



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Determinación de Vulnerabilidad Estructural en Tres  
Edificaciones  
de 5 Niveles por Efecto de la Falla Geológica de Tambomachay.  
Cusco-2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERA CIVIL

**AUTOR:**

Peña Palomino, Erick (Orcid: 0000-0002-8780-8021)

**ASESOR:**

Dr. Atilio Rubén Lopez Carranza (Orcid: 0000-0002-5359-8048)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

Diseño Sísmico Estructural

LIMA – PERÚ  
2021

## **DEDICATORIA**

Realmente quiero dedicarlas a mis padres Simón Peña y Victoria Palomino en especial a mi madre, por su total entendimiento y denodado esfuerzo que tuvo hacia mí, en el apoyo incondicional, con su deseo de siempre salir adelante con amor, cariño y afecto hacia los demás, y como no recordarlos a mis hermanos Percy y Ronald, también los quiero mucho me siento bendecido y agradecido con ellos

## **AGRADECIMIENTO**

Al ser todo poderoso, y al Señor de la Exaltación, por guiarme en el camino de la vida, brindarme protección, buena salud y conocimiento para poder tomar buenas decisiones por el paso inexorable de la vida, así mismo agradezco a mis padres por sus consejos y comprensión absoluta,

Peña Palomino, Erick

## INDICE DE CONTENIDO

Pag.

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
INDICE DE CONTENIDO .....	v
INDICE DE TABLAS .....	vi
INDICE DE FIGURAS .....	vi
RESUMEN .....	vii
ABSTRACT .....	viii
<b>I.- INTRODUCCION .....</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>4</b>
<b>III. METODOLOGIA .....</b>	<b>19</b>
3.1. Tipo y Diseño de la Investigación.....	19
3.1.1 Tipo de la investigación .....	21
3.1.2 Nivel de la investigación .....	21
3.1.3 Diseño de la investigación.....	22
3.2 Variables y Operacionalización de variables.....	23
3.2.1 Variable Independiente (X) .....	23
3.2.2 Variable Dependiente (Y) .....	23
3.3. Población y muestra .....	23
3.3.1. Población de la investigación .....	23
3.3.2. Muestra de la investigación .....	23
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	23
3.5. Procedimientos .....	24
3.6. Método de análisis de datos .....	24
3.7. Aspectos Eticos.....	32
<b>IV.- PRESENTACIÓN DE RESULTADOS DE LA EVALUACION .....</b>	<b>34</b>
<b>V.- DISCUCION .....</b>	<b>78</b>
<b>VI.- CONCLUSIONES.....</b>	<b>824</b>
<b>VII.- RECOMENDACIONES .....</b>	<b>856</b>
FUENTES DE CONSULTA.....	87
ANEXOS.....	923

## INDICE DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1 Cuadro de áreas .....	25
Tabla 2 Características generales de la edificación N° 01 .....	26
Tabla 3 : Tipos de columnas de cada nivel.....	26
Tabla 4 Cuadro de áreas .....	27
Tabla 5 : Características generales de la edificación N° 02 .....	28
Tabla 6 : Tipos de columnas de cada nivel.....	29
Tabla 7 Cuadro de áreas .....	29
Tabla 8 : Características generales de la edificación N° 03 .....	30
Tabla 9 : Datos de las placas estructurales de cada nivel.....	31
Tabla 10 : Peso de la Edificación N°01 .....	34
Tabla 11 : Resultado en “X” y “Y” del índice básico de comportamiento estructural y índice de resistencia proporcionada por los muros de hormigón armado del primer piso .....	35
Tabla 12 : Detalles de muros de hormigón armado del 1er piso en las direcciones “X” y “Y” .....	35
Tabla 13 : Resultados de q <sub>i</sub> , S <sub>D</sub> , T del primer piso en dirección “X” y “Y” .....	36
Tabla 14 : Resultado de (I <sub>s</sub> ) en el 1er piso en las direcciones “X” y “Y” .....	36
Tabla 15 : Resultado en “X” y “Y” del índice básico de comportamiento estructural y índice de resistencia proporcionada por los muros de hormigón armado del segundo piso.....	37
Tabla 16: Detalles de muros de hormigón armado del 2do piso en las direcciones “X” y “Y”.....	37
Tabla 18 : Resultado del (I <sub>s</sub> ) en el 2do piso en las direcciones “X” y “Y” .....	38
Tabla 19 : Resultado en “X” y “Y” del índice básico de comportamiento estructural y índice de resistencia proporcionada por los muros de hormigón armado del tercer piso .....	39
Tabla 20: Detalles de muros de hormigón armado del tercer piso en dirección “X” y “Y” .....	39

Tabla 21: Resultados de qi. SD, T del tercer piso en dirección “X” y “Y” .....	40
Tabla 22 : Resultado del (Is) en el 3er piso en las direcciones “X” y “Y” .....	40
Tabla 23 : Resultado en “X” y “Y” del índice básico de comportamiento estructural y índice de resistencia proporcionada por los muros de hormigón armado del cuarto piso .....	41
Tabla 24: Detalles de muros de hormigón armado del 4to piso en las direcciones “X” y “Y” .....	41
Tabla 25: Resultados de qi. SD, T del cuarto piso en dirección “X” y “Y” .....	42
Tabla 26: Resultado del (Is) en el 4to piso en las direcciones “X” y “Y” .....	42
Tabla 27 : Resultado en “X” y “Y” del índice básico de comportamiento estructural y índice de resistencia proporcionada por los muros de hormigón armado del quinto piso .....	43
Tabla 28: Detalles de muros de hormigón armado del 5to piso en las direcciones “X” y “Y” .....	44
Tabla 30 : Resultado del (Is) en el 5to piso en las direcciones “X” y “Y” .....	45
Tabla 31: Peso de los pisos de la Edificación N° 02.....	46
Tabla 32 : Resultado en “X” y “Y” del índice básico de comportamiento estructural y índice de resistencia proporcionada por las columnas de C° A° del 1er piso.....	46
Tabla 33: Detalles de muros de hormigón armado del 1er piso en las direcciones “X” y “Y” .....	47
Tabla 34 : Resultados de qi. SD, T del primer piso en dirección “X” y “Y” .....	47
Tabla 35: Resultado del (Is) en el 1er piso en las direcciones “X” y “Y” .....	48
Tabla 36 : Resultado en “X” y “Y” del índice básico de comportamiento estructural y índice de resistencia proporcionada por las columnas de C° A° del 2do piso.....	49
Tabla 37: Detalles de muros de hormigón armado del 2do piso en las direcciones “X”, “Y” .....	49
Tabla 38 : Resultados de qi. SD, T, del 2do piso en las direcciones “X” y “Y” .....	50
Tabla 39: Resultado del (Is) en el 2do piso en las direcciones “X” y “Y” .....	50

Tabla 40: Resultado en “X” y “Y” del índice básico de comportamiento estructural y índice de resistencia proporcionada por las columnas de C <sup>0</sup> A <sup>0</sup> del 3er piso.....	51
Tabla 41: Detalles de muros de hormigón armado del 3er piso en las direcciones “X”, “Y” .....	52
Tabla 42: Resultados de qi. SD, T, del 3er piso en las direcciones “X” y “Y” .....	52
Tabla 43: Resultado del (Is) en el 3er piso en las direcciones “X” y “Y” .....	53
Tabla 44: Resultado en “X” y “Y” del índice básico de comportamiento estructural y índice de resistencia proporcionada por las columnas de C <sup>0</sup> A <sup>0</sup> del 4to piso.....	53
Tabla 45: Detalles de muros de hormigón armado del 4to piso en las direcciones “X”, “Y” .....	54
Tabla 46 : Resultados de qi. SD, T del 4to piso en las direcciones “X” y “Y” .....	55
Tabla 47: Resultado del (Is) en el 4to piso en las direcciones “X” y “Y” .....	55
Tabla 48: Resultado en “X” y “Y” del índice básico de comportamiento estructural y índice de resistencia proporcionada por las columnas de C <sup>0</sup> A <sup>0</sup> del 5to piso.....	56
Tabla 49: Detalles de muros de hormigón armado del 5to piso en las direcciones “X”, “Y” .....	56
Tabla 51: Resultado del (Is) en el 5to piso en las direcciones “X” y “Y” .....	57
Tabla 53: Resultado en “X” y “Y” del índice básico de comportamiento estructural y índice de resistencia proporcionada por los muros y columnas de C <sup>0</sup> A <sup>0</sup> del 1er piso.....	59
Tabla 54: Detalles de muros de hormigón armado del 1er piso en las direcciones “X”, “Y” .....	59
Tabla 55: Detalles de columnas de hormigón armado del 1er piso en las direcciones “X”, “Y” .....	60
Tabla 56: Resultados de qi. SD, T, del 1er piso en las direcciones “X” y “Y” .....	60
Tabla 57: Resultado del (Is) en el 1er piso en las direcciones “X” y “Y” .....	61

Tabla 58: Resultado en “X” y “Y” del índice básico de comportamiento estructural y índice de resistencia proporcionada por los muros y columnas de C <sup>0</sup> a <sup>a</sup> del 2do piso .....	62
Tabla 59: Detalles de muros de hormigón armado del 2do piso en las direcciones “X”, “Y” .....	62
Tabla 60: Detalles de columnas de hormigón armado del 2do piso en las direcciones “X”, “Y” .....	63
Tabla 61: Resultados de qi. SD, T del 2do piso en las direcciones “X” y “Y” .....	63
Tabla 63: Resultado en “X” y “Y” del índice básico de comportamiento estructural y índice de resistencia proporcionada por los muros y columnas de C <sup>0</sup> A <sup>0</sup> del 3er piso.....	64
Tabla 64: Detalles de muros de hormigón armado del 3er piso en las direcciones “X”, “Y” .....	65
Tabla 65: Detalles de columnas de hormigón armado del 3er piso en las direcciones “X”, “Y” .....	65
Tabla 66: Resultados de qi. SD, T del 3er piso en las direcciones “X” y “Y” .....	66
Tabla 67: Resultado del (Is) en el 3er piso en las direcciones “X” y “Y” .....	66
Tabla 68: Resultado en “X” y “Y” del índice básico de comportamiento estructural y índice de resistencia proporcionada por los muros y columnas de C <sup>0</sup> A <sup>0</sup> del 4to piso .....	67
Tabla 69: Detalles de muros de hormigón armado del 4to piso en las direcciones “X”, “Y” .....	68
Tabla 70: Detalles de columnas de hormigón armado del 4to piso en las direcciones “X”, “Y” .....	68
Tabla 71: Resultados de qi. SD, T, del 4to piso en las direcciones “X” y “Y” .....	69
Tabla 72: Resultado del (Is) en el 4to piso en las direcciones “X” y “Y” .....	69
Tabla 73: Resultado en “X” y “Y” del índice básico de comportamiento estructural y índice de resistencia proporcionada por los muros y columnas de C <sup>0</sup> A <sup>0</sup> del 5to piso.....	70

Tabla 74: Detalles de muros de hormigón armado del 5to piso en las direcciones "X", "Y" .....	71
Tabla 75: Detalles de columnas de hormigón armado del 5to piso en las direcciones "X", "Y" .....	71
Tabla 76: Resultados de qj. SD, T del 5to piso en las direcciones "X" y "Y" .....	72
Tabla 77 Resultado del (Is) en el 5to piso en las direcciones "X" y "Y" .....	72
Tabla 78: Resultados de la Edificación N° 01, N° 02, N° 03 de los índices de resistencia en ambas direcciones (XX-YY) sísmicas del método Hirosawa .....	75
Tabla 79: Resultados de la seguridad sísmica por el método Hirosawa.....	76

## INDICE DE FIGURAS

	Pag.
<i>Figura 1. Imagen satelital de la ciudad del Cusco (NASA). Se observa en la parte norte, bordeando la cuenca, a la falla Tambomachay; ver flechas rojas.....</i>	<i>5</i>
<i>Figura 2. Descripción de los principales eventos sísmicos ocurridos y que han afectado el Área de estudio .....</i>	<i>6</i>
<i>Figura 3: Imagen de la edificación N° 1 de 05 niveles, ubicada en la Urb. Jose Carlos Mareategui Mz “C” Lote N° - 20, Distrito de Wanchaq del Departamento de Cusco.....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 4: Plano de Arquitectura .....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 5: Imagen de la edificación N° 2 de 05 niveles, ubicada en el pueblo joven de Manco Capac Lote LI – 09, del Distrito de Santiago Departamento de Cusco.....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 6: Plano de Losa Aligerada.....</i>	<i>28</i>
<i>Figura 7: Imagen de la edificación N° 3 de 05 niveles, ubicada en la Comunidad Pikol Orconpucyo, Sector Uran Qenqoro Lote 9-1-A, Distrito de San Jeronimo de la Provincia de Cusco.....</i>	<i>29</i>
<i>Figura 8: Plano de Cimentación.....</i>	<i>30</i>

## RESUMEN

En la tesis se realizó el análisis de la vulnerabilidad sísmica estructural por efecto de la falla geológica activa de Tambomachay, evaluando tres edificaciones multifamiliares de 05 niveles ubicada en los distintos distritos de la Ciudad de Cusco, utilizamos el método de Hirosawa y se realizó una evaluación de comparación entre nuestra norma, este método japonés es utilizado y normado en dicho país, y también se evaluó mediante el programa Etabs 18, la comparación nos mostró resultados de inseguridad en dos de las edificaciones N° 01 y N° 02 determinando así la vulnerabilidad de estas dos edificaciones la edificación N° 01 ubicada en el distrito de Wanchaq y la edificación N° 02 ubicada en el distrito de Santiago, fue sometida al programa ETABS para evaluar las distorsiones tanto en dirección "XX" y en la dirección "Y" cumpliendo con el comportamiento ante un evento sísmico, así mismo se pudo visualizar y analizar que su estructuración no siguió los parámetros básicos necesarios del Reglamento Nacional de Construcciones, se realizó también el ensayo de esclerometría de columnas y vigas a las edificaciones no cumpliendo con dosificación estimada en sus expedientes, las edificaciones N° 01 y N° 02 no llegando a la resistencia del concreto de 210 kg/cm<sup>2</sup> mientras que la edificación N° 03 cumplió con todos los parámetros del método japonés y también por el ensayo de esclerometría, siguiendo la norma E.030 y respetando los datos de evaluación de las estructuras de las viviendas multifamiliar. Se efectuó el análisis sísmico, estático y dinámico obteniendo resultado en derivas, se obtuvo como resultado 0.000077 edificación N° 01 y 0.000482, que están dentro del rango 0.007 designado por la Norma E.030, teniendo menos derivas estas edificaciones ante un evento sísmico, con el trabajo minucioso mediante el método japonés se hace de conocimiento que las edificaciones N° 01 y N° 02 tienen el riesgo de vulnerabilidad.

Palabras Clave: Vulnerabilidad estructural por efecto de la falla geológica activa de Tambomachay

## **ABSTRACT**

In the thesis, the analysis of the structural seismic vulnerability due to the effect of the active geological fault of Tambomachay was carried out, evaluating three multifamily buildings of 05 levels located in the different districts of the City of Cusco, we used the Hirosawa method and an evaluation was carried out For comparison between our standard, this Japanese method is used and regulated in that country, and it was also evaluated through the Etabs 18 program, the comparison showed us results of insecurity in two of the buildings No. 01 and No. 02, thus determining the vulnerability of these two buildings, building No. 01 located in the district of Wanchaq and building No. 02 located in the district of Santiago, was submitted to the ETABS program to evaluate the distortions both in direction "XX" and in direction "Y" complying with the behavior in the face of a seismic event, it was also possible to visualize and analyze that its structuring did not follow the basic parameters necessary d the National Construction Regulation, the column and beam sclerometry test was also carried out on the buildings, not complying with the estimated dosage in their files, the buildings No. 01 and No. 02 did not reach the concrete resistance of 210 kg / cm<sup>2</sup> while Building No. 03 complied with all the parameters of the Japanese method and also by the sclerometry test, following the E.030 standard and respecting the evaluation data of the multifamily housing structures. The seismic, static and dynamic analysis was carried out, obtaining results in drifts, the result was 0.000077 building No. 01 and 0.000482, which are within the 0.007 range designated by Standard E.030, these buildings having fewer drifts before a seismic event, with the meticulous work using the Japanese method is made known that buildings No. 01 and No. 02 have the risk of vulnerability.

Keywords: Structural vulnerability due to the effect of the active geological fault of Tambomachay.

## I.- INTRODUCCION

En un tiempo geológico pasado, el valle del Cusco estuvo ocupado por un extenso Lago, abarcando en su totalidad la ciudad del Cusco, denominada el lago Morkill, por el geólogo Herbert Gregory en (1912), estudio que realizo en la campaña de exploración de Hiram Binham, en sus suelos se desarrollaron sedimentos que se evidencian hacia la parte central y al rededor de la ciudad, que tuvo una forma de hoyada así mismo se crearon bofedales que generaron una compactación irregular para estos suelos. Es por ello que los suelos tienen una baja capacidad portante, El departamento de Cusco tiene una extensión de 71 978 km<sup>2</sup>, el cual corresponde aproximadamente 5.6% de nuestro territorio nacional, por esta razón es el 4to departamento en extensión territorial después de los departamentos de los siguientes departamentos Loreto, Ucayali y Madre de Dios. Ubicadas en la parte Este del Perú, franja amazónica. Así mismo nuestra región cuenta con un variado relieve morfológico de 04 grandes estructuras la cordillera Occidental, la cordillera Oriental, la faja subandina, y la llanura amazónica, que en su conjunto tiene un complejo relieve de altiplanicies, montañas, colinas, terrazas amazónicas por su ubicación en los Andes y sus constantes plegamientos en el tiempo generaron muchas fallas en su recorrido, es por eso que nuestra región se ubica en una zona de alta sismicidad, Zona II a nivel de todo el territorio nacional y ha registrado varios terremotos devastadores en la historia, siendo el mayor de ellos en el siglo XV que se estima fue del grado VII en la escala de Richter. En 1950 la ciudad fue afectada por otro sismo que destruyó casi la totalidad de viviendas (que eran de adobe). En estos últimos tiempos estudios en geología describieron que hubo algunos terremotos que azotaron en épocas más antiguas caso como pudo haber desaparecido el imperio Wari por tal sismo esta ubicada a metros de la falla de Tambomachay, también en los últimos años se registran sismos que producen daños menores en muchas edificaciones y daños estructurales serios a un muy reducido porcentaje de edificaciones con una recurrencia de 1 cada 3 años aproximadamente.

En el Cusco existe un registro histórico, pictórico y arquitectónico donde nos muestran lo sucedido, sobre sismos que ocurrieron en un tiempo pasado que destruyó gran parte de la ciudad, encontramos la representación de un lienzo

que se encuentra en la Catedral del Cusco, mandado pintar por Alonso Monrroe Cortes se muestra un retrato después del terremoto de 1650.

La región del Cusco se encuentra en la zona Suroriental del territorio peruano  $11^{\circ} 13' 19''$  -  $72^{\circ} 59' 52''$  y  $15^{\circ} 20' 25''$  -  $70^{\circ} 00' 36''$ . Abarca áreas correspondientes a la cordillera Occidental, Altiplano, cordillera Oriental, frente orogénico y llanura amazónica, por su ubicación estratégica dentro del territorio peruano concentra 58 fallas geológicas en la región y 5 fallas geológicas en el mismo centro de la ciudad, las fallas de mayor consideración de impacto sísmico dentro de la ciudad es la denominada, la falla de Tambomachay que se encuentra a 4 km de la ciudad.

Al ser el Cusco una ciudad Histórica y una las ciudades antiguas del continente sudamericano, donde se desarrolló una gran civilización el Imperio de los Inkas con mucha arquitectura e ingeniería dentro de la ciudad y con ella la europea sobre cimientos preinkas e inkas, dejaron muestras de ingeniería en el apogeo del Renacimiento, transcurriendo el tiempo construcciones con edificaciones características de la Colonia, Virreinato, la Republica, y hasta nuestra actualidad las construcciones de las Edificaciones no corresponden ni condicen no están a la altura de tan bella ciudad milenaria, en la última década la ciudad del Cusco tuvo un desarrollo en el ámbito de la construcción de nuevas edificaciones formales (modernas y familiares), otras informales e ilegales (edificadas sin asesoría de un profesional, sin los procesos constructivos adecuados), es una de las ciudades que crece muy desordenadamente motivado por la falta de territorio para su expansión,

La Vulnerabilidad es latente en la ciudad, ante un evento sísmico de determinadas características no existe una metodología estándar para estimar dicha vulnerabilidad en las estructuras de las edificaciones, en el caso de las zonas urbanas las evaluaciones de vulnerabilidad sísmica tiene que ser de alguna manera utilizando un método de manera simplifica, para que se pueda evaluar a grandes áreas y a un gran conjunto de estructuras, el Banco Interamericana de Desarrollo y la Comisión Económica para el América Latina y el Caribe refiere que “ La reducción de la vulnerabilidad es una inversión clave, no solo para reducir los costos humanos y materiales de los desastres naturales,

sino también para alcanzar el desarrollo sostenible”, ya se tiene experiencias desfavorables en casos del pasado tras los sismo de Nazca y Arequipa los daños estructurales tras los sismos ocurridos en las ciudades, constatan que las normas y criterios de diseño sismo resistente no se realizaron adecuadamente, situaciones que deben ser corregidas totalmente. Las medidas de prevención y mitigación corresponden a las instituciones correspondientes adecuarlas, promoverlas informarlas a la sociedad las consecuencias que genera, es parte fundamental del desarrollo de una región, motivo necesario que las autoridades deben conocer el riesgo que existe, el conocimiento de la vulnerabilidad en la comunidad hace que tome conciencia de que tipo de edificación desea construir y garantizar su integridad física y económica ante un evento sísmico.

En la actualidad existen diversos métodos para determinar la Vulnerabilidad estructural, sean estos de análisis cuantitativos o cualitativos de diversas complejidades, para nuestro estudio se adapta correctamente el método cualitativo que se caracteriza por la evaluación de las estructuras para calificarlas analizarlas que están asociados a índices globales que fueron calibradas con las experiencias siniestras de estructuras existentes, que permite la identificación de los riesgos y el nivel de daño que ocasiona un determinado sismo, este método propuesto por Hirosawa, se determina haciendo una comparación del cálculo de dos índices, estableciendo que la edificación es segura sísmicamente ( $I_s$ ) esta sea mayor, frente al otro índice de resistencia demandada ( $I_{so}$ ).

El conocimiento, motivación e inspiración influyo a realizar el estudio correspondiente para poder determinar la vulnerabilidad estructural en la que se encuentra las edificaciones de nuestra ciudad ante un evento sísmico de magnitud por efecto de la falla geológica activa de Tambomachay, justamente ubicada a metros del centro arqueológico inka del mismo nombre, que esta muy próximo a la ciudad de Cusco.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1 BASES TEÓRICAS

#### 2.1.1.- Sismicidad

La ubicación de nuestro territorio peruano, a su margen occidental de Sudamérica, las cuales tienen un gran efecto directamente por el proceso de subducción de la placa de Nazca bajo la Sudamericana, nos hace propicios para dar lugar a muchos eventos sísmicos de gran magnitud. Y también existente otros orígenes de sismicidad como son las fallas geológicas activas, pocas intensa que las generadas por las placas tectónicas, con diversas longitudes que estructuran la cordillera de los Andes, asociadas menos frecuentemente a la ocurrencia de sísmicos de magnitudes moderadas.

La historia sísmica del Perú ha sido descrita entre otros, por Silgado (1978). El registro sísmico en el Perú se remonta a alrededor del periodo de 1513 a 1532. Sin embargo, la calidad de la información histórica registrada, depende de numerosos factores, especialmente de su antigüedad, debiendo considerarse que todo registro anterior a los últimos 50 a 100 años, debe ser tomado como una fuente no necesariamente confiable, en la medida de que en esas épocas no había mediciones sistemáticas como si ocurre en las últimas décadas. Otro factor es la distribución y densidad de la población en las regiones afectadas por el sismo, ya que normalmente zonas despobladas o poco accesibles generalmente tienen una información bastante difusa de los eventos ocurridos.

El INGEMMET, realiza estudios de neotectónica y paleosismología, estos tienen por finalidad contribuir al conocimiento de la evolución geodinámica reciente de la cadena andina, llegando a determinar áreas tectónicamente activas y su relación con el peligro sísmico.

En el contexto sismotectónico andino, se considera que las fallas con antecedentes sísmicos durante el Cuaternario (<2.5 millones de años), son las que concentran mayores posibilidades de generar movimientos sísmicos futuros. Por consiguiente, el conocimiento de las mismas es relevante para una correcta tipificación del potencial sísmico de una región.

Asi mismo existen las fuentes históricas que nos dan a conocer que nuestra localidad del Cusco fue atacada por sismos fuertes movimientos por efecto de las fallas que se encuentran muy cercanas a la ciudad de magnitudes elevadas, llegando en muchos casos a la pérdida de vidas humanas dañando asi de viviendas de ese entonces. En consecuencia, la importancia de realizar estudios de vulnerabilidad sísmica estructural en las edificaciones actuales de la ciudad, por consecuencias de fallas, consideradas como estructuras sismogénicas y de los efectos inducidos por la sismicidad, son estudios que se constituyen como vitales para la caracterización de la amenaza sísmica de la región y su posterior contribución como herramienta fundamental en los Planes de Ordenamiento Territorial (POT).

La Falla Tambomachay, ubicada en el borde norte de la ciudad de Cusco. Se extiende con dirección N 120° E con un Largo de 20 km, Limitada con una cuenca llena por depósitos fluviales y Lacustres del Cuaternario. Su ubicación adyacente a la ciudad de Cusco (4 km) se convierte en un peligro Latente. El cartografiado al detalle (1:10 000) permitió determinar que la falla Tambomachay presenta escarpes con alturas máximas de 600 metros, producto de la acumulación de sus movimientos verticales. Los escarpes más recientes, probablemente del Holoceno, tienen alturas que varían entre 2 y 20 metros, y se ubican al pie de la cordillera donde se observa el contacto fallado de rocas de basamento con depósitos aluviales cuaternarios (Gregory, 1916; Marocco, 1977).



Figura 1. Imagen satelital de la ciudad de Cusco (NASA). Se observa en la parte norte, bordeando la cuenca, a la falla Tambomachay; ver flechas rojas.

Una descripción sintética de los sismos más importantes ocurridos en la región del Cusco en los últimos 200 años, que han producido daños en sectores cercanos al área se presenta en la figura 1.

**Figura N° 2. Descripción de los principales eventos sísmicos ocurridos y que han afectado el Área de estudio.**

FECHA	LOCALIDAD	INTENSIDAD	OBSERVACIONES
17/09/1707	Cusco	VII	Terremoto en el pueblo de Capi, provincia de Paruro, Cusco. Hasta el 7 de octubre se contaron en Capi más de 28 réplicas
19/11/1744	Cusco	VII	Temblor fuerte en Cusco.
11/02/1746	Cusco	VI - VII	Pueblo de Urcos, hubo 9-11 temblores. Hasta el 15 de febrero contaron más de 90 réplicas.
23/01/1905	Cusco	VI	Fuerte temblor en Cusco.
05/03/1938	Cusco	VI	Fuerte temblor en Acopia, distrito de Pomacanchi, provincia de Acomayo, Cusco.
18/09/1941	Cusco	VII	Temblor en la ciudad de Cusco, que dañó en más de un 50 % sus edificaciones. El movimiento se sintió en un área elíptica de 16 000 km <sup>2</sup> .
21/05/1950	Cusco	VII	Sismo ligeramente destructor en Huánuco y Tingo María. Se sintió con fuerza en Ancash y Chimbote. El área de percepción fue alrededor de 122 000 km <sup>2</sup> .
08/11/1961	Cusco	VI	Fuerte temblor en Acos, Cusco. Desprendimiento de material descompuesto de los cerros que bordean del pueblo. Siguieron 20 movimientos.
08/05/1965	Cusco	V - VI	Sismo en Urcos, Cusco. Desprendimiento de las laderas de los cerros
01/10/1995	Cusco	V	Sismo que sacudió las localidades cusqueñas de Pillpinto, Acos, Sangará y Pomacanchi. Hubo derrumbes en las carreteras.
30/09/2014	Cusco	VI - VII	Sismo de profundidad de 8 km, con magnitud de 3,6. VI - V en Paruro (Comunidad Misca), V - IV Rondocán, III - II Cusco.

Figura N° 2. Descripción de los principales eventos sísmicos ocurridos y que han afectado el Área de estudio

Fuente: Historia de los Sismos más notables en el Perú (1513 – 1974), Silgado, 1978; IGP, 2014  
Elaboración: Walsh Perú S.A., 2015.

**2.1.2.- Vulnerabilidad Sísmica**

Se presenta un estudio sobre la determinación de vulnerabilidad en edificaciones de 05 niveles en la ciudad del Cusco, como parte de identificar

estructuras en edificaciones que enfrenten al riesgo sísmico ante intensidades sísmicas superiores a VI grados en la escala Modificada de Mercalli (MM), se expondrán los resultados y metodologías a seguir para identificar, las características constructivas en la región, antigüedad de sus edificaciones asignar clases de vulnerabilidad sísmica, de naturaleza de una falla geológica activa la de Tambomachay, utilizando mapas de riesgos derivados.

Es así que las definiciones de vulnerabilidad sísmica de una edificación nos dan a conocer que son magnitudes que permite cuantificar el tipo de daño estructural, el modo de fallo y la capacidad resistente de una estructura bajo unas condiciones probables de sismo. La vulnerabilidad sísmica cuantifica el riesgo debido únicamente a las características de la estructura.

#### **2.1.2.1.- Peligro Sísmico**

El concepto que se da a este término de magnitud que cuantifica el riesgo debido a la zona puntual estructural, como el peligro asociado a su emplazamiento, así como el daño sísmico potencial, contribuyen a cuantificar el riesgo sísmico asociado a un conjunto. De esta manera, dos edificaciones idénticas en sus características físicas presentarán una vulnerabilidad sísmica equivalente, pero un peligro sísmico que depende de la zona durante el desplazamiento, la vulnerabilidad sísmica es el área de trabajo de la ingeniería sísmica cuyo objetivo es reducir el riesgo sísmico teniendo en cuenta los costos y los principios de la ingeniería estructural. El peligro sísmico es una magnitud geofísica que da la probabilidad de ocurrencia de sismos en un área geográfica específica durante un intervalo de tiempo determinado e involucrando aceleraciones del suelo por encima de cierto valor dado. Da idea por tanto de la probabilidad de que se produzcan determinadas aceleraciones del suelo.

#### **2.1.2.2.- Riesgo Sísmico**

En el riesgo sísmico influyen la probabilidad de que se produzca un evento sísmico o terremoto, los posibles efectos locales de amplificación de las ondas sísmicas, directividad, etc., la vulnerabilidad de las construcciones (e instituciones) y la existencia de habitantes y bienes que puedan ser perjudicados. Mayer-Rosa, D. (1986)

#### **2.1.3.- Falla Geológica Activa:**

Se considera como falla activa ya sea cuando su culminación de tales

movimientos históricos, por ejemplo, en los últimos 10.000 años, o bien en su pasado geológico reciente, considerando los últimos 500.000 años. Si bien las fallas que sufren desplazamientos cuando sucede un terremoto son activas, no todas las fallas activas generan terremotos, algunas son capaces de moverse a sísmicamente, es decir sin que esté asociada a ninguna actividad sísmica (ALI, Keiiti, LEE, William H. K.). A pesar de que no hay ninguna definición de falla activa que haya sido universalmente aceptada, se puede generalizar que: La actividad de una falla estaría definida, en líneas generales, por la forma en que se acumula el desplazamiento en el tiempo geológico. Una falla activa sería una falla que acumuló algún desplazamiento en un pasado reciente. Si bien no hay una regla fija sobre qué escala de tiempo geológico se debe considerar la actividad de una falla, en particular, el WSSPC (Western States Seismic Policy Council)

Cuando una roca se deforma acumula en su interior energía elástica de deformación se el esfuerzo aplicado es grande producirá deformaciones demasiado grandes y llegará a romper la roca, esta rotura súbita origina una falla, un plano de falla (por donde recorre la falla), El movimiento dependerá del tipo de falla produciendo efectos distintos para distintas direcciones.

El fallamiento (falla) de una roca es causada precisamente por la liberación repentina de los esfuerzos (compresión, tensión o cizalla) impuestos al terreno. En los lugares cercanos al Epicentro la componente vertical del movimiento es Trepidatorio, por otro lado, al ir viajando las ondas sísmicas las componentes se atenúan, las componentes horizontales se amplifican se denominan movimientos Oscilatorios

## **2.1 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BASICOS**

**Falla de Tambomachay:** Se encuentra ubicada al borde de la ciudad de Cusco, ocupando una longitud aproximada de 17,5 km hacia el norte de esta ciudad.

**La Neotectónica:** es una ciencia que se basa por estudios que se realizan en las últimas deformaciones de la corteza terrestre con la finalidad de entender la evolución geodinámica reciente de cadenas montañosas y de determinar áreas de amenaza sísmica a partir de la evaluación del potencial sismogénico de una falla.

**Acción sísmica:** o Demanda sísmica, constituye uno de los elementos fundamentales para la apropiada caracterización de la vulnerabilidad sísmica el establecimiento fiable de la acción sísmica de diseño, debe ser capaz de representar adecuadamente el movimiento esperado en un determinado desplazamiento, de manera que proporcione una respuesta crítica de la estructura con los mayores daños potenciales (Sing, 1995)

**Daño sísmico:** Es el grado de degradación o destrucción causado por un fenómeno peligroso sobre las personas, los bienes, los sistemas de prestación de servicios y los sistemas naturales y sociales. Desde el punto de vista estructural se relaciona con deformaciones irreversibles (inelásticas) por lo tanto, cualquier variable de daño debe ser preferiblemente referida a una cierta cantidad de deformación.

**Índice de daño:** La definición de índice de daño es un problema complejo y para el cual aún no existe un criterio unificado, durante los últimos 25 años se han propuesto diferentes índices de daño tanto a nivel local como internacional, a partir de ensayos realizados en laboratorios y/o utilizando la observación de daños después de ocurrido un sismo.

**Vulnerabilidad estructural:** o Degradación estructural, cuando una estructura se ve sometido a un sismo y sobre pasa el límite elástico su rigidez se degrada debido al agrietamiento que sufre los elementos, así mientras mayor sea el daño, mayor es la pérdida de rigidez

**Hipocentro (FOCO):** Es el punto en la profundidad de la Tierra desde donde se libera la energía en un terremoto. Cuando ocurre en la corteza de ella (hasta 70 Km. de profundidad) se denomina superficial. Si ocurre entre los 70 y los 300 Km. se denomina intermedio y si es de mayor profundidad: profundo (recordemos que el centro de la Tierra se ubica a unos 6.370 Km. de profundidad). El punto donde se origina el terremoto en el interior de nuestro planeta es denominado hipocentro. El hipocentro se localiza frecuentemente entre 15 y 45 Km de la superficie, pero algunas veces su profundidad se ha calculado en más de 600 Km.

**Epicentro:** Es el punto de la superficie de la Tierra directamente sobre el

hipocentro. Es, desde luego, la localización de la superficie terrestre donde la intensidad del terremoto es mayor. El punto situado en el interior de la corteza donde se produce el choque y de donde se propagan las ondas sísmicas se llama hipocentro o centro sísmico; el punto situado sobre la superficie terrestre en dirección vertical al centro se llama epicentro. La zona que lo rodea y donde los efectos de la sacudida han sido percibidos se llama zona epicentral. Las vibraciones longitudinales y transversales que llegan a esta zona originan ondas superficiales que irradiando del epicentro se propaga.

**Escala de Intensidad o Mercali:** Está asociada a un lugar determinado y se asigna en función a los daños o efectos causados al hombre y sus construcciones.

**Escala de Magnitud o Richter:** Está relacionado con la energía que se libera durante un temblor y se obtiene de forma numérica a partir de los registros obtenidos, con el sismógrafo. La escala de Richter mide la energía de un temblor en su centro, o foco, y la intensidad crece de forma exponencial de un número al siguiente; es decir que un sismo de siete grados en la escala Richter, es diez veces más intenso que uno de seis grados. La escala de Mercalli es más subjetiva, puesto que la intensidad aparente de un terremoto depende de la distancia entre el centro y el observador. Varía desde I hasta XII, y describe y evalúa los terremotos más en función de las reacciones humanas y en observaciones que la escala de Richter, basada más en las matemáticas.

## **ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION**

### **2.1.1 Antecedentes Internacionales**

Arteaga Mora, Pio Antonio, (2016), en su tesis, "*Estudio de vulnerabilidad sísmica, rehabilitación y evaluación del índice de daño de una edificación perteneciente al patrimonio central edificado en la ciudad de Cuenca Ecuador*", evalúa las carencias valiosas que se suman a la debilidad sísmica de una estructura, examina específicamente la debilidad sísmica de una estructura situada en el memorable foco de la ciudad de Cuenca y estudia la lista de daños ante un temblor del plan según lo establecido por la Norma Ecuatoriana de Construcción. Concluye que la evaluación de la debilidad sísmica y la lista de daños se convierte en un punto de vista principal en la investigación del legado

registrado para tener una ayuda en la situación de una ocasión sísmica, además demuestra que la evaluación debe ser imaginada exhaustivamente y debe ser realizada para cada obra, debido a la representación de sus propios materiales de desarrollo y disposición primaria distintiva.

.Otavalo Alba, José Homero (2017), Tesis que desarrolla sobre los “*principales problemas de configuración de las estructuras de las construcciones que las hacen vulnerables sísmicamente en el Ecuador*”, según el estudio que desarrollo examinó las principales razones por las que las estructuras se cayeron a causa del sismo que ocurrió en la localidad de Cantón Manta (Ecuador) en 2016, en abril. Para ello, utilizó, además de los dispositivos que se pueden utilizar del Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS), los datos especializados del desarrollo terrestre y los daños que causó, Otavalo hizo exámenes entre los desarrollos sísmicos que ocurrieron en Chile en febrero de 2010 y el que ocurrió en Ecuador en abril de 2016. Esto le permitió obtener datos significativos para abordar el tema ecuatoriano. Los gráficos de alcance, comparativos en los dos temblores sísmicos, le permitieron presumir que lo ocurrido en Ecuador fue por las construcciones realizados sin el apoyo de especialistas así como de profesionales especializados, lo que descubre que este país está profundamente indefenso ante los sismos de energía focalizada.

Martinez Martinez, Jony Zenon. Ciudad Universitaria, Cd. Mx., 2019 “*Estudio estadístico de patologías en edificaciones y su influencia en la vulnerabilidad sísmica durante el sismo 19s-2017*”

Concluye que las patologías que mayor repercusión tienen en el daño sísmico son las patologías causadas por defectos (mala configuración, error en la construcción o deficiencias de materiales). Las patologías en el proceso de construcción son las difíciles de detectar y las peligrosas, pues solo salen a la luz después de una amenaza (un sismo, por ejemplo) y generalmente son el producto de grandes daños. Las patologías asociadas con la configuración son más fáciles de identificar, aunque también tienen una alta influencia en el daño, y su aporte en el comportamiento estructural se ha estudiado en investigaciones anteriores. mostró una síntesis sobre las características del sismo del 19 de septiembre de 2017 en la Ciudad de México. Se observó cómo los daños

registrados se concentraron a lo largo del límite de la zona de lago, donde el periodo de suelo va de 0.6 a 1.2 segundos. También se pudo observar que, dentro de la zona de daños, las estructuras con mayores daños fueron aquellas de mediana altura, es decir, de 5 a 10 niveles. Se llegó a la conclusión de que existe una correlación entre la ubicación y la altura de los edificios, los edificios de este número de niveles y ubicados en estas zonas de la ciudad fueron los más afectados porque fueron los que presentaron mayores demandas. También se observó que los daños se concentraron en las delegaciones Benito Juárez y Cuauhtémoc. En esta última se presentó el colapso de una estructura que resultó en la muerte de 49 personas, este es el edificio ubicado en Álvaro Obregón 286. Por esta razón, se decidió tomar esta zona como zona de estudio, analizando todas las estructuras de 6 a 8 niveles dentro de un círculo de 300 metros tomando como centro el colapso en Álvaro Obregón 286. El resultado fue un total de 63 edificios con diferente sistema estructural y con diferentes niveles de daño, a fin de evaluar las características que modifican la vulnerabilidad sísmica de las estructuras. Los resultados más relevantes del análisis estadístico hecho a este grupo de estructuras. Se observó que la distribución de daños concuerda con los daños observados en otros sismos, donde muchos edificios resultaron ilesos o con daños menores.

*Nelson Miguel Ángel Ortiz. Con la tesis "Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica Post Sismo 8,4 (kw) Illapel, Chile Aplicación al colegio San Rafael de Rozas".*

El terremoto de Illapel de 2015, de 8,4 (Mw), independientemente de la gran energía entregada, produjo menos daños de los previstos, lo que es un indicador de que las medidas del plan son satisfactorias. Sea como fuere, se notaron algunos daños críticos, particularmente en escuelas y construcciones de mayor debilidad. Este trabajo evalúa la debilidad sísmica de un diseño situado en Illapel, Chile, que sufrió daños durante el terremoto referido anteriormente. Se ha distinguido gatillantes en forma de "L" de la planta como desencadenante del daño, donde se notó principalmente la decepción de segmentos cortos. Se realiza una evaluación de los registros de debilidad como primera estimación para proceder a una investigación estática no lineal y a la utilización de la estrategia de rango límite. Para perfeccionar la evaluación, se realiza un Análisis

Modal Operativo de la estructura y la representación potente de la suciedad utilizando la técnica de Nakamura. Las consecuencias de este examen muestran que el modelo numérico creado duplica positivamente el comportamiento de la estructura frente al terremoto de Illapel de 2015. Además, se observa una buena relación entre los resultados obtenidos de la evaluación de los archivos de debilidades, los efectos posteriores de la estrategia del Espectro de Capacidades y los daños reales observados. Por otra parte, no se observan impactos en el lugar, como indica la calidad de la suciedad descrita por la estrategia de Nakamura. Sin embargo, es muy probable que se haya producido una interacción entre el suelo y la estructura por efectos de resonancia. Lo anterior permite demostrar una vez más que la tipología de planta tipo L es más vulnerable sísmicamente

### **2.1.2 Antecedentes Nacionales**

Retis Jiménez, Ricardo Andrés. (2015) en su tesis "*Determinación de los Índices de Vulnerabilidad Estructural de Edificaciones de Albañilería confinada utilizando el método Japones*" aprecia si Las edificaciones son vulnerables o no ante una determinada demanda sísmica. En esta tesis nos concluye que hace pensar que las estructuras de los niveles 01, 02 y 04, cuya estructura subyacente depende de los divisores de carga, no son fiables para el tipo de interés sísmico con el que han sido examinadas en el presente investigación, por lo que estas casas presentarían fallas estructurales que podrían ser reparables. En la investigación no lineal de la historia del tiempo completada en las estructuras, se descubrió que para los cinco registros con los que se hizo el examen, las rebanadas de solicitud más notables fueron las relacionadas con el examen hecho con el registro del acelerograma del terremoto de Lima de 1974. En cuanto a la flexión límite dada a partir del examen estático no lineal (Push Over), se concluye, para que falla reparables, las estructuras deben de presentar como cortes de demanda y desplazamientos máximos, valores que no excedan los cortes y 124 desplazamientos en el instante donde se comienzan a generar rotulas plásticas y debido a eso la estructura comience a empezar su estado de ductilidad antes de colapsar.

Abanto Valdivia, Sarita y Cárdenas Cruz, Deysi Jeanette (2015). En su estudio de investigación tiene como objetivo *“Determinar la Vulnerabilidad Sísmica de las edificaciones de las Instituciones Educativas Públicas del Centro Histórico de Trujillo, provincia Trujillo, región La Libertad”*, La finalidad de fomentar las actividades en caso de una ocasión sísmica, para no poner en peligro las existencias de los alumnos y del personal, según el RNE (NTE-E30). Así, se introduce un procedimiento que estudia el grado de daño que pueden alcanzar las estructuras de las fundaciones educativas, relacionadas con un tipo de marco primario, en caso de temblor. El modelo a utilizar es el de Benedetti y Petrini (Italia), que calibra una lista de debilidades determinada por las cualidades de la construcción que más impactan en su comportamiento sísmico, y la relaciona con una lista de daños, que por tanto depende de la actividad del desarrollo sísmico. Los resultados obtenidos son estructuras con una debilidad media-baja. En el Centro Histórico de Trujillo, las fundaciones instructivas: Antonio Raimondi y Marcial Acharán, han delimitado el marco de trabajo que podría haber sido trabajado sin medidas especializadas para el desarrollo sísmico-seguro.

Pineda Sánchez, Jenny Carol. (2016) El estudio que realizo fue la *“Determinación del índice de vulnerabilidad sísmica estructural en viviendas sociales construidas en 1974 en el barrio de la Soledad baja de la ciudad de Huaraz - año 2013.”*

Para la determinación del índice de vulnerabilidad en esta investigación se escogido y delimito, la utilización de la técnica italiana para el expediente de debilidad, que consiste en calificar la estructura en 11 límites previamente aprobados por la condición de protección de cada componente primario; los ejemplos escogidos y reconocidos fueron 32 viviendas sociales no modificadas situadas en el barrio de Soledad Baja en la ciudad de Huaraz, los datos fueron recogidos con fichas especializadas para cada vivienda, estimaciones de campo y pruebas no obstructivas. Los resultados permitieron llegar al resultado final que se acompaña; que existe un registro de debilidad baja del 22%, una lista de debilidad media del 75% y una lista de debilidad alta del 3%, en el alojamiento social situado en el barrio de Soledad baja de la ciudad de Huaraz, asimismo se realizó la investigación para la comprobación de la lista de debilidad sísmica

utilizando el programa de PC ETABS 2015, a través del examen modular único fantasma del alojamiento tipo; detallando posteriormente un desprendimiento mayor de 0.50 mm, que ocurre en el segundo nivel de la vivienda; lo cual no es exactamente el mayor desprendimiento de 26.00 mm, permitido por la norma especializada la RNE E.030 de las directrices de la estructura pública.

López Lopez, Cristian Bryan (2019) En su tesis *“Evaluación del nivel de vulnerabilidad sísmica para edificaciones inspeccionadas con la planilla atc 21 sometidas a una solicitud sísmica en la urb. las gardenias del distrito de Ate”* Se evalúa el nivel de la Vulnerabilidad sísmica ante el efecto de un sismo para las edificaciones en la 1ra, 2da y 3ra etapa de la Asociación las Gardenias del Distrito de Ate, Provincia de Lima, Departamento de Lima.

Por este motivo, el formato ATC-21 de la FEMA se aplicará a las estructuras de al menos 3 pisos en la urbanización. Esta estructura comprende la definición del diseño práctico y las sutilezas primarias perceptibles a simple vista, que se registran utilizando la estrategia de la lista de puntos débiles, que permite asegurar rápidamente si la estructura es indefensa frente a los movimientos sísmicos. La página de contabilidad se aplicará a todas las estructuras de la urbanización que cumplan el requisito previo de elevación de la base mencionado anteriormente, o posiblemente a una prueba delegada, ya que éstas, por lógica básica, son las más propensas a la decepción. La investigación de la debilidad descubrió que los archivos de debilidad se identifican directamente con los límites primarios de cada obra, al igual que los registros de daños evaluados a partir de las capacidades de debilidad para los distintos tipos de aumentos de aceleración sísmica.

### **2.1.3 Antecedentes Locales**

Galdós Román, Gimi Joseph y Núñez Esquivel, Roger Augusto. En la tesis *“Evaluación de la vulnerabilidad sísmica en los edificios de la escuela profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, distrito Cusco, 2018”*.

---

El objetivo *“Determinar la vulnerabilidad sísmica de las edificaciones en la Escuela Profesional de Ingeniería Civil (EPIC) de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco (UNSAAC) aplicando un manual de evaluación rápida*

*propuesto por el FEMA P-154 (Federal Emergency Management Agency) y la norma ASCE 41-13 (American Society of Civil Engineers)*". La FEMA nos proporciona el manual P-154 (Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards), que se utiliza como preevaluación rápida para averiguar qué estructuras necesitan una evaluación más detallada. Este manual tiene un marco de puntuación que depende de las cualidades, tanto compositivas como de diseño primario, de cada obra con una puntuación de 02 como límite, por lo que si una estructura tiene una puntuación inferior a 02 implica que necesita una evaluación más definitiva. La estrategia FEMA se utilizó para evaluar el edificio antiguo del EPIC, que consta de una casilla, el edificio nuevo del EPIC, que consta de tres casillas, y los Laboratorios de Suelos e Hidráulica, que constan de tres casillas.

Soto Barboza, Mario Abel (2018) Con la tesis, "Evaluación del riesgo sísmico en el centro histórico de la ciudad del Cusco" Se piensa en el Centro Histórico de la Ciudad del Cusco como un espacio de increíble interés para la investigación de los potenciales impactos si se produjera una ocurrencia de eventos sísmicos. Estas situaciones sísmicas se retratan con los mayores incrementos de velocidad en la roca, y se resuelven a partir de las investigaciones pasadas de Aguilar y Gamarra (2009) y la utilización del modelo de Poisson con la utilización del programa Crisis (Ordaz, 2007). El peligro sísmico se considera como la convolución entre la debilidad y el peligro sísmico. Teniendo en cuenta esta idea, la debilidad sísmica de las estructuras se evalúa en primer lugar con la técnica del Índice de Vulnerabilidad. Esta técnica, propuesta en 1984 por Benedetti y Petrini, toma once límites fundamentales para caracterizar el nivel de debilidad de una estructura. Cada límite tiene una calificación de calidad A, B, C o D con un marcador matemático idéntico y a cada límite se le relega un factor de peso para reflejar la importancia en el comportamiento general del diseño. El Índice de Vulnerabilidad cambia en una escala normalizada de 1 a 100 y se ajusta ventajosamente para la evaluación de las estructuras en la ciudad de Cusco. La discretización del conjunto examinado según el Índice de Vulnerabilidad permite la utilización de capacidades que relacionan el grado de daño en un temblor sísmico con los registros de cada

edificio. Por ello, las estructuras se han caracterizado por el entramado subyacente en adobe, mampostería confinada y hormigón armado. Los niveles de daño que se podrían alcanzar en situaciones sísmicas teóricas se evalúan con aparatos, por ejemplo, el estudio de daño realizado tras el temblor de 1986 (Aparicio y Marmanillo, 1989), la utilización del modelo ajustado de Lang (2005) y la utilización del modelo ajustado de Miranda (1997). Para contar con una base de información suficiente, se realizó una revisión subyacente de 2136 estructuras a través de visitas domiciliarias, fotografías de cámaras voladoras (drones), utilización de Google earth y planos individuales y catastrales. La información importante para la edad irregular de las estructuras con la técnica de Monte Carlo se han separado para crear capacidades de debilidad para los terremotos especulativos. Se acentúa el comportamiento de las estructuras de adobe, mediante el ajuste de los elementos de significación del Método del Índice de Vulnerabilidad, en el examen del desarrollo en el plano para los divisores portantes y el desarrollo fuera del plano para los divisores no portantes, proponiendo capacidades de debilidad de la envolvente por la superposición de las capacidades obtenidas de las dos maneras. Los resultados se introducen en el programa Arc Gis con mapas de difusión de daños para las tres situaciones de peligro sísmico especulativo.

Vargas Huilca, David Antonio (2016). *“Propuesta de gestión de riesgo sísmico en un sector de Centro Histórico de la ciudad del Cusco con un enfoque de distrito resiliente”* El trabajo siguiente de investigación que se acompaña trata de ejecutar una respuesta para el tema del peligro sísmico en la región de examen dentro del notable foco de la ciudad de Cusco, dándole un enfoque de localidad versátil, tratando de llevar a cabo cursos de despeje, señalización, y el aseguramiento de puntos, estructuras que estén lo suficientemente protegidos después de una ocasión sísmica. El objetivo es moderar los impactos subsiguientes de una ocasión sísmica en la población, ofreciendo a los huéspedes y habitantes del espacio investigado una reacción exitosa ante cualquier peligro sísmico.

El objetivo de examinar las cualidades del sistema general dentro de la región investigada para decidir un plan de bienestar para una ocasión sísmica y proponer respuestas para hacer de Cusco un lugar resistente.

### **III. METODOLOGIA.**

#### **3.1. Tipo y Diseño de la Investigación**

En el estudio práctico de la vulnerabilidad se muestra un abanico de metodologías que estén acorde con literatura internacional que se han encontrado en la bibliografía consultada. Estas son

1. Métodos cualitativos.
2. Métodos experimentales.
3. Métodos analíticos.

En la investigación funcional de la vulnerabilidad, se muestra un ámbito de sistemas que son según la escritura global que se han encontrado en el índice del libro aconsejado. Estos son

1. Estrategias subjetivas.
2. Técnicas exploratorias.
3. Técnicas perspicaces.

Nos alcanza que el primer método sirve para evaluar de forma rápida y eficaz un conjunto de estructuras diferentes y seleccionar aquellas que requieren un examen posterior más definitivo. La utilización de estas técnicas consiste en concentrar enormemente las estructuras para evaluar el peligro sísmico por zonas como se suele decir en Europa para hacer una guía de situaciones sísmicas. Una parte de estas técnicas comprende el grado principal de evaluación de las estrategias científicas, similar al caso de la estrategia japonesa (nivel 1) y la evaluación prevista por Iglesias de la UNAM para el caso de la Ciudad de México. Asimismo, merece la pena centrarse en la técnica FEMA 154. Esta última juega con la relación entre las cualidades del terremoto y las del suelo del establecimiento, los daños, los tipos y los diseños subyacentes. Los resultados que proporcionan son calidades normales convencionales con un nivel de vulnerabilidad grave. Normalmente se utilizan estrategias simplemente perspicaces para la evaluación definitiva de la posible debilidad de un diseño ante temblores sísmicos de diversos grados significativos. Las más populares son la técnica japonesa, las estrategias norteamericanas como la ATC 22 y la FEMA 310 adoptadas por la Agencia Federal de Gestión de Emergencias de EE.UU., las estrategias energéticas

como la estrategia Akiyama. Otras utilizadas son: La técnica del Instituto de Ingeniería Estructural de Zúrich; la estrategia propuesta por el Centro Colaborador de la OMS/OPS para la Mitigación de Desastres, la Universidad de Chile y el Ministerio de Salud de Chile; la técnica del Grupo de Evaluación Sísmica de la Universidad de Los Andes en Mérida, Venezuela; entre otras.

Entre las técnicas japonesas se encuentra el Método Hirosawa, que es el método autorizada en Japón por el Ministerio de Construcción para la evaluación del bienestar sísmico de las estructuras sustanciales soportadas. La técnica sugiere tres grados de evaluación, que van de lo fácil a lo minucioso, y depende de la investigación del comportamiento sísmico de cada planta de la estructura en los principales apoyos de la planta. La estrategia se propuso inicialmente para su uso en estructuras sustanciales existentes o dañadas de soporte medio de la solicitud de seis a ocho pisos organizados con divisores o esquemas de entrada. En exámenes posteriores, la estrategia se ha aplicado a estructuras de obra de cemento y piedra construidas. (Operaciones 2004).

El método japonés (Hirosawa, 1992). Se utiliza para la evaluación de estructuras sustanciales soportadas de mediana y baja estatura, trabajadas por estrategias habituales. Se evalúa el diseño, el estado de la estructura y el peligro de los componentes no subyacentes. El peligro sísmico se evalúa calculando un registro sísmico ( $I_s$ ), que aborda el comportamiento mundial de un entresuelo. La evaluación de la seguridad se finaliza mediante una técnica de cribado en tres pasos progresivos, para adquirir así dos registros que actúan sobre el bienestar sísmico de la estructura.

$I_s$  = Índice sísmico de la estructura.

$I_n$  = Índice sísmico de los elementos no estructurales.

El índice sísmico de la estructura ( $I_s$ ) es el resultado de cuatro subíndices que se determinan independientemente: ( $E_o$ ) está condicionado por la resistencia última de los elementos estructurales de la edificación, el tipo de mecanismo de falla y la ductilidad del sistema; **G** tiene en cuenta la intensidad de los movimientos del terreno; **S<sub>d</sub>** representa el efecto que el diseño estructural tiene en el comportamiento sísmico de la estructura a través de factores como la distribución de masas y de rigideces y, por último, **T** califica

los impactos de deformaciones primarias como roturas y evasiones. En esta línea está el resultado de los subíndices anteriores, que se comunican en la condición adjunta:

$$I_s = (E_o) \times (G) \times (S_d) \times (T).$$

Donde:

**Eo** = Subíndice sísmico de comportamiento estructural.

**G** = Subíndice sísmico de movimiento del terreno.

**Sd** = Subíndice sísmico de concepción estructural.

**T** = Subíndice sísmico de deterioro con el tiempo.

La evaluación de la seguridad se realiza a partir de los resultados obtenidos para **Is** e **In**, teniendo en cuenta parámetros como la importancia, edad y uso de la edificación.

Para **Is** e **In**, considerando límites como la importancia, la edad y la utilización de la estructura.

### **3.1.1 Tipo de la investigación**

La clasificamos según la estrategia de nuestra investigación, de acuerdo al tipo de dato a analizar es mixto (Cualitativa y Cuantitativa). realizamos una investigación **Cualitativa** con inmersión en el campo nos referimos donde nos ubicamos en el lugar donde se efectúa el estudio con la recolección de datos, observaciones, entrevistas, **Cuantitativa** ya que cuantifica los valores susceptibles a ser medibles y porcentajes de las variables.

### **3.1.2 Nivel de la investigación**

Se define como:

#### **Exploratoria**

Ya que el tema a investigar es poco estudia y ampliar las existentes, la vulnerabilidad estructural de las edificaciones en la Ciudad de Cusco, ante un sismo por efecto de la falla geológica activa de tambomachay y otras fallas cercanas.

#### **Descriptiva.**

Conforme a la información recaudada se determina el grado de vulnerabilidad de las edificaciones de 05 niveles, en que situación se

encuentras en general las estructuras de las 03 edificaciones, evaluar el tipo de construcción. Detallando ordenadamente las características de las estructuras que posee los módulos tomados como muestra y determinar su realidad.

### **Corrativas.**

El propósito de estudio es de evaluar la relación que existe entre un sismo por una falla geográfica y la respuesta que ejerce la edificación ante tal sismo, causa y efecto.

### **Explicativas.**

Dirigida a responder las causas de los eventos y fenómenos, de la relación que existe entre la vulnerabilidad ante un sismo la información se dará por el modelamiento y procesamiento mediante software analíticos, al obtener los resultados de análisis y de diseño se pasa a explicar las causas a detalle, si las estructuras soportan un evento sísmico y de q magnitud, o caso contrario dar propuestas para salvaguardar el desempeño sismo resistente de la edificación estructural.

### **3.1.3 Diseño de la investigación**

#### **Diseño No Experimental.**

Definimos a la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente las variables, se observa y analiza tal cual se encuentra la estructura de la edificación en su contexto natural.

#### **Transaccional Exploratorio.**

El propósito del diseño trata de una exploración inicial en un momento específico, de recolectar datos e información en un tiempo único el propósito es de describir las variables y analizar sus efectos e incidencias en las estructuras de las edificaciones e interrelacionarlos en un momento dado, que aplicamos a la investigación poco conocida la vulnerabilidad estructural ante un sismo por causa de la falla geológica activa.

## **3.2 Variables y Operacionalización de variables**

### **3.2.1 Variable Independiente (X)**

La vulnerabilidad sísmica estructural ante un evento sísmico por la falla geológica activa de Tambomachay, evaluando a la investigación por el método japonés

### **3.2.2 Variable Dependiente (Y)**

Nivel de seguridad estructural de la edificación de 05 niveles ante un evento sísmico por efecto de la falla geológica activa de tambomachay

## **3.3. Población y muestra**

### **3.3.1. Población de la investigación**

La población para esta investigación son las 03 edificaciones de 05 niveles de construcción que corresponden a los diferentes distritos de la ciudad del Cusco, donde se observe mayor probabilidad de vulnerabilidad estructural ante un evento sísmico por efecto de la falla geológica activa.

### **3.3.2. Muestra de la investigación**

Las edificaciones a realizar el estudio de determinación de vulnerabilidad sísmica en sus estructuras, están ubicadas en los distritos de Santiago, Wanchaq, y San Jerónimo, estructuras de 05 niveles, determinando la antigüedad de cada una de ellas, el área de la edificación 01, 115 m<sup>2</sup> y un perímetro de 48.00 ml, edificación 02 con 125.00 m<sup>2</sup> Y un perímetro de 45.00 ml, edificación 03 con 221.20 m<sup>2</sup> Y su perímetro de 61.95 ml

Las construcciones sobre que terreno se edificaron y un análisis de su capacidad Portante, determinando la profundidad de cimentación, ya que nuestra ciudad se encuentra localizado en el territorio altamente de peligrosidad sísmica del Perú, ya que estamos próximos a una falla geología activa denominada la falla de Tambomachay. Esto crea una gran necesidad de evaluar la vulnerabilidad de la estructura para así determinar su seguridad sísmica aplicando el método japonés.

## **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

El uso de hojas de cálculo se ha aplicado en muchos trabajos de investigación para determinar las probables vulnerabilidades generadas en los edificios. Las hojas de cálculo para la determinación de sismicidad alta, media

y baja, que se utilizaron en esta investigación, han sido aprobadas y verificadas por especialistas en el área de análisis estructural en edificaciones, por lo que sólo se requiere la evaluación de la hoja de cálculo.

Nuestra observación se realizó directamente in situ: una técnica que nos apoyó en esta investigación particular y que se utilizará para obtener datos en el campo. El procedimiento de inspección visual para identificar los edificios varía entre 20 y 40 minutos, sin embargo, la fiabilidad de la determinación de la calidad del edificio aumenta, en este caso nuestros edificios están en construcción, el sistema estructural puede ser observado desde el interior, durante el recorrido de verificación, o sobre la base de una revisión de los documentos de construcción. A continuación se presenta la secuencia general de aplicación de nuestro proceso de verificación visual:

1. Ubicación e identificación de las estructuras de la edificación.
2. Realizar el metrado correspondiente de la planta de la edificación.
3. Analizar el uso de edificación.
4. analizar el tipo del suelo.
5. constatar y determinar los peligros estructurales potenciales .
6. Identificar las características de la construcción de la edificación
7. sesión fotográfica del estado de la edificación.

### **3.5. Procedimientos**

Se realizará una breve descripción de la edificación la ubicación de la vivienda, se hará una entrevista al propietario sobre la edificación si recibió asesoramiento con personal profesional en la elaboración de planos y ejecución durante la construcción. Además, se describen los peligros naturales que han afectado la zona donde está construida la vivienda. En topografía y geotecnia se especifica si conto con un estudio de suelo apropiado sobre el que está construida la vivienda. El estado de la vivienda se refiere a la descripción general de cómo se encuentra la vivienda actualmente.

### **3.6. Método de análisis de datos**

Normalmente se utilizan técnicas simplemente científicas para la evaluación definitiva de la posible debilidad de un diseño ante eventos sísmicos de diversos grados de magnitud. Las más populares son la técnica japonesa,

las estrategias americanas como la ATC 22 y la FEMA 310 apoyadas por la Agencia Federal de Gestión de Emergencias de EE.UU., las técnicas energéticas como la estrategia Akiyama.

### Tipología de la Edificación N° 01

La Edificación N° 01, Es una construcción de tipo familiar de 05 niveles



Figura 3: Imagen de la edificación N° 1 de 05 niveles, ubicada en la Urb. Jose Carlos Mareategui Mz "C" Lote N° - 20, Distrito de Wanchaq del Departamento de Cusco.

A continuación, se describen las áreas construidas por cada nivel son las siguientes:

**Tabla 1 Cuadro de áreas**

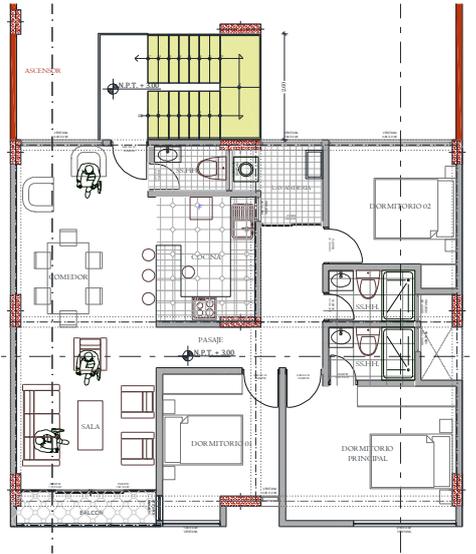
Piso 5	82.2016
Piso 4	85.9317
Piso 3	85.9318
Piso 2	85.9317
Piso 1	92.9427
SUMA	432.9395

#### a) Cualidades generales

Se compone de secciones de losa aligerada, vigas y viguetas de C<sup>0</sup> A<sup>0</sup>. Placas muros estructurales, Tabiques de albañilería y tabaquería. Los acabados en general están inconclusos. Estructuralmente la edificación está conformada por vigas de 0.25 ml de ancho y 0.40 ml de altura, losa aligerada de 0.20 m de

altura, tres tipos de placas según las dimensiones que son:

PL-1 (0.25 ml x 1.00 ml), PL-2 (0.25 ml x 0.80 ml), PL-2 (0.25 ml x 0.60 ml)



**Figura 4: Plano de Arquitectura**

De acuerdo a las especificaciones técnicas la edificación N° 01, se identificaron los siguientes resultados en los diferentes piso de la edificación, la resistencia del concreto de vigas, placas, losa aligerada es  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 2 Características generales de la edificación N° 01**

Factor de zona sísmica tipo2	Z=0.25
Factor de suelo tipo 2	S=1.2
Sobrecarga del primer al cuarto piso	S (1-4)= 250kg/cm <sup>2</sup>
Sobrecarga en quinto piso	S5=100kg/cm <sup>2</sup>
Concreto de, columnas, vigas	F'c=210kg/cm <sup>2</sup>
Altura de losa aligerada	H=20cm

Elaboracion propia seguidamente, se muestra las dimensiones de las placas para cada nivel:

**Tabla 3 : Tipos de columnas de cada nivel**

Pisos de la Edific N°02	Placa tipo 1 (0.25 m x1.00m)	Placa tipo 2 (0.25mx0.80m)	Placa tipo 3 (0.25mx0.60m)	Total de Placas
1er piso	03	04	04	11
2do piso	03	04	04	11
3er piso	03	04	04	11
4to piso	03	04	04	11
5to piso	03	04	04	11

Elaboracion propia

## Tipología de la Edificación N° 02

La Edificación N° 02, Es una construcción de tipo familiar de 05 niveles

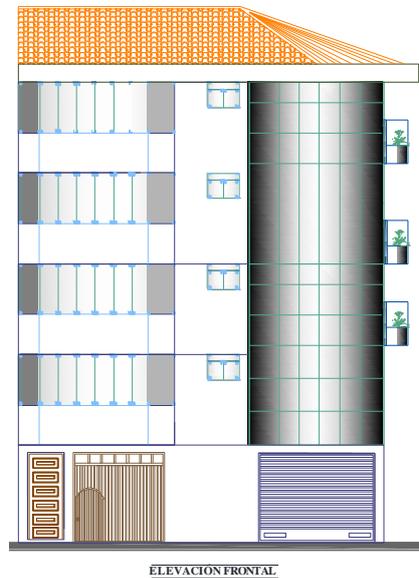


Figura 5: Imagen de la edificación N° 2 de 05 niveles, ubicada en el pueblo joven de Manco Capac Lote LI – 09, del Distrito de Santiago Departamento de Cusco.

Seguidamente, se muestra las áreas por cada nivel:

**Tabla 4 Cuadro de áreas**

Piso 5	73.1613
Piso 4	76.9854
Piso 3	76.9855
Piso 2	76.9855
Piso 1	77.8068
SUMA	<b>381.9245</b>

### b) Característica general

Estructuralmente la edificación está conformada de vigas de 0.25 m de ancho y 0.40 m de altura, una losa aligerada de 0.20 m de altura y se diferencia en dos tipos de columnas:

C\_1 (0.25 m x 0.50m), C\_2 (0.25 m x 0.30 m)

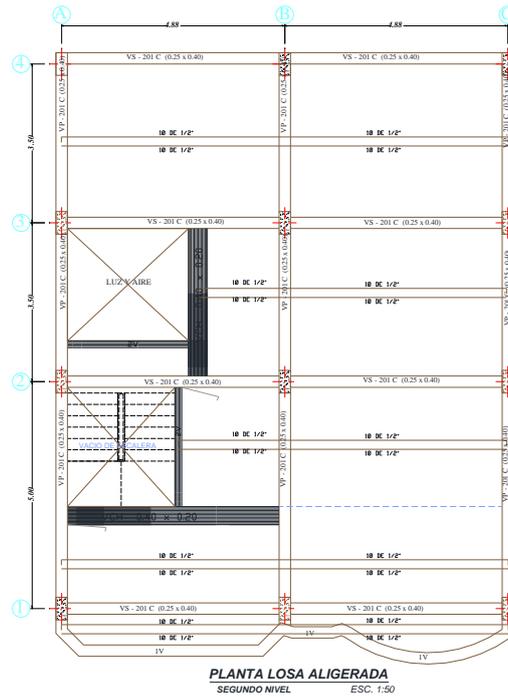


Figura 6: Plano de Losa Aligerada

De acuerdo a las especificaciones técnicas la edificación N° 02, se describe seguidamente el resultado de la edificación por piso, donde para los elementos estructurales se tiene  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 5 : Características generales de la edificación N° 02**

Factor de zona sísmica tipo2	Z=0.25
Factor de suelo tipo 2	S=1.2
Sobrecarga del primer al cuarto piso	S(1-4)= 250kg/cm <sup>2</sup>
Sobrecarga en azotea	S5=200kg/cm <sup>2</sup>
Concreto de, columnas, vigas	F'c=210kg/cm <sup>2</sup>
Altura de losa aligerada	H=20cm

Elaborado por el autor

Seguidamente, se muestra las dimensiones de las columnas de cada nivel:

**Tabla 6 : Tipos de columnas de cada nivel**

Pisos de la Edific N° 02	Columnas tipo 1 (0.25 m x0.50m)	Columnas Tipo 2 (0.25mx0.30m)	Total de columnas
1er piso	12	-	12
2do piso	12	-	12
3er piso	12	-	12
4to piso	-	12	12
5to piso	-	9	9

Elaborado por el autor

### Tipología de la Edificación N° 03

La Edificación N° 03, Es una construcción de tipo familiar de 05 niveles



Figura 7: Imagen de la edificación N° 3 de 05 niveles, ubicada en la Comunidad Pikol Orconpucyo, Sector Uran Qenqoro Lote 9-1-A, Distrito de San Jeronimo de la Provincia de Cusco.

Seguidamente, se muestran las áreas de cada nivel:

**Tabla 7 Cuadro de áreas**

Piso 5	228.5563
Piso 4	236.8901
Piso 3	236.8907
Piso 2	236.8925
Piso 1	222.1300
SUMA	1161.3596

Elaboración propia

### c) Característica general

Estructuralmente la edificación está conformada por Columnas de 0.30 x 0.60 ml, 0.30 x 0.80 ml, Vigas únicas de 0.30 x 0.45 m, losa aligerada de 0.20 m de altura, tres tipos de placas según las dimensiones que son:

PL\_1 (0.30 m x 2.28 m), PL\_2 (0.30 m x 2.15 m), PL\_3 (0.30 m x 1.97 m)  
PL\_4 (0.30 m x 1.45 m), PL\_5 (0.30 m x 1.35m), PL\_6 (0.25 m x 2.22 m)

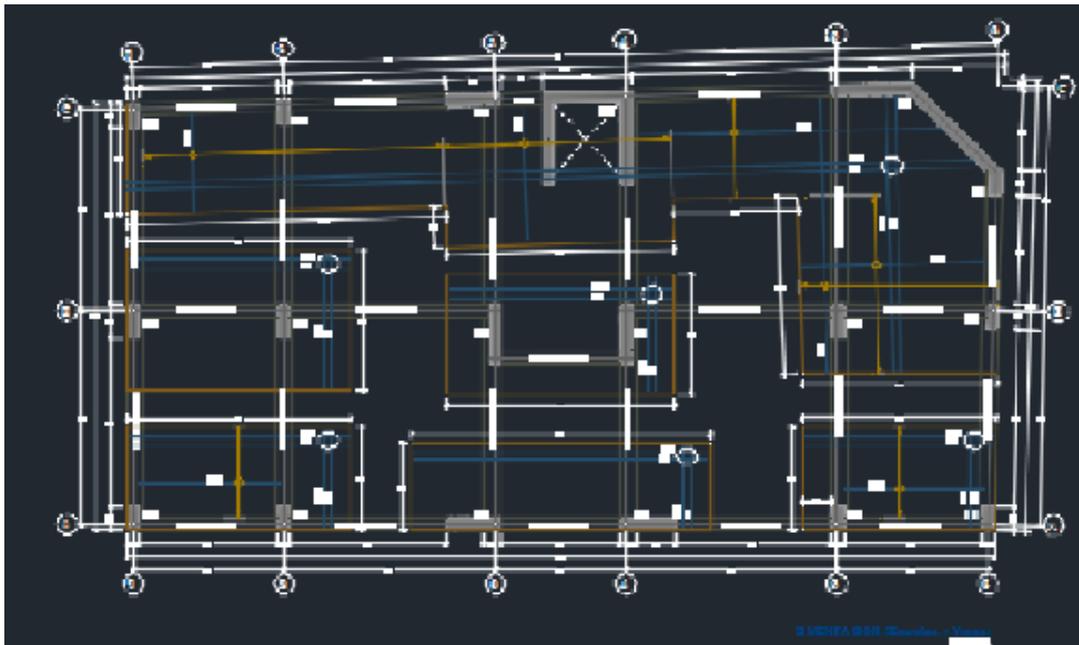


Figura 8: Plano de Cimentación

De acuerdo a las especificaciones técnicas la edificación N° 03, identificado los siguientes datos para cada piso de la edificación evaluada, la resistencia para los elementos estructurales es  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

**Tabla 8 : Características generales de la edificación N° 03**

Factor de zona sísmica tipo2	Z=0.25
Factor de suelo tipo 2	S=1.2
S/C del primer al cuarto piso	S (1-4)= 250kg/cm <sup>2</sup>
S/C quinto piso	S5=100kg/cm <sup>2</sup>
C° de, columnas, vigas	F'c=210kg/cm <sup>2</sup>
Altura de losa aligerada	H=20cm

Elaborado por el autor

Seguidamente, se muestra detalladamente las dimensiones de las placas estructurales de cada nivel:

**Tabla 9 : Datos de las placas estructurales de cada nivel**

Pisos de la Edificación N°03	PL. 01 (0.3x2.28)m	PL. 01 (0.3x2.15)m	PL. 01 (0.3x1.97)m	PL. 01 (0.3x1.45)m	PL. 01 (0.3x1.35)m	PL. 01 (0.25x2.22)m	Total de Placas
Primer piso	1	1	1	1	1	1	6
Segundo piso	1	1	1	1	1	1	6
Tercer piso	1	1	1	1	1	1	6
Cuarto piso	1	1	1	1	1	1	6
Quinto piso	1	1	1	1	1	1	6

Elaboracion propia

### **Técnicas de procesamiento de datos:**

En esta edificación estructural se presenta la exploración que ejecutará las mediciones ilustrativas, ya que es importante reunir, solicitar, desglosar y tratar un conjunto de información obtenida para una representación correcta de los atributos. Esto se termina a través de tablas

### **Materiales y equipos**

#### **a) Levantamiento estructural**

En el siguiente proceso de evaluación en la investigación se usó elementos de medición como un flexómetro de 5 m, la utilización de fichas, donde pueda registrarse los datos obtenida de dicha evaluación en contexto, para tal situación.

#### **b) Análisis estático, Modal espectral**

La generación del modelo por computadora y luego realizar su análisis estructural, requiriendo de una laptop con el programa o software ETBAS 2018 instalado en ella. Y realizando su metrado de la edificación N°03, se puede verificar la cantidad de placas, vigas etc

### **Instrumento de recolección de datos**

En nuestra investigación, para la recolección de datos fue la recopilación y análisis de material bibliográfico, que va desde tesis sustentadas sobre el tema, libros, de internet, artículos científicos, entre variada información, se utilizó por medio de recolección de informacion por la web site de internet, así como también la constatación in-situ de la estructura de la edificación, ubicadas en

la urb. Jose Carlos Mareategui Mz "C" Lote N°- 20 del Distrito de Wanchaq Provincia de Cusco, pueblo joven de Manco Capac Lote LI – 09, del Distrito de Santiago y Comunidad Pikol Orconpucyo, Sector Uran Qenqoro Lote 9-1-A, Distrito de San Jeronimo de la Provincia de Cusco.

Para la recolección de la información sobre el estado de la edificación, nos basamos en las fichas sugeridas por el método Hirosawa, también se basó en la lectura de planos de arquitectural, seguidamente mediante la información que obtuvimos del arquitecto responsable, estudios de suelos registrado en el expediente técnico dónde se calculó el tipo de suelo.

Modelamiento de análisis estructural: en esta mostraremos la generación de un modelamiento estructural de la edificación se ha utilizando el programa ETBAS V-18.

### **Modelamiento y Procesamiento de datos**

La modelación de la estructura y luego el almacenamiento de los datos del estudio se realizó a través de la obtención de los planos de la estructura de la edificación se procedió a realizar la carga y peso de la estructura, el metrado de cargas para encontrar el índice de resistencia sísmica ( $I_s$ ), y luego obtener el índice de resistencia sísmica ( $I_{so}$ ), así como el cálculo de las dispersiones, el índice sísmico básico del comportamiento estructural ( $E_o$ ), también el índice de configuración estructural ( $S_d$ ) y el índice de deterioro de la edificación, según la norma E-030 generando una comparación y relación con la norma japonesa Hirosawa, determinando el índice de la resistencia demandada ( $I_{so}$ ).

El resultado del índice sísmico básico para el comportamiento estructural ( $E_o$ ) según parámetros del método Hirosawa, se obtiene el peso de cada piso de la edificación, el índice proporcionada por la resistencia de los muros de hormigón armado (placas) ( $C_w$ ) en direcciones "X" y "Y", el coeficiente de factor de reducción (alfa) mediante el método japonés "Hirosawa" tipo C en la cual se basa solo en falla de muros de hormigón armado (placas).

Para la obtención del resultado del índice de configuración estructural ( $S_d$ ) este depende de las cualidades de la estructura, por ejemplo, la regularidad de la planta, la proporción longitud-anchura de la planta, estrangulamiento de la planta, el grosor de las juntas de desarrollo, las medidas, la consistencia de

las estaturas de la planta, la inusualidad de la firmeza de la planta, las anomalías de la circulación de la masa y la solidez entre pisos en altura.

Para la estimación del índice de deterioro de la estructura nos basamos con respecto a los ítems de las tablas de la técnica Hirosawa, y por las distorsiones, inclinaciones, daños a la luz de fisuras, roturas, sustancias químicas y tiempo de utilización de la estructura, por esta razón se hizo una visita a la estructura para notar el estado de la construcción y se tomaron las fotografías fundamentales para su examen. Además, se demostró el diseño utilizando un producto conocido como Etabs 2018 v-18, aplicando a este producto la norma E-030 para decidir las mutilaciones y así tener la opción de computar la debilidad de las estructuras No. 01, No. 2, No. 3, tanto subjetiva como cuantitativamente.

### **3.7 Aspectos éticos**

En este proceso de la investigación se tuvo que realizar legalmente el cumplimiento de todas las consideraciones y aspecto de las evaluaciones de las estructuras de las edificaciones conociendo las zonas terrenos, suelos, y basándonos en estudios realizados y tratando de poder compatibilizar con nuestro estudio realizado, estudios de la Neotectónica y Peligros sísmico en la Región de Cusco realizados por la INGEMMET, apoyaron. Para la elaboración de esta tesis se pidió la autorización del propietario de la edificación en estudio N° 01, N°2 y N°3 presentando un plan de evaluación de la edificación para verificar la estructura. Si se halla en vulnerabilidad la edificación, y hacer una recomendación para mantener en los rangos de seguridad de la edificación en caso que no cumpla con la resistencia de vulnerabilidad.

#### IV.- PRESENTACIÓN DE RESULTADOS DE LA EVALUACION

4.1. Resultados de los análisis e interpretación, se muestra los resultados de la investigación a través de los Items de la ficha del método Hirosawa y sus puntos de evaluación, que se analizó de cada uno de los pisos de la edificación N° 01, N°2, N°3 en dirección “X” y “Y” .

##### a) Resultados de la Edificación N° 01

###### primer piso en “X” “Y”

Formula para (Is):

Eo = valor del índice sísmico estructural

SD = valor del índice estructural de configuración

T = valor del índice de la edificación en deterioro

$$Is = Eo * SD * T$$

Formula de Eo:

$$E_p = \frac{(n_p + 1)}{(n_p + 1)} * (\alpha_1 * (C_{mar} + C_{sc} + C_a + C_{ma}) + \alpha_2 * C_w + \alpha_3 * C_c) * F$$

$\alpha_i$  = Factor de reducción de la capacidad resistente de los elementos que controlan el comportamiento sísmico.

$N_p$  = Cantidad de niveles del edificio.

$i$  = Evaluación del nivel del edificio.

$C$  = Índice de la resistencia requerida.

$F$  = Índice de ductilidad de la edificación

**Tabla 10 : Peso de la Edificación N°01**

Pisos	P (Tn)	hi	hi <sup>k</sup>	P(hi) <sup>k</sup>	Alfa	Fi (Tn)	MoT acc (Fi*E) Tn/m
5	80.1472	13.7	15.5747066	1139.46578	0.32486545	11.6319445	7.34266498
4	84.0213	11	12.3714592	952.421734	0.27153858	9.72255325	6.13736174
3	84.0214	8.3	9.20688925	708.796972	0.20208035	7.23557229	4.56745501
2	84.0213	5.6	6.09325341	469.092161	0.13373972	4.78860713	3.02280825
1	84.5968	2.9	3.05531154	237.724014	0.0677759	2.42674469	1.53188258
SUMA	416.808			3507.50066			

**Tabla 11 : Resultado en “X” y “Y” del índice básico de comportamiento estructural y índice de resistencia proporcionada por los muros de hormigón armado del primer piso**

	Eo	Cwx	Cwy	α3	α2	I	F	Np
<b>Eo "X"</b>	<b>0.155148</b>	0.16	0.00	0.7	1.0	1	<b>1</b>	5
<b>Eo "Y"</b>	<b>0.124118</b>	0.00	0.12	0.7	1.0	1	<b>1</b>	5
	Cw	f'c	Am1	Am2	Am3	Am4	Wj	
<b>Cw "X"</b>	<b>0.155148</b>	210	0.0	0	0.0	1.25	<b>84.5968</b>	
<b>Cw "Y"</b>	<b>0.124118</b>	210	0.0	0	0.0	1.00	<b>84.5968</b>	

Elaboracion propia

**Formula Cw:**

$$Cw = \frac{fc}{200} + \frac{30 * \sum Am1 + 20 * \sum Am2 + 12 * \sum Am3 + 10 * \sum Am4}{np \sum_{j=i} Wj}$$

**Tabla 12 : Detalles de muros de hormigón armado del 1er piso en las direcciones “X” y “Y”**

Sección placas	H	b	LM	lm	(LM/lm) >=2	Para "X" condición	Área	(LM/lm) >=2	Para "Y" condición	Área
PL-1	2.4	1.0	0.25	1.0	<b>0.25</b>	AM4	0.25	<b>4</b>	AM4	0.25
PL-1	2.4	1.0	0.25	1.0	<b>0.25</b>	AM4	0.25	<b>4</b>	AM4	0.25
PL-1	2.4	1.0	0.25	1.0	<b>0.25</b>	AM4	0.25	<b>4</b>	AM4	0.25
PL-1	2.4	1.0	0.25	1.0	<b>0.25</b>	AM4	0.25	<b>4</b>	AM4	0.25
PL-2	2.4	0.25	0.80	0.25	<b>3.2</b>	AM4	0.20	<b>3.2</b>	AM4	0.2
PL-2	2.4	0.25	0.80	0.25	<b>3.2</b>	AM4	0.20	<b>3.2</b>	AM4	0.2
PL-2	2.4	0.25	0.80	0.25	<b>3.2</b>	AM4	0.20	<b>3.2</b>	AM4	0.2
PL-2	2.4	0.25	0.80	0.25	<b>3.2</b>	AM4	0.20	<b>3.2</b>	AM4	0.2
PL-3	2.4	0.25	0.60	0.25	<b>2.4</b>	AM4	0.15	<b>2.4</b>	AM4	0.15
PL-4	2.4	0.25	0.60	0.25	<b>2.4</b>	AM4	0.15	<b>2.4</b>	AM4	0.15
PL-5	2.4	0.25	0.60	0.25	<b>2.4</b>	AM4	0.15	<b>2.4</b>	AM4	0.15
						"X"	<b>1.25</b>		"Y"	<b>1.00</b>

Elaboracion propia

- AM4 en “X” = 1.25
- AM4 en “Y” = 1.00

**Formula de SD:**

$$SD = \prod_{i=1}^8 qi \quad qi = (1.0 - (1 - Gi) * Ri)$$

**Resultado de Gi y Ri:**

**Tabla 13 : Resultados de qi, SD, T del primer piso en dirección “X” y “Y”**

qi	dato	Gi	Ri	SD	resultado
qi "X"	0.975	0.90	0.25	SD "X"	0.975
qi "Y"	0.975	0.90	0.25	SD "Y"	0.975
T	t1	t2	t3	t4	resultado
T "X"	1	1	1	1	1
T "Y"	1	1	1	1	1

Elaboracion propia

- qi = 0.975
- SD = 0.975
- T = 1.0

**Resultado de Is:**

**Tabla 14 : Resultado de (Is) en el 1er piso en las direcciones “X” y “Y”**

Eo	SD	T	Is	Valor
0.155	0.98	1	Is "X"	0.151
0.124	0.98	1	Is "Y"	0.121

Elaboracion propia

**Resultados de los índices Iso “X” y Iso “Y”:**

$$Iso = Eso * Z * G * U$$

**Evaluacion de normas peruana - japones**

$$\frac{Ico(Peru)}{Ico(Japon)} = \frac{Sa(Peru)}{Sa(Japon)}$$

$$\frac{Ico(Peru)}{Ico(Japon)} = \frac{0.125 * g}{1 * g}$$

$$\frac{Ico(Peru)}{0.8} = 0.125$$

Ico(Peru)	=	0.10
en "X"		en "Y"

<b>Is</b>	<b>&gt;</b>	<b>Iso</b>
0.15		0.1
<b>SEGURO</b>		

<b>Is</b>	<b>&gt;</b>	<b>Iso</b>
0.15		0.1
<b>SEGURO</b>		

## b) Resultados del segundo piso en "X" y "Y"

Tabla 15 : Resultado en "X" y "Y" del índice básico de comportamiento estructural y índice de resistencia proporcionada por los muros de hormigón armado del segundo piso

	Eo	Cwx	Cwy	α3	α2	I	F	Np
Eo "X"	0.1339	0.16	0.00	0.7	1.0	2	1	5
Eo "Y"	0.124118	0.00	0.12	0.7	1.0	2	1	5
	Cw	f'c	Am1	Am2	Am3	Am4	Wj	
Cw "X"	0.1071	210	0.0	0	0.0	1.25	84.5968	
Cw "Y"	0.1250	210	0.0	0	0.0	1.00	84.5968	

Elaboracion propia

Formula Cw:

$$Cw = \frac{f'c}{200} + \frac{30 * \sum Am1 + 20 * \sum Am2 + 12 * \sum Am3 + 10 * \sum Am4}{np \sum_{j=i} Wj}$$

Tabla 16: Detalles de muros de hormigón armado del 2do piso en las direcciones "X" y "Y"

Sección	H	b	LM	lm	(LM/lm) >=2	Para "X" condición	Área	(LM/lm) >=2	Para "Y" condición	Área
placas										
PL-1	2.4	1.0	0.25	1.0	0.25	AM4	0.25	4	AM4	0.25
PL-1	2.4	1.0	0.25	1.0	0.25	AM4	0.25	4	AM4	0.25
PL-1	2.4	1.0	0.25	1.0	0.25	AM4	0.25	4	AM4	0.25
PL-1	2.4	1.0	0.25	1.0	0.25	AM4	0.25	4	AM4	0.25
PL-2	2.4	0.25	0.80	0.25	3.2	AM4	0.20	3.2	AM4	0.2
PL-2	2.4	0.25	0.80	0.25	3.2	AM4	0.20	3.2	AM4	0.2
PL-2	2.4	0.25	0.80	0.25	3.2	AM4	0.20	3.2	AM4	0.2
PL-2	2.4	0.25	0.80	0.25	3.2	AM4	0.20	3.2	AM4	0.2
PL-3	2.4	0.25	0.60	0.25	2.4	AM4	0.15	2.4	AM4	0.15
PL-4	2.4	0.25	0.60	0.25	2.4	AM4	0.15	2.4	AM4	0.15
PL-5	2.4	0.25	0.60	0.25	2.4	AM4	0.15	2.4	AM4	0.15
						"X"	1.25		"Y"	1.00

Elaboracion propia

- AM4 en "X" = 1.25
- AM4 en "Y" = 1.00

formula de SD:

$$SD = \prod_{i=1}^{1=8} qi \quad qi = (1.0 - (1 - Gi) * Ri)$$

**Resultado de Gi y Ri:**

**Tabla 17: Resultados de qi, SD, T del segundo piso en dirección "X" y "Y"**

qi	dato	Gi	Ri	SD	resultado
qi "X"	0.975	0.90	0.25	SD "X"	0.975
qi "Y"	0.975	0.90	0.25	SD "Y"	0.975
T	t1	t2	t3	t4	resultado
T "X"	1	1	1	1	1
T "Y"	1	1	1	1	1

Elaboracion propia

- qi = 0.975
- SD = 0.975
- T = 1.0

**Resultado del (Is):**

**Tabla 18 : Resultado del (Is) en el 2do piso en las direcciones "X" y "Y"**

Eo	SD	T	Is	Valor
0.1339	0.98	1	Is "X"	0.131
0.1241	0.98	1	Is "Y"	0.104

Elaboración propia

**Resultados de los índices Iso "X" y Iso "Y":**

$$Iso = Eso * Z * G * U$$

**Evaluacion de normas peruana - japones**

$$\frac{Ico(Peru)}{Ico(Japon)} = \frac{Sa(Peru)}{Sa(Japon)}$$

$$\frac{Ico(Peru)}{Ico(Japon)} = \frac{0.125 * g}{1 * g}$$

$$\frac{Ico(Peru)}{Ico(Japon)} = \frac{0.125 * g}{1 * g}$$

$$\frac{Ico(Peru)}{Ico(Japon)} = \frac{0.125}{1}$$

$$\frac{Ico(Peru)}{0.8} = 0.125$$

$$Ico(Peru) = 0.1$$

$Ico(Peru) = 0.10$
--------------------

en "X"

$Is > Iso$
------------

en "Y"

$Is > Iso$
------------

0.131	0.1
SEGURO	

0.104	0.1
SEGURO	

c) Resultados del tercer piso en "X" y "Y"

Tabla 19 : Resultado en "X" y "Y" del índice básico de comportamiento estructural y índice de resistencia proporcionada por los muros de hormigón armado del tercer piso

	Eo	Cwx	Cwy	α3	α2	l (piso)	F	Np
Eo "X"	0.1172	0.16	0.00	0.7	1.0	3	1	5
Eo "Y"	0.0937	0.00	0.12	0.7	1.0	3	1	5
	Cw	f'c	Am1	Am2	Am3	Am4	Wj	
Cw "X"	0.1562	210	0.0	0	0.0	1.25	84.5968	
Cw "Y"	0.1250	210	0.0	0	0.0	1.00	84.5968	

Elaboracion propia

**Formula Cw:**

$$Cw = \frac{f_c}{200} + \frac{30 * \sum Am1 + 20 * \sum Am2 + 12 * \sum Am3 + 10 * \sum Am4}{np \sum_{j=i} W_j}$$

Tabla 20: Detalles de muros de hormigón armado del tercer piso en dirección "X" y "Y"

Sección placas	H	b	LM	lm	(LM/lm) >=2	Para "X" condición	Área	(LM/lm) >=2	Para "Y" condición	Área
PL-1	2.4	1.0	0.25	1.0	0.25	AM4	0.25	4	AM4	0.25
PL-1	2.4	1.0	0.25	1.0	0.25	AM4	0.25	4	AM4	0.25
PL-1	2.4	1.0	0.25	1.0	0.25	AM4	0.25	4	AM4	0.25
PL-1	2.4	1.0	0.25	1.0	0.25	AM4	0.25	4	AM4	0.25
PL-2	2.4	0.25	0.80	0.25	3.2	AM4	0.20	3.2	AM4	0.2
PL-2	2.4	0.25	0.80	0.25	3.2	AM4	0.20	3.2	AM4	0.2
PL-2	2.4	0.25	0.80	0.25	3.2	AM4	0.20	3.2	AM4	0.2
PL-2	2.4	0.25	0.80	0.25	3.2	AM4	0.20	3.2	AM4	0.2
PL-3	2.4	0.25	0.60	0.25	2.4	AM4	0.15	2.4	AM4	0.15
PL-4	2.4	0.25	0.60	0.25	2.4	AM4	0.15	2.4	AM4	0.15
PL-5	2.4	0.25	0.60	0.25	2.4	AM4	0.15	2.4	AM4	0.15
"X"							<b>1.25</b>	"Y"		<b>1.00</b>

Elaboracion propia

- AM4 en "X" = 1.25
- AM4 en "Y" = 1.00

Formula de SD:

$$SD = \prod_{i=1}^{1=8} q_i \quad q_i = (1.0 - (1 - G_i) * R_i)$$

Resultado de Gi y Ri:

Tabla 21: Resultados de qi, SD, T del tercer piso en dirección "X" y "Y"

qi	dato	Gi	Ri	SD	resultado
qi "X"	0.975	0.90	0.25	SD "X"	0.975
qi "Y"	0.975	0.90	0.25	SD "Y"	0.975
T	t1	t2	t3	t4	resultado
T "X"	1	1	1	1	1
T "Y"	1	1	1	1	1

Elaboracion propia

- qi = 0.975
- SD = 0.975
- T = 1.0

Resultado de Is:

Tabla 22 : Resultado del (Is) en el 3er piso en las direcciones "X" y "Y"

Eo	SD	T	Is	Valor
0.1172	0.98	1	Is "X"	0.114
0.1562	0.98	1	Is "Y"	0.091

Elaboracion propia

Resultados de los índices Iso "X" y Iso "Y":

$$Iso = Eso * Z * G * U$$

Evaluacion de normas peruana - japones

$$\frac{Ico(Peru)}{Ico(Japon)} = \frac{Sa(Peru)}{Sa(Japon)}$$

$$\frac{Ico(Peru)}{Ico(Japon)} = \frac{0.125 * g}{1 * g}$$

$$\frac{Ico(Peru)}{0.8} = 0.125$$

$$Ico(Peru) = 0.1$$

$$Ico(Peru) = 0.1$$

Ico(Peru)	=	0.10
-----------	---	------

en "X" en "Y"

<b>Is</b>	<b>&gt;</b>	<b>Iso</b>
0.114		0.1
<b>SEGURO</b>		

<b>Is</b>	<b>&gt;</b>	<b>Iso</b>
0.09		0.1
<b>INSEGURO</b>		

**d) Resultados del cuarto piso en "X" y "Y"**

**Tabla 23 : Resultado en "X" y "Y" del índice básico de comportamiento estructural y índice de resistencia proporcionada por los muros de hormigón armado del cuarto piso**

	<b>Eo</b>	<b>Cwx</b>	<b>Cwy</b>	<b>α3</b>	<b>α2</b>	<b>I (piso)</b>	<b>F</b>	<b>Np</b>
<b>Eo "X"</b>	<b>0.1041</b>	0.16	0.00	0.7	1.0	4	<b>1</b>	<b>5</b>
<b>Eo "Y"</b>	<b>0.0833</b>	0.00	0.12	0.7	1.0	4	<b>1</b>	<b>5</b>
	<b>Cw</b>	<b>f'c</b>	<b>Am1</b>	<b>Am2</b>	<b>Am3</b>	<b>Am4</b>	<b>Wj</b>	
<b>Cw "X"</b>	<b>0.1562</b>	210	0.0	0	0.0	1.25	<b>84.0213</b>	
<b>Cw "Y"</b>	<b>0.1250</b>	210	0.0	0	0.0	1.00	<b>84.0213</b>	

Elaboracion propia

**Formula Cw:**

$$Cw = \frac{f_c}{200} + \frac{30 * \sum Am1 + 20 * \sum Am2 + 12 * \sum Am3 + 10 * \sum Am4}{np \sum W_j}$$

$j = i$

**Tabla 24: Detalles de muros de hormigón armado del 4to piso en las direcciones "X" y "Y"**

<b>Sección placas</b>	<b>H</b>	<b>b</b>	<b>LM</b>	<b>lm</b>	<b>(LM/lm) &gt;=2</b>	<b>Para "X" condición</b>	<b>Área</b>	<b>(LM/lm) &gt;=2</b>	<b>Para "Y" condición</b>	<b>Área</b>
PL-1	2.4	1.0	0.25	1.0	<b>0.25</b>	AM4	0.25	<b>4</b>	AM4	0.25
PL-1	2.4	1.0	0.25	1.0	<b>0.25</b>	AM4	0.25	<b>4</b>	AM4	0.25
PL-1	2.4	1.0	0.25	1.0	<b>0.25</b>	AM4	0.25	<b>4</b>	AM4	0.25
PL-1	2.4	1.0	0.25	1.0	<b>0.25</b>	AM4	0.25	<b>4</b>	AM4	0.25
PL-2	2.4	0.25	0.80	0.25	<b>3.2</b>	AM4	0.20	<b>3.2</b>	AM4	0.2
PL-2	2.4	0.25	0.80	0.25	<b>3.2</b>	AM4	0.20	<b>3.2</b>	AM4	0.2
PL-2	2.4	0.25	0.80	0.25	<b>3.2</b>	AM4	0.20	<b>3.2</b>	AM4	0.2
PL-2	2.4	0.25	0.80	0.25	<b>3.2</b>	AM4	0.20	<b>3.2</b>	AM4	0.2
PL-3	2.4	0.25	0.60	0.25	<b>2.4</b>	AM4	0.15	<b>2.4</b>	AM4	0.15
PL-4	2.4	0.25	0.60	0.25	<b>2.4</b>	AM4	0.15	<b>2.4</b>	AM4	0.15
PL-5	2.4	0.25	0.60	0.25	<b>2.4</b>	AM4	0.15	<b>2.4</b>	AM4	0.15
						<b>"X"</b>	<b>1.25</b>	<b>"Y"</b>		<b>1.00</b>

Elaboracion propia

- AM4 en "X" = 1.25
- AM4 en "Y" = 1.00

formula de SD:

$$SD = \prod_{i=1}^{1=8} q_i \quad q_i = (1.0 - (1 - G_i) * R_i)$$

Resultado de Gi y Ri:

Tabla 25: Resultados de qi, SD, T del cuarto piso en dirección "X" y "Y"

qi	dato	Gi	Ri	SD	resultado
qi "X"	0.975	0.90	0.25	SD "X"	0.975
qi "Y"	0.975	0.90	0.25	SD "Y"	0.975
T	t1	t2	t3	t4	resultado
T "X"	1	1	1	1	1
T "Y"	1	1	1	1	1

Elaboracion propia

- qi = 0.975
- SD = 0.975
- T = 1.0

Resultado de Is:

Tabla 26: Resultado del (Is) en el 4to piso en las direcciones "X" y "Y"

Eo	SD	T	Is	Valor
0.1041	0.98	1	Is "X"	0.102
0.0833	0.98	1	Is "Y"	0.081

Elaboracion propia

Resultados de los índices Iso "X" y Iso "Y":

$$Iso = Eso * Z * G * U$$

Evaluacion de normas peruana - japones

$$\frac{Ico(Peru)}{Ico(Japon)} = \frac{Sa(Peru)}{Sa(Japon)}$$

$$\frac{Ico(Peru)}{Ico(Japon)} = \frac{0.125 * g}{1 * g}$$

$$\frac{I_{co}(\text{Peru})}{0.8} = 0.125$$

$I_{co}(\text{Peru}) = 0.10$
------------------------------

en "X"	
<b>Is</b>	<b>&gt;</b>
<b>Iso</b>	
0.102	0.10
SEGURO	

en "Y"	
<b>Is</b>	<b>&gt;</b>
<b>Iso</b>	
0.08	0.10
INSEGURO	

**e) Resultados del quinto piso en "X" y "Y"**

**Tabla 27 : Resultado en "X" y "Y" del índice básico de comportamiento estructural y índice de resistencia proporcionada por los muros de hormigón armado del quinto piso**

	<b>Eo</b>	<b>Cwx</b>	<b>Cwy</b>	<b>α3</b>	<b>α2</b>	<b>I (piso)</b>	<b>F</b>	<b>Np</b>
<b>Eo "X"</b>	<b>0.0983</b>	0.16	0.00	0.7	1.0	4	<b>1</b>	5
<b>Eo "Y"</b>	<b>0.0786</b>	0.00	0.12	0.7	1.0	4	<b>1</b>	5
	<b>Cw</b>	<b>f'c</b>	<b>Am1</b>	<b>Am2</b>	<b>Am3</b>	<b>Am4</b>	<b>Wj</b>	
<b>Cw "X"</b>	<b>0.1638</b>	210	0.0	0	0.0	1.25	<b>84.0213</b>	
<b>Cw "Y"</b>	<b>0.1310</b>	210	0.0	0	0.0	1.00	<b>84.0213</b>	

Elaboracion propia

**Formula Cw:**

$$Cw = \frac{f_c}{200} + \frac{30 * \sum Am1 + 20 * \sum Am2 + 12 * \sum Am3 + 10 * \sum Am4}{np \sum_{j=i} Wj}$$

**Tabla 28: Detalles de muros de hormigón armado del 5to piso en las direcciones "X" y "Y"**

Sección placas	H	b	LM	Im	(LM/Im) >=2	Para "X" condición	Área	(LM/Im) >=2	Para "Y" condición	Área
PL-1	2.4	1.0	0.25	1.0	0.25	AM4	0.25	4	AM4	0.25
PL-1	2.4	1.0	0.25	1.0	0.25	AM4	0.25	4	AM4	0.25
PL-1	2.4	1.0	0.25	1.0	0.25	AM4	0.25	4	AM4	0.25
PL-1	2.4	1.0	0.25	1.0	0.25	AM4	0.25	4	AM4	0.25
PL-2	2.4	0.25	0.80	0.25	3.2	AM4	0.20	3.2	AM4	0.2
PL-2	2.4	0.25	0.80	0.25	3.2	AM4	0.20	3.2	AM4	0.2
PL-2	2.4	0.25	0.80	0.25	3.2	AM4	0.20	3.2	AM4	0.2
PL-2	2.4	0.25	0.80	0.25	3.2	AM4	0.20	3.2	AM4	0.2
PL-3	2.4	0.25	0.60	0.25	2.4	AM4	0.15	2.4	AM4	0.15
PL-4	2.4	0.25	0.60	0.25	2.4	AM4	0.15	2.4	AM4	0.15
PL-5	2.4	0.25	0.60	0.25	2.4	AM4	0.15	2.4	AM4	0.15
						"X"	<b>1.25</b>		"Y"	<b>1.00</b>

Elaboracion propia

- AM4 en "X" = 1.25
- AM4 en "Y" = 1.00

**Formula de SD:**

$$SD = \prod_{i=1}^{1=8} q_i \quad q_i = (1.0 - (1 - G_i) * R_i)$$

**Resultado de Gi y Ri:**

**Tabla 29: Resultados de qi, SD, T, del 5to piso en las direcciones "X" y "Y"**

qi	dato	Gi	Ri	SD	resultado
qi "X"	0.975	0.90	0.25	SD "X"	0.975
qi "Y"	0.975	0.90	0.25	SD "Y"	0.975
T	t1	t2	t3	t4	resultado
T "X"	1	1	1	1	1
T "Y"	1	1	1	1	1

Elaboracion propia

- qi = 0.975
- SD = 0.975
- T = 1.0

**Resultado del (Is):**

**Tabla 30 : Resultado del (Is) en el 5to piso en las direcciones “X” y “Y”**

Eo	SD	T	Is	Valor
0.0983	0.98	1	Is "X"	0.096
0.0786	0.98	1	Is "Y"	0.077

Elaboracion propia

**Resultados de los índices Iso “X” y Iso “Y”:**

$$Iso = Eso * Z * G * U$$

**Evaluacion de normas peruana - japones**

$$\frac{Ico(Peru)}{Ico(Japon)} = \frac{Sa(Peru)}{Sa(Japon)}$$

$$\frac{Ico(Peru)}{Ico(Japon)} = \frac{0.125 * g}{1 * g}$$

$$\frac{Ico(Peru)}{0.8} = 0.125$$

$$Ico(Peru) = 0.10$$

en "X"

en "Y"

Is	<	Iso
0.096		0.10
INSEGURO		

Is	<	Iso
0.077		0.10
INSEGURO		

**b) Evaluacion de la Edificacion N°02,**

**primer piso en “X” y “Y”**

**Formula para (Is):**

Eo = valor del índice sísmico estructural

SD = valor del índice estructural de configuración

T = valor del índice de la edificación en deterioro

$$I_s = E_o * S_D * T$$

Formula para (Eo):

$$E_o = \frac{(n_p + 1)}{(n_p + i)} * \alpha_i * C_c * F$$

$\alpha_i$  = Factor de reducción de la capacidad resistente de los elementos que controlan el comportamiento sísmico.

$N_p$  = Cantidad de niveles del edificio.

$i$  = Evolución del nivel del edificio.

$C$  = Índice de la resistencia requerida.

$F$  = Índice de ductilidad de la edificación

**Tabla 31: Peso de los pisos de la Edificación N° 02**

Pisos	P (Tn)	hi	hi^k	P(hi)^k	Alfa	Fi (Tn)	MoT acc (Fi*E) Tn/m
5	73.1613	13.7	15.5747066	1139.46578	0.324865451	11.6319445	7.342664975
4	76.9854	11	12.3714592	952.421734	0.271538576	9.72255325	6.13736174
3	76.9855	8.3	9.20688925	708.796972	0.202080353	7.23557229	4.567455007
2	76.9855	5.6	6.09325341	469.092161	0.133739721	4.78860713	3.022808254
1	75.8068	2.9	3.05531154	237.724014	0.067775900	2.42674469	1.531882583
SUMA	381.9245			3507.50066			

**Tabla 32 : Resultado en "X" y "Y" del índice básico de comportamiento estructural y índice de resistencia proporcionada por las columnas de C° A° del 1er piso**

	Eo	Cc-x	Cc- y	$\alpha_3$	$\alpha_2$	I (piso)	F	Np
<b>Eo "X"</b>	<b>0.1420</b>	0.14	0.00	0.7	1.0	1	<b>1</b>	5
<b>Eo "Y"</b>	<b>0.2024</b>	0.00	0.20	0.7	1.0	1	<b>1</b>	5
	Cc	f'c	Cs	Cma	Ac1	Ac2	Wj	
<b>Cc "X"</b>	<b>0.1420</b>	210	0.0	0	0.0	1.5	<b>77.81</b>	
<b>Cc "Y"</b>	<b>0.2024</b>	210	0.0	0	1.5	0.00	<b>77.81</b>	

Elaboración propia

- Eo-x = 0.14

- Eo-y = 0.20



- $q_i = 0.8$
- $SD = 0.8$
- $T = 1.0$

**Tabla 35: Resultado del (Is) en el 1er piso en las direcciones "X" y "Y"**

Eo	SD	T	Is	Valor
0.142	0.80	1	Is "X"	0.113
0.202	0.80	1	Is "Y"	0.162

Elaboración propia

**Resultados de los índices Iso "X" y Iso "Y":**

$$Iso = Eso * Z * G * U$$

**Evaluación de normas peruana - japones**

$$\frac{Ico(Peru)}{Ico(Japon)} = \frac{Sa(Peru)}{Sa(Japon)}$$

$$\frac{Ico(Peru)}{Ico(Japon)} = \frac{0.0938 * g}{1 * g}$$

$$\frac{Ico(Peru)}{0.8} = 0.0938$$

$$Ico(Peru) = 0.075$$

en "X"

en "Y"

Is	>	Iso
0.11		0.075
SEGURO		

Is	>	Iso
0.16		0.075
SEGURO		

**f) Desarrollo del segundo piso en "X" y "Y"**

**Tabla 36 : Resultado en “X” y “Y” del índice básico de comportamiento estructural y índice de resistencia proporcionada por las columnas de Cº Aº del 2do piso**

	Eo	Cc-x	Cc- y	α3	α2	I (piso)	F	Np
<b>Eo "X"</b>	<b>0.123</b>	0.143	0.00	0.7	1.0	2	<b>1</b>	5
<b>Eo "Y"</b>	<b>0.175</b>	0.00	0.205	0.7	1.0	2	<b>1</b>	5
	Cc	f`c	Cs	Cma	Ac1	Ac2	Wj	
<b>Cc "X"</b>	<b>0.143</b>	210	0.0	0	0.0	1.5	<b>77.81</b>	
<b>Cc "Y"</b>	<b>0.205</b>	210	0.0	0	1.5	0.00	<b>77.81</b>	

Elaboración propia

- Eo-x = 0.123
- Eo-y = 0.175

**Formula para (Cc):**

$$Cc = \frac{f`c}{200} * \frac{10 * Ac1 + 7 * Ac2}{np}$$

$$E = Wj$$

$$j = i$$

**Tabla 37: Detalles de muros de hormigon armado del 2do piso en las direcciones “X”,“Y”**

Sección típico	b	d	ho	D	(ho/D)	Para "X" condición	Área	(ho/D)	Para "Y" condición	Área
C-1	0.25	0.5	2.7	0.25	10.8	AC2	0.125	5.4	AC1	0.125
C-1	0.25	0.5	2.7	0.25	10.8	AC2	0.125	5.4	AC1	0.125
C-1	0.25	0.5	2.7	0.25	10.8	AC2	0.125	5.4	AC1	0.125
C-1	0.25	0.5	2.7	0.25	10.8	AC2	0.125	5.4	AC1	0.125
C-1	0.25	0.5	2.7	0.25	10.8	AC2	0.125	5.4	AC1	0.125
C-1	0.25	0.5	2.7	0.25	10.8	AC2	0.125	5.4	AC1	0.125
C-1	0.25	0.5	2.7	0.25	10.8	AC2	0.125	5.4	AC1	0.125
C-1	0.25	0.5	2.7	0.25	10.8	AC2	0.125	5.4	AC1	0.125
C-1	0.25	0.5	2.7	0.25	10.8	AC2	0.125	5.4	AC1	0.125
C-1	0.25	0.5	2.7	0.25	10.8	AC2	0.125	5.4	AC1	0.125
C-1	0.25	0.5	2.7	0.25	10.8	AC2	0.125	5.4	AC1	0.125
C-1	0.25	0.5	2.7	0.25	10.8	AC2	0.125	5.4	AC1	0.125
						<b>"X"</b>	<b>1.5</b>		<b>"Y"</b>	<b>1.5</b>

Elaboración propia

- AC-x = 1.5 m2
- AC-y = 1.5 m2

Formula de SD:

$$SD = \prod_{i=1}^{1=8} q_i \quad q_i = (1.0 - (1 - G_i) * R_i)$$

Resultados de Gi y Ri:

Tabla 38 : Resultados de qi, SD, T, del 2do piso en las direcciones “X” y “Y”

qi	dato	Gi	Ri	SD	Valor
qi "X"	0.800	0.80	1	SD "X"	0.80
qi "Y"	0.800	0.80	1	SD "Y"	0.80
T	t1	t2	t3	t4	Valor
T "X"	1	1	1	1	1
T "Y"	1	1	1	1	1

Elaboracion propia

- qi = 0.8
- SD = 0.8
- T = 1.0

Tabla 39: Resultado del (Is) en el 2do piso en las direcciones “X” y “Y”

Eo	SD	T	Is	Valor
0.123	0.80	1	Is "X"	0.098
0.175	0.80	1	Is "Y"	0.14

Elaboración propia

Resultados de los índices Iso “X” y Iso “Y”:

$$Iso = Eso * Z * G * U$$

Evaluacion de normas peruana - japones

$$\frac{Ico(Peru)}{Ico(Japon)} = \frac{Sa(Peru)}{Sa(Japon)}$$

$$\frac{Ico(Peru)}{Ico(Japon)} = \frac{0.0938 * g}{1 * g}$$

$$\frac{Ico(Peru)}{0.8} = 0.0938$$

$$Ico(Peru) = 0.075$$

en "X"

<b>Is</b>	<b>&gt;</b>	<b>Iso</b>
0.098		0.075
SEGURO		

en "Y"

<b>Is</b>	<b>&gt;</b>	<b>Iso</b>
0.14		0.075
SEGURO		

**g) Desarrollo del tercer piso en "X" y "Y"**

**Tabla 40: Resultado en "X" y "Y" del índice básico de comportamiento estructural y índice de resistencia proporcionada por las columnas de C<sup>0</sup> A<sup>0</sup> del 3er piso**

	Eo	Cc-x	Cc- y	α3	α2	I (piso)	F	Np
<b>Eo "X"</b>	<b>0.107</b>	0.143	0.00	0.7	1.0	3	<b>1</b>	5
<b>Eo "Y"</b>	<b>0.153</b>	0.00	0.205	0.7	1.0	3	<b>1</b>	5
	Cc	f <sup>c</sup>	Cs	Cma	Ac1	Ac2	<b>Wj</b>	
<b>Cc "X"</b>	<b>0.143</b>	210	0.0	0	0.0	1.5	<b>77.81</b>	
<b>Cc "Y"</b>	<b>0.205</b>	210	0.0	0	1.5	0.00	<b>77.81</b>	

Elaboración propio

- Eo-x = 0.107
- Eo-y = 0.153

**Formula para (Cc):**

$$Cc = \frac{f^c}{200} * \frac{10 * Ac1 + 7 * Ac2}{np}$$

$E = Wj$   
 $j = i$



**Tabla 43: Resultado del (Is) en el 3er piso en las direcciones "X" y "Y"**

Eo	SD	T	Is	Valor
0.107	0.80	1	Is "X"	0.086
0.153	0.80	1	Is "Y"	0.123

Elaboración propia

**Resultados de los índices Iso "X" y Iso "Y":**

$$Iso = Eso * Z * G * U$$

**Evaluación de normas peruana - japones**

$$\frac{Ico(Peru)}{Ico(Japon)} = \frac{Sa(Peru)}{Sa(Japon)}$$

$$\frac{Ico(Peru)}{Ico(Japon)} = \frac{0.0938 * g}{1 * g}$$

$$\frac{Ico(Peru)}{Ico(Japon)} = 0.0938$$

$$\frac{Ico(Peru)}{0.8} = 0.0938$$

$$Ico(Peru) = 0.075$$

$$Ico(Peru) = 0.075$$

en "X"

en "Y"

Is	>	Iso
0.086		0.075
SEGURO		

Is	>	Iso
0.123		0.075
SEGURO		

**h) Desarrollo del cuarto piso en "X" y "Y"**

**Tabla 44: Resultado en "X" y "Y" del índice básico de comportamiento estructural y índice de resistencia proporcionada por las columnas de C<sup>0</sup> A<sup>0</sup> del 4to piso**

	Eo	Cc-x	Cc- y	α3	α2	I (piso)	F	Np
Eo "X"	0.095	0.145	0.00	0.7	1.0	4	1	5
Eo "Y"	0.136	0.00	0.205	0.7	1.0	4	1	5
	Cc	f'c	Cs	Cma	Ac1	Ac2	Wj	
Cc "X"	0.145	210	0.0	0	0.0	1.5	77.81	
Cc "Y"	0.205	210	0.0	0	1.5	0.00	77.81	

Elaboración propia



## Resultados de Gi y Ri:

**Tabla 46 : Resultados de qi, SD, T del 4to piso en las direcciones "X" y "Y"**

qi	dato	Gi	Ri	SD	Valor
qi "X"	0.800	0.80	1	SD "X"	0.80
qi "Y"	0.800	0.80	1	SD "Y"	0.80
T	t1	t2	t3	t4	Valor
T "X"	1	1	1	1	1
T "Y"	1	1	1	1	1

Elaboracion propia

- qi = 0.8
- SD = 0.8
- T = 1.0

**Tabla 47: Resultado del (Is) en el 4to piso en las direcciones "X" y "Y"**

Eo	SD	T	Is	Valor
0.107	0.80	1	Is "X"	0.074
0.153	0.80	1	Is "Y"	0.109

Elaboración propia

## Resultados de los índices Iso "X" y Iso "Y":

$$Iso = Eso * Z * G * U$$

### Evaluacion de normas peruana - japones

$$\frac{Ico(Peru)}{Ico(Japon)} = \frac{Sa(Peru)}{Sa(Japon)}$$

$$\frac{Ico(Peru)}{Ico(Japon)} = \frac{0.0938 * g}{1 * g}$$

$$\frac{Ico(Peru)}{Ico(Japon)} = 0.0938$$

$$\frac{Ico(Peru)}{0.8} = 0.0938$$

$$Ico(Peru) = 0.075$$

$$Ico(Peru) = 0.075$$

en "X"

<b>Is</b>	<b>&lt;</b>	<b>Iso</b>
-----------	-------------	------------

en "Y"

<b>Is</b>	<b>&gt;</b>	<b>Iso</b>
-----------	-------------	------------

0.074	0.075
INSEGURO	

0.109	0.075
SEGURO	

i) Desarrollo del quinto piso en "X" y "Y"

Tabla 48: Resultado en "X" y "Y" del índice básico de comportamiento estructural y índice de resistencia proporcionada por las columnas de C<sup>0</sup> A<sup>0</sup> del 5to piso

	Eo	Cc-x	Cc- y	α3	α2	I (piso)	F	Np
Eo "X"	<b>0.090</b>	0.151	0.00	0.7	1.0	5	<b>1</b>	5
Eo "Y"	<b>0.129</b>	0.00	0.205	0.7	1.0	5	<b>1</b>	5
	Cc	f'c	Cs	Cma	Ac1	Ac2	Wj	
Cc "X"	<b>0.151</b>	210	0.0	0	0.0	1.5	<b>77.81</b>	
Cc "Y"	<b>0.215</b>	210	0.0	0	1.5	0.00	<b>77.81</b>	

Elaboración propia

- Eo-x = 0.090
- Eo-y = 0.129

Formula para (Cc):

$$Cc = \frac{f^c}{200} * \frac{10 * Ac1 + 7 * Ac2}{np}$$

$$E = Wj$$

$$j = i$$

Tabla 49: Detalles de muros de hormigón armado del 5to piso en las direcciones "X", "Y"

Sección típico	b	d	ho	D	(ho/D)	Para "X" condición	Área	(ho/D)	Para "Y" condición	Área
C-1	0.25	0.5	2.7	0.25	10.8	AC2	0.125	5.4	AC1	0.125
C-1	0.25	0.5	2.7	0.25	10.8	AC2	0.125	5.4	AC1	0.125
C-1	0.25	0.5	2.7	0.25	10.8	AC2	0.125	5.4	AC1	0.125
C-1	0.25	0.5	2.7	0.25	10.8	AC2	0.125	5.4	AC1	0.125
C-1	0.25	0.5	2.7	0.25	10.8	AC2	0.125	5.4	AC1	0.125
C-1	0.25	0.5	2.7	0.25	10.8	AC2	0.125	5.4	AC1	0.125
C-1	0.25	0.5	2.7	0.25	10.8	AC2	0.125	5.4	AC1	0.125
C-1	0.25	0.5	2.7	0.25	10.8	AC2	0.125	5.4	AC1	0.125
C-1	0.25	0.5	2.7	0.25	10.8	AC2	0.125	5.4	AC1	0.125
C-1	0.25	0.5	2.7	0.25	10.8	AC2	0.125	5.4	AC1	0.125
C-1	0.25	0.5	2.7	0.25	10.8	AC2	0.125	5.4	AC1	0.125
C-1	0.25	0.5	2.7	0.25	10.8	AC2	0.125	5.4	AC1	0.125
						"X"	<b>1.5</b>		"Y"	<b>1.5</b>

Elaboración propia

- AC-x = 1.5 m2
- AC-y = 1.5 m2

**Formula para SD:**

$$SD = \prod_{i=1}^{1=8} q_i \quad q_i = (1.0 - (1 - G_i) * R_i)$$

**Resultados de Gi Ri y T:**

**Tabla 50 : Resultados de qi, SD, T del 5to piso en las direcciones "X" y "Y"**

qi	dato	Gi	Ri	SD	Valor
qi "X"	0.800	0.80	1	SD "X"	0.80
qi "Y"	0.800	0.80	1	SD "Y"	0.80
T	t1	t2	t3	t4	Valor
T "X"	1	1	1	1	1
T "Y"	1	1	1	1	1

Elaboracion propia

- qi = 0.8
- SD = 0.8
- T = 1.0

**Tabla 51: Resultado del (Is) en el 5to piso en las direcciones "X" y "Y"**

Eo	SD	T	Is	Valor
<b>0.090</b>	0.80	1	Is "X"	0.072
<b>0.129</b>	0.80	1	Is "Y"	0.103

Elaboración propia

**Resultados de los índices Iso "X" y Iso "Y":**

$$Iso = Eso * Z * G * U$$

**Evaluacion de normas peruana - japones**

$$\frac{Ico(Peru)}{Ico(Japon)} = \frac{Sa(Peru)}{Sa(Japon)}$$

$$\frac{Ico(Peru)}{Ico(Japon)} = \frac{0.0938 * g}{1 * g}$$

$$\frac{Ico(Peru)}{0.8} = 0.0938$$

$$Ico(Peru) = 0.075$$

en "X"	en "Y"																		
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;"><b>Is</b></td> <td style="width: 33%; text-align: center;"><b>&lt;</b></td> <td style="width: 33%;"><b>Iso</b></td> </tr> <tr> <td style="border-top: 1px solid black;">0.072</td> <td></td> <td style="border-top: 1px solid black;">0.075</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="border-top: 1px solid black; text-align: center;">INSEGURO</td> </tr> </table>	<b>Is</b>	<b>&lt;</b>	<b>Iso</b>	0.072		0.075	INSEGURO			<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;"><b>Is</b></td> <td style="width: 33%; text-align: center;"><b>&gt;</b></td> <td style="width: 33%;"><b>Iso</b></td> </tr> <tr> <td style="border-top: 1px solid black;">0.103</td> <td></td> <td style="border-top: 1px solid black;">0.075</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="border-top: 1px solid black; text-align: center;">SEGURO</td> </tr> </table>	<b>Is</b>	<b>&gt;</b>	<b>Iso</b>	0.103		0.075	SEGURO		
<b>Is</b>	<b>&lt;</b>	<b>Iso</b>																	
0.072		0.075																	
INSEGURO																			
<b>Is</b>	<b>&gt;</b>	<b>Iso</b>																	
0.103		0.075																	
SEGURO																			

**c) Evaluacion de la Edificacion N° 03,  
primer piso en "X" y "Y"**

**Formula para (Is):**

- Eo = valor del índice sísmico estructural
- SD = valor del índice estructural de configuración
- T = valor del índice de la edificación en deterioro

$$Is = Eo * SD * T$$

**Formula para (Eo):**

$$Eo = \frac{(np + 1)}{(np + i)} * \alpha_i * Cc * F$$

- $\alpha_i$  = Factor de reducción de la capacidad resistente de los elementos que controlan el comportamiento sísmico.
- Np** = Cantidad de niveles del edificio.
- i** = Evaluación del nivel del edificio.
- C** = Índice de la resistencia requerida.
- F** = Índice de ductilidad de la edificación

**Tabla 52: Peso por niveles de la Edificación N°03**

Pisos	P (Tn)	hi	hi^k	P(hi)^k	Alfa	Fi (Tn)	MoT acc (Fi*E) Tn/m
5	228.556	13	13	2971.2319	0.326795740	40.6636468	20.47414615
4	236.890	10.4	10.4	2463.65704	0.270969299	33.7170854	16.97655248
3	236.891	7.8	7.8	1847.74746	0.203227489	25.2878781	12.73244661
2	236.893	5.2	5.2	1231.841	0.135486022	16.8587135	8.488362239
1	222.130	2.6	2.6	577.538	0.063521450	7.90406202	3.979695229
SUMA	1161.3596			9092.0154			

**Tabla 53: Resultado en “X” y “Y” del índice básico de comportamiento estructural y índice de resistencia proporcionada por los muros y columnas de C<sup>0</sup> A<sup>0</sup> del 1er piso**

	Eo	Cwx	Cwy	α3	α2	I	F	Np
Eo "X"	0.2018	0.20	0.00	0.7	1.0	1	1	5
Eo "Y"	0.2179	0.00	0.22	0.7	1.0	1	1	5
	Cw	f'c	Ac1	Ac2	Am3	Am4	Wj	
Cw "X"	0.2018	210	0.0	0	0.0	4.27	222.13	
Cw "Y"	0.2179	210	0.0	0	0.0	4.61	222.13	

Elaboración propia

**Formula para (Cc):**

$$C_c = \frac{f'c}{200} * \frac{10 * Ac1 + 7 * Ac2}{np}$$

$$E = Wj$$

$$j = i$$

**Tabla 54: Detalles de muros de hormigón armado del 1er piso en las direcciones “X”, “Y”**

Sección típico	b	LM	ho	lm	(LM/lm) >=3	Para "X" condición	Área	(LM/lm) <=3	Para "Y" condición	Área
PL-1	0.3	1.45	2.6	0.3	4.83	AM4	0.435	11.11	AM4	1.45
PL-1	0.3	1.45	2.6	0.3	4.83	AM4	0.435	11.11	AM4	1.45
PL-2	1.35	0.3	2.6	1.35	0.22	AM4	0.405	0.55	AM4	0.405
PL-2	1.35	0.3	2.6	1.35	0.22	AM4	0.405	0.55	AM4	0.405
PL-2	1.35	0.3	2.6	1.35	0.22	AM4	0.405	0.55	AM4	0.405
PL-3	0.3	2.28	2.6	0.3	7.60	AM4	0.684	11.11	AM4	0.684
PL-3	2.15	0.3	2.6	2.15	0.14	AM4	0.645	0.22	AM4	0.645
PL-3	0.25	2.22	2.6	0.25	8.88	AM4	0.555	16.00	AM4	0.555
PL-4	1.97	0.3	2.6	1.97	0.15	AM4	0.591	0.26	AM4	0.591
						TOTAL	2.109		TOTAL	2.451

Elaboración propia

**Tabla 55: Detalles de columnas de hormigón armado del 1er piso en las direcciones "X", "Y"**

Sección típico	b	d	ho	D	(ho/D)	Para "X" condición	Área	(ho/D)	Para "Y" condición	Área
C-1	0.3	0.8	2.6	0.3	8.7	AC2	0.24	3.3	AC1	0.24
C-1	0.3	0.8	2.6	0.3	8.7	AC2	0.24	3.3	AC1	0.24
C-1	0.3	0.8	2.6	0.3	8.7	AC2	0.24	3.3	AC1	0.24
C-2	0.3	0.6	2.6	0.3	8.7	AC2	0.18	4.3	AC1	0.18
C-2	0.3	0.6	2.6	0.3	8.7	AC2	0.18	4.3	AC1	0.18
C-2	0.3	0.6	2.6	0.3	8.7	AC2	0.18	4.3	AC1	0.18
C-2	0.3	0.6	2.6	0.3	8.7	AC2	0.18	4.3	AC1	0.18
C-2	0.3	0.6	2.6	0.3	8.7	AC2	0.18	4.3	AC1	0.18
C-2	0.3	0.6	2.6	0.3	8.7	AC2	0.18	4.3	AC1	0.18
C-2	0.3	0.6	2.6	0.3	8.7	AC2	0.18	4.3	AC1	0.18
C-2	0.3	0.6	2.6	0.3	8.7	AC2	0.18	4.3	AC1	0.18
C-2	0.3	0.6	2.6	0.3	8.7	AC2	0.18	4.3	AC1	0.18
							"X"	2.16	"Y"	2.16

**Formula para SD:**

$$SD = \prod_{i=1}^{1=8} q_i \quad q_i = (1.0 - (1 - G_i) * R_i)$$

**Resultados de Gi Ri y T:**

**Tabla 56: Resultados de qi, SD, T, del 1er piso en las direcciones "X" y "Y"**

qi	dato	Gi	Ri	SD	Valor
qi "X"	0.800	0.80	1	SD "X"	0.80
qi "Y"	0.800	0.80	1	SD "Y"	0.80
T	t1	t2	t3	t4	Valor
T "X"	1	1	1	1	1
T "Y"	1	1	1	1	1

Elaboracion propia

- qi = 0.8
- SD = 0.8
- T = 1.0

**Tabla 57: Resultado del (Is) en el 1er piso en las direcciones "X" y "Y"**

Eo	SD	T	Is	Valor
0.202	0.80	1	Is "X"	0.161
0.218	0.80	1	Is "Y"	0.174

Elaboración propia

**Resultados de los índices Iso "X" y Iso "Y":**

$$Iso = Eso * Z * G * U$$

**Evaluacion de normas peruana - japones**

$$\frac{Ico(Peru)}{Ico(Japon)} = \frac{Sa(Peru)}{Sa(Japon)}$$

$$\frac{Ico(Peru)}{Ico(Japon)} = \frac{0.1071 * g}{1 * g}$$

$$\frac{Ico(Peru)}{0.8} = 0.1071$$

$Ico(Peru) = 0.0856$
----------------------

en "X"

Is	>	Iso
0.16		0.075
SEGURO		

en "Y"

Is	>	Iso
0.17		0.086
SEGURO		

**Tabla 58: Resultado en “X” y “Y” del índice básico de comportamiento estructural y índice de resistencia proporcionada por los muros y columnas de C<sup>0</sup> a<sup>2</sup> del 2do piso**

	Eo	Cwx	Cwy	α3	α2	I (pisos)	F	Np
Eo "X"	0.1622	0.20	0.00	0.7	1.0	2	1	5
Eo "Y"	0.2179	0.00	0.22	0.7	1.0	2	1	5
	Cw	f <sup>c</sup>	Ac1	Ac2	Am3	Am4	Wj	
Cw "X"	0.1893	210	0.0	0	0.0	4.27	236.89	
Cw "Y"	0.2179	210	0.0	0	0.0	4.61	236.89	

Elaboración propia

- Eo-x = 0.1622
- Eo-y = 0.2179

**Formula para (Cc):**

$$Cc = \frac{f^c}{200} * \frac{10 * Ac1 + 7 * Ac2}{np}$$

$$E = Wj$$

$$j = i$$

**Tabla 59: Detalles de muros de hormigón armado del 2do piso en las direcciones “X”, “Y”**

Sección típico	b	LM	ho	lm	(LM/lm) >=3	Para "X" condición	Área	(LM/lm) <=3	Para "Y" condición	Área
PL-1	0.3	1.45	2.6	0.3	4.83	AM4	0.435	11.11	AM4	1.45
PL-1	0.3	1.45	2.6	0.3	4.83	AM4	0.435	11.11	AM4	1.45
PL-2	1.35	0.3	2.6	1.35	0.22	AM4	0.405	0.55	AM4	0.405
PL-2	1.35	0.3	2.6	1.35	0.22	AM4	0.405	0.55	AM4	0.405
PL-2	1.35	0.3	2.6	1.35	0.22	AM4	0.405	0.55	AM4	0.405
PL-3	0.3	2.28	2.6	0.3	7.60	AM4	0.684	11.11	AM4	0.684
PL-3	2.15	0.3	2.6	2.15	0.14	AM4	0.645	0.22	AM4	0.645
PL-3	0.25	2.22	2.6	0.25	8.88	AM4	0.555	16.00	AM4	0.555
PL-4	1.97	0.3	2.6	1.97	0.15	AM4	0.591	0.26	AM4	0.591
TOTAL							2.109	TOTAL		2.451

Elaboración propia

- Am4-x = 2.11 m2
- Am4-y = 2.45 m2

**Tabla 60: Detalles de columnas de hormigón armado del 2do piso en las direcciones "X", "Y"**

Sección típico	b	d	ho	D	(ho/D)	Para "X" condición	Área	(ho/D)	Para "Y" condición	Área
C-1	0.3	0.8	2.6	0.3	8.7	AC2	0.24	3.3	AC1	0.24
C-1	0.3	0.8	2.6	0.3	8.7	AC2	0.24	3.3	AC1	0.24
C-1	0.3	0.8	2.6	0.3	8.7	AC2	0.24	3.3	AC1	0.24
C-2	0.3	0.6	2.6	0.3	8.7	AC2	0.18	4.3	AC1	0.18
C-2	0.3	0.6	2.6	0.3	8.7	AC2	0.18	4.3	AC1	0.18
C-2	0.3	0.6	2.6	0.3	8.7	AC2	0.18	4.3	AC1	0.18
C-2	0.3	0.6	2.6	0.3	8.7	AC2	0.18	4.3	AC1	0.18
C-2	0.3	0.6	2.6	0.3	8.7	AC2	0.18	4.3	AC1	0.18
C-2	0.3	0.6	2.6	0.3	8.7	AC2	0.18	4.3	AC1	0.18
C-2	0.3	0.6	2.6	0.3	8.7	AC2	0.18	4.3	AC1	0.18
C-2	0.3	0.6	2.6	0.3	8.7	AC2	0.18	4.3	AC1	0.18
							"X" <b>2.16</b>			"Y" <b>2.16</b>

Elaboración propia

- Ac2-x = 2.16 m2
- Ac1-y = 2.16 m2

**Formula para SD:**

$$SD = \prod_{l=1}^{l=8} q_i \quad q_i = (1.0 - (1 - G_i) * R_i)$$

**Resultados de Gi Ri y T:**

**Tabla 61: Resultados de qi, SD, T del 2do piso en las direcciones "X" y "Y"**

qi	dato	Gi	Ri	SD	Valor
qi "X"	0.800	0.80	1	SD "X"	0.80
qi "Y"	0.800	0.80	1	SD "Y"	0.80
T	t1	t2	t3	t4	Valor
T "X"	1	1	1	1	1
T "Y"	1	1	1	1	1

Elaboracion propia

- qi = 0.8
- SD = 0.8
- T = 1.0

**Tabla 62: Resultado del (Is) para el 2do piso en las direcciones "X" y "Y"**

Eo	SD	T	Is	Valor
0.1622	0.80	1	Is "X"	0.13
0.2179	0.80	1	Is "Y"	0.174

Elaboración propia

**Resultados de los índices Iso "X" y Iso "Y":**

$$Iso = Eso * Z * G * U$$

**Evaluación de normas peruana - japones**

$$\frac{Ico(Peru)}{Ico(Japon)} = \frac{Sa(Peru)}{Sa(Japon)}$$

$$\frac{Ico(Peru)}{Ico(Japon)} = \frac{0.1071 * g}{1 * g}$$

$$\frac{Ico(Peru)}{0.8} = 0.1071$$

$Ico(Peru) = 0.0856$
----------------------

en "X"

<b>Is</b>	<b>&gt;</b>	<b>Iso</b>
0.13		0.086
SEGURO		

en "Y"

<b>Is</b>	<b>&gt;</b>	<b>Iso</b>
0.14		0.086
SEGURO		

**Tabla 63: Resultado en "X" y "Y" del índice básico de comportamiento estructural y índice de resistencia proporcionada por los muros y columnas de C<sup>0</sup> A<sup>0</sup> del 3er piso**

	Eo	Cwx	Cwy	α3	α2	I	F	Np
Eo "X"	0.1419	0.19	0.00	0.7	1.0	3	1	5
Eo "Y"	0.1532	0.00	0.20	0.7	1.0	3	1	5

	Cw	f'c	Ac1	Ac2	Am3	Am4	Wj
Cw "X"	0.1892	210	0.0	0	0.0	4.27	236.891
Cw "Y"	0.2043	210	0.0	0	0.0	4.61	236.891

Elaboración propia

- Eo-x = 0.1419
- Eo-y = 0.1892

Formula para (Cc):

$$Cc = \frac{f'c}{200} * \frac{10 * Ac1 + 7 * Ac2}{np}$$

$$E = Wj$$

$$j = i$$

Tabla 64: Detalles de muros de hormigón armado del 3er piso en las direcciones "X", "Y"

Sección típico	b	LM	ho	lm	(LM/lm) >=3	Para "X" condición	Área	(LM/lm) <=3	Para "Y" condición	Área
PL-1	0.3	1.45	2.6	0.3	4.83	AM4	0.435	11.11	AM4	1.45
PL-1	0.3	1.45	2.6	0.3	4.83	AM4	0.435	11.11	AM4	1.45
PL-2	1.35	0.3	2.6	1.35	0.22	AM4	0.405	0.55	AM4	0.405
PL-2	1.35	0.3	2.6	1.35	0.22	AM4	0.405	0.55	AM4	0.405
PL-2	1.35	0.3	2.6	1.35	0.22	AM4	0.405	0.55	AM4	0.405
PL-3	0.3	2.28	2.6	0.3	7.60	AM4	0.684	11.11	AM4	0.684
PL-3	2.15	0.3	2.6	2.15	0.14	AM4	0.645	0.22	AM4	0.645
PL-3	0.25	2.22	2.6	0.25	8.88	AM4	0.555	16.00	AM4	0.555
PL-4	1.97	0.3	2.6	1.97	0.15	AM4	0.591	0.26	AM4	0.591
TOTAL							2.109	TOTAL		2.451

Elaboración propia

- Am4-x = 2.11 m2
- Am4-y = 2.45 m2

Tabla 65: Detalles de columnas de hormigón armado del 3er piso en las direcciones "X", "Y"

Sección típico	b	d	ho	D	(ho/D)	Para "X" condición	Área	(ho/D)	Para "Y" condición	Área
C-1	0.3	0.8	2.6	0.3	8.7	AC2	0.24	3.3	AC1	0.24
C-1	0.3	0.8	2.6	0.3	8.7	AC2	0.24	3.3	AC1	0.24
C-1	0.3	0.8	2.6	0.3	8.7	AC2	0.24	3.3	AC1	0.24
C-2	0.3	0.6	2.6	0.3	8.7	AC2	0.18	4.3	AC1	0.18
C-2	0.3	0.6	2.6	0.3	8.7	AC2	0.18	4.3	AC1	0.18
C-2	0.3	0.6	2.6	0.3	8.7	AC2	0.18	4.3	AC1	0.18
C-2	0.3	0.6	2.6	0.3	8.7	AC2	0.18	4.3	AC1	0.18
C-2	0.3	0.6	2.6	0.3	8.7	AC2	0.18	4.3	AC1	0.18

<b>C-2</b>	0.3	0.6	2.6	0.3	<b>8.7</b>	AC2	0.18	<b>4.3</b>	AC1	0.18
<b>C-2</b>	0.3	0.6	2.6	0.3	<b>8.7</b>	AC2	0.18	<b>4.3</b>	AC1	0.18
<b>C-2</b>	0.3	0.6	2.6	0.3	<b>8.7</b>	AC2	0.18	<b>4.3</b>	AC1	0.18
						"X"	<b>2.16</b>		"Y"	<b>2.16</b>

Elaboración propia

- Ac2-x = 2.16 m2
- Ac1-y = 2.16 m2

**Formula para SD:**

$$SD = \prod_{i=1}^{1=8} q_i \quad q_i = (1.0 - (1 - G_i) * R_i)$$

**Resultados de Gi Ri y T:**

**Tabla 66: Resultados de qi, SD, T del 3er piso en las direcciones "X" y "Y"**

qi	dato	Gi	Ri	SD	Valor
qi "X"	0.800	0.80	1	SD "X"	0.80
qi "Y"	0.800	0.80	1	SD "Y"	0.80
T	t1	t2	t3	t4	Valor
T "X"	1	1	1	1	1
T "Y"	1	1	1	1	1

Elaboracion propia

- qi = 0.8
- SD = 0.8
- T = 1.0

**Tabla 67: Resultado del (Is) en el 3er piso en las direcciones "X" y "Y"**

Eo	SD	T	Is	Valor
0.142	0.80	1	Is "X"	0.114
0.153	0.80	1	Is "Y"	0.123

Elaboración propia

**Resultados de los índices Iso "X" y Iso "Y":**

$$Iso = Eso * Z * G * U$$

**Evaluacion de normas peruana - japones**

$$\frac{Ico(Peru)}{Ico(Japon)} = \frac{Sa(Peru)}{Sa(Japon)}$$

$$\frac{Ico(Peru)}{Ico(Japon)} = \frac{0.1071 * g}{1 * g}$$

$$\frac{Ico(Peru)}{0.8} = 0.1071$$

$$Ico(Peru) = 0.0856$$

en "X"		en "Y"	
<b>Is</b>	<b>&gt;</b>	<b>Iso</b>	<b>Iso</b>
0.11		0.086	0.086
SEGURO		SEGURO	

**Tabla 68: Resultado en "X" y "Y" del índice básico de comportamiento estructural y índice de resistencia proporcionada por los muros y columnas de Cº Aº del 4to piso**

	<b>Eo</b>	<b>Cwx</b>	<b>Cwy</b>	<b>α3</b>	<b>α2</b>	<b>I</b>	<b>F</b>	<b>Np</b>
<b>Eo "X"</b>	<b>0.126</b>	0.19	0.00	0.7	1.0	4	<b>1</b>	5
<b>Eo "Y"</b>	<b>0.136</b>	0.00	0.20	0.7	1.0	4	<b>1</b>	5
	<b>Cw</b>	<b>f'c</b>	<b>Ac1</b>	<b>Ac2</b>	<b>Am3</b>	<b>Am4</b>	<b>Wj</b>	
<b>Cw "X"</b>	<b>0.189</b>	210	0.0	0	0.0	4.27	<b>236.891</b>	
<b>Cw "Y"</b>	<b>0.204</b>	210	0.0	0	0.0	4.61	<b>236.891</b>	

Elaboración propia

- Eo-x = 0.126
- Eo-y = 0.136

**Formula para (Cc):**

$$Cc = \frac{f'c}{200} * \frac{10 * Ac1 + 7 * Ac2}{np}$$

$$E = Wj$$

$$j = i$$

**Tabla 69: Detalles de muros de hormigón armado del 4to piso en las direcciones "X", "Y"**

Sección típico	b	LM	ho	lm	(LM/lm) >=3	Para "X" condición	Área	(LM/lm) <=3	Para "Y" condición	Área
PL-1	0.3	1.45	2.6	0.3	<b>4.83</b>	AM4	0.435	<b>11.11</b>	AM4	1.45
PL-1	0.3	1.45	2.6	0.3	<b>4.83</b>	AM4	0.435	<b>11.11</b>	AM4	1.45
PL-2	1.35	0.3	2.6	1.35	<b>0.22</b>	AM4	0.405	<b>0.55</b>	AM4	0.405
PL-2	1.35	0.3	2.6	1.35	<b>0.22</b>	AM4	0.405	<b>0.55</b>	AM4	0.405
PL-2	1.35	0.3	2.6	1.35	<b>0.22</b>	AM4	0.405	<b>0.55</b>	AM4	0.405
PL-3	0.3	2.28	2.6	0.3	<b>7.60</b>	AM4	0.684	<b>11.11</b>	AM4	0.684
PL-3	2.15	0.3	2.6	2.15	<b>0.14</b>	AM4	0.645	<b>0.22</b>	AM4	0.645
PL-3	0.25	2.22	2.6	0.25	<b>8.88</b>	AM4	0.555	<b>16.00</b>	AM4	0.555
PL-4	1.97	0.3	2.6	1.97	<b>0.15</b>	AM4	0.591	<b>0.26</b>	AM4	0.591
TOTAL							<b>2.109</b>	TOTAL		<b>2.451</b>

Elaboración propia

- Am4-x = 2.11 m2
- Am4-y = 2.45 m2

**Tabla 70: Detalles de columnas de hormigón armado del 4to piso en las direcciones "X", "Y"**

Sección típico	b	d	ho	D	(ho/D)	Para "X" condición	Área	(ho/D)	Para "Y" condición	Área
C-1	0.3	0.8	2.6	0.3	<b>8.7</b>	AC2	0.24	<b>3.3</b>	AC1	0.24
C-1	0.3	0.8	2.6	0.3	<b>8.7</b>	AC2	0.24	<b>3.3</b>	AC1	0.24
C-1	0.3	0.8	2.6	0.3	<b>8.7</b>	AC2	0.24	<b>3.3</b>	AC1	0.24
C-2	0.3	0.6	2.6	0.3	<b>8.7</b>	AC2	0.18	<b>4.3</b>	AC1	0.18
C-2	0.3	0.6	2.6	0.3	<b>8.7</b>	AC2	0.18	<b>4.3</b>	AC1	0.18
C-2	0.3	0.6	2.6	0.3	<b>8.7</b>	AC2	0.18	<b>4.3</b>	AC1	0.18
C-2	0.3	0.6	2.6	0.3	<b>8.7</b>	AC2	0.18	<b>4.3</b>	AC1	0.18
C-2	0.3	0.6	2.6	0.3	<b>8.7</b>	AC2	0.18	<b>4.3</b>	AC1	0.18
C-2	0.3	0.6	2.6	0.3	<b>8.7</b>	AC2	0.18	<b>4.3</b>	AC1	0.18
C-2	0.3	0.6	2.6	0.3	<b>8.7</b>	AC2	0.18	<b>4.3</b>	AC1	0.18
"X"							<b>2.16</b>	"Y"		<b>2.16</b>

Elaboración propia

- Ac2-x = 2.16 m2
- Ac1-y = 2.16 m2

Formula para SD:

$$SD = \prod_{i=1}^{1=8} q_i \quad q_i = (1.0 - (1 - G_i) * R_i)$$

Resultados de Gi Ri y T:

Tabla 71: Resultados de qi, SD, T, del 4to piso en las direcciones "X" y "Y"

qi	dato	Gi	Ri	SD	Valor
qi "X"	0.800	0.80	1	SD "X"	0.80
qi "Y"	0.800	0.80	1	SD "Y"	0.80
T	t1	t2	t3	t4	Valor
T "X"	1	1	1	1	1
T "Y"	1	1	1	1	1

Elaboracion propia

- qi = 0.8
- SD = 0.8
- T = 1.0

Tabla 72: Resultado del (Is) en el 4to piso en las direcciones "X" y "Y"

Eo	SD	T	Is	Valor
0.126	0.80	1	Is "X"	0.101
0.136	0.80	1	Is "Y"	0.109

Elaboración propia

Resultados de los índices Iso "X" y Iso "Y":

$$Iso = Eso * Z * G * U$$

Evaluacion de normas peruana - japones

$$\frac{Ico(Peru)}{Ico(Japon)} = \frac{Sa(Peru)}{Sa(Japon)}$$

$$\frac{Ico(Peru)}{Ico(Japon)} = \frac{0.1071 * g}{1 * g}$$

$$\frac{Ico(Peru)}{0.8} = 0.1071$$

$Ico(Peru) = 0.0856$
----------------------

en "X"	en "Y"																		
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;"><b>Is</b></td> <td style="width: 40%; text-align: center;"><b>&gt;</b></td> <td style="width: 30%;"><b>Iso</b></td> </tr> <tr style="border-top: 1px solid black;"> <td style="text-align: center;">0.101</td> <td></td> <td style="text-align: center;">0.086</td> </tr> <tr style="border-top: 1px solid black;"> <td colspan="3" style="text-align: center;">SEGURO</td> </tr> </table>	<b>Is</b>	<b>&gt;</b>	<b>Iso</b>	0.101		0.086	SEGURO			<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;"><b>Is</b></td> <td style="width: 40%; text-align: center;"><b>&gt;</b></td> <td style="width: 30%;"><b>Iso</b></td> </tr> <tr style="border-top: 1px solid black;"> <td style="text-align: center;">0.109</td> <td></td> <td style="text-align: center;">0.086</td> </tr> <tr style="border-top: 1px solid black;"> <td colspan="3" style="text-align: center;">SEGURO</td> </tr> </table>	<b>Is</b>	<b>&gt;</b>	<b>Iso</b>	0.109		0.086	SEGURO		
<b>Is</b>	<b>&gt;</b>	<b>Iso</b>																	
0.101		0.086																	
SEGURO																			
<b>Is</b>	<b>&gt;</b>	<b>Iso</b>																	
0.109		0.086																	
SEGURO																			

**Tabla 73: Resultado en "X" y "Y" del índice básico de comportamiento estructural y índice de resistencia proporcionada por los muros y columnas de C<sup>o</sup> A<sup>o</sup> del 5to piso**

	Eo	Cwx	Cwy	α3	α2	I	F	Np
<b>Eo "X"</b>	<b>0.114</b>	0.19	0.00	0.7	1.0	5	<b>1</b>	<b>5</b>
<b>Eo "Y"</b>	<b>0.123</b>	0.00	0.20	0.7	1.0	5	<b>1</b>	<b>5</b>
	<b>Cw</b>	f'c	Ac1	Ac2	Am3	Am4	<b>Wj</b>	
<b>Cw "X"</b>	<b>0.189</b>	210	0.0	0	0.0	4.27	<b>236.891</b>	
<b>Cw "Y"</b>	<b>0.204</b>	210	0.0	0	0.0	4.61	<b>236.891</b>	

Elaboración propia

- Eo-x = 0.114
- Eo-y = 0.123

**Formula para (Cc):**

$Cc = \frac{f'c}{200} * \frac{10 * Ac1 + 7 * Ac2}{np}$ $E = Wj$ $j = i$
---

**Tabla 74: Detalles de muros de hormigón armado del 5to piso en las direcciones "X", "Y"**

Sección típico	b	LM	ho	lm	(LM/lm) >=3	Para "X" condición	Área	(LM/lm) <=3	Para "Y" condición	Área
PL-1	0.3	1.45	2.6	0.3	<b>4.83</b>	AM4	0.435	<b>11.11</b>	AM4	1.45
PL-1	0.3	1.45	2.6	0.3	<b>4.83</b>	AM4	0.435	<b>11.11</b>	AM4	1.45
PL-2	1.35	0.3	2.6	1.35	<b>0.22</b>	AM4	0.405	<b>0.55</b>	AM4	0.405
PL-2	1.35	0.3	2.6	1.35	<b>0.22</b>	AM4	0.405	<b>0.55</b>	AM4	0.405
PL-2	1.35	0.3	2.6	1.35	<b>0.22</b>	AM4	0.405	<b>0.55</b>	AM4	0.405
PL-3	0.3	2.28	2.6	0.3	<b>7.60</b>	AM4	0.684	<b>11.11</b>	AM4	0.684
PL-3	2.15	0.3	2.6	2.15	<b>0.14</b>	AM4	0.645	<b>0.22</b>	AM4	0.645
PL-3	0.25	2.22	2.6	0.25	<b>8.88</b>	AM4	0.555	<b>16.00</b>	AM4	0.555
PL-4	1.97	0.3	2.6	1.97	<b>0.15</b>	AM4	0.591	<b>0.26</b>	AM4	0.591
TOTAL							<b>2.109</b>	TOTAL		<b>2.451</b>

Elaboración propia

- Am4-x = 2.11 m2
- Am4-y = 2.45 m2

**Tabla 75: Detalles de columnas de hormigón armado del 5to piso en las direcciones "X", "Y"**

Sección típico	b	d	ho	D	(ho/D)	Para "X" condición	Área	(ho/D)	Para "Y" condición	Área
C-1	0.3	0.8	2.6	0.3	<b>8.7</b>	AC2	0.24	<b>3.3</b>	AC1	0.24
C-1	0.3	0.8	2.6	0.3	<b>8.7</b>	AC2	0.24	<b>3.3</b>	AC1	0.24
C-1	0.3	0.8	2.6	0.3	<b>8.7</b>	AC2	0.24	<b>3.3</b>	AC1	0.24
C-2	0.3	0.6	2.6	0.3	<b>8.7</b>	AC2	0.18	<b>4.3</b>	AC1	0.18
C-2	0.3	0.6	2.6	0.3	<b>8.7</b>	AC2	0.18	<b>4.3</b>	AC1	0.18
C-2	0.3	0.6	2.6	0.3	<b>8.7</b>	AC2	0.18	<b>4.3</b>	AC1	0.18
C-2	0.3	0.6	2.6	0.3	<b>8.7</b>	AC2	0.18	<b>4.3</b>	AC1	0.18
C-2	0.3	0.6	2.6	0.3	<b>8.7</b>	AC2	0.18	<b>4.3</b>	AC1	0.18
C-2	0.3	0.6	2.6	0.3	<b>8.7</b>	AC2	0.18	<b>4.3</b>	AC1	0.18
C-2	0.3	0.6	2.6	0.3	<b>8.7</b>	AC2	0.18	<b>4.3</b>	AC1	0.18
"X"							<b>2.16</b>	"Y"		<b>2.16</b>

Elaboración propia

- Ac2-x = 2.16 m2
- Ac1-y = 2.16 m2

**Formula para SD:**

$$SD = \prod_{l=1}^{l=8} q_i \quad q_i = (1.0 - (1 - G_i) * R_i)$$

**Resultados de Gi Ri y T:**

**Tabla 76: Resultados de qi, SD, T del 5to piso en las direcciones "X" y "Y"**

qi	dato	Gi	Ri	SD	Valor
qi "X"	0.800	0.80	1	SD "X"	0.80
qi "Y"	0.800	0.80	1	SD "Y"	0.80
T	t1	t2	t3	t4	Valor
T "X"	1	1	1	1	1
T "Y"	1	1	1	1	1

Elaboracion propia

- qi = 0.8
- SD = 0.8
- T = 1.0

**Tabla 77 Resultado del (Is) en el 5to piso en las direcciones "X" y "Y"**

Eo	SD	T	Is	Valor
0.114	0.80	1	Is "X"	0.091
0.123	0.80	1	Is "Y"	0.098

Elaboración propia

**Resultados de los índices Iso "X" y Iso "Y":**

$$Iso = Eso * Z * G * U$$

**Evaluacion de normas peruana - japones**

$$\frac{Ico(Peru)}{Ico(Japon)} = \frac{Sa(Peru)}{Sa(Japon)}$$

$$\frac{Ico(Peru)}{Ico(Japon)} = \frac{0.1071 * g}{1 * g}$$

$$\frac{Ico(Peru)}{0.8} = 0.1071$$

Ico(Peru) = 0.0856
--------------------

en "X"

<b>ls</b>	<b>&gt;</b>	<b>lso</b>
0.091		0.086
SEGURO		

en "Y"

<b>ls</b>	<b>&gt;</b>	<b>lso</b>
0.098		0.086
SEGURO		

## V.- DISCUSIÓN

El propósito general e importante, sobre la vulnerabilidad sísmica por efecto sísmico de la falla de Tambomachay que es próxima a la ciudad Imperial del Cusco, hace tomar una decisión de evaluación y estudio de las edificaciones realizadas en la ciudad, si estas cumplen con los parámetros de seguridad sísmica estructural, ya que en estos tiempos se puede observar y verificar el boom de las construcciones de edificaciones de concreto armado. Es con esta finalidad tomar conciencia y conocimiento de nuestra realidad el propósito principal de conocer las vulnerabilidades estructurales de las edificaciones en general, así determinar con mucha claridad la seguridad sísmica de cada una de las edificaciones evaluadas en este caso son 03 edificaciones de 05 niveles ubicadas en diferentes distritos de la zona urbana del Cusco, y concientizar así los riesgos que corren cada una de las edificaciones de la ciudad si es que tuvieron un adecuado estudio y evaluado por profesionales del rubro en la Edificación, concluyendo luego con los resultados de las evaluaciones, estudios y su interpretación respecto a las vulnerabilidades estructurales de dichas edificaciones.

En la evaluación de las edificaciones se hizo una comparación con otros parámetros de zonas que también sufren los efectos de sismos que muy bien podrían adaptarse a nuestra realidad, ya que el Cusco es una ciudad altamente sísmica por contar con fallas geológicas activas, se utilizó el método japonés muy utilizado en ese país, el método de Hirosawa, este método se basa en la verificación in-situ evaluación de las estructuras de las edificaciones y se tuvo que seguir los estrictos parámetros de verificación y revisión general de las 03 Edificaciones N° 01, N° 02, N° 03. Y en ellas determinar la Capacidad de resistencia de la configuración estructural, comportamiento estructural, deterioro actual de la edificación, daños al interior de ella, condiciones del terreno, ubicación. Cuyos resultados se muestra a continuación.

**Tabla 78: Resultados de la Edificación N° 01, N° 02, N° 03 de los índices de resistencia en ambas direcciones (XX-YY) sísmicas del método Hirosawa**

<b>Edif N° 01</b>	<b>1 nivel</b>	<b>2 nivel</b>	<b>3 nivel</b>	<b>4 nivel</b>	<b>5 nivel</b>	
Eo-XX	0.155	0.134	0.117	0.104	0.098	Ico(Peru) = 0.100
SD-XX	0.975	0.975	0.975	0.975	0.975	
T-XX	1	1	1	1	1	
Is-XX	<b>0.151</b>	<b>0.131</b>	<b>0.114</b>	<b>0.102</b>	<b>0.096</b>	
Eo-YY	0.124	0.107	0.094	0.083	0.079	
SD-YY	0.975	0.975	0.975	0.975	0.975	
T-YY	1	1	1	1	1	
Is-YY	<b>0.121</b>	<b>0.104</b>	<b>0.091</b>	<b>0.081</b>	<b>0.077</b>	
<b>Edif. N° 02</b>	<b>1 nivel</b>	<b>2 nivel</b>	<b>3 nivel</b>	<b>4 nivel</b>	<b>5 nivel</b>	
Eo-XX	0.142	0.1228	0.1074	0.0955	0.0904	Ico(Peru) = 0.075
SD-XX	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	
T-XX	1	1	1	1	1	
Is-XX	<b>0.113</b>	<b>0.098</b>	<b>0.086</b>	<b>0.074</b>	<b>0.072</b>	
Eo-YY	0.2024	0.1754	0.1534	0.1364	0.1292	
SD-YY	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	
T-YY	1	1	1	1	1	
Is-YY	<b>0.162</b>	<b>0.14</b>	<b>0.123</b>	<b>0.109</b>	<b>0.103</b>	
<b>Edif. N° 03</b>	<b>1 nivel</b>	<b>2 nivel</b>	<b>3 nivel</b>	<b>4 nivel</b>	<b>5 nivel</b>	
Eo-XX	0.202	0.162	0.142	0.126	0.114	Ico(Peru) = 0.0857
SD-XX	0.8	0.8	0.8	0.85	0.8	
T-XX	1	1	1	1	1	
Is-XX	<b>0.161</b>	<b>0.13</b>	<b>0.114</b>	<b>0.107</b>	<b>0.091</b>	
Eo-YY	0.202	0.162	0.142	0.126	0.114	
SD-YY	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85	
T-YY	1	1	1	1	1	
Is-YY	<b>0.172</b>	<b>0.138</b>	<b>0.121</b>	<b>0.107</b>	<b>0.097</b>	

Elaboración propia

Seguidamente se verificará los resultados por el método de Hirosawa

**Tabla 79: Resultados de la seguridad sísmica por el método Hirosawa**

<b>Edif N° 01</b>	<b>1 nivel</b>	<b>2 nivel</b>	<b>3 nivel</b>	<b>4 nivel</b>	<b>5 nivel</b>
IsX	<b>0.151</b>	<b>0.131</b>	<b>0.114</b>	<b>0.102</b>	<b>0.096</b>
IsY	<b>0.121</b>	<b>0.104</b>	<b>0.091</b>	<b>0.081</b>	<b>0.077</b>
Iso	0.100	0.100	0.100	0.100	0.100
Direccion X	Seguro	Seguro	Seguro	Seguro	<b>Inseguro</b>
Direccion Y	Seguro	Seguro	<b>Inseguro</b>	<b>Inseguro</b>	<b>Inseguro</b>
<b>Edif N° 02</b>	<b>1 nivel</b>	<b>2 nivel</b>	<b>3 nivel</b>	<b>4 nivel</b>	<b>5 nivel</b>
IsX	<b>0.113</b>	<b>0.098</b>	<b>0.086</b>	<b>0.074</b>	<b>0.072</b>
IsY	<b>0.162</b>	<b>0.14</b>	<b>0.123</b>	<b>0.109</b>	<b>0.103</b>
Iso	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075
Direccion X	Seguro	Seguro	Seguro	<b>Inseguro</b>	<b>Inseguro</b>
Direccion Y	Seguro	Seguro	Seguro	Seguro	Seguro
<b>Edif N° 03</b>	<b>1 nivel</b>	<b>2 nivel</b>	<b>3 nivel</b>	<b>4 nivel</b>	<b>5 nivel</b>
IsX	<b>0.161</b>	<b>0.13</b>	<b>0.114</b>	<b>0.107</b>	<b>0.091</b>
IsY	<b>0.172</b>	<b>0.138</b>	<b>0.121</b>	<b>0.101</b>	<b>0.097</b>
Iso	0.086	0.086	0.086	0.086	0.086
Direccion X	Seguro	Seguro	Seguro	Seguro	Seguro
Direccion Y	Seguro	Seguro	Seguro	Seguro	Seguro

Elaboración propia

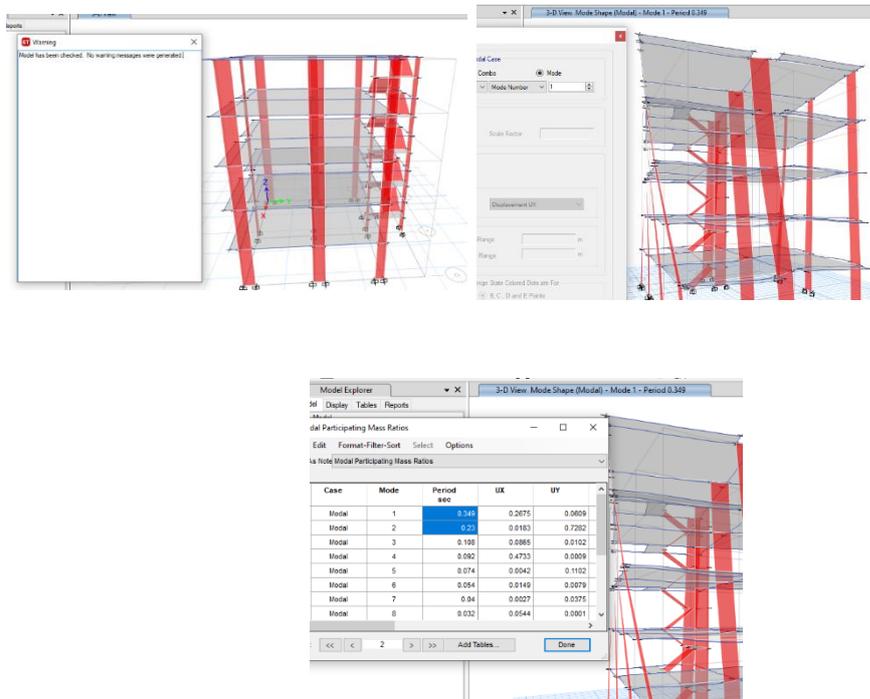
Obtenido los resultados, obtenidos del índice de resistencia mediante el método utilizado de Hirosawa. Verificamos que la Edificación N° 01, no cumplen con algunos de los parámetros de este método su resistencia en los primeros pisos genera seguridad a partir del tercero al quinto piso y en la dirección en "Y" se genera una inseguridad, debido a la suma de las áreas de los muros de concreto armado o hormigón armado del piso evaluado sin columnas que general una esbeltez de los muros que son menores que dos en los parámetros del método que van generando menor resistencia por cada piso, también en el quinto piso pero esta vez en la dirección en "X" se genera una inseguridad debido a la suma de las áreas de columnas de concreto armado (hormigón armado) de la relación entre la altura libre (h) y el ancho (D) mayor que 6. Y del poco peso que soporta en el nivel analizado, por lo tanto, se

encuentra en vulnerabilidad estructural. Mientras la edificación N° 03 cumple con los parámetros del método Hirosawa

Se realizó también el modelado estructural en el programa Etabs 2018, utilizando la norma peruana E- 030, a las edificaciones N° 01, N° 02, N° 03, verificando que son vulnerables sobrepasan en sus distorsiones en el eje X con valores mayores a 0.007, por consiguiente en el modelado del programa Etabs-18 se registra vulnerable.

## Edificacion N° 01

### EDIFICACION N° 01



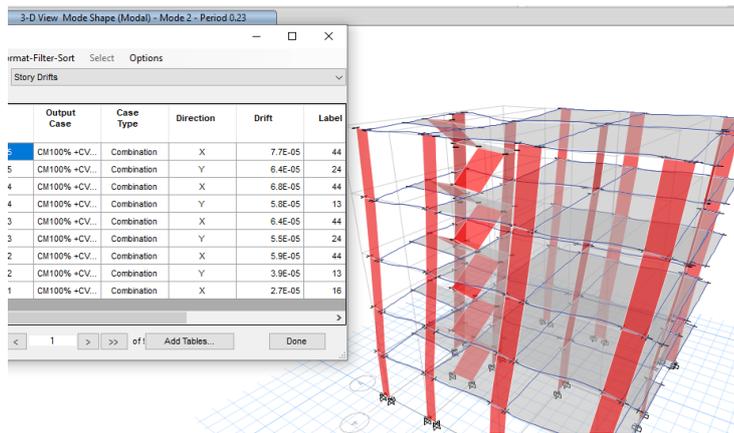
**TABLE: Modal Participating Mass Ratios**

Case	Mode	Period sec	UX	UY	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	SumRX
Modal 1	"X"	0.349	0.2675	0.0609	0.2675	0.0609	0	0.018	0.0817	0.018
Modal 2	"Y"	0.23	0.0183	0.7282	0.2858	0.7891	0	0.2285	0.0062	0.2466
Modal 3		0.108	0.0865	0.0102	0.3723	0.7993	0	0.0511	0.1329	0.2977
Modal 4		0.092	0.4733	0.0009	0.8456	0.8002	0	0.0007	0.1802	0.2983
Modal 5		0.074	0.0042	0.1102	0.8498	0.9104	0	0.4674	0.0163	0.7658
Modal 6		0.054	0.0149	0.0079	0.8646	0.9183	0	0.0159	0.0493	0.7816



**TABLE: Story Forces**

Story	Output Case	Case Type	Location	P
Story5	CM100% +CV25%	Combination	Bottom	80.1472
Story4	CM100% +CV25%	Combination	Bottom	164.1685
Story3	CM100% +CV25%	Combination	Bottom	248.1899
Story2	CM100% +CV25%	Combination	Bottom	332.2112
Story1	CM100% +CV25%	Combination	Bottom	416.808



**TABLE: Story Drifts**

Story	Output Case	Case Type	Direction	Drift
Story5	CM100% +CV25%	Combination	X	0.000077
Story5	CM100% +CV25%	Combination	Y	0.000064
Story4	CM100% +CV25%	Combination	X	0.000068
Story4	CM100% +CV25%	Combination	Y	0.000058
Story3	CM100% +CV25%	Combination	X	0.000064
Story3	CM100% +CV25%	Combination	Y	0.000055
Story2	CM100% +CV25%	Combination	X	0.000059
Story2	CM100% +CV25%	Combination	Y	0.000039
Story1	CM100% +CV25%	Combination	X	0.000027

EDIFICACION Nº 02

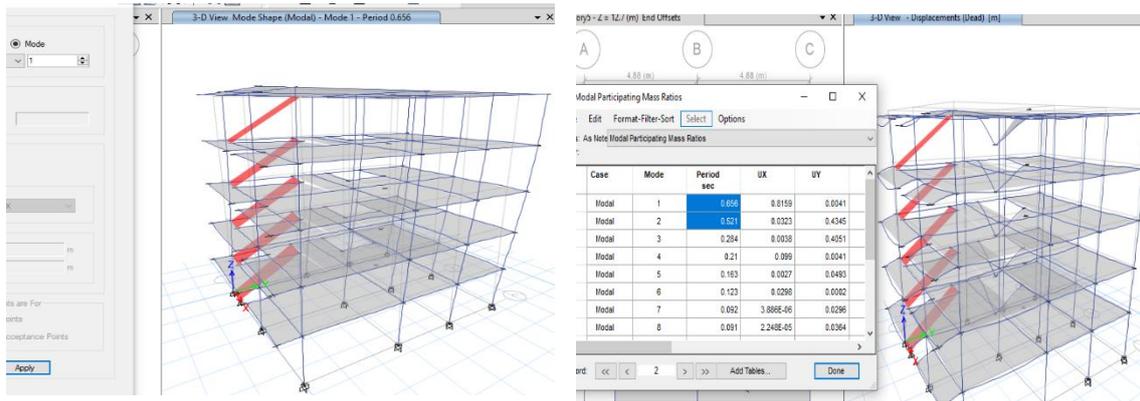


TABLE: Modal Participating Mass Ratios

Case	Mode	Period (sec)	UX	UY	SumU X	SumU Y	RX	RY	RZ
Modal 1	F "X"	0.656	0.8159	0.0041	0.8159	0.0041	0.001	0.1495	0.0423
Modal 2	F "Y"	0.521	0.0323	0.4345	0.8482	0.4386	0.0831	0.008	0.3888
Modal 3		0.284	0.0038	0.4051	0.852	0.8437	0.0883	0.0166	0.4148
Modal 4		0.21	0.099	0.0041	0.951	0.8478	0.0002	0.6742	8.33E-06
Modal 5		0.163	0.0027	0.0493	0.9537	0.8971	0.3578	0.0175	0.0493
Modal 6		0.123	0.0298	0.0002	0.9835	0.8972	0.0054	0.0532	0.0006
Modal 7		0.092	3.89E-06	0.0296	0.9835	0.9269	0.1947	0.0023	0.0484

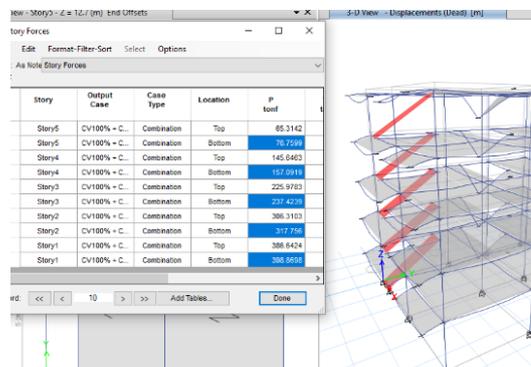
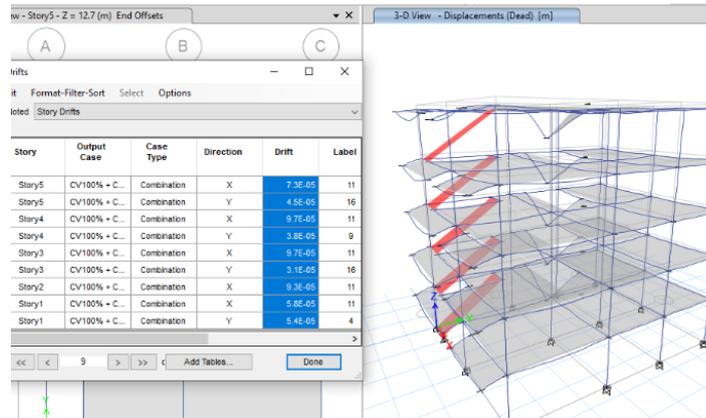


TABLE: Story Forces

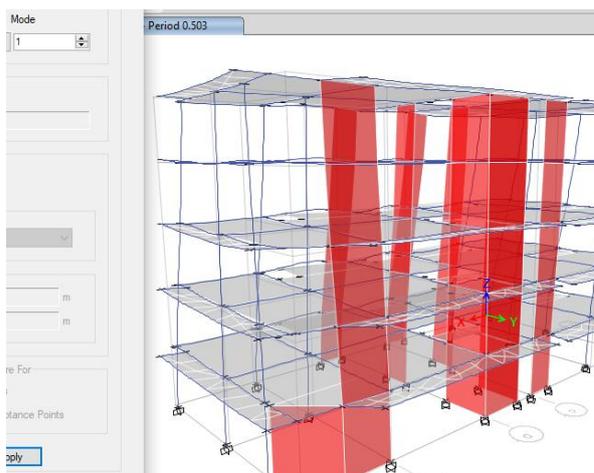
Story	Output Case	Case Type	Location	P	VY	T	MY
Story5	CV100% + CV25%	Combination	Bottom	76.7599	0	0	-394.8
Story4	CV100% + CV25%	Combination	Bottom	157.0919	0	0	-810.2
Story3	CV100% + CV25%	Combination	Bottom	237.4239	0	0	-1226
Story2	CV100% + CV25%	Combination	Bottom	317.756	0	0	-1641
Story1	CV100% + CV25%	Combination	Bottom	398.8698	0	0	-2060



**TABLE: Story Drifts**

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Step Number	Drift	Label	Y	Z
Story5	SE_X	LinStatic	Step By Step	1	0.000482	11	12	12.7
Story5	SE_X	LinStatic	Step By Step	2	0.000293	16	-1.05	12.7
Story5	SE_X	LinStatic	Step By Step	3	0.00051	11	12	12.7
Story5	SE_X	LinStatic	Step By Step	4	0.000314	16	-1.05	12.7
Story5	SE_X	LinStatic	Step By Step	5	0.000454	11	12	12.7
Story5	SE_X	LinStatic	Step By Step	6	0.000271	16	-1.05	12.7
Story4	SE_X	LinStatic	Step By Step	1	0.001195	11	12	10.2
Story4	SE_X	LinStatic	Step By Step	2	0.000333	16	-1.05	10.2
Story4	SE_X	LinStatic	Step By Step	2	0.000662	16	-1.05	10.2

**EDIFICACION Nº 03**

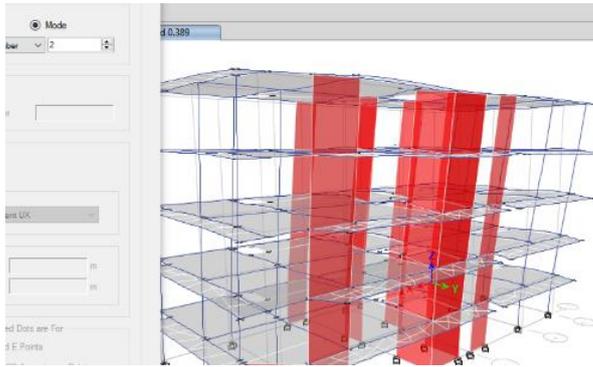


**TABLE: Modal Participating Mass Ratios**

Case	Mode	Period	UX	UY
		sec		
Modal	1	0.503	0.2961	0.0201
Modal	2 "Y"	0.389	0.0005	0.6791
Modal	3 "X"	0.295	0.4384	0.0187
Modal	4	0.14	0.0421	0.0046
Modal	5	0.094	0.0001	0.1651
Modal	6	0.076	0.1313	0.0015

**TABLE: Modal Participating Mass Ratios**

Case	Mode	Period sec	Ratios						
			UX	UY	SumU X	SumU Y	RX	RY	RZ
Modal	1	0.503	0.2961	0.0201	0.8159	0.0041	0.001	0.1495	0.0423
Modal	2 "Y"	0.389	0.0005	0.6791	0.8482	0.4386	0.0731	0.008	0.3888
Modal	3 "X"	0.295	0.04384	0.0187	0.852	0.8437	0.0783	0.0096	0.4148
Modal	4	0.14	0.0421	0.0046	0.951	0.8478	0.0002	0.5442	8.33E-06
Modal	5	0.094	0.0001	0.1651	0.9537	0.8971	0.2578	0.0175	0.0493
Modal	6	0.076	0.1313	0.0015	0.9835	0.8972	0.0054	0.0532	0.0006

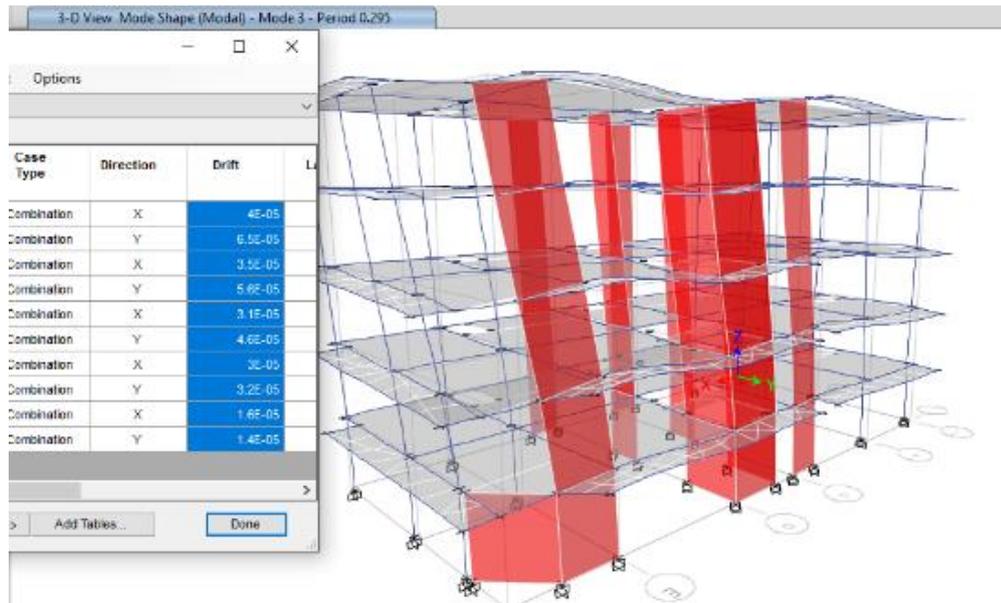


**TABLE: Story Forces**

Story	Output Case	Case Type	Location	P tonf
Story5	P_100%CM+25%CV	Combination	Bottom	269.9606
Story4	P_100%CM+25%CV	Combination	Bottom	548.2551
Story3	P_100%CM+25%CV	Combination	Bottom	826.5497
Story2	P_100%CM+25%CV	Combination	Bottom	1104.8443
Story1	P_100%CM+25%CV	Combination	Bottom	1387.6673

**TABLE: Story Forces**

Story	Output Case	Case Type	Location	P	VY	T	MY
Story5	P_100% + CV25%	Combination	Bottom	269.9606	0	0	-394.8
Story4	P_100% + CV25%	Combination	Bottom	548.2551	0	0	-810.2
Story3	P_100% + CV25%	Combination	Bottom	826.5497	0	0	-1226
Story2	P_100% + CV25%	Combination	Bottom	1104.8443	0	0	-1641
Story1	P_100% + CV25%	Combination	Bottom	1387.6673	0	0	-2060



**TABLE: Story Drifts**

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Label
Story5	SE_X	Combination	Step By Step	X	0.00004	75
Story5	SE_X	Combination	Step By Step	Y	0.000065	75
Story4	SE_X	Combination	Step By Step	X	0.000035	75
Story4	SE_X	Combination	Step By Step	Y	0.000056	75
Story3	SE_X	Combination	Step By Step	X	0.000031	75
Story3	SE_X	Combination	Step By Step	Y	0.000046	64
Story2	SE_X	Combination	Step By Step	X	0.00003	75
Story2	SE_X	Combination	Step By Step	Y	0.000032	75
Story1	SE_X	Combination	Step By Step	X	0.000016	2
Story1	SE_X	Combination	Step By Step	Y	0.000014	45

## VI.- CONCLUSIONES

En las siguientes tres conclusiones se refiere acerca del análisis de investigación a los que constituyen los aportes más importantes de esta investigación

1. En el análisis mediante el programa Etabs 18, las verificaciones y las evaluación de la vulnerabilidad sísmica estructural de las edificaciones evaluadas y aplicando el método Hirosawa, se demuestra que las Edificaciones N° 01, N° 02, N° 03 ubicados en los diferentes distritos de la ciudad del Cusco, no son seguros, ya que el índice de resistencia sísmica en la Edificación N° 01 indica que del 3° al 5° piso resulta inseguro y solo seguro del 1° al 2° piso, esto respecto a la dirección "Y"; mientras que en la dirección "X", resulta inseguro el 5° piso, en la Edificación N° 02 indica que del 4° al 5° piso resulta inseguro en dirección X y los demás pisos son seguros, también en "Y". En la Edificación N° 03 nos indica que todos los niveles del son seguros en la dirección "X" y "Y".
2. La verificación y evaluaciones de las 03 edificaciones del estado de deterioro de dichas edificaciones no existe ya que estas están en plena construcciones e inconclusas nos da una información de no haber deformación permanente que sean visibles, fisuramiento en columnas, menos que hayan sufrido algún incendios, o daños de tipo de daño estructural, esta información nos aclaro para poder tomar el criterio adecuado y así tener una idea de clasificación de daños relacionados a la estructura de la edificación.
3. Se observó y verifico mediante los ensayos de esclerometria realizados a las 03 Edificaciones N° 01, en los muros placas centrales del 2° nivel no llegan a la resistencia requerida de los  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup>, así como en la edificación N° 02 se realizó en las columnas centrales del 3° nivel que no cumplen con la dosificación adecuada del concreto de  $f'c$  210 kg/cm<sup>2</sup> y los resultados que arroja con respecto a la edificación N° 03 sobre pasa el  $f'c$  de 210 kg/cm<sup>2</sup>, es así que resultados bajos obtenidos de comportamiento básico estructural y en consecuencia está condicionada las resistencias de las columnas en la edificación N° 01 y N° 02.

4. Se Concluye que, para el vaciado de losas, columnas, vigas, muros de concreto armado estas sean realizadas por medio de empresas concreteras, mixers o realizadas artesanalmente por trompos mezcladores de concreto, no necesariamente llegaran a la resistencia optima del concreto. Como no los demuestra el ensayo de esclerometria realizado a las tres edificaciones,

## VII.- RECOMENDACIONES

En razón a nuestros análisis con rigor de método utilizado, generamos las conclusiones siguientes de la investigación, se sugiere a dar algunas recomendaciones.

1. Dar a conocer con más frecuencia estudios sobre análisis estructurales usando el método Hirosawa, para la aplicando de està en diferentes infraestructuras de gran envergadura de nuestra región asi como en nuevas instituciones que se construirán a futuro ya que es un método confiable, práctico y que está oficializado actualmente en Japón, nuestra región es vulnerable a los eventos sísmicos y estar a la par con los estudio más adecuados sobre las estructuras vulnerables y plantear nuevas propuestas de estructuraciones .
2. Nos es propicio estar en la capacidad de adaptar nuevas tecnologías en la construcción y con ello entender y aplicarlas en nuestras edificaciones este método de Hirosawa nos permite y ayuda a tener un mejor entendimiento, comparación y análisis con la norma peruana y adaptarlas algunos normas de este método al RNE.
3. Entender y estar conscientes de los efectos letales que ocasionan los movimientos sísmicos y es el momento de que las autoridades tomen conciencia y dar a conocer a la población que nuestra ciudad se encuentra ubicada sobre tres fallas geológicas próximas a la misma ciudad, en años pasados hubo desenlaces catastróficos para la ciudad el terremoto de 1950 trajo a bajo a casi toda la totalidad de las edificaciones de ese entonces y anterior a ello también, es por ello que tenemos que estar a la altura en la generación de buenas construcciones y tener un análisis adecuado sobre el índice de configuración estructural de acuerdo a las normas que proporciona el método Hirosawa y asi tener una correcta tipificación del índice de resistencia sísmica.
4. Los suelos de la ciudad del Cusco son en su mayoría suelos arcillosos ya que anteriormente existía un lago es por ellos que la carga admisible del suelo es bajo, y necesariamente se tiene que hacer una buena cimentación y ahora con nuevas tecnologías existen herramientas y dispositivos que aplacan o

compensan a las edificaciones ante un evento sísmico, para compensar utilizar aisladores sísmicos en los elementos estructurales más desfavorables para apoyar en la resistencia sísmica a las nuevas edificaciones si es que el caso lo necesitaría.

## FUENTES DE CONSULTA

1. Repositorio.usmp.edu.pe
2. 1library.co
3. Repositorio.unsaac.edu.pe
4. SENCICO NTE E.030, 2018. Norma de Diseño Sismorresistente, Lima.
5. [www.gob.mx](http://www.gob.mx)
6. Cybertesis.uni.edu.pe
7. Repositorio.uss.edu.pe
8. www.doccity.com
9. creativecommons.org
10. [www.3muri.com](http://www.3muri.com)
11. repositorio.unasam.edu.pe
12. repositorio.utea.edu.pe
13. core.ac.uk
14. ftposso.univalle.edu.co
15. Alicia.concytec.gob.pe
16. [www.clubensayos.com](http://www.clubensayos.com)
17. mlab.cb.k.u-tokyo.ac.jp
18. [www.institutoespacial.gob.ec](http://www.institutoespacial.gob.ec)
19. es.wikipedia.org
20. repositorio.unap-edu.pe
21. [www.minem.gob.pe](http://www.minem.gob.pe)
22. documents.mx
23. [www.clamed.sld.cu](http://www.clamed.sld.cu)
24. [www.slideshare.net](http://www.slideshare.net)
25. inba.info
26. redi.unjbg.edu.pe
27. repositorio.unu.edu.pe
28. [www.drrgateway.net](http://www.drrgateway.net)
29. ww.powershow.com
30. helid.digicollection.org
31. prezi.com

32. [repositorioacademico.ipc.edu.pe](http://repositorioacademico.ipc.edu.pe)
33. [tesis.ucsm.edu.pe](http://tesis.ucsm.edu.pe)
34. [idoc.pub](http://idoc.pub)
35. [www.cusconoticias.com](http://www.cusconoticias.com)
36. [archive.org](http://archive.org)
37. [cybertesis,uach.cl](http://cybertesis.uach.cl)
38. [manglar.uninorte.edu.co](http://manglar.uninorte.edu.co)
39. [www.ineter.gob.ni](http://www.ineter.gob.ni)

- Aktan A. E., I-Kang Ho, "Seismic Vulnerability Evaluation of Existing Buildings", EERI Earthquake Spectra, 6(3): 439-472, 1990.
- Akiyama, H., Earthquake-Resistant Limit-State Design for Buildings, Tokio, 1985.
- AIS, Análisis de Vulnerabilidad Sísmica del Hospital Departamental Evaristo García, Comité de Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico AIS-400
- ATC (Report ATC 40), Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete Buildings, 2 Volumes, Seismic Safety Commission, Redwood City, 1996.
- ATC (Report ATC 22-1), Seismic Evaluation of Existing Buildings: Supporting Documentation, Redwood City, 1989, (FEMA 175, 1989).
- ATC (Report ATC-22), A Handbook for Seismic Evaluation of Existing Buildings, Redwood City, 1989.
- AIS, Código colombiano de construcciones sismorresistentes, comentarios, manuales y especificaciones, Bogotá, 1991.
- Abanto Valdivia, S. Y Cárdenas Cruz, D.J. (2015). Determinación de la Vulnerabilidad Sísmica Aplicando el Método de Benedetti-Petrini en las Instituciones Educativas del Centro Histórico de Trujillo, Provincia de Trujillo, Región la Libertad, Tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego.
- Barbat, A. (1998). Riesgo Sísmico en el Diseño de Edificios, Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería, España
- Bertero, V. (1992). Lecciones Aprendidas de Terremotos Catastróficos Recientes, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, España
- Bonnet, R. (2003). Vulnerabilidad y Riesgo Sísmico de Edificios - Aplicación a Entornos Urbanos en Zonas de Amenaza Alta y Moderada, Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Cataluña, España.
- Crawley, S. W., Ward. D. B., Seismic and Wind Loads in Architectural Design: An

- Architect's Study Guide, American Institute of Architects, 2nd Edition, 1990
- Clough, R., Penzien, J., Dynamics of Structures, Tokio, McGraw-Hill, Kogakusha, 1975
- Blejwas T., Bresler B., Damageability in Existing Buildings (Informe No. UCB/EERC78/12), Earthquake Engineering Research Center, University of California, agosto de 1979.
- CISMID, 2005. Bases Técnicas para la Estimación de Pérdidas con Fines de Seguros de Terremoto. Informe preparado para la APESEG y la SBS, Lima.
- Department of Energy, Seismic Safety Manual: A Practical Guide for Facility Managers and Earthquake Engineers, Office of Environment, Safety and Health, Office of Nuclear and Facility Safety, University of California, Livermore, 1996.
- ETABS información general (2016). Obtenido de CSI Computers & Structures. Inc.: <http://www.csiespana.com/software/5/etabs>.
- Englekirk R. E., Sabol T. A., "Strengthening Buildings to Life Safety Criterion", EERI Earthquake Spectra, 7(1): 81-87, 1991
- EERI, Reducing Earthquake Hazards: Lessons Learned from Earthquakes, (Publication No. 86-2), Oakland, California, 1986.
- EERI, Reducing Earthquake Hazards: Lessons Learned from the 1985 Mexico Earthquake, (Publication No. 89-02), Oakland, California, EERI, 198
- FEMA, Rapid Visual Screening of Buildings for Potential Seismic Hazards: Supporting Documentation (Report ATC-21-1), (FEMA 155) Washington, D. C., 1988
- FEMA, NEHRP Recommended Provisions for Seismic Regulations for New Buildings, (FEMA 222A, 223A), Washington, 1995
- Federal Emergency Management Agency (FEMA), NEHRP Handbook for Seismic Evaluation of Existing Buildings, (FEMA 178), Washington, 1992; Handbook for Seismic Evaluation of Buildings: A Prestandard, (FEMA 310), Washington, D. C., 1998.
- Gallego, M. (2000). "Estimación de Movimientos Fuertes en Colombia", Tesis de posgrado, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Gonzales Toyco, C. y Veli Segovia, A. (2016). Evaluación del Comportamiento Sísmico de una Edificación con Sistema MDL (Muros de Ductilidad Limitada), aplicando la NTP E030-2016 y la norma chilena 433-2012. Tesis de pregrado, Universidad San Martín de Porres, Facultad de Ingeniería Civil.
- Hirosawa, M. et al, "Seismic Evaluation Method and Restoration Techniques for Existing and Damaged Buildings Developed in Japan", IDNDR International

- Symposium on Earthquake Disaster Reduction Technology, Tsukuba, Japan, 1992.
- García, L. E., Dinámica estructural aplicada al diseño sísmico, Universidad de los Andes, Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica, Bogotá, 1998.
- Hernández, M. (2016). Vulnerabilidad Sísmica de Edificios del Campus Mocambo de la Universidad Veracruzana, Tesis de posgrado, Universidad de Veracruzana.
- Hirosawa, M. (1988), "Evaluation of Seismic Safety and Guidelines on Seismic Retrofitting Design of Existing Reinforced Concrete Buildings", Tokyo, 1976, VI Seminar on Seismology and Earthquake Engineering for Structural Engineers.
- Hirosawa, M. (1992), Retrofitting and Retraction of Building in Japan, IISEE, Tsukaba, Japón.
- Iglesias, J., Evaluación de la capacidad sísmica de edificios en la Ciudad de México, Secretaría de Obras, México, 1986.
- Iglesias, J. (1986), "Evaluación de la Capacidad Sísmica de Edificios en la Ciudad de México", Secretaría de Obras, México.
- INDECI, 2003. "Microzonificación de la Ciudad de Chiclayo y Zonas de Expansión para la Reducción de Desastres", Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo - Lambayeque.
- INDECI, 2001. "Microzonificación de la Ciudad de Chiclayo y Zonas de Expansión para la Reducción de Desastres", Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo - Lambayeque.
- Meek, J., Matrix Structural Analysis, Tokio, McGraw-Hill, Kogakusha, 1971
- Lomnitz, C., Rosenblueth, E. (eds), Seismic Risk and Engineering Decisions, Amsterdam, 1976.
- Luna Victoria, V. (1998), Determinación del Índice de Juicio Estructural Iso, para el Método de Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de Hirosawa". Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería, Perú.
- Mattos, F. (2014). Evaluación de Vulnerabilidad Sísmica del Edificio Municipal del Distrito de Rio Negro a Través del Método de Hirosawa. Universidad Nacional de Ingeniería, Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería
- Organización Panamericana de la Salud (2004), "Fundamentos para la Mitigación de Desastres en Establecimientos de Salud".

- OPS, Guías para la mitigación de riesgos naturales en las instalaciones de la salud de los países de América Latina, Washington, D. C., 1992.
- Park, R., Paulay, T., Estructuras de concreto reforzado, México, Editorial Limusa, 1978
- Newmark, N. M., Rosenblueth, E., Fundamentos de ingeniería sísmica, México, 1976
- Reglamento Nacional de Edificaciones; E.02, E.030, E.050, E.060 Y E.070, SENCICO.
- Quiroz Peche, L.R & Vidal Abelino, L.R. (2015). Evaluación del Grado de Vulnerabilidad Sísmica Estructural en Edificaciones Conformadas por Sistemas a Porticados y de Albañilería Confinada en el Sector de la Esperanza Parte Baja – Trujillo. 2014, Tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego.
- Sepúlveda, A. (1997). Estimación Preliminar de la Vulnerabilidad Sísmica de los Hospitales San Juan de Dios de Curicó, Tesis de pregrado, Universidad de México.
- SENCICO NTE E.030, 2018. Norma de Diseño Sismorresistente, Lima.
- Tavera, H. & Buforn, E., 2001. Source Mechanism of Earthquakes in Peru. Journal of Seismology, 54, pp. 519-539.
- Vizconde C., Adalberto (2004.), Evaluación de la Vulnerabilidad Sísmica de Un Edificio Existente: Clínica San Miguel, Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Piura, Perú.
- Zeballos, J. L., Guías para planes hospitalarios para desastres, Versión preliminar, OPS/OMS, 1986

# ANEXO

## Matriz de consistencia

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLE	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA
<p>-¿Cómo Determinar la Vulnerabilidad Estructural y el grado de daño de las edificaciones de 5 niveles, por efecto de la falla geológica activa de Tambomachay en la Ciudad de Cusco 2021?.</p> <p>-¿Cuál es la Vulnerabilidad Sismica en las Estructuras que se analizara en las edificaciones de 5 niveles por efecto de la falla geológica activa de Tambomachay en la Ciudad del Cusco 2021?</p>	<p>Determinar la Vulnerabilidad estructural y el grado de daño, que ocasionara en las edificaciones de 5 niveles ante el efecto de la falla geológica activa de Tambomachay Cusco 2021 .</p>	<p>Existe un índice de vulnerabilidad estructural en las edificaciones que se evaluaran. Clasificaremos, a las edificaciones en que grado de Vulnerabilidad se encuentra. Diagnosticaremos en que situación se encuentran las estructuras de las edificación de 05 niveles</p>	<p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE:</b> Determinación estructural por un método de vulnerabilidad ante un evento sísmico por falla geológica activa la de Tambomachay</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluación Estructural</li> <li>Analisis del Comportamiento Sismico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Peso de la Estructura por piso.</li> <li>- Longitud (ml)</li> <li>- Area (m2)</li> <li>- Altura (m)</li> <li>- Indice Sismico</li> <li>- Indice de Configuración.</li> <li>- Indice de Deterioro</li> </ul>	<p><b>TIPO DE INVESTIGACIÓN</b> <u>Cualitativa:</u> Con inmercion en el campo donde se fectua el estudio con recolección de datos. <u>cuantitativa:</u> ya que se trata de cuantificar en valores susceptibles a ser, medibles y la medición de las variables. <b>NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN.</b> <u>Exploratoria:</u> El tema investigado es poco estudia y amplia las existente. <u>Descriptiva:</u> Con la información recaudada se determina el grado de vulnerabilidad de las 03 edificaciones.</p>
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICOS				
<p><b>PE1:</b> ¿Comò identificar las edificaciones de 5 niveles vulnerables, ante el efecto de la falla geológica activa de Tambomachay en la ciudad del Cusco 2021 ?</p>	<p><b>OE1</b> Identificar las estructuras Vulnerables, efectuando mapas de Peligro sísmico, de las edificaciones de 5 niveles mas vulnerables ante el efecto de un sismo de naturaleza de una falla geológica activa de Tambomachay 2021</p>	<p><b>HE1:</b> ¿Se identifica la estructura de la edificación, vulnerable ante el efecto de la falla geológica activa de Tambomachay Cusco 2021?</p>	<p><b>VARIABLE DEPENDIENTE:</b> Nivel de Vulneramiento sísmico</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analisis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Masa y Peso (tn)</li> <li>Periodo de vibración (seg).</li> <li>Rigidez</li> <li>Fuerza cortante (tn)</li> <li>Derivas</li> </ul>	<p><u>Corrativas:</u> Con el estudio se evalua la relación que existe entre un sismo por falla geológica y la respuesta que ejerce la edificación ante tal sismo <u>Explicativa:</u> ya que el estudio en campo busca hallar si existe relación entre la vulnerabilidad sísmica de la edificación y un planteamiento para la mejora de un desempeño sismo resistente.</p>
<p><b>PE2:</b> ¿Cuál sería el Riesgo, Peligro sísmico de las edificaciones estructurales de 5 niveles por efecto de la falla geológica activa de Tambomachay ?</p> <p><b>PE3:</b> ¿Se están cumpliendo con los parámetros, normas estructurales</p>	<p><b>OE2:</b> Evaluar la situación y el estado en que se encuentran las estructuras de las edificaciones de 05 niveles</p> <p><b>OE3:</b> Llamado de atension a las instituciones</p>	<p><b>HE2:</b> ¿El peligro sísmico es latente en la ciudad del Cusco, ya que existe una falla geológica activa próxima a la ciudad, es por ello que las edificaciones estructurales sean vulnerables a ella, por eso se debe ser responsable</p>				

<p>antisísmicas en las edificaciones de 5 niveles .?</p> <p><b>PE4:</b> ¿Se cuenta con los profesionales adecuados y capacitados que hagan cumplir con los parámetros, normas de construcción antisísmicas de las instituciones responsables que dan licencia de construcción para edificaciones de 5 niveles .?</p>	<p>responsables de hacer cumplir con los parámetros y procesos constructivos, capacitando a sus profesionales responsables de las verificaciones</p> <p><b>OE4:</b> Concientizar a la población a que cumpla con las normas establecidas para el tipo de edificación que desean construir.</p>	<p>con el tipo de construcción se realice,?.</p> <p><b>HE3:</b> ¿Instituciones encargadas y responsables de hacer cumplir con los parámetros y procesos constructivos, tomar con mucha seriedad el tema de Vulnerabilidad en las Edificaciones.?</p> <p><b>HE4:</b> ¿Los Sismos por falla geológica activa, afectaran directamente a las estructuras de las edificaciones.?</p>				<p>se observa y analiza tal cual se encuentra.</p> <p><b><u>Transaccional</u></b></p> <p><b><u>Exploratorio:</u></b></p> <p>Trata de una exploración inicial en un momentos específico, de recolectar datos e información en un tiempo único con propósito de describir las variables y analizarlas sus incidencias en las estructuras de las edificaciones e interrelacionarlas en un momento dado.</p>
--	--	---	--	--	--	--

## Cálculo del índice $I_s$

i) Si  $I_s \geq I_{so}$  se puede considerar que el edificio tiene un comportamiento sísmico seguro frente a un evento sísmico.

ii) Si  $I_s < I_{so}$  se puede considerar que el edificio tiene un comportamiento incierto frente a un evento sísmico y, por lo tanto, se considera como inseguro.

## Cálculo del índice $I_s$

Este índice se calcula mediante la ecuación siguiente:

$$I_s = E_o * S_D * T$$

donde:  $E_o$ : índice sísmico básico de comportamiento estructural.  
 $S_D$ : índice de configuración estructural.  
 $T$ : índice de deterioro de la edificación.

## Cálculo de $E_o$

Al aplicar el primer nivel de evaluación, el término  $E_o$  se determina a partir de un cálculo simple de la resistencia última de corte de cada piso. Esta resistencia se calcula para cada dirección de la planta por la suma de los productos del área de la sección transversal de un muro o columna y de su resistencia de corte, reduciendo este producto por un factor ( $\alpha_i$ ) que considera la presencia de elementos que alcanzan su resistencia a un nivel de deformación menor que el resto de los elementos sismorresistentes como, por ejemplo, columnas cortas o muros de albañilería, reforzados o no, si se comparan con muros o columnas de hormigón armado.

El índice  $E_o$  es proporcional al producto del coeficiente de resistencia (C) y del de ductilidad (F).

$$E_o \propto C * F$$

Para el cálculo de  $E_o$ , todo elemento o subestructura vertical que forma parte de la estructura sismorresistente debe clasificarse en alguna de las categorías siguientes:

i) Columnas cortas de hormigón armado. Son todas las columnas en las que la relación  $h_o/D$ , entre la altura libre ( $h_o$ ) y el ancho de la sección transversal (D), es igual o menor que 2. El comportamiento sísmico de estas columnas está controlado por una falla de corte frágil que se caracteriza por el reducido nivel de deformación en el que se alcanza la resistencia y por la baja capacidad de deformación inelástica. Para establecer la altura libre se ha considerado la presencia de los elementos arquitectónicos que reducen la altura de la columna en la medida en que no se aíslan de ella.

ii) Columnas de hormigón armado. Son todas las columnas en las que la relación  $h_o/D$  es mayor que 2.

iii) Muros de hormigón armado. Son los elementos de hormigón armado con una sección transversal en que la relación entre el lado mayor y el lado menor de la sección transversal es mayor que 3.

iv) Muros de relleno de albañilería. Son aquellos muros de albañilería, normalmente con escaso o ningún refuerzo, ubicados en el interior de los vanos de la subestructura resistente (pórticos) sin aislarlos de ella.

v) Muros de albañilería armada o muros de albañilería confinada con elementos esbeltos de hormigón armado, pilares y cadenas.

Los muros considerados corresponden a aquellos muros que se han diseñado y construido en forma tal que puedan transmitir cargas horizontales y verticales de un nivel al nivel inferior y a la fundación; no se consideran aquellos muros que sólo resisten las cargas provenientes de su propio peso, como son parapetos y tabiques de relleno o divisorios aislados de la estructura sismorresistente.

Esta clasificación debe hacerse para determinar la resistencia y para atender la menor capacidad de deformación inelástica y capacidad de disipación de energía que presentan algunos elementos como, por ejemplo, las columnas cortas y los muros de albañilería de relleno sin refuerzo, cuando el comportamiento sísmico está controlado por ellos.

El índice  $E_o$  se calcula con la ecuación siguiente:

$$E_p = \frac{(\eta_p + 1)}{(\eta_p + 1)} * \{ \alpha_1 * (C_{mar} + C_{sc} + C_a + C_{ma}) + \alpha_2 * C_w + \alpha_3 * C_c \} * F$$

donde:

$\alpha_i$ : Factor de reducción de la capacidad resistente de acuerdo con el nivel de deformación en que alcanzan la resistencia los elementos que controlan el comportamiento sísmico<sup>7</sup>. Los valores de estos factores se entregan en la Tabla A1 cuando la capacidad sísmica está controlada por los elementos más frágiles (Tipo A), los menos frágiles (Tipo B) y los dúctiles (Tipo C) respectivamente.

$n_p$ : Número de pisos del edificio.

i: Nivel que se evalúa.

$C_{mar}$ : Índice de resistencia proporcionada por los muros de relleno de albañilería.

$C_{sc}$ : Índice de resistencia proporcionada por las columnas cortas de hormigón armado.

$C_a$ : Índice de resistencia proporcionada por los muros de albañilería no reforzada o parcialmente confinada.

$C_{ma}$ : Índice de resistencia proporcionada por los muros de albañilería confinada.

$C_w$ : Índice de resistencia proporcionada por los muros de hormigón armado.

$C_c$ : Índice de resistencia proporcionada por las columnas no cortas de hormigón armado.

<sup>7</sup> Murakami, M., K. Hara. Yamaguchi, S. Shimazi, "Seismic Capacity of Reinforced Concrete Buildings which Suffered 1987 Chibaken-toho-ok; Earthquake", Proceedings 10<sup>th</sup> World Conference of Earthquake Engineering, Madrid Spain, 1992.

F: Índice de ductilidad asociado a los elementos verticales.  $F = 1,0$  si  $C_{mar}$ ,  $C_a$  y  $C_{sc}$  son iguales a cero  $F = 0,8$  si  $C_{mar}$ ,  $C_a$  y  $C_{sc}$  son distintos de cero

En caso de que los muros de albañilería confinada controlen la capacidad resistente, el valor de F es igual a 1,0 considerando la capacidad de deformación inelástica que se logra con los elementos de confinamiento.

La capacidad sísmica debe calcularse en primer lugar considerando la falla de elementos más frágiles; sin embargo, si la falla de este grupo no produce inestabilidad del sistema, la capacidad sísmica debe calcularse considerando el próximo grupo y despreciando la resistencia de los elementos que han fallado.

**Tabla A1. Valores de los coeficientes  $\alpha_i$**

Tipo	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$	Modo de falla
A	1,0	0,7	0,5	Muros de rellenos de albañilería o columnas cortas o muros de albañilería no reforzada y parcialmente confinada o muros de albañilería confinada controlan la falla.
B	0,0	1,0	0,7	Muros de hormigón armado controlan la falla.
C	0,0	0,0	1,0	Columnas de hormigón armado controlan la falla.

El término  $(n + 1)/(n + i)$  considera la relación entre el coeficiente de corte basal y el coeficiente de corte del piso i, cuando estos esfuerzos de corte se establecen en función del peso del edificio por sobre el nivel considerado.

Los índices de resistencia ( $C_i$ ) se han determinado considerando las características de refuerzo de los muros de hormigón armado construidos en Chile (cuantía y modalidad de refuerzo), lo que incorpora modificaciones en las expresiones propuestas por Hirosawa e Iglesias. Para los muros de albañilería se usa la resistencia propuesta por Iglesias para los muros de relleno (muros tipo diafragma) y la resistencia de agrietamiento diagonal recomendada por Raymond<sup>8</sup> para los muros de albañilería confinada.

8 Raymondi, V., *Anteproyecto de norma de diseño y cálculo de albañilería reforzada con pilares y cadenas*, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Santiago, Chile, Universidad de Chile, 1990.

Las ecuaciones usadas son:

$$C_{mar} = \frac{0.6 * 0.85 * \tau_0 * \sum A_{mar}}{\sum_{j=1}^{n_j} W_j}$$

$$C_{sc} = \frac{f_c}{200} * \frac{15 * \sum A_{sc}}{\sum_{j=1}^{n_j} W_j}$$

$$C_{mar} = \frac{0.6 * (0.45 * \tau_0 + 0.25 * \sigma_0) * \sum A_{ma}}{\sum_{j=1}^{n_j} W_j}$$

$$C_a = C_{ma}$$

$$C_w = \frac{f_c}{200} * \frac{30 * \sum A_{m1} + 20 * \sum A_{m2} + 12 * \sum A_{m3} + 10 * \sum A_{m4}}{\sum_{j=1}^{n_j} W_j}$$

$$C_c = \frac{f_c * 10}{200} * \frac{\sum A_{c1} + 7 * \sum A_{c2}}{\sum_{j=1}^{n_j} W_j}$$

donde:  $f_c$  = Resistencia cilíndrica a la compresión del hormigón.

$\sum A_{mar}$  = Suma de las áreas de los muros de relleno de albañilería del piso en *mar* evaluación en la dirección analizada.

$\sum A_{sc}$  = Suma del área de las columnas cortas de hormigón armado del piso en evaluación.

$\sum A_{ma}$  = Suma de las áreas de los muros de albañilería confinada del piso en *ma* evaluación en la dirección analizada.

$\sum A_{m1}$  = Suma de las áreas de los muros de hormigón armado del piso en evaluación con columnas en ambos extremos, con cuantía de refuerzo horizontal igual o mayor que 1,2% y una esbeltez (HIL) del muro mayor que 2. En estos muros la resistencia al corte está controlada por la resistencia de aplastamiento de la diagonal comprimida debido a su alta cuantía de refuerzo horizontal<sup>9</sup>.

$\sum A_{m2}$  = Suma de las áreas de los muros de hormigón armado del piso en evaluación con columnas en ambos extremos y cuantía de refuerzo horizontal mínima. En estos

muros la resistencia al corte es proporcionada principalmente por la armadura horizontal<sup>10</sup>.

$\Sigma A_{m3}$  = Suma de las áreas de los muros de hormigón armado del piso en evaluación, sin columnas o con una columna en alguno de sus extremos, una esbeltez del muro igual o menor que 2 y una cuantía de armadura mínima. En estos muros la resistencia al corte está definida por la carga de agrietamiento diagonal del hormigón, debido a su reducida cuantía de armadura de refuerzo<sup>11</sup>.

$\Sigma A_{m4}$  = Suma de las áreas de los muros de hormigón armado del piso en evaluación, sin columnas o con una columna en alguno de sus extremos y una esbeltez del muro mayor que 2. En estos muros la resistencia al corte está dada por las ecuaciones de la norma ACI-318<sup>12</sup>.

$\Sigma A_{c1}$  = Suma de las áreas de las columnas de hormigón armado<sup>13</sup> donde la relación entre la altura libre (h) y el ancho (D) es menor que 6.

$\Sigma A_{c2}$  = Suma de las áreas de las columnas de hormigón armado<sup>14</sup> donde la relación entre la altura libre (h) y el ancho (D) es igual o mayor que 6.

$W_j$  = Peso del piso j.

$\tau_o$  = Resistencia básica de corte de la albañilería.

$\sigma_o$  = Tensión normal debida al esfuerzo axial que producen las cargas verticales de peso propio y las sobrecargas de uso.

L = Largo del muro.

H = Altura del piso si L es igual o mayor que 3 metros o altura libre del muro si L es menor que 3 m.

<sup>9</sup> Wakabayashi, M., *Design of earthquake-resistant buildings*, Mc Graw-Hill Book Company, 1986.

<sup>10</sup> Ídem. <sup>11</sup> Ídem.

<sup>12</sup> ACI 318, *Building Code Requirements for Reinforced Concrete*, 1984.

<sup>13</sup> Hirosawa, M, *Retrofitting and retraction of building in Japan*, IISEE, Lecture Note of Seminar Course, Tsukaba, Japan, 1992.

<sup>14</sup> ACI 318, *Building Code Requirements for Reinforced Concrete*, 1984.

En estas ecuaciones las áreas se deben expresar en  $\text{cm}^2$ , las resistencias y tensiones en  $\text{kgf/cm}^2$  y los pesos en  $\text{kgf}$ . Los coeficientes que acompañan a las áreas corresponden a la resistencia al corte de los diferentes tipos de elementos que forman el sistema sismorresistente, expresados en  $\text{kgf/cm}^2$ .

## Cálculo de $S_D$

Este coeficiente cuantifica la influencia de las irregularidades de la configuración estructural y de la distribución de rigidez y de masa en el comportamiento sísmico de la edificación. La información para calcular  $S_D$  se obtiene principalmente de los planos estructurales y se complementa con visitas a terreno. Las características del edificio que se consideran en la determinación de este coeficiente son regularidad de la planta, relación largo-ancho de la planta, estrangulaciones de la planta, espesor de las juntas de dilatación, dimensiones y ubicación de patios interiores, existencia de subterráneo, uniformidad de la altura de los pisos, excentricidad de rigidez en planta, irregularidades de la distribución de las masas y de la rigidez de entrepiso de los pisos en altura, etc.

Hirosawa propone calcular  $S_D$  cuando se usa el primer nivel de evaluación de vulnerabilidad con la ecuación siguiente:

$$S_D = \prod_{i=1}^{1-8} q_i$$

donde:  $q_i = \{1,0 - (1 - G_i) * R_i\}$  para  $i = 1, 2, 3, 4, 5, 7$  y  $8$

$q_i = \{1,2 - (1 - G_i) * R_i\}$  para  $i = 6$

Los valores de  $G_i$  y  $R_i$  recomendados por Hirosawa se indican en la Tabla A2.

**Tabla A2. Valores de  $G_i$  y  $R_i$  ii**

ÍTEMS ( $q_i$ )	$G_i$			$R_i$
	1,0	0,9	0,8	
1. Regularidad	Regular ( $a_1$ )	Mediano ( $a_2$ )	Irregular ( $a_3$ )	1,0
2. Relación largo-ancho	$B \leq 5$	$5 < B \leq 8$	$B > 8$	0,5
3. Contratación de planta	$c \geq 0,8$	$0,5 < c < 0,8$	$c < 0,5$	0,5
4. Atrio o patio interior	$R_{ap} = 0,1$	$0,1 < R_{ap} \leq 0,3$	$0,3 < R_{ap}$	0,5
5. Excentricidad de atrio o patio interior	$f_1 = 0,4$ $f_2 = 0,1$	$f_1 > 0,4$ $0,1 < f_2 \leq 0,3$	$0,4 < f_1$ $0,3 < f_2$	0,25
6. Subterráneo	$R_{as} = 1,0$	$0,5 < R_{as} < 1,0$	$R_{as} < 0,5$	1,0

7. Junta de dilatación	0,01 s	0,005 s < 0,01	s < 0,005	0,5
8. Uniformidad de altura de piso	0,8 R <sub>h</sub>	0,7 R <sub>h</sub> < 0,8	R <sub>h</sub> < 0,7	0,5

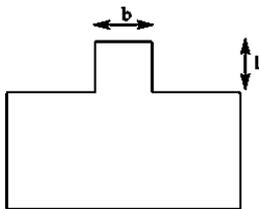
La descripción de cada una de las características se entrega a continuación:

### 1. Regularidad a<sub>i</sub>

a<sub>1</sub>: La planta es simétrica en cada dirección y el área de salientes es menor o igual al 10% del área total de la planta. Estas salientes, son consideradas en el caso que 1/b? 0,5.

a<sub>2</sub>: La planta no es regular, y el área de salientes es igual o menor que el 30% del área de la planta. Dentro de esta categoría se encuentran las plantas tipo L, T, U y otras.

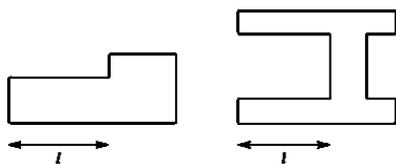
a<sub>3</sub>: La planta es más irregular que el caso a<sub>2</sub>, y el área de salientes es mayor que el 30% del área de la planta.



### 2. Relación largo - ancho, B:

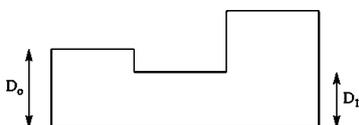
Razón entre la dimensión mayor y menor de la planta.

En las plantas tipo L, T, U u otras se considera el lado mayor como 2\*l, para l indicado en la figura.



### 3. Contracción de planta, c:

$$c = \frac{D_1}{D_0}$$



#### **4. Atrio o patio interior, $R_{ap}$**

Razón entre el área del atrio y el área total de la planta, incluida el área del atrio. Sin embargo, una caja de escaleras estructurada con muros de hormigón armado no se considera en este análisis.

#### **5. Excentricidad de atrio o patio interior, $f$ :**

$f_1$ : Razón entre la distancia del centro de la planta al centro del atrio y la longitud menor de la planta.

$f_2$ : Razón entre la distancia del centro de la planta al centro del atrio y la longitud mayor de la planta.

#### **6. Subterráneo, $R_{as}$ :**

Razón entre el área promedio de la planta de los subterráneos y el área promedio de la planta del edificio.

#### **7. Junta de dilatación, $s$ :**

Este criterio se aplica a edificios que tienen juntas de dilatación.

Razón entre el espesor de la junta de dilatación sísmica y la altura del nivel sobre el suelo donde se encuentra.

#### **8. Uniformidad de altura de piso, $R_h$ :**

Razón entre la altura del piso inmediatamente superior al analizado y la altura de éste. Para el caso del piso superior, el piso inmediatamente superior de esta ecuación es reemplazado por el piso inmediatamente inferior.

Según Hirosawa, el valor de  $S_D$  se calcula usando el valor más desfavorable entre los obtenidos para la característica en los diferentes pisos, valor que se asume como representativo del edificio completo.

#### **Cálculo de T**

Este índice cuantifica los efectos que produce el deterioro de la estructura, debido al paso del tiempo o bien a la acción de sismos pasados u otras acciones que puedan haberla afectado. El índice se calcula a partir de la información obtenida de las visitas al edificio y de la información que proporcione el propietario.

El índice T se determina con la tabla A3; considerando que se usa un valor único del índice T para el edificio, este valor debe corresponder al menor valor obtenido de la Tabla A3.

#### **Tabla A3. Valores del índice T para diferentes causas y tipos de deterioro**

### Deformación permanente (T<sub>1</sub>)

Característica	T <sub>1</sub>
El edificio presenta inclinación debido a asentamiento diferencial.	0,7
El edificio está construido sobre relleno artificial.	0,9
El edificio ha sido reparado debido a deformaciones presentadas anteriormente.	0,9
Tiene visible deformación de vigas o columnas.	0,9
No presenta signos de deformación.	1,0

### Grietas en muros o columnas debido a corrosión del acero de refuerzo (T<sub>2</sub>)

Característica	T <sub>2</sub>
Presenta filtraciones con corrosión visible de armaduras.	0,8
Presenta grietas inclinadas visibles en columnas.	0,9
Presenta grietas visibles en muros.	0,9
Presenta filtraciones, pero sin corrosión de armaduras.	0,9
Nada de lo anterior.	1,0

### Incendios (T<sub>3</sub>)

Característica	T <sub>3</sub>
Ha experimentado incendio, pero no fue reparado.	0,7
Ha experimentado incendio y fue adecuadamente reparado.	0,8
No ha experimentado incendio.	1,0

### Uso del cuerpo o bloque (T<sub>4</sub>)

Característica	T <sub>4</sub>
Almacena sustancias químicas.	0,8
No contiene sustancias químicas.	1,0

Tipo de daño estructural (T <sub>5</sub> )	
Característica	T <sub>5</sub>
Presenta daño estructural grave.	0,8
Presenta daño estructural fuerte.	0,9
Presenta daño estructural ligero o no estructural.	1,0

El criterio de la clasificación del daño asociado al choque es el de la Tabla A4.

**Tabla A4. Clasificación de daños causados por sismo (Iglesias et al., 1987).**

Tipo de daño	Descripción
No estructural	Daños únicamente en elementos no estructurales.
Estructural ligero	Grietas de menos de 0,5 mm de espesor en elementos de hormigón armado. Grietas de menos de 3 mm de espesor en muros de albañilería.
Estructural fuerte	Grietas de 0,5 al 1 mm de espesor en elementos de hormigón armado. Grietas de 3 a 10 mm de espesor en muros de albañilería.
Estructural grave	Grietas de más de 1 mm de espesor en elementos de hormigón armado. Aberturas en muros de albañilería. Aplastamiento del hormigón, rotura de estribos y pandeo del refuerzo en vigas, columnas y muros de hormigón armado. Agrietamiento de capiteles y consolas. Desplome de columnas. Desplome del edificio en más de 1% de su altura. Asentamiento de más de 20 cm.

### **Cálculo del índice $I_{so}$**

Este índice se calcula con la ecuación siguiente:

$$I_{so} = E_{so} * Z * G * U$$

donde:

$E_{so}$  = Resistencia sísmica básica requerida.

$Z$  = Factor de zona sísmica; su valor depende del peligro sísmico del lugar donde se ubica el edificio (0,5?  $Z$ ? 1).

$G$  = Factor de influencia de las condiciones topográficas y geotécnicas.

$U$  = Factor de importancia del edificio por su uso.

## **Ensayo de Esclerometria**

# INFORME DE ENSAYO DE ESCLEROMETRIA



*"ENSAYOS DE ESCLEROMETRIA EN EDIFICACIONES"*

UBICACIÓN : PROVINCIA DE CUSCO - DEPARTAMENTO DE CUSCO

**JUNIO -2021**

COLEGIO DE INGENIEROS  
EIRO W. Ccanque Curasi  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 219648

Urb. Fernandez E-8 - San Sebastian- Cusco  
Teléfono: 974241499-972106258

**INFORME DEL ENSAYO DE ESCLEROMETRIA**

Contenido

1. ANTECEDENTES.....	2
2. UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD .....	3
3. OBJETIVO.....	3
4. NORMATIVA .....	3
5. EQUIPOS Y MATERIALES .....	4
6. ESCLEROMETRÍA.....	4
7. RESULTADOS .....	4
8. CONCLUSIONES .....	6
9. PANEL FOTOGRAFICO .....	7



COLEGIO DE INGENIEROS  
Elio W. Ccaique Cursal  
INGENIERO CIVIL  
CIP Nº 21945

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO: "VIVIENDAS MULTIFAMILIARES"  
UBICACIÓN: PROVINCIA CUSCO - DEPARTAMENTO DE CUSCO



### 1. ANTECEDENTES

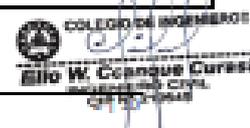
El presente informe se emite en mérito a la solicitud del interesado, con la finalidad de verificar la resistencia del concreto vaciado para los diferentes elementos estructurales de edificios destinados a vivienda.

Las edificaciones tienen los siguientes antecedentes:

EDIFICIO N° 01		
Nombre del Proyecto:	EDIFICIO MULTIFAMILIAR SR.JUVENAL	
Ubicación:	JOSE CARLOS MARIATEGUI MZNA C 20 , DISTRITO DE WANCHAQ	
Fecha de vaciado de las estructuras	dic-20	
Fabricación del Concreto	Mezcladora	OBRA
	Mixer	CONCRECUSCO
Dosificación y resistencia de diseño	210 KG/CM2	
Cemento empleado	CEMENTO PUZOLANICO TIPO IV P	
Procedencia de los materiales		PLANTA DE CONCRETOS - OBRA

EDIFICIO N° 2		
Nombre del Proyecto:	EDIFICIO MULTIFAMILIAR SR.Andres Valencia y Sra. Julia Tito	
Ubicación:	P. Joven Manco Capac LL-09 , DISTRITO DE SANTIAGO	
Fecha de vaciado de las estructuras	oct-10	
Fabricación del Concreto	Mezcladora	X
	Mixer	
Dosificación y resistencia de diseño	210	
Cemento empleado	CEMENTO PUZOLANICO Yura TIPO IV P	
Procedencia de los materiales		Huacarpay - Huambutío

EDIFICIO N° 3		
Nombre del Proyecto:	EDIFICIO MULTIFAMILIAR SR Walter Jimenez	
Ubicación:	C. Píkol Orconpucyo Quenqoro L-9-I-A , DISTRITO DE SAN JERONIMO	
Fecha de vaciado de las estructuras	may-19	
Fabricación del Concreto	Mezcladora	OBRA
	Mixer	CuscoMix
Dosificación y resistencia de diseño	210	
Cemento empleado	CEMENTO PUZOLANICO TIPO IV P	
Procedencia de los materiales		Vicos



## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO: "VIVIENDAS MULTIFAMILIARES"  
UBICACIÓN: PROVINCIA CUSCO- DEPARTAMENTO DE CUSCO



### 2. UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD

Como se ha indicado en los cuadros anteriores, todas las edificaciones se encuentran en la provincia de Cusco.

#### Ubicación Política

Provincia : Cusco  
Departamento : Cusco.



FIG. N° 1: Ubicación de las edificaciones

### 3. OBJETIVO

- Determinar la resistencia del concreto existente mediante ensayos de esclerometría columnas y viga en 03 edificios de la ciudad del Cusco.

### 4. NORMATIVA

Para el desarrollo del estudio se ha tenido en cuenta las siguientes normativas técnicas:

- Norma Técnica MTC E 725 Método de ensayo para determinar el número de rebote de concreto endurecido (Esclerometría), con referencia en las normas ASTM C 805 :1997: Standard Test Method for Rebound number of hardened concrete y NTP 339.181

BOLETO DE INGENIEROS  
Elio W. Ccaque Cursal  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 310610

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO: "VIVIENDAS MULTIFAMILIARES"  
UBICACIÓN: PROVINCIA CUSCO - DEPARTAMENTO DE CUSCO



Hormigón (Concreto). Método de ensayo para determinar el número de rebote del concreto endurecido esclerómetro.

- E 060 Concreto Armado.

### 5. EQUIPOS Y MATERIALES

- Martillo de Rebote: Consistente en un martillo de acero, con resorte de carga, que al ser liberado impacta sobre un émbolo de acero en contacto con la superficie del hormigón (concreto). La distancia de rebote del martillo de acero, luego del impacto, es medida sobre una escala lineal adherida al marco del instrumento.
- Piedra abrasiva: Consistente en carburo de silicio con textura de grano medio o un material equivalente.
- Yunque de ensayo: Aproximadamente de 150 mm (6 pulgadas) de diámetro por 150 mm (6 pulgadas) de altura del cilindro.

### 6. ESCLEROMETRÍA

Los resultados de esclerometría se evaluaron según los siguientes rangos de resistencia a la compresión:

RANGOS DE RESISTENCIA A LA COMPRESION

DENOMINACION	CRITERIO
CUMPLE	La resistencia es mayor a la resistencia de diseño
EN RANGO	La resistencia es igual o mayor al 90% de la resistencia de diseño
NO CUMPLE	La resistencia es menor al 90% de la resistencia de diseño

### 7. RESULTADOS

COLEGIO DE INGENIEROS  
*Elio W. Ccanque Curosi*  
INGENIERO CIVIL  
CAP N° 270618

ANEXO: **2 ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS**  
 TITULO: **METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL NUMERO DE REBOTE DEL CONCRETO**  
 PROYECTO: **"VENECIA MULTIMODAL"**  
 UBICACION: **Baru-Casap, Operacion  
 del Bus de Cambio Curva  
 del Bus de Cambio Curva**  
 BOGOTA: **2018**

FECHA: **14/04/2018**



**METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL NUMERO DE REBOTE DEL CONCRETO**  
 NTC 8700 - 2013

ESTACION	CANTON	ELEMENTO ESTRUCTURAL	INDICACION	VOLUMEN DEL CONCRETO (m <sup>3</sup> )	PERIMETRO DEL REBOTE	PRIMERA LEIDA		SEGUNDA LEIDA		OBSERVACIONES
						ATENUACION	PROFUNDIDAD	ATENUACION	PROFUNDIDAD	
ESTACION 01	1	VIGA	L-01-01	120.00	20.13	17.00	124.00	17.00	124.00	51.00%
				120.00	27.92	27.00	274.00	27.00	274.00	Comprimido
				VIGA	120.00	26.87	20.00	202.00	27.00	274.00
ESTACION 02	1	VIGAS	L-01-02	180.00	26.92	180.00	180.00	27.00	180.00	51.00%
				180.00	27.87	20.00	202.00	27.00	274.00	Comprimido
				VIGA	180.00	26.92	20.00	202.00	27.00	274.00
ESTACION 03	1	VIGAS	L-01-03	120.00	26.92	20.00	202.00	27.00	274.00	Comprimido
				120.00	26.87	20.00	202.00	27.00	274.00	Comprimido
				VIGA	120.00	26.92	20.00	202.00	27.00	274.00

**Compañía de Ingenieros**  
**Elipio W. Contreras Contreras**  
 Ingeniero de Concreto  
 C.C. No. 27364

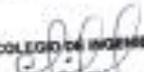
## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO: "VIVIENDAS MULTIFAMILIARES"  
UBICACIÓN: PROVINCIA CUNCO - DEPARTAMENTO DE CUNCO



### 8. CONCLUSIONES

- De acuerdo a la solicitud del interesado, se ha evaluado tres puntos por cada edificación, por lo que se ha optado sea un pórtico (dos columnas y una viga). En total nueve puntos para los tres edificios.
- De acuerdo a los resultados se observa que en los edificios N° 01 y N° 02, dos puntos no cumplen con la resistencia de diseño.
- Los resultados son puntuales, por ello, para tener una idea general de cada edificación se recomienda realizar mayor número de puntos de prospección.

  
COLEGIO DE INGENIEROS  
Elio W. Cordero Cordero  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 210548

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO: "VIVIENDAS MULTIFAMILIARES"  
UBICACIÓN: PROVINCIA CUSCO - DEPARTAMENTO DE CUSCO



### 9. PANEL FOTOGRAFICO



FIG. N° 2. Edificio N° 01, de 3 niveles



FIG. N° 3. Evaluación de almacenamiento en plaza del 2do nivel

COLEGIO DE INGENIEROS  
Elio W. Ccangue Curasi  
INGENIERO CIVIL  
CAP N° 210645

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO: "VIVIENDAS MULTIFAMILIARES"  
UBICACIÓN: PROVINCIA CUSCO - DEPARTAMENTO DE CUSCO



FIG. N° 4: Edificio N° 02, de 4 niveles.



FIG. N° 3: Encierro en columna del 2do nivel

COLEGIO DE INGENIEROS  
Elio W. Canque Curosi  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 21068

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO: "VIVIENDAS MULTIFAMILIARES"  
UBICACION: PROVINCIA CUSCO - DEPARTAMENTO DE CUSCO



FIG. N° 6: Esclerotamiento en viga, 2do nivel de edificio N° 02



FIG. N° 7: Edificio N° 01, de 6 niveles

 **COLEGIO DE INGENIEROS**  
*W. Conque Curesi*  
**W. Conque Curesi**  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 219648

## LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

PROYECTO: "VIVIENDAS MULTIFAMILIARES"  
UBICACIÓN: PROVINCIA CUSCO - DEPARTAMENTO DE CUSCO



Fig. N° 8. Esclerometría en columna del 2do nivel, Edificio N° 03

COLEGIO DE INGENIEROS  
Elio W. Ccanque Curasi  
INGENIERO CIVIL  
CIP N° 240845

### Cálculo del juicio estructural Iso

$$\text{Iso} = \text{Eso} * \text{Z} * \text{G} * \text{U}$$

### 1.1 Norma E 030-2018

Edificaciones analizadas 03, de 05 niveles ubicadas en los distritos de wanchaq, Santiago y San Jeronimo.

#### a) Zonificación de la edificación

Tabla1  
Factor de zona "Z"

Tabla N° 1 FACTORES DE ZONA "Z"	
ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Fuente: Norma E.030 Diseño Sismoresistente

#### b) Categoría de edificación y factor de uso

Tabla 2  
Categorías de las edificaciones y factor "U"

Tabla N° 5 CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U"		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos de salud del Sector Salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1
	A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo tales como: <ul style="list-style-type: none"><li>- Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1.</li><li>- Puertos, aeropuertos, locales municipales, centrales de comunicaciones. Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía.</li><li>- Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua.</li></ul> Todas aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre, tales como instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades. Se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos. Edificios que almacenen archivos e información	1,5

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

Nota 1: Las nuevas edificaciones de categoría A4 tendrán aislamiento

Fuente: Norma E.030 Diseño Sismoresistente

A continuación, se muestra el resumen de la tabla descrita anteriormente.

Tabla 3  
Categorías de las edificaciones y factor “U”

Categoría	U
A	1.5
B	1.3
C	1
D	a criterio

Fuente: Norma E.030 Diseño Sismoresistente

Por tratarse de edificaciones comunes en la categoría A (U=1)

c) Factor de suelo S según la zonificación:

Según la tabla NTP E030-2016 el suelo del hospital es tipo 3 (S=1.1)

Tabla 4  
Factor del suelo “S”

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

Fuente: Norma E.030 Diseño Sismoresistente

Asimismo, se usará  $T_p$  igual a 0.6 y  $T_L$  igual a 2.0

Tabla 5  
Periodos  $T_p$  y  $T_L$

	Perfil de suelo			
	$S_0$	$S_1$	$S_2$	$S_3$
$T_p$ (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
$T_L$ (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Fuente: Norma E.030 Diseño Sismoresistente

d) Periodo fundamental de vibración: El período fundamental de vibración según la norma E 030 se estimará con la siguiente expresión:

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

Donde:

$C_T = 60$  Para edificios de albañilería y para todos los edificios.

de concreto armado duales de muros estructurales.

El edificio N° 01 es 5 pisos y cada piso tiene una altura de 2.70 m. Entonces  $h_n$  es:

13.50. Entonces:

$$T = 13.5 / 35$$

$$T = 0.385$$

Según su modelamiento en Etabs  $T = 0.4$ .

El edificio N° 02 es 5 pisos y cada piso tiene una altura de 2.70 m. Entonces  $h_n$  es:

13.50. Entonces:

$$T = 13.5 / 35$$

$$T = 0.385$$

Según su modelamiento en Etabs  $T = 0.4$ .

El edificio N° 03 es 5 pisos y cada piso tiene una altura de 2.60 m. Entonces  $h_n$  es:

13.00. Entonces:

$$T = 13.0 / 60$$

$$T=0.216$$

Según su modelamiento en Etabs  $T=0.4$ .

e) Factor de amplificación sísmica:

De acuerdo a las características de sitio, se define el factor de amplificación sísmica  $C$ .

Tabla 6

Periodos  $T_P$  y  $T_L$

$T < T_p$	$C=2.5$
$T_p < T < T_L$	$C=2.5 \cdot (T_p/T_L)$
$T > T_L$	$C=2.5 \cdot (T_p \cdot T_L/T^2)$

Fuente: Norma E.030 Diseño Sismoresistente

En nuestro caso  $T=0.4$  y  $T_p$  es igual a 1.0. Por lo tanto,  $C=2.5$ , para las tres edificaciones.

f) Coeficiente básico de reducción sísmica: La edificación es de  $C^{\circ}A^{\circ}$  y

- presenta placas la edificación N° 01 por lo tanto  $R$  es igual a 6.
- presenta columnas la edificación N° 02 por lo tanto  $R$  es igual a 8
- presenta placas y columnas por lo tanto  $R$  es igual a 7

Tabla 7

Periodos  $T_P$  y  $T_L$

Sistema Estructural	Coefficiente Básico de Reducción $R_0$ (*)
<b>Acero:</b>	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	6
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
<b>Concreto Armado:</b>	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
<b>Albanilería Armada o Confinada.</b>	3
<b>Madera (Por esfuerzos admisibles)</b>	7

Fuente: Norma E.030 Diseño Sismoresistente

Aceleración espectral

$$S_a = (Z*U*C*S)*g/R$$

Edif. N° 01

Edif. N° 02

Edif. N° 03

$$Z = 0.25$$

$$Z = 0.25$$

$$Z = 0.25$$

$$U = 1.0$$

$$U = 1.0$$

$$U = 1.0$$

$$C = 2.5$$

$$C = 2.5$$

$$C = 2.5$$

$$S = 1.2$$

$$S = 1.2$$

$$S = 1.2$$

$$R = 6$$

$$R = 8$$

$$R = 7$$

$$S_a = 0.125 \text{ g}$$

$$S_a = 0.094 \text{ g}$$

$$S_a = 0.107 \text{ g}$$

## 1.2 Código Japonés

a) Zonificación de la edificación: El coeficiente Z de zonificación de riesgo sísmico tiene el mismo concepto que en el código peruano sin embargo sus valores son los siguientes:

Zona A => Z=1.00 (Zona mayor sismicidad)

Zona B => Z=0.70 (Zona menor sismicidad)

Como el hospital se ubica en Lambayeque y éste forma parte del cinturón de

fuego entonces según el código japonés se ubica en la zona A. Por lo tanto,  
Z es igual a 1.

Clasificación de suelos:

Tabla 8  
Periodos  $T_P$  y  $T_L$

Tipo de suelo	$T_c$
Tipo I (suelo duro)	0.4
Tipo II (suelo medio)	0.6
Tipo III (suelo suave)	0.8

Fuente: Norma Japonesa

El S3 es 0.8 y el S1 es 0.4.

Periodo fundamental:

$$T = 0.02 * h$$

Como la altura total es 13.5. T es 0.27.

Diseño espectral: El coeficiente espectral de diseño ( $R_t$ ), se determina en base al tipo de perfil de suelo y al periodo fundamental de la estructura.

T	$T < T_c$	$T_c \leq T \leq 2T_c$	$2T_c \leq T$
$R_t$	1	$1 - 0.2(T/T_c - 1)^2$	$1.6 * T_c/T$

Para suelo 3, T es 0.486, el cual es menor a 0.8. Por lo tanto,  $R_t$  es igual a 1.

Factor de distribución de corte lateral: El factor de distribución de corte lateral es otra de las diferencias fundamentales con el código peruano en cuanto la distribución de fuerzas se refiere, para estructuras como hospitales.

$$A_i = 1$$

Factor de distribución de corte latera: El coeficiente cortante estándar  $C_o$  tiene dos valores definidos 0.2 para sismos moderados y 1 para sismos severos.

Aceleración espectral:

$$S_a = Z * R_t * A_i * C_o * g$$

#### Sismo moderado

$$Z = 1$$

$$R_t = 1$$

$$A_i = 1$$

$$C_o = 0.2$$

$$S_a = 0.20 * g$$

#### Sismo severo

$$Z = 1$$

$$R_t = 1$$

$$A_i = 1$$

$$C_o = 1$$

$$S_a = 1 * g$$

Análisis del índice de juicio estructural Iso: El cálculo de este índice está basado en la máxima respuesta espectral esperada para las condiciones locales donde se encuentre el edificio (hospital) a evaluar, está dado por:

$$I_{so} = E_{so} * Z * G * U = cte * E_o$$

$$Cte = Z * G * U \quad \text{constante que depende del nivel sísmico}$$

Como solo hallaremos la vulnerabilidad con el tipo 1, solo para columnas, entonces: F es 1.

## Cálculo de los Iso para Japón según el método Hirosawa

$E_o=0.8$  Para el primer método de evaluación

$E_o=0.8$  Para el segundo y tercer método de evaluación

$Z=1.00$  Índice de zona

$G= 1.0$  cuando no hay mucha pendiente

$G= 1.0$  para zonas con mucha pendiente

$U=1.0$  índice de uso por importancia, para edificaciones en general

$Iso(Japón)=E_o * Z * G * U$

$Iso=0.8$

## Cálculo de los Iso para Perú según el método Hirosawa:

$E_o=E_o$  Perú

$Z= 0.25$  factor de zona

$G=1.0$  Subíndice de terreno

$U=1.0$  Factor de categoría de edificaciones

$Iso(Perú)=E_o$  Perú  $* Z * G * U$

$Iso(Perú)=0.675 * E_o$  Perú

Luego tenemos el cálculo de los Sa Perú y Japón

### Comparación según códigos peruano y japonés edificación N° 01:

$$\frac{Ico(Peru)}{Ico(Japon)} = \frac{Sa(Peru)}{Sa(Japon)}$$

$$\frac{Ico(Peru)}{Ico(Japon)} = \frac{0.125 * g}{1 * g}$$

$$\frac{Ico(Peru)}{Ico(Japon)} = 0.125$$

$$\frac{Ico(Peru)}{0.8} = 0.125$$

**Comparación  
peruano y japonés**

$Ico(Peru) = 0.10$
--------------------

**según códigos  
edificación N° 02:**

$$\frac{Ico(Peru)}{Ico(Japon)} = \frac{Sa(Peru)}{Sa(Japon)}$$

$$\frac{Ico(Peru)}{Ico(Japon)} = \frac{0.0938 * g}{1 * g}$$

$$\frac{Ico(Peru)}{0.8} = 0.0938$$

$Ico(Peru)$	$=$	$0.075$
-------------	-----	---------

**Comparación según códigos peruano y japonés edificación N° 03:**

$$\frac{Ico(Peru)}{Ico(Japon)} = \frac{Sa(Peru)}{Sa(Japon)}$$

$$\frac{Ico(Peru)}{Ico(Japon)} = \frac{0.1071 * g}{1 * g}$$

$$\frac{Ico(Peru)}{0.8} = 0.1071$$

$Ico(Peru)$	$=$	$0.0856$
-------------	-----	----------

**Panel Fotografico**  
**Edificacion N° 01**



Elaboracion propia

## Edificacion N° 02



Elaboracion propia

## Edificación N° 03



Elaboración propia