

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI**

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INGENIERÍA CIVIL**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



---

**“Evaluación y Análisis del Reforzamiento de elementos estructurales con CFRP y Encamisado en los pabellones I y II de la Universidad Nacional de Ucayali”**

---

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

**PUCALLPA - PERÚ**

**2022**

## INDICE DE CONTENIDO

1. GENERALIDADES .....	7
1.1. Título de la Investigación. ....	7
1.2. Tesistas .....	7
1.3. Año Cronológico .....	7
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	7
2.1. Descripción y fundamentación del problema .....	7
2.2. Formulación del problema.....	8
2.2.1. Problema General .....	8
2.2.2. Problemas Específicos .....	8
2.3. Objetivos.....	8
2.3.1. Objetivo General.....	8
2.3.2. Objetivos Específicos .....	9
2.4. Justificación e Importancia .....	9
2.5. Limitaciones y Alcances.....	10
2.6. Hipótesis .....	11
2.6.1. Hipótesis General.....	11
2.6.2. Hipótesis Específicas .....	11

2.7.	Sistemas de Variables – Dimensiones e Indicadores.....	11
2.7.1.	Variable Independiente .....	11
2.7.2.	Variable Dependiente .....	11
2.8.	Definición operacional de variables, dimensiones e indicadores .....	12
3.	MARCO TEORICO.....	13
3.1.	Antecedentes.....	13
3.1.1.	Antecedentes Internacionales .....	13
3.1.2.	Antecedentes Nacionales .....	14
3.1.3.	Antecedentes Locales .....	15
3.2.	Bases Teóricas .....	16
3.2.1.	Identificación y evaluación preliminar .....	16
3.2.2.	Daños estructurales .....	17
3.2.3.	Daños no estructurales .....	17
3.2.4.	Evaluación y análisis estructural.....	18
3.2.5.	Métodos de reforzamiento estructural .....	18
3.2.5.1.	Reforzamiento para flexión .....	19
3.2.5.2.	Reforzamiento para cortante.....	20
3.2.5.3.	Reforzamiento para Carga Axial .....	20

3.2.5.4. Reforzamiento ante Cargas laterales .....	20
3.3. Definición de términos básicos.....	21
4. METODOLOGÍA O MARCO METODOLÓGICO .....	24
4.1. Tipo y nivel de investigación.....	24
4.1.1. Tipo de investigación .....	24
4.1.2. Nivel de investigación .....	24
4.2. Diseño de la investigación – Esquema de la Investigación .....	25
4.3. Determinación del universo/población .....	26
4.4. Muestra .....	26
4.5. Técnicas de recolección y tratamiento de datos.....	27
4.5.1. Fuentes, Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	27
4.5.2. tratamiento de datos .....	27
4.5.2.1. Procesamiento y presentación de datos .....	28
4.5.2.2. Mecanismos para el análisis e interpretación de resultados ...	28
5. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS Y PRESUPUESTALES .....	29
5.1. Potencia Humano.....	29
5.2. Recursos Materiales .....	29
5.3. Recursos Financieros.....	29

5.4. Cronograma de Gantt .....	29
5.5. Presupuesto .....	30
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	31
ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA .....	33

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Definición operacional de variables, dimensiones e indicadores .....	12
<b>Tabla 2</b> Cronograma de Gantt.....	29

## **1. GENERALIDADES**

### **1.1. Título de la Investigación.**

Evaluación y Análisis del Reforzamiento de Elementos Estructurales con CFRP y Encamisado en los Pabellones I y II de la Universidad Nacional de Ucayali.

### **1.2. Tesistas**

### **1.3. Año Cronológico**

2022

## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

### **2.1. Descripción y fundamentación del problema**

Existen edificaciones esenciales antiguas en la Universidad Nacional de Ucayali, que llevan más de 25 años de servicio, cumpliendo con “aparente” eficiencia las demandas de los usuarios universitarios, pero es de suma importancia reconocer que dichas edificaciones son vulnerables frente a un evento sísmico de gran escala.

Durante este tiempo de servicio, las normativas de diseño sismo resistente han cambiado continuamente, por los constantes movimientos telúricos, no solo eso, sino también el mapa de zonificación sísmica ha dado realce y una recategorización de su peligrosidad según la región en donde se construye. Los pabellones N°1 y N°2 en la Universidad Nacional de Ucayali son edificaciones esenciales de categoría A2 por lo tanto su uso debe estar a la disponibilidad de refugio frente a cualquier desastre.

Con anterioridad ya se demostró que los sistemas de reforzamiento estructural es una vía segura de aumentar las propiedades mecánicas en los elementos estructurales, ya sea por su cambio de uso o por su adecuación a las normativas vigente (E-030).

## **2.2. Formulación del problema**

### **2.2.1. Problema General**

¿De qué manera influirá el reforzamiento de elementos estructurales en los Pabellones I y II de la Universidad Nacional de Ucayali para su adecuación a la normativa vigente?

### **2.2.2. Problemas Específicos**

- ¿Con el estudio de la información recabada y el análisis estructural de los pabellones I y II de la universidad nacional de Ucayali se podrán detectar los elementos estructurales a reforzar?
- ¿El reforzamiento estructural con CFRP es el adecuado para vigas, columnas y losas de los Pabellones I y II de la universidad nacional de Ucayali?
- ¿El reforzamiento estructural por Encamisado es el adecuado para la cimentación del Pabellón I y II de la universidad nacional de Ucayali?

## **2.3. Objetivos**

### **2.3.1. Objetivo General**

Evaluar y analizar el reforzamiento estructural de los Pabellones I y II de la Universidad Nacional de Ucayali, con la finalidad de extender la vida útil de dichas edificaciones y no pongan en riesgo las vidas humanas.



### **2.3.2. *Objetivos Específicos***

- Diagnosticar el estado actual de los pabellones I y II de la universidad nacional de Ucayali mediante Inspección visual, pruebas con esclerómetro, ensayos de carbonatación y análisis estructural.
- Comprobar si es posible reforzar las vigas, columnas y losas de los pabellones I y II de la Universidad Nacional de Ucayali con CFRP.
- Comprobar si es posible reforzar la cimentación de los pabellones I y II de la Universidad Nacional de Ucayali por Encamisado.

### **2.4. Justificación e Importancia**

Ubicado en el cinturón circumpacífico, una de las zonas sísmicas más activas de la Tierra, el Perú se ve constantemente afectado por la actividad sísmica provocada por la Placa de Nazca y la subducción de la Placa Sudamericana. La ciudad de Pucallpa se encuentra ubicado en el departamento de Ucayali y por su localización por la norma peruana Sismorresistente NTE.E.030 2018 se atribuye una clasificación de zona 2, presentando esta zona aceleraciones (0.25g).

La infraestructura universitaria es una de las principales prioridades dentro de la Universidad Nacional de Ucayali debido a su comportamiento frente a eventos sísmicos y otros fenómenos naturales de las que dependen la vida y la seguridad de muchos estudiantes y profesores.

Según la metodología empleada (modelo italiano de Benedetti y Petrini ) en la Tesis “EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD SÍSMICA DE LOS PABELLONES DE AULAS N°1 Y N°2 DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI” ,se concluyó que ambos Pabellones de Aulas en las direcciones y (tipología de Albañilería) y x (tipología

de Concreto armado) tienen vulnerabilidad sísmica alta, por ese motivo el reforzamiento es clave, por lo tanto la presente tesis busca evaluar y analizar el reforzamiento estructural de los Pabellones I y II de la Universidad Nacional de Ucayali empleando dos sistemas de refuerzo.

Mediante el reforzamiento estructural por CFRP y Encamisado permitirá dotar de propiedades físicas y mecánicas a los elementos estructurales de los pabellones I y II, su incorporación segura a los parámetros sísmicos establecidos en el reglamento E-030 2018.

## **2.5. Limitaciones y Alcances**

- La investigación está limitada a la Evaluación y Análisis Del Reforzamiento de elementos estructurales con CFRP Y Encamisado en Los Pabellones I y II de la Universidad Nacional De Ucayali.
- El periodo de tiempo de recolección de la información, proyectos anteriores sobre reforzamiento estructural y distinta bibliografía experimental.
- Los gastos derivados de esta investigación serán asumidos en lo posible por los tesisistas.
- Base de datos sobre planos, memoria de cálculo de los pabellones I y II de la Universidad Nacional de Ucayali, debido a la antigüedad de su ejecución.
- Los ensayos destructivos y no destructivos para la investigación, estarán limitados por la autorización de la Universidad Nacional de Ucayali.

## **2.6. Hipótesis**

### ***2.6.1. Hipótesis General***

La evaluación y análisis del reforzamiento estructural con CFRP y encamisado, garantizarán el buen desempeño estructural frente a eventos sísmicos y la prolongación de la vida útil de los pabellones I y II de la Universidad Nacional de Ucayali.

### ***2.6.2. Hipótesis Específicas***

- La Inspección visual, Pruebas con esclerómetro, ensayos de carbonatación y análisis estructural, permitirán Diagnosticar el estado actual de los pabellones I y II de la universidad nacional de Ucayali.
- Usando el reforzamiento con CFRP es posible reforzar las vigas, columnas y losas de los pabellones I y II de la universidad nacional de Ucayali con CFRP debido a su amplia gama de aplicaciones.
- Usando el encamisado en concreto armado es posible reforzar la cimentación de los pabellones I y II de la universidad nacional de Ucayali por Encamisado.

## **2.7. Sistemas de Variables – Dimensiones e Indicadores**

### ***2.7.1. Variable Independiente***

Evaluación y análisis del reforzamiento estructural con CFRP y Encamisado.

### ***2.7.2. Variable Dependiente***

Buen desempeño estructural de los pabellones I y II de la Universidad Nacional de Ucayali.

## 2.8. Definición operacional de variables, dimensiones e indicadores

**Tabla 1**

*Definición operacional de variables, dimensiones e indicadores*

Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Hipótesis General:	<b>V.I.</b>		Normas E-060, E-030, E020	
La evaluación y análisis del reforzamiento estructural con CFRP y encamisado, garantizarán el buen desempeño estructural frente a eventos sísmicos y la prolongación de la vida útil de los pabellones I y II de la Universidad Nacional de Ucayali.	Evaluación y análisis del reforzamiento estructural con CFRP y Encamisado	Estado estructural actual. Calidad estructural. Soporte de carga.	ACI 318-14, ACI 437R-03. Capacidad Portante Resistencia a la compresión del concreto. Propiedades físicas del concreto endurecido.	$f'_c$ $f'_y$ $f_m$ $\sigma_l$ $d_f$ $I_a$ $I_\rho$
	<b>V.D.</b>	Comportamiento sísmico	Irregularidad estructural Derivas	

Fuente: Elaboración propia 2022

### **3. MARCO TEORICO**

#### **3.1. Antecedentes**

##### ***3.1.1. Antecedentes Internacionales***

(Maldonado & Duran, 2013) en la investigación de Metodologías para Evaluación y Reforzamiento Estructural de Edificios de Hormigón Armado Mediante Muros de corte y Fibras de Carbono en Ecuador, buscó diagnosticar el confiable estado que se encuentran las estructuras evaluadas, ya que dentro la disciplina de la ingeniería estructural, la evaluación de estructuras es un tema de gran importancia en la actualidad. Debido al alto crecimiento de la industria de la construcción en las últimas décadas, los daños provocados por desastres naturales, el deterioro de los elementos estructurales, los errores en diseño o construcción.

(Ramirez & Isaza, 2015) realizaron el diseño de un reforzamiento estructural para el mejoramiento de una vivienda en estado de vulnerabilidad en el barrio Monteblanco en la localidad de Usme en Bogotá, Colombia, para poder determinar el grado de vulnerabilidad, analizar el comportamiento que tienen los diferentes elementos estructurales, y a la vez diseñar un reforzamiento estructural de la vivienda analizada que cumpla con lo establecido por la NSR-10. Se obtuvo como resultado que el grado de vulnerabilidad de la vivienda escogida no es estable ni segura para vivir en ella, a la vez se planteó un diseño de reforzamiento estructural.

(Moncayo Theurer, 2016, págs. 57-62) en su investigación, las fibras de carbono como una alternativa para reforzamiento de estructuras en la ciudad de Mérida, México; refieren el encamisado de concreto o con perfiles de acero y refuerzo mediante placas de acero son las técnicas más frecuentes para el reforzamiento de estructuras y que a la actualidad la fibra de carbono es una técnica innovadora de materiales compuestos. Concluye

que la fibra de carbono es la manera más práctica de restaurar la capacidad de una estructura ya que cuenta con características excelentes para la asimilación de esfuerzos y es poco vulnerable a ataques externos.

### ***3.1.2. Antecedentes Nacionales***

(Ramos, 2019), Desarrolló su investigación verificando el estado estructural actual de la edificación Multifamiliar Ruth, ubicada en el distrito de Santiago de Surco, Lima, con el objetivo de determinar el sistema estructural más adecuado para reforzar la estructura existente para soportar 2 niveles más, cuya investigación fue de tipo descriptiva y de acuerdo a los datos del trabajo presentado, se analizó el comportamiento de las estructuras para buscar las alternativas de sistemas estructurales para reforzamiento y ampliación. Los resultados y conclusiones obtenidos en cuanto a la evaluación se determinaron que la estructura existente los elementos estructurales, tanto vigas, columnas y muros se encuentran en buen estado estructural sin daños ni fisuras. Pero solo cuenta con muros de soga en el eje Y, y ningún muro en el eje X, le falta rigidez en dicho eje y los desplazamientos en el eje X superan el valor de distorsión máxima requerido en la norma E-030. Es por ello que se concluyó que la edificación no es sismo resistente.

(Perez, 2020), En su investigación referente al Reforzamiento y Diseño Estructural de una Edificación de Albañilería Confinada para Ampliación de Niveles en el distrito de Carabayllo Departamento de Lima, procura determinar las zonas frágiles de la vivienda en estudio, para aplicar el reforzamiento estructural con el fin de ampliar una vivienda a 5 niveles que inicialmente fue diseñada para 3 niveles, a la vez que sea resistente al sismo y que perdure en el tiempo, concluyendo que, después de analizar las ecuaciones extraídas de la norma americana ACI 440.2R-08 el reforzamiento solo necesitará 1 capa lo mismo que se muestra en capítulo IV diseño, de la página 139-144, en estas partes se corrobora el

diseño, que es compatible para el reforzamiento con tela de fibra de carbono, en el sistema de albañilería confinada para la vivienda en estudio.

(Cutti, 2015), Propone en su investigación de tipo aplicativo y nivel descriptiva y explicativa, determinar la influencia del uso de las fibras de carbono en el reforzamiento exterior de una viga peraltada tras el incremento de cargas en una edificación de la ciudad de Lircay, Huancavelica. La investigación emplea el diseño cuasi experimental con post test y grupos intactos a dos vigas rectangulares de concreto ( $L=69\text{cm}$   $A=15,50\text{cm}$   $E=15,45\text{cm}$ ), una con reforzamiento y otra sin reforzamiento, la evaluación se realizó según norma ACI 440.2R-08 del Instituto Americano de Concreto. Los resultados demuestran que el uso de fibras de carbono SIKACARBODUR S 1012 y el epóxido SIKADUR 30 en la viga permite incrementar su resistencia en 1000Kg. Las desventajas son los costos del material de fibra de carbono por la mano de obra calificada. Las ventajas refieren al método de diseño no es exclusivo para edificaciones sino para estructuras en general, el impacto visual del elemento reforzado, no modifica ni incrementa el área de la sección reforzada evitando carga muerta, resistencia atracción facilidad de colocación.

### ***3.1.3. Antecedentes Locales***

En la región Ucayali, no se referencia investigaciones relacionadas al reforzamiento estructural de edificaciones locales, por cuanto solo se tomará en cuenta el trabajo de Baca (2015), que en su trabajo realizado para la elaboración del expediente técnico de ampliación y reforzamiento estructural de pabellón de aulas – SENATI, donde describe los trabajos realizados para evaluar, y proyectar la ampliación del tercer piso así como el sistema de refuerzo para el edificio ampliado correspondientes al pabellón de aula y talleres de la institución SENATI en la ciudad de PUCALLPA, cuyo objetivo fue mejorar el

comportamiento estructural y sismorresistente de la edificación existente y de las nuevas cargas provenientes de la ampliación ligera en el 3er nivel .

### **3.2. Bases Teóricas**

#### ***3.2.1. Identificación y evaluación preliminar***

El primer paso para plantear la posible reparación o reforzamiento de los pabellones de aulas I, II y rectorado de la Universidad Nacional de Ucayali, es el reconocimiento de los daños que pueda tener la estructura, además de identificar los daños se debe hacer un modelamiento estructural de las edificaciones, como también determinar el tipo de estructuración, albañilería confinada, concreto armado, sistema dual. La información que con esto se pueda reunir servirá de apoyo para definir cuál de estas actividades siguientes se tomaran en cuenta:

- a) Evaluación preliminar, que permita definir si se requiere demolición inmediata.
- b) Determinación de la estrategia y detalles de rehabilitación temporal.

De no haber necesidad de demolición, se debe tener una información completa producto de la evaluación preliminar y las zonas donde se deben colocar anclajes de sostenimiento para el posterior refuerzo. También existe métodos que no requieren anclaje de sostenimiento, rápido, práctico y que no genera residuos. La inspección preliminar está orientada a la observación y medición de los daños estructurales que existan, también nos sirve para determinar la metodología o sistema estructural de la que está compuesta, para después realizar los análisis estructuras respectivos. Para sistematizar el acopio de información, es indispensable el uso de formas prediseñadas para tal efecto, estas formas deben incluir los siguientes conceptos:



- a) Identificación de la edificación
- b) Identificación del sistema estructural
- c) Identificación de daños de elementos estructurales
- d) Identificación de daños de elementos no estructurales
- e) Identificación de problemas de estructuración
- f) Identificación de problemas en la cimentación

### **3.2.2. Daños estructurales**

Se resume los daños más comunes que ocurren en los pabellones de aulas I, II de la Universidad Nacional de Ucayali, para poder observarlos en la estructura real e identificarlos rápidamente. Los daños se han clasificado por tipo de elemento estructural, indicándose también la causa principal de los mismos (Perez, 2020).

- a) Daño en vigas.
- b) Daño en Nudos de vigas-cadenas-pilares.
- c) Daños en losas.
- d) Daños en columnas-muros.

### **3.2.3. Daños no estructurales**

Los daños no estructurales más comunes ocurren debido a una mala unión de los elementos, o por haber sido colocados en posiciones inadecuadas, también pueden ocurrir por la mala calidad de los mismos (Perez, 2020).

Los daños más comunes son:

- a) Aplastamiento de las uniones entre la estructura y los elementos divisorios.
- b) Agrietamiento de los elementos divisorios de mampostería.
- c) Rotura de vidrios.

- d) Desprendimiento de aplanados, recubrimientos y elementos de fachada.
- e) Desprendimiento de luminarias.
- f) Rotura de tuberías e instalaciones diversas.

#### ***3.2.4. Evaluación y análisis estructural***

Se realizará una pre-evaluación estructural si, durante la evaluación preliminar, se determina que un miembro existente, porciones de una estructura, o toda la estructura muestra signos de deterioro estructural deficiencia, o comportamiento que es inconsistente con el disponible, documentos de diseño, en efecto en el momento de la construcción. Si lo determina la evaluación estructural, si la consistencia de una estructura no está en peligro, el análisis estructural no es requerido.

Se realizará una evaluación estructural cuando haya una razón para cuestionar la fuerza de diseño del miembro o estructura e información insuficiente está disponible para determinar si un miembro, parte o toda la estructura existente es capaz de soportar cargas de diseño existentes o nuevas. Si la fortaleza de una estructura no está en duda, las mejoras a la fuerza, capacidad de servicio, durabilidad el rendimiento de una estructura puede completarse sin realizar una evaluación estructural. Cuando se requieren reparaciones en un elemento de una estructura, se determinará si elementos similares a lo largo de la estructura también requiere evaluación.

#### ***3.2.5. Métodos de reforzamiento estructural***

La reparación de una estructura existente se puede lograr mejorando el comportamiento global de la estructura al agregar nuevos miembros estructurales que actúan integralmente con el sistema estructural. La reparación también se puede lograr mejorando el comportamiento de los miembros existentes que incorporan reparación materiales o

sistemas. El intercambio de carga y la transferencia de carga deben existir entre estructura existente y los nuevos miembros para que la ruta de carga y distribución de la fuerza asumida puede ocurrir. Los efectos de agregar nuevos miembros, se debe considerar la rigidez global y la distribución de la fuerza.

El diseño del sistema de reparación debería considerar conexiones de nuevos miembros a la estructura existente. Conexiones de nuevos miembros debe diseñarse para transferir el diseño fuerzas entre nuevos miembros y la estructura existente. Es posible que los nuevos miembros deban separarse de los adyacentes miembros existentes para evitar o minimizar la interacción que puede provocar daños en las partes adyacentes de la estructura. La transferencia de fuerzas entre miembros nuevos y existentes debería no comprometer el rendimiento de las estructuras estructurales existentes sistema (Perez, 2020).

#### ***3.2.5.1. Reforzamiento para flexión***

Se denomina flexión al tipo de deformación que presenta un elemento estructural alargado en una dirección perpendicular a su eje longitudinal. El término "alargado" se aplica cuando una dimensión es dominante frente a las otras. Un caso típico son las vigas, que están diseñadas para trabajar principalmente por tracción. Igualmente, el concepto de flexión se extiende a elementos estructurales superficiales como placas o láminas. El esfuerzo que provoca la flexión se denomina momento flector (Perez, 2020).

Para disminuir el momento flector se pueden tomar las siguientes alternativas: Ensanchamiento de la sección, Postensado externo, apoyos suplementarios, sistemas FRP (laminados o varillas) (Perez, 2020).

#### **3.2.5.2.    *Reforzamiento para cortante***

El esfuerzo cortante, de corte, de cizalla o de cortadura es el esfuerzo interno o resultante de las tensiones paralelas a la sección transversal de un prisma mecánico como por ejemplo una viga o un pilar. Para disminuir el esfuerzo cortante se pueden tomar las siguientes alternativas: Ensanchamiento de la sección, refuerzo externo: acero, FRP, punzonamiento, capiteles nuevos de concreto o acero (Perez, 2020).

#### **3.2.5.3.    *Reforzamiento para Carga Axial***

Fuerza que actúa a lo largo del eje longitudinal de un miembro estructural aplicada al centroide de la sección transversal del mismo produciendo un esfuerzo uniforme. El estudio del comportamiento de carga axial es muy importante para entender distintos aspectos del diseño del concreto reforzado, como por ejemplo que la resistencia del prisma de una columna disminuye conforme aumenta su altura. Para mejorar la resistencia a la carga axial se puede aplicar lo siguiente: Encamisado de columnas con concreto, platinas de acero o FRP.

#### **3.2.5.4.    *Reforzamiento ante Cargas laterales***

La construcción de estructuras de mampostería es muy común en nuestro país principalmente para vivienda, siendo muy resistente a cargas gravitacionales y horizontales. Las estructuras de mampostería han demostrado ser construcciones altamente confiables, seguras y económicas, las cuales, si se diseñan de acuerdo con la reglamentación vigente, presentaran un comportamiento altamente satisfactorio ante un evento sísmico. El uso de estructuras de mampostería se ha limitado en edificios de pocos niveles; sin embargo, debido a la aparición de piezas con alta capacidad de carga, conviene estudiar formas de refuerzo de muros contruidos con estas piezas para que les proporcionen mayor capacidad de

deformación y mejor comportamiento que los refuerzos convencionales, a fin de permitir el uso de muros de carga de mampostería en edificios de mediana altura. Reforzamiento de muros de corte, construcción de muros de corte, arriostramiento de pórticos (Perez, 2020).

### 3.3. Definición de términos básicos

- **ACI 318-14.-** Requisitos de reglamento para concreto estructural.
- **ACI 437R-03.-** Evaluación de la resistencia de los edificios de hormigón existente.
- **Albañilería confinada.-** Sistema estructural compuesto principalmente por ladrillos de arcilla enmarcados por pórticos de concreto armado.
- **Análisis de sensibilidad.-** Es la variación económica que puede tener un proyecto de inversión.
- **Anclaje.-** Piezas de acero de entre 15 a 30cm con cabeza curvada o recta, que sirve para unir elementos estructurales.
- **Análisis estático.-** Representa un conjunto de fuerzas que actúan sobre el centro de masas distribuidas sobre cada nivel de la edificación.
- **Análisis dinámico.-** Este tipo de análisis evalúa la estructura mediante la aceleración espectral para determinar los modos de vibración.
- **Capacidad portante.-** Máxima presión media de contacto entre la cimentación y el terreno.
- **Carga axial.-** Es una fuerza que apunta hacia el centro axial de un elemento.
- **Carga lateral.-** Es una fuerza que actúa lateralmente sobre el centro de gravedad.
- **Control de fisuración.-** Análisis efectuado con el objetivo de evitar que los muros se fisuren, principalmente ocasionados por las fuerzas cortantes del sismo.
- **Compresión.-** Es la fuerza que tiende a reducir el volumen de un elemento por aplastamiento.
- **Cizalle.-** Se refiere a todo lo relacionado con corte.

- **Deriva.-** desplazamiento lateral relativo, medido entre la parte superior e inferior de un piso debida a las fuerzas laterales, calculado por medio de un análisis estructural elástico.
- **Dinámico escalar.-** Es el análisis que considera las máximas fuerzas sísmicas combinadas.
- **Distorsión angular.-** Es el asentamiento de la cimentación entre la longitud.
- **Distorsión de entrepiso.-** Es la diferencia de desplazamientos de niveles dividido entre la altura.
- **Encamisado.-** Reforzamiento de un elemento que sufrido cambios en su capacidad resistente, mediante el envolvimiento del elemento estructural con una sección adicional de concreto convenientemente armado.
- **Ensayos de adherencia.-** Ensayos efectuado a los muros de albañilería confinada reforzados con láminas de CFRP.
- **Ensayo de suelos.-** son pruebas realizadas para determinar propiedades mecánicas de los suelos y forman parte de técnicas de reconocimiento de un terreno.
- **Esclerómetro.-** Instrumento de medición analógico que sirve para determinar la resistencia del concreto.
- **Esfuerzo de corte.-** Son las fuerzas paralelas a la sección transversal de un elemento estructural.
- **Etabs.-** Software para análisis estructural y dimensionamiento de edificios.
- **Evaluación preliminar.-** Es realizada para determinar si una estructura está disponible para ser demolida o rehabilitada.
- **Excentricidad accidental.-** Se coloca para tener en cuenta la variabilidad de la ubicación del centro de masas.
- **E-070.-** Norma técnica peruana de albañilería.
- **E-060.-** Norma técnica peruana de concreto armado.

- **E-030.-** Norma técnica peruana de diseño sismo resistente.
- **E-020.-** Norma técnica peruana para establecer cargas de diseño, se utiliza de la mano con la Norma E-030.
- **CFRP.-** Polímeros reforzados con fibra.
- **Fibra.-** Puede ser fibra de carbono, fibra de vidrio, fibra orgánica, parte más importante del sistema de CFRP que otorga altas resistencias.
- **Huinchu.-** Cinta que tiene marcada la longitud del metro y sus divisiones y sirve para medir distancias o longitudes.
- **Imprimación.-** Es la preparación de una superficie que penetra el hormigón, otorgando una unión más factible.
- **Irregularidad.-** Son las discontinuidades que poseen las estructuras tanto en planta como en altura.
- **Losa nervada.-** Elemento estructural compuesto por vigas o nervios, otorgando mayor rigidez.
- **Módulo de elasticidad.-** Es el esfuerzo dividido por la deformación de un elemento.
- **Modo de vibración.-** Cuando un elemento vibra de una forma específica, se le llama modo de vibración.
- **Modo de falla.-** Forma en que el elemento estructural se quiebra.
- **Momento flector.-** Son las flexiones ocasionadas sobre la sección transversal de un prisma mecánico o elemento estructural.
- **Reforzamiento.-** Atribuido al refuerzo estructural de elementos para la corrección de anomalías originadas por diferencias de proyecto y de la capacidad portante por un aumento en las acciones de diseño, o por un cambio de uso (Aguilar & Aguilar, 2017).

- **Reforzamiento Sísmico.-** Representa aquellas situaciones de aumento en la resistencia de un elemento estructural o una estructura, cuya pérdida está directamente relacionada con acciones sísmicas, se consigue por incremento de la ductilidad y de la resistencia a corte de los elementos estructurales, esto permite la disipación de la energía y mejora la capacidad de deformación de los elementos (Aguilar & Aguilar, 2017).

## 4. METODOLOGÍA O MARCO METODOLÓGICO

### 4.1. Tipo y nivel de investigación

#### 4.1.1. *Tipo de investigación*

De acuerdo al fin que se persigue la investigación es aplicada ya que sus resultados se podrán aplicar para la solución directa e inmediata de los problemas y de acuerdo al tipo de datos analizados la investigación es mixta (cuantitativa y cualitativa) ya que se busca realizar entre ciertas alternativas, usando magnitudes numéricas que pueden ser tratadas mediante herramientas del campo de la estadística y se recogerán datos basados en observaciones y descripciones.

#### 4.1.2. *Nivel de investigación*

Este nivel de la investigación nos permite ordenar los diversos datos obtenidos como características, comportamientos de la estructura, procedimientos y otras variables. Los niveles de investigación son los siguientes:

**Descriptiva:** porque a través de los datos obtenidos se busca especificar lo observado, describir, clasificar y resaltar los datos más importantes para caracterizar una realidad.



**Experimental:** para el análisis estructural se realizarán ensayos de esclerómetro, estudio de mecánica de suelos entre otros.

**Analítica:** Los datos obtenidos del modelamiento y procesado de datos serán estudiados a través de sus correspondientes variables.

Se realizará ensayos de esclerómetro para la estimación de la resistencia a la compresión del concreto ( $f'_c$ ) de los elementos estructurales (columnas, vigas, losas) y ensayos de mecánica de suelos para la tipología de este.

#### 4.2. Diseño de la investigación – Esquema de la Investigación

- ❖ Obtención del acervo documentario (especificaciones técnicas, planos, tesis) de los pabellones I y II de la Universidad Nacional de Ucayali, donde se encontrará información para determinar sus características físicas, estructurales entre otras.
- ❖ Trabajo en campo con la finalidad de evaluar características primordiales de los pabellones I y II tales como distribución interna de muros, dimensiones de columnas losas, vigas, tipo de ladrillos usados, situación actual, etc.
- ❖ Investigación bibliográfica sobre reforzamiento estructural con CRFP y encamisado para su evaluación y análisis en los pabellones de aulas I y II de la Universidad Nacional de Ucayali.
- ❖ Obtener valores de los ensayos de esclerometría (Resistencia a la compresión del concreto) y Mecánica de suelos ( $q_{adm}$ ) del área evaluada.
- ❖ Realizar el análisis sísmico de las edificaciones según con los requisitos de la NTE. E030 en el programa de cálculo conocido como Etabs V.19.

Se presentará el siguiente modelo matemático para el diseño de la investigación:



Donde:

**O** = Objetivo de estudio o unidad de análisis

**M1** = Medición de la variable independiente

**O1** = Observación relevante

**M2** = Resultados.

- ❖ Integrar los resultados obtenidos en el estudio para hacer un análisis dentro del contexto global de dichos pabellones y, eventualmente, identificar los procedimientos necesarios a seguir para el refuerzo de los pabellones I y II correlacionados con la edad, tipología y el modelo estructural.
- ❖ Conclusiones y recomendaciones.
- ❖ Elaborar Informe final.

#### **4.3. Determinación del universo/población**

La población de estudio estuvo constituida por 25 edificaciones como son los pabellones administrativos, pabellones de aulas y todas aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre que también conforman la Universidad Nacional de Ucayali. Los pabellones de aulas tienen características comunes, en su mayoría son edificaciones de tres niveles con un sistema estructural aporticado y de un sistema de Albañilería Confinada, con columnas y vigas rectangulares.

#### **4.4. Muestra**

La selección de la muestra se determinó usando un muestreo no probabilístico de tipo intencional o por conveniencia, y está constituido por los pabellones de aulas I y II de la Universidad Nacional de Ucayali, por ser una Unidad de dimensión considerable.

## 4.5. Técnicas de recolección y tratamiento de datos

### 4.5.1. Fuentes, Técnicas e Instrumentos de recolección de datos

- **Fuentes primarias:** Información recopilada de las visitas a los Pabellones de aulas I y II de la Universidad Nacional de Ucayali y datos obtenidos de los ensayos de laboratorios que permitirán registrar mayor variedad de características externas e internas de las edificaciones.
- **Fuentes secundarias:** Reglamento Nacional de edificaciones (NTE.020, NTE.030, NTE.060 y NTE.070), normas ACI (318-14,437R-03), material electrónico, tesis, normas técnicas peruanas, planos y libros.
- **Instrumento:** Para los Pabellones de aulas I y II de la Universidad Nacional de Ucayali los instrumentos son:
  - Características geométricas de los elementos estructurales.
  - Resistencia a la compresión del concreto.
  - Resistencia de la albañilería a la compresión axial.
  - Ensayo para determinar los números de rebote del concreto endurecidos (Esclerometría).
  - Ensayo de resistencia a la compresión de prismas de albañilería.
  - Estudio de Suelos.

### 4.5.2. tratamiento de datos

Los datos obtenidos se procesaron de la siguiente manera:

- Modelar en Software de ETABS 19.
- Los resultados se plasmaron en tablas con la herramienta informática MS Excel.

#### **4.5.2.1. *Procesamiento y presentación de datos***

Los datos se procesarán de la siguiente manera:

- Inspección y verificación de los elementos estructurales y arquitectónicos.
- Evaluación de la información recopilada.
- Determinación de la calidad del concreto de las estructuras.
- Ensayos en Laboratorios.
- Evaluación y Análisis sísmico de las estructuras existentes con el Programa ETABS V.19,
- Los resultados se presentarán en fichas técnicas de laboratorio y memoria descriptiva de evaluación estructural.
- Aplicación de los resultados obtenidos para la evaluación y análisis del reforzamiento con CRFP y encamisado de los elementos estructurales de los pabellones.
- Presentación de los resultados obtenidos.

#### **4.5.2.2. *Mecanismos para el análisis e interpretación de resultados***

Los datos son interpretados en:

- Tablas
- Prueba de hipótesis.

Se realiza el procedimiento y posteriormente la presentación de los datos recolectados, se recurrirá a las normas del Reglamento Nacional de Edificaciones, para realizar un análisis e interpretación clara y obtener preciso de los datos estudiados.

## 5. ASPECTOS ADMINISTRATIVOS Y PRESUPUESTALES

### 5.1. Potencia Humano

- Investigadores
- Asesores
- Estadística

### 5.2. Recursos Materiales

- Útiles de escritorio
- Útiles de campo

### 5.3. Recursos Financieros

El proyecto cuenta con los recursos para ejecutar la investigación y será autofinanciado por los autores.

### 5.4. Cronograma de Gantt

**Tabla 2**

*Cronograma de Gantt*

Actividad	Mes 1				Mes 2				Mes 3			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Elaboración del Proyecto de tesis	■	■										
Presentación del proyecto de tesis			■									
Aprobación del proyecto de tesis				■								
Recolección de datos					■	■						
Sistematización de datos							■					
Análisis de datos							■					
Elaboración del borrador del informe final							■	■				



## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aguilar, J., & Aguilar, C. (2017). *Evaluación y Reforzamiento Estructural del Edificio de la Escuela de Obstetricia – UNJBG - Tacna* [Tesis Pregrado, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/2875>
- Cutti, K. (2015). *Analisis experimental del uso de las fibras de carbono para el reforzamiento en una viga peraltada, de concreto armado para una edificación en la Ciudad de Lircay - Angaraes - Huancavelica* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Huancavelica]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/265>
- Maldonado, D., & Duran, J. (2013). *Metodologías para la evaluación y reforzamiento estructural de edificios de hormigón armado mediante muros de corte y fibras de carbono* [Tesis de pregrado, Universidad Católica del Ecuador]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/6069>
- Moncayo Theurer, M. R. (2016). *Las fibras de carbono como una alternativa para reforzamiento de estructuras* [Ingeniería, Revista Académica de la FI-UADY]. págs. 29-1, 57-62. <https://www.revista.ingenieria.uady.mx/ojs/index.php/ingenieria/article/view/49/>
- Perez, J. (2020). *Reforzamiento y diseño estructural de una edificación de albañilería confinada para ampliación de niveles en el distrito de Carabayllo departamento*

*de Lima* [Tesis de Pregrado, Universidad de San Martín de Porres]. Repositorio Institucional. <https://hdl.handle.net/20.500.12727/6437>

Ramírez, V., & Isaza, C. (2015). *Diseño de reforzamiento estructural a vivienda con vulnerabilidad, en el barrio Monteblanco en la localidad de Usme* [Tesis de pregrado, Universidad la Gran Colombia]. Repositorio Institucional. <http://hdl.handle.net/11396/4614>

Ramos, k. (2019). *Reforzamiento estructural de la edificación multifamiliar Ruth, ubicada en el distrito de Santiago de Surco, Lima 2019* [Tesis de grado, Universidad Privada del Norte]. repositorio.upn.edu.pe:11537/23459

Baca, W. y Bazan, J. (2015). *Expediente Técnico 01 De Ampliación Y Reforzamiento Estructural De Pabellón De Aulas – SENATI*. Contrato De Consultoría Estructural Para El Proyecto “Construcción Del Tercer Piso, Sshh Del 2do Y 3er Piso Y Remodelación Del 1er Piso De La Cfp Pucallpa – SENATI, Pucallpa.



## ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES Y DIMENSIONES	METODOLOGÍA INVESTIGACIÓN
<p><i>Problema principal:</i></p> <p>¿De qué manera influirá el reforzamiento de elementos estructurales en los Pabellones I y II de la Universidad Nacional de Ucayali para su adecuación a la normativa vigente?</p> <p><i>Problemas específicos</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ ¿Con el estudio de la información recabada y el análisis estructural de los pabellones I y II de la universidad nacional de Ucayali se podrán detectar los elementos estructurales a reforzar?</li> <li>➤ ¿El reforzamiento estructural con CFRP es el adecuado para vigas, columnas y losas de los Pabellones I y II de la universidad nacional de Ucayali?</li> <li>➤ ¿El reforzamiento estructural por Encamisado es el adecuado para la cimentación del Pabellón I y II de la universidad nacional de Ucayali?</li> </ul>	<p><i>Objetivo General:</i></p> <p>Evaluar y analizar el reforzamiento estructural de los Pabellones I y II de la Universidad Nacional de Ucayali, con la finalidad de extender la vida útil de dichas edificaciones y no pongan en riesgo vidas humanas.</p> <p><i>Objetivos específicos</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Diagnosticar el estado actual de los pabellones I y II de la universidad nacional de Ucayali mediante Inspección visual, Pruebas con esclerómetro, ensayos de carbonatación y análisis estructural.</li> <li>➤ Comprobar si es posible reforzar las vigas, columnas y losas de los pabellones I y II de la universidad nacional de Ucayali con CFRP.</li> <li>➤ Comprobar si es posible reforzar la cimentación de los pabellones I y II de la universidad nacional de Ucayali por Encamisado.</li> </ul>	<p><i>Hipotesis General:</i></p> <p>La evaluación y análisis del reforzamiento estructural con CFRP y encamisado, garantizarán el buen desempeño estructural frente a eventos sísmicos y la prolongación de la vida útil de los pabellones I y II de la universidad nacional de Ucayali.</p> <p><i>Hipotesis Específicas</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ La Inspección visual, Pruebas con esclerómetro, ensayos de carbonatación y análisis estructural, permitirán Diagnosticar el estado actual de los pabellones I y II de la universidad nacional de Ucayali.</li> <li>➤ Usando el reforzamiento con CFRP es posible reforzar las vigas, columnas y losas de los pabellones I y II de la universidad nacional de Ucayali con CFRP debido a su amplia</li> </ul>	<p><i>Variable independiente (x):</i></p> <p>Evaluación y análisis del reforzamiento estructural con CFRP y encamisado</p> <p><i>Variable dependiente(y):</i></p> <p>Buen desempeño estructural</p> <p><i>Dimensiones:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Estado estructural actual</li> <li>➤ Calidad estructural</li> <li>➤ Soporte de carga</li> <li>➤ Comportamiento sísmico</li> </ul> <p><i>Indicadores:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Normas E-060, E-030, E020</li> <li>➤ ACI 318-14, ACI</li> </ul>	<p><i>Tipo de Investigación.</i></p> <p>La investigación es aplicada y de acuerdo al tipo de datos analizados la investigación es mixta (cuantitativa y cualitativa)</p> <p><i>Nivel de Investigación.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Descriptiva: porque a través de los datos obtenidos se busca especificar lo observado, describir, clasificar y resaltar los datos más importantes para caracterizar una realidad.</li> <li>• Experimental: para el análisis estructural se realizarán ensayos de esclerómetro, estudio de mecánica de suelos entre otros.</li> <li>• Analítica: Los datos obtenidos del modelamiento y procesamiento de datos serán estudiados a través de sus correspondientes variables.</li> </ul>

		<p><b>gama de aplicaciones.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Usando el encamisado en concreto armado es posible reforzar la cimentación de los pabellones I y II de la universidad nacional de Ucayali por Encamisado.</li> </ul>	<p><b>437R-03.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Capacidad Portante</li> <li>➤ Resistencia a la compresión del concreto.</li> <li>➤ Propiedades físicas del concreto endurecido.</li> <li>➤ Irregularidad estructural</li> <li>➤ Derivas</li> </ul>	<p><b><i>Población</i></b></p> <p>La población de estudio estuvo constituida por 25 Edificaciones como son los Pabellones Administrativos, Pabellones de Aulas y todas aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre que también conforman la Universidad Nacional de Ucayali.</p> <p><b><i>Muestra</i></b></p> <p>La selección de la muestra se determinó usando un muestreo no probabilístico de tipo intencional o por conveniencia, y está constituido por los pabellones de aulas I y II de la Universidad Nacional de Ucayali, por ser una Unidad de dimensión considerable.</p> <p><b><i>Modelo Matemático del Diseño</i></b></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> <math>O \longrightarrow M1 \longrightarrow O1 \longrightarrow M2</math> </div>
--	--	---	--	--

Fuente: Elaboración propia 2022