uso de CAIFA en el procedimiento denominado incremento del peralte es de 35 kg por metro cúbico de concreto, siendo esta cantidad la más óptima.	habiéndose ensayado los elementos prismáticos C.A.M.B y CAIFA, a los cuales se les agregó 25 y 35 kilogramos de fibras de acero por metro cúbico de concreto se observa, luego de los ensayos de laboratorio, que la diferencia porcentual promedio de la resistencia a la carga aplicada al centro que hizo fallar a los elementos por flexión, es del 0.066%, significando que a las que se agregaron 35 kg/m ³ de concreto, soportaron porcentualmente mas carga.	Variable dependiente	Propiedades mecánicas del concreto patrón con fibra de acero	Resistencia a la flexión	MUESTREO: No probabilístico MUESTRA: 3 especímenes prismáticos experimentales de vigas patrón (concreto armado), a los que se les practicará el reforzamiento estructural denominado incremento del peralte agregando acero en la zona de refuerzo El acero de refuerzo tanto longitudinal y transversal de estos 3 especímenes, serán los calculados para la carga inicial y la máxima a resistir según la sobre carga señalada. Se les denominara grupo de control. 8 especímenes prismáticos experimentales de vigas patrón (concreto armado), a las cuales se les practicará el reforzamiento estructural denominado incremento del peralte, usando concreto con la incorporación de fibras de acero (son separados en DOS grupos de 4, agregándose las cantidades de 25 y 35 kilogramos. El acero de refuerzo de estos 4 especímenes, serán los calculados para la carga inicial a resistir. Asimismo, a los especímenes a los cuales se les agregará la cantidad de 35 kg por metro cúbico de concreto, se reducirá el peralte de la misma en un 5%. Además, se agrega el siguiente dato, los especímenes que no pertenecen a un grupo de control, que hacen un total de 8, serán reagrupados según el peso de fibras de acero por metro cúbico las cuales según modelo matemático, serán diseñadas para transferir las sobrecargas de un diafragma rígido de 500 kg/m ² , 750 kg/m ² esperando óptimos resultados. Se les denominara grupo experimental.
	¿Cuál será la relación entre la deflexión generada por las cargas al centro aplicadas en laboratorio, en vigas experimentales ensanchadas haciendo uso del CAIFA, versus las vigas experimentales ensanchadas haciendo uso de C.A.M.B?	OE2 :Determinar la relación porcentual de la deflexión generada por las cargas al centro aplicadas en laboratorio experimentales reforzadas incrementando su peralte haciendo uso del CAIFA, versus las vigas experimentales reforzadas incrementando su peralte haciendo uso de C.A.M.B.	Se disminuyó la deflexión antes de llegar a fallar por flexión a causa de la carga puntual en el centro, de las vigas experimentales ensayadas a reforzamiento estructural, haciendo uso de CAIFA en el procedimiento denominado incremento del peralte, versus los especímenes C.A.M.B.	Los especímenes C.A.M.B, a causa de las aplicadas en el centro, se lograron deflectar a un promedio 20.5 mm antes de presentar fisuración por flexión a causa de las cargas aplicadas en laboratorio, en comparación con la deflexión alcanzada en los especímenes CAIFA, los que incluyeron 25 y 35 kg/m ³ de concreto, que lograron deflectarse en promedio 11.7 y 10.01 mm respectivamente, representando así un 57.05 y 48.8% en comparación al grupo de control.	Resistencia de diseño de vigas de concreto armado sometidas a un proceso de reforzamiento estructural	variación de la deflexión al someterse a ensayos de laboratorio,		
	¿Cuál es la relación entre el porcentaje fibras usadas en el CAIFA, y la variación del peralte en las vigas experimentales que serán sometidas a reforzamiento estructural, mediante la técnica de incremento del peralte de vigas?,?	OE3 :Establecer la influencia en la variación del peralte de la viga experimental sometida a reforzamiento estructural, haciendo uso de CAIFA en el procedimiento denominado incremento del peralte, con relación a la cantidad de fibras de acero por metro cúbico, añadidas al concreto.	Se disminuyó el peralte de la viga experimental sometida a reforzamiento estructural, haciendo uso de CAIFA en el procedimiento denominado incremento del peralte, estableciendo que la cantidad mínima para ver mejora en su comportamiento estructural ante las cargas aplicadas en laboratorio es de 35 kg por metro cúbico de concreto.	Dentro del grupo experimental, al cual se practicó el reforzamiento estructural, mediante el incremento del peralte, utilizando concreto con la incorporación de fibras de acero en la cantidad de 35 kg por metro cúbico de concreto, se disminuyó el peralte el 14%, obteniendo que la carga aplicada en laboratorio aumentó 6.7% a comparación de las que no se redujeron el peralte, siendo estas las que incluyen en la cantidad 25 kg por metro cúbico de concreto.	Influencia del concreto endurecido con adición del porcentaje de fibra de acero óptimo	variación del peralte respecto a la peso de fibras de acero por metro cúbico de concreto		

ANEXO 3: Instrumento de recolección de datos.

RECOLECCIÓN DE DATOS	NORMATIVA	TÉCNICA	INSTRUMENTO
Agregados fino y grueso			
Análisis granulométrico y módulo de fineza	NTP. 400.012	Observación directa Revisión documentaria	Fichas técnicas de laboratorio
Ensayo de peso unitario compactado y peso unitario seco.	NTP. 400.017		
Determinación del material que pasan por el tamiz normalizado 75 micras la malla N°200.	NTP. 400.018		
Ensayo de peso específico y absorción	NTP. 400.022 y NTP. 400.021		
Ensayo de contenido de humedad.	NTP. 339.127		
Fibra de acero			
Caracterización de propiedades físicas		Revisión documentaria	Ficha resumen
Caracterización de propiedades químicas			
Propiedades mecánicas			
Resistencia a la flexión	NTP.339.079.2017 MTC E 711	Observación directa Revisión documentaria	Fichas técnicas de laboratorio
Resistencia a la compresión	MTC E 704	Observación directa Revisión documentaria	Fichas técnicas de laboratorio

ANEXO 4: Asentimiento informado UCV



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Autorización de Publicación en Repositorio Institucional

Yo, CALDERON MONTENEGRO CARLOS ANTONIO GUSTAVO identificado con N° de Documento N° 70498984 (respectivamente), estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - PIURA, autorizo (X), no autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi Tesis: "Incorporación de fibras de acero al concreto 210 kg/cm² para reforzamiento estructural de vigas experimentales de concreto armado, Piura, 2023".

En el Repositorio Institucional de la Universidad César Vallejo, según esta estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33.

Fundamentación en caso de NO autorización:

--

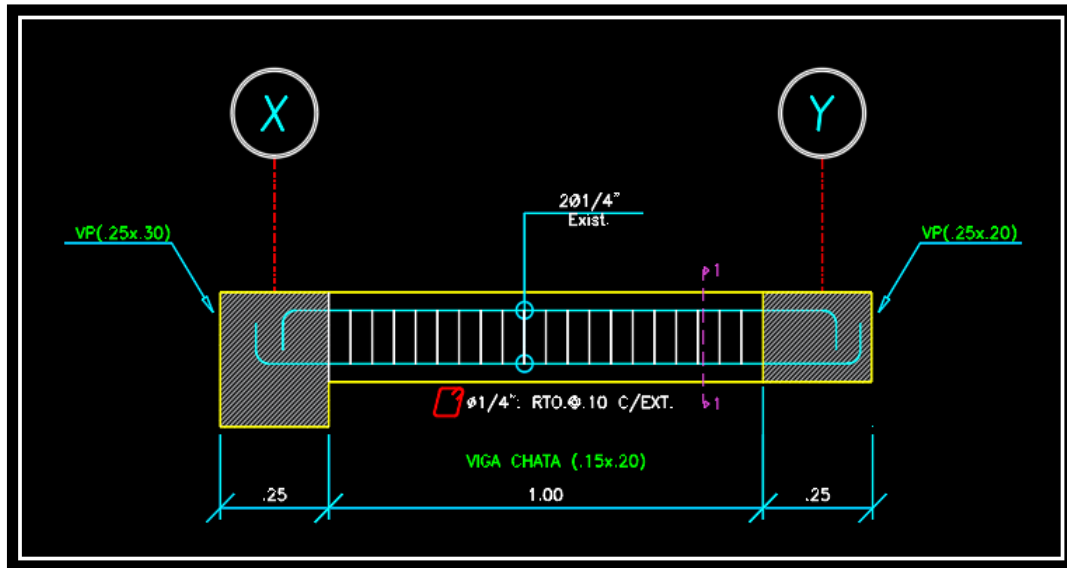
PIURA, 18 de Noviembre del 2024

Apellidos y Nombres del Autor	Firma
CALDERON MONTENEGRO CARLOS ANTONIO GUSTAVO DNI: 70498984 ORCID: 0009-0006-3960-7514	Firmado electrónicamente por: ACALDERONMO6 el 18-11-2024 11:53:35

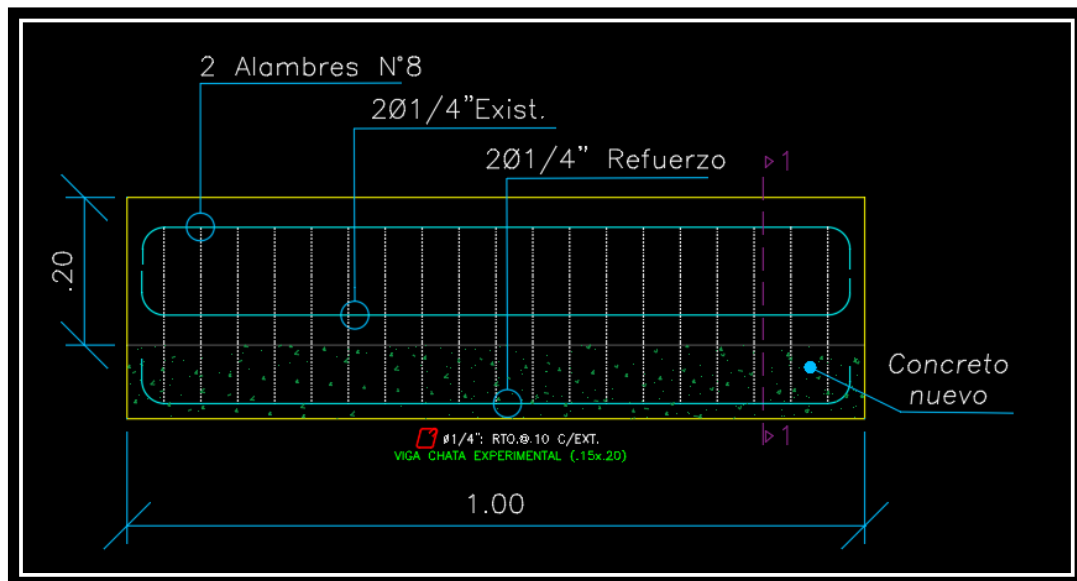
Código documento Trilce: TRI - 0908906



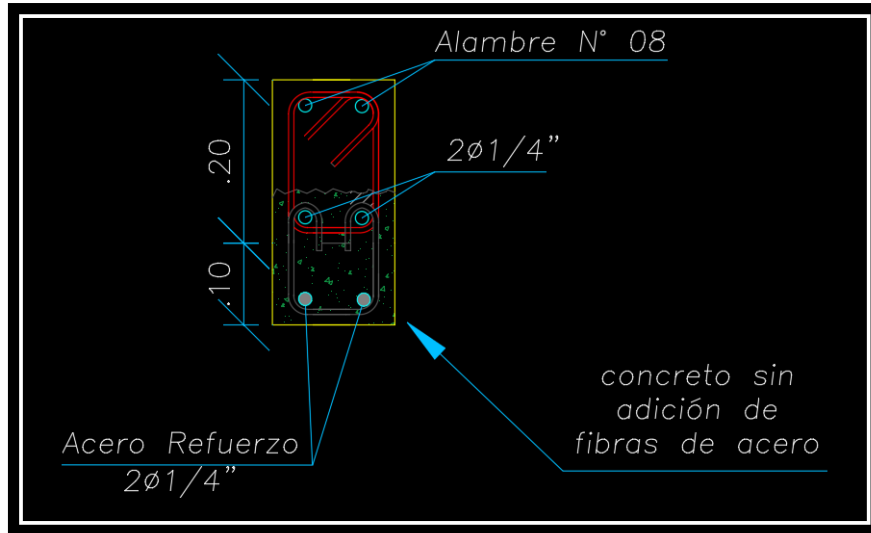
ANEXO 5 : Representación del ejemplo viga de concreto armado objeto de estudio.



ANEXO 7 : Representación del ejemplo del reforzamiento estructural denominado incremento del peralte de viga.



Anexo 8 : Representación de ejemplo - corte de viga de concreto armado a la cual se le ha practicado el reforzamiento estructural denominado incremento del peralte de viga.



Anexo 9 : Cálculo del concreto destinado para el reforzamiento estructural

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	VECES	ANCHO	LARGO	ALTURA	DESPERDICIO	PARCIAL	TOTAL
1.0	GRUPO EXPERIMENTAL	m3							0.164
1.1	GRUPO CAIFA 25 KG/M3 CONCRETO 210 kg/cm2								METROS CUBICOS DE CONCRETO
	VGA CHATA	m3	4.00	0.15	1.00	0.15	1.05	0.095	
1.2	GRUPO CAIFA 35 KG/M3 CONCRETO 210 kg/cm2								METROS CUBICOS DE CONCRETO
	VGA CHATA	m3	4.00	0.15	1.00	0.11	1.05	0.069	

Anexo 10 : cantidad y porcentaje de fibra de acero (total y unitario).

	N° DE ESPECIMENES	CONCRETO (M3)	CANTIDAD DE FIBRAS DE ACERO (KG/M3)	TOTAL (KG)	PORCENTAJE TOTAL	VALOR UNITARIO (KG)	PORCENTAJE UNITARIO
M2:GRUPO CAIFA 25 KG/M3	4	0.095	25	2.3625	9.45%	0.590625	2.36%
M3:GRUPO CAIFA 35 KG/M3	4	0.069	35	2.4255	6.93%	0.606375	1.73%
TOTAL	8	0.164	-	4.788	16.38%	-	-

Anexo 11 : Costo de fibra de acero usada por unidad de análisis.

	N° DE ESPECIMENES	VALOR UNITARIO (KG)	PRECIO BOLSA FIBRA DE ACERO 20 KG(INC. IGV/SOLES)	COSTOS POR ESPECIMEN(SOLES)	PORCENTAJE DE COSTOS POR UNIDAD
M2:GRUPO CAIFA 25 KG/M3	1	0.591	192.93	5.7010815	2.96%
M3:GRUPO CAIFA 35 KG/M3	1	0.606		5.845779	3.03%

Anexo 12: Modulo de rotura de los especímenes prismáticos.

GRUPO DE ENSAYO	CANTIDAD DE FIBRA DE ACERO	PROMEDIO DE CARGA PUNTUAL TN	LUZ (M)	ANCHO (M)	ALTURA (M)	MODULO DE ROTURA (TN/M2)	MODULO DE ROTURA (KG/CM2)
MUESTRA 1 CAMB	0 KG	5.056666667	0.9	0.15	0.3	505.6666667	50.56666667
MUESTRA 2 CAIFA	25 KG	4.082	0.9	0.15	0.3	408.2	40.82
MUESTRA 3 CAIFA	35 KG	4.3545	0.9	0.15	0.26	579.7411243	57.97411243

Anexo 13: Fibras metálicas utilizadas.



Anexo 14: Resultados de ensayos a probetas cilíndricas a compresión.

DE SUELOS, CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES.
* ELABORACION DE PROYECTOS DE INGENIERIA.
* EJECUCION DE OBRAS CIVILES

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO

MTC E - 704 / ASTM C 29 / C 39M - 21

CLIENTE: CARLOS ANTONIO GUSTAVO CALDERON MONTEJEGRO
OBRA: TESIS TITULADA: INCORPORACION DE FIBRAS DE ACERO ALCONCRETO PARA REF. ESTRUCTURAL

Elemento	1	2	3	4	5	6	7	8			
FECHA TOMA DE MUESTRA	13/10/23	13/10/23									
EDAD ROTURA (días)	7	7									
FECHA DE ENSAYO	19/10/23	19/10/23									
ID. DIÁMETRO (mm)	100	100									
L. LONGITUD (mm)	210	210									
M. MASA DEL CILINDRO (kg)	3570	3563									
AREA (cm²)	78.54	78.54									
DENSIDAD (kg/m³)											
CARGA MÁXIMA (KG)	107.9	109.3									
RELACION L/D											
FACTOR DE CORRECCIÓN L/D ≤ 1,75											
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CALCULADA (kg/cm²)	140.4	141.86									
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CALCULADA (MPa)											
PROBANDO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (MPa)											
% DESARROLLO A LA RESISTENCIA ESPECIFICADA	66%	66%									
RESISTENCIA ESPECIFICADA f _c											
TIPO DE FALLA	T-1	T-1									
Descripción de falla	Curvas simétricas en un extremo para un eje en G. Guedas verticales que llegan a los extremos.	Curvas simétricas en un extremo para un eje en G. Guedas verticales que llegan a los extremos.	Aproximación radial exterior que muestra curvas simétricas. No hay curvas en los extremos.	Fallaron después de un periodo de tiempo de las roturas. En este proceso con mucho agua incorporada.	Fallaron en las roturas (curvas en roturas).	Fallaron en las roturas (curvas en roturas).	Fallaron en las roturas (curvas en roturas).	Fallaron en las roturas (curvas en roturas).			
RESERVA No.	MUESTRA TOMADA Y TRANSPORTADA POR EL CLIENTE										
ECUPO UTILIZADO	Modelos: Prensa de rotura de cilindros. Marca: YU FENG Modelo: RTYE - 10030. Serie: 132411										
OBSERVACIONES:											
LABORATORIO				RECIBIDO							
 GERARDO JIMÉNEZ OROZCO TÉCNICO DE ENSAYOS DE MATERIALES REALIZO				 Juan Víctor Ferrásquez Ramos INGENIERO CIVIL CIP 12274 APROBO				 CLIENTE			

Anexo 14: Resultados de ensayos a probetas cilíndricas a compresión.

ITLO Laboratorio, consultoría y construcción SAC

DE SUELOS, CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES
 * ELABORACION DE PROYECTOS DE INGENIERIA.
 * EJECUCION DE OBRAS CIVILES

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CILINDROS DE CONCRETO

CLIENTE: CARLOS ANTONIO GUSTAVO CALDERÓN MONTENEGRO
 OBRA: TESIS TITULADA: INCORPORACIÓN DE FIBRA DE AÇOERO AL CONCRETO PARA REFUERZO ESTRUCTURAL

INFORME: _____
 ATENCIÓN: _____

ESPECIMEN	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
FECHA DE MUESTRA	13/10/23	13/10/23	13/10/23	13/10/23							
FECHA DE ENVÍO	09/11/23	09/11/23	09/11/23	09/11/23							
Ø DIÁMETRO (mm)	100	100	100	100							
L LONGITUD (mm)	200	199	198	200							
ÁREA (cm²)	7863	7854	7850	7873							
CARGA MÁXIMA (KN)	174.9	177.6	175.97	172.9							
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CALCULADA (MPa)	222.00	230.5	228.39	224.4							
RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN CALCULADA (PSI)											
PROCESO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (MPa)	108.7	109.57	108.77	106.35							
RESISTENCIA ESPECIFICADA f _c	21	21	21	21							

TIPO DE FALLA: Tipo 1, Tipo 2, Tipo 3, Tipo 4, Tipo 5, Tipo 6

LABORATORIO: GERARDO JIMÉNEZ OROZCO TÉCNICO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 RECIBIDO: Juan Víctor Bernaque Ramos INGENIERO CIVIL CIP N° 122739
 CLIENTE: _____

Anexo 15: Resultados de ensayos a flexión de especímenes prismáticos.

ITLO Laboratorio, consultoría y construcción SAC

LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, ESTUDIOS DE SUELOS, CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES
 * ELABORACION DE PROYECTOS DE INGENIERIA.
 * EJECUCION DE OBRAS CIVILES

RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DEL CONCRETO METODO DE LA VIGA SIMPLE CARGADA EN EL PUNTO CENTRAL

CLIENTE: CARLOS ANTONIO GUSTAVO CALDERÓN MONTENEGRO
 OBRA: TESIS TITULADA: INCORPORACIÓN DE FIBRA DE AÇOERO AL CONCRETO PARA REFUERZO ESTRUCTURAL

INFORME: _____
 ATENCIÓN: _____

ESPECIMEN PRISMÁTICO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
NÚMERO DE IDENTIFICACIÓN DEL ESPECIMEN	M1-1	M1-2	M1-3	M2-1	M2-2	M2-3	M2-4	M3-1	M3-2	M3-3	M3-4
ANCHO PROMEDIO (MM)	149	150	150	149.5	150	149	150	149.8	150	150.1	149.7
ALTURA PROMEDIO (MM)	301	300	299	300	299	298	300	299.9	299.1	299.1	299.9
LONGITUD DE LUZ (MM)	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90	90
MAXIMA CARGA APLICADA (KN)	50.1	50.4	51.2	40.82	41.32	41.28	39.86	42.85	43.3	44.73	43.3
MAXIMA CARGA APLICADA (TN)	5.1	5.04	5.12	4.08	4.13	4.12	3.98	4.28	4.3	4.47	4.3
MAXIMA CARGA APLICADA (KG)	50.10	50.40	51.20	40.82	41.32	41.28	39.86	42.85	43.30	44.73	43.30
MÓDULO DE ROTURA (KG/CM²)	50.1	50.4	51.2	40.8	41.32	41.28	39.86	42.85	43.30	44.73	43.30
DEFLEXIÓN AL APLICAR LA CARGA (MM)	20.45	20.58	20.40	11.4	12.3	12	11.9	8	11.25	9.45	10.35
DEFECTOS DEL ESPECIMEN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EDAD DEL ESPECIMEN (DÍAS)	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28

REMISIÓN N°: MUESTRA TOMADA Y TRANSPORTADA POR EL CLIENTE
 EQUIPO: PRENSA CON CARGA VERTICAL/MARCA YU FENG/MODELO BTYE-10000 SERIE:130411
 OBSERVACIONES: _____

LABORATORIO: GERARDO JIMÉNEZ OROZCO TÉCNICO DE ENSAYOS DE MATERIALES
 RECIBIDO: Juan Víctor Bernaque Ramos INGENIERO CIVIL CIP N° 122739
 CLIENTE: _____

Anexo 16: Análisis de agregado grueso

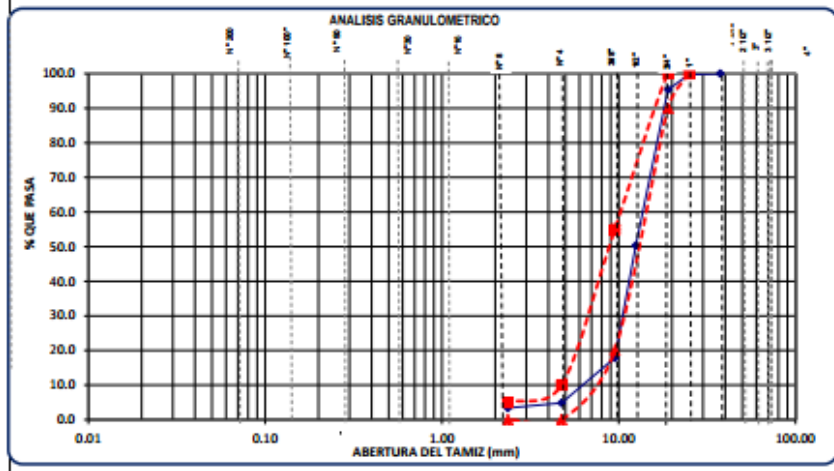


*LABORATORIO DE ENSAYOS DE MATERIALES, ESTUDIOS DE SUELOS, CONTROL DE CALIDAD DE OBRAS CIVILES.

* ELABORACION DE PROYECTOS DE INGENIERIA.

* EJECUCION DE OBRAS CIVILES

Proyecto :	TESIS PARA OBTENCIÓN DEL GRADO DE BACHILLER : *Incorporación de fibras de acero al concreto 210 kg/cm ² para reforzamiento estructural de vigas experimentales de concreto armado, Piura, 2023*							
Solicitante :	CARLOS ANTONIO GUSTAVO CALDERON MONTENEGRO							
Ubicacion :	DISTRITO: PIURA, PROVINCIA: PIURA, DEPARTAMENTO: PIURA.	Fecha :	13 Octubre -2023					
Orden de Servicio :	N°173-2023							
Fecha de Emision :	Octubre - 2023	CERTIFICADO: ITLO - INFORME N° D°C*H° - 032 - 2023						
ANALISIS GRANULOMETRICO DEL AGREGADO GRUESO (NTP 400.012)								
Ubicación :	Carretera Suliana - Paiza							
Cantera :	Sojo							
Material :	Piedra Chancada							
TAMIZES ASTM	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PORCENTAJE FINAL RETENIDO (%)	PORCENTAJE ACUMULADO		Especificación 08.037		DESCRIPCION DE LA MUESTRA
				RETENIDO (%)	QUE PASA (%)	Max	Min	
4"	100							PESO INICIAL (gr) 7,545.00
3 1/2"	90							CONTENIDO DE HUMEDAD (%) 0.80
3"	75							TAMAÑO MAXIMO (") 1"
2 1/2"	63							TAMAÑO MAXIMO NOMINAL (") 3/4"
2"	50							BOLEOS (Mayor 3") (%) 0.0
1 1/2"	37.5	0.0	0.0	0.0	100.0			GRAVA (Pasa 3", retiene N°4) (%) 95.2
1"	25.0	20.0	0.3	0.3	99.7	100		ARENA (Pasa N°4, retiene N°200) (%) 1.5
3/4"	19.0	330.0	4.4	4.8	95.4	90	100	PASANTE N° 200 (%) 3.4
1/2"	12.5	3400.0	45.1	49.7	50.3			OBSERVACIONES:
3/8"	9.5	2400.0	32.5	82.2	17.8	20	55	
N° 4	4.75	980.0	13.0	95.2	4.8	0	10	
N° 8	2.36	110.0	1.5	96.6	3.4	0	5	
N° 16	1.18	0.0	0.0	96.6	3.4			
N° 30	0.600	0.0	0.0	96.6	3.4			
N° 50	0.300	0.0	0.0	96.6	3.4			
N° 100	0.150	0.0	0.0	96.6	3.4			
N° 200	0.075	0.0	0.0	96.6	3.4			
BANDEJA		255.0	3.4	100.0	0.0			



ITLO SAC

GERARDO JIMENEZ OROZCO
TECNICO DE ENSAYOS DE MATERIALES

JEFE LABORATORIO

Juan Victor Bernabeque Iltano
INGENIERO CIVIL
CIP N° 122736

INGENIERO RESPONSABLE