

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



EVALUACIÓN NO LINEAL DEL COEFICIENTE DE REDUCCIÓN SÍSMICO
SEGÚN LOS CÓDIGOS ATC -19 Y ATC - 34 MEDIANTE UN ANÁLISIS
PUSHOVER USANDO LA METODOLOGÍA DEL FEMA 356 Y ASCE 41,
COLEGIO NACIONAL INDUSTRIAL HERMILIO VALDIZÁN (MÓDULO 3),
DISTRITO DE HUÁNUCO, PROVINCIA DE HUÁNUCO 2021.

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN ESTRUCTURAS

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

TESISTA:

ESTEBAN VICTORIO, VICTOR ANTONIO

ASESOR:

TORRES RAMÍREZ, MOISÉS EDGARD

Huánuco – Perú

2023

DEDICATORIA

Encontré que amar es el mayor acto radical que puede cambiar las vidas de las personas, este aporte dedico a Dios nuestro padre celestial.

A mis padres por su amor incondicional y constante esfuerzo y lucha para formar a sus hijos.

A mis docentes por sus enseñanzas.

A mis amigos por sus consejos y motivación.

AGRADECIMIENTO

A mis padres, por su amor y apoyo incondicional.

Al ingeniero Moisés Edgard, Torres Ramírez por su orientación, por su apoyo y por todo su tiempo dedicado.

A los docentes de la facultad de Ingeniería Civil por que con sus consejos y conocimientos inspiran a seguir creciendo.

A todas las personas que de alguna manera me apoyaron para culminar este aporte

RESUMEN

La presente investigación es de nivel explicativo porque se pretendió entender el fenómeno físico y evaluar el coeficiente de reducción sísmica, así mismo es del tipo aplicada porque se pretendió conocer el comportamiento real de la edificación frente a una solicitud sísmica. La investigación se enfocó en la evaluación del coeficiente de reducción sísmica R , mediante el método estático no lineal (Pushover) según la metodología del FEMA 356 y de ASCE 41. Para la cual se evaluó el sistema aporticado del Colegio Nacional Industrial Hermilio Valdizán, distrito de Huánuco, Provincia de Huánuco – Módulo 3. Se usó el criterio de cálculo que propuso el ATC 19 y el ATC 34, donde se enfocó en tres factores: factor de ductilidad, factor de sobrerresistencia y factor de redundancia estructural, luego de obtener los tres factores se halló el coeficiente de reducción sísmica del centro educativo anteriormente mencionado y se llegó a la conclusión que dicho valor es igual a 10, esta evaluación corresponde a una estructura aporticada de 3 niveles, cuyos ambientes serán usados como talleres, baños y aulas, demostrando la hipótesis general que el coeficiente de reducción sísmica es diferente al valor de 8.

Palabras Clave: Coeficiente de Reducción Sísmica, Análisis Estático no lineal (Pushover), Colegio Nacional Industrial Hermilio Valdizán.

SUMMARY

This research is of an explanatory level because it was intended to understand the physical phenomenon and evaluate the seismic reduction coefficient; it is also of the applied type because it was intended to know the real behavior of the building under seismic stress. The research focused on the evaluation of the seismic reduction coefficient R , by means of the non-linear static method (Pushover) according to the methodology of FEMA 356 and ASCE 41. For this purpose, the frame system of the Colegio Nacional Industrial Hermilio Valdizán, district of Huánuco, Province of Huánuco - Module 3, was evaluated. The calculation criteria proposed by ATC 19 and ATC 34 were used, focusing on three factors: ductility factor, over-resistance factor and structural redundancy factor, after obtaining the three factors the seismic reduction coefficient of the above mentioned educational center was found and it was concluded that such value is equal to 10, this evaluation corresponds to a 3 level frame structure, whose environments will be used as workshops, bathrooms and classrooms, demonstrating the general hypothesis that the seismic reduction coefficient is different from the value of 8.

Keywords: Seismic Reduction Coefficient, Nonlinear Static Analysis (Pushover), National Industrial College Hermilio Valdizán

ÍNDICE

I.	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	14
	1.1. Fundamentación del problema de investigación	14
	1.2. Formulación del Problema	15
	1.2.1. Problema General	15
	1.2.2. Problemas Especificas	15
	1.3. Formulación del Objetivo de la Investigación	16
	1.3.1. Objetivo General.....	16
	1.3.2. Objetivos Específicos	16
	1.4. Justificación.....	16
	1.5. Limitaciones	17
	1.6 Formulación de Hipótesis general y especificas	18
	1.6.1. Hipótesis General	18
	1.6.2. Hipótesis Especificas	18
	1.7. Variables.....	18
	1.7.1. Variables independientes	18
	1.7.2. Variables dependientes	18
	1.8. Definición teórica y operacionalización de variables	19
II.	MARCO TEÓRICO	20
	2.1. Antecedentes de la investigación	20
	2.2. Bases teóricas	22

2.3. Bases conceptuales	38
2.4. Bases epistemológicas, bases filosóficas y/o bases antropológicas	38
III. METODOLOGÍA.....	40
3.1. Ámbito.....	40
3.2. Población.....	40
3.3. Muestra.....	41
3.4. Nivel y tipo de estudio	41
3.4.1. Nivel de investigación	41
3.4.2. Tipo de investigación.....	41
3.5. Diseño de investigación	43
3.6. Métodos, Técnicas e instrumentos	44
3.6.1. Recolección de Información (Métodos)	44
3.6.2. Técnicas de recolección.....	45
3.6.3. Instrumentos de recolección de información.....	45
3.7. Validación y confiabilidad del instrumento	46
3.8. Procedimiento	48
3.8.1. Análisis Estructural.....	51
3.8.1.1. Especificaciones de los materiales empleados	51
3.8.1.2. Estructuración.....	52
3.8.1.3. Dimensionamiento.....	54
3.8.1.4. Metrado de cargas.....	57

3.8.1.5. Análisis Sísmico	59
3.8.1.6. Análisis Sísmico Pushover	61
3.8.1.7. Curva de Capacidad.....	65
3.9. Tabulación y análisis de datos estadísticos	65
3.10. Consideraciones éticas.....	69
IV. RESULTADOS	71
V. DISCUSIÓN	72
VI. CONCLUSIONES.....	74
VII. RECOMENDACIONES O SUGERENCIAS	75
BIBLIOGRAFÍA.....	76
ANEXO 01	80
ANEXO 02	86
ANEXO 03	94

ÍNDICE DE TABLAS

Figura 1 Curva de capacidad sísmica y factores R_{μ} y R_{Ω}	24
Figura 2 Representación bilineal de la curva de capacidad - Procedimiento empleado en el FEMA 356 (2000).	27
Figura 3 Relación Fuerza – Deformación generalizada, relacionada para elementos de concreto.....	30
Figura 4 Determinación del espectro de respuesta.....	32
Figura 5 Curva esfuerzo-deformación del hormigón a compresión.....	32
Figura 6 Curva de esfuerzo-deformación para hormigón confinado por estribos. Kent y Park (1971).....	33
Figura 7 Zonas que definen la curva esfuerzo-deformación.....	35
Figura 8 Curvas Esfuerzo –Deformación para acero de diferentes resistencias. Nilson (1999).....	36
Figura 9 Ubicación geográfica del proyecto	39
Figura 10 Diseño de la investigación.....	43
Figura 11 Modelo numérico para elementos estructurales tipo concentrado (Deierlein et al , 2010).....	46
Figura 12 Modelo numérico para elementos estructurales del tipo distribuido (Deierlein et al, 2010).....	47
Figura 13 Modelo de rótula plástica implementado en el SAP2000 según el código ASCE 41-13	48
Figura 14 Flujograma de proceso de cálculo para llegar al análisis no lineal.....	49
Figura 15 Flujograma de proceso de cálculo para llegar al análisis no lineal.....	49
Figura 16 Esquema de análisis de datos para el análisis no lineal	51
Figura 17 Vista en planta primero, segundo y tercer nivel, módulo III-2.....	52

Figura 18	Pórtico principal, módulo III-2.....	52
Figura 19	Vista en tres dimensiones del Sub módulo III-2	53
Figura 20	Columna rectangular de 70x40	54
Figura 21	Columna rectangular central 80x40	54
Figura 22	Columna tipo T	55
Figura 23	Viga rectangular principal 40x80.....	55
Figura 24	Viga rectangular principal 40x70.....	55
Figura 25	Viga rectangular principal 40x60.....	56
Figura 26	Viga rectangular secundaria 25x50	57
Figura 27	Calculo para cargas lineales de tabiquería	59
Figura 28	Espectro de Pseudoaceleraciones en dirección X	59
Figura 29	Espectro de Pseudoaceleraciones en dirección Y	59
Figura 30	Derivas de piso en dirección Y, Módulo III-2	60
Figura 31	Creación de un caso de carga gravitacional no lineal	60
Figura 32	Creación de la carga no lineal PUSHOVER en dirección X	61
Figura 33	Creación de la carga no lineal PUSHOVER en dirección Y	61
Figura 34	Asignación de punto de control en dirección Y	62
Figura 35	Asignación de punto de control en dirección X	62
Figura 36	Ingreso de rotulas plásticas en vigas	63
Figura 37	Ingreso de rótulas plásticas en columnas	63
Figura 38	Formación de rótulas plásticas	64
Figura 39	Curva Pushover correspondiente a la dirección Y	65
Figura 40	Curva de Capacidad y Curva Bilineal	68
Figura 41	Curva de Capacidad, ubicación Cortante de diseño y Cortante último.	69
Figura 42	Formación de la primera rótula plástica	70

Figura 43 Formación del mecanismo de falla.....	70
Figura 44 Cálculo de cortantes para hallar el factor R	71
Figura 45 Curva Pushover correspondiente a la dirección Y	73

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Variables, dimensiones e indicadores	18
Tabla 2 Valores del factor de sobre resistencia estudiado y propuesto por diversos Autores.....	25
Tabla 3 Parámetros aceptados para el modelado no lineal en vigas	30
Tabla 4 Parámetros aceptados para el modelado no lineal en columnas.	31
Tabla 5 Cuantificación de carga muerta para los entresijos	56
Tabla 6 Cuantificación de carga muerta para el techo	56
Tabla 7 Cuantificación de carga viva para los entresijos	56
Tabla 8 Cuantificación de carga viva para el techo	57
Tabla 9 Matriz de consistencia	93

INTRODUCCIÓN

La presente investigación tiene como objetivo principal evaluar el coeficiente de reducción sísmica, del Módulo 3, del Colegio Nacional Hermilio Valdizán.

La normativa americana ASCE 7 recomienda utilizar los lineamientos del ASCE 41 para cálculos que incursionan el rango no lineal y también los lineamientos de SEAOC el cual está a dirigido por el comité sismológico de la asociación de ingenieros estructurales de California, dicho comité en su publicación SEAOC Blue Book, recomienda realizar el cálculo del coeficiente de reducción sísmica según la normativa ATC 19.

En base a ello se procedió a realizar dicha investigación, con el fin de encontrar un comportamiento real de la estructura incursionando en el rango inelástico.

En el capítulo 1, se aborda el problema de la investigación, el cual se enfoca en la evaluación del coeficiente de reducción sísmica ya que dicho valor se presenta en tablas con valores asumidos, y lo que se pretende es verificar y evaluar dichos valores asumidos por las diferentes normativas.

En el capítulo 2, se abarca conceptos teóricos, antecedentes, bases epistemológicas los cuales son importantes como precedentes de investigación, ahí se muestra las bases teóricas como lo son: El análisis no lineal, El análisis Pushover, Curva de Capacidad, Rotulas plásticas en vigas y columnas.

En el capítulo 3, se presenta la metodología de investigación desarrollada y adaptada a nuestra investigación.

Se finaliza con la investigación, mostrando los resultados obtenidos, la discusión de resultados y la conclusión de la misma.

I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Fundamentación del problema de investigación

La evaluación del coeficiente de reducción sísmica R es muy importante para poder entender el comportamiento estructural de una edificación cuando se presenta una sollicitación sísmica, también poder prevenir un cálculo inadecuado que puede llevar a un daño de la edificación o a un sobredimensionamiento de ella, ya que cada edificación presenta según sus características geométricas, físicas y mecánicas del material un factor de reducción R particular.

Para realizar el análisis sísmico de una edificación, de acuerdo al código americano recomienda usar un coeficiente de reducción sísmico igual a 8 (ASCE 7, 2016, p.91), de igual manera de acuerdo a la normativa peruana, el factor de Reducción Sísmica es igual a 8 (E.030, 2019, p.16).

En la actualidad existen muchas normas internacionales que hacen uso del cálculo no lineal para hallar el coeficiente de reducción sísmico R , en nuestra normativa aun no es de uso obligatorio.

El presente trabajo está enfocado en la evaluación del coeficiente de reducción sísmica R , mediante el método estático no lineal (Pushover) según la metodología del FEMA 356 y de ASCE 41. Para la cual se evaluará el sistema aporticado de los módulos del Colegio Nacional Industrial Hermilio Valdizán – Módulo 3, distrito de Huánuco, Provincia de Huánuco 2021. Se usará el criterio de cálculo que propuso el ATC 19 y el ATC 34, donde se enfoca en tres factores: factor de ductilidad, factor de sobre resistencia y factor de redundancia estructural, una vez obtenido los tres factores se hallará el coeficiente de reducción sísmica del centro educativo en estudio.

Para llevar a cabo el cálculo de los factores se usará el Análisis Pushover, dicho método se encuentra implementado en el software SAP 2000 en su versión 22, desarrollada por la

compañía Computers and Structures Inc, con dicho software y el uso de su opción automatizada mediante el lenguaje de programación Visual Basic for Application (VBA) ,un lenguaje de programación disponible para los usuarios de Microsoft Office Excel, el uso de esta herramienta es para el cálculo inicial de verificación de derivas y cortantes de diseño.

Con lo cual la finalidad de esta investigación será evaluar el coeficiente de reducción sísmica del Colegio Nacional Industrial Hermilio Valdizán ubicado en la ciudad de Huánuco, específicamente se evaluará el sistema aporticado del Módulo 3.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema General

¿Cuál será el Coeficiente de Reducción Sísmica (R) del sistema aporticado del Colegio Nacional Industrial Hermilio Valdizán del Módulo 3 ubicado en la ciudad de Huánuco, según los códigos ATC -19 y ATC - 34, aplicando un Análisis Estático no lineal (Pushover) usando la metodología del FEMA 356 y ASCE 41?

1.2.2. Problemas Especificas

¿Cuál será el valor del factor de ductilidad del sistema estructural del módulo 3?

¿Cuál será el valor del factor de sobre resistencia del sistema estructural del módulo 3?

¿Cuál será el valor del factor de redundancia del sistema estructural del módulo 3?

1.3. Formulación del Objetivo de la Investigación

1.3.1. Objetivo General

Evaluar el Coeficiente de Reducción (R) del sistema aporticado del Colegio Nacional Industrial Hermilio Valdizán del Módulo 3 ubicado en la ciudad de Huánuco, según los códigos ATC -19 y ATC – 34, aplicando un Análisis Estático no lineal (Pushover) usando la metodología del FEMA 356 y ASCE 41.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Evaluar el valor del factor de ductilidad, mediante un análisis no lineal Pushover, del sistema estructural del módulo 3
- Evaluar el valor del factor de sobre resistencia, mediante un análisis no lineal Pushover, del sistema estructural del módulo 3
- Evaluar el valor del factor de redundancia estructural, mediante un análisis no lineal Pushover, del sistema estructural del módulo 3.

1.4. Justificación

Países como Estados Unidos implementaron conceptos de análisis no lineal para obtener la respuesta de las estructuras ante sollicitaciones sísmicas, así mismo investigaciones a nivel nacional e internacional proponen hallar el coeficiente de reducción sísmica incursionando a la estructura en el rango no lineal.

Esta investigación se enfoca en obtener el comportamiento de respuesta estructural no lineal según los códigos ATC 19, ATC 34, mediante la metodología del FEMA 356 Y ASCE 41, de un Centro Educativo y además siendo éste una edificación esencial tiene que mantenerse operativo para albergar personas luego de un sismo severo (E.030, 2019, p.6) siendo la filosofía

de diseño adoptado en la norma técnica peruana sismorresistente, y es ahí donde adquiere mayor importancia nuestra investigación con lo cual sería un aporte significativo en la investigación ingenieril.

1.5. Limitaciones

Esta investigación se limita al estudio del módulo 3 del centro educativo Hermilio Valdizán, el cual fue construido en el año 2020-2021, en el distrito de Huánuco dicho estudio será válido solo para ese lugar.

Esta investigación se limita al análisis y estudio, del sistema estructural aporticado del módulo 3 del colegio Hermilio Valdizán, esto debido al limitado conocimiento que se tiene sobre Análisis y evaluación en sistemas estructurales incursionando en el rango no lineal, tales como: Sistemas estructural de albañilería, Sistema Dual, Sistema estructural de Muros ets, por tal motivo solo se abarcó el estudio a sistemas aporticados en Colegios.

Como parte de los Métodos, técnicas e instrumentos, debido a no contar con recursos económicos, se trabajó con material y bibliografía gratuita de igual manera el uso de códigos y normativas americanas de distribución gratuita. Así mismo debido al alto costo de programas de cálculo, se trabajó con el uso de Softwares de distribución gratuita en su versión estudiantil.

Para el procedimiento y confiabilidad de los datos solo se usó un solo tipo de software de cálculo, se podría haber hecho usos de otros softwares pero el factor limitante es el conocimiento que se tiene para poder realizar un análisis avanzado de carácter no lineal el cual demandaría un mayor conocimiento y dominio y uso de otros programas de análisis sísmico incursionando en el rango no lineal.

1.6 Formulación de Hipótesis general y específicas

1.6.1. Hipótesis General

El Coeficiente de Reducción (R) del Sistema Aporticado del Colegio Nacional Industrial Hermilio Valdizán del Módulo 3 según los códigos ATC -19 y ATC – 34, ubicado en la ciudad de Huánuco, aplicando un Análisis Estático no lineal (Pushover) usando la metodología del FEMA 356 y ASCE 41, será diferente a 8.

1.6.2. Hipótesis Especificas

El factor de ductilidad del sistema estructural del módulo 3, será mayor en comparación de los valores del factor de sobre resistencia y factor de redundancia estructural.

El factor de sobre resistencia del sistema estructural del módulo 3, será mayor que 1

El factor de redundancia estructural del sistema estructural del módulo 3, será mayor que 1

1.7. Variables

1.7.1. Variables independientes

Estructura Aporticado del módulo 3

1.7.2. Variables dependientes

Coeficiente de reducción sísmica (R).

1.8. Definición teórica y operacionalización de variables

Tabla 1

Variables, dimensiones e indicadores

EVALUACIÓN NO LINEAL DEL COEFICIENTE DE REDUCCIÓN SÍSMICO SEGÚN LOS CÓDIGOS ATC -19 Y ATC - 34 MEDIANTE UN ANÁLISIS PUSHOVER USANDO LA METODOLOGÍA DEL FEMA 356 Y ASCE 41, COLEGIO NACIONAL INDUSTRIAL HERMILIO VALDIZÁN (MÓDULO 3), DISTRITO DE HUANUCO, PROVINCIA DE HUANUCO 2021.						
VARIABLES	TIPO	DIMENSIONES	INDICADORES	ÍNDICES	UNIDAD DE MEDICIÓN	INSTRUMENTO
Coeficiente de Reducción Sísmica (R) mediante un AENL.	DEPENDIENTE	Edificación Esencial tipo A	Factor de ductilidad	Cortante basal elástico	Tonf	Software SAP 2000
				Cortante basal ultimo – mediante el análisis Pushover .	Tonf	Software SAP 2000
			Factor de Sobre Resistencia	Cortante basal ultimo – mediante el análisis Pushover .	Tonf	Software SAP 2000
				Cortante de diseño	Tonf	Software SAP 2000
			Factor de Redundancia Estructural	Cortante en la base	Tonf	Software SAP 2000
Estructura Aporticada, del sistema estructural del módulo 3, del Colegio Nacional Industrial Hermilio Valdizán	INDEPENDIENTE	Edificación Esencial tipo A	Columnas	Propiedades Mecánicas del Concreto	kg/cm ² , kg/cm ³	Expediente Tecnico
				Propiedades Mecánicas del Acero	kg/cm ²	Expediente Tecnico
				Geometría	m	Expediente Tecnico
			Vigas	Propiedades Mecánicas del Concreto	kg/cm ² , kg/cm ³	Expediente Tecnico
				Propiedades Mecánicas del Acero	kg/cm ²	Expediente Tecnico
				Geometría	m	Expediente Tecnico
			Losa	Metrado de cargas	Tonf/m ²	Expediente Tecnico
				Geometría	m	Expediente Tecnico

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

De la bibliografía revisada se tuvo en consideración aquellas investigaciones que abordaban parte o parcialmente la solución del problema planteada en nuestra investigación.

Investigación internacional

Aguiar (2007), "*Factor de reducción de las fuerzas sísmicas en edificios de hormigón armado sin muros de corte*". Cuyo objetivo es proponer el valor de coeficiente de reducción sísmica para edificaciones con sistema aporticado (vigas y columnas) para la zona de Ecuador, detalla paso a paso cuales son los factores que intervienen para el calculo del coeficiente R estos factores son los siguientes: factor de ductilidad, el factor de sobre resistencia y el factor de redundancia estructural. Concluye que la obtención de coeficiente R será mediante el uso de fórmulas el cual proviene de un análisis estadístico.

Daza (2003), "*Nuevo enfoque para determinar el Factor de Modificación de Respuesta*". Presenta un procedimiento de cálculo usando los factores de ductilidad y factor de Sobrerresistencia. Utiliza la metodología propuesta por el ATC-19. Concluye que se debe tener una metodología para calcular dicho factor, y no solo usar un valor dependiendo del tipo de estructura que se esta evaluando.

Vielma et al. (2007). "*Factores de reducción de respuesta en la norma NCSE-02 y el Eurocódigo 8*". Realizan una revisión exhaustiva del estado del arte de los factores que intervienen en el calculo del coeficiente de reducción, a ello se suma la comparación que se

realiza entre la norma sismorresistente española NCSE-02 y el Eurocódigo 8. Concluye que se debe hacer una mejora del cálculo del coeficiente según el tipo de estructura que se evalúa.

Juarez et al. (2018). “*Evaluación del factor de modificación de respuesta R para edificios de concreto reforzado con paredes estructurales*”. Realiza el estudio del factor de reducción a una estructura con muros estructurales, donde trabajó con tres registros sísmicos además concluye que los valores hallados superan a la normativa sismorresistente de El Salvador, el cual recomienda un valor de R igual a 7, por el contrario los resultados obtenidos superiores el valor de 10.

Investigación Nacional

Gálvez (2008). “*Propuesta del Factor de Reducción de Fuerza Sísmica para sistemas estructurales en concreto armado con muros reforzados por barras dúctiles y mallas electrosoldadas*”. El propósito de este informe es determinar el valor de la Factor R, usando la metodología propuesta por el ATC (2004) y Klingner (2007), Se puede acotar que aquí el autor solo considera el Factor de Ductilidad y el Factor de Sobrerresistencia, concluye que para estructuras de muros con mallas electrosoldadas se debe usar un valor de R igual a 4.

Avila (2018). “*Evaluación del coeficiente de reducción (R) de una estructura aporticada con el análisis estático no lineal*”. Lleva a cabo una aplicación práctica de cálculo del coeficiente de reducción sísmica en una edificación de 4 niveles. plantea y usa dos factores para el cálculo del coeficiente R. Concluye en que el valor evaluado del coeficiente de reducción para la edificación analizada es de 10.55 para el eje X y 13.23 para el eje Y.

Investigaciones Local

Carnero (2018). “*Estudio de la Vulnerabilidad Sísmica de las instituciones educativas de la ciudad de Huánuco empleando modelos no lineales*”. Realiza una aplicación práctica de evaluación por desempeño sísmico a un centro educativo. Una de las conclusiones importantes a la que llega es que la edificación evaluada tiene un nivel de desempeño de daño controlado por lo que la edificación no sufriría mayor daño para la sollicitación sísmica evaluada. Para el desarrollo de nuestra tesis también se usará el análisis no lineal pero en este caso para realizar una evaluación del coeficiente de reducción sísmica R .

Chiyari y Olivas (2018). “*Evaluación y propuesta de reparación estructural de la institución educativa Mariano Melgar de Huariaca aplicando el análisis no lineal Pushover. Huánuco*”. Usan como herramienta el análisis estático no lineal para realizar reparación estructural de un centro educativo. Una de las conclusiones importantes que afirma es que al realizar el análisis sísmico no lineal el modelo no cumple con el desempeño sísmico que se requiere para el uso con el cual trabajaría. Por lo que es necesario realizar el reforzamiento estructural.

2.2. Bases teóricas

El cálculo de coeficiente de reducción R se ha desarrollado desde el siglo xx. Ramírez (2017) en su investigación afirma:

Los coeficientes que estamos estudiando y evaluando en nuestra estructura, llegaron a ser un acuerdo por ingenieros expertos en la línea de estructuras en California a finales de los años 50. Ya en los años 80 estudiosos de la universidad de Berkeley siguiendo el estudio de estos valores propusieron el factor de reducción sísmica R , como el producto de los tres factores: el factor de ductilidad R_{μ} , el factor de amortiguamiento R_{ζ} y el factor de sobrerresistencia R_s , El cual se muestra en la siguiente ecuación.(p.3)

$$R = R_s R_\mu R_\xi \quad (1)$$

Donde:

$R_s =$ *Factor de resistencia*

$R_\mu =$ *Factor de ductilidad*

$R_\xi =$ *Factor de reducción por amortiguamiento.*

Años más tarde Posteriormente, el código ATC-34 formula una nueva expresión del factor R, el cual se muestra en la ecuación (2). (Ramírez, 2017, p. 4)

$$R = R_s R_\mu R_R \quad (2)$$

Donde:

$R_s =$ *Factor de resistencia*

$R_\mu =$ *Factor de ductilidad*

$R_R =$ *Factor de redundancia.*

Del mismo modo en los estudios realizados por (Aguar, 2007) se menciona no ha habido una cantidad de trabajo realizado en los últimos dos decenios para el cálculo del factor R, y allí son muchas fórmulas. Se reconoce que el factor R es el mismo como el producto de cuatro coeficientes.

$$R = R_\mu R_\Omega R_{VG} R_R \quad (3)$$

Donde:

R_μ es el coeficiente de reducción de resistencia por ductilidad.

R_{Ω} es el coeficiente de sobre resistencia.

R_{VG} es el coeficiente de reducción, en función a los grados de libertad

R_R es el factor de redundancia.

El ATC-19 (1995) propone que el factor de reducción Sísmico R, es igual al producto de tres coeficientes los cuales son:

$$R = R_{\mu}R_{\Omega}R_R \quad (5)$$

La ecuación que usaremos para el cálculo y evaluación del coeficiente de reducción sísmica de la estructura, es la que propuso el código ATC-19 y el ATC -34.

$$R = R_{\mu}R_{\Omega}R_R \quad (6)$$

Factor de ductilidad

Según Aguiar (2007), en lo que se refiere al concepto de factor de ductilidad se entiende que son dos los métodos para obtener dicho valor. El primer método es mediante la relación entre el desplazamiento máximo inelástico con relación al desplazamiento máximo elástico, se calcula el C_μ y luego se obtiene el R_μ , a través de las siguientes expresiones, en la figura 1, se presenta el significado físico del factor de ductilidad y factor de sobrerresistencia.

$$R_\mu = \frac{\mu}{c_u} \quad (7)$$

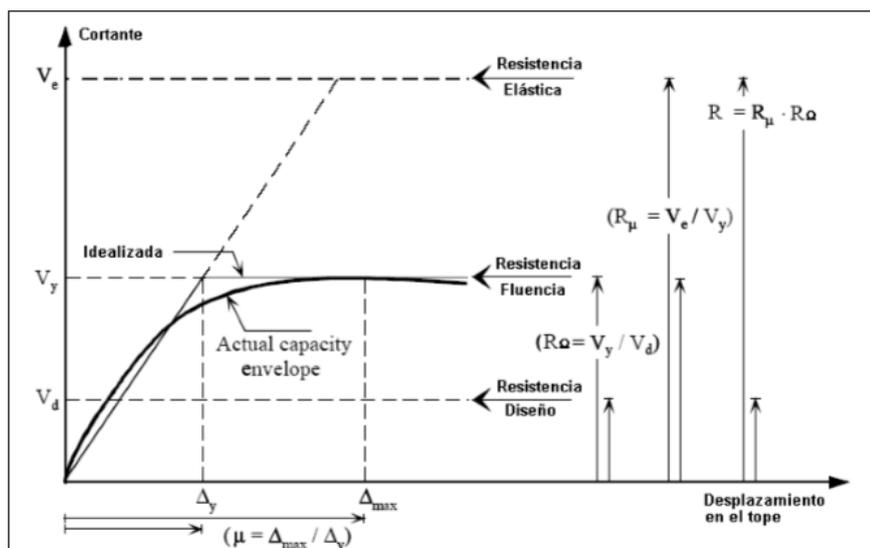
$$C_\mu = \frac{\Delta_{INE}}{s_d} \quad (8)$$

El segundo método de calcular R_μ es mediante la aplicación de un análisis no lineal en la estructura, en el que se determina el cortante basal V_e .

$$R_\mu = \frac{v_e}{v_u} \quad (9)$$

Figura 1

Curva de capacidad sísmica y factores R_μ y R_Ω



Factor de Sobre resistencia

Según Aguiar (2007) existen dos tipos de sobrerresistencia una a nivel local y otra a nivel de estructura los cuales se pueden agrupar de la siguiente manera:

- Sobrerresistencia en el Diseño de la edificación.
- Sobrerresistencia en el Análisis de la edificación.
- Sobrerresistencia en el modelado y construcción de la edificación.

$$R_{\Omega} = \frac{v_U}{v_D} \quad (10)$$

Donde:

V_U es la respuesta de resistencia máxima al cortante basal

V_D es la cortante basal de diseño

Existen muchos investigadores que propusieron valores para edificios con un tipo de configuración estructural o un determinado número de pisos a continuación se muestra la Tabla 2 con algunos casos estudiadas (Aguiar, 2007, p.48).

Tabla 2

Valores del factor de sobre resistencia estudiado y propuesto por diversos autores.

Autor	Casos estudiados	R_{Ω}
Osteraas y Krawinkler (1990)	Pórticos distribuidos resistentes a momentos. Zona 4 UBC, suelo S2.	2.1 – 6.5
	Pórticos perimetrales resistentes	1.8 – 3.5
	Pórticos con diagonales	2.2 – 2.8
Freeman (1990)	Edificio de 4 pisos	2.8
	Edificio de 7 pisos	4.8
Miranda y Bertero (1989)	Edificios da baja altura de México	2 – 5
Cassis y Bonelli (1992)	Edificios con muros y pórticos de Chile	3 – 5
Zhu <i>et al</i> (1992)	Edificio de 4 pisos. En 3 zonas sísmicas de Canadá.	1.23 – 1.71
Uang y Maarouf (1993)	Edificio de 6 pisos. Loma Prieta (1989)	1.9
Hwang y Shinozuka (1994)	Edificio de 4 pisos. Zona 2 del UBC	2.2
Fischinger <i>et al</i> (1994)	Edificios de mediana y baja altura	1.6 – 4.6
Jain and Navin (1995)	Edificios de 3, 6 y 9 pisos en Zona 5 de India	2 – 3
Panagiotakos y Fardis (1998)	Edificios de H.A.	2.0 – 2.5
Elnashai y Mwafi (2002)	Edificios de mediana altura e irregularidad vertical	2.0 – 3.0

Factor de Redundancia estructural

Aguiar (2007) menciona que el factor de redundancia R representa la capacidad de la estructura de incurrir en rangos no lineales, el cual se halla mediante la siguiente formula

$$R_R = \frac{v_U}{v_1} \quad (11)$$

El cortante basal v_U , evaluado en el momento de formarse el mecanismo de falla

El cortante v_1 , evaluado en la formación de la primera rótula plástica

Capacidad estructural

Se entiende como la respuesta estructural que se encuentra en función de la resistencia y deformación de los elementos de una estructura, para conocer la capacidad de una estructura es necesario aplicar un método de análisis no lineal el cual usa una serie proporcional de análisis elásticos consecutivos que se superponen, con lo cual se obtiene la curva de capacidad el cual relaciona directamente el cortante basal y la deriva del nivel superior de la estructura. (Mohr, 2009)

Representación bilineal de la curva de capacidad

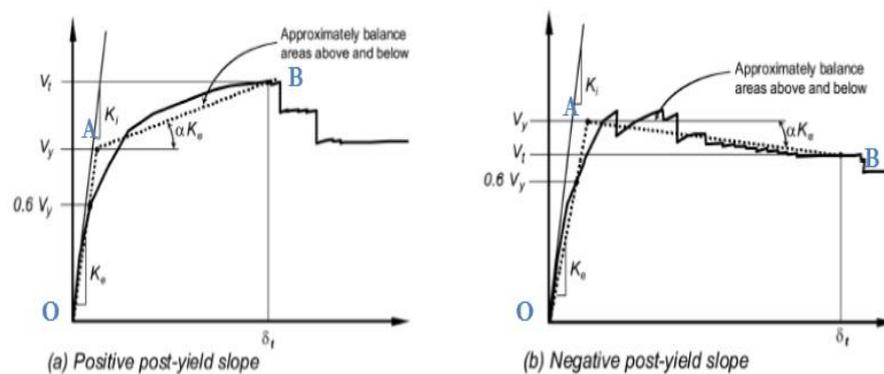
La curva bilineal de capacidad, es utilizado para obtener el espectro de capacidad. Algunos de los modelos más usados se presentan a continuación:

- Ajuste por Mínimos Cuadrados
- Método de Rigidez Tangente Horizontal.
- Método de las Rigideces Tangentes.
- Método de las Áreas Iguales.

El procedimiento según el código de diseño FEMA 356 (2000), es utilizado internacionalmente, para graficar la representación bilineal de la curva de capacidad. Esta idealización que se muestra en la figura 2, lleva por concepto en que la energía disipada por la estructura, expresada por el área bajo la curva real o curva Pushover, tenga una igualdad con la energía de disipación representada por la curva idealizada a través de un sistema elastoplástico.

Figura 2

Representación bilineal de la curva de capacidad - Procedimiento empleado en FEMA 356 (2000).



Método del espectro de capacidad (ATC-40)

La resistencia sísmica total de una estructura se encuentra directamente dependiente de la resistencia y deformación de cada uno de sus elementos estructurales. Para poder predecir dicho comportamiento es necesario recurrir a un cálculo no lineal, un cálculo que no demanda mucha complejidad es el análisis Pushover, este procedimiento utiliza el análisis estático de forma incremental y proporcional según la proporción de masa sísmica que existe entre los pisos analizados. Matemáticamente el modelado de la estructura toma en cuenta la reducción

de resistencia a medida que los elementos estructurales empiezan a perder resistencia. El modelo matemático toma en cuenta el incremento proporcional y unitario de las cargas hasta llegar a formarse un mecanismo de falla. Finalmente se puede obtener una curva de cortante basal vs desplazamiento, también llamado curva Pushover.

Demanda

Se conceptúa como el movimiento sísmico del terreno, el cual se traduce matemáticamente como un patrón de fuerzas laterales por cada nivel o piso de la estructura, esto tomando en cuenta la masa sísmica como un porcentaje del peso total de la estructura, para una estructura en particular y un sismo evaluado para esa zona y lugar donde se encuentra la demanda de desplazamiento es un cálculo máximo esperado para el periodo de diseño según la norma o código que se esté usando.

Método del Coeficiente de Desplazamiento

El método del coeficiente de desplazamiento utiliza el método de desplazamientos propuesto por el ATC-40, a partir del cálculo del punto de desempeño de la curva Pushover de la estructura evaluada, para ello utiliza ciertos factores que incrementan la demanda sísmica a partir de un espectro de aceleraciones elástico. Dichos factores tienen relación con los parámetros los cuales dependen de las propiedades estructurales y dinámicas los cuales son llevadas a un sistema de 1 G.D.L. Dicho método es descrito en el FEMA 356 (Mohr, 2009, p.30).

AutoCAD

Es un software de diseño asistido por computadora utilizado para dibujo desarrollado y comercializado por la empresa Autodesk.

SAP2000

Es un programa de elementos finitos, preparado para realizar, de forma totalmente integrada, la modelación, análisis y dimensionamiento de lo más amplio conjunto de problemas de ingeniería de estructuras.

Rotula plástica

Es una región de cedencia cuya formación inicia en alguna zona del elemento estructural, en elementos como vigas y columnas esta zona inicia en los extremos o intersecciones con otros elementos estructurales, una vez que se excede el esfuerzo de cedencia de la sección ésta incurre a elevados niveles de deformación sin un crecimiento importante de la carga, es esta zona a lo que se llamará rótula o articulación plástica

Para el estudio no lineal se necesita conceptualizar el comportamiento de las rótulas plásticas, debido a que su funcionalidad de éstas es que se degraden progresivamente al igual que la rigidez de las secciones de toda la estructura.

A continuación, se presenta en la figura 3, la no linealidad de la rótula plástica según el FEMA-356, de igual manera en las tablas 3 y 4 se presentan parámetros de entrada para la definición de rótulas plásticas vigas y columnas.

a= Deformación inelástica estable

b=Deformación total hasta el punto de colapso

c=resistencia residual

Q_y = Carga de cedencia

Θ_y = Rotación de cedencia

Figura 3

Relación Fuerza – Deformación generalizada, relacionada para elementos de concreto modelo matemático para una rótula plástica.

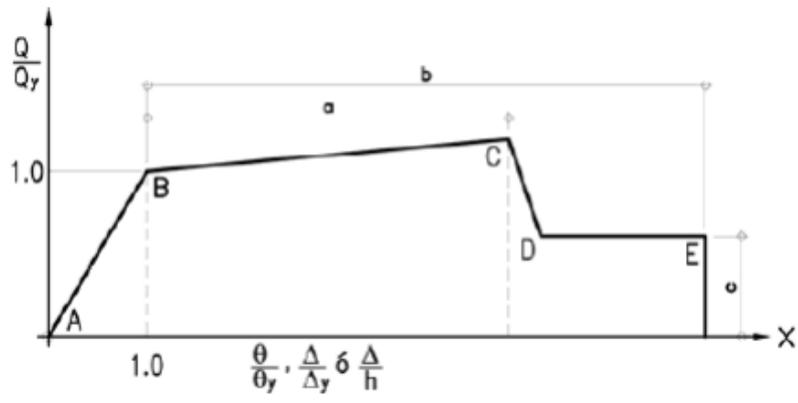


Tabla 3

Parámetros aceptados para el modelado no lineal en vigas

Chapter 6: Concrete										
Table 6-7 Modeling Parameters and Numerical Acceptance Criteria for Nonlinear Procedures—Reinforced Concrete Beams										
Conditions		Modeling Parameters ³			Acceptance Criteria ³					
		Plastic Rotation Angle, radians		Residual Strength Ratio	Plastic Rotation Angle, radians					
					Performance Level					
				IO		Component Type				
						Primary		Secondary		
						LS	CP	LS	CP	
		a	b	c						
i. Beams controlled by flexure¹										
$\frac{P}{A_g f'_c}$	Trans. Reinf. ²	$\frac{V}{b_w d \sqrt{f'_c}}$								
≤ 0.0	C	≤ 3	0.025	0.05	0.2	0.01	0.02	0.025	0.02	0.05
≤ 0.0	C	≥ 6	0.02	0.04	0.2	0.005	0.01	0.02	0.02	0.04
≥ 0.5	C	≤ 3	0.02	0.03	0.2	0.005	0.01	0.02	0.02	0.03
≥ 0.5	C	≥ 6	0.015	0.02	0.2	0.005	0.005	0.015	0.015	0.02
≤ 0.0	NC	≤ 3	0.02	0.03	0.2	0.005	0.01	0.02	0.02	0.03
≤ 0.0	NC	≥ 6	0.01	0.015	0.2	0.0015	0.005	0.01	0.01	0.015
≥ 0.5	NC	≤ 3	0.01	0.015	0.2	0.005	0.01	0.01	0.01	0.015
≥ 0.5	NC	≥ 6	0.005	0.01	0.2	0.0015	0.005	0.005	0.005	0.01

Tabla 4

Parámetros aceptados para el modelado no lineal en columnas.

Chapter 6: Concrete										
Table 6-8 Modeling Parameters and Numerical Acceptance Criteria for Nonlinear Procedures—Reinforced Concrete Columns										
Conditions	Modeling Parameters ⁴					Acceptance Criteria ⁴				
	Plastic Rotation Angle, radians		Residual Strength Ratio	Plastic Rotation Angle, radians						
				Performance Level						
			c	IO	Component Type					
		Primary			Secondary					
a		b	c	LS	CP	LS	CP			
i. Columns controlled by flexure ¹										
$\frac{\rho - \rho'}{\rho_{bal}}$	Trans. Reinf. ²	$\frac{V}{b_w d \sqrt{f'_c}}$								
≤ 0.1	C	≤ 3	0.02	0.03	0.2	0.005	0.015	0.02	0.02	0.03
≤ 0.1	C	≥ 6	0.016	0.024	0.2	0.005	0.012	0.016	0.016	0.024
≥ 0.4	C	≤ 3	0.015	0.025	0.2	0.003	0.012	0.015	0.018	0.025
≥ 0.4	C	≥ 6	0.012	0.02	0.2	0.003	0.01	0.012	0.013	0.02
≤ 0.1	NC	≤ 3	0.006	0.015	0.2	0.005	0.005	0.006	0.01	0.015
≤ 0.1	NC	≥ 6	0.005	0.012	0.2	0.005	0.004	0.005	0.008	0.012
≥ 0.4	NC	≤ 3	0.003	0.01	0.2	0.002	0.002	0.003	0.006	0.01
≥ 0.4	NC	≥ 6	0.002	0.008	0.2	0.002	0.002	0.002	0.005	0.008

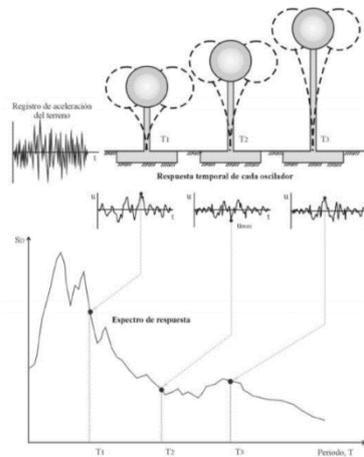
Espectro de respuesta

Se puede definir como una representación gráfica de la respuesta máxima en función del periodo natural de vibración del sistema, así como se muestra en la figura 4. En otros términos, el espectro de respuesta nos da información de la respuesta máxima para todo un conjunto de sistemas (del mismo material $\epsilon = \text{cte.}$) de 1 GDL. (Santana, 2013)

Por consiguiente, si deseamos establecer la respuesta máxima, teniendo solo el diagrama espectral para una excitación particular (movimiento sísmico), se necesita saber únicamente la frecuencia natural del sistema. (Santana, 2013)

Figura 4

Determinación del espectro de respuesta.



COMPORTAMIENTO DEL CONCRETO

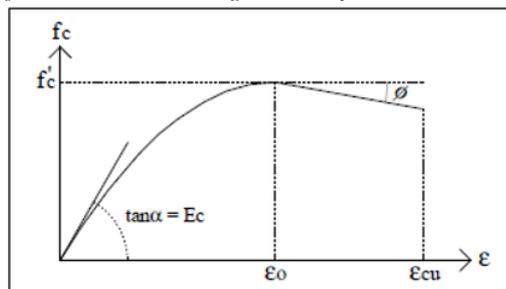
A continuación, se presenta los modelos analíticos del comportamiento del concreto.

Modelo de Concreto no confinado

La curva está definida por dos ramas, tal como se aprecia en la figura 5.

Figura 5

Curva esfuerzo-deformación del hormigón a compresión.



- Primer tramo

La curva en el primer tramo consiste en una parábola de segundo grado hasta alcanzar la máxima resistencia.

$$0 \leq \varepsilon_c \leq \varepsilon_0$$

$$f_c = f'_c \left[\frac{2\varepsilon_0}{\varepsilon_0} - \left(\frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_0} \right)^2 \right] \quad (12)$$

- Segundo tramo

Representada mediante una recta con pendiente ϕ . La deformación unitaria última ξ_{cu} se considera igual a 0.0038 (Hognestad, 1951)

$$\varepsilon_0 = \frac{2f_c}{E_c} \quad (13)$$

$$\phi = \frac{3f_c}{20(\varepsilon_{cu} - \varepsilon_0)} \quad (14)$$

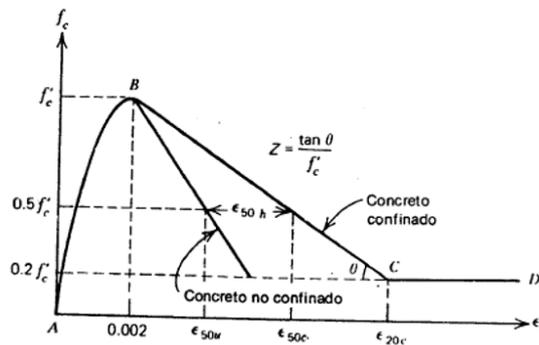
Modelo de hormigón confinado

Modelo que se aplica a secciones cuadradas y rectangulares expresa que el estribaje no aporta ningún efecto a la resistencia, el cual se puede observar en la figura 6.

La curva tiene tres tramos:

Figura 6

Gráfico de esfuerzo-deformación para concreto confinado por estribos. Kent y Park (1971)



- Primer tramo (AB):

La curva en el primer tramo AB es una parábola de segundo grado, no presenta el efecto de los estribos.

$$. \varepsilon_c \leq \varepsilon_0$$

$$f_c = f'_c \left[\frac{2\varepsilon_0}{\varepsilon_0} - \left(\frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_0} \right)^2 \right] \quad (15)$$

- Segundo tramo (BC):

$$. 0 \leq \varepsilon_c \leq \varepsilon_0$$

$$f_c = f'_c [1 - z[\varepsilon_c - 0.002]] \quad (16)$$

Donde:

$$Z = \frac{0.5}{\varepsilon_{50u} + \varepsilon_{50h} - 0.002} \quad (17)$$

$$\varepsilon_{50u} = \frac{3 + 0.002f'_c}{f'_c - 100} \quad (18)$$

$$\varepsilon_{50u} = \frac{3}{4} \rho_s \sqrt{\frac{b''}{s_h}} \quad (19)$$

- Tercer tramo (CD):

La ecuación que establece este tramo toma en cuenta la propiedad del concreto en soportar esfuerzos a deformaciones altas. (Kent y Park, 1971)

$$\begin{aligned} \varepsilon_c &\leq \varepsilon_{20c} \\ f_c &= 0.20f'_c \end{aligned} \quad (20)$$

f'_c : Resistencia del cilindro de concreto en lb/plg^2

ε_c : Deformación unitaria del concreto

ε_0 : Deformación unitaria en la resistencia máxima, en este caso es 0.002

ε_{20c} : Deformación unitaria asociada al $0.20 f'_c$

b'' : Ancho del núcleo confinado medido al exterior de los aros.

s_h : Separación entre los estribos.

ρ_s : Relación entre el volumen de estribos y el volumen del concreto confinado.

Z : Define la pendiente de la rama descendente recta.

ε_{50c} : Toma en cuenta el efecto de la resistencia del concreto en la pendiente de la rama recta descendente del concreto no confinado.

ε_{50h} : La ductilidad adicional debida a los refuerzos rectangulares.

COMPORTAMIENTO DEL ACERO

Gracias a la poca resistencia a la tensión que muestra el concreto, este tiene un comportamiento conjuntamente con el acero para conformar el concreto armado y conseguir soportar esfuerzos de tensión.

Adicionalmente, el acero es utilizado para resistir esfuerzos de compresión y de esta forma conseguir minimizar la parte transversal de los elementos.

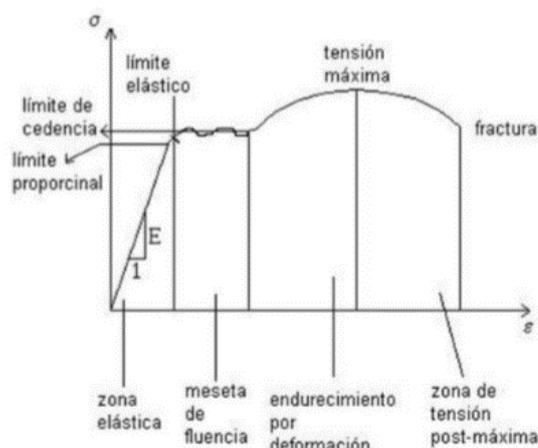
Para explicar las características mecánicas del acero, se necesita el análisis de las curvas Esfuerzo-Deformación, expresadas por medio de diferentes zonas que varían dependiendo de la estructura interna del material y así también del proceso de construcción.

La representación de las zonas que definen la curva esfuerzo-deformación del acero se muestra a continuación en la figura 7:

- Rango elástico
- Zona de fluencia
- Zona de Endurecimiento por deformación
- Fractura

Figura 7

Se muestra las zonas de esfuerzo-deformación.



Una vez que se somete a tensión al acero en el rango elástico, este se deforma y recupera su estado original. Una vez que el esfuerzo que se aplica al acero supera el límite elástico, el material se deforma, pero no recupera su forma inicial.

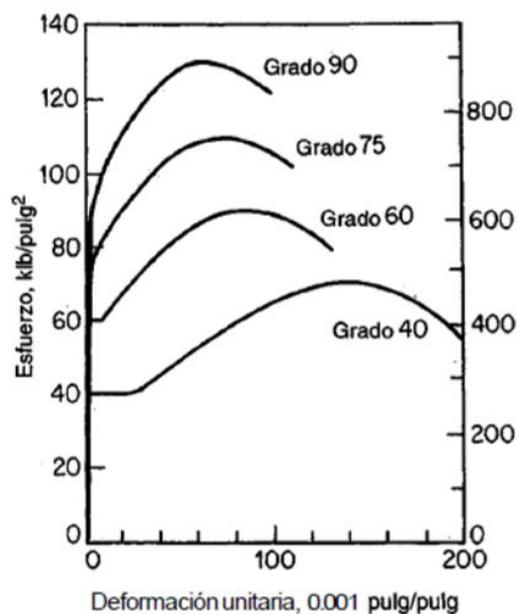
Los aceros de alta resistencia muestran una menor región de endurecimiento por deformación a diferencia de aquellos de baja resistencia, o sea que muestran menor deformación hasta llegar a la fractura como se observa en la Fig. 8.

Es importante que, en zonas sísmicas, no se exceda un porcentaje de resistencia a la fluencia, ya que es hay más probabilidad de producirse una falla frágil por un incremento de esfuerzos cortantes.

Tiene mayor relevancia más aun en regiones sísmicas, no exceder una cierta resistencia a la fluencia, debido a que resistencias muy elevadas podrían generar una falla frágil producida por un crecimiento de esfuerzos cortantes.

Figura 8

Curvas Esfuerzo vs deformación para acero de diferentes resistencias. Nilson (1999).



2.3. Bases conceptuales

- **Coefficiente de reducción sísmica**

Es el parámetro que representa de manera más sucinta la capacidad potencial de un sistema para la respuesta dúctil y la disipación de energía (SEAOC, 2019)

$$R = R_{\mu} R_{\Omega} R_R \quad (21)$$

- **Análisis Estático no lineal (Pushover)**

Sobre la definición de Análisis Pushover en el código ATC-40 se afirma lo siguiente:

Análisis estático incremental utilizado para determinar la curva de capacidad, de una estructura o elemento estructural. El análisis implica la aplicación de cargas horizontales, en un patrón prescrito, a un modelo informático de la estructura, incrementalmente; es decir, "empujando." la estructura; y trazando la fuerza de corte total aplicada y el desplazamiento lateral asociado en cada incremento, hasta que la estructura alcanza un estado límite o condición de colapso. (SEAOC, 1996)

2.4. Bases epistemológicas, bases filosóficas y/o bases antropológicas

Todo diseño sísmorresistente tiene como principio tres conceptos fundamentales al cual llamamos filosofía de diseño y son:

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

Proteger a una estructura para cualquier sollicitación sísmica no es técnicamente factible ni económicamente factible. Debido a esto la norma E.030 establece lo siguiente

- 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, se debería tener consideraciones especiales orientadas a lograr que permanezcan en condiciones operativas luego de un sismo severo. (NTP-E.030, 2019)

III. METODOLOGÍA

3.1. Ámbito

Se considerará el Ámbito de estudio, a las instituciones educativas construidas en el año 2020 - 2021 ubicado en el distrito de Huánuco.

3.2. Población

Colegio Nacional Industrial Hermilio Valdizán del distrito de Huánuco - Provincia de Huánuco

Ubicación Geográfica

El proyecto se encuentra ubicado, en coordenadas $9^{\circ}55'40.6''S$ $76^{\circ}14'10.1''W$ y a una Altitud de 1883 m. s. n. m, el mismo que se presenta en la figura 9.

Políticamente se encuentra en el distrito de Huánuco, provincia de Huánuco y región Huánuco.

Ubicación Política

Nombre	:	Colegio Nacional Industrial Hermilio Valdizán
Dirección de la I.E.	:	Malecón Leoncio Prado 287
Jurisdicción	:	DRE Huánuco / UGEL Huánuco
Zona (urbana o rural)	:	Urbano

Figura 9

Ubicación geográfica del proyecto



3.3. Muestra

El Módulo 3, del Colegio Nacional Industrial Hermilio Valdizán, siendo el único módulo que cuenta con un mayor porcentaje de sistema estructural aporticado en su totalidad.

Básicamente el Módulo 3 se encuentra zonificado como un ambiente para el uso de talleres está compuesta por 9 talleres: Taller de Construcción, Taller de Carpintería Metálica, Taller de Carpintería de Madera, Taller de Mecánica Automotriz, Taller de Cuero y Calzado, Taller de Electricidad, Taller de Electrónica, Taller de Textileria, Taller de dibujo, todos estos talleres debidamente equipados.

3.4. Nivel y tipo de estudio

3.4.1. Nivel de investigación

Esta investigación se adecua a lo que propone (Sampieri, 2014) el cual es proporcionar un sentido de entendimiento del fenómeno a que se hace referencia. En nuestro caso es entender y evaluar el Coeficiente de Reducción Sísmica y no solo tomarlo como un valor frío de una tabla.

Es cierto que el código americano ASCE 7 al igual que nuestra normativa E.030 recomienda usar valores de coeficiente de reducción R sin llevar a cabo un cálculo anticipado. Esta investigación pretende entender y evaluar para llegar a comprender el valor real del coeficiente de reducción sísmica del Colegio Nacional Industrial Hermilio Valdizán.

Nuestra investigación es del tipo Explicativo.

3.4.2. Tipo de investigación

- De acuerdo al fin que se persigue:

Investigación aplicada, esto debido a que se busca determinar y conocer el comportamiento de nuestra edificación, evaluando el Coeficiente de Reducción

Sísmica, mediante la aplicación de conocimientos desarrollados para incursionar en el rango no lineal.

- De acuerdo a los tipos de datos analizados:

Cuantitativa, esto debido a que se pretende cuantificar o medir el fenómeno estudiado, en este caso el comportamiento último de la estructura sometido a una carga incremental, para luego verificar nuestra hipótesis una vez evaluado los datos tomados inicialmente.

- De acuerdo al nivel de profundidad:

Explicativa, porque se contesta el porqué, la causa de determinado fenómeno o comportamiento, en nuestro caso es entender y evaluar el coeficiente de reducción sísmica mediante un proceso de evaluación no lineal y no solo tomarlo como un valor numérico de una tabla.

- De acuerdo al medio para obtener los datos:

Documental, debido a que la fuente principal es el expediente técnico, el cual contiene datos importantes como son: planos, estudios básicos, memorias descriptivas, memorias de cálculo, metrados, especificaciones técnicas.

- De acuerdo a la manipulación de las variables:

Experimental, porque en nuestra investigación se tiene control en la manipulación de la variable independiente el cual es la Estructura Aporticada del Colegio Nacional Hermilio Valdizán.

- Según el tipo de interferencia

De baja interferencia, debido a que los datos fueron recolectados por los que elaboraron el expediente técnico, datos como dimensiones de elementos estructurales, características físicas, factores sísmicos etc, Por lo cual se tomó

dichos, se presentó una problemática del Coeficiente de Reducción sísmica y así mismo una solución a dicho problema.

- Según el periodo temporal

Es del tipo Transversal, debido a que la recolección de datos y el análisis de los datos recolectados, se realizó en un tiempo concreto, la fuente principal en la obtención de datos fue el Expediente Técnico.

- Según el tiempo en que se efectúa

Es del tipo sincrónica, esto debido a que el Análisis no Lineal efectuado, se realiza en un periodo corto, mas no en un periodo largo de análisis.

3.5. Diseño de investigación

Experimental

Existe una intervención directa en la variable independiente.

Transaccional

Los datos son tomados en un mismo tiempo

Explicativo:

Según Sampieri (2014) Está dirigido a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos. Se enfoca en explicar porque ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o porque se relacionan dos o más variables.

Según lo argumentado anteriormente nuestra investigación es explicativa

De acuerdo a la definición planteada por Sampieri (2014) nuestra investigación tiene el siguiente diseño, Experimental, Transaccional, Explicativo, también se visualiza en la Fig.10

Figura 10*Diseño de la investigación*

3.6. Métodos, Técnicas e instrumentos

3.6.1. Recolección de Información (Métodos)

○ Primarias

-La fuente primaria para realizar esta investigación es el expediente técnico proporcionado por la empresa encargada de supervisar la ejecución del proyecto: “Mejoramiento de los servicios de educación secundaria del colegio nacional industrial Hermilio Valdizán, distrito de Huánuco, provincia de Huánuco, región Huanuco”

- Reglamentos y normativas Técnicas nacionales e internacionales

Tales como:

- FEMA 356, Prestandard and commentary for the seismic rehabilitation of building
- ATC-34, A Critical Review of Current Approaches to Earthquake Resistant Design
- ATC-19, The report, Structural Response Modification Factors
- ASCE 41, Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings
- NTP-E.030. (2019). Norma técnica diseño sismorresistente

○ Secundarias

Se recopilarán datos obtenidos de:

- Revistas de investigación.
- Hojas Excel de elaboración propia y proporcionadas por ingenieros especialistas
- Tesis similares

3.6.2. Técnicas de recolección

- Mediciones realizadas con herramientas digitales software.
- Se procesará los datos obtenidos del modelamiento en SAP 2000.
- Tabulación de datos con Excel.

3.6.3. Instrumentos de recolección de información

- Expediente Técnico
- Visualización digital con AutoCAD

El uso del programa nos ayuda con la visualización de los detalles, medidas y descripción en el plano del expediente Técnico, tales como:

- ✓ Medidas y longitudes
 - ✓ Dimensiones de los aceros usados para el diseño
 - ✓ Descripción del tipo de carga ya sea carga muerta o carga viva
 - ✓ Descripción de los espacios y tipos de usos
 - ✓ Geometría general del módulo, tales como dimensiones de las vigas, dimensiones de las columnas, dimensiones de las losas.
- Modelamiento digital con SAP 2000
 - ✓ El programa SAP2000, en esencia nos facilita realizar el cálculo del análisis sísmico, del cual principalmente obtendremos las derivas y cortantes de demanda y diseño en el rango lineal, y en proceso de cálculo del análisis no lineal nos facilitará la obtención de la curva de capacidad, el cual es el objetivo principal de la investigación.
 - Interoperabilidad del programa Excel y SAP2000
 - ✓ Para mayor facilidad y rapidez de visualización de resultados se optó el uso de su opción automatizada mediante el lenguaje de programación Visual Basic for Application (VBA), un lenguaje de programación disponible para

los usuarios de Microsoft Office en programas como Excel, el cual a continuación se detalla paso a paso su uso en el Anexo 03

3.7. Validación y confiabilidad del instrumento

El software SAP 2000, es una herramienta desarrollada desde sus inicios para el cálculo estructural, como parte de la investigación se realizó una encuesta a ingenieros con experiencia en el cálculo estructural los cuales expresan de manera positiva la importancia de usar este programa, la encuesta se encuentra como parte de los anexos en esta investigación

a) Modelo numérico de los elementos

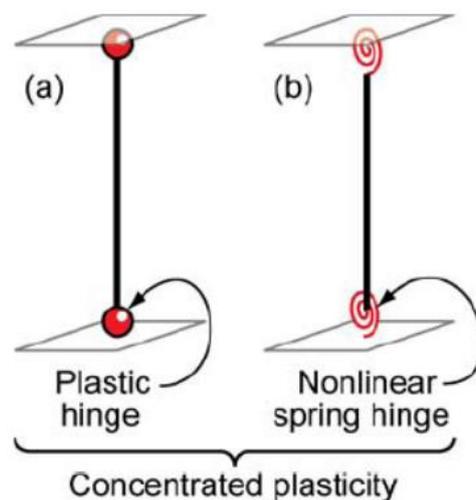
Como parte de uno de los modelos numéricos utilizados se presenta el modelo tipo de modelo concentrado en la Fig. 11

Plasticidad Concentrada:

- Articulaciones Rígidas Elasto Plásticas, con relaciones momento curvatura.
- Resortes Inelásticos con propiedades histeréticas.

Figura 11

Modelo numérico para elementos estructurales tipo concentrado (Deierlein et al , 2010)



Nota. En el gráfico se muestran los tipos de modelos matemáticos que se usan en el software SAP2000, para nuestra investigación solo usaremos el tipo (a) el cual es de plasticidad concentrada, ya que es un modelo adecuado para estructuras aperticadas, y su procesamiento de cálculo numérico no demanda mucho tiempo.

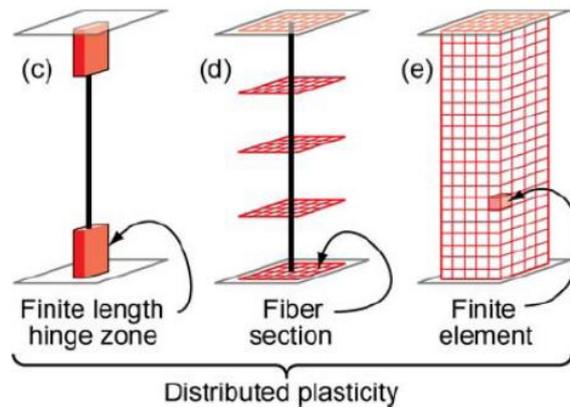
Plasticidad Distribuida:

Como parte de uno de los modelos numéricos utilizados se presenta el modelo del tipo plasticidad distribuida en la Fig. 12

- Usan relaciones esfuerzo vs deformación.
- Modelan las variaciones a través de la sección recta y a lo largo del eje del elemento.
- Capturan respuestas locales:
 - Degradación de Resistencia
 - Pandeo de armadura o alas
- Modelan interacción Corte – Flexión, pero usando en forma intensiva recursos de cómputo.
- Pueden proveer deformaciones en los materiales, que es la tendencia a usar como parámetros de control.

Figura 12

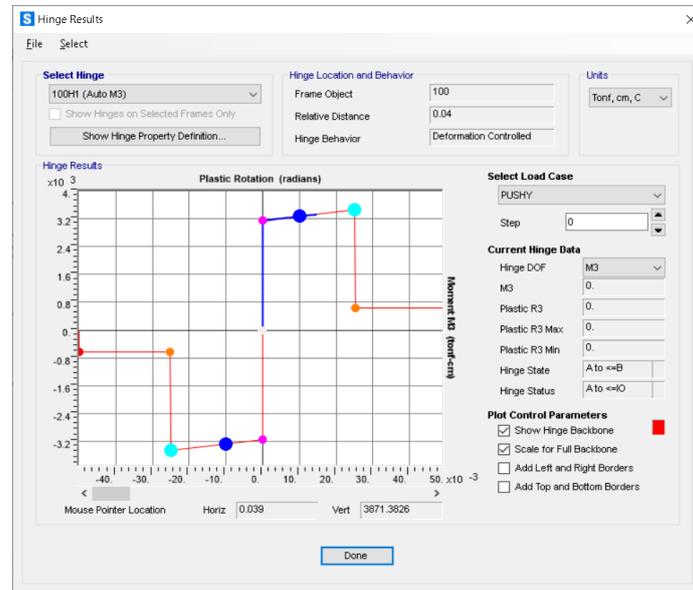
Modelo numérico para elementos estructurales tipo distribuido (Deierlein et al, 2010)



En nuestra investigación usaremos las rotulas del tipo de plasticidad concentrada el cual se encuentra implementada en el ASCE 41-13.

Figura 13

Modelo de rótula plástica implementado en el SAP2000 según el código ASCE 41-13



La Figura 13, muestra el modelo constitutivo para el concreto armado, el cual recomienda el ASCE 41-13, estos modelos constitutivos representan modelos histéreticos de elementos de concreto armado inducidos mediante cargas cíclicas a un comportamiento último.

b) Modelado de la Estructura

El modelado final de la estructura se verificará con un programa de cómputo como lo es el SAP2000 en su versión 20, desarrollada por la compañía Computers and Structures, Inc

3.8. Procedimiento

A continuación, se presenta en la Fig.15, 16, 17 el procedimiento mediante el cual se realizará el cálculo y la evaluación de la estructura sismo resistente, Módulo 3 del colegio Hermilio Valdizán de Huánuco

Figura 14

Flujograma de proceso de cálculo para llegar al análisis no lineal

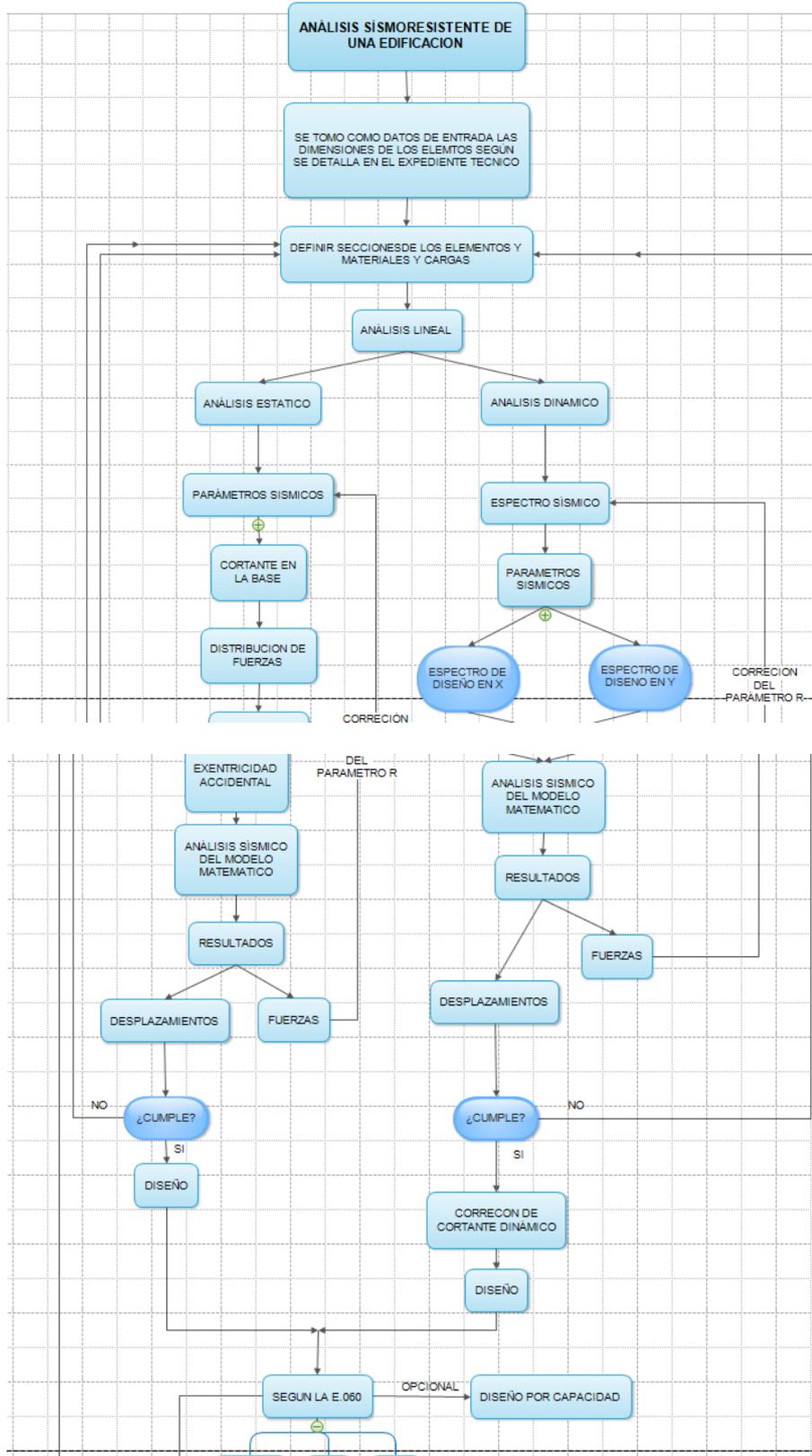


Figura 15

Flujograma de proceso de cálculo para llegar al análisis no lineal

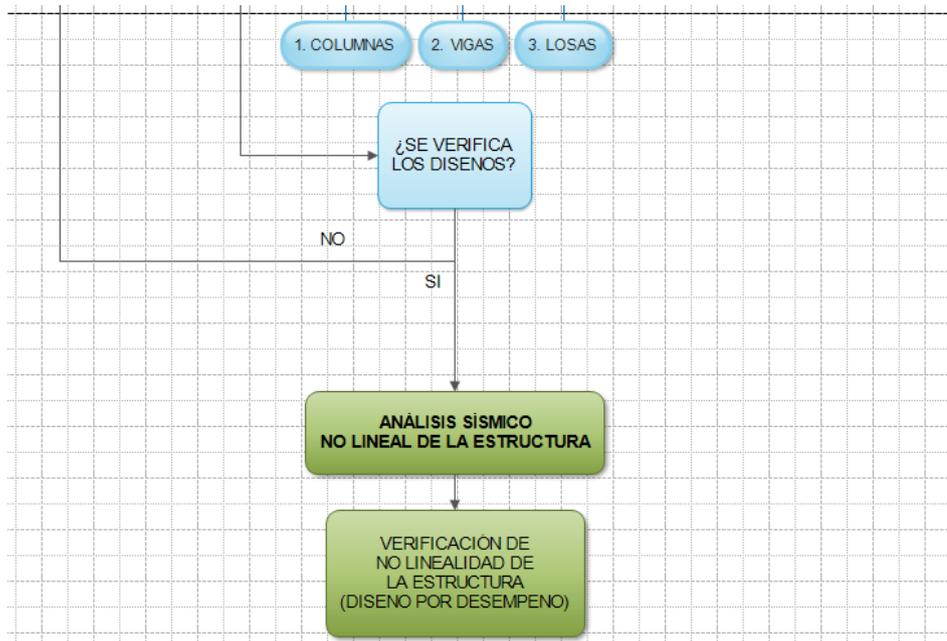
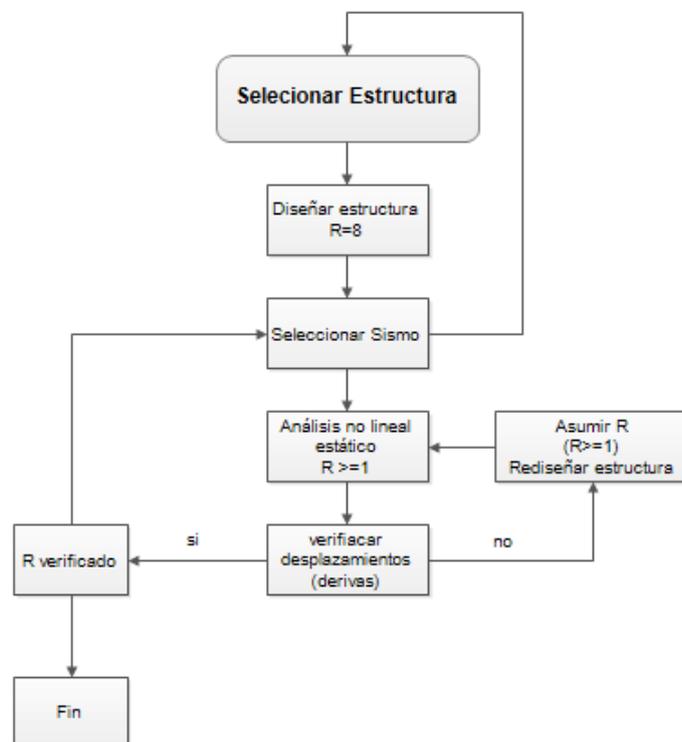


Figura 16

Esquema de análisis de datos para el análisis no lineal



Nota. El flujograma anterior presenta de manera resumida el proceso de evaluación y cálculo del coeficiente de reducción sísmica.

El proceso de cálculo lineal se realizó de manera automatizada con la ayuda del programa SAP 2000 y su interoperabilidad con el programa Excel mediante el lenguaje de programación Visual Basic for Application (VBA), la verificación no lineal se realizará mediante la interfaz directa del SAP2000.

A continuación, se procederá a detallar los pasos para la realización del análisis sísmico:

3.8.1. Análisis Estructural

Normas empleadas

RNE E.020 – Cargas – 2006

RNE E.030 – Diseño Sismorresistente – 2018

RNE E.060 – Concreto Armado – 2009

3.8.1.1. Especificaciones de los materiales empleados

Concreto Armado:

- Resistencia a la compresión ($f'c$): 210 kg/cm², para las vigas, y columnas.
- Módulo de Elasticidad (E_c)

$$E_c = 15000 \sqrt{f'c}$$

- $E_c = 217370.6512$ Kg/cm²
- Módulo de Poisson (u): 0.15
- Módulo de Corte (G)

$$G = \frac{E}{2(1 + u)} = \frac{E}{2.3}$$

- Peso Específico: 2400 kg/m³

Acero Corrugado:

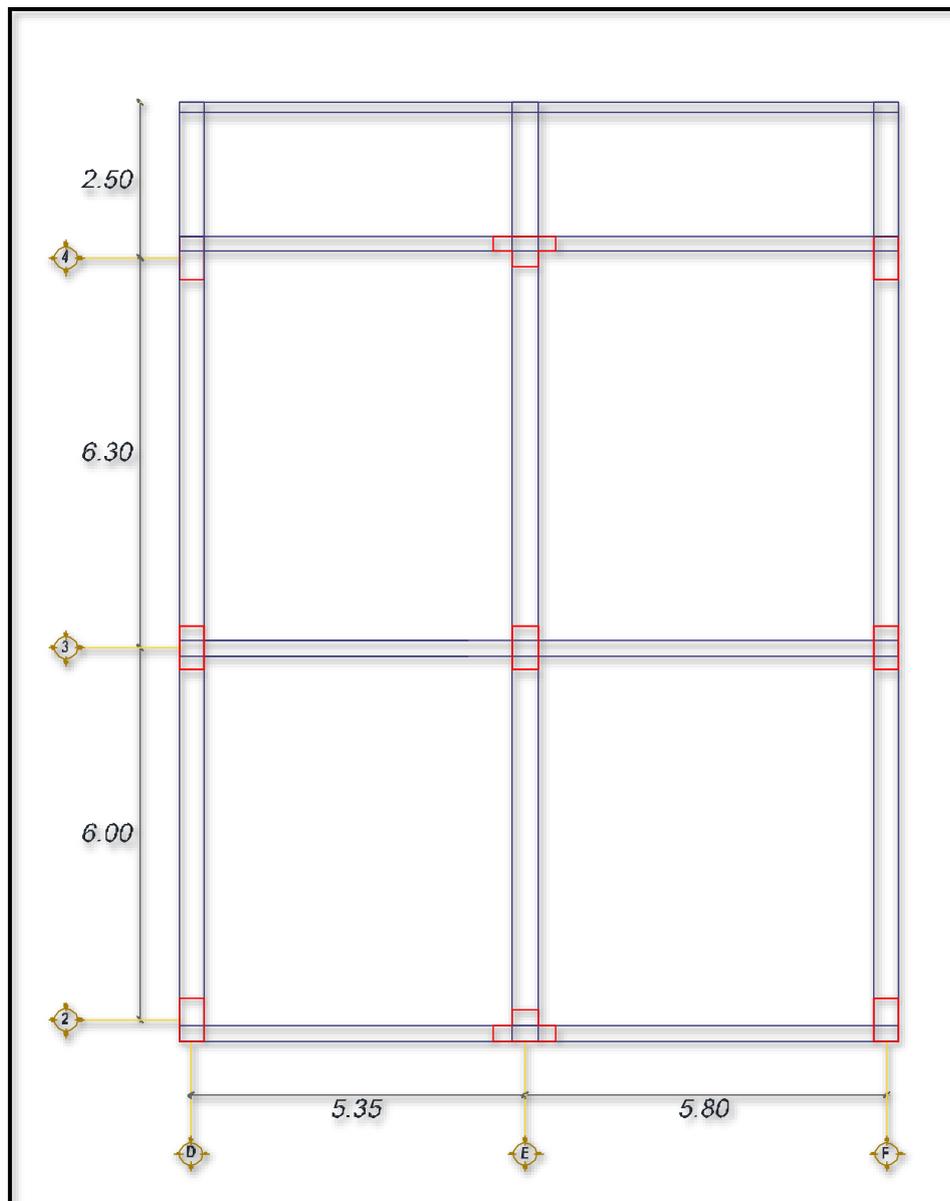
- Resistencia a la fluencia (f_y): 4200 kg/cm², G°60
- Módulo de elasticidad: 2 100 000.00 kg/cm²

3.8.1.2. Estructuración

La estructura del módulo III presentada en la Fig.18, 19, 20, es de una configuración apórticada (vigas y columnas) se eligió el sub módulo III-2, el cual se adecua a la verificación inicial para un análisis no lineal Pushover conforme al ASCE 41-13

Figura 17

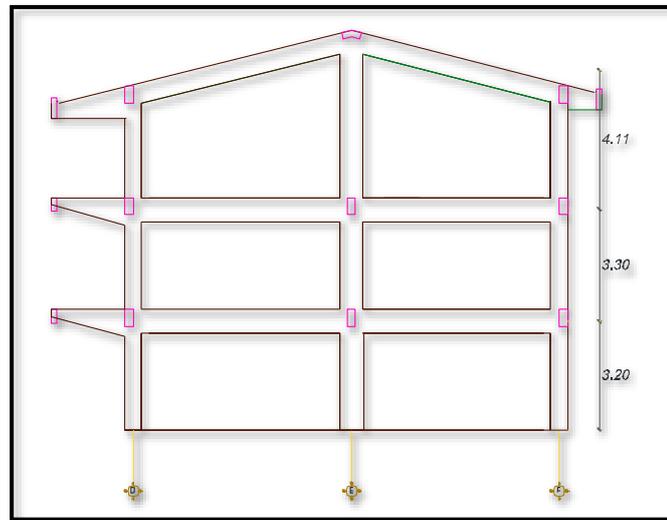
Vista en planta primero, segundo y tercer nivel, módulo III-2



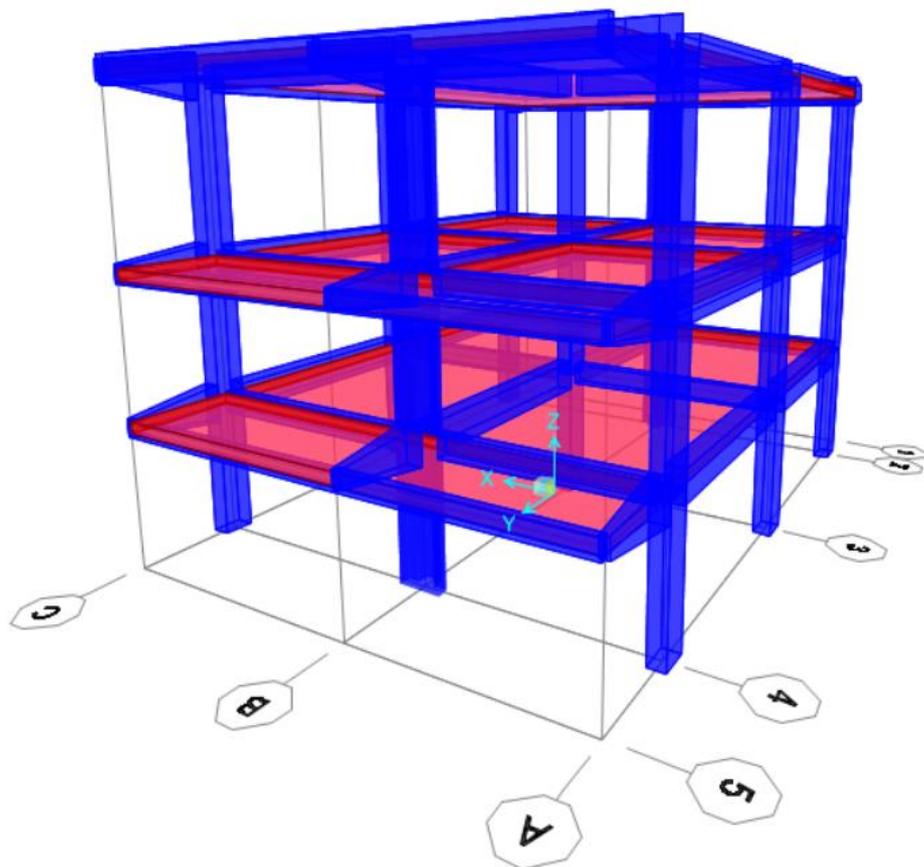
Nota. El gráfico presenta la vista en planta de los pisos del Módulo en evaluación, arbitrariamente los ejes D-E-F estarán en dirección Y, esto se plasmará en el programa de cálculo SAP2000.

Figura 18

Pórtico principal, módulo III-2

**Figura 19**

Vista en tres dimensiones del Sub módulo III-2



Nota. Se presenta el modelo en 3D, el cual será procesado en el programa SAP2000.

3.8.1.3. Dimensionamiento

La evaluación no lineal consiste en la verificación del comportamiento sísmico de una estructura en el rango no lineal, en consecuencia, el dimensionado no es un procedimiento que se tiene que calcular sino más bien es trabajar con las dimensiones ya establecidas y finalizadas de una estructura que fue analizada sísmicamente en el rango lineal, por consecuencia se trabajara con las dimensiones de los elementos indicados en los planos finales del expediente técnico.

A continuación, se presentan los detalles estructurales a partir de la Fig.21 hasta la Fig.27, de los elementos estructurales que fueron empleados en el modelo:

- Primero y segundo nivel.

Columnas:

Figura 20

Columna rectangular de 70x40

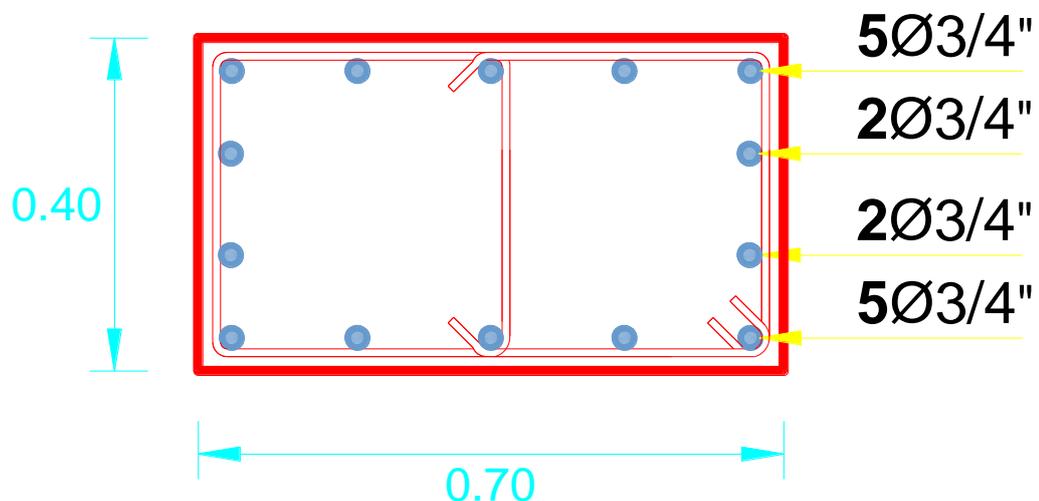
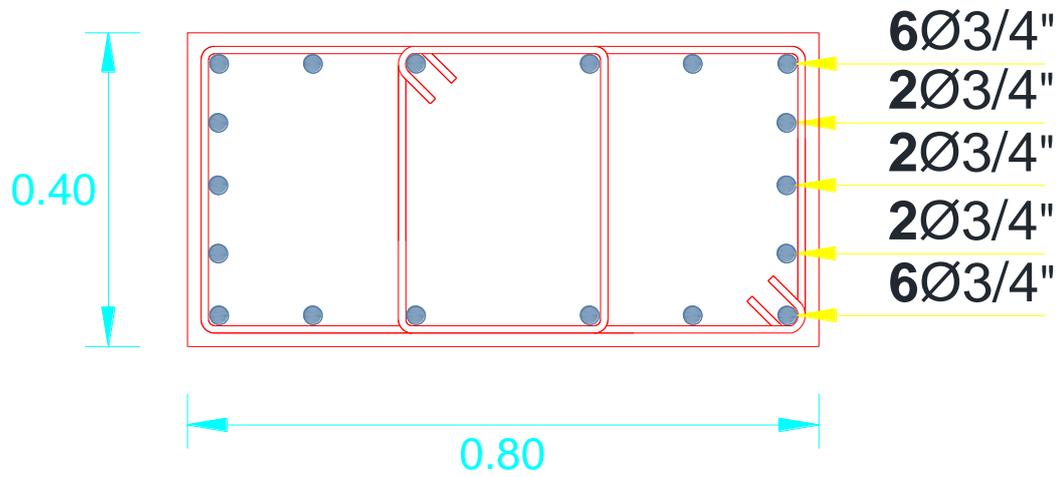
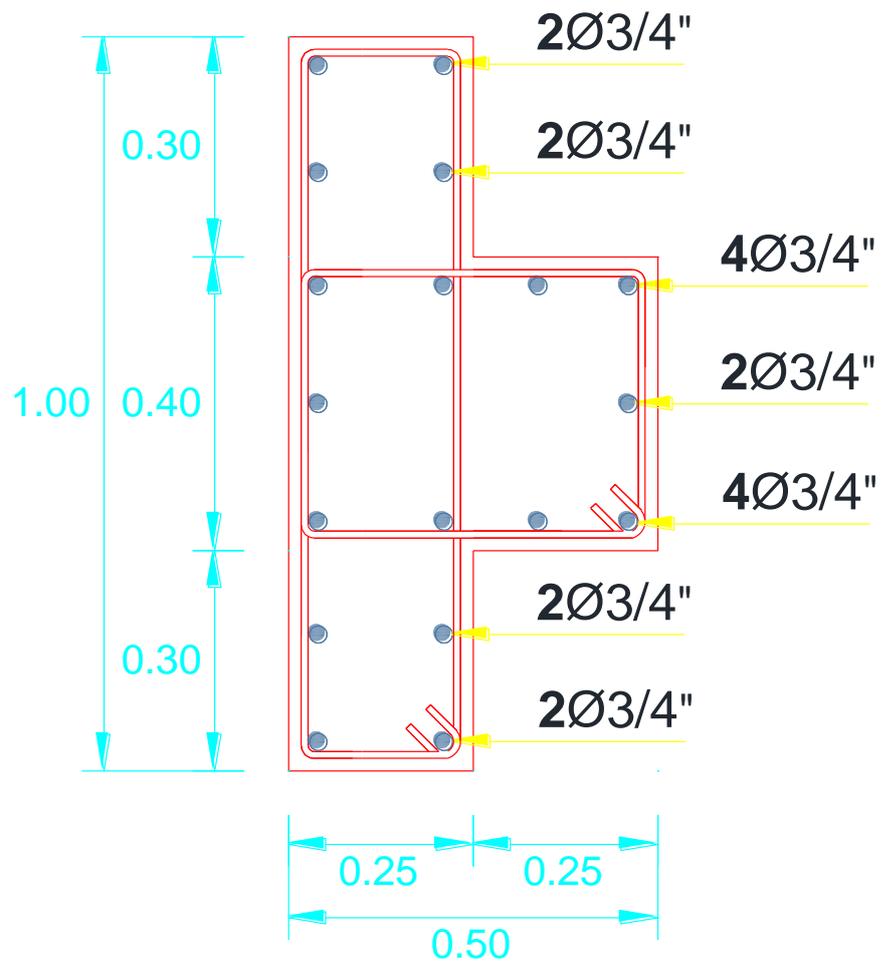
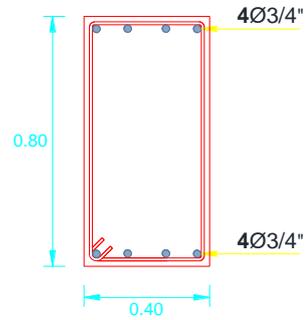


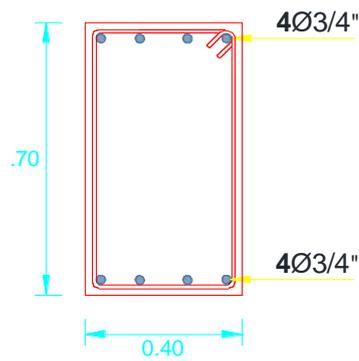
Figura 21*Columna rectangular central 80x40***Figura 22***Columna tipo T*

Vigas:**Figura 23**

Viga rectangular principal 40x80

**Figura 24**

Viga rectangular principal 40x70

**Figura 25**

Viga rectangular principal 40x60

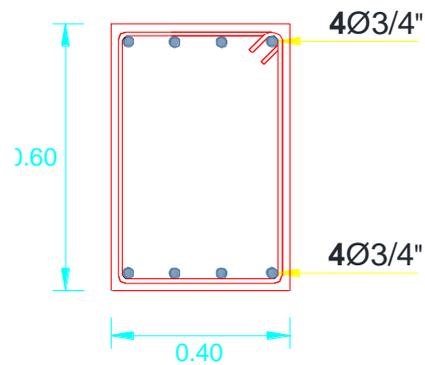
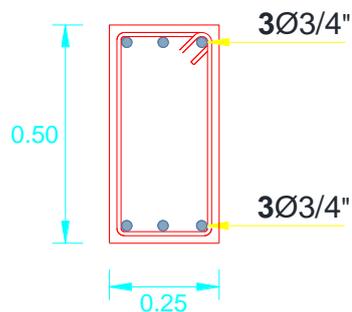


Figura 26

Viga rectangular secundaria 25x50



3.8.1.4. Metrado de cargas

Se realizó el metrado de cargas según el detalle que presentan los planos estructurales, a partir de la tabla 5 hasta la tabla 8.

Tabla 5

Cuantificación de carga muerta para los entrepisos

CM (ENTREPISO)		
CONTRAPISO	100	Kgf/m ²
CERÁMICO	20	Kgf/m ²
TABIQUERÍA MÓVIL	0	Kgf/m ²
PESO LOSA	350	Kgf/m ²
TOTAL	470	Kgf/m ²

Tabla 6

Cuantificación de carga muerta para el techo

CM (TECHO)		
COBERTURA CON TEJA	15	Kgf/m ²
PESO DE LOSA	300	Kgf/m ²
TOTAL	315	Kgf/m ²

Tabla 7

Cuantificación de carga viva para los entrepisos

CV (ENTREPISO)		
CARGA ALMACENAJE	500	Kgf/m ²
CARGA TALLERES	350	Kgf/m ²
BAÑOS	300	Kgf/m ²
CORREDORES	400	Kgf/m ²
AULAS	250	Kgf/m ²

Tabla 8

Cuantificación de carga viva para el techo.

CV (TECHO)		
TECHO	50	Kgf/m ²

Para el cálculo del peso de tabiquería o muro portante, se realizó un cálculo automatizado en el cual es necesario ingresar los siguientes datos, la Fig.28 presenta los datos de entrada para el cálculo:

Tipo de ladrillo

Tipo de muro

Espesor del muro

Altura del muro

Altura de ventana si es que tiene

Longitud de muro

Espesor de la columneta

Espesor de la vigueta

Si tiene una puerta (Altura y Ancho de la puerta)

Figura 27

Calculo para cargas lineales de tabiquería

TIPO DE LADRILLO	2
TIPO DE MURO	4
Espesor Muro=	16 cm
Altura Muro (H)=	1.2 m
Altura Ventana=	0 m
Longitud de muro	3.05
e1	0.2 m
e2	0.2 m
h(puerta hueco)=	0 m
b(puerta hueco)=	0 m
A1=	2.65
A2=	1.01
q=	14.67648
Punit lad+mort=	204.0271 kgf/m
Punit wig+colm=	127.1607 kgf/m
P VENTA	0 kgf/m
W/m=	331.188 kgf/m

3.8.1.5. Análisis Sísmico

- PARÁMETROS SÍSMICOS

Parámetros de zona:

Zona = 2

Z(factor de zona) = 0.25

Parámetros de suelo: Tipo de suelo = S2

S (factor de suelo) = 1.20

T_p = 0.60 seg.

T_L = 2.00 seg.

Parámetros de uso: Categoría de la edificación = A2

U (factor de uso) = 1.50

Coefficientes de Reducción

$R_x = 7$

$R_y = 8$

Periodos

$T_x = 0.18$

$T_y = 0.24$

Una vez ingresado los datos de entrada se obtendrá el espectro de diseño en cual se presenta en la figura 29 para el eje X y en la figura 30 para el eje Y, y como ultimo paso se presenta las derivas obtenidas en la figura 31.

Figura 28

Espectro de Pseudoaceleraciones en dirección X



Figura 29

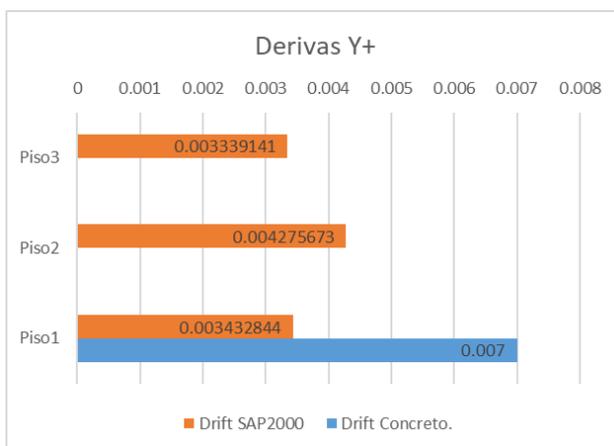
Espectro de Pseudoaceleraciones en dirección Y



Derivas de Entrepiso

Figura 30

Derivas de piso en dirección Y, Módulo III-2



3.8.1.6. Análisis Sísmico Pushover

Procedimiento:

- Se define un primer caso no lineal asociado a la carga gravitacional incluyendo la acción permanente y variable, el cual se muestra en la Fig.32

Figura 31

Creación de un caso de carga gravitacional no lineal

Load Case Data - Nonlinear Static

Load Case Name: CGNL

Load Case Type: Static

Initial Conditions: Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State

Analysis Type: Nonlinear

Geometric Nonlinearity Parameters: None

Mass Source: Previous

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern	CM	1
Load Pattern	CV	0.5
Load Pattern	CVT	0.5

Other Parameters: Load Application: Full Load; Results Saved: Final State Only; Nonlinear Parameters: Default

- Se define un segundo caso no lineal asociado al patrón de carga lateral, el cual se presenta en la Fig.33 y Fig.34

Figura 32

Creación de la carga no lineal Pushover en dirección X

Load Case Data - Nonlinear Static

Load Case Name: PUSHX

Load Case Type: Static

Initial Conditions: Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State

Analysis Type: Nonlinear

Geometric Nonlinearity Parameters: P-Delta

Mass Source: MSSSRC1

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern	FX	1

Other Parameters: Load Application: Displ Control; Results Saved: Multiple States; Nonlinear Parameters: Default

Figura 33

Creación de la carga no lineal Pushover en dirección Y

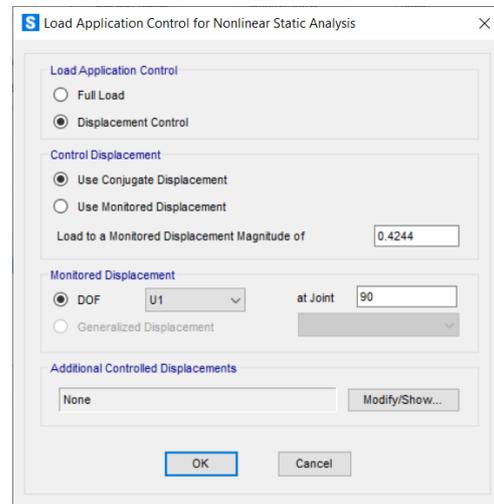
- Se define un punto control ubicado por lo general en el tope de la edificación así como se muestra en la Fig.35 y la Fig.36, donde se va a monitorear el desplazamiento en función al incremento de la fuerza cortante.

Figura 34

Asignación de punto de control en dirección Y

Figura 35

Asignación de punto de control en dirección X



- Se aplican las rótulas plásticas en los elementos estructurales. En este caso se pueden seguir los lineamientos de ASCE 41-13, tal como se muestra en la Fig.37 y la Fig.38.

Se aplican y se ubican las rotulas plásticas, según la normativa deseada. La ubicación de las rotulas en vigas se debe encontrar lo más cercano posible de la cara de la columna.

Figura 36

Ingreso de rotulas plásticas en vigas

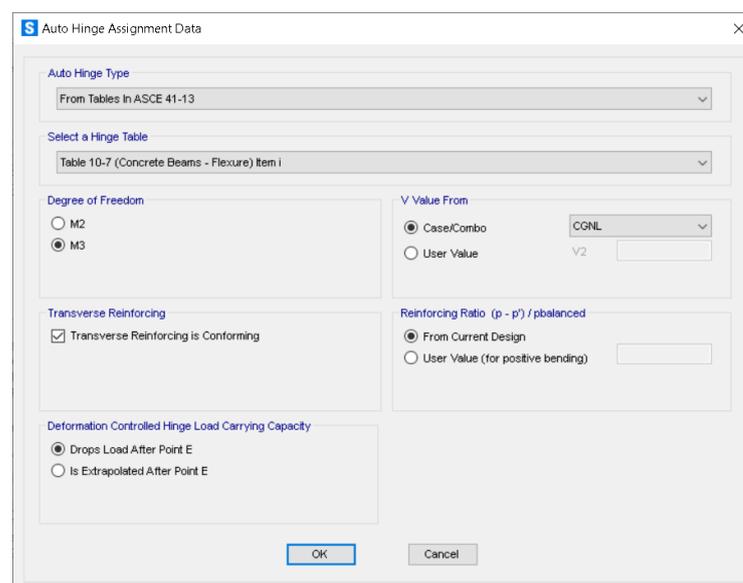
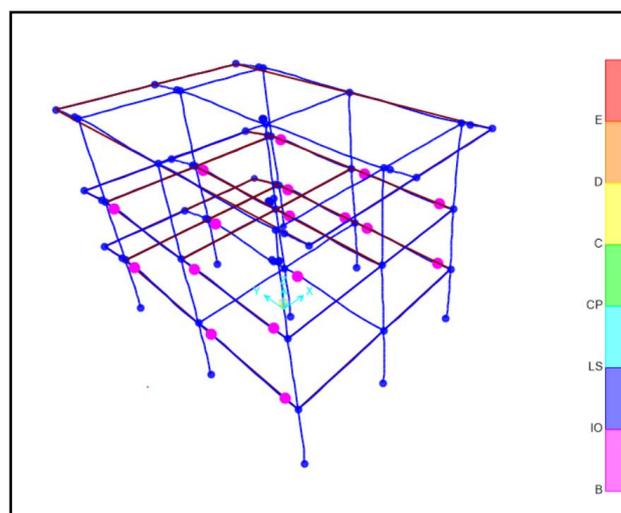


Figura 37*Ingreso de rótulas plásticas en columnas*

- Se obtiene el patrón de rótulas plásticas y la curva de capacidad (desplazamiento en el techo vs corte en la base)

Figura 38*Formación de rótulas plásticas*

Los resultados muestran que las primeras rótulas formadas en la estructura se encuentran en las vigas tal como se muestra en la Fig.39, esto seguirá produciéndose hasta que

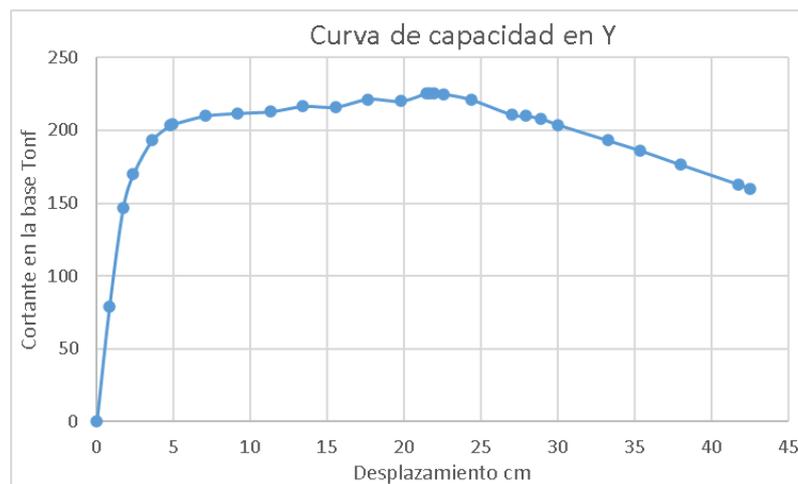
la falla empiece a concentrarse en las columnas y se forme un mecanismo de falla, la formación de rótulas plásticas en las vigas nos garantiza que nuestro diseño inicial columna fuerte y viga débil se está cumpliendo.

3.8.1.7. Curva de Capacidad

En la Fig.40 se puede observar los resultados obtenidos de análisis estático no lineal, en el cual podemos visualizar los resultados de fuerza cortante y desplazamiento en el techo en cada uno de las direcciones de análisis, esta curva formada por el par de datos fuerza cortante y desplazamiento es también llamada curva de capacidad, a partir de estos resultados podremos calcular y evaluar el coeficiente de reducción sísmica R .

Figura 39

Curva Pushover correspondiente a la dirección Y



3.9. Tabulación y análisis de datos estadísticos

A continuación, se presenta los cálculos realizados para obtener el valor del coeficiente de reducción sísmica, esto siguiendo los lineamientos del ATC-19y ATC -34.

Módulo 3-2, dirección Y, sistema aporticado

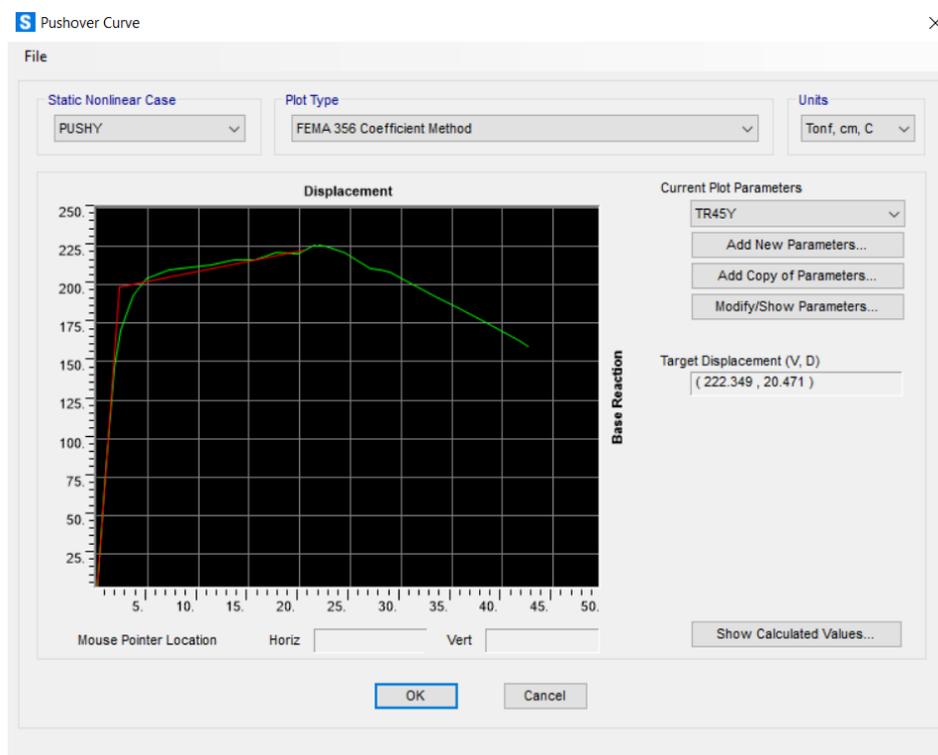
✓ Factor de Ductilidad

- Se determina la curva de capacidad sísmica resistente de la estructura
- Se genera la curva bilineal tal como se muestra en la Fig.41 superpuesto en el grafico a la curva de capacidad

- Se halla el desplazamiento elástico y el desplazamiento ultimo con el cual se halla la ductilidad.
- Se determina el factor Φ , formula dependiente del tipo de suelo.
- Se halla el periodo de la estructura
- Como último paso se procede a obtener el valor de R_μ

Figura 40

Curva de Capacidad y Curva Bilineal



$$\mu = \frac{\mu_m}{\mu_y}$$

$$\mu = \frac{21.7}{2.2} = 9.86$$

$$R_\mu = \frac{\mu + 1}{\Phi} + 1$$

$$\Phi = 1 + \frac{1}{12T - \mu T} - \frac{2}{5T} * \exp^{-2(\ln T - 0.2)^2}$$

$$T = 0.27$$

$$\mu = 9.86$$

$$\Phi = 2.67$$

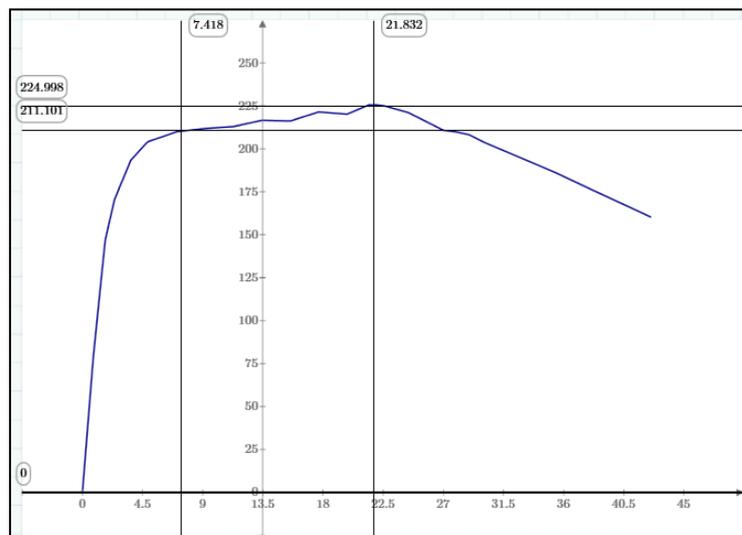
$$R_{\mu} = \frac{\mu - 1}{\Phi} + 1 = 4.3$$

✓ **Factor de Sobre Resistencia**

- Se determina la curva de capacidad de la estructura
- Se halla la cortante correspondiente al desplazamiento de diseño el cual es 0.007 para el concreto, también se halla el cortante ultimo correspondiente al desplazamiento ultimo según nos muestra la curva de capacidad, esto se representa en la Fig.42.
- $R_{\Omega} = \frac{v_U}{v_D}$

Figura 41

Curva de capacidad, ubicación Cortante de diseño y Cortante último.



$$R_{\Omega} = \frac{v_U}{v_D}$$

$$R_{\Omega} = \frac{224.9}{211.1}$$

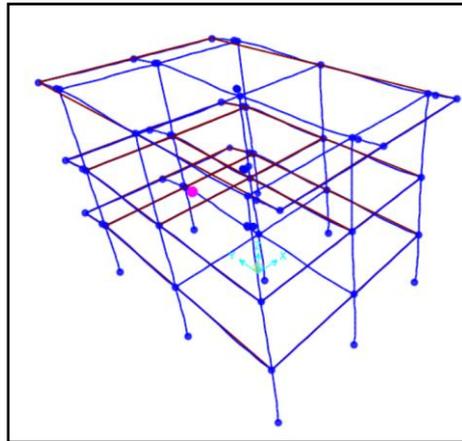
$$R_{\Omega} = 1.06$$

✓ **Factor de redundancia estructural**

Para el cálculo de factor de redundancia estructural será necesario calcular las cortantes correspondientes a los desplazamientos obtenidos en la formación de la primera rótula plástica y la formación del mecanismo de falla, tal como se muestra en la Fig.45.

Figura 42

Formación de la primera rótula plástica

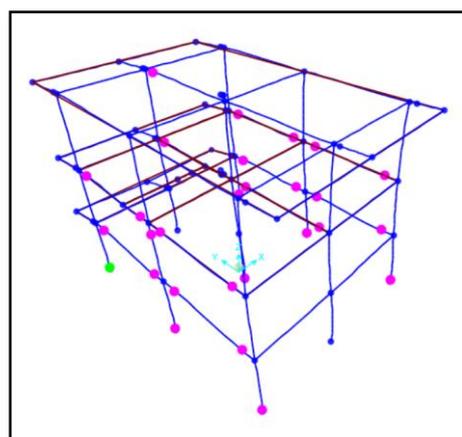


Nota. Se visualiza la formación de la primera rótula plástica al cual le corresponde un desplazamiento de 0.874 cm

$$\delta(\text{desplazamiento}) = 0.874$$

Figura 43

Formación del mecanismo de falla.

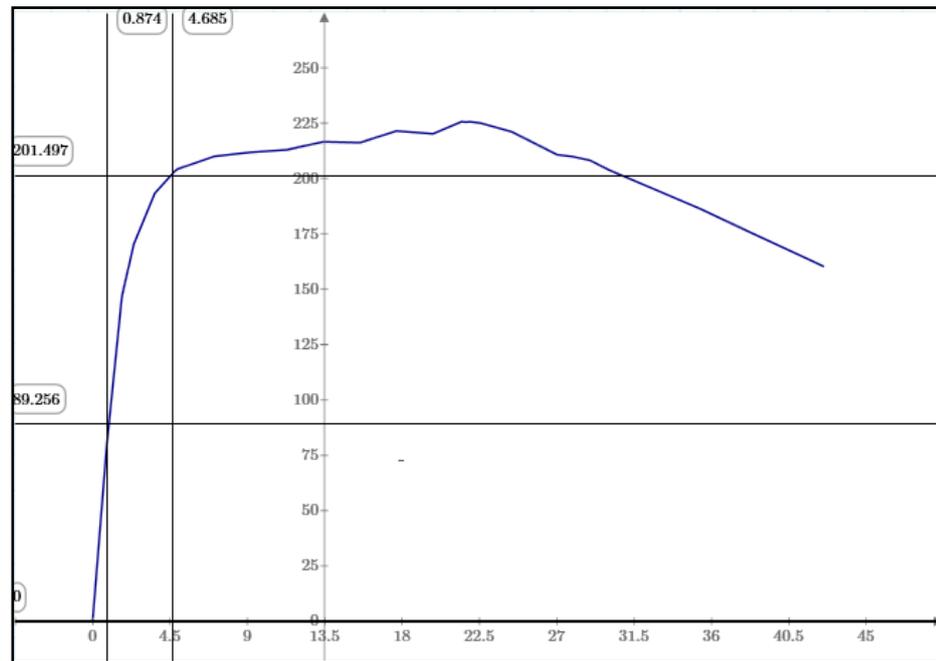


Nota. Se visualiza la formación del mecanismo de falla de la estructura al cual le corresponde un desplazamiento de 4.68 cm

$$\delta(\text{desplazamiento}) = 4.68$$

Figura 44

Cálculo de cortantes para hallar el factor R



$$R_r = \frac{201.49}{89.2}$$

$$R_r = 2.26$$

Cálculo del coeficiente de reducción en dirección Y

$$R = R_\mu R_\Omega R_R = 4.3 \times 1.07 \times 2.2$$

$$R = 10$$

3.10. Consideraciones éticas

- Nuestra investigación cumple con el proceso de análisis recomendado por los códigos de Análisis y Diseño Sísmico, tales como:

- NTP-E.030. (2019). Norma técnica diseño sismorresistente
- FEMA 356, Prestandard and commentary for the seismic rehabilitation of building
- ATC-34, A Critical Review of Current Approaches to Earthquake Resistant Design

- ATC-19, The report, Structural Response Modification Factors
 - ASCE 41, Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings
- La bibliografía usada en nuestra investigación, se obtuvo de manera gratuita el cual es proporcionada por repositorios de Universidades y centros enseñanza.
- El uso del Software Sap 2000, con el cual se realizó la evaluación del análisis no lineal se realizó con la versión estudiantil.

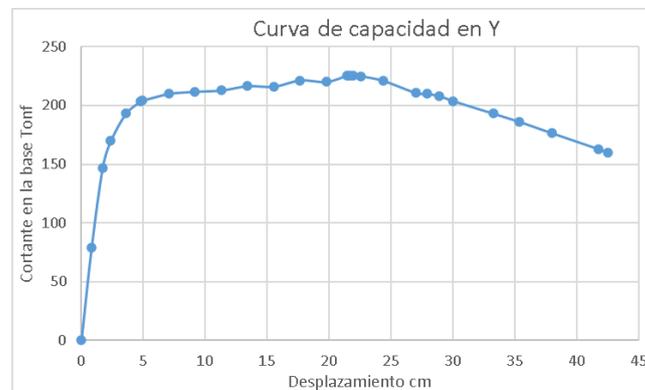
IV. RESULTADOS

A continuación, en la Fig.46, se muestran los resultados obtenidos del modelado de la estructura:

Se muestran las curvas de capacidad, en la dirección Y-Y, por ser esa dirección de sistema aporticado.

Figura 45

Curva Pushover correspondiente a la dirección Y



- **Factor de ductilidad**

$$R_{\mu} = \frac{\mu - 1}{\Phi} + 1 = 4.3$$

- **Factor de Sobre Resistencia**

$$R_{\Omega} = 1.07$$

- **Factor de redundancia estructural**

$$R_r = 2.2$$

Cálculo del coeficiente de reducción en dirección X

$$R = R_{\mu} R_{\Omega} R_r = 4.3 \times 1.07 \times 2.2$$

$$R = 10$$

V. DISCUSIÓN

1. El valor del coeficiente de Reducción Sísmica es igual a 10, El código americano ASCE 7 recomienda usar un valor igual a 8, así también la norma peruana E.030 recomienda usar un valor de coeficiente de reducción sísmica igual a 8. Se comprobó que nuestra estructura tiene un valor de $R = 10$, valor que excede un 25% al valor recomendado por la norma E.030, este valor excedente está directamente relacionado con una mayor capacidad de absorción de demanda sísmica el cual será disipada por la estructura aporticada incursionando en el rango no lineal, es decir la estructura en estudio soporta un 25% más de sollicitación sísmica, en comparación con el diseño según el Expediente Técnico.
2. Los resultados obtenidos del factor de ductilidad en la dirección aporticada, es igual a $R_u=4.3$, este valor está directamente relacionado con el desplazamiento elástico $\mu_y=2.2$ y el desplazamiento inelástico $\mu_m= 21.7$, se observa que la relación de ductilidad $\mu=\mu_m/\mu_y$, es 9.86 (el desplazamiento inelástico es 9.81 veces el desplazamiento elástico) de este resultado se interpreta que nuestra estructura tiene una ductilidad considerable incursionando en el rango inelástico.
3. Los resultados obtenidos del factor de sobre resistencia en la dirección aporticada, es igual a $R_\Omega = 1.07$, Para ello se obtuvo la cortante de diseño igual a 211.101Tonf que le corresponde un desplazamiento absoluto de 7.4 cm, para un desplazamiento relativo de 0.007 esto según la norma E.030, y un cortante ultimo igual a 224.9 Tonf que le corresponde un desplazamiento absoluto igual

a 21.8 cm, físicamente el valor final 1.07 se interpreta como la resistencia aportada por los elementos estructurales columnas y vigas incurriendo en el rango no lineal bajo cargas incrementales.

4. Los resultados obtenidos del factor de redundancia nos muestran que para la dirección aportada es igual a $R_{\Omega} = 2.2$, Este valor está directamente relacionado la cortante basal inicial en la estructura con la formación de la primera rotula plástica, y la cortante basal en la estructura debido al mecanismo de falla en el portico analizado.

VI. CONCLUSIONES

- 1 Como resultado de la evaluación del Colegio Nacional Industrial Hermilio Valdizán Módulo 3, según los códigos ATC -19 y ATC - 34, aplicando un Análisis Estático no lineal (Pushover) usando la metodología del FEMA 356 y ASCE 41, se asevera que dicho valor es igual a 10, esta evaluación corresponde a una estructura aporticada de 3 niveles, cuyos ambientes serán usados como talleres, baños y aulas.
- 2 Como resultado del valor del factor de ductilidad, según los códigos ATC - 19 y ATC - 34, aplicando un Análisis Estático no lineal (Pushover) usando la metodología del FEMA 356 y ASCE 41, del Módulo 3 del Colegio Nacional Hermilio Valdizán, se afirma que dicho valor es igual a 4.3.
- 3 Como resultado del valor del factor de Sobre resistencia, según los códigos ATC -19 y ATC - 34, aplicando un Análisis Estático no lineal (Pushover) usando la metodología del FEMA 356 y ASCE 41, del Módulo 3 del Colegio Nacional Hermilio Valdizán, se afirma que dicho valor es igual a 1.07.
- 4 Como resultado del valor del factor de Redundancia Estructural, según los códigos ATC -19 y ATC - 34, aplicando un Análisis Estático no lineal (Pushover) usando la metodología del FEMA 356 y ASCE 41, del Módulo 3 del Colegio Nacional Hermilio Valdizán, se concluye que dicho valor es igual a 2.2.

VII. RECOMENDACIONES O SUGERENCIAS

1. En lo que concierne a esta investigación solo se centró en la evaluación de estructuras esenciales de 3 niveles, con una configuración estructural del tipo aporticada, se recomienda evaluar el coeficiente de Reducción sísmica R mediante el análisis no lineal Pushover a estructuras esenciales de niveles superiores a los 3 pisos y con otros tipos de sistemas estructurales tales como: sistema estructural de albañilería, Sistema estructural de Muros, Sistema estructural dual o Sistema estructural de Muro de ductilidad limitada.
2. Como parte de los resultados obtenidos se sabe que el factor de ductilidad tiene una la relación de ductilidad $\mu = \frac{\mu_m}{\mu_y}$, igual a 9.86, se interpreta que nuestra estructura tiene una ductilidad considerable incursionando en el rango inelástico, por lo que se sugiere reducir las secciones de vigas y columnas si se quiere tener un diseño optimizado de los elementos estructurales de toda la edificación.
3. Ha sido posible aproximar el valor del factor de sobre resistencia el cual tuvo un valor igual a 1.07, este valor esta directamente relacionado con la cortante basal por consiguiente con el peso sísmico, por lo que se recomienda, que si se quiere optimizar el diseño sísmico, se tendría que reducir las secciones de las vigas y columnas.
4. El factor de redundancia estructural está relacionado con las líneas de resistencia de la estructura, nuestra estructura tiene un limitado número de líneas de resistencia (columnas), por lo cual se sugiere no disminuir las líneas de resistencia.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguiar, R. (2007). *Factor de reducción de las fuerzas sísmicas en edificios de hormigón armado sin muros de corte*. Barbat
- ATC, NSF y NCEER. (1995). The report, Structural Response Modification Factors . *ATC19*, 1(70).
https://www.academia.edu/16557471/Atc_19_structural_response_modification_factor_by_applied_technology_council_1995
- Avila, G. (2018). *Evaluación del coeficiente de reducción (R) de una estructura aporticada con el análisis estático no lineal, San Martín de Porres, Lima* [Tesis de pregrado]. Universidad Cesar Vallejo.
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/22436>
- Carnero, A. (2018). *Estudio de la vulnerabilidad sísmica de las instituciones educativas de la ciudad de Huánuco empleando modelos no lineales* [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional Hermilio Valdizan.
<https://hdl.handle.net/20.500.13080/3985>
- Chiuyari, J., & Olivas, M.(2018). *Evaluación y propuesta de reparación estructural de la institución educativa Mariano Melgar de Huariaca aplicando el análisis no lineal Pushover* [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional Hermilio Valdizan.
<https://hdl.handle.net/20.500.13080/3982>
- Crisafulli, F., y Villafuente, E. (2002). *Espectros de respuesta y de diseño*. Universidad Nacional de Cuyo.
<https://silo.tips/download/espectros-de-respuesta-y-de-diseo-no-de-hojas-22>
- Daza, L. (2003). Nuevo enfoque para determinar el factor de modificación de respuesta. *Revista internacional de desastres naturales, accidentes e infraestructura civil*, 1(33).

https://www.scipedia.com/wd/images/e/e7/Draft_Content_938838691Daza_a.pdf

Deierlein, G., Reinhorn, A. y Willford, M. (2010). Nonlinear Structural Analysis For Seismic Design. *NEHRP Seismic Design Technical Brief*, 4(32).

<https://www.nehrp.gov/pdf/nistgcr10-917-5.pdf>

Díaz, S.(2007). *Metodología de la Investigación Científica*. San Marcos E.I.R.L.

Duarte, C., Martínez, M. y Santamaria, J. (2017). *Análisis estático no lineal (Pushover) del cuerpo central del edificio de la facultad de Medicina de la Universidad de El Salvador*. [Tesis de pregrado]. Universidad de El Salvador.

<https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/13405>

ASCE 41-13. (2013). Seismic Evaluation and Retrofit of Existing Buildings, *ASCE 41-13*, 1(13).

Villacorta, G. (2008). Propuesta del factor de reducción de fuerza sísmica para sistemas estructurales en concreto armado con muros de reforzados por barras dúctiles y mallas electrosoldadas. Universidad Nacional de Ingeniería.

<http://blog.pucp.edu.pe/blog/wp-content/uploads/sites/109/2008/04/Valor-R-en-SMDL.pdf>

Huapaya, R. (2017). *Evaluación de los indicadores de comportamiento sísmico de edificios con sistema aporticado a través del método estático no lineal*. Lima [Tesis de pregrado]. Universidad Ricardo Palma.

<https://hdl.handle.net/20.500.14138/1305>

Juarez, R., Mercado, A. y Vanegas, T. (2018). *Evaluación del factor de modificación de respuesta R para edificios de concreto reforzado con paredes estructurales* [Tesis de pregrado]. Universidad de El Salvador.

<https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/16705>

- Mohr, G. (2009). *Diseño sísmico por desempeño aplicado a un edificio de hormigón armado*. [Tesis de pregrado]. Universidad Austral de Chile.
<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2009/bmfciv618d/doc/bmfciv618d.pdf>
- NCEER y NSF. (1995). The report, A Critical Review of Current Approaches to Earthquake Resistant Design. *ATC-34*, 1(94).
<https://www.atcouncil.org/pdfs/atc34toc.pdf>
- NTP-E.030. (2019). Norma técnica E.030 diseño sismorresistente. *NTP-E.030* .
<https://busquedas.elperuano.pe/download/url/anexo-de-rm-n-355-2018-vivienda-mediante-la-cual-se-modi-anexo-rm-n355-2018-vivienda-1720685-1>
- Ramírez, O. (2017). El factor de modificación de respuesta, R, para edificios de periodo corto. Panamá. *Revista de I+D Tecnológico*, 1(1).
<https://revistas.utp.ac.pa/index.php/id-tecnologico/article/view/113>
- Ernesto, H.(2017). *Evaluación de los indicadores de comportamiento sísmico de edificios con sistema aporticado a través del método estático no lineal*. Lima [Tesis de pregrado]. Universidad Ricardo Palma.
<https://hdl.handle.net/20.500.14138/1305>
- Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación*. McGRAW-HILL.
- Suárez, M. (2012). *Metodología de la investigación científica para ingenieros*.
- FEMA 356. (2000). Prestandard and commentary for the seismic rehabilitation of buildings, *FEMA 356* 1(1).
- Vielma, J., Barbat, H. y Oller, S. (2007). Factores de reducción de respuesta en la norma NCSE-02 y el Eurocódigo 8. *Congreso español de ingeniería sísmica*, 1(14).
- Villacorta, A. (2020). *Modelamiento de Albañilería Confinada con DIANA 10.4*.

Villacorta, A. (2008). *Propuesta del Factor de Reduccion de fuerza sismica para sistemas estructurales en concreto armado con muros reforzados por barras ductiles y mallas electrosoldadas.*

Deierlein, M., Gregory, G., Reinhorn, M. y Willford, S. Análisis estructural no lineal para diseño sísmico. *informe técnico de diseño sísmico NEHRP*,1(4).

<https://vdocument.in/nonlinear-structural-analysis-for-seismic-design.html?page=1>

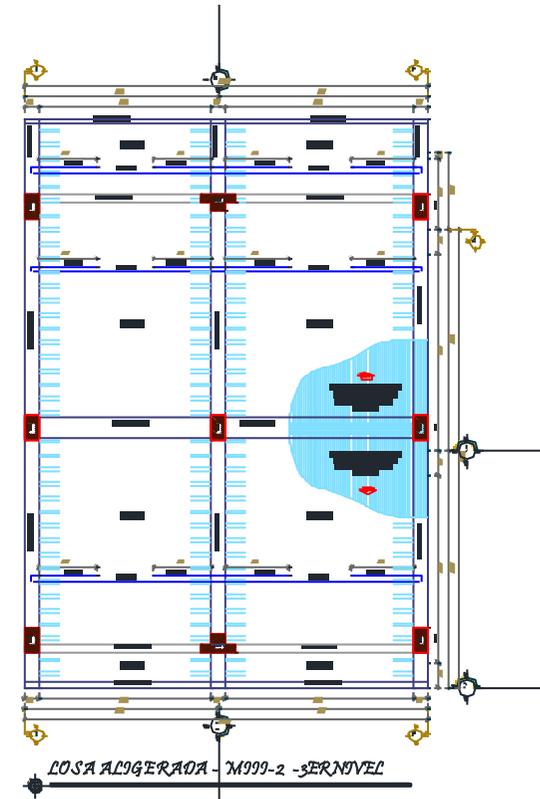
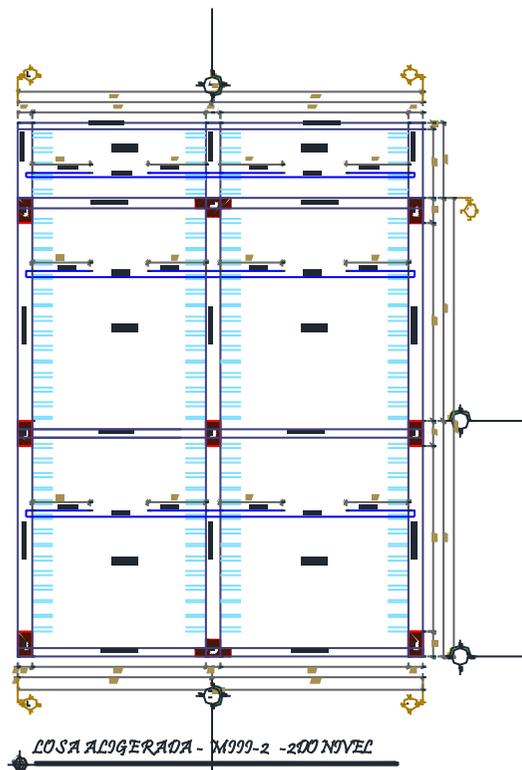
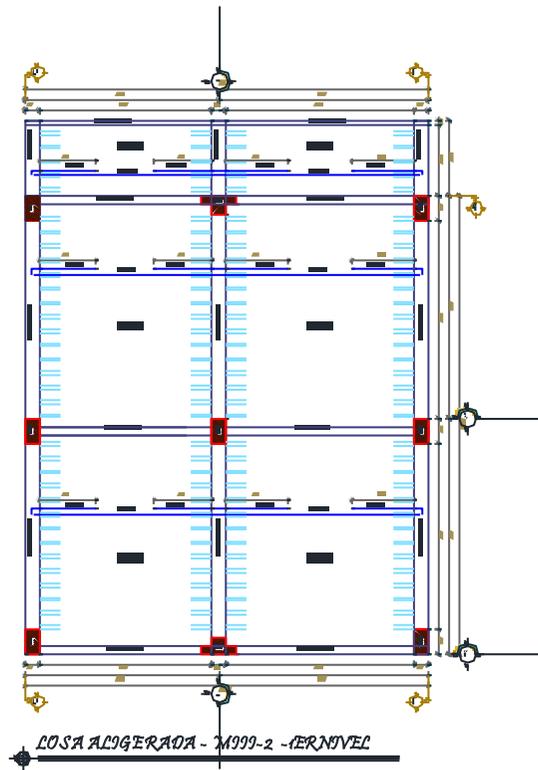
Santana, R. (2013). *Ingenieria Antisismica, Principios Básicos y Aplicaciones.* International Star Student ISS-PERÚ.

https://www.academia.edu/42003729/Principios_B%C3%A1sicos_y_Aplicaciones_Ingenieria_Antisismica

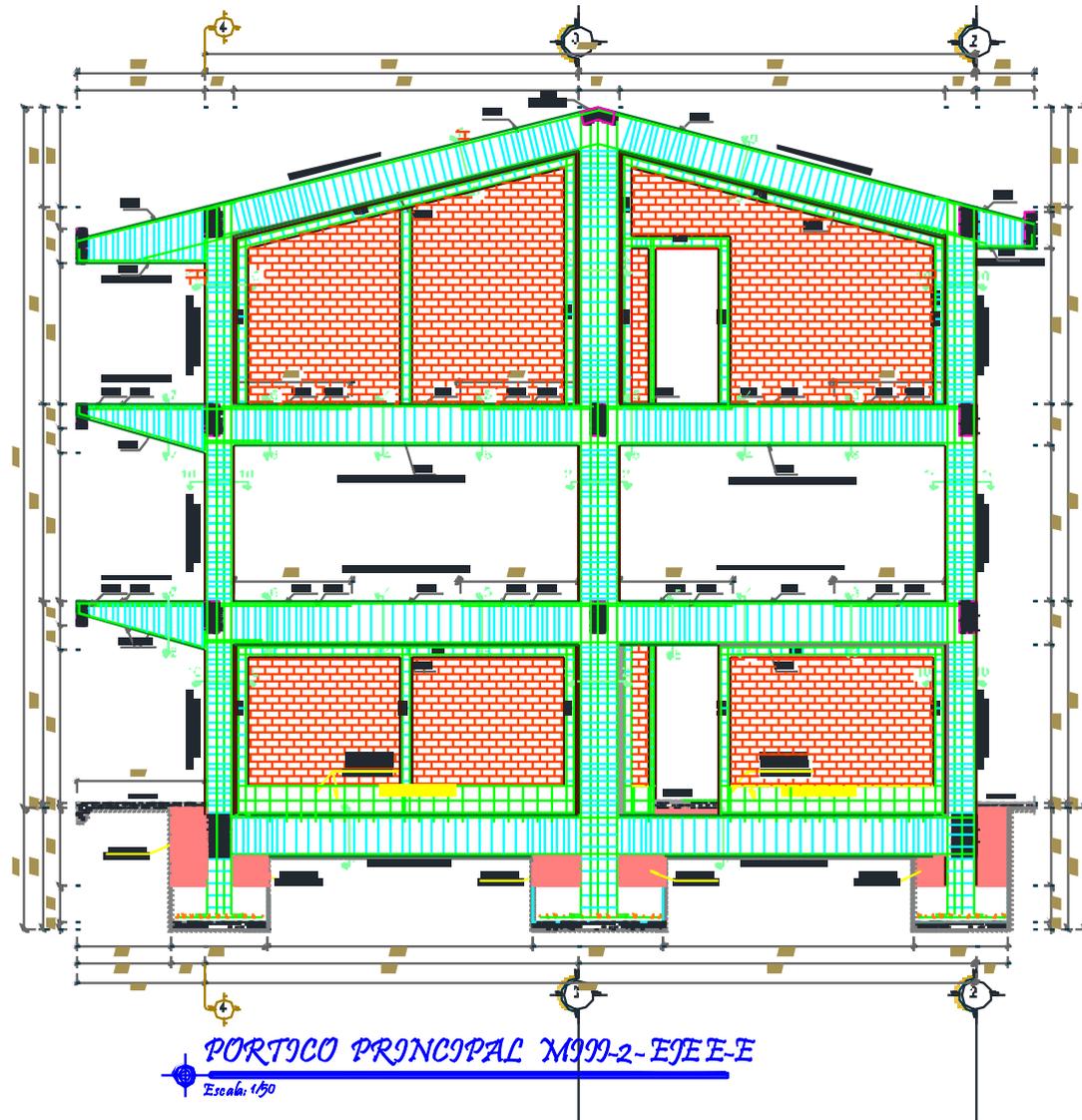
ANEXO 01

PLANOS

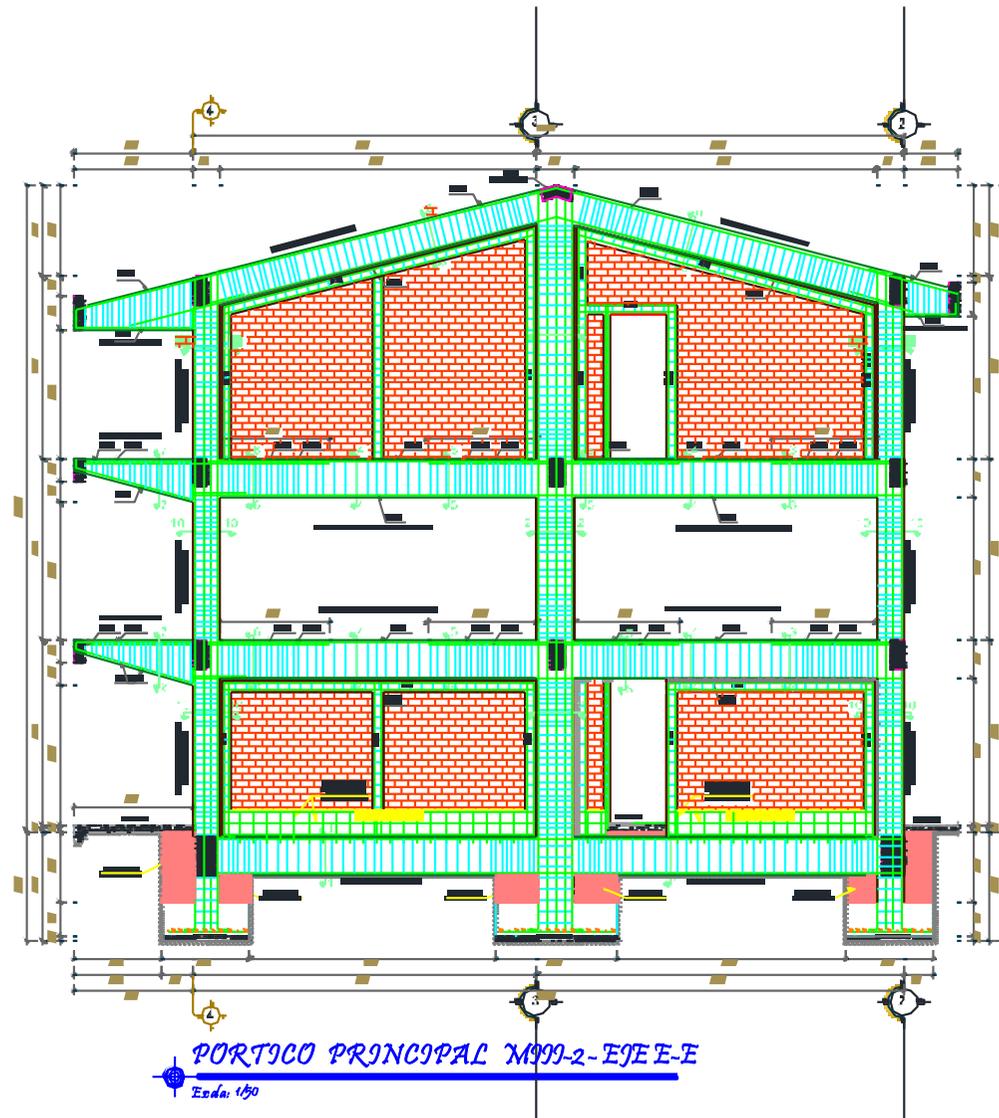
PLANOS VISTA EN PLANTA DEL MÓDULO 3



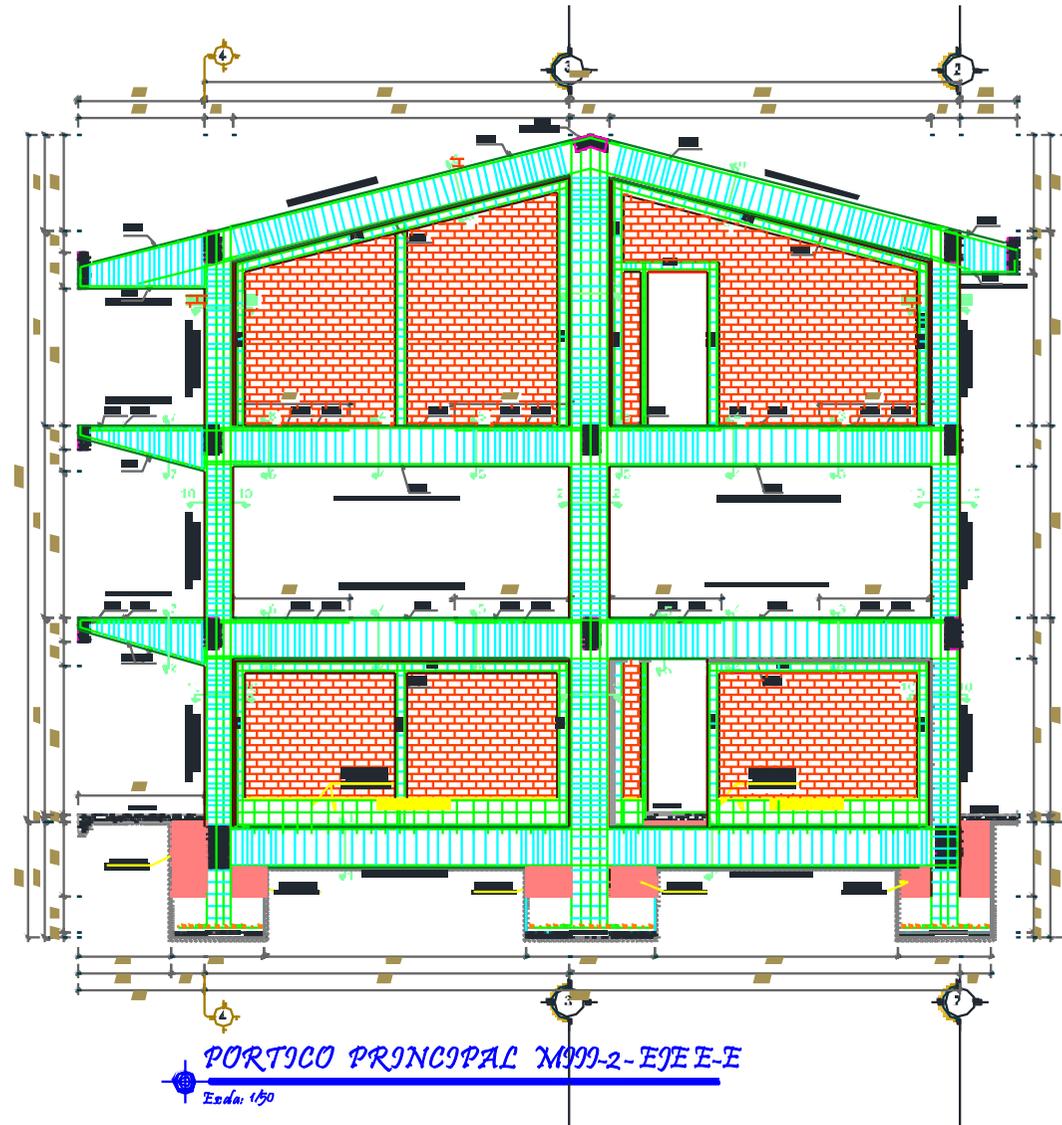
PLANOS VISTAS LATERAL DEL MÓDULO 3



PLANOS VISTA LATERAL DEL MÓDULO 3



PLANOS VISTA LATERAL DEL MÓDULO 3



IMÁGENES DE VISTA FRONTAL DE LA CONSTRUCCIÓN DEL MODULO III



Nota. En la imagen de la izquierda se visualiza el Módulo 3 del Colegio Industrial Hermilio Valdizan,, en la imagen de la derecha se visualiza la columna de sección tipo T.

ANEXO 02

RUTINA DE PROGRAMACIÓN PARA EL CÁLCULO DE DERIVAS Y CORTANTES

```
Public Sub DERIVA()

''   ' Clear previous data
''       If Hoja2.Cells(15, 1) <> "" Then
''           ultimodato = Hoja2.Cells(15, 1).End(xlDown).Row
''           Range(Hoja2.Cells(15, 1), Hoja2.Cells(ultimodato, 11)).ClearContents
''       End If

'CONTAMOS EL NUMERO DE PISOS
zh2 = UBound(zh)

'DIMENSIONAMOS EL VECTOR num_r(), EL CUAL CONTARA RESULTADOS
j = Hoja11.Cells(1, 1)
ReDim num_r(j) As Double

' BORRAMOS LOS DATOS
ultima_fila = Hoja2.Cells(Rows.Count, 3).End(xlUp).Row
Range(Hoja2.Cells(15, 1), Hoja2.Cells(ultima_fila, 40)).Clear

' INICIAMOS EL ORDEN DE DATOS POR PISOS
```

k = 0

'SE OPTO POR ESTE CODIGO POR QUE LOS PUNTOS DE SELECCION SON VARIABLES, EN CADA PISO
'YA QUE EL CODIGO PARA PUNTOS SIMILARES ES MAS FACIL, PERO NO ES PARA UN CASO GENERICO

For j = 1 To zh2

'select coordinate range

ret = SapModel.SelectObj.CoordinateRange(-50, 50, -50, 50, zh(j), zh(j), False, , True, True, False, False, False, False)

'get joint reactions

ret = SapModel.Results.JointDispl("ALL", eItemTypeElm_SelectionElm, NumberResults, Obj, Elm, LoadCase, StepType, StepNum, U1, U2, U3, R1, R2, R3)

'GUARDAMOS EL NUMERO DE RESULTADOS DE LA SELECCION DE PUNTOS (Nº DE PUNTOS SELECCIONADOS)

If j = 1 Then

'NOMBRES DE ENCABEZADO

Hoja2.Cells(14, 1) = "JOINT"

Hoja2.Cells(14, 2) = "LOAD CASE"

Hoja2.Cells(14, 3) = "STEP TYPE"

Hoja2.Cells(14, 4) = "UX"

'SELECCION DE ENCABEZADO Y PINTARLO

Range(Hoja2.Cells(14, 1), Hoja2.Cells(14, 4)).Select

With Selection.Interior

.Pattern = xlSolid

.PatternColorIndex = xlAutomatic

.ThemeColor = xlThemeColorAccent2

.TintAndShade = 0.599993896298105

.PatternTintAndShade = 0

End With

Selection.Font.Bold = True

'NOMBRES DE ENCABEZADO

```

Hoja2.Cells(14, 5) = "JOINT"
Hoja2.Cells(14, 6) = "LOAD CASE"
Hoja2.Cells(14, 7) = "STEP TYPE"
Hoja2.Cells(14, 8) = "UY"

'SELECCION DE ENCABEZADO Y PINTARLO
Range(Hoja2.Cells(14, 5), Hoja2.Cells(14, 8)).Select
With Selection.Interior
.Pattern = xlSolid
.PatternColorIndex = xlAutomatic
.ThemeColor = xlThemeColorDark1
.TintAndShade = -0.149998474074526
.PatternTintAndShade = 0
End With
Selection.Font.Bold = True

'COPIAMOS DATOS DE DESPLAZAMIENTOS A LA HOJA EXCEL
For i = 0 To NumberResults - 1

    Hoja2.Cells(14 + i + 1, 1) = Obj(i)
    Hoja2.Cells(14 + i + 1, 2) = LoadCase(i)
    Hoja2.Cells(14 + i + 1, 3) = StepType(i)
    Hoja2.Cells(14 + i + 1, 4) = U1(i)

    Hoja2.Cells(14 + i + 1, 5) = Obj(i)
    Hoja2.Cells(14 + i + 1, 6) = LoadCase(i)
    Hoja2.Cells(14 + i + 1, 7) = StepType(i)
    Hoja2.Cells(14 + i + 1, 8) = U2(i)

    ' SE APROVECHA QUE LA ULTIMA FILA GUARDA VALORES DEL CENTRO DE MASA PARA COPIARLO EN EL CUADRO DE C.M
    '-----
    If i = NumberResults - 1 Then

        Hoja2.Cells(14 + j, 34) = "Piso" & j
        Hoja2.Cells(14 + j, 35) = LoadCase(i)
        Hoja2.Cells(14 + j, 36) = Obj(i)
        Hoja2.Cells(14 + j, 37) = U1(i)
        Hoja2.Cells(14 + j, 38) = U2(i)

    End If
    '-----

```

Next

'ORDENAMOS DE MENOR A MAYOR LOS VALORES DE DESPLAZAMIENTOS OBTENIDOS

'-----

For i = 1 To NumberResults

 a = Hoja2.Cells(14 + i, 4)

 a1 = Hoja2.Cells(14 + i, 1)

 a2 = Hoja2.Cells(14 + i, 3)

 For k = i + 1 To NumberResults

 b = Hoja2.Cells(14 + k, 4)

 b1 = Hoja2.Cells(14 + k, 1)

 b2 = Hoja2.Cells(14 + k, 3)

 ' COMO LOS VALORES ESTAN EN CONSTANTE CAMBIO

 ' SE ACTUALIZA LOS VALORES DE a, a1, a2

 '-----

 a = Hoja2.Cells(14 + i, 4)

 a1 = Hoja2.Cells(14 + i, 1)

 a2 = Hoja2.Cells(14 + i, 3)

 '-----

 If a < b Or a = b Then

 Else

 Hoja2.Cells(14 + i, 4) = b

 Hoja2.Cells(14 + k, 4) = a

 a = b

 Hoja2.Cells(14 + i, 1) = b1

 Hoja2.Cells(14 + k, 1) = a1

 Hoja2.Cells(14 + i, 3) = b2

 Hoja2.Cells(14 + k, 3) = a2

 End If

 Next

Next

'-----

'MIN

Hoja2.Cells(14 + NumberResults + 2, 4) = Hoja2.Cells(14 + 1, 4)

Hoja2.Cells(13 + j + 1, 25) = Hoja2.Cells(14 + 1, 4) 'COPIAMOS EL VALOR MINIMO DE U1 EN UN CUADRO EN LA COLUMNA 23
 Hoja2.Cells(13 + j + 1, 24) = Hoja2.Cells(14 + 1, 1)
 Hoja2.Cells(13 + j + 1, 23) = Hoja2.Cells(14 + 1, 2)
 Hoja2.Cells(13 + j + 1, 22) = "Piso" & j

Hoja2.Cells(14 + NumberResults + 2, 8) = Hoja2.Cells(14 + 1, 8)

Hoja2.Cells(13 + j + 1, 31) = Hoja2.Cells(14 + 1, 8) 'COPIAMOS EL VALOR MINIMO DE U2 EN UN CUADRO EN LA COLUMNA 28
 Hoja2.Cells(13 + j + 1, 30) = Hoja2.Cells(14 + 1, 5)
 Hoja2.Cells(13 + j + 1, 29) = Hoja2.Cells(14 + 1, 6)
 Hoja2.Cells(13 + j + 1, 28) = "Piso" & j

'MAX

Hoja2.Cells(14 + NumberResults + 1, 4) = Hoja2.Cells(14 + NumberResults, 4)

Hoja2.Cells(14 + j, 13) = Hoja2.Cells(14 + NumberResults, 4) 'COPIAMOS EL VALOR MAXIMO DE U1 EN UN CUADRO EN LA COLUMNA 13
 Hoja2.Cells(14 + j, 12) = Hoja2.Cells(14 + NumberResults, 1)
 Hoja2.Cells(14 + j, 11) = Hoja2.Cells(14 + NumberResults, 2)
 Hoja2.Cells(14 + j, 10) = "Piso" & j

Hoja2.Cells(14 + NumberResults + 1, 8) = Hoja2.Cells(14 + NumberResults, 8)

Hoja2.Cells(14 + j, 19) = Hoja2.Cells(14 + NumberResults, 8) 'COPIAMOS EL VALOR MAXIMO DE U2 EN UN CUADRO EN LA COLUMNA 18
 Hoja2.Cells(14 + j, 18) = Hoja2.Cells(14 + NumberResults, 5)
 Hoja2.Cells(14 + j, 17) = Hoja2.Cells(14 + NumberResults, 6)
 Hoja2.Cells(14 + j, 16) = "Piso" & j

k2 = 14 + NumberResults + 3 'CONTADOR IMPORTANTE PARA SABER EN QUE FILA NOS ENCONTRAMOS

'NOMBRES DE ENCABEZADO

Hoja2.Cells(k2, 1) = "JOINT"
 Hoja2.Cells(k2, 2) = "LOAD CASE"
 Hoja2.Cells(k2, 3) = "STEP TYPE"

```

With Selection.Interior
.Pattern = xlSolid
.PatternColorIndex = xlAutomatic
.ThemeColor = xlThemeColorDark1
.TintAndShade = -0.149998474074526
.PatternTintAndShade = 0
End With
Selection.Font.Bold = True
'-----

'deselccionar datos
ret = SapModel.SelectObj.CoordinateRange(-50, 50, -50, 50, zh(j), zh(j), True, , True, True, False, False, False, False)

Else
'COPIAMOS DATOS DE DESPLAZAMIENTOS A LA HOJA EXCEL
For i = 0 To NumberResults - 1

    Hoja2.Cells(k2 + i + 1, 1) = Obj(i)
    Hoja2.Cells(k2 + i + 1, 2) = LoadCase(i)
    Hoja2.Cells(k2 + i + 1, 3) = StepType(i)
    Hoja2.Cells(k2 + i + 1, 4) = U1(i)

    Hoja2.Cells(k2 + i + 1, 5) = Obj(i)
    Hoja2.Cells(k2 + i + 1, 6) = LoadCase(i)
    Hoja2.Cells(k2 + i + 1, 7) = StepType(i)
    Hoja2.Cells(k2 + i + 1, 8) = U2(i)

    ' SE APROVECHA QUE LA ULTIMA FILA GUARDA VALORES DEL CENTRO DE MASA PARA COPIARLO EN EL CUADRO DE C.M
    '-----
    If i = NumberResults - 1 Then

        Hoja2.Cells(14 + j, 34) = "Piso" & j
        Hoja2.Cells(14 + j, 35) = LoadCase(i)
        Hoja2.Cells(14 + j, 36) = Obj(i)
        Hoja2.Cells(14 + j, 37) = U1(i)
        Hoja2.Cells(14 + j, 38) = U2(i)

    End If
'-----

```

```

    With Selection.Interior
        .Pattern = xlSolid
        .PatternColorIndex = xlAutomatic
        .ThemeColor = xlThemeColorDark1
        .TintAndShade = -0.149998474074526
        .PatternTintAndShade = 0
    End With
    Selection.Font.Bold = True
'-----

End If

'deselccionar datos
ret = SapModel.SelectObj.CoordinateRange(-50, 50, -50, 50, zh(j), zh(j), True, , True, True, False, False, False, False)

Next

'UNA VEZ OBTENIDO LOS DESPLAZAMIENTOS SE CALCULA LAS DERIVAS

For i = 1 To zh2

    If i = 1 Then

        Hoja2.Cells(15, 14) = (Hoja2.Cells(15, 13)) / (zh(i))
        Hoja2.Cells(15, 20) = (Hoja2.Cells(15, 19)) / (zh(i))
        Hoja2.Cells(15, 26) = (Hoja2.Cells(15, 25)) / (zh(i))
        Hoja2.Cells(15, 32) = (Hoja2.Cells(15, 31)) / (zh(i))

        'PARA EL CENTRO DE MASA
        Hoja2.Cells(15, 39) = (Hoja2.Cells(15, 37)) / (zh(i))
        Hoja2.Cells(15, 40) = (Hoja2.Cells(15, 38)) / (zh(i))

    Else

        Hoja2.Cells(14 + i, 14) = (Hoja2.Cells(14 + i, 13) - Hoja2.Cells(14 + i - 1, 13)) / (zh(i) - zh(i - 1))
        Hoja2.Cells(14 + i, 20) = (Hoja2.Cells(14 + i, 19) - Hoja2.Cells(14 + i - 1, 19)) / (zh(i) - zh(i - 1))
        Hoja2.Cells(14 + i, 26) = (Hoja2.Cells(14 + i, 25) - Hoja2.Cells(14 + i - 1, 25)) / (zh(i) - zh(i - 1))
        Hoja2.Cells(14 + i, 32) = (Hoja2.Cells(14 + i, 31) - Hoja2.Cells(14 + i - 1, 31)) / (zh(i) - zh(i - 1))

```

```

'PARA EL CENTRO DE MASA
Hoja2.Cells(14 + i, 39) = (Hoja2.Cells(14 + i, 37) - Hoja2.Cells(14 + i - 1, 37)) / (zh(i) - zh(i - 1))
Hoja2.Cells(14 + i, 40) = (Hoja2.Cells(14 + i, 38) - Hoja2.Cells(14 + i - 1, 38)) / (zh(i) - zh(i - 1))

End If

Next

End Sub

Public Sub CORTANTE()

'Clear previous data

If Cells(15, 1) <> "" Then
    ultimodato = Cells(15, 1).End(xlDown).Row
    Range(Cells(15, 1), Cells(ultimodato, 10)).ClearContents
End If

'get section cut forces with analysis output convention
ret = SapModel.Results.SectionCutAnalysis(NumberResults, Scut, LoadCase, StepType, StepNum, F1, F2, F3, M1, M2, M3)

For i = 0 To NumberResults - 1

    Hoja18.Cells(14 + 1 + i, 1) = Scut(i)
    Hoja18.Cells(14 + 1 + i, 2) = LoadCase(i)
    Hoja18.Cells(14 + 1 + i, 3) = StepType(i)
    Hoja18.Cells(14 + 1 + i, 4) = StepNum(i)
    Hoja18.Cells(14 + 1 + i, 5) = F1(i)
    Hoja18.Cells(14 + 1 + i, 6) = F2(i)
    Hoja18.Cells(14 + 1 + i, 7) = F3(i)
    Hoja18.Cells(14 + 1 + i, 8) = M1(i)
    Hoja18.Cells(14 + 1 + i, 9) = M2(i)
    Hoja18.Cells(14 + 1 + i, 10) = M3(i)

Next

End Sub

```

ANEXO 03

Tabla 9

Matriz de consistencia

EVALUACIÓN NO LINEAL DEL COEFICIENTE DE REDUCCIÓN SÍSMICO SEGÚN LOS CÓDIGOS ATC -19 Y ATC - 34 MEDIANTE UN ANÁLISIS PUSHOVER USANDO LA METODOLOGÍA DEL FEMA 356 Y ASCE 41, COLEGIO NACIONAL INDUSTRIAL HERMILIO VALDIZÁN (MÓDULO 3), DISTRITO DE HUÁNUCO, PROVINCIA DE HUÁNUCO 2021.					
PROBLEMA A INVESTIGAR	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES E INDICADORES	POBLACIÓN Y MUESTRA	METODOLOGÍA
<p>Problema general ¿Cuál será el Coeficiente de Reducción Sísmica (R) del sistema aporticado del Colegio Nacional Industrial Hermilio Valdizán del Módulo 3 ubicado en la ciudad de Huánuco, según los códigos ATC - 19 y ATC - 34, aplicando un Análisis Estático no lineal (Pushover) usando la metodología del FEMA 356 y ASCE 41?</p> <p>Problemas específicos Problema específico 1 ¿Cuál será el valor del factor de ductilidad del sistema estructural del módulo 3? Problema específico 2 ¿Cuál será el valor del factor de sobre resistencia del sistema estructural del módulo 3? Problema específico 3 ¿Cuál será el valor del factor de redundancia del sistema estructural del módulo 3?</p>	<p>Objetivo general Evaluar el Coeficiente de Reducción (R) del sistema aporticado del Colegio Nacional Industrial Hermilio Valdizán del Módulo 3 ubicado en la ciudad de Huánuco, según los códigos ATC -19 y ATC – 34, aplicando un Análisis Estático no lineal (Pushover) usando la metodología del FEMA 356 y ASCE 41.</p> <p>Objetivos específicos Objetivo específico 1 Obtener el valor del factor de ductilidad, mediante un análisis no lineal Pushover, del sistema estructural del módulo 3 Objetivo específico 2 Obtener el valor del factor de sobre resistencia, mediante un análisis no lineal Pushover, del sistema estructural del módulo 3 Objetivo específico 3 Obtener el valor del factor de redundancia estructural, mediante un análisis no lineal Pushover, del sistema estructural del módulo 3.</p>	<p>Hipótesis general El Coeficiente de Reducción (R) del Sistema Aporticado del Colegio Nacional Industrial Hermilio Valdizán del Módulo 3 según los códigos ATC - 19 y ATC – 34, ubicado en la ciudad de Huánuco, aplicando un Análisis Estático no lineal (Pushover) usando la metodología del FEMA 356 y ASCE 41, será diferente a 8.</p> <p>Hipótesis específicas Hipótesis específica 1 El factor de ductilidad del sistema estructural del módulo 3, será mayor en comparación de los valores del factor de sobre resistencia y factor de redundancia estructural. Hipótesis específica 2 El factor de sobre resistencia del sistema estructural del módulo 3, será mayor que 1 Hipótesis específica 3 El factor de redundancia estructural del sistema estructural del módulo 3, será mayor que 1</p>	<p>Variable Independiente Estructura Aporticada, del Colegio Nacional Industrial Hermilio Valdizán Dimensiones Edificación Esencial tipo A Indicadores Factor de ductilidad Factor de Sobre Resistencia Factor de Redundancia Estructural</p> <p>Variable Dependiente Coeficiente de Reducción Sísmica (R) mediante un AENL. Dimensiones Edificación Esencial tipo A Indicadores Columnas Vigas Losa</p>	<p>Población Se considerará al universo o población a las instituciones educativas construidas en el año 2020 - 2021 ubicado en el distrito de Huánuco. Muestra El Modulo 3, del Colegio Nacional Industrial Hermilio Valdizán, siendo el único módulo que cuenta con un sistema estructural aporticado en su totalidad.</p>	<p>Tipo de investigación <u>De acuerdo al fin que se persigue</u> Investigación aplicada <u>De acuerdo a los tipos de datos analizados</u> Cuantitativa Diseño Nuestra investigación tiene el siguiente diseño, Experimental, Transaccional, Explicativo Nivel Explicativo</p>

CONSENTIMIENTO INFORMADO

INVESTIGADOR: Victor Antonio Esteban Victorio

Título de investigación: EVALUACIÓN NO LINEAL DEL COEFICIENTE DE REDUCCIÓN SÍSMICO SEGÚN LOS CÓDIGOS ATC -19 Y ATC - 34 MEDIANTE UN ANÁLISIS PUSHOVER USANDO LA METODOLOGÍA DEL FEMA 356 Y ASCE 41, COLEGIO NACIONAL INDUSTRIAL HERMILIO VALDIZÁN (MÓDULO 3), DISTRITO DE HUÁNUCO, PROVINCIA DE HUÁNUCO 2021.

INTRODUCCIÓN

Lo estamos invitando a participar del estudio de investigación que lleva por título: EVALUACIÓN NO LINEAL DEL COEFICIENTE DE REDUCCIÓN SÍSMICO SEGÚN LOS CÓDIGOS ATC -19 Y ATC - 34 MEDIANTE UN ANÁLISIS PUSHOVER USANDO LA METODOLOGÍA DEL FEMA 356 Y ASCE 41, COLEGIO NACIONAL INDUSTRIAL HERMILIO VALDIZÁN (MÓDULO 3), DISTRITO DE HUÁNUCO, PROVINCIA DE HUÁNUCO 2021.

JUSTIFICACIÓN

Esta investigación se enfoca en obtener el comportamiento de respuesta estructural no lineal según los códigos ATC 19, ATC 34, mediante la metodología del FEMA 356 Y ASCE 41, de un Centro Educativo y además siendo éste una edificación esencial que debe mantenerse operativo para albergar personas luego de un sismo severo, siendo la filosofía de diseño adoptado en la norma técnica peruana e.030 en todo el territorio nacional, y es ahí donde adquiere mayor importancia nuestra investigación con lo cual sería un aporte significativo en la investigación ingenieril.

METODOLOGÍA

Si la persona acepta participar, le informaremos en que consiste cada uno de los procedimientos que se llevaran a cabo en la investigación y sus resultados, los puntos a tratarse en la se detallan a continuación.

- Estructuración
- Dimensionamiento
- Análisis Sísmico
- Análisis Sísmico Pushover
- Curva de capacidad
- Tabulación y análisis de datos estadísticos
- Resultados.
- Conclusiones

MOLESTIAS O RIESGOS

No existe ninguna molestia o riesgo mínimo en participar en esta investigación, sin embargo, el participante es libre de aceptar y seguir o no seguir.

BENEFICIOS

No existe ningún beneficio directo por participar en este estudio.

COSTOS E INCENTIVOS

El participante no deberá pagar ninguna remuneración monetaria por participar del estudio, así mismo no se realizará ninguna retribución monetaria al participante.

CONFIDENCIALIDAD

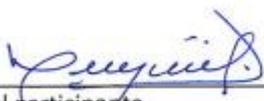
El investigador protegerá la información únicamente para el estudio, los resultados de esta investigación serán publicados.

DERECHOS DEL PARTICIPANTE

Si el participante decide participar, también podrá retirarse en cualquier momento sin perjuicio alguno, si tiene alguna duda adicional puede preguntar al investigador.

CONSENTIMIENTO

El participante acepta voluntariamente participar en este estudio habiendo recibido la información adecuada y precisa con respecto a la investigación que lleva por título: **EVALUACIÓN NO LINEAL DEL COEFICIENTE DE REDUCCIÓN SÍSMICO SEGÚN LOS CÓDIGOS ATC -19 Y ATC - 34 MEDIANTE UN ANÁLISIS PUSHOVER USANDO LA METODOLOGÍA DEL FEMA 356 Y ASCE 41, COLEGIO NACIONAL INDUSTRIAL HERMILIO VALDIZÁN (MÓDULO 3), DISTRITO DE HUÁNUCO, PROVINCIA DE HUÁNUCO 2021.**


Firma del participante

Nombres y apellidos: **WILSON NESTOR ARQUINIGO TRUJILLO**

DNI: **22428804**


Huella digital

Fecha **15.nov.20**


Firma del Investigador

Nombres y apellidos: **Victor Antonio Esteban Victorio**

DNI: **70819870**


Huella digital

Fecha

15/11/22

CONSENTIMIENTO INFORMADO

INVESTIGADOR: Victor Antonio Esteban Victorio

Título de investigación: EVALUACIÓN NO LINEAL DEL COEFICIENTE DE REDUCCIÓN SÍSMICO SEGÚN LOS CÓDIGOS ATC -19 Y ATC - 34 MEDIANTE UN ANÁLISIS PUSHOVER USANDO LA METODOLOGÍA DEL FEMA 356 Y ASCE 41, COLEGIO NACIONAL INDUSTRIAL HERMILIO VALDIZÁN (MÓDULO 3), DISTRITO DE HUÁNUCO, PROVINCIA DE HUÁNUCO 2021.

INTRODUCCIÓN

Lo estamos invitando a participar del estudio de investigación que lleva por título: EVALUACIÓN NO LINEAL DEL COEFICIENTE DE REDUCCIÓN SÍSMICO SEGÚN LOS CÓDIGOS ATC -19 Y ATC - 34 MEDIANTE UN ANÁLISIS PUSHOVER USANDO LA METODOLOGÍA DEL FEMA 356 Y ASCE 41, COLEGIO NACIONAL INDUSTRIAL HERMILIO VALDIZÁN (MÓDULO 3), DISTRITO DE HUÁNUCO, PROVINCIA DE HUÁNUCO 2021.

JUSTIFICACIÓN

Esta investigación se enfoca en obtener el comportamiento de respuesta estructural no lineal según los códigos ATC 19, ATC 34, mediante la metodología del FEMA 356 Y ASCE 41, de un Centro Educativo y además siendo éste una edificación esencial que debe mantenerse operativo para albergar personas luego de un sismo severo, siendo la filosofía de diseño adoptado en la norma técnica peruana e.030 en todo el territorio nacional, y es ahí donde adquiere mayor importancia nuestra investigación con lo cual sería un aporte significativo en la investigación ingenieril.

METODOLOGÍA

Si la persona acepta participar, le informaremos en que consiste cada uno de los procedimientos que se llevaran a cabo en la investigación y sus resultados, los puntos a tratarse en la se detallan a continuación.

- Estructuración
- Dimensionamiento
- Análisis Sísmico
- Análisis Sísmico Pushover
- Curva de capacidad
- Tabulación y análisis de datos estadísticos
- Resultados.
- Conclusiones

MOLESTIAS O RIESGOS

No existe ninguna molestia o riesgo mínimo en participar en esta investigación, sin embargo, el participante es libre de aceptar y seguir o no seguir.

BENEFICIOS

No existe ningún beneficio directo por participar en este estudio.

COSTOS E INCENTIVOS

El participante no deberá pagar ninguna remuneración monetaria por participar del estudio, así mismo no se realizará ninguna retribución monetaria al participante.

CONFIDENCIALIDAD

El investigador protegerá la información únicamente para el estudio, los resultados de esta investigación serán publicados.

DERECHOS DEL PARTICIPANTE

Si el participante decide participar, también podrá retirarse en cualquier momento sin perjuicio alguno, si tiene alguna duda adicional puede preguntar al investigador.

CONSENTIMIENTO

El participante acepta voluntariamente participar en este estudio habiendo recibido la información adecuada y precisa con respecto a la investigación que lleva por título: **EVALUACIÓN NO LINEAL DEL COEFICIENTE DE REDUCCIÓN SÍSMICO SEGÚN LOS CÓDIGOS ATC -19 Y ATC - 34 MEDIANTE UN ANÁLISIS PUSHOVER USANDO LA METODOLOGÍA DEL FEMA 356 Y ASCE 41, COLEGIO NACIONAL INDUSTRIAL HERMILIO VALDIZÁN (MÓDULO 3), DISTRITO DE HUÁNUCO, PROVINCIA DE HUÁNUCO 2021.**

Firma del participante

Nombres y apellidos: *HECTOR ALDO BARDALOS SALAZAR*

DNI: *40299950*



Huella digital

Fecha *12-11-2022*

Firma del Investigador

Nombres y apellidos: *Victor Antonio Esteban Victorio*

DNI: *70819870*



Huella digital

Fecha *12/11/2022*

CONSENTIMIENTO INFORMADO

INVESTIGADOR: Victor Antonio Esteban Victorio

Título de investigación: EVALUACIÓN NO LINEAL DEL COEFICIENTE DE REDUCCIÓN SÍSMICO SEGÚN LOS CÓDIGOS ATC -19 Y ATC - 34 MEDIANTE UN ANÁLISIS PUSHOVER USANDO LA METODOLOGÍA DEL FEMA 356 Y ASCE 41, COLEGIO NACIONAL INDUSTRIAL HERMILIO VALDIZÁN (MÓDULO 3), DISTRITO DE HUÁNUCO, PROVINCIA DE HUÁNUCO 2021.

INTRODUCCIÓN

Lo estamos invitando a participar del estudio de investigación que lleva por título: EVALUACIÓN NO LINEAL DEL COEFICIENTE DE REDUCCIÓN SÍSMICO SEGÚN LOS CÓDIGOS ATC -19 Y ATC - 34 MEDIANTE UN ANÁLISIS PUSHOVER USANDO LA METODOLOGÍA DEL FEMA 356 Y ASCE 41, COLEGIO NACIONAL INDUSTRIAL HERMILIO VALDIZÁN (MÓDULO 3), DISTRITO DE HUÁNUCO, PROVINCIA DE HUÁNUCO 2021.

JUSTIFICACIÓN

Esta investigación se enfoca en obtener el comportamiento de respuesta estructural no lineal según los códigos ATC 19, ATC 34, mediante la metodología del FEMA 356 Y ASCE 41, de un Centro Educativo y además siendo éste una edificación esencial que debe mantenerse operativo para albergar personas luego de un sismo severo, siendo la filosofía de diseño adoptado en la norma técnica peruana e.030 en todo el territorio nacional, y es ahí donde adquiere mayor importancia nuestra investigación con lo cual sería un aporte significativo en la investigación ingenieril.

METODOLOGÍA

Si la persona acepta participar, le informaremos en que consiste cada uno de los procedimientos que se llevaran a cabo en la investigación y sus resultados, los puntos a tratarse en la se detallan a continuación.

- Estructuración
- Dimensionamiento
- Análisis Sísmico
- Análisis Sísmico Pushover
- Curva de capacidad
- Tabulación y análisis de datos estadísticos
- Resultados.
- Conclusiones

MOLESTIAS O RIESGOS

No existe ninguna molestia o riesgo mínimo en participar en esta investigación, sin embargo, el participante es libre de aceptar y seguir o no seguir.

BENEFICIOS

No existe ningún beneficio directo por participar en este estudio.

COSTOS E INCENTIVOS

El participante no deberá pagar ninguna remuneración monetaria por participar del estudio, así mismo no se realizará ninguna retribución monetaria al participante.

CONFIDENCIALIDAD

El investigador protegerá la información únicamente para el estudio, los resultados de esta investigación serán publicados.

DERECHOS DEL PARTICIPANTE

Si el participante decide participar, también podrá retirarse en cualquier momento sin perjuicio alguno, si tiene alguna duda adicional puede preguntar al investigador.

CONSENTIMIENTO

El participante acepta voluntariamente participar en este estudio habiendo recibido la información adecuada y precisa con respecto a la investigación que lleva por título: **EVALUACIÓN NO LINEAL DEL COEFICIENTE DE REDUCCIÓN SÍSMICO SEGÚN LOS CÓDIGOS ATC -19 Y ATC - 34 MEDIANTE UN ANÁLISIS PUSHOVER USANDO LA METODOLOGÍA DEL FEMA 356 Y ASCE 41, COLEGIO NACIONAL INDUSTRIAL HERMILIO VALDIZÁN (MÓDULO 3), DISTRITO DE HUÁNUCO, PROVINCIA DE HUÁNUCO 2021.**



Firma del participante

Huella digital

Fecha

Nombres y apellidos:

DNI: 22428309

MAURANDIO DOMÍNGUEZ MEJINO 15/11/22



Firma del Investigador

Huella digital

Fecha

Nombres y apellidos: Victor Antonio Esteban Victorio

DNI: 70819870

15/11/22

NOTA BIOGRÁFICA

Nombre: Victor Antonio Esteban Victorio

Lugar de nacimiento: Huánuco – Huánuco – Huánuco - Perú

Fecha de nacimiento: 23 de marzo de 1994

Educación Secundaria: G.U.E. “Leoncio Prado” - Huánuco

Universidad: Universidad Nacional Hermilio Valdizán -
Huánuco

Facultad: Ingeniería Civil y Arquitectura

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Carrera Profesional de Ingeniería Civil

Año de obtención del Bachiller: 2019

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

Título de la tesis: EVALUACIÓN NO LINEAL DEL COEFICIENTE DE REDUCCIÓN SÍSMICO SEGÚN LOS CÓDIGOS ATC -19 Y ATC - 34 MEDIANTE UN ANÁLISIS PUSHOVER USANDO LA METODOLOGÍA DEL FEMA 356 Y ASCE 41, COLEGIO NACIONAL INDUSTRIAL HERMILIO VALDIZÁN (MÓDULO 3), DISTRITO DE HUÁNUCO, PROVINCIA DE HUÁNUCO 2021.

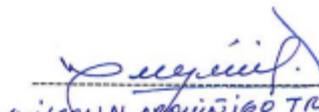
Tesista: Bach. Victor Antonio Esteban Victorio

Nombre del experto: *WILSON NESTOR ARQUINJICO TRUJILLO*

ITEMS	1	2	3	4	5
El planteamiento del problema está formulado de forma apropiada					X
Existe una organización lógica en el procedimiento de estudio					X
El estudio del comportamiento no lineal de una estructura utilizando software con la ayuda de lenguaje de programación es adecuado a la actualidad en la ciencia y tecnología.					X
Una edificación esencial tipo A, es válido y necesario realizar un estudio del coeficiente de reducción sísmica, el cual conlleva a realizar un análisis de capacidad ultima incursionando en el rango no lineal.					X
El software Sap2000 es apropiado para realizar estudios de análisis sísmico lineal y no lineal.					X
El uso de un lenguaje de programación en un proceso de cálculo sistematiza y reduce tiempos de procesamiento de datos					X
Es válido recurrir a códigos americanos de diseño sísmico, cuando se realice análisis de estructuras incursionando en el rango no lineal.				X	
En una estructura aporticada es necesario realizar un estudio detallado del comportamiento sísmico de vigas y columnas					X
Los instrumentos expresan suficiencia en cantidad y claridad					X
Los instrumentos evidencian ser adecuados para el estudio del contenido					X
TOTAL					49

DECISIÓN DEL EXPERTO:

El instrumento debe ser aplicado Si (X) o No()


WILSON N. ARQUINJICO TRUJILLO

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

Título de la tesis: EVALUACIÓN NO LINEAL DEL COEFICIENTE DE REDUCCIÓN SÍSMICO SEGÚN LOS CÓDIGOS ATC -19 Y ATC - 34 MEDIANTE UN ANÁLISIS PUSHOVER USANDO LA METODOLOGÍA DEL FEMA 356 Y ASCE 41, COLEGIO NACIONAL INDUSTRIAL HERMILIO VALDIZÁN (MÓDULO 3), DISTRITO DE HUÁNUCO, PROVINCIA DE HUÁNUCO 2021.

Tesista: Bach. Victor Antonio Esteban Victorio

Nombre del experto: **HECTOR ALDO BARDALES SALAZAR**

ITEMS	1	2	3	4	5
El planteamiento del problema está formulado de forma apropiada					X
Existe una organización lógica en el procedimiento de estudio				X	
El estudio del comportamiento no lineal de una estructura utilizando software con la ayuda de lenguaje de programación es adecuado a la actualidad en la ciencia y tecnología.					X
Una edificación esencial tipo A, es válido y necesario realizar un estudio del coeficiente de reducción sísmica, el cual conlleva a realizar un análisis de capacidad ultima incursionando en el rango no lineal.					X
El software Sap2000 es apropiado para realizar estudios de análisis sísmico lineal y no lineal.					X
El uso de un lenguaje de programación en un proceso de cálculo sistematiza y reduce tiempos de procesamiento de datos					X
Es válido recurrir a códigos americanos de diseño sísmico, cuando se realice análisis de estructuras incursionando en el rango no lineal.					X
En una estructura aporticada es necesario realizar un estudio detallado del comportamiento sísmico de vigas y columnas				X	
Los instrumentos expresan suficiencia en cantidad y claridad					X
Los instrumentos evidencian ser adecuados para el estudio del contenido					X
TOTAL					48

DECISIÓN DEL EXPERTO:

El instrumento debe ser aplicado Si (X) o No()


 HECTOR ALDO BARDALES SALAZAR

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

Título de la tesis: EVALUACIÓN NO LINEAL DEL COEFICIENTE DE REDUCCIÓN SÍSMICO SEGÚN LOS CÓDIGOS ATC -19 Y ATC - 34 MEDIANTE UN ANÁLISIS PUSHOVER USANDO LA METODOLOGÍA DEL FEMA 356 Y ASCE 41, COLEGIO NACIONAL INDUSTRIAL HERMILIO VALDIZÁN (MÓDULO 3), DISTRITO DE HUÁNUCO, PROVINCIA DE HUÁNUCO 2021.

Tesista: Bach. Víctor Antonio Esteban Victorio

Nombre del experto: *M. ANTONIO DOMÍNGUEZ MAGINO*

ITEMS	1	2	3	4	5
El planteamiento del problema está formulado de forma apropiada					X
Existe una organización lógica en el procedimiento de estudio					X
El estudio del comportamiento no lineal de una estructura utilizando software con la ayuda de lenguaje de programación es adecuado a la actualidad en la ciencia y tecnología.					X
Una edificación esencial tipo A, es válido y necesario realizar un estudio del coeficiente de reducción sísmica, el cual conlleva a realizar un análisis de capacidad ultima incursionando en el rango no lineal.					X
El software Sap2000 es apropiado para realizar estudios de análisis sísmico lineal y no lineal.					X
El uso de un lenguaje de programación en un proceso de cálculo sistematiza y reduce tiempos de procesamiento de datos					X
Es válido recurrir a códigos americanos de diseño sísmico, cuando se realice análisis de estructuras incursionando en el rango no lineal.					X
En una estructura aporticada es necesario realizar un estudio detallado del comportamiento sísmico de vigas y columnas					X
Los instrumentos expresan suficiencia en cantidad y claridad					X
Los instrumentos evidencian ser adecuados para el estudio del contenido					X
TOTAL					50

DECISIÓN DEL EXPERTO:

El instrumento debe ser aplicado Si (X) o No()

M. ANTONIO DOMÍNGUEZ MAGINO



DECANATO

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

En la ciudad universitaria de Cayhuayna, a los 27 días del mes de abril de 2023, siendo las 12:00 am, se dará cumplimiento a la Resolución de Decano N° 1352-2022-UNHEVAL-FICA-D (Designando a la Comisión de Revisión y sustentación de tesis) y la Resolución Virtual N° 241-2023-UNHEVAL-FICA-D, de fecha 26.ABR.2023 (Fijando fecha y hora de sustentación de tesis), en concordancia con el Reglamento General de Grados y Títulos, en virtud a la Resolución Consejo Universitario N° 3412-2022-UNHEVAL (Aprobando el procedimiento de la Sustentación de Tesis), los Miembros del Jurado van a proceder a la evaluación de la sustentación en acto público presencial de la tesis titulada: **EVALUACIÓN NO LINEAL DEL COEFICIENTE DE REDUCCIÓN SÍSMICO SEGÚN LOS CÓDIGOS ATC -19 Y ATC - 34 MEDIANTE UN ANÁLISIS PUSHOVER USANDO LA METODOLOGÍA DEL FEMA 356 Y ASCE 41, COLEGIO NACIONAL INDUSTRIAL HERMILIO VALDIZÁN (MÓDULO 3), DISTRITO DE HUÁNUCO, PROVINCIA DE HUÁNUCO 2021**, para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil del Bachiller **VICTOR ANTONIO ESTEBAN VICTORIO**, reuniéndose en el auditorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura, el jurado examinador integrado por los docentes: Mg. Ing. Jorge Luis Meyzán Briceño, PRESIDENTE – Mg. Ing. Edgar Grimaldo Matto Pablo, SECRETARIO – Mg. Ing. Elisa Raquel Quintanilla Herrera, ACCESITARIO y el bachiller mencionado, a fin de proceder con la evaluación y calificación de la sustentación de tesis y obtener el **Título Profesional de Ingeniero Civil** de la Carrera Profesional de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura.

Concluido el acto de defensa, los miembros de jurado procedieron a la evaluación del aspirante al Título Profesional de Ingeniero Civil, obteniendo luego el resultado siguiente:

APELLIDOS Y NOMBRES	DICTAMEN	NOTA	CALIFICATIVO
ESTEBAN VICTORIO VICTOR ANTONIO	APROBADO	17	MUY BUENO

Calificación que se realizó de acuerdo a la Resolución Consejo Universitario N° 3412-2022-UNHEVAL - Título VII- Capítulo VI Art.78 Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán

Dándose por finalizado dicho acto a las.....13:10..... del mismo día 27/04/2023 con lo que se dio por concluido, y en fe de lo cual firmamos.


JORGE LUIS MEYZÁN BRICEÑO
PRESIDENTE


EDGAR GRIMALDO MATTO PABLO
SECRETARIO


ELISA RAQUEL QUINTANILLA HERRERA
ACCESITARIO

NOMBRE DEL TRABAJO
EVALUACIÓN NO LINEAL DEL COEFICIENTE DE
REDUCCIÓN SÍSMICO SEGÚN LOS CÓDIGOS ATC -19 Y ATC -
34 MEDIANTE UN ANÁLISIS PUSHOVER USANDO LA
METODOLOGÍA DEL FEMA 356 Y ASCE 41, COLEGIO
NACIONAL INDUSTRIAL HERMILIO VALDIZÁN (MÓDULO
3), DISTRITO DE HUÁNUCO, PROVINCIA DE HUÁNUCO 2021

AUTOR
VICTOR ANTONIO ESTEBAN VICTORIO

RECUENTO DE PALABRAS

16286 Words

RECUENTO DE CARACTERES

86601 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

124 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

5.6MB

FECHA DE ENTREGA

Jun 1, 2023 8:15 AM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Jun 1, 2023 8:16 AM GMT-5

● 14% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 13% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 11% Base de datos de trabajos entregados
- 5% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)
- Material citado

● 14% de similitud general

Principales fuentes encontradas en las siguientes bases de datos:

- 13% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 11% Base de datos de trabajos entregados
- 5% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

FUENTES PRINCIPALES

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	repositorio.unheval.edu.pe Internet	3%
2	documents.mx Internet	2%
3	ce.memphis.edu Internet	2%
4	repositorio.ucsg.edu.ec Internet	1%
5	hdl.handle.net Internet	<1%
6	prezi.com Internet	<1%
7	docplayer.es Internet	<1%
8	dspace.uce.edu.ec Internet	<1%

9	Universidad Andina del Cusco on 2018-09-05	<1%
	Submitted works	
10	repositorio.upla.edu.pe	<1%
	Internet	
11	coursehero.com	<1%
	Internet	
12	ia800509.us.archive.org	<1%
	Internet	
13	Universidad Continental on 2019-11-20	<1%
	Submitted works	
14	doku.pub	<1%
	Internet	
15	ASCE, . "Supplement to Seismic Rehabilitation of Existing Buildings (A...	<1%
	Crossref	
16	Escuela Politecnica Nacional on 2019-01-30	<1%
	Submitted works	
17	tesis.unjbg.edu.pe	<1%
	Internet	
18	García Hernandez Sergio Federico. "Centro de capacitacion tecnica Cd...	<1%
	Publication	
19	repositorio.unsa.edu.pe	<1%
	Internet	
20	Universidad Nacional del Centro del Peru on 2018-11-20	<1%
	Submitted works	

21	pdf.usaid.gov	Internet	<1%
22	repositorio.upa.edu.pe	Internet	<1%
23	Universidad Cesar Vallejo on 2018-12-06	Submitted works	<1%
24	minedu.gob.pe	Internet	<1%
25	scipedia.com	Internet	<1%
26	Escuela Politecnica Nacional on 2022-01-18	Submitted works	<1%
27	Universidad Politecnica Salesiana del Ecuador on 2019-08-21	Submitted works	<1%
28	Universidad Privada Antenor Orrego on 2019-09-17	Submitted works	<1%
29	upc.aws.openrepository.com	Internet	<1%

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

N°016-2023- DI/FICA

La directora de investigación de la Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco

HACE CONSTAR que:

La Tesis titulada “**EVALUACIÓN NO LINEAL DEL COEFICIENTE DE REDUCCIÓN SÍSMICO SEGÚN LOS CÓDIGOS ATC -19 Y ATC - 34 MEDIANTE UN ANÁLISIS PUSHOVER USANDO LA METODOLOGÍA DEL FEMA 356 Y ASCE 41, COLEGIO NACIONAL INDUSTRIAL HERMILIO VALDIZÁN (MÓDULO 3), DISTRITO DE HUÁNUCO, PROVINCIA DE HUÁNUCO 2021**”. del (os) Bachiller (s) en Ingeniería civil, **VICTOR ANTONIO ESTEBAN VICTORIO**, cuenta con un índice de similitud del 14 % verificable en el Reporte de Originalidad del software antiplagio Turnitin. Luego del análisis se concluye que, cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio, por lo expuesto la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias, además de presentar un índice de similitud menor al 35% establecido en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán.

Huánuco, 01 de Junio del 2023



.....
Dra. Ana María Matos Ramírez
Directora de Investigación
Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DIGITAL Y DECLARACIÓN JURADA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR UN GRADO ACADÉMICO O TÍTULO PROFESIONAL

1. Autorización de Publicación: (Marque con una "X")

Pregrado	X	Segunda Especialidad		Posgrado:	Maestría		Doctorado	
----------	---	----------------------	--	-----------	----------	--	-----------	--

Pregrado (tal y como está registrado en SUNEDU)

Facultad	INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional	INGENIERIA CIVIL
Carrera Profesional	INGENIERIA CIVIL
Grado que otorga	-----
Título Profesional que otorga	INGENIERO CIVIL

Segunda especialidad (tal y como está registrado en SUNEDU)

Facultad	-----
Nombre del programa	-----
Título que Otorga	-----

Posgrado (tal y como está registrado en SUNEDU)

Nombre del Programa de estudio	-----
Grado que otorga	-----

2. Datos del Autor(es): (Ingrese todos los datos requeridos completos)

Apellidos y Nombres:	ESTEBAN VICTORIO, VICTOR ANTONIO							
Tipo de Documento:	DNI		Pasaporte		C.E.		Nro. de Celular:	990083416
Nro. de Documento:	70819870					Correo Electrónico:	victorestebanvictorio@gmail.com	

Apellidos y Nombres:								
Tipo de Documento:	DNI		Pasaporte		C.E.		Nro. de Celular:	
Nro. de Documento:						Correo Electrónico:		

Apellidos y Nombres:								
Tipo de Documento:	DNI		Pasaporte		C.E.		Nro. de Celular:	
Nro. de Documento:						Correo Electrónico:		

3. Datos del Asesor: (Ingrese todos los datos requeridos completos según DNI, no es necesario indicar el Grado Académico del Asesor)

¿El Trabajo de Investigación cuenta con un Asesor?: (marque con una "X" en el recuadro del costado, según corresponda)	SI	X	NO						
Apellidos y Nombres:	TORRES RAMÍREZ, MOISÉS EDGARD				ORCID ID:	https://orcid.org/ 0000-0002-1036-7573			
Tipo de Documento:	DNI	X	Pasaporte		C.E.		Nro. de documento:	22494112	

4. Datos del Jurado calificador: (Ingrese solamente los Apellidos y Nombres completos según DNI, no es necesario indicar el Grado Académico del Jurado)

Presidente:	MEYZÁN BRICEÑO, JORGE LUIS
Secretario:	MATTO PABLO, EDGAR GRIMALDO
Vocal:	
Vocal:	
Vocal:	
Accesitario	QUINTANILLA HERRERA, ELISA RAQUEL

5. Declaración Jurada: (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos**)

a) Soy Autor (a) (es) del Trabajo de Investigación Titulado: (Ingrese el título tal y como está registrado en el Acta de Sustentación)
EVALUACIÓN NO LINEAL DEL COEFICIENTE DE REDUCCIÓN SÍSMICO SEGÚN LOS CÓDIGOS ATC -19 Y ATC - 34 MEDIANTE UN ANÁLISIS PUSHOVER USANDO LA METODOLOGÍA DEL FEMA 356 Y ASCE 41, COLEGIO NACIONAL INDUSTRIAL HERMILIO VALDIZÁN (MÓDULO 3), DISTRITO DE HUÁNUCO, PROVINCIA DE HUÁNUCO 2021
b) El Trabajo de Investigación fue sustentado para optar el Grado Académico ó Título Profesional de: (tal y como está registrado en SUNEDU)
TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL
c) El Trabajo de investigación no contiene plagio (ninguna frase completa o párrafo del documento corresponde a otro autor sin haber sido citado previamente), ni total ni parcial, para lo cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias.
d) El trabajo de investigación presentado no atenta contra derechos de terceros.
e) El trabajo de investigación no ha sido publicado, ni presentado anteriormente para obtener algún Grado Académico o Título profesional.
f) Los datos presentados en los resultados (tablas, gráficos, textos) no han sido falsificados, ni presentados sin citar la fuente.
g) Los archivos digitales que entrego contienen la versión final del documento sustentado y aprobado por el jurado.
h) Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a la Universidad Nacional Hermilio Valdizan (en adelante LA UNIVERSIDAD), cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del Trabajo de Investigación, así como por los derechos de la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y frente a terceros de cualquier daño que pudiera ocasionar a LA UNIVERSIDAD o a terceros, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar causas en la tesis presentada, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para LA UNIVERSIDAD en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del trabajo de investigación. De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional Hermilio Valdizan.

6. Datos del Documento Digital a Publicar: (Ingrese todos los **datos** requeridos **completos**)

Ingrese solo el año en el que sustentó su Trabajo de Investigación: (Verifique la Información en el Acta de Sustentación)				2023
Modalidad de obtención del Grado Académico o Título Profesional: (Marque con X según Ley Universitaria con la que inició sus estudios)	Tesis	<input checked="" type="checkbox"/>	Tesis Formato Artículo	<input type="checkbox"/>
	Trabajo de Investigación	<input type="checkbox"/>	Trabajo de Suficiencia Profesional	<input type="checkbox"/>
	Trabajo Académico	<input type="checkbox"/>	Otros (especifique modalidad)	<input type="checkbox"/>

Palabras Clave: (solo se requieren 3 palabras)	Coeficiente de Reducción Sísmica	Análisis Estático no lineal (Pushover)	Colegio Nacional Industrial Hermilio Valdizán
--	----------------------------------	--	---

Tipo de Acceso: (Marque con X según corresponda)	Acceso Abierto	<input checked="" type="checkbox"/>	Condición Cerrada (*)	<input type="checkbox"/>
	Con Periodo de Embargo (*)	<input type="checkbox"/>	Fecha de Fin de Embargo:	<input type="checkbox"/>

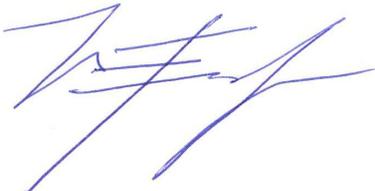
¿El Trabajo de Investigación, fue realizado en el marco de una Agencia Patrocinadora? (ya sea por financiamientos de proyectos, esquema financiero, beca, subvención u otras; marcar con una "X" en el recuadro del costado según corresponda):	SI	<input type="checkbox"/>	NO	<input checked="" type="checkbox"/>
--	----	--------------------------	----	-------------------------------------

Información de la Agencia Patrocinadora:	
---	--

El trabajo de investigación en digital y físico tienen los mismos registros del presente documento como son: Denominación del programa Académico, Denominación del Grado Académico o Título profesional, Nombres y Apellidos del autor, Asesor y Jurado calificador tal y como figura en el Documento de Identidad, Título completo del Trabajo de Investigación y Modalidad de Obtención del Grado Académico o Título Profesional según la Ley Universitaria con la que se inició los estudios.

7. Autorización de Publicación Digital:

A través de la presente, Autorizo de manera gratuita a la Universidad Nacional Hermilio Valdizán a publicar la versión electrónica de este Trabajo de Investigación en su Biblioteca Virtual, Portal Web, Repositorio Institucional y Base de Datos académica, por plazo indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente. Se autoriza cambiar el contenido de forma, más no de fondo, para propósitos de estandarización de formatos, como también establecer los metadatos correspondientes.

Firma: 	
Apellidos y Nombres: ESTEBAN VICTORIO, VICTOR ANTONIO	Huella Digital
DNI: 70819870	
FECHA: 20/07/2023	

Nota:

- ✓ No modificar los textos preestablecidos, conservar la estructura del documento.
- ✓ Marque con una **X** en el recuadro que corresponde.
- ✓ Llenar este formato de forma digital, con tipo de letra **calibri**, **tamaño de fuente 09**, manteniendo la alineación del texto que observa en el modelo, sin errores gramaticales (*recuerde las mayúsculas también se tildan si corresponde*).
- ✓ La información que escriba en este formato debe coincidir con la información registrada en los demás archivos y/o formatos que presente, tales como: DNI, Acta de Sustentación, Trabajo de Investigación (PDF) y Declaración Jurada.
- ✓ Cada uno de los datos requeridos en este formato, es de carácter obligatorio según corresponda.