



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Diseño de vigas reforzadas con fibra de vidrio y basalto, para mejorar la resistencia del domicilio unifamiliar, Juan Pablo - 2022.

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
**Ingeniero Civil**

**AUTORES:**

Jaime Cordova, Bryan Andy ([orcid.org/0000-0001-5481-7671](https://orcid.org/0000-0001-5481-7671))

Ramos Mercado, Jean Pierre Romey ([orcid.org/0000-0003-0378-9345](https://orcid.org/0000-0003-0378-9345))

**ASESOR:**

Mgtr. Sigüenza Abanto, Robert Wilfredo ([orcid.org/0000-0001-8850-8463](https://orcid.org/0000-0001-8850-8463))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico Y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

**LIMA – PERÚ**

**2022**

## **DEDICATORIA**

A nuestros Progenitores quienes nos brindaron todo el apoyo emocional en todo este camino, que ha sido fundamental para realizar este trabajo.

## **AGRADECIMIENTO**

A nuestros docentes por impartir los conocimientos necesarios para llevar a cabo con éxito este trabajo.

## Índice de contenidos

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de gráficos .....	vii
Índice de figuras .....	viii
RESUMEN .....	ix
ABSTRACT .....	x
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	5
III. METODOLOGÍA.....	12
3.1 Tipo y diseño de Investigación .....	13
3.2 Variables y operacionalización .....	14
3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis .....	17
3.4Técnicas e instrumentos de recolección de datos La técnica .....	18
3.5 Procedimientos .....	19
3.6 Métodos análisis de datos .....	20
3.7 Aspectos éticos .....	21
IV. RESULTADOS .....	22
V. DISCUSIÓN.....	44
VI. CONCLUSIONES .....	47
VII. RECOMENDACIONES.....	49
REFERENCIAS.....	51
ANEXOS .....	56



## Índice de tablas

<b>TABLA N°01:</b> Resumen Detallado de Probetas Ensayadas a Comprensión.....	17
<b>TABLA N°02:</b> Resumen Detallado de Probetas Ensayadas A Flexion .....	18
<b>TABLA N°03:</b> Resumen de técnicas e instrumentos de recolección .....	19
<b>TABLA N°04:</b> Ensayos de Laboratorio de Mecánica de Suelos .....	23
<b>TABLA N°05:</b> Análisis Granulométrico para Agregado Grueso (M1) ASTM C-136 .....	24
<b>TABLA N°06:</b> Peso Unitario para Agregados ASTM C29 .....	25
<b>TABLA N°07:</b> Peso unitario suelto (M1).....	25
<b>TABLA N°08:</b> Peso específico y absorción para agregados gruesos ASTM C127 .....	26
<b>TABLA N°09:</b> Análisis granulométrico para agregado fino (M2) ASTM C-136.....	26
<b>TABLA N°10:</b> Peso Unitario para Agregados (M-02) ASTM C29 .....	27
<b>TABLA N°11:</b> Peso unitario suelto .....	27

<b>TABLA N°12: Peso Específico y Absorción para Agregados Finos (M-02) ASTM C128.....</b>	<b>27</b>
<b>TABLA N°13: Diseño Patrón – F'c 210 Kg/cm<sup>2</sup> .....</b>	<b>28</b>
<b>TABLA N°14: Cálculo del F'cr del concreto.....</b>	<b>28</b>
<b>TABLA N°15: Relación agua/cemento para la resistencia requerida.....</b>	<b>28</b>
<b>TABLA N°16: Cantidad de agua en kg/m<sup>3</sup> y volumen de aire atrapado.....</b>	<b>29</b>
<b>TABLA N°17: Determinación del volumen relativo de agregado grueso a partir del módulo de finura del agregado fino y del TMN del agregado grueso.....</b>	<b>29</b>
<b>TABLA N°18: Tanda de 35L para el diseño patrón.....</b>	<b>30</b>
<b>TABLA N°19: Tanda de 35L para el diseño al 2%.....</b>	<b>30</b>
<b>TABLA N°20: Tanda de 35L para el diseño al 4%.....</b>	<b>30</b>
<b>TABLA N°21: Resistencia a Compresión a los 7 días .....</b>	<b>30</b>
<b>TABLA N°22: Resistencia a compresión a los 14 días .....</b>	<b>32</b>
<b>TABLA N°23: Resistencia a compresión a los 28 días.....</b>	<b>34</b>
<b>TABLA N°24: Resistencia a Flexión del Concreto a los 7 días .....</b>	<b>41</b>
<b>TABLA N°25: Resistencia a Flexión del Concreto a los 14 días .....</b>	<b>42</b>
<b>TABLA N°26: Resistencia a Flexión del Concreto a los 28 días .....</b>	<b>43</b>

## Índice de gráficos

<b>GRÁFICO N°01:</b> Curva Granulométrico para Agregado Grueso (M1) ASTM C-136 .....	25
<b>GRÁFICO N°02:</b> Curva Granulométrica para agregado fino (M2) ASTM C-136 .....	26
<b>GRÁFICO N°03</b> Resistencia a Compresión a los 7 días del Espécimen Patron .....	31
<b>GRÁFICO N°04</b> Resistencia a Compresión a los 7 días del Espécimen añadiendo Fibra de Vidrio y Basalto al 2% .....	31
<b>GRÁFICO N°05</b> Resistencia a Compresión a los 7 días del Espécimen añadiendo Fibra de Vidrio y Basalto al 4% .....	32
<b>GRÁFICO N°06</b> Resistencia a Compresión a los 14 días del Espécimen Patrón .....	33
<b>GRÁFICO N°07</b> Resistencia a Compresión a los 14 días del Espécimen añadiendo Fibra de Vidrio y Basalto al 2% .....	33
<b>GRÁFICO N°08</b> Resistencia a Compresión a los 14 días del Espécimen añadiendo Fibra de Vidrio y Basalto al 4% .....	34
<b>GRÁFICO N°09</b> Resistencia a Compresión a los 28 días del Espécimen Patrón .....	35
<b>GRÁFICO N°10</b> Resistencia a Compresión a los 28 días del Espécimen añadiendo Fibra de Vidrio y Basalto al 2% .....	35
<b>GRÁFICO N°11</b> Resistencia a Compresión a los 14 días del Espécimen añadiendo Fibra de Vidrio y Basalto al 4% .....	36
<b>GRÁFICO N°12</b> Comparación de Resistencia Alcanzada en los 7,14 y 28 días .....	36

## Índice de figuras

<b>FIGURA N°01:</b> Sección de Viga .....	37
<b>FIGURA N°02:</b> Deformación Unitaria de la Sección .....	37
<b>FIGURA N°03:</b> Esfuerzos de la Sección .....	37
<b>FIGURA N°04:</b> Modelamiento de la Estructura en el Software Etabs .....	37
<b>FIGURA N°05:</b> Diagramas de Momentos de la Estructura.....	38
<b>FIGURA N°06:</b> Masa Participativa en la Estructura-Carga Viva, Carga Muerta.....	38
<b>FIGURA N°07:</b> Análisis Sísmico Estático Respecto a “X” .....	39
<b>FIGURA N°08:</b> Análisis Sísmico Estático Respecto a “Y” .....	39
<b>FIGURA N°09:</b> Resultados de diseño de la viga (0.35x0.40) .....	40

## RESUMEN

La presente tesis titulada: Diseño De Vigas Reforzadas Con Fibra De Vidrio Y Basalto, Para Mejorar La Resistencia del Domicilio Unifamiliar, Juan Pablo, 2022.

La actual investigación tiene como objetivo determinar como el diseño de vigas va mejorar la resistencia, añadiendo las fibras de vidrio y basalto. Se determino el comportamiento estructural de 3 vigas de concreto, la primera viga convencional y las dos siguientes vigas añadiendo las fibras de vidrio y basalto con los porcentajes del 2% y 4% respectivamente.

La investigación se efectua con la finalidad de comprobar mediante el laboratorio, que la viga aumente la resistencia, añadiendo las fibras de vidrio y basalto, también con los porcentajes del 2% y 4%.

La investigación es de tipo experimental en la cual se busca, comprobar el aumento de la resistencia (compresión y flexión), de las 3 muestras de viga, tanto la viga convencional, como las dos vigas reforzadas con fibra de vidrio y basalto, para poder llegar a una conclusión más certera del buen o mal funcionamiento de las fibras de vidrio y basalto.

Entre los resultados de la compresión y flexión a la resistencia del concreto de las 3 vigas durante el periodo de 7, 14 y 28 días, se pudo obtener un mejoramiento a la resistencia de las vigas de acuerdo a los ensayos realizados en el laboratorio.

**Palabras Clave:** Resistencia, Concreto, Fibra de vidrio, basalto

## **ABSTRACT**

This thesis entitled: Design of Beams Reinforced with Fiberglass and Basalt, to Improve the Resistance of the Single-Family Home, Juan Pablo, 2022.

The objective of this investigation is to determine how the beam design will improve resistance, adding glass and basalt fibers. The structural behavior of 3 concrete beams was determined, the first conventional beam and the following two beams adding glass fibers and basalt with the percentages of 2% and 4% respectively.

The investigation is carried out with the purpose of verifying through the laboratory, that the beam increases the resistance, adding the glass fibers and basalt, also with the percentages of 2% and 4%.

The investigation is of an experimental type in which it is sought to verify the increase in resistance (compression and flexion) of the 3 beam samples, both the conventional beam and the two beams reinforced with fiberglass and basalt, in order to reach a more accurate conclusion of the good or bad functioning of the glass and basalt fibers.

Among the results of the compression and bending of the concrete resistance of the 3 beams during the period of 7, 14 and 28 days, it was possible to obtain an improvement in the resistance of the beams according to the tests carried out in the laboratory.

**Keywords:** Resistance, Concrete, Fiberglass, basalt

## **I. INTRODUCCIÓN**

Kim (2022) indica que las columnas de concreto se mantienen hasta por 100 años, durante este periodo de tiempo presentan comportamientos bajo cargas concéntricas, uniaxiales y biaxiales; equilibrio de fuerza y compatibilidad de desplazamiento, sin embargo, las deformaciones de las varillas de refuerzo de polímero con adición de fibras de vidrios crecen a medida que la sección de concreto se daña por partes. Según, Campoy-Bencomo et al. (2019) afirma que el hormigón de alta rigidez fortalecido con fibras, es más rígido a los esfuerzos de presión y de elasticidad; la cantidad de fibra, respecto a la capacidad de la mezcla de hormigón, puede variar de 0.1 a 1 %, son cantidades bajas, 1 a 3 % siendo medios, y 3 a 12 %, son cantidades altas. También, en la literatura se han contenido valores desde 0.25 a 2.0 %.

Sánchez (2019) argumenta que desde hace un tiempo atrás, en México se ha estado utilizando las barras de poliéster fortificadas con fibra de cristal (PRFV) siempre se ha tenido en cuenta este material para el reforzamiento de concreto y se ha vuelto más popular debido a su bajo peso por unidad de volumen, resistencia adecuada y accesibilidad por sus precios económicos; aunque tiene ventajas aun genera desconfianza, al ser un producto nuevo para América Latina y su falta de referencias produce inquietud en la comunidad de ingenieros civiles.

Cusquisiban y Mosqueira (2019) refiere que el reforzamiento de vigas se lleva a cabo cuando hay problemas de deterioro del metal de refuerzo, estructuras en mal estado, cantidad de peso, falta de mantenimiento entre otras; Se realiza esta acción ya que no requiere de tanta inversión como lo sería hacerlas de nuevo. Hay diferentes métodos para reforzar una viga como: aumento del área, mezcla de láminas de metal, procedimiento de postensado exterior; no obstante, el refuerzo de vigas se ha venido realizando por medio de la cohesión externa de polímero de refuerzo con fibra, éste se ha convertido en el instrumento más usado por los peruanos.

Depaz et al. (2021) señalan la popularidad del uso de los materiales nobles ha generado dificultades de carácter social, como el aumento de las autoconstrucciones, estructuras sin opinión de profesionales de la rama de ingeniería, esto lleva a que las infraestructuras sean inestables y un daño



encubierto a situaciones sísmicas. Por estas razones, es que hoy en día se están incrementando teorías de reforzamiento de edificaciones, en la que resalta fortificar vigas con fibras de vidrio.

Por lo mencionado, se propone a continuación el problema de investigación ¿De qué manera el diseño de vigas reforzadas con fibra de vidrio y basalto mejorará la resistencia del domicilio unifamiliar, Juan Pablo - 2022?, a ello se suman los siguientes **problemas específicos**: 1 ¿De qué manera contribuye el diseño de los agregados finos y grueso en vigas reforzadas con fibra de vidrio y basalto para mejorar la resistencia en un domicilio unifamiliar, Juan Pablo - 2022? 2. ¿Cuáles son las cargas máximas aplicadas en las vigas reforzadas con fibra de vidrio y basalto para mejorar la resistencia del domicilio unifamiliar, Juan Pablo - 2022? 3. ¿Qué porcentaje de fibra de vidrio y basalto se utilizará en la viga para mejorar la resistencia del domicilio unifamiliar, Juan Pablo - 2022?.

De este modo, esta investigación, tiene **Justificación Social**, Fernández (2020) refiere que toda investigación debe tener cierta relevancia social, logrando ser trascendente para la sociedad; frente a ello en el estudio con el diseño de vigas fortificadas con fibra de cristal y basalto se puede generar un aporte social pues las familias podrán construir sus casas de forma segura y a precios más accesibles. **Justificación Práctica**, Silvestre y Huamán (2019) indicaron que ello se indica a que artículos científicos servirá para resolver problemas prácticos; el estudio busca brindar alternativas de solución a problemas específicos en el sector construcción. Por último, **Justificación Metodológica**, Moisés (2019) revela la existencia de modernos métodos, estrategias y herramientas para generar conocimientos legítimos y confiable que a su vez sirva de insumo para la solución de problemas semejantes. En el estudio, se están diseñando nuevas formas de construcción de vigas con componentes alternativos; además, la investigación cumplirá con las normativas académicas en cita y referencias de autores mencionados en la investigación.

Es así, que se plasmó como **objetivo general**, Diseñar con el método ACI vigas reforzadas con fibra de vidrio y basalto para mejorar la resistencia del domicilio unifamiliar, Juan Pablo - 2022. De ello se desmenbran los siguientes **objetivos específicos**: 1. Realizar el ensayo a compresión para determinar la resistencia en las vigas reforzadas con fibra de vidrio y basalto en un domicilio

unifamiliar, Juan Pablo - 2022. **2.** Determinar las cargas máximas aplicadas en las vigas reforzadas con fibra de vidrio y basalto para mejorar la resistencia del domicilio unifamiliar, Juan Pablo - 2022. **3.** El porcentaje de fibra de vidrio y basalto que se utilizará en la viga varía entre 2% y 4% para mejorar la resistencia del domicilio unifamiliar, Juan Pablo - 2022.

En relación a las hipótesis de la investigación se plantearon las siguientes, **hipótesis general**: El diseño de vigas reforzadas con fibra de vidrio y basalto mejorará la resistencia en un domicilio unifamiliar, Juan Pablo - 2022. De la misma manera se encuentran las siguientes **hipótesis específicas**: **1.** Las probetas ensayadas a compresión llegaran a su máxima resistencia conforme a lo diseñado para las vigas reforzadas con fibra de vidrio y basalto en un domicilio unifamiliar, Juan Pablo - 2022. **2.** Los especímenes ensayados a flexión soportaran las cargas máximas en toneladas conforme a lo diseñado para las vigas reforzadas con fibra de vidrio y basalto en un domicilio unifamiliar, Juan Pablo - 2022. **3.** El porcentaje aplicado de fibra de vidrio y basalto que se utilizó en las vigas reforzadas con fibra de vidrio y basalto incrementaron la resistencia del domicilio unifamiliar, Juan Pablo - 2022.

## **II. MARCO TEÓRICO**

**Como antecedentes nacionales incluimos a:** Poma (2021). El proyecto tuvo como finalidad definir la conducta estructural de las varillas de concreto premezclado, entre las fortificadas con acero de fibra y las reforzadas con varillas tetracero. El procedimiento metodológico fue de un enfoque cuantitativo mientras que el tipo fue aplicativo, de un diseño experimental y diseño no experimental. El universo poblacional fue constituido por todos y la muestra fue censal no probabilística. Asimismo, El método para la recaudación de investigación fue un sondeo y la herramienta utilizada fue un formulario consta de 4 ítems. Dando como resultado que la fuerza en las últimas vigas engrosadas con barra de fibras de cristal fue de 1.3 tn, mientras que la consistencia fue (0.5tn); la energía de fuente nominativo del acero habitual es de 42000 t/m<sup>2</sup>, la labor de este acabado con la cantidad de material de 65000 t/m<sup>2</sup>. Se concluyó que, las estructuras o vigas de confinamiento engrosadas con barras de fibras de cristal representan un alto nivel de firmeza, al ser relacionada con las vigas de confinamiento estructurado y reforzados con varillas de acero convencional.

Depaz et al. (2021). En su texto tuvo como finalidad comparar, establecer y analizar los resultados generados en las vigas con la fortificación CFRP luego de pasar por los ensayos necesarios, el predomino sobre la capacidad de las vigas a una deformación flexionante, y el estudio de la estructura para un modelo siendo sometido a varios incrementos de cargas para ocasionar el incremento del momento flexionante haciendo estrictamente inevitable la colocación de la fortificación CFRP. La metodología empleada es de una perspectiva de proporción de tipo principal, boceto no practico y con un seguimiento explicativo. Además, el método para la recopilación de datos es una revisión documental y el sondeo mientras que la herramienta utilizada fue un formulario con 12 ítems. El universo poblacional estuvo constituido por 1500 fibra de carbono y el muestreo con 1000 Unidades de fibra. Como resultado, fibra de carbono logra un avance en la amplitud a flexión de las vigas, se visualizó el incremento del (3,93%), (15,45%) y (17,98%) las vigas de confinamiento en las chapas de CFRP de distancia 50 mm, 100 mm y 150 mm, proporcionalmente. En conclusión, las vigas fijas de forma teórica tuvieron

un aumento en la firmeza derivada de los efectos en los estudios.

Murayari (2020) en su tesis tuvo como propósito principal definir la conducta a curvatura de vigas de cemento premezclado fortificadas con barras de fibra de cristal, Lima 2019. El estudio metodológico en este proyecto fue de una perspectiva de proporción, boceto no practico, boceto practico y causal. La población estuvo constituida por todo su personal y la prueba fue censal no probabilístico. Asimismo, El método fue una encuesta, mientras que el instrumento utilizado fue un formulario consta de 7 ítems. Dando resultado, en referencia a los pesos, momentos e imperfecciones crecimiento en las estructuras de vigas con un confinamiento engrosado con barras de fibra de cristal con relación al avance en las vigas en (25%), (25%) y 8 mm en las deformaciones flexionantes, al empeño a presión del concreto en la viga de 20.53tn, 21.35tn y 19.40tn, habiendo diferenciaciones de (4%) y (-6%), de las viguetas N.º 02 y N.º 03, en relación a la vigueta N.º 01. Como conclusión que la conducta a la inflexión en las viguetas de confinamiento adicionando con la vara de fibra de cristal variado en referencia las cargas y momentos que no superan.

Razuri (2020) en su tesis tuvo como objetivo definir su comportamiento mecánico estructural del inédito componente efectuando el uso de la fibrilla de cristal en el proceso del material de adobe. El procedimiento metodológico empleado es de una perspectiva proporcional, modelo básico, boceto practico y nivel colateral. La población fue constituida por 540 bloques y la muestra 456 fibra de cristal. Además, el método para la acumulación de evidencia fue una extensa inspección directa y análisis de información, así mismo la herramienta utilizada una orientación de inspección y la orientación de investigación documental. Los resultados, los valores obtenidos con el estudio granulométrico (200<50%), contenido de humedad (8.53%) e lista de flexibilidad aumenta en un (7%) (12.42%), prueba cinta de barro (11.5 cm). Las dimensiones: 30 x 20 x 10 cm, son consideradas (10.8 kg) de tierra; (0.50 kg) de pajilla; 0.75 lt de líquido de agua, mientras que, la fibra de vidrio tiene un valor aproximadamente de (0.25%), (0.50%), (0.75%) y (1.00%) son 0.025 Kg, 0.050 Kg, 0.075 Kg y 0.100 Kg. Se concluye, que se generalmente los precios altos en similar al adobe habitual;

estando la muestra con un costo más bajo que la de adobe con (0.25%) de fibra de cristal.

Aquino et al. (2019) En su texto, sostuvo como objetivo determinar el cambio en la resistencia al momento flector de las viguetas de concreto cuando se refuerzan con paneles de fibra de carbono. Los métodos utilizados fueron métodos cuantitativos, tipos básicos, con un enfoque cuantitativo, diseño experimental y niveles descriptivos.

La porción poblacional estuvo constituida por 20 vigas y la muestra censal no probabilístico. Además, el método de recopilación de información fue vigas de patrones y reforzadas el instrumento fabricación en concreto. Como resultados, esta diferenciación de la oposición al momento flector de las vigas fortificadas con respecto a las vigas patrones. Esta diversificación en las vigas tipo I fue de 1,11Tn-m a 1,81Tn, es decir hubo un incremento en la resistencia de flexión en (63,6%) y en las vigas tipo II esta diferenciación fue de 1,21Tn-m a 1,93Tn-m, es decir, se logró incrementar la resistencia a la carga aplicada distribuida en (59,8%). En conclusión, se puede decir que, la fuerza al doblamiento de las viguetas de confinamiento preparado al ser fortificadas con hojas de fibrillas de carbono incrementa la resistencia permitiendo una baja importante en la plasticidad de las vigas, impidiendo así las deflexiones enormes.

**Como antecedentes internacionales tenemos a Pavithra et al. (2021)** en su texto tuvo como finalidad estudiar, aumentar y comparar las características mecánicas del hormigón con fibras basálticas, la resistencia al momento flector del hormigón mediante la sustitución del acero convencional por barras BFRP y la resistencia a la flexión de una viga convencional con una viga reforzada con BFRP. Además, el procedimiento empleado fue de una perspectiva proporcional, modelo básico, boceto no práctico y nivel correlacional. La población permaneció constituida por las propiedades físicas del producto y la muestra por valores de la misma. Asimismo, el método para la acumulación de información fue un sondeo y el instrumento utilizado fue un cuestionario con 18 ítems. Como resultados, la resistencia con fibra de (0,3%) de fracción de volumen de fibra (11,23%) y (31,89 MPa) que la muestra de control (0,25%) de fracción de volumen de fibra aumenta

en un (19,29%), que la muestra de control fibra de basalto con la adición de (0,35%) de fracción de volumen de fibra aumenta en un (16,02%) (5,14 MPa). Se concluyó que, se determinó el porcentaje mínimo de pérdida de resistencia en comparación con la proporción restante de la mezcla.

Wdowiak (2020) en su artículo tuvo como objetivo la investigación experimental en mejorar la eficacia del refuerzo y la rigidez de las vigas laminadas encoladas. La metodología de este proyecto fue de perspectiva proporcional y boceto no práctico. La población permaneció constituida por 200 vigas laminadas y el modelo no probabilístico. Asimismo, el método para recopilar datos fue el sondeo y la herramienta el formulario. Dando como resultado que el volumen de carga de las vigas engrosadas con fibra de basalto fue mayor, respectivamente, un (13%) y un (20%) que la de las vigas de referencia, mientras que su rigidez mejoró, respectivamente, un (9,99%) y un (17,13%), se reforzaron con fibras de basalto, cada viga de madera laminada constaba de cuatro láminas, aprox. 40 mm de espesor cada una, con una altura final total de aprox. 162 mm, cada lámina se cortó de piezas de madera aserrada de 4000 mm de longitud, densidad de 1,10 g/cm<sup>3</sup>, viscosidad de 13.000 mPa × s. Se concluyó que, que en las vigas laminadas se observó que la carga de falla aumentó significativamente con un aumento en la relación de refuerzo, mientras que la flexión máxima se redujo ligeramente.

Martínez (2019) en su artículo tuvo como objetivo la utilización de PRF como reforzamiento estructural constituye una opción factible para afianzar una mejor resistencia y durabilidad de estructuras expuestas ambientes altamente agresivos. el método fue perspectiva proporcional, de modelo aplicativo, de boceto práctico. Asimismo, el procedimiento fue el sondeo y la herramienta fue formulario. Cediendo como conclusión que para una profundidad de línea neutra de 13,82 cm se obtuvo un momento resistente de 294,8 kNm mayor que es actuante de 59,18 kNm, cumple con el estado límite de fisuración arrojando, el ancho de fisura de 0,37 mm, menor el ancho de fisura de 0,60 mm adoptado por el ACI 440.1R 15, la línea neutra de  $0,250d=14,7$  cm, una diferencia de 10 %, disminuyendo la profundidad de línea neutra hasta  $0,235d=13,82$  cm, logrando una convergencia de (4,5%) (-5%) entre este valor estimado y el real obtenido de 13,2 cm. Se concluyó que los polímeros

reforzados con fibras de vidrio destacan por elevada resistencia a la tracción, ligereza, las desventajas son fragilidad, bajo módulo de elasticidad.

Bejarano, (2019) en su tesis tuvo como objetivo hacer la investigación de la solidez mecánica en barriles de cemento premezclado reforzados con fibrillas de Guadua Angustifolia Kunth, fragmentando de un agregado preliminar de concreto sin fibrillas, implantando un estudio equivalente. El método destinado fue de enfoque mixto, modelo explicativo, diseño práctico y grado descriptivo y explicativo. La población permaneció constituida por 297 kg concreto y la muestra censal no probabilístico. Además, para la compilación de datos fue el sondeo y el instrumento un formulario 22 ítems. Como consecuencia, el apéndice de fibrillas de guadua angustifolia Kunth en estado natural (CH=10.8%) la guía de cemento premezclado, optimizó la firmeza a la presión del concreto, el aditivo de fibrillas de guadua angustifolia Kunth expuestas a radiación UVB (CH=10.8%), El cemento que se elabora, en fuerza a los 28 días de curado sobrepasó la participación esperada siendo este el de (113.4%) (3.402 psi). Se concluyó que, el análisis fue positivo, se seguirá continuamente los estudios del cemento engrosado con fibras de guadua angustifolia Kunth en la Fase III del semillero de investigación SiGesCo, mediante el propósito de manipular el cemento fundamentado con el plan habitual de utilidad nacional (VIS).

Acerca a los aspectos teóricos tenemos referente a Vigas reforzadas, Foraboshi (2022) argumenta que las vigas reforzadas son un paralelo ideal de armadura de cuerda hecha de hormigón y acero. La armadura se compone de un cordón de compresión superior (el hormigón desde el eje neutro a la cara superior del elemento estructural a compresión, y el acero refuerzo longitudinal incluido en esa región), un cordón de tracción inferior (el acero refuerzo longitudinal a flexión en la cara inferior de la viga), tirantes a tracción vertical (estribos de acero cerrados que se extienden desde la cuerda superior hasta la cuerda inferior, a veces con la adición de barras de acero longitudinales dobladas hacia arriba y/o barras de acero inclinadas), y 45° inclinados puntales de compresión (el hormigón entre las grietas de cortante). Además, respecto a Flexión de vigas Stalin et al. (2021) indicaron que cuando se habla de la flexión, básicamente un fenómeno se genera por el momento



producido por las cargas expuestas actuantes sobre la estructura. Estas cargas gravitatorias son las más frecuentes porque incluso en función de ellas se diseñan las edificaciones de gran magnitud al igual que las cargas estáticas y dinámicas. Asimismo, Deflexión de vigas Kim & Kil (2021) señala que la deflexión de la viga varía de acuerdo al tipo de carga distribuida o puntual como también las condiciones del entorno. Cuando la magnitud de la carga es la misma, el soporte simple en lugar del soporte fijo, así como la carga concentrada más cerca de la mitad del claro en lugar de la carga distribuida uniformemente, causan una mayor deflexión.

Fibra de vidrio, Zambrano (2018) indica que, la fibra de cristal es duradero y fue llevada a cabo particularmente para fortificar los agregados, debido al mayor contenido de óxido de circonio (superior a 16%) demuestra una resistencia notable frente a los compuestos alcalinos que componen el cemento y que reaccionan desfavorablemente con la sílice del vidrio. Por otro lado, García et al. (2019) indica que la fibra de cristal Es el material de refuerzo más utilizado debido a su bajo costo y desempeño, además de mayor resistencia a la tracción, como también a la intemperie, excelente estabilidad dimensional y baja conductividad térmica, así como no inflamabilidad e inercia biológica, su desempeño es evidente cuando se combinan con polímeros Mejorado.

### **III.METODOLOGÍA**

### **3.1 Tipo y diseño de Investigación**

#### **Tipo de estudio**

Cabe señalar que el objetivo del estudio es cuantitativo, impulsado por el hecho de que sus datos son medibles en forma numérica. El diseño de investigación se refiere a cómo el investigador se enfrenta a una situación o problema, por lo que este estudio se enmarca en un estudio de diseño experimental. Según Carrasco (2017): "Son variables independientes que necesitan de manejo intencional, no tienen grupo de control y mucho menos empírico. Examinan e investigan eventos y fenómenos de la realidad después de su aparición" (p. 71).

La siguiente investigación es de modelo básica, la cual, según Carrasco (2017), pretende: "Ampliar y profundizar las dotaciones científicas existentes sobre la existencia. Los sujetos de su estudio son las teorías científicas, las mismas teorías que estudia para desarrollar su contenido". (pags. 43). De hecho, este estudio comparó los resultados de otros estudios verificables y científicamente verificables.

#### **Diseño de investigación**

La perspectiva de investigación es de propiedad numérica y de diseño experimental, según Carrasco (2017): "Se denominan tipos de diseño de investigación experimental a las diferentes formas de resolver problemas de interés científico en el campo de la experimentación" (p. 62). Cabe recalcar que el nivel de investigación es ilustrativo porque se caracteriza porque "se ejecuta un nuevo proceso, modelo, tratamiento, programa, método o tecnología para mejorar y corregir la condición del problema inherente al estudio. (Carrasco, 2017).

## **3.2 Variables y operacionalización**

### **Variables independientes**

Diseño de Vigas reforzadas con fibra de vidrio y basalto

### **Variables dependientes**

Resistencia a la compresión y flexión

### **Definición conceptual**

#### **FIBRA DE VIDRIO:**

Lana mineral con cualidades de aislamiento acústico y térmico. En su producción se utilizan varios filamentos de vidrio. Tenga en cuenta que es resistente a los impactos y no inflamable. (Norma Técnica Peruana, 2018, p. 76).

#### **ROCA DE BASALTO:**

La roca basáltica es la más básica en general y constituye alrededor de 70% de la corteza terrestre. Es una roca ígnea compuesta por los minerales plagioclasa, piroxeno y olivino, y suele tener un aspecto vítreo. La roca nació como lava del interior de la Tierra, también contiene altos niveles de hierro y magnesio. Distinguido por sus grandes características frente a altas temperaturas, su resistencia y perdurabilidad. Los pesos específicos de la roca están entre 2.8 g/cm<sup>3</sup> y 2.9 g/cm<sup>3</sup>. Tiene una dureza entre 5 - 9 en la escala de Mho's. Además, es comúnmente usada como agregados (Subramanian 2010).

#### **RESISTENCIA A LA FATIGA:**

"La fatiga dinámica se define como una carga aplicada de no más del 50%. Su resistencia a la fractura, trabaja en la misma dirección que la base principal, La conducta estructural en condiciones de cargas dinámicas suele ser excelente"

#### FIBRA DE BASALTO:

El basalto se pulveriza y se somete a temperaturas de 1400 °C a 1700 °C durante 6 horas y luego se extruye a través de una máquina la cual genera fibras de basalto. La fibra fría de basalto es un material más fuerte, que el tetracero o la fibra de vidrio. Los filamentos de basalto suelen tener un diámetro de 6, 9 y 13 micras. Además, el costo de estas es significativamente más bajas frente a la fibra de carbono y la fibra de vidrio. (Subramanian 2010).

#### LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN:

La resistencia mecánica del concreto es un atributo fundamental, indicando la carga que puede soportar por unidad de área antes de romperse. Suele expresarse en kg/cm<sup>2</sup> o en lb/pulg<sup>2</sup> (libras por pulgada cuadrada - p.s.i), con una pequeña variación de 1 psi (aproximadamente 0.07 kg/cm<sup>2</sup>). En la actualidad, el sistema internacional de unidades sugiere utilizar mega pascales para su representación. (Esther, 2010, p. 54).

#### LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN

Es la capacidad de soportar esfuerzos distribuidos en el área mientras estén presionadas por cargas gravitatorias. (Esther, 2010, p. 57).

## **Definición operacional**

Se contará con 3 vigas de las cuales la primera estará compuesta de cemento portland, agregado y agua que es lo más común para un concreto tradicional. Las mismas características del concreto tradicional adicionando, el 2% de fibras de vidrio y basalto. Tercero las mismas características del concreto tradicional adicionando, el 4% de fibras de vidrio y basalto.

Las fibras de vidrio y basalto se añadieron según el diseño propuesto en forma de hilos cortados y desmenuzados, mezclados con el concreto. Los ensayos establecidos mediante roturas de probetas, efectuados para lograr la resistencia a compresión y flexión resaltando los periodos de 7, 14 y 28 días para llegar a su máxima resistencia, correlativamente; los elementos estructurales fueron fortificadas en 2% y 4% de filamento de vidrio y basalto.

Las pruebas fueron realizadas con probetas cilíndricas en la máquina de compresión, siendo estos los moldes utilizados para las probetas de concreto.

Las pruebas de los componentes estructurales se realizaron con el objetivo de lograr la resistencia a la flexión necesaria, empleando períodos de curado de 7, 14 y 28 días en sucesión. Estos elementos se reforzaron con un 2% y 4% de fibras de vidrio y basalto. Los ensayos involucraron vigas de concreto no reforzado con dimensiones de 15x15x50 cm, las cuales se fracturaron bajo una carga que excedió la capacidad del elemento. Los resultados obtenidos se expresaron en unidades de mega pascales.

## Indicadores

Proporciones, análisis sísmico, modelamiento, propiedades químicas y mecánicas,

## Dimensiones

Diseño de las vigas y modelamiento estructural, añadiendo filamentos de vidrio y basalto en 2% y 4% respecto al peso del cemento portland; Luego, se llevaron a cabo pruebas de compresión y flexión en intervalos de 7, 14 y 28 días para evaluar el rendimiento de las vigas en estos períodos determinados.

## Escala de medición

Razón.

### 3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

En este estudio en curso, la muestra consta de 54 probetas que han sido sometidas a pruebas de compresión y flexión, siguiendo los lineamientos de la norma ASTM C 39. Esta norma sugiere la realización de tres especímenes por cada muestra para llevar a cabo las evaluaciones pertinentes.

**Tabla 1**

*Resumen Detallado de Probetas Ensayadas a Compresión*

<b>Ensayos de Compresión de Especímenes</b>	<b>7 días</b>	<b>14 días</b>	<b>28 días</b>
Concreto $f'c=210\text{Kg/cm}^2$	3	3	3
Concreto $f'c=210\text{ Kg/cm}^2$ con 2% de Fibra de vidrio y basalto	3	3	3
Concreto $f'c=210\text{ Kg/cm}^2$ con 4% de Fibra de vidrio y basalto	3	3	3

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 2***Resumen Detallado de Probetas Ensayadas A Flexion*

<b>Ensayos de Flexion de Especímenes</b>	<b>7 días</b>	<b>14 días</b>	<b>28 días</b>
Concreto $f'c=210\text{Kg/cm}^2$	3	3	3
Concreto $f'c=210\text{ Kg/cm}^2$ con 2% de Fibra de vidrio y basalto	3	3	3
Concreto $f'c=210\text{ Kg/cm}^2$ con 4% de Fibra de vidrio y basalto	3	3	3

Fuente: Elaboración propia

**Muestra:**

Se elaboraron y ensayaron 54 moldes de concreto, con una resistencia de  $f'c=210\text{ kg/cm}^2$  adicionando filamentos de vidrio y basalto, según la NTP 339.183:2013 donde especifica la manera estándar para la efectuación del curado de ejemplares de concreto. Se sugiere por lo mínimo 3 ejemplares por cada dosificación en periodos de 7,14 y 28 días de curado.

**3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos La técnica**

Empleada fue la observación, de acuerdo con Castro et al. (2020) se utiliza para incorporar a la observación en un procedimiento al comenzar el estudio y alcanzar datos que contribuyan a la realización del problema del ámbito que se desarrolla.

En este estudio se desarrolló utilizando métodos que observan directamente los eventos que ocurren in situ y paralelamente en el laboratorio, lo que permite obtener datos confiables.

**El instrumento**

Se hará uso de la ficha de observación, según Castro et al. (2020) es una herramienta de recolección organizada de datos, está referido a un objetivo e



indicadores específicos. Un aspecto bastante fundamental es el establecimiento anterior de los recursos a mirar y la estructuración del proceso, fenómeno o método de modo secuencial.

En esta investigación se utilizaron fichas técnicas certificadas de los laboratorios asistidos en los ensayos de flexión y compresión, así como también los ensayos granulométricos.

## Validación y confiabilidad del instrumento

**Tabla 3**

*Resumen de técnicas e instrumentos de recolección*

Instrumento	Fichas Técnicas
La Norma Técnica Peruana (NTP)	Peso Unitario del Concreto (NTP 339.046) Ensayo a flexión (NTP 339.078:2012) Contenido de Humedad (NTP 339.185:2013) Ensayo a compresión (NTP339.034:2008) Curado de concreto (NTP339.183:2013) Agregados (NTP 400.012:2013)

Fuente: Elaboración propia

### 3.5 Procedimientos

El desarrollo de esta investigación se enfocó en determinar la proporción ideal de filamentos de vidrio y basalto para lograr la máxima resistencia en el premezclado. Se procedió a elaborar una mezcla utilizando agregados de canteras, tanto gruesos como finos, que fueron cuidadosamente seleccionados. A través de un análisis detallado en el laboratorio especializado en mecánica de suelos MTL GEOTECNIA, se evaluaron las características de esta mezcla con el objetivo de su futura aplicación.

Las proporciones seleccionadas a añadir fueron el 2% y 4% de filamento de vidrio y basalto. Siendo esta, la mezcla compuesta por una cierta cantidad de cemento portland agregando los porcentajes nombrados.

Teniendo las dosificaciones adecuadas de filamento de vidrio y basalto, se ejecutó la combinación correspondiente con los materiales: la arena, las gravas, el cemento y el agua. Se llenó en cilindros metálicos llamadas probetas (4"x8" pulg.), con el propósito de fracturarlas mediante el ensayo de resistencia a la compresión, así determinar su esfuerzo. Posterior, se procedió al vaciado de vigas en cajas rectangulares metálicas (15x15x50 cm). En ambos casos fueron rotos a los 7, 14 y 28 días.

Para concluir, los resultados extraídos de los experimentos llevados a cabo en el laboratorio, abarcando el diseño de la mezcla y las mediciones de resistencia tanto a la compresión como a la flexión, fueron analizados. Estos resultados se interpretaron mediante la creación de tablas estadísticas y gráficos dinámicos, permitiendo una presentación clara y detallada de los hallazgos en esta investigación.

### **3.6 Métodos análisis de datos**

Después de completar los ensayos de compresión y flexión, los resultados fueron registrados en una hoja de cálculo Excel. Estos resultados fueron luego presentados visualmente a través de gráficos estadísticos para destacar los valores alcanzados en cada prueba. Este enfoque permitió categorizar los resultados de manera efectiva, mejorando su interpretación y facilitando la presentación clara y convincente de los hallazgos.

### **3.7 Aspectos éticos**

se deben respetar los siguientes principios:

- Consentimiento comunicado: Al informar a un individuo sobre un análisis, su capacidad para hacer una elección independiente aumenta. Sin el razonamiento correcto, la aprobación no puede constituir una elección independiente. Koepsell y Ruiz (2015).
- Intimidad, anonimato y confidencialidad: Continuamente debería respetarse el derecho de los competidores en la averiguación a defender su intimidad y confidencialidad. Koepsell y Ruiz (2015).
- Autonomía: Se debe tener en cuenta la autonomía de las personas ya que todos tienen su derecho a la decisión. Koepsell y Ruiz (2015).
- Justicia: Más que equidad de trato tiene relación con la obligación de recibir un trato como corresponde, acorde a las habilidades de cada individuo. Koepsell y Ruiz (2015).
- Beneficencia: significa proteger a los sujetos de un análisis y a la sociedad generalmente, así como aseverarse de que las ventajas superen a los males. Koepsell y Ruiz (2015).

Para el desarrollo de la investigación siempre se respetan los derechos de autor de la información brindada durante el proceso del estudio, así como los parámetros de investigación brindadas por la Universidad para la obtención de títulos y grados de acuerdo a los parámetros necesarios de la tesis. trabajar. El investigador garantizará que los resultados cumplan con todas las condiciones del método científico, respetando su rigor.

#### **IV. RESULTADOS**

**Tabla 4***Ensayos de Laboratorio de Mecánica de Suelos*

<b>CALICATA</b>		<b>C-1 / M-1 (0.20-1.30)</b>	<b>C-1 / M-2 (1.30-3.00)</b>	<b>C-2 / M-1 (0.30-1.40)</b>	<b>C-2 / M-2 (1.40-3.00)</b>
Ensayos		RESULTADO	RESULTADO	RESULTADO	RESULTADO
Análisis granulométrico	<b>Grava (%)</b>	28.6	22.2	25.7	28.0
	<b>Arena (%)</b>	60.8	71.3	63.9	67.2
	<b>Finos (%)</b>	10.6	6.5	10.4	4.8
Límites de consistencia	<b>Limite Líquido (LL)</b>	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
	<b>Limite Plástico (LP)</b>	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
	<b>Índice de Plasticidad (IP)</b>	N.P.	N.P.	N.P.	N.P.
Ensayos de Estado	<b>Humedad (%)</b>	2.3	1.5	2.2	1.3
Clasificación	<b>S.U.C.S.</b>	SW-SM	SW-SM	SW-SM	SW
	<b>AASHTO</b>	A-1-a (0)	A-1-b (0)	A-1-a (0)	A-1-a (0)
	<b>Sales Solubles Totales (%)</b>	-	0.302	-	-
Análisis Químico	<b>Sulfatos Solubles (%)</b>	-	0.080	-	-
	<b>Cloruros Solubles (%)</b>	-	0.035	-	-
Ensayos especiales	<b>Cohesión (Kpa)</b>	-	0.00	-	-
	<b>Angulo de Fricción (°)</b>	-	32.00	-	-

Fuente: Elaboración Propia

**PERFILES ESTRATIGRAFICOS**

De acuerdo con los resultados obtenidos en la investigación de campo realizada en la zona, en base a las perforaciones y los ensayos de laboratorio, se puede establecer la siguiente descripción:

**Calicata C-1****Prof. 0.00-0.20 m. (s/m)**

RELLENO

**Prof. 0.20-1.30 m. (M1)**

ARENA BIEN GRADADA CON LIMO Y GRAVA, DE CONSISTENCIA SEMICOMPACTA, NO PLASTICA, SEMIHUMEDA, COLOR BEIGE. NO SE EVIDENCIO LA PRESENCIA DEL NIVEL FREATICO

**Prof. 1.30-3.00 m. (M2)**

ARENA BIEN GRADADA CON LIMO Y GRAVA, DE CONSISTENCIA SEMICOMPACTA, NO PLASTICA, SEMISECA, COLOR MARRON. NO SE EVIDENCIO LA PRESENCIA DEL NIVEL FREATICO

**Calicata C-2**

**Prof. 0.00-0.30 m. (s/m)**

RELLENO

**Prof. 0.20-1.30 m. (M1)**

ARENA BIEN GRADADA CON LIMO Y GRAVA, DE CONSISTENCIA SEMICOMPACTA, NO PLASTICA, SEMIHUMEDA, COLOR BEIGE. NO SE EVIDENCIO LA PRESENCIA DEL NIVEL FREATICO

**Prof. 1.40-3.00 m. (M2)**

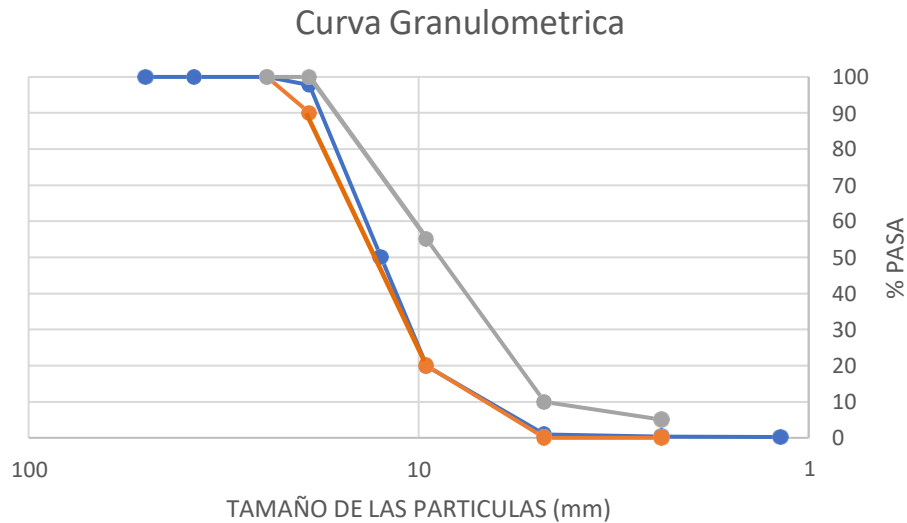
ARENA BIEN GRADADA CON LIMO Y GRAVA, DE CONSISTENCIA SEMICOMPACTA, NO PLASTICA, SEMISECA, COLOR MARRON. NO SE EVIDENCIO LA PRESENCIA DEL NIVEL FREATICO

**Tabla 5**

*Análisis Granulométrico para Agregado Grueso (M1) ASTM C-136*

Mallas	Abertura	Material Retenido		% Acumulados		Especificaciones (ASTM C33)	
	(mm)	(g)	(%)	Retenido	Pasa	Huso #67	
2"	50.00	0.00	0.00	0.00	100.00		
1 1/2"	37.50	0.00	0.00	0.00	100.00		
1"	24.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
3/4"	19.05	47.10	2.30	2.30	97.70	90	100
1/2"	12.50	963.60	47.50	49.60	50.20		
3/8"	9.53	615.30	30.30	80.10	19.90	20	55
Nº 4	4.76	386.10	19.00	99.10	0.90	0	10
Nº 8	2.38	11.40	0.60	99.70	0.30	0	5
Nº 16	1.18	2.40	0.10	99.80	0.20		
Fondo		3.80	0.20	100.00	0.00		

Fuente: Elaboración propia



*Grafica N° 1 Curva Granulométrico para Agregado Grueso (M1) ASTM C-136*  
Fuente: Elaboración propia

**Tabla 6**

*Peso Unitario para Agregados ASTM C29*

Punto N°		P-1	P-2	P-3	
1	Peso de la muestra + recipiente	kg	19.50	19.77	19.65
2	Peso del recipiente	kg	5.10	5.10	5.10
3	Peso de la muestra	kg	14.40	14.67	14.56
4	Volumen del molde	m <sup>3</sup>	0.00953	0.00953	0.00953
5	Peso unitario compactado	kg/m <sup>3</sup>	1511.39	1539.72	1527.55
<b>Peso unitario compactado (kg/m<sup>3</sup>)</b>			<b>1526</b>		

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 7**

*Peso unitario suelto (M1)*

Punto N°		P-1	P-2	P-3	
1	Peso de la muestra + recipiente	kg	18.93	18.91	18.92
2	Peso del recipiente	kg	5.10	5.10	5.10
3	Peso de la muestra	kg	13.83	13.81	13.83
4	Volumen del molde	m <sup>3</sup>	0.00953	0.00953	0.00953
5	Peso unitario compactado	kg/m <sup>3</sup>	1451.27	1449.17	1450.74
<b>Peso unitario suelto (kg/m<sup>3</sup>)</b>			<b>1450</b>		

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 8***Peso específico y absorción para agregados gruesos ASTM C127*

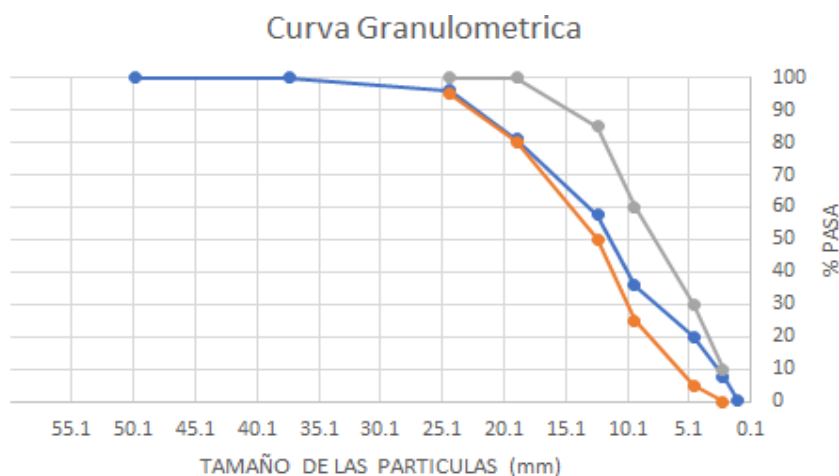
Punto N°			P-1	P-2	P-3
1	Peso de la muestra sumergida canastilla	gr	1310.00	-	-
2	Peso de la muestra satura superficialmente seca	gr	2138.00	-	-
3	Peso de la muestra seca	gr	2114.80	-	-
4	Peso específico de masa (SSS)	gr/cc	2.58	-	-
5	Peso específico de masa (OD)	gr/cc	2.55	-	-
6	Peso específico de masa (Aparente)	gr/cc	2.63	-	-
7	Absorción	%	1.1	-	-

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 9***Análisis granulométrico para agregado fino (M2) ASTM C-136*

Mallas	Abertura	Material retenido		% Acumulados		Especificaciones (ASTM C33)	
	(mm)	(g)	(%)	Retenido	Pasa	Huso Arena	
1/2"	12.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00	100	100
N° 4	4.76	12.10	4.00	4.00	96.00	95	100
N° 8	2.38	46.20	15.10	19.10	80.90	80	100
N° 16	1.19	70.70	23.20	42.30	57.70	50	85
N° 30	0.60	66.80	21.90	64.20	35.80	25	60
N° 50	0.30	48.20	15.80	79.90	20.10	5	30
N° 100	0.15	37.40	12.30	92.20	7.80	0	10
<b>FONDO</b>		<b>23.80</b>	<b>7.80</b>	<b>100.00</b>	<b>0.00</b>		

Fuente: Elaboración propia

*Grafica N° 2 Curva Granulométrica para agregado fino (M2) ASTM C-136*

Fuente: Elaboración propia



**Tabla 10**  
*Peso Unitario para Agregados (M-02) ASTM C29*

<b>Punto N°</b>		<b>P-1</b>	<b>P-2</b>	<b>P-3</b>	
1	Peso de la muestra + recipiente	kg	6.85	6.95	6.97
2	Peso del recipiente	kg	2.36	2.36	2.36
3	Peso de la muestra	kg	4.49	4.59	4.61
4	Volumen del molde	m <sup>3</sup>	0.00276	0.00276	0.00276
5	Peso unitario compactado	kg/m <sup>3</sup>	1627.90	1661.96	1670.29
<b>Peso unitario compactado (kg/m<sup>3</sup>)</b>			<b>1653</b>		

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 11**  
*Peso unitario suelto*

<b>Punto N°</b>		<b>P-1</b>	<b>P-2</b>	<b>P-3</b>	
1	Peso de la muestra + recipiente	kg	6.21	6.23	6.22
2	Peso del recipiente	kg	2.36	2.36	2.36
3	Peso de la muestra	kg	3.85	3.87	3.86
4	Volumen del molde	m <sup>3</sup>	0.00276	0.00276	0.00276
5	Peso unitario compactado	kg/m <sup>3</sup>	1396.38	1401.81	1398.19
<b>Peso unitario suelto (kg/m<sup>3</sup>)</b>			<b>1399</b>		

Fuente: Elaboración propia

**Tabla 12**  
*Peso Específico y Absorción para Agregados Finos (M-02) ASTM C128*

<b>Punto N°</b>		<b>P-1</b>	<b>P-2</b>	<b>P-3</b>	
1	Peso de muestra seca	gr	491.50	-	-
2	Peso de fiola + agua	gr	669.00	-	-
3	Peso de fiola + muestra SSS + agua	gr	974.60	-	-
4	Peso de muestra SSS	gr	500.00	-	-
5	Peso específico de masa (SSS)	gr/cc	2.57	-	-
6	Peso específico de masa (OD)	gr/cc	2.53	-	-
7	Peso específico de masa (Aparente)	gr/cc	2.64	-	-
8	Absorción	%	1.7	-	-

Fuente: Elaboración propia

## Diseño de mezcla para el concreto

**Tabla 13**

*Diseño Patrón – F'c 210 Kg/cm<sup>2</sup>*

Material	Peso Especifico g/cc	Módulo De Fineza	Hum. Natural %	Absorción %	P. Unitario S. Kg/m <sup>3</sup>	P. Unitario C. Kg/m <sup>3</sup>
Cemento Sol Tipo I	3.12					
Agregado Fino - Arena	2.53	3.02	3.47	1.80	1399	1653
Agregado Grueso- Huso 67	2.55	6.81	0.54	1.10	1450	1526

**Fuente:** Elaboración propia

### Cálculo De La Resistencia Promedio Requerida (F'cr)

Para el cálculo del f'cr se empleó la tabla 14:

**Tabla 14**

*Cálculo del F'cr del concreto*

F'c	F'cr
Menos de 210	F'c+70
210-350	F'c+84
>350	F'c+98

Fuente: Norma ACI 211

**Tabla 15**

*Tabla: Relación agua/cemento para la resistencia requerida*

RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN		RELACION AGUA CEMENTO (a/c)	
Mpa	(kg/cm <sup>2</sup> )	Sin aire incorporado al concreto	Con aire incorporado al concreto
40	408	0.42	--
35	357	0.47	0.39
30	306	0.54	0.45
25	255	0.61	0.52
21	214	0.69	0.60
15	153	0.69	0.70

Fuente: Norma ACI 211

Realizando una interpolación, se obtuvo una relación a/c = 0.56

### Cálculo de la relación agua/cemento (a/c)

Para la determinación de la cantidad de agua por m<sup>3</sup> y el porcentaje de aire atrapado, se empleó la tabla 16:

**Tabla 16**

*Cantidad de agua en kg/m<sup>3</sup> y volumen de aire atrapado*

SLUMP(mm)	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/2"	2"	3"
(1"- 2")	217	199	190	179	166	154	130
(3"- 4")	228	216	205	193	181	169	145
(6"- 7")	243	228	216	212	190	178	160
<b>AIRE ATRAPADO</b>	<b>0.03</b>	<b>0.025</b>	<b>0.02</b>	<b>0.015</b>	<b>0.015</b>	<b>0.005</b>	<b>0.003</b>

Fuente: Norma ACI 211

### Cálculo del Volumen del Agregado Grueso

Para el cálculo del volumen relativo del agregado grueso, se empleó la tabla 17:

**Tabla 17**

*Determinación del volumen relativo de agregado grueso a partir del modulo de finura del agregado fino y del TMN del agregado grueso.*

Tamaño Máximo Nominal	MODULO DE FINURA DE LA ARENA				
	2.4	2.6	2.8	3	3.2
3/8"	0.5	0.48	0.46	0.44	0.42
1/2"	0.59	0.57	0.55	0.53	0.51
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.60	0.58
1"	0.71	0.69	0.67	0.65	0.63
1 1/2"	0.75	0.73	0.71	0.69	0.67
2"	0.78	0.76	0.74	0.72	0.70
3"	0.82	0.80	0.78	0.76	0.74
6"	0.87	0.85	0.83	0.81	0.79

Fuente: Norma ACI 211

Para el modulo de finura del agregado fino (A.F) de 3.02 y un TMN del agregado grueso de 3/4", se obtuvo un volumen relativo del agregado grueso igual a 0.60 multiplicando este valor por su peso unitario compactado, se calculo un peso de 912.55 kg. Teniendo un peso específico del agregado grueso igual a 2.55, se obtiene un volumen de 0.3579 m<sup>3</sup> por 1m<sup>3</sup> de mezcla.

### Diseños de mezcla del concreto

Se realizaron 3 diseños: patrón, con adición de una mezcla de fibra de vidrio y basalto a 2% del peso del cemento y al 4%. Además, se consideró un volumen de 70L por cada diseño, vaciándose en 2 tandas de 35L cada una:

**Tabla 18***Tanda de 35L para el diseño patrón*

<b>CANTIDAD DE MATERIALES (35 lt)</b>		
CEMENTO	12.89	Kg
AGUA	7.86	Lts
AGREGADO FINO	25.03	kg
AGREGADO GRUESO	32.11	kg

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 19***Tanda de 35L para el diseño al 2%*

<b>CANTIDAD DE MATERIALES (35 lt)</b>		
CEMENTO	12.89	Kg
AGUA	7.86	Lts
AGREGADO FINO	25.03	kg
AGREGADO GRUESO	32.11	kg
FIBRA DE VIDRIO (1% peso del cemento)	128.9	G
FIBRA DE BASALTO (1% peso del cemento)	128.9	G

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 20***Tanda de 35L para el diseño al 4%*

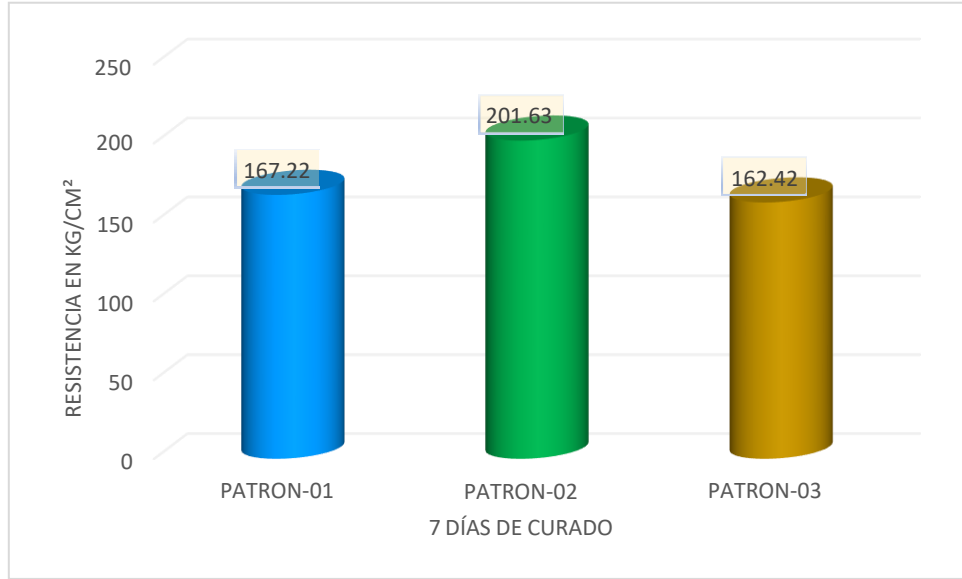
<b>CANTIDAD DE MATERIALES (35 lt)</b>		
CEMENTO	12.89	Kg
AGUA	7.86	Lts
AGREGADO FINO	25.03	kg
AGREGADO GRUESO	32.11	kg
FIBRA DE VIDRIO (2% peso del cemento)	257.9	G
FIBRA DE BASALTO (2% peso del cemento)	257.9	G

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 21***Resistencia a Compresión a los 7 días*

<b>IDENTIFICACION DEL ESPECIMEN</b>	<b>ESFUERZO (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>ESFUERZO PROMEDIO (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>% F'c</b>
PATRON-01	167.22		
PATRON-02	201.63	177.09	0.84
PATRON-03	162.42		
FIBRA DE VIDRIO Y BASALTO AL 2% -01	222.01		
FIBRA DE VIDRIO Y BASALTO AL 2% -02	206.43	214.14	1.02
FIBRA DE VIDRIO Y BASALTO AL 2% -03	213.96		
FIBRA DE VIDRIO Y BASALTO AL 4% -01	227.60		
FIBRA DE VIDRIO Y BASALTO AL 4% -02	233.31	226.34	1.08
FIBRA DE VIDRIO Y BASALTO AL 4% -03	218.12		

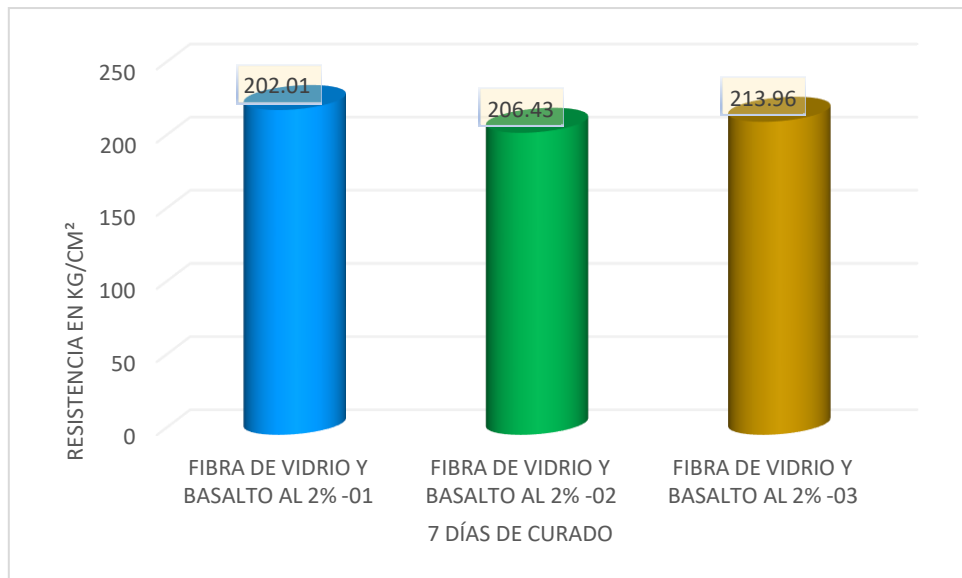
Fuente: Elaboración Propia



*Grafica N° 3 Resistencia a Compresión a los 7 días del Espécimen Patron.*

Fuente: Elaboración Propia

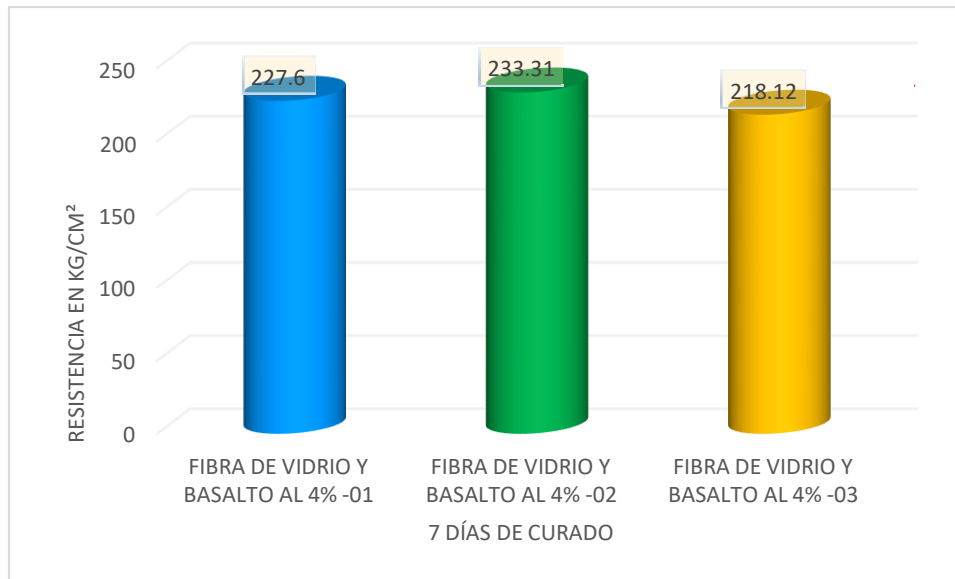
Se aprecia en la gráfica N°3 los resultados de los ensayos a compresión a los 7 días del espécimen patrón, donde la resistencia a la compresión promedio fue de 177.09 Kg/cm<sup>2</sup>, (Patron-01) 167.22 kg /cm<sup>2</sup>, (Patron-02) 201.63 kg /cm<sup>2</sup>, (Patron-03) 162.42 kg /cm<sup>2</sup>.



*Grafica N° 4 Resistencia a Compresión a los 7 días del Espécimen añadiendo Fibra de Vidrio y Basalto al 2%.*

Fuente: Elaboración Propia

Se aprecia en la gráfica N°4 los resultados de los ensayos a compresión a los 7 días del espécimen añadiendo Fibra de vidrio y Basalto al 2%, donde la resistencia a la compresión promedio fue de 214.14 Kg/cm<sup>2</sup>, (Fibra de Vidrio y Basalto al 2%-01) 222.01 kg /cm<sup>2</sup>, (Fibra de Vidrio y Basalto al 2%--02) 206.43 kg /cm<sup>2</sup>, (Fibra de Vidrio y Basalto al 2%-) 213.96 kg /cm<sup>2</sup>.



Grafica N° 5 Resistencia a Compresión a los 7 días del Espécimen añadiendo Fibra de Vidrio y Basalto al 4%.

Fuente: Elaboración Propia

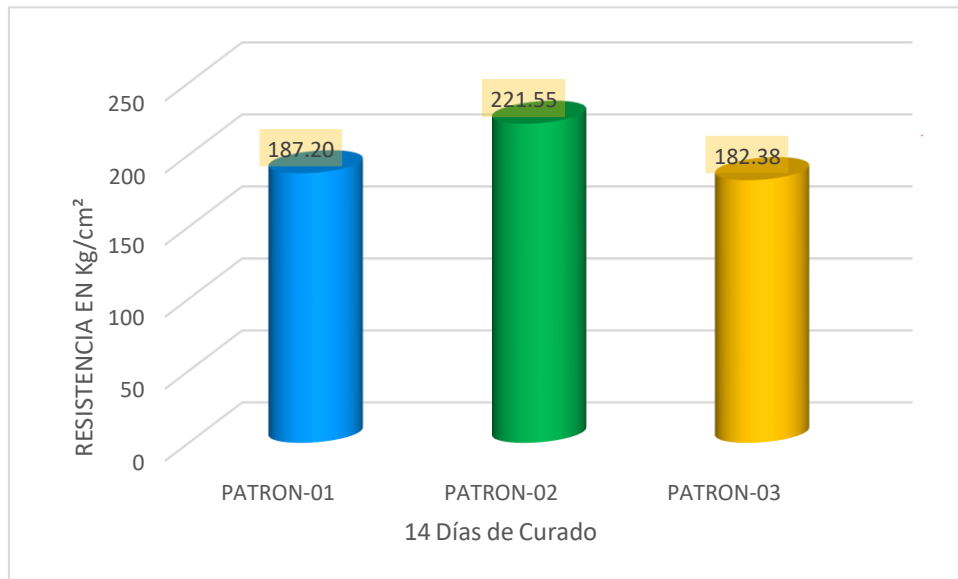
Se aprecia en la gráfica N°5 los resultados de los ensayos a compresión a los 7 días del espécimen añadiendo Fibra de vidrio y Basalto al 2%, donde la resistencia a la compresión promedio fue de 226.34 Kg/cm<sup>2</sup>, (Fibra de Vidrio y Basalto al 4%-01) 227.60 kg /cm<sup>2</sup>, (Fibra de Vidrio y Basalto al 4%--02) 233.31 kg /cm<sup>2</sup>, (Fibra de Vidrio y Basalto al 4%-) 218.12 kg /cm<sup>2</sup>.

**Tabla 22**

*Resistencia a compresión a los 14 días*

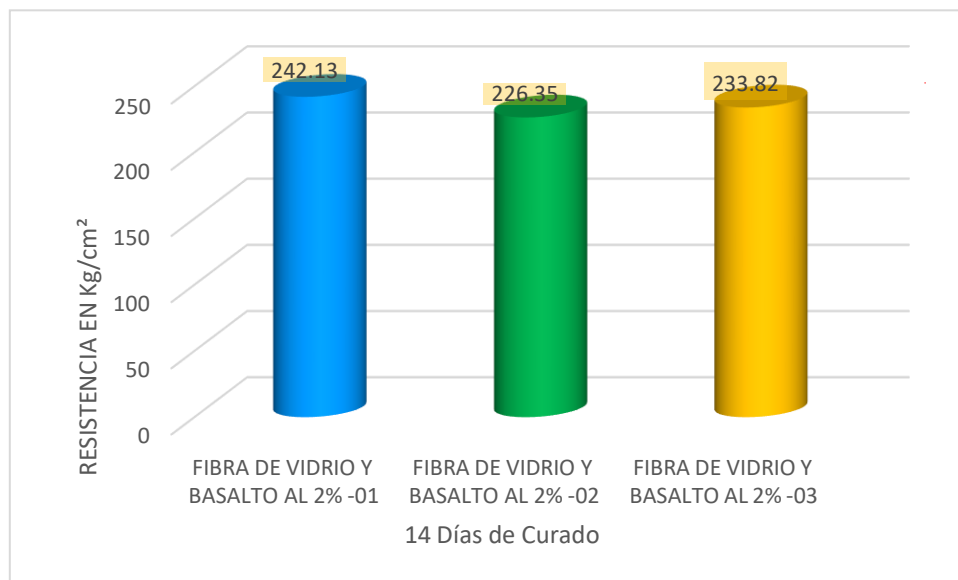
IDENTIFICACION DEL ESPECIMEN	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )	% F'c
PATRON-01	187.20		
PATRON-02	221.55	197.04	0.99
PATRON-03	182.38		
FIBRA DE VIDRIO Y BASALTO AL 2% -01	242.13		
FIBRA DE VIDRIO Y BASALTO AL 2% -02	226.35	234.10	1.17
FIBRA DE VIDRIO Y BASALTO AL 2% -03	233.82		
FIBRA DE VIDRIO Y BASALTO AL 4% -01	207.56		
FIBRA DE VIDRIO Y BASALTO AL 4% -02	213.25	206.29	1.01
FIBRA DE VIDRIO Y BASALTO AL 4% -03	198.08		

Fuente: Elaboración Propia



*Grafica N° 6 Resistencia a Compresión a los 14 días del Espécimen Patron.*  
Fuente: Elaboración Propia

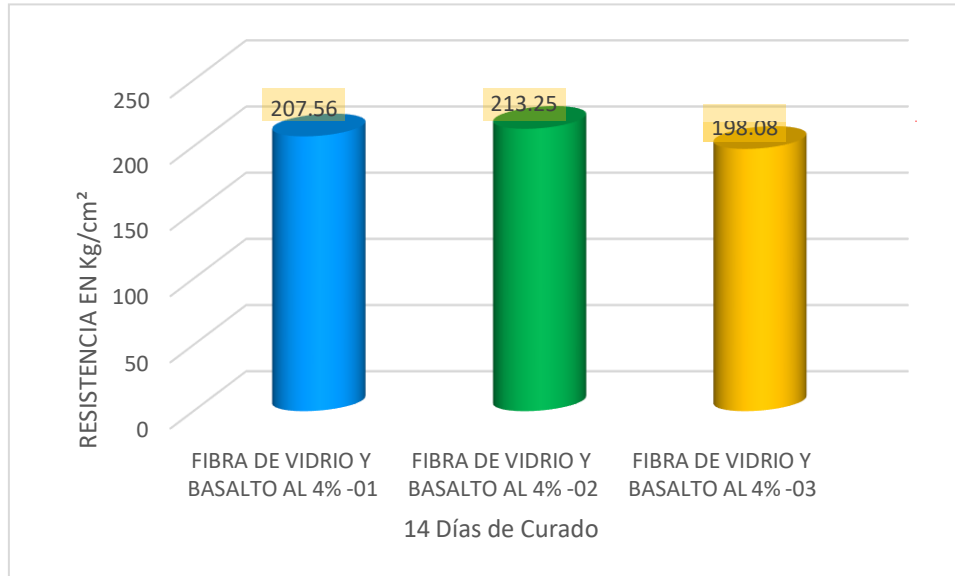
Se aprecia en la gráfica N°6 los resultados de los ensayos a compresión a los 14 días del espécimen patrón, donde la resistencia a la compresión promedio fue de 197.04 Kg/cm², (Patron-01) 187.20 kg /cm², (Patron-02) 221.55 kg /cm², (Patron-03) 182.38 kg /cm².



*Grafica N° 7 Resistencia a Compresión a los 14 días del Espécimen añadiendo Fibra de Vidrio y Basalto al 2%.*

Fuente: Elaboración Propia

Se aprecia en la gráfica N°7 los resultados de los ensayos a compresión a los 14 días del espécimen añadiendo Fibra de vidrio y Basalto al 2%, donde la resistencia a la compresión promedio fue de 234.10 Kg/cm², (Fibra de Vidrio y Basalto al 2%-01) 242.13 kg /cm², (Fibra de Vidrio y Basalto al 2%--02) 226.35 kg /cm², (Fibra de Vidrio y Basalto al 2%-) 233.82 kg /cm²



Grafica N° 8 Resistencia a Compresión a los 14 días del Espécimen añadiendo Fibra de Vidrio y Basalto al 4%.

Fuente: Elaboración Propia

Se aprecia en la gráfica N°8 los resultados de los ensayos a compresión a los 7 días del espécimen añadiendo Fibra de vidrio y Basalto al 2%, donde la resistencia a la compresión promedio fue de 206.29 Kg/cm<sup>2</sup>, (Fibra de Vidrio y Basalto al 4%-01) 207.56 kg /cm<sup>2</sup>, (Fibra de Vidrio y Basalto al 4%--02) 213.25 kg /cm<sup>2</sup>, (Fibra de Vidrio y Basalto al 4%-) 198.08 kg /cm<sup>2</sup>.

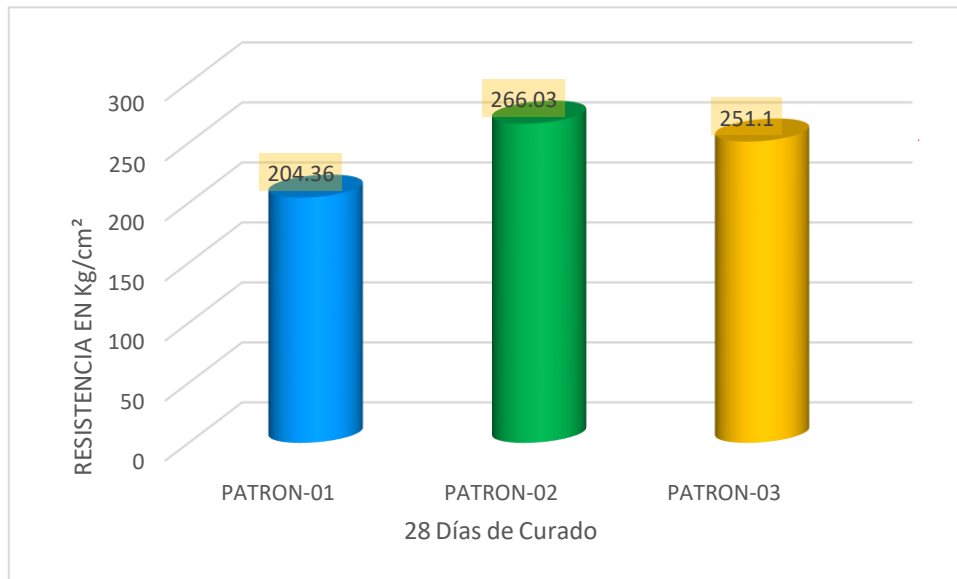
**Tabla 23**

Resistencia a compresión a los 28 días

IDENTIFICACION DEL ESPECIMEN	ESFUERZO (kg/cm <sup>2</sup> )	ESFUERZO PROMEDIO (kg/cm <sup>2</sup> )	% F'c
PATRON-01	204.36		
PATRON-02	266.03	240.49	1.15
PATRON-03	251.10		
FIBRA DE VIDRIO Y BASALTO AL 2% -01	302.51		
FIBRA DE VIDRIO Y BASALTO AL 2% -02	243.44	279.44	1.33
FIBRA DE VIDRIO Y BASALTO AL 2% -03	292.38		
FIBRA DE VIDRIO Y BASALTO AL 4% -01	196.05		
FIBRA DE VIDRIO Y BASALTO AL 4% -02	224.61	203.36	0.97
FIBRA DE VIDRIO Y BASALTO AL 4% -03	189.43		

Fuente: Elaboración Propia

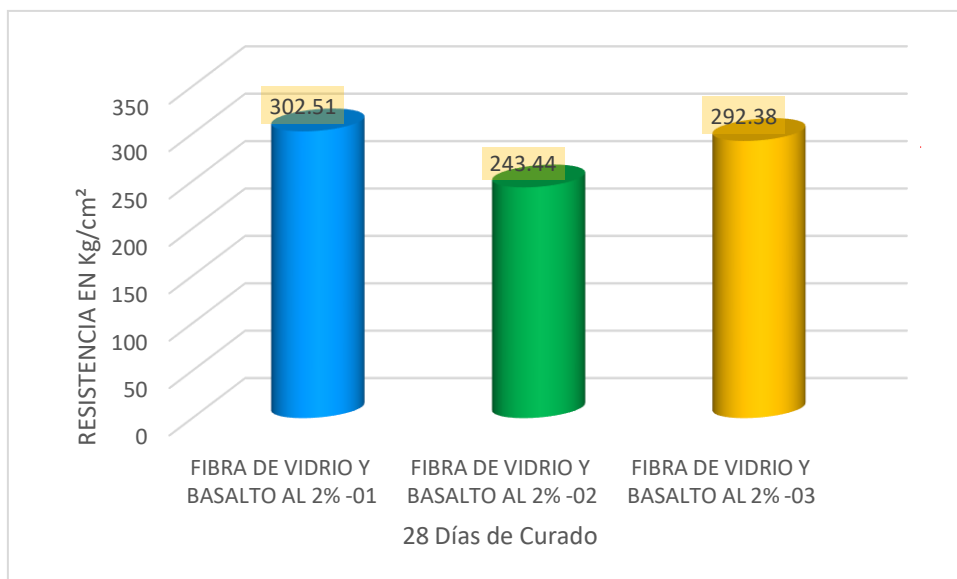




*Grafica N° 9 Resistencia a Compresión a los 28 días del Espécimen Patrón.*

Fuente: Elaboración Propia

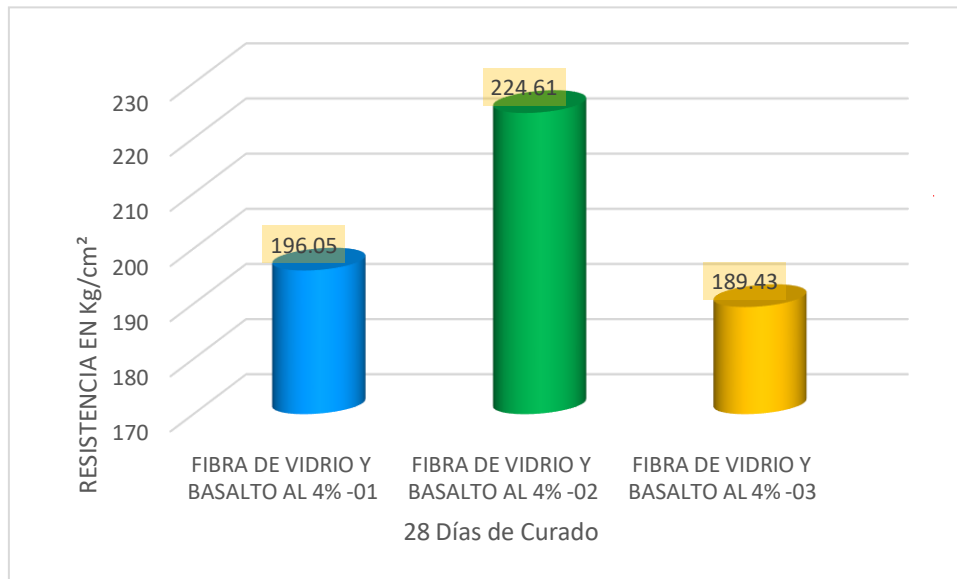
Se aprecia en la gráfica N°9 los resultados de los ensayos a compresión a los 28 días del espécimen patrón, donde la resistencia a la compresión promedio fue de 240.49 Kg/cm², (Patrón-01) 204.36 kg/cm², (Patrón-02) 266.03 kg/cm², (Patrón-03) 251.10 kg/cm².



*Grafica N° 10 Resistencia a Compresión a los 28 días del Espécimen añadiendo Fibra de Vidrio y Basalto al 2%.*

Fuente: Elaboración Propia

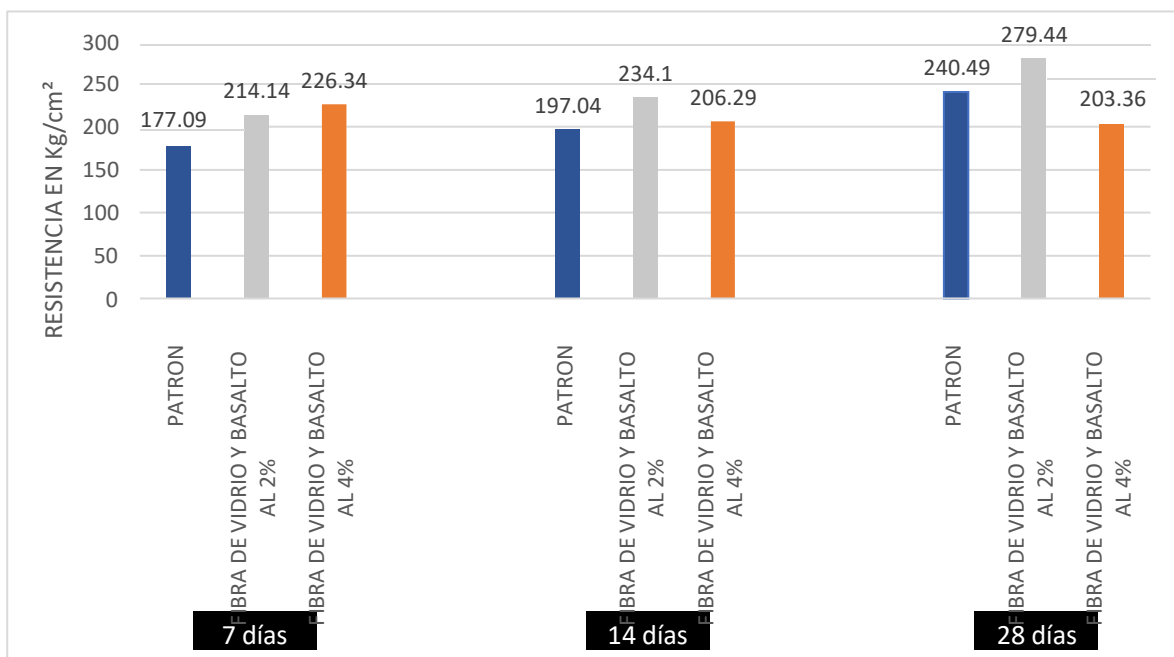
Se aprecia en la gráfica N°10 los resultados de los ensayos a compresión a los 28 días del espécimen añadiendo Fibra de vidrio y Basalto al 2%, donde la resistencia a la compresión promedio fue de 279.44 Kg/cm², (Fibra de Vidrio y Basalto al 2%-01) 302.51 kg/cm², (Fibra de Vidrio y Basalto al 2%-02) 243.44 kg/cm², (Fibra de Vidrio y Basalto al 2%-3) 292.38 kg/cm²



Grafica N° 11 Resistencia a Compresión a los 28 días del Espécimen añadiendo Fibra de Vidrio y Basalto al 4%.

Fuente: Elaboración Propia

Se aprecia en la gráfica N°11 los resultados de los ensayos a compresión a los 28 días del espécimen añadiendo Fibra de vidrio y Basalto al 2%, donde la resistencia a la compresión promedio fue de 203.36 Kg/cm², (Fibra de Vidrio y Basalto al 4%-01) 196.05 kg /cm², (Fibra de Vidrio y Basalto al 4%--02) 224.61 kg /cm², (Fibra de Vidrio y Basalto al 4%-) 189.43 kg /cm².



Grafica N° 12 Comparación de Resistencia Alcanzada en los 7,14 y 28 días.

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados presentados y desarrollando el tercer objetivo específico, el cual fue determinar qué porcentaje de fibra de vidrio y basalto se utilizara en la viga para mejorar la resistencia del domicilio unifamiliar, Juan Pablo 2022. Al añadir el 2% de fibra de vidrio y basalto mejora las propiedades mecánicas siendo la ideal

## DISEÑO DE VIGA

Se toma en consideración el ACI para de diseño de vigas, requiere que la acción de oposición de diseño de cualquier elemento de sección transversal sea igual o mayor que la resistencia requerida calculada por la combinación de carga factorial especificada en la norma de diseño.

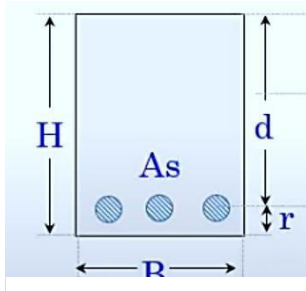


Figura 1 Sección de Viga  
Fuente: ACI 318

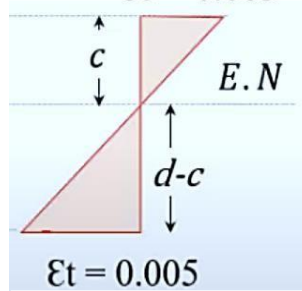


Figura 2 Deformación Unitaria de la Sección  
Fuente: ACI 318

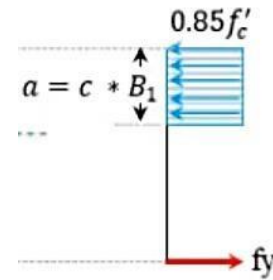


Figura 3 Esfuerzos de la Sección  
Fuente: ACI 318

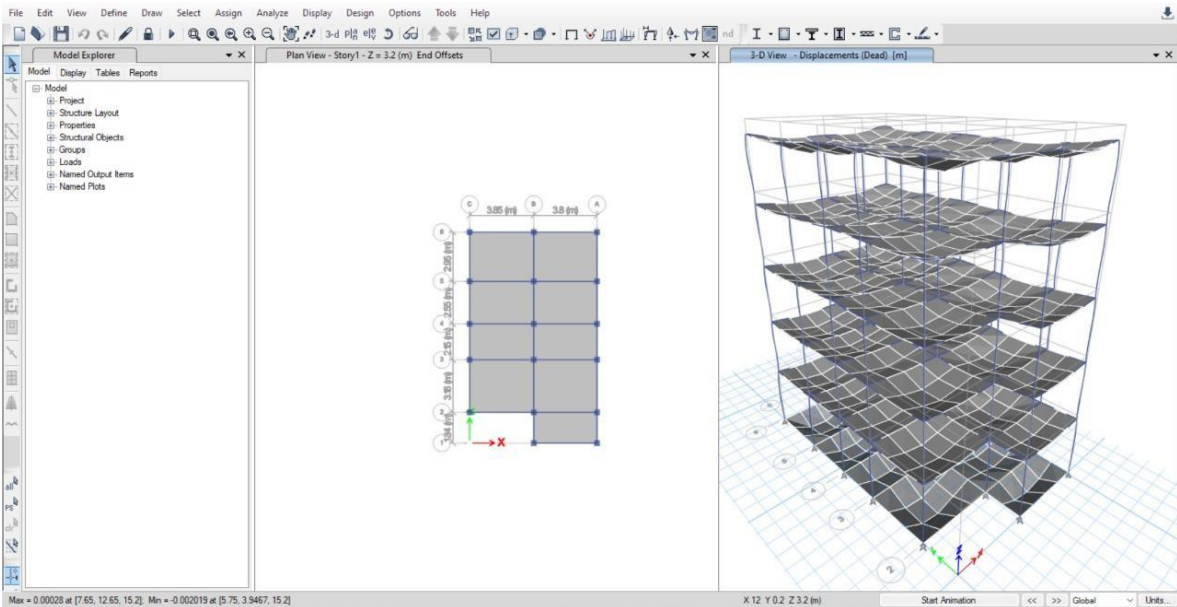


Figura 4 Modelamiento de la Estructura en el Software Etabs  
Fuente: Elaboración propia

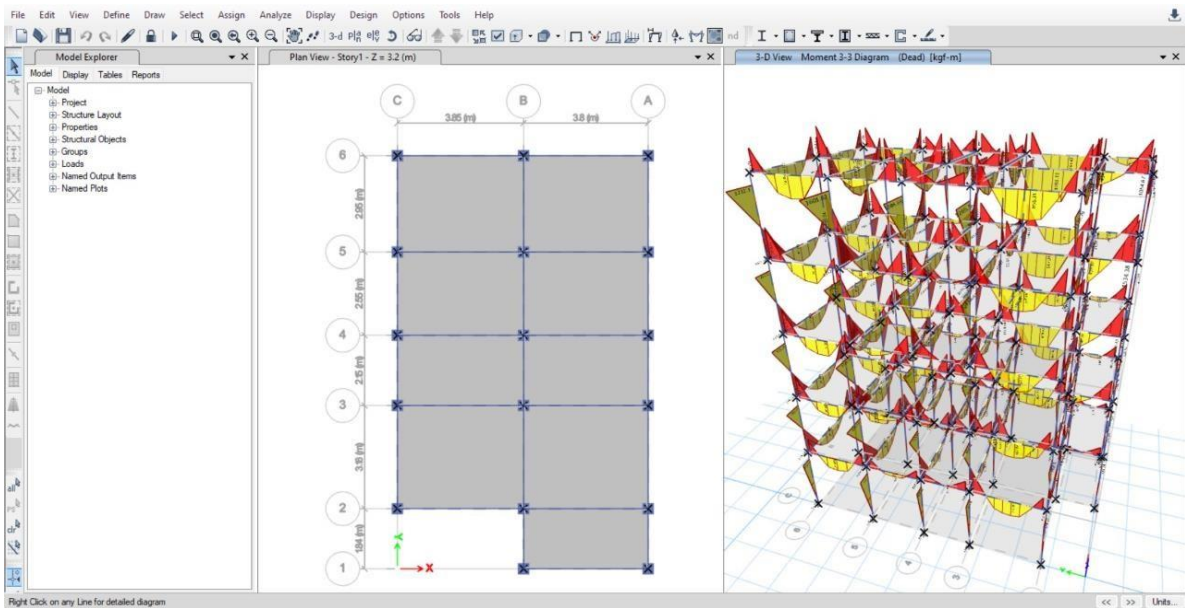


Figura 5 Diagramas de Momentos de la Estructura  
Fuente: Elaboración propia

Case	Mode	Period sec	MASA PARTICIPATIVA									SumRX	SumRY	SumRZ
			UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ			
Modal	1	0.802	0.082	0.7526	0	0.082	0.7526	0	0.1022	0.0164	0.093	0.1022	0.0164	0.093
Modal	2	0.765	0.645	0.1482	0	0.727	0.9008	0	0.0197	0.1341	0.1051	0.122	0.1505	0.1982
Modal	3	0.641	0.1563	0.0241	0	0.8833	0.9249	0	0.0025	0.0355	0.7181	0.1245	0.1861	0.9163
Modal	4	0.243	0.0461	0.0028	0	0.9293	0.9277	0	0.066	0.4696	0.0075	0.1905	0.6557	0.9238
Modal	5	0.23	0.0093	0.026	0	0.9386	0.9537	0	0.6075	0.091	0.0012	0.798	0.7467	0.9249
Modal	6	0.197	0.0073	0.0019	0	0.9459	0.9556	0	0.0476	0.0765	0.0368	0.8456	0.8232	0.9618
Modal	7	0.133	0.0085	0.0001	0	0.9544	0.9558	0	0.0004	0.0176	0.001	0.846	0.8408	0.9628
Modal	8	0.122	0.0011	0.0029	0	0.9555	0.9587	0	0.0073	0.0024	0.0004	0.8533	0.8431	0.9632
Modal	9	0.108	0.0012	0.0003	0	0.9567	0.959	0	0.0008	0.0024	0.0055	0.854	0.8456	0.9688
Modal	10	0.091	0.002	4.54E-05	0	0.9587	0.9591	0	0.0008	0.0148	0.0003	0.8548	0.8604	0.969
Modal	11	0.084	0.0003	0.0006	0	0.959	0.9597	0	0.0103	0.0024	0.0001	0.8651	0.8627	0.9691
Modal	12	0.073	0.0003	0.0001	0	0.9594	0.9597	0	0.0011	0.0024	0.0013	0.8662	0.8652	0.9704
Modal	13	0.071	0.0004	1.58E-05	0	0.9597	0.9598	0	0.0001	0.0009	4.25E-05	0.8662	0.8661	0.9705
Modal	14	0.067	0.0001	0.0001	0	0.9598	0.9599	0	0.0003	0.0003	7.67E-06	0.8666	0.8664	0.9705
Modal	15	0.057	0.0001	8.56E-06	0	0.9599	0.9599	0	2.16E-05	0.0002	0.0003	0.8666	0.8666	0.9707

Figura 6 Masa Participativa en la Estructura-Carga Viva, Carga Muerta  
Fuente: Elaboración propia

**ANÁLISIS SIMISCO ESTÁTICO DIRECCIÓN "X"**

**CONSIDERACIONES**

Z	0.45
S	1.05
TP	0.6
TL	2
C	1.87032419
U	1
RO	8
la	1
lp	1
R	8

"T"	0.802
"C"	0.11046602

**COMPROBACION**

C/R	0.23379052
K	1.151

**ALTURA DE EDIFICACION**

H-1°PISO	3.2
H-2°PISO	3

**FUERZA CORTANTE (V)**

Z	61.81176879
---	-------------

Tn

Dy	12.65
Eacc_X	0.6325

**FUERZA LATERALES EN CADA PISO**

PISO	P (tn)	hi	hi <sup>k</sup>	P*h <sup>k</sup>	Alfa	Fi	MT acc(Tn-m)
P5	111.711	15.2	22.9246107	1698.0072	0.33022923	20.4120531	12.9106236
P4	111.711	12.2	17.799187	1362.87408	0.26505239	16.3833569	10.3624733
P3	111.711	9.2	12.8623342	1027.7412	0.19987559	12.3546637	7.8143248
P2	111.711	6.2	8.16662915	692.608138	0.13469875	8.32596828	5.2661749
P1	112.711	3.2	3.81441222	360.67392	0.07014403	4.33572673	2.7423472
<b>SUMA</b>	<b>559.555</b>			<b>5141.90454</b>			

Figura 7 Análisis Sísmico Estático Respecto a "X"

Fuente: Elaboración propia

**ANÁLISIS SIMISCO ESTÁTICO DIRECCIÓN "Y"**

**CONSIDERACIONES**

Z	0.45
S	1.05
TP	0.6
TL	2
C	1.96078431
U	1
RO	8
la	1
lp	1
R	8

"T"	0.765
"C"	0.11580882

**COMPROBACION**

C/R	0.24509804
K	1.1325

**ALTURA DE EDIFICACION**

H-1°PISO	3.2
H-2°PISO	3

**FUERZA CORTANTE (V)**

Z	64801.35761
---	-------------

Tn

Dx	7.65
Eacc_Y	0.3825

**FUERZA LATERALES EN CADA PISO**

PISO	P (tn)	hi	hi <sup>k</sup>	P*h <sup>k</sup>	Alfa	Fi	MT acc(Tn-m)
P5	111711	15.2	22.9246107	1698007.2	330.229235	21399302.7	8185233.2955
P4	111710.99	12.2	17.799187	1362874.08	265.052388	17175754.6	6569726.1359
P3	111711	9.2	12.8623342	1027741.2	199.875589	12952209.5	4954220.1526
P2	111710.99	6.2	8.16662915	692608.138	134.698755	8728662.18	3338713.2822
P1	112710.6	3.2	3.81441222	360673.92	70.1440327	4545428.55	1738626.4197
<b>SUMA</b>	<b>559554.580</b>			<b>5141904.54</b>			

Figura 8 Análisis Sísmico Estático Respecto a "Y"

Fuente: Elaboración propia

$b := 35 \text{ cm}$	Base de la sección	$f_y := 4200 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$	Esfuerzo de fluencia del acero
$h := 40 \text{ cm}$	Altura de la sección	$E_s := 2 \cdot 10^6 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$	Módulo de elasticidad del acero
$f'_c := 210 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$	Esfuerzo de fluencia del concreto	$\beta := 0.85$	
<b>Resultados:</b>			
$d := h - 6 \text{ cm} = 34 \text{ cm}$	Peralte efectivo de la sección	$A := b \cdot h = (1.4 \cdot 10^3) \text{ cm}^2$	Área de la sección
$E_c := 15100 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} = (2.188 \cdot 10^5) \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$	Módulo de elasticidad del concreto		
$f_r := 2 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}} = 28.983 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$	Módulo de rotura del concreto		
$M_{cr} := \frac{b \cdot h^3 \cdot f_r}{6 \cdot h} = 2.705 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$	Momento de rotura		
$\rho_{min} := \frac{0.7 \cdot \sqrt{f'_c \cdot \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}}}{f_y} = 0.00242$	Cuantía mínima de diseño		
$A_{smin} := \rho_{min} \cdot b \cdot d = 2.874 \text{ cm}^2$	Área de acero mínima		
$1.42857 = \frac{c_b}{d - c_b} \xrightarrow{\text{solve}, c_b} 19.999991764701038059 \cdot \text{cm}$	Obtención del "c" balanceado		
$c_b := 19.999 \text{ cm}$	"c" balanceado		
$A_{sb} := \frac{0.85 \cdot \beta \cdot c_b \cdot b \cdot f'_c}{f_y} = 25.286 \text{ cm}^2$	Área de acero balanceada		
$A_{smax} := 0.75 \cdot A_{sb} = 18.965 \text{ cm}^2$	Acero máximo		
$M_u := 2.5 \text{ tonnef} \cdot \text{m}$	Momento último de análisis		
$a := d - \sqrt{d^2 - \frac{ 2 \cdot M_u }{0.9 \cdot 0.85 \cdot b \cdot f'_c}} = 1.334 \text{ cm}$	Profundidad del bloque de compresiones		
$A_{sreq} := \frac{M_u}{0.9 \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)} = 1.984 \text{ cm}^2$	Área de acero requerida por análisis		

Figura 9 Resultados de diseño de la viga (0.35x0.40)  
Fuente: Elaboración propia

## Resistencia a flexión

En la tabla 24 se muestra la resistencia a flexión a los 7 días

**Tabla 24**

*Resistencia a Flexión del Concreto a los 7 días*

N° de Serie identificación	1 Patron 01	2 Patron 02	3 Fib. De vidrio y basalto 2% 01	4 Fib. De vidrio y basalto 2% 02	5 Fib. De vidrio y basalto 4% 02	6 Fib. De vidrio y basalto 4% 02
Altura "d" (m m)	150	150	150	150	150	150
Ancho "b" (m m)	150	150	150	150	150	150
Distancia entre apoyos (m m)	450	450	450	450	450	450
Carga Maxima (kg-f)	3120.3	3201.9	3263.0	3344.6	4558.1	4170.6
Posición de fractura Distancia entre la fractura y el apoyo más cercano "a" (m m)	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio
Modulo de Rotura (kg- f/cm <sup>2</sup> )	41.60	42.69	43.51	44.59	60.77	55.61
	<b>PROMEDIO</b> 42.15		<b>PROMEDIO</b> 44.05		<b>PROMEDIO</b> 58.19	

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 25**  
*Resistencia a Flexión del Concreto a los 14 días*

N° de Serie	1	2	3	4	5	6
identificación	1 01	Patron 02	Fib. De vidrio y basalto 2% 01	Fib. De vidrio y basalto 2% 02	Fib. De vidrio y basalto 4% 02	Fib. De vidrio y basalto 4% 02
Altura “d” (m m)	150	150	150	150	150	150
Ancho “b” (m m)	150	150	150	150	150	150
Distancia entre apoyos (m m)	450	450	450	450	450	450
Carga Maxima (kg-f)	3446.2	3420.5	3929.2	3850.3	4703.7	4312.8
Posición de fractura Distancia entre la fractura y el apoyo más cercano “a” (m m)	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio
Módulo de Rotura (kg- f/cm <sup>2</sup> )	44.80	44.24	50.34	49.38	62.49	59.30
	<b>PROMEDIO</b> 44.52		<b>PROMEDIO</b> 49.86		<b>PROMEDIO</b> 60.89	

Fuente: Elaboración Propia



**Tabla 26***Resistencia a Flexión del Concreto a los 28 días*

N° de Serie identificación	1 Patron 01	2 Patron 02	3 Fib. De vidrio y basalto 2% 01	4 Fib. De vidrio y basalto 2% 02	5 Fib. De vidrio y basalto 4% 02	6 Fib. De vidrio y basalto 4% 02
Altura "d" (m m)	150	150	150	150	150	150
Ancho "b" (m m)	150	150	150	150	150	150
Distancia entre apoyos (m m)	450	450	450	450	450	450
Carga Maxima (kg-f)	3813.7	3660.7	4170.6	4119.6	4864.0	4537.7
Posición de fractura Distancia entre la fractura y el apoyo más cercano "a" (m m)	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio
Módulo de Rotura (kg- f/cm <sup>2</sup> )	50.85	48.81	55.61	54.93	64.85	60.50
	<b>PROMEDIO</b> 49.83		<b>PROMEDIO</b> 55.27		<b>PROMEDIO</b> 62.68	

Fuente: Elaboración Propia

## V. DISCUSIÓN

De acuerdo al objetivo general, que propone, diseñar con el método ACI los elementos estructurales de premezclado reforzadas con fibra de vidrio y basalto con porcentajes en 2% y 4%. Durante el proceso de realizar los ensayos de concreto, comprensión y flexión, se pudo observar que las características alcanzadas permiten que las vigas tengan una buena resistencia, que se pueda utilizar para los diseños estructurales en una construcción.

Según Álvarez, la finalidad del diseño de mezcla es simplificar, obtener de manera eficiente y económica materiales que cumplan con los criterios del proyecto constructivo específico, correspondiente al proyecto actual, y obtener una resistencia satisfactoria, teniendo como resultado que 1 pie<sup>3</sup> de cemento, 2.12 pie<sup>3</sup> de Arena, 2.32 pie<sup>3</sup> de piedra y 24.55 L/saco de agua, correspondiente a la resistencia del concreto.

En base a mi tesis de investigación el mejor diseño para el elemento estructural de concreto con fibras de vidrio y basalto es del 2%, cuya resistencia fue conveniente, logrando las cantidades de 0.8 pie<sup>3</sup> de cemento, 1.56 pie<sup>3</sup> de arena, 2 pie<sup>3</sup> de piedra, 7.86 lt / bolsa de agua y 0.0045 pie<sup>3</sup> de fibra de vidrio y basalto respectivamente.

Basándose en el primer punto específico, realizando el ensayo de comprensión para puntualizar la resistencia de las vigas, los especímenes en el periodo de 28 días se logró la mayor resistencia con promedio de 279.44 kg/cm<sup>2</sup>, añadiendo el 2% de fibra de vidrio y basalto, en vista de que el diseño patrón es de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

Recalca Muñoz Álvarez en su estudio, con una mezcla aumentando 1.1%, no alejándose del espécimen inicial, logrando buenos efectos de esfuerzo a 210 kg/cm<sup>2</sup>, no consiguiendo agregar como precedente por la ejecución con dimensiones de 0.15cm (diámetro) por 0.3cm (alto) tiempo transcurrido 7, 14 y 28 días, verificando el aumento a los 7 días con un esfuerzo de 180.06 kg/cm<sup>2</sup>, a los 14 un esfuerzo de 245.76 kg/cm<sup>2</sup> y concluye en 28 días con 263.28 kg/cm<sup>2</sup>.

Considerando el segundo objetivo específico, determinar las cargas máximas aplicadas en las vigas reforzadas con fibra de vidrio y basalto. Se procedió a realizar un ensayo a flexión la viga patrón, añadiendo el 2% y 4% de fibra de vidrio y basalto. A los 28 días, la carga máxima kg-f del espécimen añadido el 4% de fibra de vidrio y basalto, fue 4864 kg-f siendo estas fibras un aporte considerable, como refuerzo a flexión.

Los resultados de investigación por el autor Peña (2018) ratifica la contribución que otorga las fibras en componente de concreto sometidos a flexión, correspondiendo con los datos obtenidos en los ensayos a flexión de nuestras muestras de estudio. Otro de los objetivos específicos es estimar el porcentaje de fibra de vidrio y basalto que se utilizara en la viga para mejorar la resistencia, en este caso utilizamos los porcentajes del 2% y 4% para los ensayos correspondientes.

De acuerdo el autor Ortuño finaliza con resultados idóneas para exponer la mejora del filamento de vidrio en relación a la flexión. La resistencia a incrementando mayores porcentajes de fibra. Logrando resultados de fractura en vigas de 150\*150\*50mm de medidas, Utilizando distintos niveles de adición de 1%, 2% y 3%, junto con diferentes periodos de curado de 7, 14 y 28 días, se llevaron a cabo pruebas en vigas. Después de 7 días de curado con la adición, se observaron los siguientes resultados en términos de resistencia: a un nivel de adición del 1%, se logró una resistencia de 2.09 Mpa; con una adición del 2%, la resistencia fue de 2.18 Mpa; y con un 3% de adición, la resistencia medida fue de 1.57 Mpa. Tras 14 días de curado, se registraron los siguientes valores de resistencia: a un 1% de adición, la resistencia alcanzó los 2.90 Mpa; con un 2% de adición, nuevamente se obtuvo una resistencia de 2.90 Mpa; mientras que con un 3% de adición, la resistencia aumentó a 2.32 Mpa.

## **VI.CONCLUSIONES**

- Como conclusión general se diseñó una mejor conducta estructural en relación a la firmeza a compresión y flexión a base de los especímenes ensayados, partiendo inicialmente de 210 kg/cm<sup>2</sup> como diseño patrón. Durante la evaluación añadiendo el 2% y 4% de fibras de vidrio y basalto los resultados obtenidos superaron el 75% satisfactoriamente.
- En cuanto a los ensayos de compresión a los 28 días teniendo 3 especímenes añadiendo el 2% de fibra de vidrio y basalto, el primero a 302.51kg/cm<sup>2</sup>, el segundo a 243.44 kg/cm<sup>2</sup>, tercero 292.38kg/cm<sup>2</sup>. el promedio fue de 279.44 Kg/cm<sup>2</sup>, siendo óptimo en la resistencia diseñada para las vigas reforzadas con fibra de vidrio y basalto.
- Respecto a los ensayos de flexión la carga máxima soportada a los 28 días de los 3 especímenes, el que tuvo mejor comportamiento fue añadiendo el 4% de fibra de vidrio y basalto. Soportando 4864.0 Kg-f y teniendo una posición de fractura dentro del tercio medio.
- Los porcentajes añadidos para las vigas reforzadas con fibra de vidrio y basalto de acuerdo a nuestra investigación es de 2% y 4%. Dando como resultado un mejor comportamiento para compresión al añadir el 2% de filamentos de vidrio y basalto y respecto a flexión añadiendo el 4% de filamentos de vidrio y basalto.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda usar fibra de vidrio y basalto como refuerzo en construcciones dado que posee una mejor resistencia, por lo general viviendas unifamiliares con los porcentajes 2% respecto a compresión y 4% respecto a flexión, añadiendo estos materiales tienen la capacidad de soportar mayores cargas sísmicas sin la necesidad de incrementar el acero, mezcla de concreto.
  
- Respecto al modelamiento y diseño de viga, respetar las dimensiones establecidas, como también los aceros de refuerzo incluyendo las fibras de vidrio y de basalto ya que se someterán a cargas axiales y dinámicas permitiendo el fallo en las vigas.
  
- En general es esencial realizar un estudio técnico del terreno ya que los datos obtenidos como el factor de suelo, sirven para el modelamiento y diseño estructural. Así poder determinar las dimensiones específicas para las columnas, vigas, zapatas, losas del proyecto a realizar.



## REFERENCIAS

1. Bejarano, D (2019) Estudio de la resistencia mecánica del concreto reforzado con fibras de guadua angustifolia kunt. [Tesis de licenciatura Universidad Católica de Colombia]. Repositorio UCATOLICA.
2. Campoy-Bencomo, N., Chávez-Alegría, O., Rojas-Gonzáles, E., Gaxiola- Camacho, J., Millán-Almaraz, J. y De la Rosa-Hernández D. (2019). Análisis esfuerzo-deformación de concreto reforzado con fibras metálicas y polímeros. *Revista de Ingeniería Investigación y Tecnología*. 22(1), 1-11.
3. Castro, A., Parra, E. y Arango, I. (2020). Glosario para metodología de la investigación. *Working Paper ESACE* 1(8), 1-41.
4. Cusquisiban, S. y Mosqueira M. (2019). Variación de la resistencia a la flexión de vigas de concreto armado al ser reforzadas con láminas de fibras de carbono (CFRP). *Revista Ciencia y Tecnología*, 15(4), 75-86.
5. Depaz, F., Bedón, J. y Olaza, C. (2021). Aplicación de fibra de carbono CFRP en el reforzamiento a flexión de vigas de experimentales de concreto armado en la ciudad de Huaraz. *Aporte Santiaguino*, 14(1), pág. 52-65.
6. Duran A., Robles C. & Rodríguez O. (2019). Análisis del modelo de gestión para el desarrollo de innovación tecnológica en las universidades públicas de la Costa Caribe colombiana. *Revista Espacios* 40 (01) Pág. 1
7. Foraboschi, P. (2022). Strengthening of Reinforced Concrete Beams Subjected to Concentrated Loads Using Externally Bonded Fiber Composite Materials. *Materials*, 15(1), 1-32
8. Gamboa, M. (2017). Estadística aplicada a la investigación científica. *Revista Apropiación, generación y uso solidario del conocimiento*, 1(1), 59-76.
9. Kim, S. & Kil, H. (2021). Prediction of deflection of reinforced concrete beams considering shear effect. *Materials*, 14(1), 1-13.

10. Kim, Y. (2022). Comportamiento a largo plazo de columnas reforzadas con polímero reforzado con fibra de vidrio bajo carga multiaxial. *Revista Estructural*. 119(2), 31-44.
11. Martínez, G. Correa, J y Díaz, I. (2019). Reforzamiento de vigas de hormigón armado empleando barras de polímeros reforzados con fibras de vidrio (PRFV). *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 13(2), 1-16.
12. Pavithra, P y Moorthy, S. (2021) Propiedades de resistencia y durabilidad del hormigón reforzado con fibra de basalto. *Revista a interdisciplinaria irlandesa de ciencia e investigación (IIJSR)* 5(3), 17-25.
13. Sánchez, J. (2019). Estructuras de concreto en zonas costeras usando barras de polímero reforzados con fibra de vidrio. *Revista PAKBAL*. (45), 26- 32.
14. Stalin, A., Párraga, N. y Vélez, J. (2021). Comparación teórico experimental del comportamiento a flexión de vigas de hormigón armado mediante gráficas momento curvatura. *Revista Riemat*, 6(1), 1-9.
15. Wdowiak, P (2020). Basalt fibre reinforcement of bent heterogeneous glued laminated beams. *Materials* 2021, 14(1), 1-19.
16. Zambrano, C., Hincapie, J. y Castaño Tavares, J. (2018). Comportamiento a flexión de compuestos cementicios de ultra alto desempeño reforzados con fibras de vidrio alcalino resistentes. *Revista Ciencia: Desarrollo E Innovación*, 2(1), 5-13.
17. Akter, M., Johnson, U., Mahfuz, K., Ramli, N., & Zamin, M. (2017). Glass Fiber Reinforced polymer (GFRP) Bars for enhancing flexural performance of RC beams using Side-NSM technique. *Polymers*.
18. Bossio, A., Fabbrocino, F., Monetta, T., Lignola, G. P., Prota, A., Manfredi, G., & Bellucci, F. (2019). Corrosion effects on seismic capacity of reinforced concrete structures. *Corrosion Reviews*, 37(1), 45-56. doi:10.1515/corrrev- 2018-0044
19. Córdova, L., Martínez, J., & Wainshtok, H. (2018). Diseño del muro del malecón habanero armada con polímeros reforzados con fibras de vidrio. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*. 39, 31-45.

20. Garyfalia G. Triantafyllou, T. C. (2017). Analytical assessment of the bearing capacity of RC beams with corroded steel bars beyond concrete cover cracking. *Composites Part B*, 132-140.
21. Luís, F. J., Pérez, I. D. C. D., & Rivas, H. W. (2017). Estructuras de hormigón armado con barras de Polímero Reforzado con Fibras de Vidrio (PRFV). Estado del arte. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 11(3), 1-16.
22. Salazar, M. F. (2016). Guía para el diseño de refuerzos de elementos estructurales del hormigón armado mediante material compuesto por mallas de Fibra de Materiales embebida en Matriz Cementicia (FRCM). Chile: Universidad de Chile
23. HINOSTROZA Johan. 2018. Estudio del comportamiento estructural de vigas de concreto reforzadas con varillas de basalto. Tesis (Maestro en Ingeniería civil). Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú.
24. PEÑA Wagner. 2017. Reforzamiento de Vigas de Concreto Armado con Láminas de Fibra de Carbono en Viviendas del Proyecto Multifamiliar Mi Vivienda, Pariacoto, Breña – Lima 2017. Tesis (Título de Ingeniero civil). Perú: Universidad Cesar Vallejo.
25. Algin, Z., & Ozen, M. (2018). The properties of chopped basalt fibre reinforced selfcompacting concrete. *Construction and Building Materials*, 186, 678–685. doi:10.1016/j.conbuildmat.2018.07.089
26. D. Chang (2015). “Estudio de Relaciones Momento-Curvatura en secciones de concreto armado y concreto preesforzados sometidas a flexión”. PUCP. Lima, Perú.
27. K. Gerhardus, J. Varney, N. Thompson, O. Moghissi, M. Gould y J. Payer (2016). “International Measures of Prevention, Application, and Economics of Corrosion Technologies Study”. Gretchen Jacobson, NACE. Houston, Texas, USA.
28. T. Ovitigala, M. Ibrahim, y M. Issa (2016). “Serviceability and Ultimate Load
29. Behavior of Concrete Beams Reinforced with Basalt Fiber Reinforced Polymer Bars”. *ACI Structural Journal*, NACE. USA.

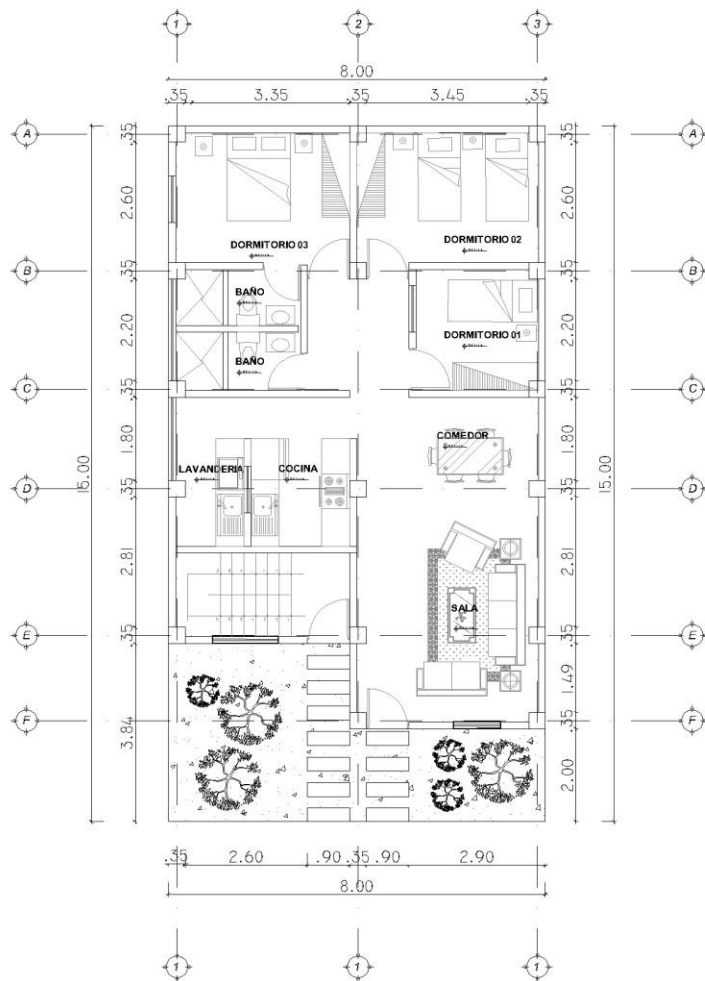
30. Díaz Pérez, I. D., & Wainshtok Rivas, H. R. (2018). diseño de viga continua de concreto armada con barras de polímeros reforzados con fibras de vidrio (PRFV). (Tesis)(La Habana - Cuba ).
31. Rueda Pillajo, E. Z. (2015). Análisis comparativo del hormigón simple sin y con fibra de vidrio reciclada. (Tesis de licenciatura). Ecuador: Universidad de las Fuerzas Armadas, Sangolquí.
32. VILA Euclides. 2019. Análisis comparativo del comportamiento estructural en flexión, entre vigas reforzadas con varillas de vidrio frente a las reforzadas con acero. Tesis (Título de Ingeniero civil). Perú: Universidad Nacional Federico Villarreal.
33. HIDALGO, SÁNCHEZ, ZEPEDA & MORENO. 2018. Evaluación del comportamiento a flexión y de los criterios de diseño de vigas de concreto sub reforzadas con barras de polímeros reforzados con fibra de vidrio. México: Universidad Autónoma de Puebla.
34. JOHANSSON & FREDBERG. 2015. Structural behaviour of prestressed concrete beams during impact loading. Tesis (Máster en Ingeniería civil). Suecia: Universidad de Tecnología Chalmers.
35. Archila (2018). EVALUACIÓN DEL APORTE EN LA RESISTENCIA A COMPRESIÓN DE UN ELEMENTO DE CONCRETO DE MAYOR F'C A UNO DE ASTM C39. Standard test method for compressive strength of cylindrical specimens. USA: American Society of Testing Materials, 2004.
36. ACI 318. Requisitos de reglamento para concreto estructural (ACI 318-S14) y Comentario (ACI 318S-14). USA: American Concrete Institute, 2015. 587 p.
37. Siswanto, Nicolás. Estudio de las diferentes dosificaciones del concreto en los ensayos de laboratorio, Lima 2015. Tesis (Magister en Ingeniería).
38. México, D. F.: Universidad Nacional Autónoma de México, Programa de Maestría y Doctorado en Ingeniería. 2019. 308 pp.
39. AMERICAN CONCRETE INSTITUTE. 2014. Requisitos de reglamento para concreto estructural. USA: Editorial Farmington Hills.

40. GUTIÉRREZ Sergio. 2019. Evaluación del comportamiento bajo cargas cíclicas de conexiones viga-columna de concreto reforzado con reforzamiento anclado con adhesivos. Tesis (Maestro en Ingeniería civil). Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito.
41. Vila Carbajal, E. G. (2019). Análisis comparativo del comportamiento estructural en flexión, entre vigas reforzadas con varillas de vidrio frente a las reforzadas con acero. (Tesis).
42. Rivadeneira Benítez, G. F. (2016). Correlación entre vigas de concreto armadas con varillas de acero y con varillas de fibra reforzada con polímero FRP sometidas a esfuerzos de flexión en los tercios del claro. (Tesis).

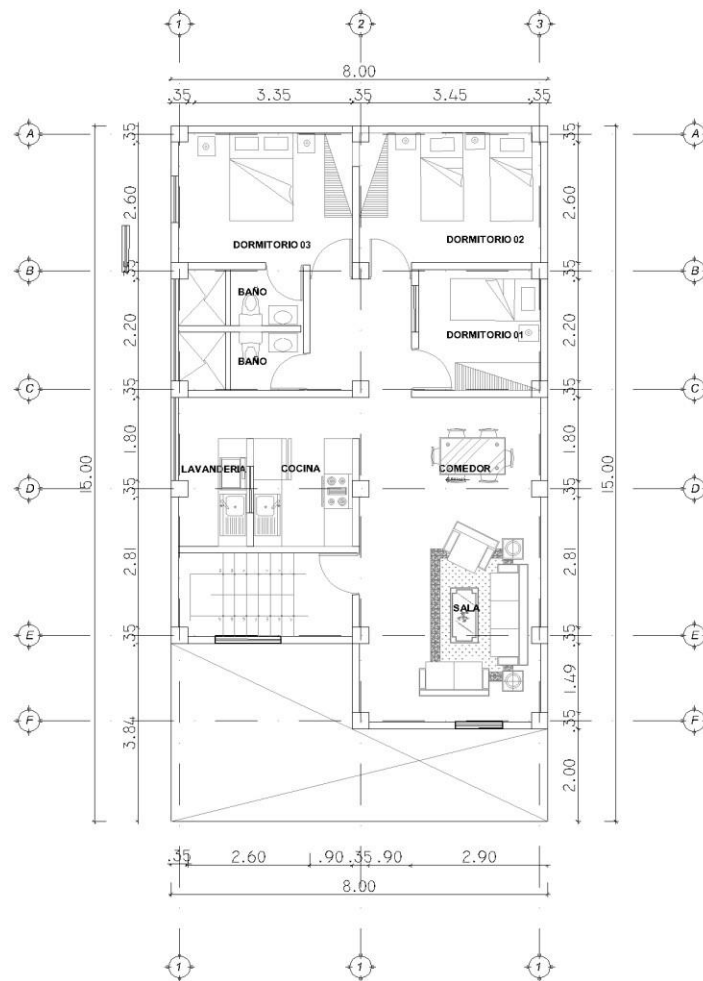
## ANEXOS

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	TÉCNICA E INSTRUMENTO	MÉTODOS
<p><b>Problema general:</b> ¿De qué manera el diseño de vigas reforzadas con fibra de vidrio y basalto mejorará la resistencia del domicilio unifamiliar, Juan Pablo, 2022?.</p> <p><b>Problemas específicos:</b> 1. ¿De qué manera contribuye el diseño de los agregados finos y grueso en vigas reforzadas con fibra de vidrio y basalto para mejorar la resistencia en un domicilio unifamiliar, Juan Pablo, 2022?.</p> <p>2. ¿Cuáles son las cargas máximas aplicadas en las vigas reforzadas con fibra de vidrio y basalto para mejorar la resistencia del domicilio unifamiliar, Juan Pablo, 2022?.</p> <p>3. ¿Qué porcentaje de fibra de vidrio y basalto se utilizará en la viga para mejorar la resistencia del domicilio unifamiliar, Juan Pablo, 2022?.</p>	<p><b>Objetivo general:</b> Diseñar con el método ACI vigas reforzadas con fibra de vidrio y basalto para mejorar la resistencia del domicilio unifamiliar, Juan Pablo, 2022.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b> 1. Realizar el ensayo a compresión para determinar la resistencia en las vigas reforzadas con fibra de vidrio y basalto en un domicilio unifamiliar, Juan Pablo, 2022. 2. Determinar las cargas máximas aplicadas en las vigas reforzadas con fibra de vidrio y basalto para mejorar la resistencia del domicilio unifamiliar, Juan Pablo, 2022. 3. El porcentaje de fibra de vidrio y basalto que se utilizará en la viga varía entre 2% y 4% para mejorar la resistencia del domicilio unifamiliar, Juan Pablo, 2022.</p>	<p><b>Hipótesis General:</b> El diseño de vigas reforzadas con fibra de vidrio y basalto mejorará la resistencia en un domicilio unifamiliar, Juan Pablo, 2022.</p> <p><b>Hipótesis específicas:</b> 1. Las probetas ensayadas a compresión llegarán a su máxima resistencia conforme a lo diseñado para las vigas reforzadas con fibra de vidrio y basalto en un domicilio unifamiliar, Juan Pablo, 2022. 2. Los especímenes ensayados a flexión soportarán las cargas máximas en toneladas conforme a lo diseñado para las vigas reforzadas con fibra de vidrio y basalto en un domicilio unifamiliar, Juan Pablo, 2022. 3. El porcentaje aplicado de fibra de vidrio y basalto que se utilizó en las vigas reforzadas con fibra de vidrio y basalto incrementaron la resistencia del domicilio unifamiliar, Juan Pablo, 2022.</p>	<p><b>Variable Independiente</b> Diseño de Vigas reforzadas con fibra de vidrio y basalto</p> <p><b>Variable Dependiente</b> Resistencia a compresión y flexión</p>	<p>Diseño a flexión de vigas</p> <p>Cargas</p> <p>Momentos Flexionantes</p> <p>Diseño a deflexión de vigas</p> <p>Propiedades mecánicas</p>	<p>Análisis sísmico</p> <p>Modelamiento</p> <p>Fuerzas Laterales</p> <p>2% y 4% respecto al peso del cemento</p> <p>Resistencia a la compresión</p> <p>Resistencia a la flexión</p>	<p>Técnica: La observación</p> <p>Medición</p> <p>Instrumento: Guía de observación</p>	<p><b>Enfoque</b> cuantitativo</p> <p><b>Tipo de investigación:</b> Aplicada</p> <p><b>Diseño:</b> No experimental</p> <p><b>Población de estudio:</b> probetas de concreto</p> <p><b>Muestra:</b> 54 unidades en general: 9 patrón, 9 con 2% de fibra de vidrio y basalto, 9 con 4% de fibra de vidrio y basalto (compresión)</p> <p>9 patrón, 9 con 2% de fibra de vidrio y basalto, 9 con 4% de fibra de vidrio y basalto (Flexión)</p>

*Matriz de consistencia*



PLANTA NIVEL 01



PLANTA NIVEL 02 AL 04

	PROYECTO		VIVIENDA		
	TITULO DE PLANO				PLANTAS
	ESCALA	1/150	PLANO No.		A-1
	FECHA	13/12/2022			

## Anexo 2: CERTIFICADOS DE LABORATORIO

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO PERFIL ESTRATIGRÁFICO</b>	Código	FOR-TC-LAB-MS-003.01
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	18/06/2021

### LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS ASTM D420

<b>REFERENCIA</b>	: Resultados de Laboratorio
<b>AUTORES</b>	: Jean Pierre Romey Ramos Mercado y Bryan Andy Jaime Cordova
<b>TESIS</b>	: "DISEÑO DE VIGAS REFORZADAS CON FIBRAS DE VIDRIO Y BASALTO"
<b>UBICACIÓN</b>	: MZ. E2 LT.06 ASENT H. JUAN PABLO II ET. 3 ARENAL - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA - PERÚ
<b>COORDENADA</b>	: -
<b>CALCATA</b>	: C-1
<b>PROFUNDIDAD</b>	: 3.00 m

PROF. (m)	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL SUELO	MUESTRA	CLASIFICACIÓN	
				SUCS	AASHTO
0.10		RELENO	s/m	-	-
0.20					
0.30		ARENA BIEN GRADADA CON LIMO Y GRAVA, DE CONSISTENCIA SEMICOMPACTA, NO PLÁSTICA, SEMIHÚMEDA, COLOR BEIGE. NO SE EVIDENCIÓ LA PRESENCIA DEL NIVEL FREÁTICO	M-1	SW - SM	A-1-a (0)
0.40					
0.50					
0.60					
0.70					
0.80					
0.90					
1.00					
1.10					
1.20					
1.30		ARENA BIEN GRADADA CON LIMO Y GRAVA, DE CONSISTENCIA SEMICOMPACTA, NO PLÁSTICA, SEMISECA, COLOR MARRÓN. NO SE EVIDENCIÓ LA PRESENCIA DEL NIVEL FREÁTICO	M-2	SW - SM	A-1-b (0)
1.40					
1.50					
1.60					
1.70					
1.80					
1.90					
2.00					
2.10					
2.20					
2.30					
2.40					
2.50					
2.60					
2.70					
2.80					
2.90					
3.00					

**OBSERVACIONES:**

- \* Tipo de Excavación manual a cielo abierto (calcata)
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad

Elaborado por:   <b>Jefe de Laboratorio</b>	Revisado por:  Eimar Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C.I.P. N. 210906 <b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	Aprobado por:   <b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b>
--	--	--



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO PERFIL ESTRATIGRÁFICO</b>	Código	FOR-TC-LAB-MS-003.01
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	18/06/2021

**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y ROCAS**  
ASTM D420

<b>REFERENCIA</b>	: Resultados de Laboratorio
<b>AUTORES</b>	: Jean Pierre Romey Ramos Mercado y Bryan Andy Jaime Cordova
<b>TESIS</b>	: "DISEÑO DE VIGAS REFORZADAS CON FIBRAS DE VIDRIO Y BASALTO"
<b>UBICACIÓN</b>	: MZ. E2 LT.06 ASENT H. JUAN PABLO II ET. 3 ARENAL - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA - PERÚ
<b>COORDENADA</b>	: --
<b>CALICATA</b>	: C-2
<b>PROFUNDIDAD</b>	: 3.00 m

PROF. (m)	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL SUELO	MUESTRA	CLASIFICACIÓN	
				SUCS	AASHTO
0.10		RELENO	s/m	-	-
0.20					
0.30					
0.40		ARENA BIEN GRADADA CON LIMO Y GRAVA, DE CONSISTENCIA SEMICOMPACTA, NO PLÁSTICA, SEMIHÚMEDA, COLOR BEIGE. NO SE EVIDENCIÓ LA PRESENCIA DEL NIVEL FREÁTICO	M-1	SW - SM	A-1-a (0)
0.50					
0.60					
0.70					
0.80					
0.90					
1.00					
1.10					
1.20					
1.30					
1.40					
1.50		ARENA BIEN GRADADA CON GRAVA, DE CONSISTENCIA SEMICOMPACTA, NO PLÁSTICA, SEMISECA, COLOR MARRÓN. NO SE EVIDENCIÓ LA PRESENCIA DEL NIVEL FREÁTICO	M-2	SW	A-1-a (0)
1.60					
1.70					
1.80					
1.90					
2.00					
2.10					
2.20					
2.30					
2.40					
2.50					
2.60					
2.70					
2.80					
2.90					
3.00					

**OBSERVACIONES:**

- \* Tipo de Excavación manual a cielo abierto (calicata)
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

## CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

**TC - 12559 - 2022**

Proforma : 10877A Fecha de Emisión : 2022-08-10

**Solicitante** : MTL GEOTECNIA S.A.C.  
Dirección : Calle La Madrid Nro. 264 Asc. Los Olivos - San Martín de Porres - Lima - Lima

**Equipo** : Horno  
**Marca** : PERUTEST  
**Modelo** : PT-H76  
**Número de Serie** : 458  
**Identificación** : No indica  
**Procedencia** : No indica  
**Circulación del aire** : Ventilación forzada  
**Ubicación** : Laboratorio  
**Fecha de Calibración** : 2022-08-09

TEST & CONTROL S.A.C. es un Laboratorio de Calibración y Certificación de equipos de medición basado a la Norma Técnica Peruana ISO/IEC 17025.

TEST & CONTROL S.A.C. brinda los servicios de calibración de instrumentos de medición con los más altos estándares de calidad, garantizando la satisfacción de nuestros clientes.

Instrumento de Medición del Equipo :

	Tipo	Alcance	Resolución
<b>Termómetro</b>	Digital	-100 °C a 300 °C	0,1 °C
<b>Selector</b>	Digital	-100 °C a 300 °C	0,1 °C

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales o internacionales, de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

**Lugar de calibración**  
Instalaciones de MTL GEOTECNIA S.A.C.

Con el fin de asegurar la calidad de sus mediciones se le recomienda al usuario recalibrar sus instrumentos a intervalos apropiados.

### Método de calibración

La calibración se realizó mediante el método de comparación según el PC-018 2da edición, Junio 2009: "Procedimiento para la calibración o caracterización de medios isoterms con aire como medio termostático" publicada por el SNM/ INDECOPI.

Los resultados son válidos solamente para el ítem sometido a calibración, no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

### Condiciones de calibración

	Temperatura	Humedad	Tensión
<b>Inicial</b>	18,8 °C	16 %hr	228 V
<b>Final</b>	67,8 °C	70 %hr	223 V

TEST & CONTROL S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que puedan ocurrir después de su calibración debido a la mala manipulación de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración declarados en el presente documento.

El presente documento carece de valor sin firma y sello.



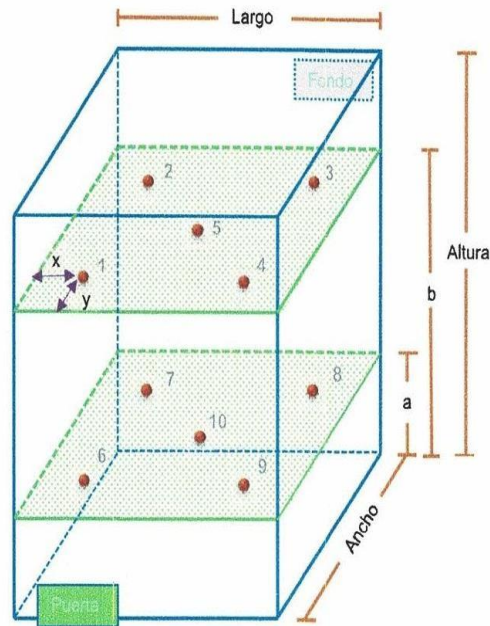
**Lic. Nicolás Ramos Paucar**  
Gerente Técnico  
CFP: 0316

Trazabilidad

Certificado : TC - 12559 - 2022

Trazabilidad	Patrones de Trabajo	Certificado de Calibración
Patrones de Referencia del SAT	Indicador digital con termopares tipo K con incertidumbres del orden desde 0,16 °C hasta 0,18 °C.	LT-0849-2021 Octubre 2021

**Ubicación de los sensores dentro del medio isoterma**



Largo : 44,7 cm                      Plano inferior (a) : 9,1 cm                      x : 5,0 cm  
 Ancho : 35,0 cm                      Plano superior (b) : 40,0 cm                      y : 5,0 cm  
 Altura : 44,7 cm

Los termopares 5 y 10 se ubicaron en el centro de su respectivos niveles.  
 El medio isoterma tenía 2 parrillas al momento de iniciar la calibración.

**Nomenclatura de abreviaturas**

- t : Instante de tiempo en minutos.
- I : Indicación del termómetro del equipo.
- T. MÁX : Temperatura máxima por sensor
- T. MÍN : Temperatura mínima por sensor
- T. max : Temperatura máxima para un instante dado.
- T. min : Temperatura mínima para un instante dado.
- T.PROM : Promedio de la temperatura en una posición de medición durante el tiempo de calibración.
- Tprom : Promedio de las temperaturas en las diez posiciones de medición para un instante dado.
- DTT : Desviación de temperatura en el tiempo.



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	INFORME DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS	Código	FOR-PR-LAB-MS-005.01
		Revisión	5
		Aprobado	CC-GN
		Fecha	25/11/2021

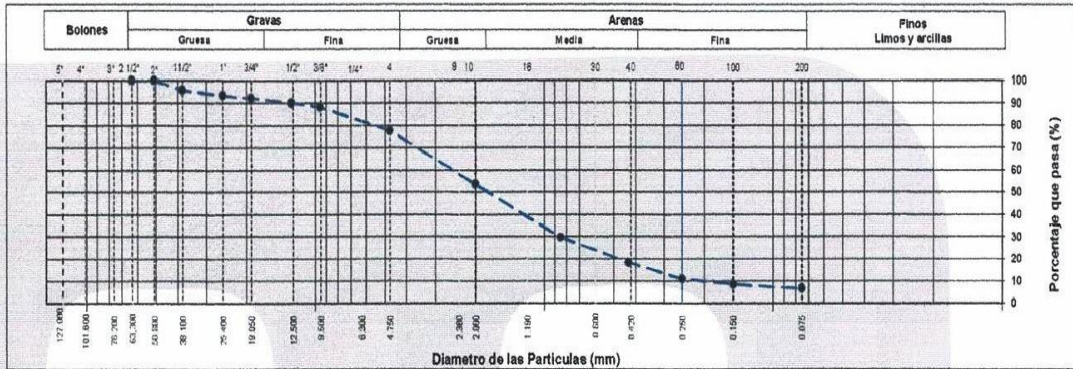
**TESIS** : "DISEÑO DE VIGAS REFORZADAS CON FIBRAS DE VIDRIO Y BASALTO"  
**AUTORES** : Jean Pierre Romey Ramos Mercado y Bryan Andy Jaime Cordova  
**UBICACIÓN** : MZ. E2 LT.06 ASENT H. JUAN PABLO II ET. 3 ARENAL - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA - PERÚ  
**Calicata** : C-1 Aprobado por: D. Del Río V.  
**Muestra** : M-2 Ensayado por: A. Rodríguez V.  
**Profundidad** : 1.30m - 3.00m Fecha de ensayo: 4/10/2022

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA						
3"	76.200	100.00	/	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)</b> Contenido Humedad (%) 1.5  <b>LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)</b> Límite Líquido (LL) N.P. Límite Plástico (LP) N.P. Índice Plástico (IP) N.P.  <b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422)</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Grava (%)</th> <th>Arena (%)</th> <th>Finos (%)</th> </tr> <tr> <td>22.2</td> <td>71.3</td> <td>6.5</td> </tr> </table> <b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b> Clasificación SUCS (ASTM D2487) SW - SM Clasificación AASHTO (ASTM D3282) A-1-b (0)  <b>Nombre del Grupo</b> Arena bien gradada con limo y grava	Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)	22.2	71.3	6.5
Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)								
22.2	71.3	6.5								
2 1/2"	63.500	100.00								
2"	50.800	100.00								
1 1/2"	38.100	95.75								
1"	25.400	93.54								
3/4"	19.050	92.28								
1/2"	12.700	90.27								
3/8"	9.530	88.43								
N° 4	4.750	77.82								
N° 10	2.000	53.57								
N° 20	0.850	29.72								
N° 40	0.430	18.35								
N° 60	0.250	10.86								
N° 100	0.150	8.40								
N° 200	0.075	6.54								

**DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA:** ASTM 2488 SW - SM Arena bien gradada con limo y grava

- INDICACIONES DE LOS PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO:**
- El método de ensayo para contenido de humedad es el B y para el secado de la muestra se empleó Horno a 110 ± 5 °C.
  - El procedimiento de obtención de muestra para el análisis granulométrico fue Secada al horno a 110 ± 5 °C. Se realizó un tamizado Manual. Además se identificó un tipo de suelo Inorgánico.
  - El Límite Líquido no se calcula debido a que el suelo no es plástico.

**CURVA GRANULOMETRICA**



**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el solicitante.
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad

<b>Elaborado por:</b>  <b>Jefe de Laboratorio</b>	<b>Revisado por:</b>  <b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	<b>Aprobado por:</b>  <b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b>
---	---	---



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	INFORME DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS	Código	FOR-PR-LAB-MS-005.01
		Revisión	5
		Aprobado	CC-GN
		Fecha	25/11/2021

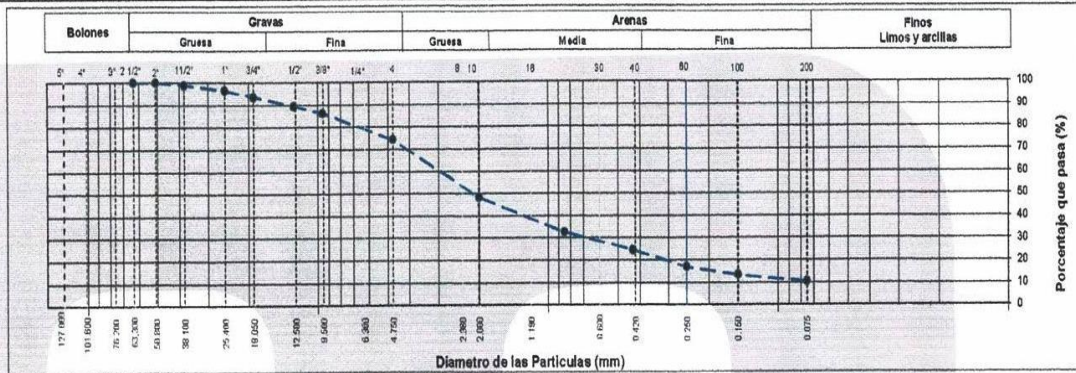
**TESIS** : "DISEÑO DE VIGAS REFORZADAS CON FIBRAS DE VIDRIO Y BASALTO"  
**AUTORES** : Jean Pierre Romey Ramos Mercado y Bryan Andy Jaime Cordova  
**UBICACIÓN** : MZ. E2 LT.06 ASENT H. JUAN PABLO II ET. 3 ARENAL - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA - PERÚ  
**Calicata** : C-2 Aprobado por: D. Del Río V.  
**Muestra** : M-1 Ensayado por: A. Rodríguez V.  
**Profundidad** : 0.30m - 1.40m Fecha de ensayo: 4/10/2022

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCION DE LA MUESTRA						
3"	76.200	100.00	/	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)</b> Contenido Humedad (%) : 2.2  <b>LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)</b> Límite Líquido (LL) : N.P. Límite Plástico (LP) : N.P. Índice Plástico (IP) : N.P.  <b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422)</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>Grava (%)</th> <th>Arena (%)</th> <th>Finos (%)</th> </tr> <tr> <td>25.7</td> <td>63.9</td> <td>10.4</td> </tr> </table> <b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b> Clasificación SUCS (ASTM D2487) : SW - SM Clasificación AASHTO (ASTM D3282) : A-1-a (0)  <b>Nombre del Grupo</b> Arena bien gradada con limo y grava	Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)	25.7	63.9	10.4
Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)								
25.7	63.9	10.4								
2 1/2"	63.500	100.00								
2"	50.800	100.00								
1 1/2"	38.100	98.87								
1"	25.400	96.52								
3/4"	19.050	93.50								
1/2"	12.700	89.34								
3/8"	9.530	86.22								
N° 4	4.750	74.27								
N° 10	2.000	48.26								
N° 20	0.850	32.45								
N° 40	0.430	24.55								
N° 60	0.250	16.93								
N° 100	0.150	13.41								
N° 200	0.075	10.39								

**DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA:** ASTM 2488 SW - SM Arena bien gradada con limo y grava

- INDICACIONES DE LOS PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO:**
- El método de ensayo para contenido de humedad es el B y para el secado de la muestra se empleó Horno a 110 ± 5 °C.
  - El procedimiento de obtención de muestra para el análisis granulométrico fue Secada al horno a 110 ± 5°C. Se realizó un tamizado Manual. Además se identificó un tipo de suelo Inorgánico.
  - El Límite Líquido no se calcula debido a que el suelo no es plástico.

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el solicitante.
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad

<b>Elaborado por:</b>  	<b>Revisado por:</b>  	<b>Aprobado por:</b>  
<b>Jefe de Laboratorio</b>	<b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	<b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b>



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	INFORME DE ENSAYO CLASIFICACIÓN DE SUELOS	Código	FOR-PR-LAB-MS-005.01
		Revisión	5
		Aprobado	CC-GN
		Fecha	25/11/2021

**TESIS** : "DISEÑO DE VIGAS REFORZADAS CON FIBRAS DE VIDRIO Y BASALTO"  
**AUTORES** : Jean Pierre Romey Ramos Mercado y Bryan Andy Jaime Cordova  
**UBICACIÓN** : MZ. E2 LT.06 ASENT H. JUAN PABLO II ET. 3 ARENAL - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA - PERÚ  
**EXPEDIENTE N°** : ---  
**Calicata** : C-2 **Aprobado por:** D. Del Río V.  
**Muestra** : M-2 **Ensayado por:** A. Rodriguez V.  
**Profundidad** : 1.40m - 3.00m **Fecha de ensayo:** 4/10/2022

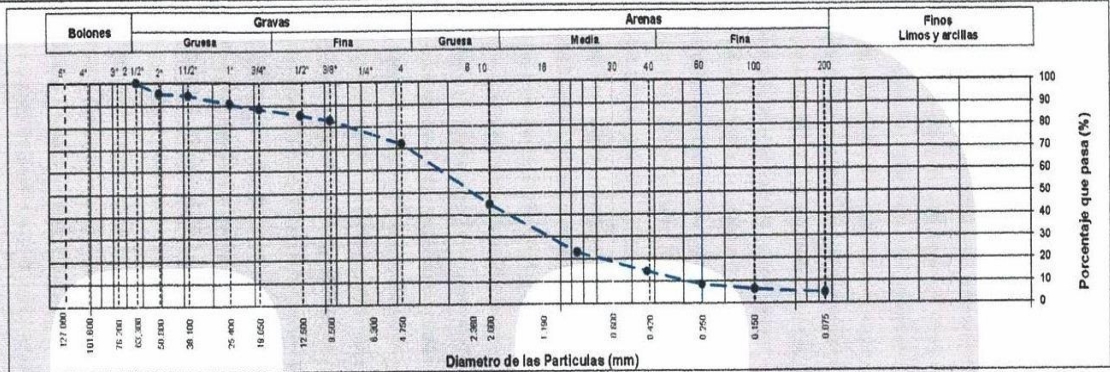
TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACIÓN	DESCRIPCION DE LA MUESTRA						
3"	76.200	100.00	/	<b>CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)</b> Contenido Humedad (%) : 1.3  <b>LIMITES DE CONSISTENCIA (ASTM D4318)</b> Límite Líquido (LL) : N.P. Límite Plástico (LP) : N.P. Índice Plástico (IP) : N.P.  <b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (ASTM D422)</b> <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <th>Grava (%)</th> <th>Arena (%)</th> <th>Finos (%)</th> </tr> <tr> <td>28.0</td> <td>67.2</td> <td>4.8</td> </tr> </table> <b>CLASIFICACIÓN DE SUELOS</b> Clasificación SUCS (ASTM D2487) : SW Clasificación AASHTO (ASTM D3282) : A-1-a (0)  <b>Nombre del Grupo</b> Arena bien gradada con grava	Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)	28.0	67.2	4.8
Grava (%)	Arena (%)	Finos (%)								
28.0	67.2	4.8								
2 1/2"	63.500	100.00								
2"	50.800	95.29								
1 1/2"	38.100	94.26								
1"	25.400	90.67								
3/4"	19.050	88.31								
1/2"	12.700	85.39								
3/8"	9.530	83.17								
N° 4	4.750	72.05								
N° 10	2.000	44.93								
N° 20	0.850	23.09								
N° 40	0.430	14.29								
N° 60	0.250	8.47								
N° 100	0.150	6.41								
N° 200	0.075	4.84								

**DESCRIPCIÓN VISUAL DE LA MUESTRA:** ASTM 2488 SW Arena bien gradada con grava

**INDICACIONES DE LOS PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO:**

- El método de ensayo para contenido de humedad es el B y para el secado de la muestra se empleó Horno a 110 ± 5 °C.
- El procedimiento de obtención de muestra para el análisis granulométrico fue Secada al horno a 110 ± 5°C. Se realizó un tamizado Manual. Además se identificó un tipo de suelo Inorgánico.
- El Límite Líquido no se calcula debido a que el suelo no es plástico.

**CURVA GRANULOMETRICA**



**OBSERVACIONES:**

- \* Muestra provista e identificada por el solicitante.
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad




<b>Elaborado por:</b>  <b>Jefe de Laboratorio</b>	<b>Revisado por:</b>  <b>Elmer Moreno Huaman</b> INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 210905 <b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	<b>Aprobado por:</b>  <b>CONTROL DE CALIDAD</b> <b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b>
---	--	--

<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>	<b>INFORME DE ENSAYO DETERMINACIÓN DE SALES SOLUBLES, SULFATOS ,CLORUROS Y pH EN SUELOS</b>	Código	FOR-LAB-MS-002.01
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	18/06/2021
<b>TESIS</b> : "REMODELACIÓN DE VIVIENDA" <b>AUTORES</b> : Jean Pierre Romey Ramos Mercado y Bryan Andy Jaime Cordova <b>UBICACIÓN</b> : Mz. D. Lote 5. Urb. San Pedro. HUACHO - HUAURA - LIMA PROVINCIAS <b>SONDAJE</b> : C-1			
<b>Muestra</b> : M-2 <b>Profundidad</b> : 1.30 - 3.00 m		<b>Aprobado por:</b> Diego del Rio <b>Ensayado por:</b> Mirella Flores <b>Fecha de ensayo:</b> 10/10/2022	

ENSAYO	RESULTADO		NORMA
	p.p.m.	%	
CONTENIDO DE SALES SOLUBLES	3020	0.302	NTP 339.152
CONTENIDO DE SULFATOS SOLUBLES	801	0.080	NTP 339.178/ AASHTO T290
CONTENIDO DE CLORUROS SOLUBLES	350	0.035	NTP 339.177/ AASHTO T291
POTENCIAL DE HIDROGENO (pH)	-		NTP 339.176

**INDICACIONES:**

- \* Durante la preparación, el material fue secado a temperatura ambiente.
- \* Muestra provista e identificada por el solicitante.
- \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
<b>Jefe de Laboratorio</b>	<b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	<b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b>



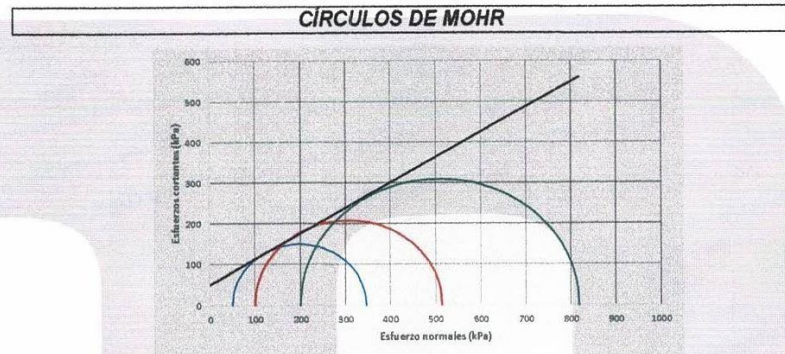
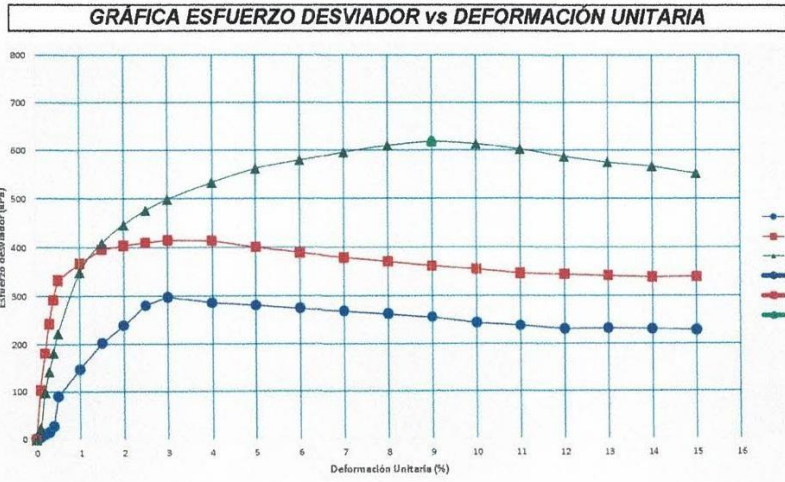




<b>LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES</b>	<b>CERTIFICADO</b>	<b>Código</b>	FOR-PR-LAB-MS-012.01
	ENSAYO DE COMPRESIÓN TRIAXIAL No Consolidado - No Drenado (UU) - ASTM D2850	<b>Versión</b>	2
		<b>Fecha</b>	22/06/2022
		<b>Página</b>	2 de 2

<b>PROYECTO</b>	: "DISEÑO DE VIGAS REFORZADAS CON FIBRAS DE VIDRIO Y BASALTO"	
<b>SOLICITANTE</b>	: Jean Pierre Romey Ramos Mercado y Bryan Andy Jaime Cordova	
<b>UBICACIÓN</b>	: MZ. E2 LT.06 ASENT H. JUAN PABLO II ET. 3 ARENAL - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA - PERÚ	
<b>FECHA DE ENSAYO</b>	: 11/10/2022	
<b>Material</b>	: Remoldeado	Profundidad: 1.30m - 3.00m
<b>Calicata</b>	: C - 1	Ensayado por: M. Flores C.
<b>Muestra</b>	: M - 2	
<b>ENSAYO TRIAXIAL NO CONSOLIDADO - NO DRENADO (UU)</b>		

<b>PARAMETROS DE ESFUERZOS TOTALES</b>				
		Especimen 1	Especimen 2	Especimen 3
Esfuerzo de confinamiento ( $\sigma_3$ )	kPa	50	100	200
Esfuerzo desviador ( $\Delta\sigma$ )	kPa	296.914	414.621	618.103
Esfuerzo principal ( $\sigma_1$ )	kPa	346.914	514.621	818.103
Estado de falla	-	Pico	Pico	Pico
Deformación unitaria a la falla	(%)	3	3	9



**PARAMETROS RESISTENTES AL ESFUERZO CORTANTE**

Cohesión	50.00 kPa
Ángulo de fricción	32.00 °

Elaborado por:

**Jefe de Laboratorio**

Revisado por:

**Ingeniero de Suelos y Pavimentos**

Aprobado por:

**Control de Calidad MTL GEOTECNIA**



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO</b> <b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO GRUESO</b>	Código	FOR-PR-LAB-AG-001.01
		Revisión	3
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	14/09/2021
<b>LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO</b> ASTM C136			
<b>TESIS</b> : "DISEÑO DE VIGAS REFORZADAS CON FIBRAS DE VIDRIO Y BASALTO" <b>AUTORES</b> : Jean Pierre Ramey Ramos Mercado y Bryan Andy Jaime Cordova <b>UBICACIÓN</b> : MZ. E2 LT.06 ASENT H. JUAN PABLO II ET. 3 ARENAL - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA - PERÚ <b>Cantera</b> : Trapiche <b>Material</b> : Agregado Grueso <b>N° Muestra</b> : M-01			
		Aprobado por:	D. Del Rio
		Ensayado por:	A. Rodriguez
		Fecha de ensayo:	07/10/2022
<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA AGREGADO GRUESO</b> ASTM C136			

**A) CONDICIONES DE ENSAYO:**

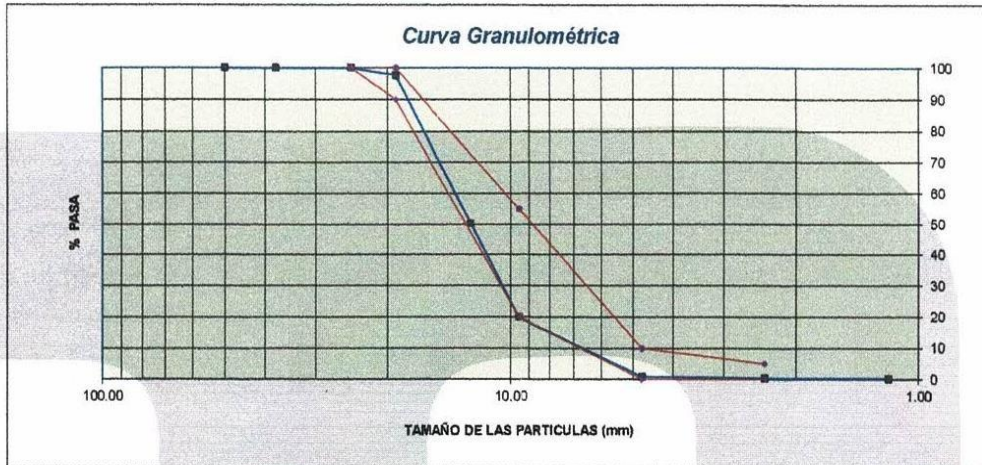
Método de preparación de muestra: Seco a horno  
Método de tamizado: Manual

**B) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO:**

Peso inicial húmedo: 2040.7 gr.      Contenido de Humedad: 0.54 %  
Peso inicial seco: 2029.7 gr.      Tamaño máximo nominal: 3/4"  
Módulo de finura: 6.81

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES (ASTM C33)	
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	Huso #67	
2"	50.00	0.0	0.0	0.0	100.0		
1 1/2"	37.50	0.0	0.0	0.0	100.0		
1"	24.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/4"	19.05	47.1	2.3	2.3	97.7	90	100
1/2"	12.50	963.6	47.5	49.8	50.2		
3/8"	9.53	615.3	30.3	80.1	19.9	20	55
N° 04	4.76	386.1	19.0	99.1	0.9	0	10
N° 08	2.38	11.4	0.6	99.7	0.3	0	5
N° 16	1.18	2.4	0.1	99.9	0.2		
FONDO		3.80	0.2	100.0	0.0		

**C) CURVA GRANULOMÉTRICA:**



**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por: 	Revisado por:  Elmer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C. I. P. N° 210906	Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO PARA AGREGADOS	Código	FOR-PR-LAB-AG-002.01
		Revisión	3
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	22/08/2021
<b>LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO</b> ASTM C29			

<b>TESIS</b>	: DISEÑO DE VIGAS REFORZADAS CON FIBRAS DE VIDRIO Y BASALTO*		
<b>AUTORES</b>	: Jean Pierre Romey Ramos Mercado y Bryan Andy Jaime Cordova		
<b>UBICACIÓN</b>	: MZ. E2 LT.06 ASENT H. JUAN PABLO II ET. 3 ARENAL - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA - PERÚ		
<b>Cantera</b>	: Trapiche	<b>Aprobado por:</b>	D. Del Rio N.
<b>Material</b>	: Agregado grueso	<b>Ensayado por:</b>	A. Rodriguez V.
<b>N° Muestra</b>	: M-01	<b>Fecha de ensayo:</b>	07/10/2022

**PESO UNITARIO PARA AGREGADOS  
ASTM C29**

**A) PESO UNITARIO COMPACTADO:**

**Método utilizado** Método A (PUC, TMN<1 1/2")  
**Recipiente utilizado** R2 (Mediano)

Punto N°		P - 1	P - 2	P - 3	
1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	19.50	19.77	19.65
2	Peso del Recipiente	kg	5.10	5.10	5.10
3	Peso de la Muestra	kg	14.40	14.67	14.56
4	Volumen del Molde	m <sup>3</sup>	0.00953	0.00953	0.00953
5	Peso Unitario Compactado	kg/m <sup>3</sup>	1511.39	1539.72	1527.55

<b>PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1526</b>
--	-------------

**B) PESO UNITARIO SUELTO:**

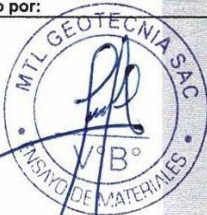


**Método utilizado** Método C (PUS)  
**Recipiente utilizado** R2 (Mediano)

Punto N°		P - 1	P - 2	P - 3	
1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	18.93	18.91	18.92
2	Peso del Recipiente	kg	5.10	5.10	5.10
3	Peso de la Muestra	kg	13.83	13.81	13.83
4	Volumen del Molde	m <sup>3</sup>	0.00953	0.00953	0.00953
5	Peso Unitario Suelto	kg/m <sup>3</sup>	1451.27	1449.17	1450.74

<b>PESO UNITARIO SUELTO (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1450</b>
--	-------------

**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

 <b>Elaborado por:</b>	 <b>Revisado por:</b> Elmer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 210905	 <b>Aprobado por:</b> CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES

**CERTIFICADO DE ENSAYO PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN**

Código	FOR-PR-LAB-AG-003.01
Revisión	2
Aprobado	CC-MTL
Fecha	22/06/2021

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
ASTM C127

TESIS : "DISEÑO DE VIGAS REFORZADAS CON FIBRAS DE VIDRIO Y BASALTO"  
AUTORES : Jean Pierre Romey Ramos Mercado y Bryan Andy Jaime Cordova  
UBICACIÓN : Lima, Perú

Cantera : Trapiche  
Material : Agregado grueso  
N° Muestra : M-01  
Aprobado por: D. Del Río N.  
Ensayado por: A. Rodríguez V.  
Fecha de ensayo: 07/10/2022

**PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN PARA AGREGADOS GRUESOS**  
ASTM C127

**A) INFORMACIÓN DE LABORATORIO:**

Punto N°		P - 1	P - 2	P - 3
1	Peso de la Muestra Sumergida Canastilla	gr	1310.00	/
2	Peso de la Muestra Saturada Superficialmente Seca	gr	2138.00	
3	Peso de la Muestra Seca	gr	2114.60	
4	Peso específico de Masa (SSS)	gr/cc	2.58	
5	Peso específico de Masa (OD)	gr/cc	2.55	
6	Peso específico de Masa (Aparente)	gr/cc	2.63	
7	Absorción	%	1.1	

**B) GRAVEDAD ESPECÍFICA:**

PESO ESPECÍFICO DE MASA S.S.S	gr/cc	2.58
PESO ESPECÍFICO DE MASA AL HORNO SECO	gr/cc	2.55
PESO ESPECÍFICO DE MASA APARENTE	gr/cc	2.63

**C) ABSORCIÓN DE AGUA:**

ABSORCIÓN (%)	1.1
---------------	-----

**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
	 <p>MTL GEOTECNIA S.A.C. Suelos Concreto Asfalto Eimer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL D.P. N° 210306</p>	 <p>MTL GEOTECNIA SAC CONTROL DE CALIDAD</p>
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AGREGADO FINO	Código	FOR-PR-LAB-AG-001.01
		Revisión	3
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	14/09/2021
<b>LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO</b> ASTM C136			

<b>TESIS</b>	: "DISEÑO DE VIGAS REFORZADAS CON FIBRAS DE VIDRIO Y BASALTO"		
<b>AUTORES</b>	: Jean Pierre Romey Ramos Mercado y Bryan Andy Jaime Cordova		
<b>UBICACIÓN</b>	: MZ. E2 LT.06 ASENT H. JUAN PABLO II ET. 3 ARENAL - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA - PERÚ		
<b>Cantera</b>	: Trapiche	<b>Aprobado por:</b>	D. Del Río N.
<b>Material</b>	: Agregado fino	<b>Ensayado por:</b>	A. Rodriguez
<b>N° Muestra</b>	: M-02	<b>Fecha de ensayo:</b>	07/10/2022

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO PARA AGREGADO FINO**  
ASTM C136

**A) CONDICIONES DE ENSAYO:**

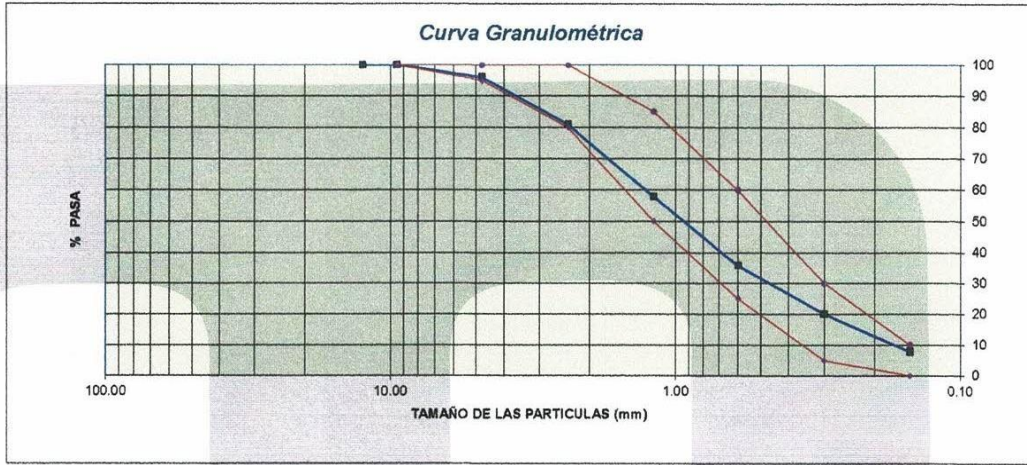
Método de preparación de muestra: Seco a horno  
Método de tamizado: Manual

**B) ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO:**

Peso inicial húmedo	315.8 gr.	Contenido de Humedad	3.47 %
Peso inicial seco	305.2 gr.	Tamaño máx. nominal	N° 08
		Módulo de finura	3.02

MALLAS	ABERTURA (mm)	MATERIAL RETENIDO		% ACUMULADOS		ESPECIFICACIONES (ASTM C33)	
		(g)	(%)	Retenido	Pasa	Huso Arena	
1/2"	12.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
3/8"	9.50	0.0	0.0	0.0	100.0	100	100
N° 04	4.76	12.1	4.0	4.0	96.0	95	100
N° 08	2.38	46.2	15.1	19.1	80.9	80	100
N° 16	1.19	70.7	23.2	42.3	57.7	50	85
N° 30	0.60	66.8	21.9	64.2	35.8	25	60
N° 50	0.30	48.2	15.8	79.9	20.1	5	30
N° 100	0.15	37.4	12.3	92.2	7.8	0	10
FONDO		23.80	7.8	100.0	0.0		

**C) CURVA GRANULOMÉTRICA:**



**OBSERVACIONES:**  
 \* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

<b>Elaborado por:</b> 	<b>Revisado por:</b> 	<b>Aprobado por:</b> 
<b>Jefe de Laboratorio</b>	<b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	<b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b>



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO PESO UNITARIO PARA AGREGADOS	Código	FOR-PR-LAB-AG-002.01
		Revisión	2
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	22/08/2021
<b>LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO</b> ASTM C29			

<b>TESIS</b>	: "DISEÑO DE VIGAS REFORZADAS CON FIBRAS DE VIDRIO Y BASALTO"		
<b>AUTORES</b>	: Jean Pierre Romey Ramos Mercado y Bryan Andy Jaime Cordova		
<b>UBICACIÓN</b>	: MZ. E2 LT.06 ASENT H. JUAN PABLO II ET. 3 ARENAL - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA - PERÚ		
<b>Cantera</b>	: Trapiche	<b>Aprobado por:</b>	D. Del Rio
<b>Material</b>	: Agregado fino	<b>Ensayado por:</b>	A. Rodriguez
<b>N° Muestra</b>	: M-02	<b>Fecha de ensayo:</b>	07/10/2022

**PESO UNITARIO PARA AGREGADOS  
ASTM C29**

**A) PESO UNITARIO COMPACTADO:**

**Método utilizado** Método A (PUC, TMN<1 1/2")

**Recipiente utilizado** R1 (Pequeño)

Punto N°			P - 1	P - 2	P - 3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	6.85	6.95	6.97
2	Peso del Recipiente	kg	2.36	2.36	2.36
3	Peso de la Muestra	kg	4.49	4.59	4.61
4	Volumen del Molde	m <sup>3</sup>	0.00276	0.00276	0.00276
5	Peso Unitario Compactado	kg/m <sup>3</sup>	1627.90	1661.96	1670.29

<b>PESO UNITARIO COMPACTADO (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1653</b>
--	-------------

**B) PESO UNITARIO SUELTO:**

**Método utilizado** Método C (PUS)

**Recipiente utilizado** R1 (Pequeño)

Punto N°			P - 1	P - 2	P - 3
1	Peso de la Muestra + Recipiente	kg	6.21	6.23	6.22
2	Peso del Recipiente	kg	2.36	2.36	2.36
3	Peso de la Muestra	kg	3.85	3.87	3.86
4	Volumen del Molde	m <sup>3</sup>	0.00276	0.00276	0.00276
5	Peso Unitario Compactado	kg/m <sup>3</sup>	1396.38	1401.81	1398.19

<b>PESO UNITARIO SUELTO (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>1399</b>
--	-------------

**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

 <b>Elaborado por:</b>	 <b>Revisado por:</b> MTL GEOTECNIA S.A.C. Suelos Concreto Asfalto Elmer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 210906	 <b>Aprobado por:</b> MTL GEOTECNIA S.A.C. CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO  
DE MATERIALES

**CERTIFICADO DE ENSAYO  
PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN**

Código	FOR-PR-LAB-AG-004.01
Revisión	2
Aprobado	CC-MTL
Fecha	22/06/2021

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
ASTM C128

**TESIS** : "DISEÑO DE VIGAS REFORZADAS CON FIBRAS DE VIDRIO Y BASALTO"  
**AUTORES** : Jean Pierre Romey Ramos Mercado y Bryan Andy Jaime Cordova  
**UBICACIÓN** : MZ. E2 LT.06 ASENT H. JUAN PABLO II ET. 3 ARENAL - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA - PERÚ

**Cantera** : Trapiche  
**Material** : Agregado fino  
**N° Muestra** : M-02  
**Aprobado por:** D. Del Río N.  
**Ensayado por:** A. Rodríguez V.  
**Fecha de ensayo:** 07/10/2022

**PESO ESPECÍFICO Y ABSORCIÓN PARA AGREGADOS FINOS**  
ASTM C128

**A) INFORMACIÓN DE LABORATORIO:**

Punto N°		P - 1	P - 2	P - 3
1	Peso de Muestra Seca	gr	491.50	
2	Peso de fiola + Agua	gr	669.00	
3	Peso de Fiola + Muestra SSS + Agua	gr	974.60	
4	Peso de Muestra SSS	gr	500.00	
8)	Peso Específico de la Masa (SSS)	gr/cc	2.57	
9)	Peso Específico de la Masa (OD)	gr/cc	2.53	
10)	Peso Específico de la Masa (Aparente)	gr/cc	2.64	
11)	Absorción	%	1.7	

**B) PESO ESPECÍFICO:**

PESO ESPECÍFICO DE MASA S.S.S	gr/cc	2.57
PESO ESPECÍFICO DE MASA HORNO SECO	gr/cc	2.53
PESO ESPECÍFICO DE MASA APARENTE	gr/cc	2.64

**C) ABSORCIÓN DE AGUA:**

ABSORCIÓN (%)	1.8
---------------	-----

**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 Jefe de Laboratorio	 Ingeniero de Suelos y Pavimentos Elmer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 210906	 Control de Calidad MTL GEOTECNIA



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO</b>	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO**  
ACI 211

<b>REFERENCIA</b>	Jean Pierre Romey Ramos Mercado y Bryan Ardy Jaime Cordova		
<b>AUTORES</b>	"DISEÑO DE VIGAS REFORZADAS CON FIBRAS DE VIDRIO Y BASALTO"		
<b>UBICACION</b>	MZ. E2 LT.06 ASENT H. JUAN PABLO II ET. 3 ARENAL - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA - PERÚ	<b>Fecha de ensayo:</b>	11/10/2022

DISEÑO PATRÓN - $f_c$ 210 kg/cm <sup>2</sup>						
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITARIO S. Kg/m <sup>3</sup>	P. UNITARIO C. Kg/m <sup>3</sup>
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - ARENA	2.53	3.02	3.47	1.80	1399	1653
AGREGADO GRUESO - HUSO 67	2.55	6.81	0.54	1.10	1450	1526

**MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE**

<b>A) VALORES DE DISEÑO</b>							
1 ASENTAMIENTO				3 - 4	pulg		
2 TAMAÑO MÁXIMO NOMINAL				3/4"			
3 RELACION AGUA CEMENTO				0.63			
4 AGUA				230.9			
5 TOTAL DE AIRE ATRAPADO %				2.0			
6 VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO				0.36			
<b>B) ANALISIS DE DISEÑO</b>							
<b>FACTOR CEMENTO</b>			388.39	Kg/m <sup>3</sup>	8.7	Bls/m <sup>3</sup>	
Volumen absoluto del cemento				0.1181	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
Volumen absoluto del Agua				0.2309	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
Volumen absoluto del Aire				0.0200	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
<b>VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS</b>						0.369	
Volumen absoluto del Agregado fino				0.2732	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
Volumen absoluto del Agregado grueso				0.3579	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
<b>SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS</b>						1.000	
<b>C) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO SECO</b>							
CEMENTO				368	Kg/m <sup>3</sup>		
AGUA				231	Lt/m <sup>3</sup>		
AGREGADO FINO				691	Kg/m <sup>3</sup>		
AGREGADO GRUESO				913	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>PESO DE MEZCLA</b>				2203	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>D) CORRECCION POR HUMEDAD</b>							
AGREGADO FINO HUMEDO				715.1	Kg/m <sup>3</sup>		
AGREGADO GRUESO HUMEDO				917.5	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS</b>							
AGREGADO FINO				%	Lts/m <sup>3</sup>		
AGREGADO GRUESO				-1.67	-11.5		
				0.56	5.1		
					-6.4		
<b>AGUA DE MEZCLA CORREGIDA</b>					224.5	Lts/m <sup>3</sup>	
<b>F) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO HUMEDO</b>							
CEMENTO				368	Kg/m <sup>3</sup>		
AGUA				224	Lts/m <sup>3</sup>		
AGREGADO FINO				715	Kg/m <sup>3</sup>		
AGREGADO GRUESO				917	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>PESO DE MEZCLA</b>				2225	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>G) CANTIDAD DE MATERIALES (70 N.)</b>							
CEMENTO				25.79	Kg		
AGUA				15.71	Lts		
AGREGADO FINO				50.06	Kg		
AGREGADO GRUESO				64.22	Kg		
<b>PROPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)</b>						<b>PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)</b>	
C	1.0					C	1.0
A.F	1.94					A.F	2.08
A.G	2.49					A.G	2.58
H2o	25.9					H2o	25.9

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO</b>	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO**  
ACI 211

<b>REFERENCIA</b>		
<b>AUTORES</b>	Jean Pierre Romey Ramos Mercado y Bryan Andy Jaime Cordova	
<b>TESIS</b>	"DISEÑO DE VIGAS REFORZADAS CON FIBRAS DE VIDRIO Y BASALTO"	
<b>UBICACION</b>	MZ. E2 LT.06 ASENT H. JUAN PABLO II ET. 3 ARENAL - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA - PERÚ	Fecha de ensayo: 11/10/2022

DISEÑO 2% Fibra de Vidrio y Basalto - Fc 210 kg/cm <sup>2</sup>						
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITAR O S. Kg/m <sup>3</sup>	P. UNITARIO C. Kg/m <sup>3</sup>
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - ARENA	2.53	3.02	3.47	1.80	1399	1653
AGREGADO GRUESO - HUSO 67	2.55	6.81	0.54	1.10	1450	1526

MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE						
<b>A) VALORES DE DISEÑO</b>						
1	ASENTAMIENTO			3 - 4	pulg	
2	TAMANO MAXIMO NOMINAL			3/4"		
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.63		
4	AGUA			230.9		
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			2.0		
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.36		
<b>B) ANALISIS DE DISEÑO</b>						
<b>FACTOR CEMENTO</b>			368.39			
Volumen absoluto del cemento				Kg/m <sup>3</sup>	8.7	Ble/m <sup>3</sup>
Volumen absoluto del Agua				0.1181	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
Volumen absoluto del Aire				0.2309	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
				0.0200	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
<b>VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS</b>						0.369
Volumen absoluto del Agregado fino				0.2732	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	0.631
Volumen absoluto del Agregado grueso				0.3579	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	
<b>SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS</b>						1.000
<b>C) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO SECO</b>						
CEMENTO				368	Kg/m <sup>3</sup>	
AGUA				231	L/m <sup>3</sup>	
AGREGADO FINO				691	Kg/m <sup>3</sup>	
AGREGADO GRUESO				913	Kg/m <sup>3</sup>	
FIBRA DE VIDRIO (1% peso del cemento)				3.68	Kg/m <sup>3</sup>	
FIBRA DE BASALTO (1% peso del cemento)				3.68	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>PESO DE MEZCLA</b>				2210	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>D) CORRECCION POR HUMEDAD</b>						
AGREGADO FINO HUMEDO				715.1	Kg/m <sup>3</sup>	
AGREGADO GRUESO HUMEDO				917.5	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS</b>						
AGREGADO FINO				%	Lts/m <sup>3</sup>	
AGREGADO GRUESO				-1.67	-11.5	
				0.56	5.1	
					-6.4	
<b>AGUA DE MEZCLA CORREGIDA</b>					224.5	Lts/m <sup>3</sup>
<b>F) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO HUMEDO</b>						
CEMENTO				368	Kg/m <sup>3</sup>	
AGUA				224	Lts/m <sup>3</sup>	
AGREGADO FINO				715	Kg/m <sup>3</sup>	
AGREGADO GRUESO				917	Kg/m <sup>3</sup>	
FIBRA DE VIDRIO (1% peso del cemento)				3.68	Kg/m <sup>3</sup>	
FIBRA DE BASALTO (1% peso del cemento)				3.68	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>PESO DE MEZCLA</b>				2233	Kg/m <sup>3</sup>	
<b>G) CANTIDAD DE MATERIALES (70 lt.)</b>						
CEMENTO				25.79	Kg	
AGUA				15.71	Lts	
AGREGADO FINO				50.06	Kg	
AGREGADO GRUESO				64.22	Kg	
FIBRA DE VIDRIO (1% peso del cemento)				257.9	g	
FIBRA DE BASALTO (1% peso del cemento)				257.9	g	
<b>PROPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)</b>				<b>PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)</b>		
C	1.0	C	1.0			
A.F	1.94	A.F	2.08			
A.G	2.49	A.G	2.58			
H2o	25.9	H2o	25.9			

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
 <b>MTL GEOTECNIA S.A.C.</b> ENsayo DE MATERIALES	 <b>MTL GEOTECNIA S.A.C.</b> Suelos Concreto Asfalto Eimer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 210302	 <b>MTL GEOTECNIA S.A.C.</b> CONTROL DE CALIDAD
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO	Código	FOR-LAB-CO-001
		Revisión	1
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	1/06/2020

**LABORATORIO DE ENSAYOS EN AGREGADOS Y CONCRETO**

ACI 211

<b>REFERENCIA</b>	Jean Pierre Romey Ramos Mercado y Bryan Andy Jaime Cordova		
<b>AUTORES</b>	"DISEÑO DE VIGAS REFORZADAS CON FIBRAS DE VIDRIO Y BASALTO"		
<b>UBICACION</b>	M.Z. E2 LT.06 ASENT H. JUAN PABLO II ET. 3 ARENAL - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA - PERU	<b>Fecha de ensayo:</b>	11/10/2022

DISEÑO 4% Fibra de Vidrio y Basalto - Fc 210 kg/cm <sup>2</sup>						
MATERIAL	PESO ESPECIFICO g/cc	MODULO FINEZA	HUM. NATURAL %	ABSORCIÓN %	P. UNITAR O S. Kg/m <sup>3</sup>	P. UNITARIO C. Kg/m <sup>3</sup>
CEMENTO SOL TIPO I	3.12					
AGREGADO FINO - ARENA	2.53	3.02	3.47	1.80	1399	1653
AGREGADO GRUESO - HUSO 67	2.55	6.81	0.54	1.10	1450	1526

**MATERIALES: AGREGADO FINO Y AGREGADO GRUESO - CANTERA TRAPICHE**

<b>A) VALORES DE DISEÑO</b>							
1	ASENTAMIENTO			3 - 4	ulg		
2	TAMANO MAXIMO NOMINAL			3/4"			
3	RELACION AGUA CEMENTO			0.63			
4	AGUA			230.9			
5	TOTAL DE AIRE ATRAPADO %			2.0			
6	VOLUMEN DE AGREGADO GRUESO			0.36			
<b>B) ANALISIS DE DISEÑO</b>							
	<b>FACTOR CEMENTO</b>	368.39		Kg/m <sup>3</sup>	8.7	Ble/m <sup>3</sup>	
	Volumen absoluto de cemento			0.1181	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
	Volumen absoluto del Agua			0.2309	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
	Volumen absoluto del Aire			0.0200	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
	<b>VOLUMEN ABSOLUTOS DE AGREGADOS</b>					0.369	
	Volumen absoluto del Agregado fino			0.2732	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
	Volumen absoluto del Agregado grueso			0.3579	m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>		
	<b>SUMATORIA DE VOLUMENES ABSOLUTOS</b>					1.000	
<b>C) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO SECO</b>							
	CEMENTO			368	Kg/m <sup>3</sup>		
	AGUA			231	L/m <sup>3</sup>		
	AGREGADO FINO			691	Kg/m <sup>3</sup>		
	AGREGADO GRUESO			913	Kg/m <sup>3</sup>		
	FIBRA DE VIDRIO (2% peso del cemento)			7.37	Kg/m <sup>3</sup>		
	FIBRA DE BASALTO (2% peso del cemento)			7.37	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>D) PESO DE MEZCLA</b>				2218	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>CORRECCION POR HUMEDAD</b>							
	AGREGADO FINO HUMEDO			715.1	Kg/m <sup>3</sup>		
	AGREGADO GRUESO HUMEDO			917.5	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>E) CONTRIBUCION DE AGUA DE LOS AGREGADOS</b>							
	AGREGADO FINO			%	Lts/m <sup>3</sup>		
	AGREGADO GRUESO			-1.67	-11.5		
				0.56	5.1		
					-6.4		
	<b>AGUA DE MEZCLA CORREGIDA</b>				224.5	Lts/m <sup>3</sup>	
<b>F) CANTIDAD DE MATERIALES m<sup>3</sup> POR EN PESO HUMEDO</b>							
	CEMENTO			368	Kg/m <sup>3</sup>		
	AGUA			224	Lts/m <sup>3</sup>		
	AGREGADO FINO			715	Kg/m <sup>3</sup>		
	AGREGADO GRUESO			917	Kg/m <sup>3</sup>		
	FIBRA DE VIDRIO (2% peso del cemento)			7.37	Kg/m <sup>3</sup>		
	FIBRA DE BASALTO (2% peso del cemento)			7.37	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>G) PESO DE MEZCLA</b>				2240	Kg/m <sup>3</sup>		
<b>CANTIDAD DE MATERIALES (70 lt.)</b>							
	CEMENTO			12.89	Kg		
	AGUA			7.86	Lts		
	AGREGADO FINO			25.03	Kg		
	AGREGADO GRUESO			32.11	Kg		
	FIBRA DE VIDRIO (2% peso del cemento)			257.9	g		
	FIBRA DE BASALTO (2% peso del cemento)			257.9	g		
<b>PORPORCIÓN EN PESO p3 (húmedo)</b>						<b>PROPORCIÓN EN VOLUMEN p3 (húmedo)</b>	
C	1.0					C	1.0
A.F	1.94					A.F	2.08
A.G	2.49					A.G	2.58
H2o	25.9					H2o	25.9

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
		
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS DE CONCRETO CINLÍDRICO	Código	FOR-LAB-CON-001.01
		Revisión	3
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	28/01/2022
<b>LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO</b> ASTM C39 - NTP 339.034			

PROYECTO	"DISEÑO DE VIGAS REFORZADAS CON FIBRAS DE VIDRIO Y BASALTO"		
AUTORES	Jean Pieme Romey Ramos Mercado y Bryan Andy Jaime Cordova		
UBICACIÓN	MZ. E2 LT.06 ASENT H. JUAN PABLO II ET. 3 ARENAL - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA - PERÚ		
EXPEDIENTE N°	-		
Cartera	Trápiche	Aprobado por:	D. Del Rio N.
Materia	Probetas de concreto de 10 cm x 20 cm	Ensayado por:	A. Rodriguez V.
N° Muestra	Indicado	Fecha de ensayo:	18/10/2022

<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b> ASTM C39 - NTP 339.034
--

**A) INFORMACIÓN GENERAL:**

Tipo de muestra: Moldeado

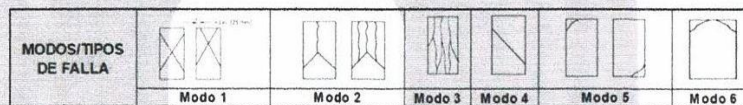
Dosificación: -

Resistencia de Diseño: 210 kgf/cm<sup>2</sup>

Velocidad de carga: 2.55 kgf/cm<sup>2</sup>/s

**B) ENSAYO DE COMPRESIÓN:**

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DIAS	L/D	ÁREA cm <sup>2</sup>	FUERZA MÁXIMA kgf	Modo de falla (1 al 6)	F.C (L/D)	ESFUERZO kg/cm <sup>2</sup>	F <sub>c</sub> Diseño kg/cm <sup>2</sup>	% F <sub>c</sub>
PATRÓN - 01	11/10/2022	18/10/2022	7	2.0	78.5	13133.7	5	1.00	167.2	210.0	79.6
PATRÓN - 02	11/10/2022	18/10/2022	7	2.0	78.5	15835.9	5	1.00	201.6	210.0	96.0
PATRÓN - 03	11/10/2022	18/10/2022	7	2.0	78.5	12756.4	5	1.00	162.4	210.0	77.3
FIBRA DE VIDRIO Y BASALTO AL 2% - 01	11/10/2022	18/10/2022	7	2.0	78.5	17436.9	5	1.00	222.0	210.0	105.7
FIBRA DE VIDRIO Y BASALTO AL 2% - 02	11/10/2022	18/10/2022	7	2.0	78.5	16213.2	5	1.00	206.4	210.0	98.3
FIBRA DE VIDRIO Y BASALTO AL 2% - 03	11/10/2022	18/10/2022	7	2.0	78.5	16804.7	2	1.00	214.0	210.0	101.9
FIBRA DE VIDRIO Y BASALTO AL 4% - 01	11/10/2022	18/10/2022	7	2.0	78.5	17875.3	2	1.00	227.6	210.0	108.4
FIBRA DE VIDRIO Y BASALTO AL 4% - 02	11/10/2022	18/10/2022	7	2.0	78.5	18324.0	5	1.00	233.3	210.0	111.1
FIBRA DE VIDRIO Y BASALTO AL 4% - 03	11/10/2022	18/10/2022	7	2.0	78.5	17131.0	5	1.00	218.1	210.0	103.9



**OBSERVACIONES:**

- Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del Área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	CERTIFICADO DE ENSAYO RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE MUESTRAS DE CONCRETO CINLÍDRICO	Código	FOR-LAB-CON-001.01
		Revisión	3
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	28/01/2022
<b>LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO</b> ASTM C39 - NTP 339.034			

PROYECTO	"DISEÑO DE VIGAS REFORZADAS CON FIBRAS DE VIDRIO Y BASALTO"		
AUTORES	Jean Pierre Romey Ramos Mercado y Bryan Andy Jaime Cordova		
UBICACIÓN	MZ. E2 LT.06 ASENT H. JUAN PABLO II ET. 3 ARENAL - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA - PERÚ		
EXPEDIENTE N°	-		
Cartera	Trapiche	Aprobado por:	D. Del Rio N.
Material	Probetas de concreto de 10 cm x 20 cm	Ensayado por:	A. Rodriguez V.
N° Muestra	Indicado	Fecha de ensayo:	08/11/2022

**RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**  
ASTM C39 - NTP 339.034

**A) INFORMACIÓN GENERAL:**

Tipo de muestra: Moldeado

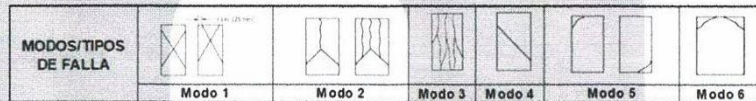
Dosificación: -

Resistencia de Diseño: 210 kgf/cm<sup>2</sup>

Velocidad de carga: 2.55 kgf/cm<sup>2</sup>/s

**B) ENSAYO DE COMPRESIÓN:**

IDENTIFICACIÓN DE ESPECIMEN	FECHA DE VACIADO	FECHA DE ROTURA	EDAD EN DÍAS	LD	ÁREA cm <sup>2</sup>	FUERZA MÁXIMA kgf	Modo de falla (1 al 6)	F.C (LD)	ESFUERZO kgf/cm <sup>2</sup>	F <sub>c</sub> Diseño kgf/cm <sup>2</sup>	% F <sub>c</sub>
PATRÓN - 01	11/10/2022	8/11/2022	28	2.0	78.5	16050.1	5	1.00	204.4	210.0	97.3
PATRÓN - 02	11/10/2022	8/11/2022	28	2.0	78.5	20893.7	5	1.00	266.0	210.0	126.7
PATRÓN - 03	11/10/2022	8/11/2022	28	2.0	78.5	19721.0	5	1.00	251.1	210.0	119.6
FIBRA DE VIDRIO Y BASALTO AL 2% - 01	11/10/2022	8/11/2022	28	2.0	78.5	23759.0	4	1.00	302.5	210.0	144.1
FIBRA DE VIDRIO Y BASALTO AL 2% - 02	11/10/2022	8/11/2022	28	2.0	78.5	19119.4	4	1.00	243.4	210.0	115.9
FIBRA DE VIDRIO Y BASALTO AL 2% - 03	11/10/2022	8/11/2022	28	2.0	78.5	22963.6	5	1.00	292.4	210.0	139.2
FIBRA DE VIDRIO Y BASALTO AL 4% - 01	11/10/2022	8/11/2022	28	2.0	78.5	15397.5	5	1.00	196.0	210.0	93.4
FIBRA DE VIDRIO Y BASALTO AL 4% - 02	11/10/2022	8/11/2022	28	2.0	78.5	17640.8	5	1.00	224.6	210.0	107.0
FIBRA DE VIDRIO Y BASALTO AL 4% - 03	11/10/2022	8/11/2022	28	2.0	78.5	14877.4	5	1.00	189.4	210.0	90.2



**OBSERVACIONES:**

\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.

Elaborado por:	Revisado por:	Aprobado por:
Jefe de Laboratorio	Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Control de Calidad MTL GEOTECNIA



LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO</b> <b>RESISTENCIA DE FLEXION DEL CONCRETO</b> <b>(VIGA SIMPLE CON CARGA A LOS TERCIOS DEL CLARO)</b>	Código	FOR-LAB-CON-003.01
		Revisión	0
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	8/11/2021

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
**NTP 339.078 - ASTM C78**

REFERENCIA : Ensayo de Tesis en Laboratorio  
AUTORES : Jean Pierre Romey Ramos Mercado y Bryan Andy Jaime Cordova  
TESIS : "DISEÑO DE VIGAS REFORZADAS CON FIBRAS DE VIDRIO Y BASALTO"  
UBICACIÓN : MZ. E2 LT.06 ASENT H. JUAN PABLO II ET. 3 ARENAL - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA - PERÚ Fecha de ensayo: 18/10/2022

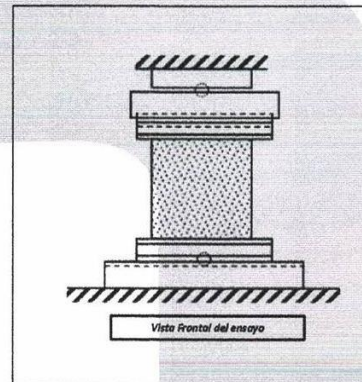
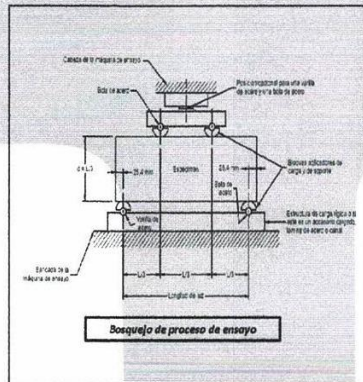
**A) INFORMACIÓN GENERAL:**

TIPO DE MEZCLA: CONCRETO 210 KG/CM2  
DESCRIPCIÓN: Resistencia a la flexión del concreto a los 7 días

**B) DATA DE ENSAYO:**

No. de Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Identificación	PATRÓN 01	PATRÓN 02	Fib. de Vidrio y Basalto 2% 01	Fib. de Vidrio y Basalto 2% 02	Fib. de Vidrio y Basalto 2% 01	Fib. de Vidrio y Basalto 2% 02			
Altura "d" (mm)	150	150	150	150	150	150			
Ancho "b" (mm)	150	150	150	150	150	150			
Distancia entre apoyos "l" (mm)	450	450	450	450	450	450			
Carga Máxima (kg-f)	3120.3	3201.9	3263.0	3344.6	4558.1	4170.6			
Posición de Fractura	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio			
Distancia entre la fractura y el apoyo más cercano "a" (mm)	-	-	-	-	-	-			
Módulo de Rotura (kg-f/cm2)	41.60	42.69	43.51	44.59	60.77	56.61			
PROMEDIO			PROMEDIO			PROMEDIO			
42.15			44.05			58.19			

FÓRMULAS	Dentro del Tercio Medio	Fuera del Tercio Medio <5%	Fuera del Tercio Medio > 5%
	$R = PL/bd^2$	$R = \frac{3Pa}{bd^2}$	Descartado



**OBSERVACIONES:**  
• Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.  
• El ensayo a la flexión se realizó sobre muestra de concreto endurecido; el reporte de resultados están en unidades de kg-f/cm2.

Elaborado por:  Jefe de Laboratorio	Revisado por:  Elmer Moreno Huaman INGENIERO CIVIL C. P. N. 210906 Ingeniero de Suelos y Pavimentos	Aprobado por:  CONTROL DE CALIDAD Control de Calidad MTL GEOTECNIA
---	--	---

LABORATORIO DE ENSAYO DE MATERIALES	<b>CERTIFICADO DE ENSAYO</b> <b>RESISTENCIA DE FLEXION DEL CONCRETO</b> <b>(VIGA SIMPLE CON CARGA A LOS TERCIOS DEL CLARO)</b>	Código	FOR-LAB-CON-003.01
		Revisión	0
		Aprobado	CC-MTL
		Fecha	8/11/2021

**LABORATORIO DE TECNOLOGÍA DEL CONCRETO**  
**NTP 339.078 - ASTM C78**

REFERENCIA : Ensayo de Tesis en Laboratorio  
AUTORES : Jean Pierre Romey Ramos Mercado y Bryan Andy Jaime Cordova  
TESIS : "DISEÑO DE VIGAS REFORZADAS CON FIBRAS DE VIDRIO Y BASALTO"  
UBICACIÓN : MZ. E2 LT.08 ASENT H. JUAN PABLO II ET. 3 ARENAL - SAN JUAN DE LURIGANCHO - LIMA - PERÚ Fecha de ensayo: 08/11/2022

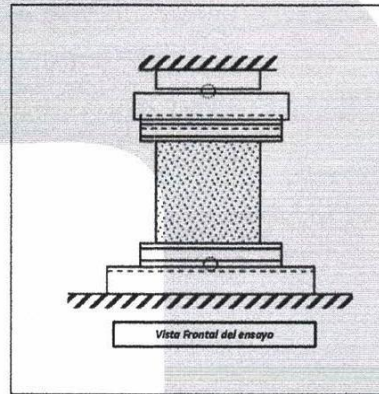
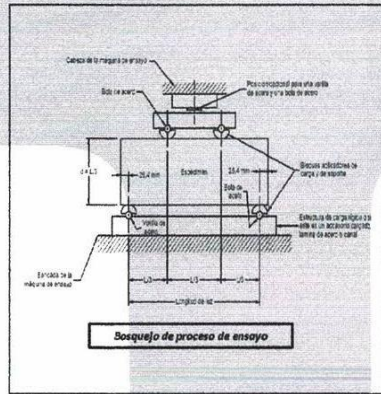
**A) INFORMACIÓN GENERAL:**

**TIPO DE MEZCLA:** CONCRETO 210 KG/CM2  
**DESCRIPCIÓN:** Resistencia a la flexión del concreto a los 28 días

**B) DATA DE ENSAYO:**

No. de Serie	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Identificación	PATRÓN 01	PATRÓN 02	Fib. de Vidrio y Basalto 2% 01	Fib. de Vidrio y Basalto 2% 02	Fib. de Vidrio y Basalto 2% 01	Fib. de Vidrio y Basalto 2% 02			
Altura "d" (mm)	150	150	150	150	150	150			
Ancho "b" (mm)	150	150	150	150	150	150			
Distancia entre apoyos "L" (mm)	450	450	450	450	450	450			
Carga Máxima (kg-f)	3813.7	3660.7	4170.6	4119.6	4864.0	4537.7			
Posición de Fractura	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio	Dentro del tercio medio			
Distancia entre la fractura y el apoyo más cercano "a" (mm)	-	-	-	-	-	-			
Módulo de Rotura (kg-f/cm <sup>2</sup> )	50.85	48.81	55.61	54.93	64.85	60.60			
PROMEDIO		PROMEDIO		PROMEDIO					
49.83		55.27		62.68					

FÓRMULAS	Dentro del Tercio Medio	Fuera del Tercio Medio <5%	Fuera del Tercio Medio > 5%
	$R = PL/bd^2$	$R = \frac{3Pa}{bd^2}$	Descartado



**OBSERVACIONES:**  
\* Prohibida la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita del área de Calidad de MTL GEOTECNIA.  
\* El ensayo a la flexión se realizó sobre muestra de concreto endurecido; el reporte de resultados están en unidades de kg-f/cm<sup>2</sup>.

Elaborado por: 	Revisado por: 	Aprobado por: 
<b>Jefe de Laboratorio</b>	<b>Ingeniero de Suelos y Pavimentos</b>	<b>Control de Calidad MTL GEOTECNIA</b>





*Foto 1: Vista panorámica de excavación de calicatas C-1 y C-2*



*Foto 2: Vista panorámica de la profundidad de 3m en la calicata C-1*





Foto 3: Cuarteo del agregado fino



Foto 4: Peso del agregado fino





Foto 5: Muestra dejada en el horno para luego determinar el contenido de humedad



Foto 6: Recojo de la muestra seca

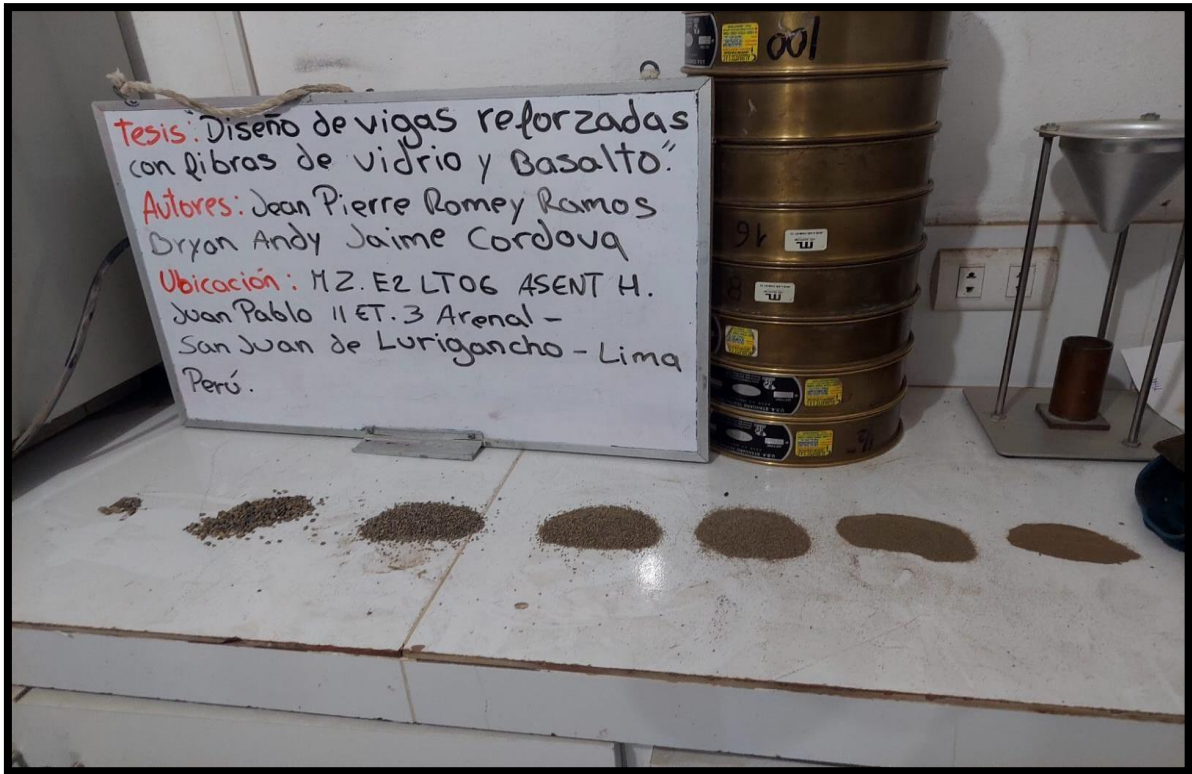


Foto 7: Análisis granulométrico del agregado fino por el método de tamizado



Foto 8: Determinación del límite plástico mediante la copa de casa grande





Foto 9: Cuarteo del agregado grueso



Foto 10: Toma de muestra representativa en la tara



Foto 11: Peso de la muestra del agregado grueso



Foto 12: Análisis granulométrico del agregado grueso por el método de tamizado





Foto 13: Ensayo a compresión de la probeta patrón a los 28 días



Foto 14: Ensayo a compresión de la probeta añadiendo 2% de fibras de vidrio y basalto a los 28 días



Foto 15: Ensayo a compresión de la probeta añadiendo 4% de fibras de vidrio y basalto a los 28 días



Foto 16: Ensayo a flexión de la viga patrón a los 28 días



Foto 17: Ensayo a flexión de la viga añadiendo 2% de fibras de vidrio y basalto a los 28 días



Foto 18: Ensayo a flexión de la viga añadiendo 4% de fibras de vidrio y basalto a los 28 días



**DECRETO SUPREMO QUE MODIFICA LA NORMA TÉCNICA E.030 "DISEÑO SISMORRESISTENTE" DEL REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, APROBADA POR DECRETO SUPREMO N° 011-2006-VIVIENDA, MODIFICADA CON DECRETO SUPREMO N° 002-2014-VIVIENDA**

**DECRETO SUPREMO  
N° 003-2016-VIVIENDA**

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Ley N° 30156, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, es competencia del Ministerio formular, normar, dirigir, coordinar, ejecutar, supervisar y evaluar las políticas nacionales y sectoriales en materia de vivienda, construcción, saneamiento, urbanismo y desarrollo urbano, bienes estatales y propiedad urbana, para lo cual dicta normas de alcance nacional y supervisa su cumplimiento;

Que, el Decreto Supremo N° 015-2004-VIVIENDA, aprobó el Índice y la Estructura del Reglamento Nacional de Edificaciones, en adelante RNE, aplicable a las Habilitaciones Urbanas y a las Edificaciones, como instrumento técnico normativo que rige a nivel nacional, el cual contempla sesenta y nueve (69) Normas Técnicas;

Que, mediante Decreto Supremo N° 011-2006-VIVIENDA, se aprobaron sesenta y seis (66) Normas Técnicas del RNE, comprendidas en el referido Índice, y se constituyó la Comisión Permanente de Actualización del RNE, encargada de analizar y formular las propuestas para la actualización de las Normas Técnicas; precisándose que a la fecha las referidas normas han sido modificadas por sendos Decretos Supremos;

Que, es preciso señalar que con los Decretos Supremos N° 001-2010-VIVIENDA y N° 017-2012-VIVIENDA, se aprobaron dos normas técnicas adicionales, de acuerdo al Índice y a la Estructura del RNE aprobado mediante Decreto Supremo N° 015-2004-VIVIENDA; y con los Decretos Supremos N° 011-2012-VIVIENDA, N° 005-2014-VIVIENDA y N° 006-2014-VIVIENDA, se incorporaron tres nuevas normas al citado cuerpo legal;

Que, con Informe N° 001-2015-CPARNE de fecha 17 de junio de 2015, el Presidente de la Comisión Permanente de Actualización del RNE, eleva la propuesta de modificación de la Norma Técnica E.030 "Diseño Sismorresistente" del RNE, aprobada con Decreto Supremo N° 011-2006-VIVIENDA, modificada con Decreto Supremo N° 002-2014-VIVIENDA; la misma que ha sido materia de evaluación y aprobación por la mencionada Comisión conforme al Acta de aprobación de la Quincuagésima Segunda Sesión de fecha 10 de junio de 2015, que forma parte del expediente correspondiente;

Que, la propuesta normativa tiene por objeto actualizar la Norma Técnica E.030 "Diseño Sismorresistente" de acuerdo con las nuevas tecnologías en sismorresistencia y los avances científicos en el campo de la sismología, a fin de disminuir la vulnerabilidad de las edificaciones nuevas, evitar las pérdidas de vidas humanas en caso de sismos y asegurar la continuidad de los servicios básicos;

Que, conforme a lo señalado por la Comisión Permanente de Actualización del RNE, corresponde disponer la modificación de la Norma Técnica a que se refiere el considerando anterior, a fin de actualizar y complementar su contenido; y,

De conformidad con lo dispuesto en el numeral 8) del artículo 118 de la Constitución Política del Perú; el numeral 3) del artículo 11 de la Ley N° 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo; la Ley N° 30156, Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento; y el Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, aprobado por Decreto Supremo N° 010-2014-VIVIENDA, modificado por el Decreto Supremo N° 006-2015-VIVIENDA;

DECRETA:

**Artículo 1.- Modificación de la Norma Técnica E.030 "Diseño Sismorresistente" del Reglamento Nacional de Edificaciones - RNE**

Modifícase la Norma Técnica E.030 "Diseño Sismorresistente" contenida en el Numeral III.2 Estructuras,

del Título III Edificaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones - RNE, aprobada por Decreto Supremo N° 011-2006-VIVIENDA, modificada con Decreto Supremo N° 002-2014-VIVIENDA, la cual forma parte integrante del presente Decreto Supremo.

**Artículo 2.- Publicación y Difusión**

Publícase el presente Decreto Supremo y la Norma Técnica a que se refiere el artículo 1 de la presente norma, en el Portal Institucional del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento ([www.vivienda.gob.pe](http://www.vivienda.gob.pe)), el mismo día de su publicación en el Diario Oficial "El Peruano", de conformidad con lo dispuesto por el Decreto Supremo N° 001-2009-JUS.

**Artículo 3.- Refrendo**

El presente Decreto Supremo es refrendado por el Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

**DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA TRANSITORIA**

**Única.- Normativa aplicable a proyectos de inversión pública y procedimientos administrativos en trámite**

Los proyectos de inversión pública que a la fecha de la entrada en vigencia del presente Decreto Supremo, cuentan con la declaratoria de viabilidad en el marco del Sistema Nacional de Inversión Pública - SNIP, y los procedimientos administrativos en los que se haya solicitado a las Municipalidades la licencia de edificación correspondiente, se rigen por la Norma Técnica E.030 "Diseño Sismorresistente" del Reglamento Nacional de Edificaciones, aprobada por Decreto Supremo N° 011-2006-VIVIENDA, modificada con Decreto Supremo N° 002-2014-VIVIENDA, hasta su conclusión.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los veintidós días del mes de enero del año dos mil dieciséis.

OLLANTA HUMALA TASSO  
Presidente de la República

FRANCISCO ADOLFO DUMLER CUYA  
Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento

**NORMA TÉCNICA E.030**

**"DISEÑO SISMORRESISTENTE"**

**ÍNDICE**

**CAPÍTULO 1. GENERALIDADES**

- 1.1 Nomenclatura
- 1.2 Alcances
- 1.3 Filosofía y Principios del Diseño Sismorresistente
- 1.4 Concepción Estructural Sismorresistente
- 1.5 Consideraciones Generales
- 1.6 Presentación del Proyecto

**CAPÍTULO 2. PELIGRO SÍSMICO**

- 2.1 Zonificación
- 2.2 Microzonificación Sísmica y Estudios de Sitio
- 2.3 Condiciones Geotécnicas
- 2.4 Parámetros de Sitio ( $S$ ,  $T_p$  y  $T_f$ )
- 2.5 Factor de Amplificación Sísmica ( $C$ )

**CAPÍTULO 3 CATEGORÍA, SISTEMA ESTRUCTURAL Y REGULARIDAD DE LAS EDIFICACIONES**

- 3.1 Categoría de las Edificaciones y Factor de Uso ( $U$ )
- 3.2 Sistemas Estructurales
- 3.3 Categoría y Sistemas Estructurales
- 3.4 Sistemas Estructurales y Coeficiente Básico de Reducción de las Fuerzas Sísmicas ( $R_o$ )
- 3.5 Regularidad Estructural
- 3.6 Factores de Irregularidad ( $I_a$ ,  $I_b$ )
- 3.7 Restricciones a la Irregularidad
- 3.8 Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas,

R



3.9 Sistemas de Aislamiento Sísmico y Sistemas de Disipación de Energía

#### CAPÍTULO 4 ANÁLISIS ESTRUCTURAL

- 4.1 Consideraciones Generales para el Análisis
- 4.2 Modelos para el Análisis
- 4.3 Estimación del Peso ( $P$ )
- 4.4 Procedimientos de Análisis Sísmico
- 4.5 Análisis Estático o de Fuerzas Estáticas Equivalentes
- 4.6 Análisis Dinámico Modal Espectral
- 4.7 Análisis Dinámico Tiempo - Historia

#### CAPÍTULO 5 REQUISITOS DE RIGIDEZ, RESISTENCIA Y DUCTILIDAD

- 5.1 Determinación de Desplazamientos Laterales
- 5.2 Desplazamientos Laterales Relativos Admisibles
- 5.3 Separación entre Edificios ( $s$ )
- 5.4 Redundancia
- 5.5 Verificación de Resistencia Última

#### CAPÍTULO 6 ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES, APÉNDICES Y EQUIPOS

- 6.1 Generalidades
- 6.2 Responsabilidad Profesional
- 6.3 Fuerzas de Diseño
- 6.4 Fuerza Horizontal Mínima
- 6.5 Fuerzas Sísmicas Verticales
- 6.6 Elementos no Estructurales Localizados en la Base de la Estructura, por Debajo de la Base y Cercos
- 6.7 Otras Estructuras
- 6.8 Diseño Utilizando el Método de los Esfuerzos Admisibles

#### CAPÍTULO 7 CIMENTACIONES

- 7.1 Generalidades
- 7.2 Capacidad Portante
- 7.3 Momento de Volteo
- 7.4 Cimentaciones sobre suelos flexibles o de baja capacidad portante

#### CAPÍTULO 8 EVALUACIÓN, REPARACIÓN Y REFORZAMIENTO DE ESTRUCTURAS

- 8.1 Evaluación de estructuras después de un sismo
- 8.2 Reparación y reforzamiento

#### CAPÍTULO 9 INSTRUMENTACIÓN

- 9.1 Estaciones Acelerométricas
- 9.2 Requisitos para su Ubicación
- 9.3 Mantenimiento
- 9.4 Disponibilidad de Datos

#### ANEXOS

##### ANEXO N° 1 ZONIFICACIÓN SISMICA

##### ANEXO N° 2 PROCEDIMIENTO SUGERIDO PARA LA DETERMINACIÓN DE LAS ACCIONES SÍSMICAS

#### CAPÍTULO 1. GENERALIDADES

##### 1.1 Nomenclatura

Para efectos de la presente Norma Técnica, se consideran las siguientes nomenclaturas:

$C$  Factor de amplificación sísmica.

$C_T$  Coeficiente para estimar el período fundamental de un edificio.

$d_i$  Desplazamientos laterales del centro de masa del nivel  $i$  en traslación pura (restringiendo los giros en planta) debido a las fuerzas  $f_i$ .

$e_i$  Excentricidad accidental en el nivel " $i$ ".

$F_i$  Fuerza sísmica horizontal en el nivel " $i$ ".

$g$  Aceleración de la gravedad.

$h_i$  Altura del nivel " $i$ " con relación al nivel del terreno.

$h_{ei}$  Altura del entrepiso " $i$ ".

$h_n$  Altura total de la edificación en metros.

$M_{\theta}$  Momento torsor accidental en el nivel " $i$ ".

$m$  Número de modos usados en la combinación modal.

$n$  Número de pisos del edificio.

$P$  Peso total de la edificación.

$P_i$  Peso del nivel " $i$ ".

$R$  Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas.

$r$  Respuesta estructural máxima elástica esperada.

$r_i$  Respuestas elásticas máximas correspondientes al modo " $i$ ".

$S$  Factor de amplificación del suelo.

$S_a$  Espectro de pseudo aceleraciones.

$T$  Período fundamental de la estructura para el análisis estático o período de un modo en el análisis dinámico.

$T_p$  Período que define la plataforma del factor  $C$ .

$T_i$  Período que define el inicio de la zona del factor  $C$  con desplazamiento constante.

$U$  Factor de uso o importancia.

$V$  Fuerza cortante en la base de la estructura.

$Z$  Factor de zona.

$R_0$  Coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas.

$I_a$  Factor de irregularidad en altura.

$I_p$  Factor de irregularidad en planta.

$f_i$  Fuerza lateral en el nivel  $i$ .

$\bar{V}_S$  Velocidad promedio de propagación de las ondas de corte.

$\bar{N}_{60}$  Promedio ponderado de los ensayos de penetración estándar.

$\bar{S}_{u}$  Promedio ponderado de la resistencia al corte en condición no drenada.

##### 1.2 Alcances

Esta Norma establece las condiciones mínimas para que las edificaciones diseñadas tengan un comportamiento sísmico acorde con los principios señalados en numeral 1.3.

Se aplica al diseño de todas las edificaciones nuevas, al reforzamiento de las existentes y a la reparación de las que resultaran dañadas por la acción de los sismos.

El empleo de sistemas estructurales diferentes a los indicados en el numeral 3.2, deberá ser aprobado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, y demostrar que la alternativa propuesta produce adecuados resultados de rigidez, resistencia sísmica y ductilidad.

Para estructuras tales como reservorios, tanques, silos, puentes, torres de transmisión, muelles, estructuras hidráulicas y todas aquellas cuyo comportamiento sísmico difiera del de las edificaciones, se podrá usar esta Norma en lo que sea aplicable.

Además de lo indicado en esta Norma, se deberá tomar medidas de prevención contra los desastres que puedan producirse como consecuencia del movimiento sísmico: tsunamis, fuego, fuga de materiales peligrosos, deslizamiento masivo de tierras u otros.

##### 1.3 Filosofía y Principios del Diseño Sismorresistente

La filosofía del Diseño Sismorresistente consiste en:

- a. Evitar pérdida de vidas humanas.
- b. Asegurar la continuidad de los servicios básicos.
- c. Minimizar los daños a la propiedad.

Se reconoce que dar protección completa frente a todos los sismos no es técnica ni económicamente factible para la mayoría de las estructuras. En concordancia con tal filosofía se establecen en la presente Norma los siguientes principios:

- a. La estructura no debería colapsar ni causar daños graves a las personas, aunque podría presentar daños importantes, debido a movimientos sísmicos calificados como severos para el lugar del proyecto.
- b. La estructura debería soportar movimientos del suelo calificados como moderados para el lugar del proyecto, pudiendo experimentar daños reparables dentro de límites aceptables.
- c. Para las edificaciones esenciales, definidas en la Tabla N° 5, se tendrán consideraciones especiales orientadas a lograr que permanezcan en condiciones operativas luego de un sismo severo.

**1.4 Concepción Estructural Sismorresistente**

Debe tomarse en cuenta la importancia de los siguientes aspectos:

- Simetría, tanto en la distribución de masas como de rigideces.
- Peso mínimo, especialmente en los pisos altos.
- Selección y uso adecuado de los materiales de construcción.
- Resistencia adecuada frente a las cargas laterales.
- Continuidad estructural, tanto en planta como en elevación.
- Ductilidad, entendida como la capacidad de deformación de la estructura más allá del rango elástico.
- Deformación lateral limitada.
- Inclusión de líneas sucesivas de resistencia (redundancia estructural).
- Consideración de las condiciones locales.
- Buena práctica constructiva y supervisión estructural rigurosa.

**1.5 Consideraciones Generales**

Toda edificación y cada una de sus partes serán diseñadas y construidas para resistir las solicitaciones sísmicas prescritas en esta Norma, siguiendo las especificaciones de las normas pertinentes a los materiales empleados.

No es necesario considerar simultáneamente los efectos de sismo y viento.

Deberá considerarse el posible efecto de los tabiques, parapetos y otros elementos adosados en el comportamiento sísmico de la estructura. El análisis, el detallado del refuerzo y anclaje deberá hacerse acorde con esta consideración.

En concordancia con los principios de diseño sismorresistente del numeral 1.3, se acepta que las edificaciones tengan incursiones inelásticas frente a solicitaciones sísmicas severas. Por tanto, las fuerzas sísmicas de diseño son una fracción de la solicitación sísmica máxima elástica.

**1.6 Presentación del Proyecto**

Los planos, memoria descriptiva y especificaciones técnicas del proyecto estructural, deberán estar firmados por el ingeniero civil colegiado responsable del diseño, quien será el único autorizado para aprobar cualquier modificación a los mismos.

Los planos del proyecto estructural deberán incluir la siguiente información:

- a. Sistema estructural sismorresistente.
- b. Período fundamental de vibración en ambas direcciones principales.
- c. Parámetros para definir la fuerza sísmica o el espectro de diseño.
- d. Fuerza cortante en la base empleada para el diseño, en ambas direcciones.

- e. Desplazamiento máximo del último nivel y el máximo desplazamiento relativo de entrepiso.
- f. La ubicación de las estaciones acelerométricas, si éstas se requieren conforme al Capítulo 9.

**CAPÍTULO 2. PELIGRO SÍSMICO**

**2.1 Zonificación**

El territorio nacional se considera dividido en cuatro zonas, como se muestra en la Figura N° 1. La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como en la información neotectónica. El Anexo N° 1 contiene el listado de las provincias y distritos que corresponden a cada zona.

**ZONAS SÍSMICAS**



**FIGURA N° 1**

A cada zona se asigna un factor Z según se indica en la Tabla N° 1. Este factor se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10 % de ser excedida en 50 años. El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad.

ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

**2.2 Microzonificación Sísmica y Estudios de Sitio**

**2.2.1 Microzonificación Sísmica**

Son estudios multidisciplinarios que investigan los efectos de sismos y fenómenos asociados como licuación

de suelos, deslizamientos, tsunamis y otros, sobre el área de interés. Los estudios suministran información sobre la posible modificación de las acciones sísmicas por causa de las condiciones locales y otros fenómenos naturales, así como las limitaciones y exigencias que como consecuencia de los estudios se considere para el diseño, construcción de edificaciones y otras obras.

Para los siguientes casos podrán ser considerados los resultados de los estudios de microzonificación correspondientes:

- Áreas de expansión de ciudades.
- Reconstrucción de áreas urbanas destruidas por sismos y fenómenos asociados.

### 2.2.2 Estudios de Sitio

Son estudios similares a los de microzonificación, aunque no necesariamente en toda su extensión. Estos estudios están limitados al lugar del proyecto y suministran información sobre la posible modificación de las acciones sísmicas y otros fenómenos naturales por las condiciones locales. Su objetivo principal es determinar los parámetros de diseño.

Los estudios de sitio deberán realizarse, entre otros casos, en grandes complejos industriales, industria de explosivos, productos químicos inflamables y contaminantes.

No se considerarán parámetros de diseño inferiores a los indicados en esta Norma.

## 2.3 Condiciones Geotécnicas

### 2.3.1 Perfiles de Suelo

Para los efectos de esta Norma, los perfiles de suelo se clasifican tomando en cuenta la velocidad promedio de propagación de las ondas de corte ( $\bar{V}_s$ ), o alternativamente, para suelos granulares, el promedio ponderado de los  $\bar{N}_{60}$  obtenidos mediante un ensayo de penetración estándar (SPT), o el promedio ponderado de la resistencia al corte en condición no drenada ( $\bar{S}_u$ ) para suelos cohesivos. Estas propiedades deben determinarse para los 30 m superiores del perfil de suelo medidos desde el nivel del fondo de cimentación, como se indica en el numeral 2.3.2.

Para los suelos predominantemente granulares, se calcula  $\bar{N}_{60}$  considerando solamente los espesores de cada uno de los estratos granulares. Para los suelos predominantemente cohesivos, la resistencia al corte en condición no drenada  $\bar{S}_u$  se calcula como el promedio ponderado de los valores correspondientes a cada estrato cohesivo.

Este método también es aplicable si se encuentran suelos heterogéneos (cohesivos y granulares). En tal caso, si a partir de  $\bar{N}_{60}$  para los estratos con suelos granulares y de  $\bar{S}_u$  para los estratos con suelos cohesivos se obtienen clasificaciones de sitio distintas, se toma la que corresponde al tipo de perfil más flexible.

Los tipos de perfiles de suelos son cinco:

#### a. Perfil Tipo $S_0$ : Roca Dura

A este tipo corresponden las rocas sanas con velocidad de propagación de ondas de corte  $\bar{V}_s$  mayor que 1500 m/s. Las mediciones deberán corresponder al sitio del proyecto o a perfiles de la misma roca en la misma formación con igual o mayor intemperismo o fracturas. Cuando se conoce que la roca dura es continua hasta una profundidad de 30 m, las mediciones de la velocidad de las ondas de corte superficiales pueden ser usadas para estimar el valor de  $\bar{V}_s$ .

#### b. Perfil Tipo $S_1$ : Roca o Suelos Muy Rígidos

A este tipo corresponden las rocas con diferentes grados de fracturación, de macizos homogéneos y los suelos muy rígidos con velocidades de propagación de onda de corte  $\bar{V}_s$ , entre 500 m/s y 1500 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- Roca fracturada, con una resistencia a la compresión no confinada  $qu$  mayor o igual que 500 kPa (5 kg/cm<sup>2</sup>).
- Arena muy densa o grava arenosa densa, con  $\bar{N}_{60}$  mayor que 50.

- Arcilla muy compacta (de espesor menor que 20 m), con una resistencia al corte en condición no drenada  $\bar{S}_u$  mayor que 100 kPa (1 kg/cm<sup>2</sup>) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.

#### c. Perfil Tipo $S_2$ : Suelos Intermedios

A este tipo corresponden los suelos medianamente rígidos, con velocidades de propagación de onda de corte  $\bar{V}_s$ , entre 180 m/s y 500 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- Arena densa, gruesa a media, o grava arenosa medianamente densa, con valores del SPT  $\bar{N}_{60}$ , entre 15 y 50.
- Suelo cohesivo compacto, con una resistencia al corte en condiciones no drenada  $\bar{S}_u$ , entre 50 kPa (0,5 kg/cm<sup>2</sup>) y 100 kPa (1 kg/cm<sup>2</sup>) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.

#### d. Perfil Tipo $S_3$ : Suelos Blandos

Corresponden a este tipo los suelos flexibles con velocidades de propagación de onda de corte  $\bar{V}_s$ , menor o igual a 180 m/s, incluyéndose los casos en los que se cimienta sobre:

- Arena media a fina, o grava arenosa, con valores del SPT  $\bar{N}_{60}$  menor que 15.
- Suelo cohesivo blando, con una resistencia al corte en condición no drenada  $\bar{S}_u$ , entre 25 kPa (0,25 kg/cm<sup>2</sup>) y 50 kPa (0,5 kg/cm<sup>2</sup>) y con un incremento gradual de las propiedades mecánicas con la profundidad.
- Cualquier perfil que no correspondan al tipo  $S_4$  y que tenga más de 3 m de suelo con las siguientes características: índice de plasticidad  $P$  mayor que 20, contenido de humedad  $\omega$  mayor que 40%, resistencia al corte en condición no drenada  $\bar{S}_u$  menor que 25 kPa.

#### e. Perfil Tipo $S_4$ : Condiciones Excepcionales

A este tipo corresponden los suelos excepcionalmente flexibles y los sitios donde las condiciones geológicas y/o topográficas son particularmente desfavorables, en los cuales se requiere efectuar un estudio específico para el sitio. Sólo será necesario considerar un perfil tipo  $S_4$  cuando el Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) así lo determine.

La Tabla N° 2 resume valores típicos para los distintos tipos de perfiles de suelo:

Tabla N° 2 CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO			
Perfil	$\bar{V}_s$	$\bar{N}_{60}$	$\bar{S}_u$
$S_0$	> 1500 m/s	-	-
$S_1$	500 m/s a 1500 m/s	> 50	> 100 kPa
$S_2$	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
$S_3$	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
$S_4$	Clasificación basada en el EMS		

### 2.3.2 Definición de los Perfiles de Suelo

Las expresiones de este numeral se aplicarán a los 30 m superiores del perfil de suelo, medidos desde el nivel del fondo de cimentación. El subíndice  $i$  se refiere a uno cualquiera de los  $n$  estratos con distintas características,  $m$  se refiere al número de estratos con suelos granulares y  $k$  al número de estratos con suelos cohesivos.

#### a. Velocidad Promedio de las Ondas de Corte, $\bar{V}_s$

La velocidad promedio de propagación de las ondas de corte se determinará con la siguiente fórmula:

$$\bar{V}_s = \frac{\sum_{i=1}^n d_i}{\sum_{i=1}^n \left( \frac{d_i}{V_{si}} \right)}$$

donde  $d_i$  es el espesor de cada uno de los  $n$  estratos y  $V_{si}$  es la correspondiente velocidad de ondas de corte (m/s).

**b. Promedio Ponderado del Ensayo Estándar de Penetración,  $\bar{N}_{60}$**

El valor  $\bar{N}_{60}$  se calculará considerando solamente los estratos con suelos granulares en los 30 m superiores del perfil:

$$\bar{N}_{60} = \frac{\sum_{i=1}^m d_i}{\sum_{i=1}^m \left( \frac{d_i}{N_{60i}} \right)}$$

Donde  $d_i$  es el espesor de cada uno de los  $m$  estratos con suelo granular y  $\bar{N}_{60}$  es el correspondiente valor corregido del SPT.

**c. Promedio Ponderado de la Resistencia al Corte en Condición no Drenada,  $\bar{S}_u$**

El valor  $\bar{S}_u$  se calculará considerando solamente los estratos con suelos cohesivos en los 30 m superiores del perfil:

$$\bar{S}_u = \frac{\sum_{i=1}^k d_i}{\sum_{i=1}^k \left( \frac{d_i}{S_{ui}} \right)}$$

Donde  $d_i$  es el espesor de cada uno de los  $k$  estratos con suelo cohesivo y  $\bar{S}_u$  es la correspondiente resistencia al corte en condición no drenada (kPa).

**Consideraciones Adicionales:**

En los casos en los que no sea obligatorio realizar un Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) o cuando no se disponga de las propiedades del suelo hasta la profundidad de 30 m, se permite que el profesional responsable estime valores adecuados sobre la base de las condiciones geotécnicas conocidas.

En el caso de estructuras con cimentaciones profundas a base de pilotes, el perfil de suelo será el que corresponda a los estratos en los 30 m por debajo del extremo superior de los pilotes.

**2.4 Parámetros de Sitio ( $S$ ,  $T_p$  y  $T_L$ )**

Deberá considerarse el tipo de perfil que mejor describa las condiciones locales, utilizándose los correspondientes valores del factor de amplificación del suelo  $S$  y de los períodos  $T_p$  y  $T_L$  dados en las Tablas N° 3 y N° 4.

ZONA	SUELO			
	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
Z <sub>4</sub>	0,80	1,00	1,05	1,10
Z <sub>3</sub>	0,80	1,00	1,15	1,20
Z <sub>2</sub>	0,80	1,00	1,20	1,40
Z <sub>1</sub>	0,80	1,00	1,60	2,00

	Perfil de suelo			
	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
T <sub>p</sub> (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T <sub>L</sub> (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

**2.5 Factor de Amplificación Sísmica (C)**

De acuerdo a las características de sitio, se define el factor de amplificación sísmica (C) por las siguientes expresiones:

$T < T_p$      $C = 2,5$

$T_p < T < T_L$      $C = 2,5 \cdot \left( \frac{T_p}{T} \right)$

$T > T_L$      $C = 2,5 \cdot \left( \frac{T_p \cdot T_L}{T^2} \right)$

T es el período de acuerdo al numeral 4.5.4, concordado con el numeral 4.6.1.

Este coeficiente se interpreta como el factor de amplificación de la aceleración estructural respecto de la aceleración en el suelo.

**CAPÍTULO 3 CATEGORÍA, SISTEMA ESTRUCTURAL Y REGULARIDAD DE LAS EDIFICACIONES**

**3.1 Categoría de las Edificaciones y Factor de Uso (U)**

Cada estructura debe ser clasificada de acuerdo con las categorías indicadas en la Tabla N° 5. El factor de uso o importancia (U), definido en la Tabla N° 5 se usará según la clasificación que se haga. Para edificios con aislamiento sísmico en la base se podrá considerar U = 1.

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A	A1: Establecimientos de salud del Sector Salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud .	Ver nota 1
	A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo tales como:  - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, locales municipales, centrales de comunicaciones. Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua.	1,5
Edificaciones Esenciales	Todas aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre, tales como instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. Se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado.	



CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas.  También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1,3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

Nota 1: Las nuevas edificaciones de categoría A1 tendrán aislamiento sísmico en la base cuando se encuentren en las zonas sísmicas 4 y 3. En las zonas sísmicas 1 y 2, la entidad responsable podrá decidir si usa o no aislamiento sísmico. Si no se utiliza aislamiento sísmico en las zonas sísmicas 1 y 2, el valor de  $U$  será como mínimo 1,5.

Nota 2: En estas edificaciones deberá proveerse resistencia y rigidez adecuadas para acciones laterales, a criterio del proyectista.

## 3.2 Sistemas Estructurales

### 3.2.1 Estructuras de Concreto Armado

Todos los elementos de concreto armado que conforman el sistema estructural sismorresistente deberán cumplir con lo previsto en el Capítulo 21 "Disposiciones especiales para el diseño sísmico" de la Norma Técnica E.060 Concreto Armado del RNE.

**Pórticos.** Por lo menos el 80 % de la fuerza cortante en la base actúa sobre las columnas de los pórticos. En caso se tengan muros estructurales, éstos deberán diseñarse para resistir una fracción de la acción sísmica total de acuerdo con su rigidez.

**Muros Estructurales.** Sistema en el que la resistencia sísmica está dada predominantemente por muros estructurales sobre los que actúa por lo menos el 70 % de la fuerza cortante en la base.

**Dual.** Las acciones sísmicas son resistidas por una combinación de pórticos y muros estructurales. La fuerza cortante que toman los muros está entre 20 % y 70 % del cortante en la base del edificio. Los pórticos deberán ser diseñados para resistir por lo menos 30 % de la fuerza cortante en la base.

**Edificaciones de Muros de Ductilidad Limitada (EMDL).** Edificaciones que se caracterizan por tener un sistema estructural donde la resistencia sísmica y de cargas de gravedad está dada por muros de concreto armado de espesores reducidos, en los que se prescinde de extremos confinados y el refuerzo vertical se dispone en una sola capa.

Con este sistema se puede construir como máximo ocho pisos.

### 3.2.2 Estructuras de Acero

Los Sistemas que se indican a continuación forman parte del Sistema Estructural Resistente a Sismos.

**Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)**  
Estos pórticos deberán proveer una significativa capacidad de deformación inelástica a través de la fluencia por flexión de las vigas y limitada fluencia en las zonas de panel de las columnas. Las columnas deberán ser diseñadas para tener una resistencia mayor que las vigas cuando estas incursionan en la zona de endurecimiento por deformación.

**Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)**

Estos pórticos deberán proveer una limitada capacidad de deformación inelástica en sus elementos y conexiones.

**Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)**

Estos pórticos deberán proveer una mínima capacidad de deformación inelástica en sus elementos y conexiones.

**Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)**

Estos pórticos deberán proveer una significativa capacidad de deformación inelástica a través de la resistencia post-pandeo en los arriostres en compresión y fluencia en los arriostres en tracción.

**Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)**

Estos pórticos deberán proveer una limitada capacidad de deformación inelástica en sus elementos y conexiones.

**Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)**

Estos pórticos deberán proveer una significativa capacidad de deformación inelástica principalmente por fluencia en flexión o corte en la zona entre arriostres.

### 3.2.3 Estructuras de Albañilería

Edificaciones cuyos elementos sismorresistentes son muros a base de unidades de albañilería de arcilla o concreto. Para efectos de esta Norma no se hace diferencia entre estructuras de albañilería confinada o armada.

### 3.2.4 Estructuras de Madera

Se consideran en este grupo las edificaciones cuyos elementos resistentes son principalmente a base de madera. Se incluyen sistemas entramados y estructuras arriostradas tipo poste y viga.

### 3.2.5 Estructuras de Tierra

Son edificaciones cuyos muros son hechos con unidades de albañilería de tierra o tierra apisonada in situ.

## 3.3 Categoría y Sistemas Estructurales

De acuerdo a la categoría de una edificación y la zona donde se ubique, ésta deberá proyectarse empleando el sistema estructural que se indica en la Tabla N° 6 y respetando las restricciones a la irregularidad de la Tabla N° 10.

Categoría de la Edificación	Zona	Sistema Estructural
A1	4 y 3	Aislamiento Sísmico con cualquier sistema estructural.
	2 y 1	Estructuras de acero tipo SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada.
A2 (*)	4, 3 y 2	Estructuras de acero tipo SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada.
	1	Cualquier sistema.



Categoría de la Edificación	Zona	Sistema Estructural
B	4, 3 y 2	Estructuras de acero tipo SMF, IMF, SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Pórticos, Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albanilería Armada o Confinada. Estructuras de madera
	1	Cualquier sistema.
C	4, 3, 2 y 1	Cualquier sistema.

(\*) Para pequeñas construcciones rurales, como escuelas y postas médicas, se podrá usar materiales tradicionales siguiendo las recomendaciones de las normas correspondientes a dichos materiales.

### 3.4 Sistemas Estructurales y Coeficiente Básico de Reducción de las Fuerzas Sísmicas ( $R_o$ )

Los sistemas estructurales se clasificarán según los materiales usados y el sistema de estructuración sismorresistente en cada dirección de análisis, tal como se indica en la Tabla N° 7.

Cuando en la dirección de análisis, la edificación presente más de un sistema estructural, se tomará el menor coeficiente  $R_o$  que corresponda.

Tabla N° 7 SISTEMAS ESTRUCTURALES	
Sistema Estructural	Coeficiente Básico de Reducción $R_o$ (*)
<b>Acero:</b>	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	6
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
<b>Concreto Armado:</b>	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
<b>Albanilería Armada o Confinada.</b>	3
<b>Madera (Por esfuerzos admisibles)</b>	7

(\*) Estos coeficientes se aplicarán únicamente a estructuras en las que los elementos verticales y horizontales permitan la disipación de la energía manteniendo la estabilidad de la estructura. No se aplican a estructuras tipo péndulo invertido.

Para construcciones de tierra debe remitirse a la Norma E.080 "Adobe" del RNE. Este tipo de construcciones no se recomienda en suelos  $S_3$ , ni se permite en suelos  $S_4$ .

### 3.5 Regularidad Estructural

Las estructuras deben ser clasificadas como regulares o irregulares para los fines siguientes:

- Cumplir las restricciones de la Tabla N° 10.
- Establecer los procedimientos de análisis.
- Determinar el coeficiente  $R$  de reducción de fuerzas sísmicas.

**Estructuras Regulares** son las que en su configuración resistente a cargas laterales, no presentan las irregularidades indicadas en las Tablas N° 8 y N° 9.

En estos casos, el factor  $I_a$  o  $I_p$  será igual a 1,0.

**Estructuras Irregulares** son aquellas que presentan una o más de las irregularidades indicadas en las Tablas N° 8 y N° 9.

### 3.6 Factores de Irregularidad ( $I_a, I_p$ )

El factor  $I_a$  se determinará como el menor de los valores de la Tabla N° 8 correspondiente a las irregularidades estructurales existentes en altura en las dos direcciones de análisis. El factor  $I_p$  se determinará como el menor de los valores de la Tabla N° 9 correspondiente a las irregularidades estructurales existentes en planta en las dos direcciones de análisis.

Si al aplicar las Tablas N° 8 y 9 se obtuvieran valores distintos de los factores  $I_a$  o  $I_p$  para las dos direcciones de análisis, se deberá tomar para cada factor el menor valor entre los obtenidos para las dos direcciones.

Tabla N° 8 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA	Factor de Irregularidad $I_a$
<b>Irregularidad de Rigidez – Piso Blando</b> Existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la distorsión de entrepiso (deriva) es mayor que 1,4 veces el correspondiente valor en el entrepiso inmediato superior, o es mayor que 1,25 veces el promedio de las distorsiones de entrepiso en los tres niveles superiores adyacentes. La distorsión de entrepiso se calculará como el promedio de las distorsiones en los extremos del entrepiso.	0,75
<b>Irregularidades de Resistencia – Piso Débil</b> Existe irregularidad de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 80 % de la resistencia del entrepiso inmediato superior.	
<b>Irregularidad Extrema de Rigidez (Ver Tabla N° 10)</b> Se considera que existe irregularidad extrema en la rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la distorsión de entrepiso (deriva) es mayor que 1,6 veces el correspondiente valor del entrepiso inmediato superior, o es mayor que 1,4 veces el promedio de las distorsiones de entrepiso en los tres niveles superiores adyacentes. La distorsión de entrepiso se calculará como el promedio de las distorsiones en los extremos del entrepiso.	0,50
<b>Irregularidad Extrema de Resistencia (Ver Tabla N° 10)</b> Existe irregularidad extrema de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 65 % de la resistencia del entrepiso inmediato superior.	
<b>Irregularidad de Masa o Peso</b> Se tiene irregularidad de masa (o peso) cuando el peso de un piso, determinado según el numeral 4.3, es mayor que 1,5 veces el peso de un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.	0,90
<b>Irregularidad Geométrica Vertical</b> La configuración es irregular cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales es mayor que 1,3 veces la correspondiente dimensión en un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.	0,90
<b>Discontinuidad en los Sistemas Resistentes</b> Se califica a la estructura como irregular cuando en cualquier elemento que resista más de 10 % de la fuerza cortante se tiene un desalineamiento vertical, tanto por un cambio de orientación, como por un desplazamiento del eje de magnitud mayor que 25 % de la correspondiente dimensión del elemento.	0,80

Tabla N° 8 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA	Factor de Irregularidad / <sub>a</sub>
<b>Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes (Ver Tabla N° 10)</b> Existe discontinuidad extrema cuando la fuerza cortante que resisten los elementos discontinuos según se describen en el ítem anterior, supere el 25 % de la fuerza cortante total.	0,60
Tabla N° 9 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA	Factor de Irregularidad / <sub>p</sub>
<b>Irregularidad Torsional</b> Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, calculado incluyendo excentricidad accidental ( $\Delta_{m\acute{a}x}$ ), es mayor que 1,2 veces el desplazamiento relativo del centro de masas del mismo entrepiso para la misma condición de carga ( $\Delta_{cm}$ ). Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50 % del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N° 11.	0,75
<b>Irregularidad Torsional Extrema (Ver Tabla N° 10)</b> Existe irregularidad torsional extrema cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio, calculado incluyendo excentricidad accidental ( $\Delta_{cm}$ ), es mayor que 1,5 veces el desplazamiento relativo del centro de masas del mismo entrepiso para la misma condición de carga ( $\Delta_{cm}$ ). Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50 % del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N° 11.	0,60
<b>Esquinas Entrantes</b> La estructura se califica como irregular cuando tiene esquinas entrantes cuyas dimensiones en ambas direcciones son mayores que 20 % de la correspondiente dimensión total en planta.	0,90
<b>Discontinuidad del Diafragma</b> La estructura se califica como irregular cuando los diafragmas tienen discontinuidades abruptas o variaciones importantes en rigidez, incluyendo aberturas mayores que 50 % del área bruta del diafragma. También existe irregularidad cuando, en cualquiera de los pisos y para cualquiera de las direcciones de análisis, se tiene alguna sección transversal del diafragma con un área neta resistente menor que 25 % del área de la sección transversal total de la misma dirección calculada con las dimensiones totales de la planta.	0,85
<b>Sistemas no Paralelos</b> Se considera que existe irregularidad cuando en cualquiera de las direcciones de análisis los elementos resistentes a fuerzas laterales no son paralelos. No se aplica si los ejes de los pórticos o muros forman ángulos menores que 30° ni cuando los elementos no paralelos resisten menos que 10 % de la fuerza cortante del piso.	0,90

### 3.7 Restricciones a la Irregularidad

#### 3.7.1 Categoría de la Edificación e Irregularidad

De acuerdo a la categoría de una edificación y la zona donde se ubique, ésta deberá proyectarse respetando las restricciones a la irregularidad de la Tabla N° 10.

Tabla N° 10 CATEGORÍA Y REGULARIDAD DE LAS EDIFICACIONES		
Categoría de la Edificación	Zona	Restricciones
A1 y A2	4, 3 y 2	No se permiten irregularidades
	1	No se permiten irregularidades extremas
B	4, 3 y 2	No se permiten irregularidades extremas
	1	Sin restricciones
C	4 y 3	No se permiten irregularidades extremas
	2	No se permiten irregularidades extremas excepto en edificios de hasta 2 pisos u 8 m de altura total
	1	Sin restricciones

#### 3.7.2 Sistemas de Transferencia

Los sistemas de transferencia son estructuras de losas y vigas que transmiten las fuerzas y momentos desde elementos verticales discontinuos hacia otros del piso inferior.

En las zonas sísmicas 4, 3 y 2 no se permiten estructuras con sistema de transferencia en los que más del 25 % de las cargas de gravedad o de las cargas sísmicas en cualquier nivel sean soportadas por elementos verticales que no son continuos hasta la cimentación. Esta disposición no se aplica para el último entrepiso de las edificaciones.

#### 3.8 Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas, R

El coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas se determinará como el producto del coeficiente  $R_0$  determinado a partir de la Tabla N° 7 y de los factores  $I_a$ ,  $I_p$  obtenidos de las Tablas N° 8 y N° 9.

$$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p$$

#### 3.9 Sistemas de Aislamiento Sísmico y Sistemas de Disipación de Energía

Se permite la utilización de sistemas de aislamiento sísmico o de sistemas de disipación de energía en la edificación, siempre y cuando se cumplan las disposiciones de esta Norma (mínima fuerza cortante en la base, distorsión de entrepiso máxima permisible), y en la medida que sean aplicables los requisitos del documento siguiente:

“Minimum Design Loads for Building and Other Structures”, ASCE/SEI 7-10, Structural Engineering Institute of the American Society of Civil Engineers, Reston, Virginia, USA, 2010.

La instalación de sistemas de aislamiento sísmico o de sistemas de disipación de energía deberá someterse a una supervisión técnica especializada a cargo de un ingeniero civil.

### CAPÍTULO 4 ANÁLISIS ESTRUCTURAL

#### 4.1 Consideraciones Generales para el Análisis

Para estructuras regulares, el análisis podrá hacerse considerando que el total de la fuerza sísmica actúa independientemente en dos direcciones ortogonales predominantes. Para estructuras irregulares deberá suponerse que la acción sísmica ocurre en la dirección que resulte más desfavorable para el diseño.

Las solicitaciones sísmicas verticales se considerarán en el diseño de los elementos verticales, en elementos horizontales de gran luz, en elementos post o pre tensados y en los voladizos o salientes de un edificio. Se considera que la fuerza sísmica vertical actúa en los elementos simultáneamente con la fuerza sísmica horizontal y en el sentido más desfavorable para el análisis.

#### 4.2 Modelos para el Análisis

El modelo para el análisis deberá considerar una distribución espacial de masas y rigideces que sean adecuadas para calcular los aspectos más significativos del comportamiento dinámico de la estructura.

Para propósito de esta Norma las estructuras de concreto armado y albañilería podrán ser analizadas considerando las inercias de las secciones brutas, ignorando la fisuración y el refuerzo.

Para edificios en los que se pueda razonablemente suponer que los sistemas de piso funcionan como diafragmas rígidos, se podrá usar un modelo con masas concentradas y tres grados de libertad por diafragma, asociados a dos componentes ortogonales de traslación horizontal y una rotación. En tal caso, las deformaciones de los elementos deberán compatibilizarse mediante la condición de diafragma rígido y la distribución en planta de las fuerzas horizontales deberá hacerse en función a las rigideces de los elementos resistentes.

Deberá verificarse que los diafragmas tengan la rigidez y resistencia, suficientes para asegurar la distribución antes mencionada, en caso contrario, deberá tomarse en cuenta su flexibilidad para la distribución de las fuerzas sísmicas.

El modelo estructural deberá incluir la tabiquería que no esté debidamente aislada.

Para los pisos que no constituyan diafragmas rígidos, los elementos resistentes serán diseñados para las fuerzas horizontales que directamente les corresponde.

En los edificios cuyos elementos estructurales predominantes sean muros, se deberá considerar un modelo que tome en cuenta la interacción entre muros en direcciones perpendiculares (muros en H, muros en T y muros en L).

#### 4.3 Estimación del Peso ( $P$ )

El peso ( $P$ ), se calculará adicionando a la carga permanente y total de la edificación un porcentaje de la carga viva o sobrecarga que se determinará de la siguiente manera:

- En edificaciones de las categorías A y B, se tomará el 50 % de la carga viva.
- En edificaciones de la categoría C, se tomará el 25 % de la carga viva.
- En depósitos, el 80 % del peso total que es posible almacenar.
- En azoteas y techos en general se tomará el 25 % de la carga viva.
- En estructuras de tanques, silos y estructuras similares se considerará el 100 % de la carga que puede contener.

#### 4.4 Procedimientos de Análisis Sísmico

Deberá utilizarse uno de los procedimientos siguientes:

- Análisis estático o de fuerzas estáticas equivalentes (numeral 4.5).
- Análisis dinámico modal espectral (numeral 4.6).

El análisis se hará considerando un modelo de comportamiento lineal y elástico con las solicitaciones sísmicas reducidas.

El procedimiento de análisis dinámico tiempo - historia, descrito en el numeral 4.7, podrá usarse con fines de verificación, pero en ningún caso será exigido como sustituto de los procedimientos indicados en los numerales 4.5 y 4.6.

#### 4.5 Análisis Estático o de Fuerzas Estáticas Equivalentes

##### 4.5.1 Generalidades

Este método representa las solicitaciones sísmicas mediante un conjunto de fuerzas actuando en el centro de masas de cada nivel de la edificación.

Podrán analizarse mediante este procedimiento todas las estructuras regulares o irregulares ubicadas en la zona sísmica 1, las estructuras clasificadas como regulares según el numeral 3.5 de no más de 30 m de altura y las estructuras de muros portantes de concreto armado y albañilería armada o confinada de no más de 15 m de altura, aun cuando sean irregulares.

##### 4.5.2 Fuerza Cortante en la Base

La fuerza cortante total en la base de la estructura, correspondiente a la dirección considerada, se determinará por la siguiente expresión:

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P$$

El valor de  $C/R$  no deberá considerarse menor que:

$$\frac{C}{R} \geq 0,125$$

#### 4.5.3 Distribución de la Fuerza Sísmica en Altura

Las fuerzas sísmicas horizontales en cualquier nivel  $i$ , correspondientes a la dirección considerada, se calcularán mediante:

$$F_i = \alpha_i \cdot V$$

$$\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)^k}$$

Donde  $n$  es el número de pisos del edificio,  $k$  es un exponente relacionado con el período fundamental de vibración de la estructura ( $T$ ), en la dirección considerada, que se calcula de acuerdo a:

- Para  $T$  menor o igual a 0,5 segundos:  $k = 1,0$ .
- Para  $T$  mayor que 0,5 segundos:  $k = (0,75 + 0,5 T) \leq 2,0$ .

#### 4.5.4 Período Fundamental de Vibración

El período fundamental de vibración para cada dirección se estimará con la siguiente expresión:

$$T = \frac{h_n}{C_T}$$

Donde:

$C_T = 35$  Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente:

- Pórticos de concreto armado sin muros de corte.
- Pórticos dúctiles de acero con uniones resistentes a momentos, sin arriostramiento.

$C_T = 45$  Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean:

- Pórticos de concreto armado con muros en las cajas de ascensores y escaleras.
- Pórticos de acero arriostrados.

$C_T = 60$  Para edificios de albañilería y para todos los edificios de concreto armado duales, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada.

Alternativamente podrá usarse la siguiente expresión:

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{\left(\sum_{i=1}^n P_i \cdot d_i^2\right)}{\left(g \cdot \sum_{i=1}^n f_i \cdot d_i\right)}}$$

Donde:

-  $f_i$  es la fuerza lateral en el nivel  $i$  correspondiente a una distribución en altura semejante a la del primer modo en la dirección de análisis.

-  $d_i$  es el desplazamiento lateral del centro de masa del nivel  $i$  en traslación pura (restringiendo los giros en planta) debido a las fuerzas  $f_i$ . Los desplazamientos se calcularán suponiendo comportamiento lineal elástico de la estructura y, para el caso de estructuras de concreto armado y de albañilería, considerando las secciones sin fisurar.

Cuando el análisis no considere la rigidez de los elementos no estructurales, el período fundamental  $T$  deberá tomarse como 0,85 del valor obtenido con la fórmula precedente.

#### 4.5.5 Excentricidad Accidental

Para estructuras con diafragmas rígidos, se supondrá que la fuerza en cada nivel ( $F$ ) actúa en el centro de masas del nivel respectivo y debe considerarse además de la excentricidad propia de la estructura el efecto de excentricidades accidentales (en cada dirección de análisis) como se indica a continuación:

a) En el centro de masas de cada nivel, además de la fuerza lateral estática actuante, se aplicará un momento torsor accidental ( $M_{ti}$ ) que se calcula como:

$$M_{ti} = \pm F_i \cdot e_i$$

Para cada dirección de análisis, la excentricidad accidental en cada nivel ( $e_i$ ), se considerará como 0,05 veces la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la dirección de análisis.

b) Se puede suponer que las condiciones más desfavorables se obtienen considerando las excentricidades accidentales con el mismo signo en todos los niveles. Se considerarán únicamente los incrementos de las fuerzas horizontales no así las disminuciones.

#### 4.5.6 Fuerzas Sísmicas Verticales

La fuerza sísmica vertical se considerará como una fracción del peso igual a  $2/3 Z \cdot U \cdot S$ .

En elementos horizontales de grandes luces, incluyendo volados, se requerirá un análisis dinámico con los espectros definidos en el numeral 4.6.2.

#### 4.6 Análisis Dinámico Modal Espectral

Cualquier estructura puede ser diseñada usando los resultados de los análisis dinámicos por combinación modal espectral según lo especificado en este numeral.

##### 4.6.1 Modos de Vibración

Los modos de vibración podrán determinarse por un procedimiento de análisis que considere apropiadamente las características de rigidez y la distribución de las masas.

En cada dirección se considerarán aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90 % de la masa total, pero deberá tomarse en cuenta por lo menos los tres primeros modos predominantes en la dirección de análisis.

##### 4.6.2 Aceleración Espectral

Para cada una de las direcciones horizontales analizadas se utilizará un espectro inelástico de pseudo-aceleraciones definido por:

$$S_a = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot g$$

Para el análisis en la dirección vertical podrá usarse un espectro con valores iguales a los  $2/3$  del espectro empleado para las direcciones horizontales.

##### 4.6.3 Criterios de Combinación

Mediante los criterios de combinación que se indican, se podrá obtener la respuesta máxima elástica esperada ( $r$ ) tanto para las fuerzas internas en los elementos componentes de la estructura, como para los parámetros globales del edificio como fuerza cortante en la base, cortantes de entrepiso, momentos de volteo, desplazamientos totales y relativos de entrepiso.

La respuesta máxima elástica esperada ( $r$ ) correspondiente al efecto conjunto de los diferentes modos de vibración empleados ( $r_i$ ) podrá determinarse

usando la combinación cuadrática completa de los valores calculados para cada modo.

$$r = \sqrt{\sum \sum r_i \rho_{ij} r_j}$$

Donde  $r$  representa las respuestas modales, desplazamientos o fuerzas. Los coeficientes de correlación están dados por:

$$\rho_{ij} = \frac{8\beta^2(1+\lambda)\lambda^{3/2}}{(1-\lambda^2)^2 + 4\beta^2\lambda(1+\lambda)^2} \quad \lambda = \frac{\omega_j}{\omega_i}$$

$\beta$ , fracción del amortiguamiento crítico, que se puede suponer constante para todos los modos igual a 0,05

$\omega_i, \omega_j$  son las frecuencias angulares de los modos  $i, j$

Alternativamente, la respuesta máxima podrá estimarse mediante la siguiente expresión.

$$r = 0,25 \cdot \sum_{i=1}^m |r_i| + 0,75 \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^m r_i^2}$$

#### 4.6.4 Fuerza Cortante Mínima

Para cada una de las direcciones consideradas en el análisis, la fuerza cortante en el primer entrepiso del edificio no podrá ser menor que el 80 % del valor calculado según el numeral 4.5 para estructuras regulares, ni menor que el 90 % para estructuras irregulares.

Si fuera necesario incrementar el cortante para cumplir los mínimos señalados, se deberán escalar proporcionalmente todos los otros resultados obtenidos, excepto los desplazamientos.

#### 4.6.5 Excentricidad Accidental (Efectos de Torsión)

La incertidumbre en la localización de los centros de masa en cada nivel, se considerará mediante una excentricidad accidental perpendicular a la dirección del sismo igual a 0,05 veces la dimensión del edificio en la dirección perpendicular a la dirección de análisis. En cada caso deberá considerarse el signo más desfavorable.

#### 4.7 Análisis Dinámico Tiempo - Historia

El análisis dinámico tiempo - historia podrá emplearse como un procedimiento complementario a los especificados en los numerales 4.5 y 4.6.

En este tipo de análisis deberá utilizarse un modelo matemático de la estructura que considere directamente el comportamiento histerético de los elementos, determinándose la respuesta frente a un conjunto de aceleraciones del terreno mediante integración directa de las ecuaciones de equilibrio.

##### 4.7.1 Registros de Aceleración

Para el análisis se usarán como mínimo tres conjuntos de registros de aceleraciones del terreno, cada uno de los cuales incluirá dos componentes en direcciones ortogonales.

Cada conjunto de registros de aceleraciones del terreno consistirá en un par de componentes de aceleración horizontal, elegidas y escaladas de eventos individuales. Las historias de aceleración serán obtenidas de eventos cuyas magnitudes, distancia a las fallas, y mecanismos de fuente sean consistentes con el máximo sismo considerado. Cuando no se cuente con el número requerido de registros apropiados, se podrán usar registros simulados para alcanzar el número total requerido.

Para cada par de componentes horizontales de movimiento del suelo, se construirá un espectro de pseudo aceleraciones tomando la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados (SRSS) de los valores espectrales calculados para cada componente por separado, con 5 % de amortiguamiento. Ambas componentes se escalarán por un mismo factor, de modo que en el rango de períodos entre  $0,2 T$  y  $1,5 T$  (siendo  $T$  el período fundamental),



el promedio de los valores espectrales SRSS obtenidos para los distintos juegos de registros no sea menor que la ordenada correspondiente del espectro de diseño, calculada según el numeral 4.6.2 con  $R = 1$ .

Para la generación de registros simulados deberán considerarse los valores de  $C$ , definidos en el numeral 2.5, excepto para la zona de períodos muy cortos ( $T < 0,2 T_p$ ) en la que se considerará:

$$T < 0,2 T_p \quad C = 1 + 7,5 \cdot \left(\frac{T}{T_p}\right)$$

**4.7.2 Modelo para el Análisis**

El modelo matemático deberá representar correctamente la distribución espacial de masas en la estructura.

El comportamiento de los elementos será modelado de modo consistente con resultados de ensayos de laboratorio y tomará en cuenta la fluencia, la degradación de resistencia, la degradación de rigidez, el estrechamiento de los lazos histeréticos, y todos los aspectos relevantes del comportamiento estructural indicado por los ensayos.

La resistencia de los elementos será obtenida en base a los valores esperados sobre resistencia del material, endurecimiento por deformación y degradación de resistencia por la carga cíclica.

Se permite suponer propiedades lineales para aquellos elementos en los que el análisis demuestre que permanecen en el rango elástico de respuesta.

Se admite considerar un amortiguamiento viscoso equivalente con un valor máximo del 5 % del amortiguamiento crítico, además de la disipación resultante del comportamiento histerético de los elementos.

Se puede suponer que la estructura está empotrada en la base, o alternativamente considerar la flexibilidad del sistema de cimentación si fuera pertinente.

**4.7.3 Tratamiento de Resultados**

En caso se utilicen por lo menos siete juegos de registros del movimiento del suelo, las fuerzas de diseño, las deformaciones en los elementos y las distorsiones de entrepiso se evaluarán a partir de los promedios de los correspondientes resultados máximos obtenidos en los distintos análisis. Si se utilizaran menos de siete juegos de registros, las fuerzas de diseño, las deformaciones y las distorsiones de entrepiso serán evaluadas a partir de los máximos valores obtenidos de todos los análisis.

Las distorsiones máximas de entrepiso no deberán exceder de 1,25 veces de los valores indicados en la Tabla N° 11.

Las deformaciones en los elementos no excederán de 2/3 de aquellas para las que perderían la capacidad portante para cargas verticales o para las que se tendría una pérdida de resistencia en exceso a 30 %.

Para verificar la resistencia de los elementos se dividirán los resultados del análisis entre  $R = 2$ , empleándose las normas aplicables a cada material.

**CAPÍTULO 5 REQUISITOS DE RIGIDEZ, RESISTENCIA Y DUCTILIDAD**

**5.1 Determinación de Desplazamientos Laterales**

Para estructuras regulares, los desplazamientos laterales se calcularán multiplicando por 0,75  $R$  los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico con las solicitaciones sísmicas reducidas. Para estructuras irregulares, los desplazamientos laterales se calcularán multiplicando por  $R$  los resultados obtenidos del análisis lineal elástico.

Para el cálculo de los desplazamientos laterales no se considerarán los valores mínimos de  $C/R$  indicados en el numeral 4.5.2 ni el cortante mínimo en la base especificado en el numeral 4.6.4.

**5.2 Desplazamientos Laterales Relativos Admisibles**

El máximo desplazamiento relativo de entrepiso, calculado según el numeral 5.1, no deberá exceder la

fracción de la altura de entrepiso (distorsión) que se indica en la Tabla N° 11.

Tabla N° 11 LÍMITES PARA LA DISTORSIÓN DEL ENTREPISO	
Material Predominante	$(\Delta_r / h_{ei})$
Concreto Armado	0,007
Acero	0,010
Albañilería	0,005
Madera	0,010
Edificios de concreto armado con muros de ductilidad limitada	0,005

Nota: Los límites de la distorsión (deriva) para estructuras de uso industrial serán establecidos por el proyectista, pero en ningún caso excederán el doble de los valores de esta Tabla.

**5.3 Separación entre Edificios (s)**

Toda estructura debe estar separada de las estructuras vecinas, desde el nivel del terreno natural, una distancia mínima  $s$  para evitar el contacto durante un movimiento sísmico.

Esta distancia no será menor que los 2/3 de la suma de los desplazamientos máximos de los edificios adyacentes ni menor que:

$$s = 0,006 h \geq 0,03 \text{ m}$$

Donde  $h$  es la altura medida desde el nivel del terreno natural hasta el nivel considerado para evaluar  $s$ .

El edificio se retirará de los límites de propiedad adyacentes a otros lotes edificables, o con edificaciones, distancias no menores de 2/3 del desplazamiento máximo calculado según el numeral 5.1 ni menores que  $s/2$  si la edificación existente cuenta con una junta sísmica reglamentaria.

En caso de que no exista la junta sísmica reglamentaria, el edificio deberá separarse de la edificación existente el valor de  $s/2$  que le corresponde más el valor  $s/2$  de la estructura vecina.

**5.4 Redundancia**

Cuando sobre un solo elemento de la estructura, muro o pórtico, actúa una fuerza de 30 % o más del total de la fuerza cortante horizontal en cualquier entrepiso, dicho elemento deberá diseñarse para el 125 % de dicha fuerza.

**5.5 Verificación de Resistencia Última**

En caso se realice un análisis de la resistencia última se podrá utilizar las especificaciones del ASCE/SEI 41 SEISMIC REHABILITATION OF EXISTING BUILDINGS. Esta disposición no constituye una exigencia de la presente Norma.

**CAPÍTULO 6 ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES, APÉNDICES Y EQUIPOS**

**6.1 Generalidades**

Se consideran como elementos no estructurales aquellos que, estando conectados o no al sistema resistente a fuerzas horizontales, aportan masa al sistema pero su aporte a la rigidez no es significativo.

Para los elementos no estructurales que estén unidos al sistema estructural sismorresistente y deban acompañar la deformación de la estructura deberá asegurarse que en caso de falla no causen daños.

Dentro de los elementos no estructurales que deben tener adecuada resistencia y rigidez para acciones sísmicas se incluyen:

- Cercos, tabiques, parapetos, paneles prefabricados.
- Elementos arquitectónicos y decorativos entre ellos cielos rasos, enchapes.





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, ROBERT WILFREDO SIGÜENZA ABANTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA ESTE, asesor de Tesis titulada: "Diseño De Vigas Reforzadas Con Fibra De Vidrio Y Basalto, Para Mejorar La Resistencia del Domicilio Unifamiliar, Juan Pablo, 2022.", cuyos autores son JAIME CORDOVA BRYAN ANDY, RAMOS MERCADO JEAN PIERRE ROMÉY, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 22.00%, 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.

LIMA, 06 de Diciembre del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
ROBERT WILFREDO SIGÜENZA ABANTO <b>DNI:</b> 42203191 <b>ORCID:</b> 0000-0001-8850-8463	Firmado electrónicamente por: RSIGUENZA el 17- 12-2022 12:24:06

Código documento Trilce: TRI - 0476273