

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“ANÁLISIS SÍSMICO AL UTILIZAR 2% Y 5% DEL AMORTIGUAMIENTO ESTRUCTURAL EN EL COLEGIO ESTATAL DE OXAMARCA, PROVINCIA DE CELENDÍN - CAJAMARCA 2020”

Tesis para optar el título profesional de:

**Ingeniera Civil**

**Autora:**

Cinthia Raquel Soto Raico

**Asesor:**

Ing. Anita Elizabet Alva Sarmiento

Cajamarca - Perú

2020



## **DEDICATORIA**

A Dios por haberme guiado en cada paso que doy, brindándome salud y fuerza para continuar logrando mis objetivos. A mis padres y hermanas por sus consejos y apoyo incondicional en todo momento, velando siempre por mi bienestar. A mis amigos, con quienes nos apoyamos mutuamente a lo largo de toda nuestra formación profesional, aquellos con los que compartimos experiencias inolvidables.

## AGRADECIMIENTO

A mis padres, por su apoyo infinito en todo momento de mi formación académica. A mis docentes, por su paciencia, motivación y ayuda en cada etapa de mi camino universitario con sus sabias enseñanzas. A mi asesora, la Ing. Anita Elizabeth Alva Sarmiento por su ayuda y orientación en la presente investigación.

## Tabla de contenidos

<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>2</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS.....</b>	<b>5</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE ECUACIONES.....</b>	<b>8</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>9</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>10</b>
<b>CAPÍTULO II. MÈTODO .....</b>	<b>21</b>
<b>CAPÍTULO III. RESULTADOS.....</b>	<b>31</b>
<b>CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....</b>	<b>32</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>44</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>46</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Límites para la distorsión del entrepiso .....	19
Tabla 2 Cuadro resumen de las técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos ...	24
Tabla 3 Parámetros de sitio.....	26
Tabla 4 Parámetros sísmicos empleados en el modelamiento .....	27
Tabla 5 Consideraciones técnicas empleados en el modelamiento .....	28
Tabla 6 Desplazamientos máximos para la dirección “X” (Pórticos).....	31
Tabla 7 Desplazamientos máximos para la dirección “Y” (Albañilería).....	32
Tabla 8 Derivas máximas para la dirección “X” (Pórticos).....	32
Tabla 9 Derivas máximas para la dirección “Y” (Albañilería).....	33
Tabla 10 Periodos máximos de vibración.....	33
Tabla 11 Cortantes basales dinámicas máximas para “X” y “Y” .....	34
Tabla 12 Fuerzas internas de las columnas desfavorables para la dirección “X” y “Y” .....	36
Tabla 13 Matriz de operacionalización de variables.....	47
Tabla 14 Matriz de consistencia .....	49

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Zonas sísmicas del Perú.....	17
Figura 2 Planta típica del Colegio Estatal de Oxamarca.....	23
Figura 3 Corte longitudinal del Colegio Estatal de Oxamarca .....	23
Figura 4 Resumen de las respuestas de la estructura para “X” (Pórticos).....	34
Figura 5 Resumen de las respuestas de la estructura para “Y” (Albañilería) .....	35
Figura 6 Resumen de las fuerzas internas de la estructura para “X” (Pórticos) .....	37
Figura 7 Resumen de las fuerzas internas de la estructura para “Y” (Albañilería) .....	37
Figura 8 Sistema métrico MKS elegido para el modelado en ETABS .....	50
Figura 9 Ventana de configuración del grillado en X, Y y Z .....	50
Figura 10 Ventana de creación del material de concreto.....	50
Figura 11 Ventana de creación del material de albañilería.....	50
Figura 12 Ventana para definir las secciones de las columnas .....	50
Figura 13 Ventana para definir las secciones de las vigas .....	50
Figura 14 Ventana para crear las losas aligeradas y macizas .....	50
Figura 15 Ventana para crear los muros de albañilería.....	50
Figura 16 Vista en 3D y en planta de la estructura .....	50
Figura 17 Ventana de definición de las cargas muertas y vivas .....	50
Figura 18 Ventana de asignación de cargas muertas a la losa .....	50
Figura 19 Ventana de asignación de cargas vivas a la losa .....	50
Figura 20 Ventana de restricciones en la base .....	50
Figura 21 Ventana de asignación de diafragmas rígidos .....	50
Figura 22 Ventana para asignar "Piers" a los muros.....	50
Figura 23 Ventana para discretizar internamente a los muros .....	50
Figura 24 Ventana para asignar brazos rígidos.....	50

Figura 25 Ventana de asignación de las fuerzas sísmicas estáticas .....	50
Figura 26 Asignación del factor de la cortante basal estática para "X" .....	50
Figura 27 Asignación del factor de la cortante basal estática para "Y" .....	50
Figura 28 Curva del espectro de aceleración para la dirección “X” .....	50
Figura 29 Curva del espectro de aceleración para la dirección “Y” .....	50
Figura 30 Ventana para ingresar los porcentajes del peso sísmico.....	50
Figura 31 Ventana para definir el sismo dinámico en “X” .....	50
Figura 32 Ventana para definir el sismo .....	50
Figura 33 Ventana para definir las combinaciones de cargas .....	50

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Fuerza cortante en la base .....	15
Ecuación 2. Distribución de fuerzas en altura .....	16
Ecuación 3. Cálculo de $\alpha_i$ .....	16
Ecuación 4. Cálculo del $k$ .....	16
Ecuación 5. Espectro inelástico de pseudo-aceleración.....	16
Ecuación 6: Periodo fundamental de la estructura.....	18
Ecuación 7. Factor de amplificación para $T < T_P$ .....	18
Ecuación 8. Factor de amplificación para $T_P < T < T_L$ .....	18
Ecuación 9. Factor de amplificación para $T > T_L$ .....	18
Ecuación 10. Coeficiente de reducción sísmica.....	18

## RESUMEN

La presente investigación tuvo como propósito comparar el análisis sísmico que tiene como indicadores a las respuestas de la estructura y fuerzas internas de una institución educativa, al utilizar 2% del amortiguamiento estructural respecto al 5%, para ello se tomó como muestra a todos los módulos del Colegio Estatal de Oxamarca (módulo 1, módulo 2A, módulo 2B y módulo 3), ubicados en la provincia de Celendín-Cajamarca. De esta manera, se realizó el modelamiento sísmico estático y dinámico de todos los módulos del colegio, en la dirección “X” (sistema de pórticos) y “Y” (sistema de albañilería), empleando como factor de amortiguamiento el 2% y 5%; para luego comparar las respuestas de la estructura (desplazamientos, derivas, periodos de vibración y cortante basal) y las fuerzas internas (fuerzas axiales, fuerzas cortantes y momento flector). El modelamiento sísmico se efectuó usando la información de los planos estructurales del colegio, de las normativas vigentes del RNE y con la ayuda del programa computacional ETABS V.16.2.1. Los resultados evidenciaron que todos los módulos cumplieron con la deriva máxima indicada por la norma E-030, pero el módulo 2B y 3 es el que presentó mayor porcentaje de aumento en las derivas, siendo este de 22.79% para la dirección “X” (módulo 2B) y de 30.95% para “Y” (módulo 3). Asimismo, el módulo 2A es el que tuvo mayor porcentaje de aumento en las fuerzas axiales, siendo el aumento de 22.83% para “X” y de 22.77” para “Y”. Por lo tanto, se concluye que la hipótesis planteada no se cumplió ya que el análisis sísmico representado por las respuestas de la estructura y fuerzas internas sí varía al utilizar 2% del amortiguamiento respecto al 5%, pero con una variación entre 15% y 32% para las respuestas de la estructura, y entre 6% y 24% para las fuerzas internas.

**Palabras claves:** Análisis sísmico, amortiguamiento estructural, factor de amortiguamiento.

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Los sismos son los principales causantes del colapso de las estructuras, de las grandes pérdidas económicas y de las vidas humanas, esto como consecuencia del insuficiente conocimiento al momento de la concepción sismorresistente en las edificaciones; puesto que se sigue incurriendo en los mismos errores al establecer los parámetros para el análisis sísmico, como el de definir de forma correcta el factor del amortiguamiento estructural, ya que este valor puede variar dependiendo de los diferentes sistemas estructurales.

Al respecto Cisternas (2011), menciona que a nivel mundial Chile es el país más sísmico del mundo, por su acercamiento a las placas tectónicas de Nazca y Sudamericana, y porque su geografía ha sido construida en base a los intensos sismos ocurridos desde el año 1906, con el sismo de Valparaíso; el cual fue considerado el sismo de mayor intensidad registrado hasta la actualidad, que dejó como consecuencia centenares de fallecidos y graves daños a las edificaciones.

Por su parte Mosqueira (2012), Valderrama y Meza (2014) señalan que el Perú también es un país altamente sísmico, pues se encuentra ubicado en el “Cinturón de Fuego del Pacífico” donde se producen el 80% de los eventos sísmicos en el mundo, debido al fenómeno de subducción de la placa oceánica de Nazca, que se introduce debajo de la placa continental Sudamericana. Asimismo, cerca del 40% del área peruana es vulnerable ante dichos eventos, por ello se encuentra dividida en cuatro zonas de acuerdo con la peligrosidad del sismo.

El departamento de Cajamarca no es la excepción, pues se ubica en las zonas 2 y 3 del mapa de sismicidad (MVCS, 2019); sin embargo, por su formación geológica y naturaleza de los suelos aún no ha ocurrido un sismo de gran intensidad, siendo más peligroso aún porque se encuentra en el llamado “silencio sísmico”, es decir; que mientras más grande sea el periodo de retorno de un sismo, mayor será la cantidad de energía liberada, pudiendo desatar una catástrofe (González, 2017).

Por esta razón, la norma sismorresistente espera un buen comportamiento de las estructuras, mediante la disipación de la energía liberada a través de la fuerza de fricción entre sus elementos estructurales, es decir, a través del efecto del amortiguamiento estructural, el cual depende de las características del material predominante en la estructura. Al respecto, Colqui (2018) indica que el valor de amortiguamiento estructural o histerético para todos los sistemas estructurales, ya está establecido en la norma sismorresistente E-030 con el valor del 5%, así como en diversas normativas internacionales como FEMA 273, FEMA 303 y en el código europeo; pero Morita (2006) señala que este valor se basa en las experiencias del pasado y no muestra una razón claramente física, ya que es muy difícil evaluarlo por el método teórico por lo que se debe obtener mediante la observación y medición.

Es así que la influencia del amortiguamiento en el análisis sísmico y su evaluación con la mayor exactitud posible ha sido un tema de investigación en los últimos años (Villa, 2019), debido a que diversas investigaciones indican que el valor real del amortiguamiento estructural en edificaciones de concreto armado no es del 5% sino que se aproxima al 2%, influyendo en las magnitudes de los desplazamientos, derivas y períodos de la estructura (Flores, Lino, Mesía y Ramírez, 2012).

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, es primordial contrarrestar de manera eficiente los eventos sísmicos con la finalidad de proteger a las estructuras, sobre todo a las edificaciones esenciales y poder cumplir así con la filosofía sismorresistente, la cual se fundamenta principalmente en evitar pérdidas de vidas humanas previniendo el colapso de las estructuras. Así, en la medida de lograr un adecuado comportamiento de las estructuras, se debe realizar el análisis sísmico de la manera más exacta, para ello es fundamental definir durante el modelamiento el porcentaje adecuado del amortiguamiento estructural, dependiendo del tipo de material predominante en cada sistema estructural, ya que el valor del 5% de amortiguamiento para todos los sistemas estructurales cómo lo indica la norma E030, es un

valor incongruente y poco conservador. Es así que, surgió la necesidad de comprobar cuanto varía el análisis sísmico de una estructura esencial como es el caso de una institución educativa, al utilizar el valor del 2% del amortiguamiento estructural respecto al 5%. En tal sentido, el presente estudio se enmarcó en la línea de investigación de Tecnologías Emergentes y en la sub-línea de investigación de Data Mining, referente al procesamiento y análisis de datos.

A partir de lo señalado, se planteó la siguiente pregunta de investigación: ¿En qué porcentaje aumenta el análisis sísmico que tiene como indicadores a las respuestas de la estructura y fuerzas internas del Colegio Estatal de Oxamarca, Provincia de Celendín – Cajamarca, al utilizar 2% del amortiguamiento estructural respecto al 5%? Para lo cual se tuvo como variable independiente al factor del amortiguamiento estructural y como variable dependiente al análisis sísmico. De este modo, la unidad de estudio estuvo constituida por los 3 módulos de la edificación del Colegio Estatal de Oxamarca; y considerando como objetivo principal comparar el análisis sísmico que tiene como indicadores a las respuestas de la estructura y fuerzas internas del Colegio Estatal de Oxamarca al utilizar 2% del amortiguamiento estructural respecto al 5%, para finalmente responder a la pregunta de investigación, con la siguiente hipótesis: el análisis sísmico que tiene como indicadores a las respuestas de la estructura y fuerzas internas del Colegio Estatal de Oxamarca, Provincia de Celendín – Cajamarca, aumenta entre el 10% y 20% al utilizar 2% del amortiguamiento estructural respecto al 5%.

Por otro lado, con respecto al tema de investigación, es necesario contar con estudios previos que demuestran y hagan uso del 2% del amortiguamiento estructural para el análisis sísmico en edificaciones, como:

El de Morita (2006), quien en su artículo científico denominado “Damping ratio estimation of an existing 8-story building considering soil-structure interaction using strong motion observation data”, publicada por Building Research Institute en Japón, tuvo como

objetivo identificar la relación de amortiguamiento del edificio del Centro de Investigación de Prevención de Desastres Urbanos de 8 pisos; el estudio consistió en instalar acelerómetros en el sótano, piso 1, 2, 5 y 8, además de 11 sensores para obtener los valores de amortiguamiento, luego de 10 años del registro de datos, se consiguieron 430 registros de movimientos fuertes los cuales fueron utilizados para el análisis. Obtuvo como resultados 3 tipos de relación de amortiguamiento, tipo SRB (movimiento horizontal del sótano y la rotación), tipo RB (movimiento de rotación del sótano) y tipo B (movimiento horizontal del sótano más el movimiento de balanceo); siendo el valor del amortiguamiento estructural predominante para los 3 tipos del 2%.

Por su parte Salinas, Rodríguez y Sánchez (2013), en su artículo científico denominado “Ensayes en mesa vibratoria de edificios miniatura con muros estructurales de concreto convencionales y autocentrados”, publicado por la revista de Ingeniería Sísmica en México, tuvo como objetivo conseguir valores reales del desempeño sísmico, entre ellos el porcentaje de amortiguamiento de edificios miniatura de muros estructurales. Para ello, realizó 3 especímenes miniatura de 5 pisos diseñados como sistemas “muro-marco” (sistema dual), los cuales fueron ensayados en una mesa vibratoria. En sus resultados obtuvieron que, para el espécimen A1 (muro autocentrado), los porcentajes de amortiguamiento son de 1.5% y 2.0% para el primer y segundo modo respectivamente; para el espécimen A2 (muro autocentrado), el porcentaje de amortiguamiento en el modo predominante fue de 4%; y para el espécimen E1 (muro convencional), los porcentajes de amortiguamiento fueron de 1.5% y 3.0% para el primer y segundo modo. Por ello, señalan que el valor más conservador del amortiguamiento estructural del concreto es del 2%, ya que al utilizar porcentajes mayores se estará subestimando de manera importante los desplazamientos laterales de la estructura.

Asimismo, Valderrama y Meza (2014), en su tesis denominada “Influencia de la interacción suelo-estructura en la reducción de esfuerzos de una edificación aporricada con

zapatas aisladas”, tuvo como propósito analizar las fuerzas internas (fuerzas axiales, fuerzas cortantes y momento flector) de 2 edificaciones con y sin interacción suelo-estructura. Para ello, realizó modelaciones sísmicas en función del cambio de zona sísmica (Lima y Junín), cambio de porcentajes de amortiguamiento (2% y 5%), y cambios de tipos de análisis sísmicos (estático, dinámico y tiempo-historia), a través del software SAP 2000 V.15. En sus resultados demuestran que, al utilizar el 2% del amortiguamiento en el análisis sísmico dinámico sin interacción suelo-estructura en Lima, las derivas máximas aumentan en la dirección “X” en un 17.14%, y en la dirección “Y” en un 18.57%. Los resultados para el mismo tipo de análisis, pero realizado en Junín-Huancayo, fue que para la dirección “X” las derivas máximas también aumentan en un 15.71%, y en la dirección “Y” en un 17.14%. Por lo que recomiendan usar el 2% para el amortiguamiento estructural, ya que de esta manera el diseño será más conservador.

De igual forma; Flores, Lino, Mesía y Ramírez (2012), en su tesis denominada “Rediseño del módulo típico del colegio emblemático Joaquín Capelo utilizando el 2% de amortiguamiento para el concreto armado en la dirección aportificada”, tuvo como finalidad analizar el comportamiento sísmico de dicho colegio utilizando valores del amortiguamiento entre 0.5% y 5%, y rediseñarlo utilizando el 2%. Para ello, primero realizó los espectros de diseño para el amortiguamiento entre 0.5% y 5% mediante el programa Seismo Signal V.4.3.0; y luego efectuó el diseño y modelación de la estructura a través del programa ETABS V.9.5.0. En sus resultados obtuvieron, que al analizar a la estructura con el 2% en comparación del 5% del amortiguamiento, las derivas máximas en la dirección “X-X” (pórticos de concreto) aumentan en un 13.54%, y en “Y-Y” (albañilería) en un 8.50%; siendo necesario rigidizar la estructura mediante la ampliación de las dimensiones de las columnas, aumentando el costo del proyecto en un 10.03%. Por ello, concluyen diciendo que para edificaciones de concreto armado de hasta 7 pisos, el valor del amortiguamiento estructural se aproxima al 2%.

Finalmente, como expresa Guzmán (2013), en su tesis denominada “Análisis y diseño estructural con interacción suelo estructura (ISE) del edificio multifamiliar Buena Vista en la ciudad de Lima con un sistema dual para un sismo severo con amortiguamiento del 2% y secciones de muros agrietados”, tuvo como objetivo estudiar el comportamiento de la estructura mediante la interacción suelo-estructura utilizando 2% del amortiguamiento. Para ello, realizó el modelamiento sísmico con y sin interacción suelo estructura empleando el software ETABS. En sus resultados obtiene que, las máxima derivas del modelo dinámico sin interacción suelo-estructura más el 2% del amortiguamiento, fueron de 0.00120 para la dirección “X” y de 0.00308 para la dirección “Y”; además, en su conclusión muestra que el 42% de los muros estructurales resisten los esfuerzos a los que son sometidos durante un evento sísmico severo.

Luego de haber analizado los antecedentes, es necesario conocer algunos conceptos que se relacionan directamente con la investigación, como:

- **Análisis sísmico estático:** Este análisis se usa únicamente en las estructuras ubicadas en la zona sísmica 1, para estructuras regulares de no más de 30m de altura; y para muros de concreto armado, albañilería armada o confinada de no más de 15m de altura, aun cuando sean irregulares (MVCS, 2019). La fuerza cortante total en la base se obtiene mediante la siguiente fórmula:

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

*Ecuación 1. Fuerza cortante en la base*

El valor de C/R debe ser mayor o igual que 0.11.

Donde:

- V: Fuerza cortante en la base de la estructura.
- Z: Factor de zona.
- U: Factor de uso de la edificación.
- C: Factor de amplificación sísmica.
- S: Factor de amplificación del suelo.
- R: Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas.
- P: Peso sísmico.

Las fuerzas sísmicas por piso se consiguen mediante la siguiente expresión: (MVCS, 2019)

$$F_i = \alpha_i * V$$

*Ecuación 2. Distribución de fuerzas en altura*

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

*Ecuación 3. Cálculo de  $\alpha_i$ .*

Para T menor o igual a 0,5 segundos:  $k = 1$ , para T mayor que 0,5 segundos se consideró la siguiente expresión: (MVCS, 2019)

$$k = (0.75 + 0.5T) \leq 2$$

*Ecuación 4. Cálculo del k*

- **Análisis sísmico dinámico modal-espectral:** Se emplea para todas las estructuras que no cumplan con las consideraciones del análisis estático. Este tipo de análisis se realiza combinando los modos de vibración de la estructura (considerando los modos de vibración cuya suma de masa efectivas es mayor o igual al 90% de la masa total) con la aceleración espectral (empleando un espectro inelástico de pseudo-aceleraciones), y mediante las reglas de combinación cuadrática SRSS y CQC (MVCS, 2019). El espectro de pseudo-aceleraciones, se consiguen mediante la siguiente expresión:

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

*Ecuación 5. Espectro inelástico de pseudo-aceleración*

Por otro lado, para el desarrollo del presente estudio también se debe conocer acerca de los parámetros empleados en el análisis sísmico de edificaciones, como los siguientes:

- **Factor de zona (Z):** Se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada en el territorio peruano y se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad, los cuales se muestran en la figura 1 (MVCS, 2019).

**Figura 1**

*Zonas sísmicas del Perú*



Nota: Fuente (MVCS, 2019)

- **Factor de uso o importancia (U):** Este valor clasifica a las estructuras de acuerdo con su uso o importancia, dividiéndolas en 4 categorías (A, B, C y D), siendo la categoría “A” para edificaciones esenciales como las instituciones educativas (MVCS, 2019). Asimismo, los valores para el factor de uso se detallan en la tabla N° 5 de la Norma Peruana E030.

- **Factor de amplificación del suelo (S):** Según la NTP E030 (2019), el factor depende de las condiciones geotécnicas de los perfiles de suelos y está en función de las zonas sísmicas y de los perfiles de suelo; siendo 4 los perfiles de suelo: Roca dura, roca o suelos muy rígidos, suelos intermedios y suelos blandos. Del mismo modo, en las tablas N° 3 y 4 de la Norma Peruana E030 se especifican los factores y periodos del suelo.
- **Factor de amplificación sísmica (C):** Está en función del periodo fundamental de la estructura “T”, y los periodos TP y TL (MVCS, 2019).

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

Ecuación 6: Periodo fundamental de la estructura

$$T < T_P \quad C = 2.5$$

Ecuación 7. Factor de amplificación para  $T < T_P$

$$T_P < T < T_L \quad C = 2.5 * \left( \frac{T_P}{T} \right)$$

Ecuación 8. Factor de amplificación para  $T_P < T < T_L$

$$T > T_L \quad C = 2.5 * \left( \frac{T_P * T_L}{T^2} \right)$$

Ecuación 9. Factor de amplificación para  $T > T_L$

- **Coefficiente de reducción sísmica (R):** Como señala la NTP E030 (2019), este coeficiente está en función del coeficiente básico de reducción sísmica (R0) y los factores de irregularidad en altura (Ia) y en planta (Ip). Al respecto, los valores de R0, Ia e Ip; se encuentran en las tablas N° 7, 8 y 9 de la Norma Peruana E030.

$$R = R_0 * I_a * I_p$$

Ecuación 10. Coeficiente de reducción sísmica

- **Peso sísmico (P):** El peso sísmico, se calcula adicionando a la carga permanente un porcentaje de la carga viva o sobrecarga. Para el caso de esta investigación, se usaron los siguientes valores:

- En edificaciones de las categorías A y B, se tomará el 50 % de la carga viva.
- En azoteas y techos en general se tomará el 25 % de la carga viva (MVCS, 2019).

Por último, la verificación del análisis sísmico se dió mediante los límites máximos de la distorsión del entrepiso, empleando la siguiente tabla:

**Tabla 1**

*Límites para la distorsión del entrepiso*

<b>Material predominante</b>	<b>(<math>\Delta_i/h_{ei}</math>)</b>
Concreto armado	0.007
Acero	0.010
Albañilería	0.005
Madera	0.010
Edificios de concreto armado con ductilidad limitada	0.005

Nota: Fuente (MVCS, 2019)

- **Amortiguamiento Estructural:** Como afirma Colqui (2018), el amortiguamiento estructural es el resultado de la fricción interna y disipación de energía del material de los elementos estructurales, produciendo deformaciones elásticas y plásticas. Asimismo, Chopra (2014), menciona que el amortiguamiento y por ende la disipación de la energía depende de varios factores, como la fricción entre elementos de concreto, apertura y cierre de micro fisuras en el concreto y la fricción entre la propia estructura y los elementos no estructurales; por ello, el amortiguamiento se representa por lo general de forma idealizada.

Por lo antes mencionado, y siendo las estructuras de concreto armado y albañilería uno de los sistemas estructurales más utilizados en el país, se justificó la presente investigación, la cual ha realizado la comparación del análisis sísmico que tiene como indicadores a las respuestas de la estructura y fuerzas internas del Colegio Estatal de Oxamarca ubicado en la provincia de Celendín-Cajamarca, al utilizar el 2% del amortiguamiento estructural respecto al y 5%. El colegio presenta 3 módulos de un solo nivel, y cada módulo cuenta con un sistema estructural mixto, en la dirección “X” es de pórticos y en la dirección “Y” el sistema predominante es de albañilería, en este sentido la comparación del análisis sísmico se realizó en los 3 módulos. Asimismo, la presente investigación se basó en antecedentes que demostraron que el valor del amortiguamiento estructural se acerca al 2% para edificaciones de concreto armado con interacción suelo-estructura, pero esta investigación además trató de observar que pasaría al utilizar 2% del amortiguamiento en suelo rígido.

En este sentido, la presente investigación buscó dar como aporte teórico demostrar que el porcentaje de amortiguamiento estructural correspondiente a estructuras de concreto armado es del 2%, siendo este valor una característica importante en el análisis sísmico, pues genera mayores respuestas de la estructura y fuerzas internas en los elementos estructurales. Además, contribuyó de forma práctica pues los resultados obtenidos permiten a profesionales estructuristas, quienes tomando como base esta investigación y su respectivo criterio opten por asumir el valor del amortiguamiento como 2% en edificaciones de concreto. Asimismo, apoyó de forma académica ya que sirvió como referencia para futuras investigaciones que quieran continuar la investigación científica en la rama de la ingeniería sismorresistente y específicamente en el tema del amortiguamiento estructural del concreto armado.

## CAPÍTULO II. MÉTODO

Para el desarrollo del presente estudio, se tuvo como elementos metodológicos a la pregunta de investigación: ¿En qué porcentaje aumenta el análisis sísmico que tiene como indicadores a las respuestas de la estructura y fuerzas internas del Colegio Estatal de Oxamarca, Provincia de Celendín – Cajamarca, al utilizar 2% del amortiguamiento estructural respecto al 5%? De igual modo estuvo el objetivo general, el cual consistió en comparar el análisis sísmico que tiene como indicadores a las respuestas de la estructura y fuerzas internas del Colegio Estatal de Oxamarca al utilizar 2% del amortiguamiento estructural respecto al 5%; y para ello primero se tuvo que cumplir con los siguientes objetivos específicos: realizar el análisis sísmico utilizando 5% del amortiguamiento estructural, del mismo modo realizar el análisis sísmico utilizando 2% del amortiguamiento estructural del Colegio Estatal de Oxamarca; seguidamente comparar las respuestas de la estructura, tales como desplazamientos máximos, derivas, periodos de vibración y cortante basal dinámica del Colegio Estatal de Oxamarca, al utilizar 2% del amortiguamiento estructural respecto al 5%; y por último comparar las fuerzas internas (fuerza axial, fuerza cortante y momento flector) de las columnas más desfavorables (7'D, 4F, 8F y 2'B) del Colegio Estatal de Oxamarca, al utilizar 2% del amortiguamiento estructural respecto al 5%. Finalmente, como respuesta a la pregunta de investigación se planteó la siguiente hipótesis: el análisis sísmico que tiene como indicadores a las respuestas de la estructura y fuerzas internas del Colegio Estatal de Oxamarca, Provincia de Celendín – Cajamarca, aumenta entre el 10% y 20% al utilizar 2% del amortiguamiento estructural respecto al 5%.

Por otro lado, el enfoque considerado para la investigación es cuantitativo, porque según Borja (2012) los estudios cuantitativos se basan en la medición numérica representándose mediante cantidades y métodos estadísticos, y al respecto la hipótesis de la presente investigación se representó mediante cantidades y porcentajes.

Seguidamente, el tipo de investigación de acuerdo a la metodología para demostrar la hipótesis es del tipo descriptivo, ya que según Hernández, Fernández y Baptista (2010) un estudio descriptivo busca especificar las propiedades y características de procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis evaluando las variables independientemente; y la actual investigación consistió en evaluar la variación del análisis sísmico respecto al porcentaje del 2% y 5% del amortiguamiento estructural de forma independiente. Del mismo modo, según el conocimiento perseguido la investigación se enmarca dentro del tipo aplicada; pues como menciona Muntané (2010), una investigación aplicada busca utilizar el conocimiento ya adquirido a través de las investigaciones básicas para modificar la realidad problemática, por ello depende de un marco teórico; en este sentido esta investigación se sustenta en el marco teórico y antecedentes que hacen referencia al amortiguamiento estructural con el valor del 2% para estructuras de concreto armado.

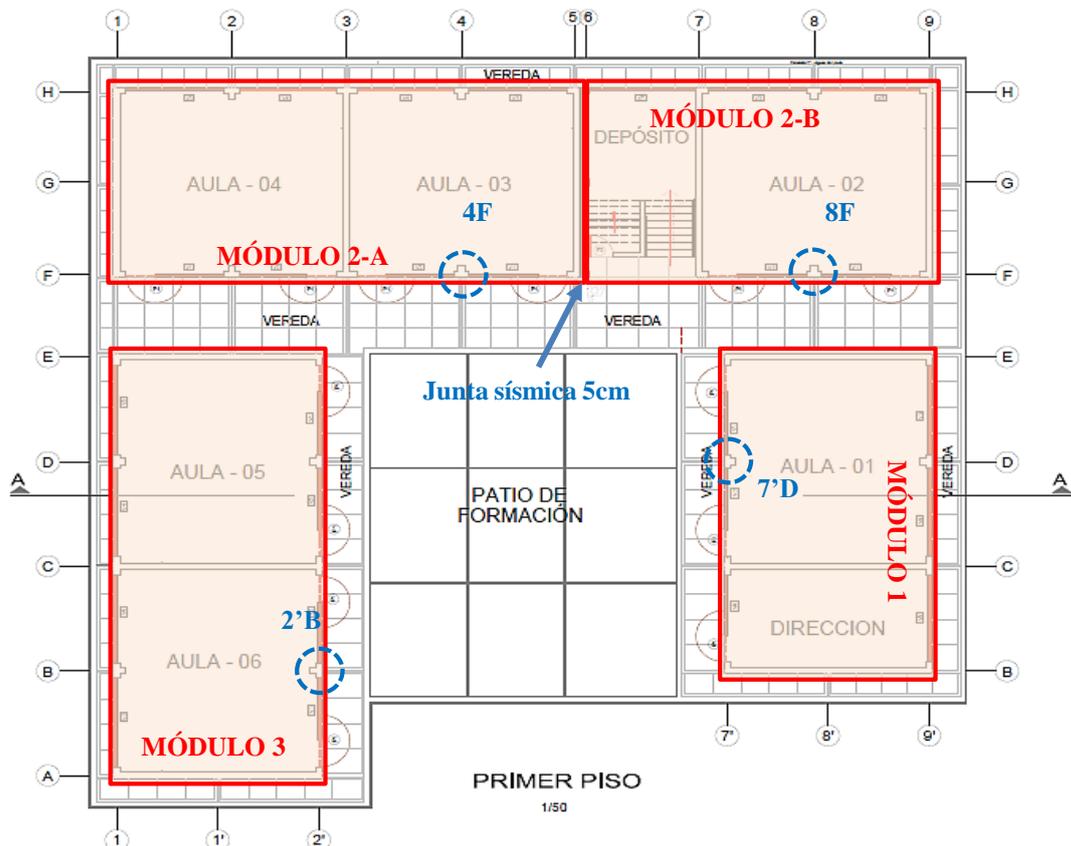
De la misma forma, la presente investigación planteó un diseño no experimental, puesto que Hernández, Fernández y Baptista (2010) señalan que la investigación no experimental se realiza sin la manipulación intencional de las variables, y en esta investigación solo se realizó la comparación de dos variables, mas no hubo ninguna manipulación de estas. Por último, la actual investigación presenta un corte transversal, debido a que según Hernández, Fernández y Baptista (2010), este tipo de estudio recolecta datos en un solo momento, en un único tiempo; y en la tesis se recogió los datos en un único momento.

En cuanto a los participantes de la investigación, la población estuvo constituida por la edificación de concreto armado del Colegio Estatal de Oxamarca, De igual forma, la muestra se determinó por muestreo no probabilístico y por conveniencia, la cual estuvo conformada por los 3 módulos del Colegio Estatal de Oxamarca; a los cuales se les denominó módulo 1, módulo 2 y módulo 3. Sin embargo, el módulo 2 por contar con una junta sísmica, se dividió en módulo 2A y módulo 2B. A continuación, se detalló las características de la muestra, además se indicó

las columnas más desfavorables para el análisis de sus fuerzas internas, las cuales fueron 7'D, 4F, 8F y 2'B.

**Figura 2**

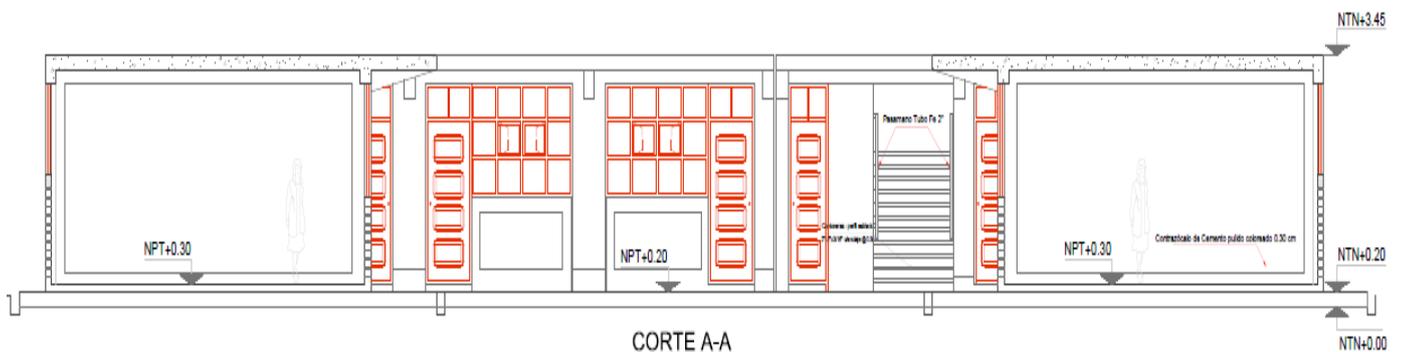
*Planta típica del Colegio Estatal de Oxamarca*



Nota: Detalle de los módulos y columnas más desfavorables para el análisis de la presente investigación (Plano Arquitectura de la Reconstrucción Colegio Estatal de Oxamarca, 2007)

**Figura 3**

*Corte longitudinal del Colegio Estatal de Oxamarca*



Nota: Características en altura de la muestra para la presente investigación (Plano Arquitectura de la Reconstrucción Colegio Estatal de Oxamarca, 2007)

Dentro de la población, es necesario especificar que la institución educativa estuvo conformada por dos sistemas estructurales definidos a partir de la norma sismorresistente E030, en la dirección “X” para todos los módulos las columnas son las que resisten más del 80% de la fuerza cortante, por lo tanto, corresponde al sistema estructural de “Pórticos de concreto armado”. En cambio, para la dirección “Y” los muros son los que resisten más 70% de la fuerza cortante, en este caso pertenece a muros de albañilería confinada, por lo tanto, corresponde al sistema estructural de “Albañilería”.

Por otra parte, se planteó las técnicas e instrumentos para la recolección de datos y análisis de datos, para ello se detalló primeramente un cuadro resumen:

**Tabla 2**

*Cuadro resumen de las técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos*

	<b>Técnica</b>	<b>Instrumento</b>
<b>Recolección de datos</b>	Extracción de información técnica.	- Ficha 1: Ficha de recolección de parámetros sísmicos. - Ficha 2: Ficha de chequeo de datos técnicos. - Reglamento nacional de edificaciones (RNE).
<b>Análisis de datos</b>	Modelamiento sísmico.	- Programa computacional ETABS V.16.2.1. - Hojas de EXCEL.

Primeramente, se tiene como técnica de recolección de datos a la extracción de información técnica del proyecto, la cual consistió en la revisión a detalle de los planos de ubicación, arquitectura, estructuras y cimentaciones; asimismo de las características y dimensiones de los elementos estructurales del Colegio Estatal de Oxamarca.

En cuanto a los instrumentos de recolección de datos, el primero fue la ficha 1 “**Ficha de recolección de parámetros sísmicos**”, la cual se encuentra en el **anexo 4**, y se dividió en 7 ítems. En el ítem 1, se detalló las características de la zonificación sísmica, en el ítem 2 y 3 se

definió los sistemas estructurales en X-X y Y-Y, en el ítem 4 se especificó la categoría de la edificación, en el ítem 5 se determinó las condiciones del suelo, en el ítem 6 y 7 se detalló las irregularidades en altura y planta respectivamente. El segundo instrumento fue la ficha 2 **“Ficha de chequeo de datos técnicos”**, la cual se encuentra también en el **anexo 4**; esta ficha se dividió en 6 ítems, en el ítem 1 se detalló las consideraciones de cargas muertas y sobrecargas; en el ítem 2, la resistencia requerida según la norma E-060; en el ítem 3, las características del material de concreto armado; en el ítem 4, las dimensiones de los elementos estructurales para el eje “X-X”; en el ítem 5, las características del material de albañilería; y en el ítem 6, las dimensiones de los elementos estructurales para el eje “Y-Y”. Por último, el tercer instrumento fue el **reglamento nacional de edificaciones (RNE)**, del cual se utilizó las normas más actualizadas, específicamente la norma sismorresistente E-030, para las características y parámetros sísmicos de la edificación; la normativa de cargas E-020, para las consideraciones de carga muerta y viva; la norma de concreto armado E-060, para la resistencia requerida de la edificación como combinaciones de carga y para las propiedades del material de concreto armado; y la norma de albañilería E-070, para las propiedades de la albañilería.

De la misma manera, la técnica para el análisis de datos fue el modelamiento sísmico, el cual nos permitió simular y representar las características de la edificación a través de la idealización virtual, con el fin de obtener la respuesta de la estructura frente a los sismos.

Respeto a los instrumentos para el análisis de datos, el primero fue el programa computacional ETABS V.16.2.1., el cual se empleó para modelar y realizar el análisis sísmico estático y dinámico modal-espectral de la edificación. El segundo instrumento fueron las hojas de Excel, las cuales sirvieron para procesar los datos obtenidos del programa ETABS, como verificación de desplazamientos, derivas, porcentaje de masa participativa, periodos de la estructura, cortantes basal estática, cortante basal dinámica y fuerzas internas, como fuerzas axiales, fuerzas cortantes y momentos flectores de la estructura.

Por otra parte, para el **procedimiento de recolección de datos**, primero se realizó la extracción de información técnica y para ello se recopilaron los planos de ubicación, arquitectura, estructuras y cimentaciones del Colegio Estatal de Oxamarca. Luego, se procedió a la lectura de los planos verificando que todos guarden relación entre sí; asimismo, se examinó la distribución en planta del colegio y se los dividió en módulos; en el módulo 1, se encontró el aula 1 y la dirección; en el módulo 2A estuvieron las aulas 3 y 4, en el módulo 2B se encontró el aula 2 y la escalera; y por último en el módulo 3 estuvieron las aulas 5 y 6.

Seguidamente, se procedió con la aplicación de la ficha 1 “**Ficha de recolección de parámetros sísmicos**” (anexo 5), en donde se extrajo la zonificación sísmica (ubicación, región geográfica y factor de zona), los tipos de sistemas estructurales para X-X y Y-Y (material predominante, sistema estructural y coeficiente de reducción sísmica), la categoría de la edificación (número de pisos, tipo de edificación, categoría y factor de uso), las condiciones del suelo (perfil de suelo, factor de suelo y periodos TP y TL) y finalmente, los factores de las irregularidades en altura y planta. Cabe mencionar que los parámetros de sitio (condiciones de suelo) se obtuvieron a partir de las especificaciones técnicas de los planos de estructuras y cimentaciones, ya que no se contó con el estudio de mecánica de suelos. En la tabla 3, se detalló los parámetros de sitio y en la tabla 4 se especificó los parámetros usados en el modelamiento.

**Tabla 3**

*Parámetros de sitio*

Perfil de suelo	S2 (Suelo intermedio)
Descripción del perfil	Arena gruesa a media, suelo cohesivo compacto.
V. Prom. Ond. de corte ( $V_s$ )	180 m/s - 500 m/s
Factor de suelo ( $S$ )	1.20
Periodo TP	0.60 seg
Periodo TL	2.00 seg
Resistencia del terreno ( $\sigma_t$ )	3 kg/cm <sup>2</sup>

**Tabla 4**

*Parámetros sísmicos empleados en el modelamiento*

		Dirección “X”	Dirección “Y”
<b>Zonificación Sísmica</b>	Ubicación	Cajamarca – Celendín - Oxamarca	
	Zonificación sísmica	Zona 2	Zona 2
	Factor de zona	Z = 0.25	Z = 0.25
<b>Sistema Estructural</b>	Material predominante	Concreto Armado	Albañilería confinada
	Sistema estructural	Pórticos de concreto armado	Albañilería
	Coefficiente de reducción sísmica	R = 8	R = 3
	Factor de irregularidad en altura	Ia = 1	Ia = 1
	Factor de irregularidad en planta	Ip = 1	Ip = 1
	<b>Categoría de la Edificación</b>	N° de pisos	1
	Tipo de edificación	Esencial (A2)	Esencial (A2)
	Factor de uso	U = 1.50	U = 1.50
<b>Condiciones de Suelo</b>	Perfil de suelo	S2	S2
	Periodo TP	0.60 seg	0.60 seg
	Periodo TL	2.00 seg	2.00 seg
	Factor de suelo	S = 1.20	S = 1.20
		Altura total: $h_n$	3.65 m
<b>Condiciones Sísmicas</b>	Coefficiente del periodo fundamental: $C_T$	60	60
	Periodo fundamental: T	0.06 seg	0.06 seg
	Factor de amplificación sísmica	C = 2.5	C = 2.5

Igualmente, se aplicó la ficha 2 “**Ficha de chequeo de datos técnicos**” (anexo 5) a cada uno de los 3 módulos del colegio, obteniendo las consideraciones de cargas muertas (peso del aligerado, cielo raso y acabados) y sobrecargas (aulas, pasadizos y techo). Igualmente, se obtuvo la resistencia requerida (combinaciones de carga) según la norma E-060, las características de los materiales, como la resistencia a la compresión  $f'_c$  y  $f'_m$  (planos de estructuras y cimentaciones), el peso unitario del concreto armado y albañilería (norma E-020), el módulo de elasticidad del concreto armado (norma E-060) y el módulo de elasticidad de la

albañilería (norma E-070); el módulo de poisson de 0.15 para el concreto (norma E-060) y de 0.25 para la albañilería (libro de Oviedo, 2016); finalmente las dimensiones de los elementos estructurales para la dirección “X” y “Y” (losas, columnas, vigas y muros de albañilería).

**Tabla 5**

*Consideraciones técnicas empleados en el modelamiento*

<b>Consideraciones de Carga</b>	Carga Muerta	Aligerado h=0.20 m	300 kg/m <sup>2</sup>	NTE E-020
		Cielo raso	20 kg/m <sup>2</sup>	Planos
		Acabados	100 kg/m <sup>2</sup>	NTE E-020
	Carga Viva	Aulas	250 kg/m <sup>2</sup>	NTE E-020
		Pasadizos	400 kg/m <sup>2</sup>	NTE E-020
		Techo	100 kg/m <sup>2</sup>	NTE E-020
<b>Características de los Materiales</b>	Dirección “X”	Resistencia del concreto	F’c = 210 kg/cm <sup>2</sup>	Planos
		Módulo de elasticidad	E = 15000√210 kg/cm <sup>2</sup>	NTE E-060
	Pórticos	Módulo de poisson	U = 0.15	NTE E-060
		Peso Unitario	2400 kg/m <sup>3</sup>	NTE E-020
	Dirección “Y”	Resistencia de la albañilería	F’m = 45 kg/cm <sup>2</sup>	Planos
		Módulo de elasticidad	E = 500(45) kg/cm <sup>2</sup>	NTE E-070
	Albañilería	Módulo de poisson	U = 0.25	(Oviedo , 2016)
		Peso Unitario	1800 kg/m <sup>3</sup>	NTE E-020
<b>Resistencia Requerida</b>	U1 = 1.4(CM) + 1.7(CV)			NTE E-060
	U2 = 1.25(CM+CV) +- CS			
	U3 = 0.90(CM) +- CS			

Del mismo modo, se detalló el **procedimiento de análisis de datos**, empezando por el modelamiento sísmico en el programa computacional ETABS, en este programa se realizó el análisis sísmico estático y dinámico modal-espectral de los 3 módulos del colegio estatal de Oxamarca empleando 2% y 5% del amortiguamiento estructural. Resaltando que el análisis sísmico estático solo se realizó con la finalidad de corroborar que la cortante dinámica sea

mayor al 80% de la cortante estática, ya que los resultados presentados en la investigación serán los del análisis sísmico dinámico.

El modelamiento sísmico comenzó definiendo las unidades y la creación de las grillas en la interfaz del programa, seguidamente se determinó las propiedades de los materiales de concreto armado y albañilería, y se crearon las secciones de las vigas, columnas, losas y muros. Posteriormente se dibujó los elementos estructurales en las grillas creadas anteriormente, se definieron y asignaron las cargas de gravedad (carga muerta y viva) en las losas, asimismo se establecieron a las losas como “diafragmas rígidos” y a los muros como “piers”, con el objetivo de hacer que los muros trabajen como un solo bloque. Luego, se discretizaron los muros de albañilería de forma interna en el programa, dividiéndolos en áreas de 1m, con la finalidad de que el software logre mayor precisión, y a la unión viga-columna se le asignó un brazo rígido con valor de 0.50 m. Después, se creó el espectro de aceleración para la dirección “X” y “Y”, se asignaron los patrones de carga de las fuerzas sísmicas estáticas, se designaron el porcentaje del peso sísmico según la Norma E-030. Finalmente, se ingresó los casos de carga dinámicos para el sismo en la dirección “X” y ”Y” incluyendo en este paso el porcentaje de amortiguamiento del 2% o 5%, asimismo se ingresaron las combinaciones de carga requeridas según las Norma E-060. Todos los pasos del procedimiento de datos (modelamiento en ETABS), se puntualizan en el **anexo 3**.

Posteriormente al modelamiento, se emplearon las hojas de Excel para el procesamiento de los datos obtenido del software ETABS, como fueron la obtención de los desplazamiento y derivas máximas, el periodo fundamental de vibración, las cortantes basales dinámicas y las fuerzas internas (fuerza axial, fuera cortante y momento flector) de cada uno de los módulos del colegio (módulo 1, 2A, 2B y 3).

De esta manera, primero se procedió a obtener los desplazamientos y derivas reales de la estructura para la dirección “X” y “Y” y para el 5% y 2% del amortiguamiento estructural,

para ello se multiplicaron los desplazamientos y derivas elásticas por  $0.75R$ , debido a que el colegio era una estructura regular. Asimismo, se comprobó que las derivas máximas no sobrepasen el valor de 0.007 en la dirección X” (sistema de pórticos), y de 0.005 en la dirección Y (sistema de albañilería), según lo indica la norma E-030. Igualmente, se obtuvo el periodo de vibración máximo de la estructura, verificando que los 3 primeros períodos de la estructura no sean mayores a los 5 segundos. Además, se comprobó que el porcentaje de masa participativa de los modos de vibración sea por lo menos del 90%, y se procedió a obtener la cortante basal estática y dinámica para la dirección “X” y “Y”, y comprobar que la cortante dinámica máxima se mayor al 80% de la cortante estática, cumpliéndose esta condición en todos los módulos del colegio, por ello no fue necesario amplificar los espectros de aceleración. Finalmente, se obtuvieron las fuerzas internas de las columnas más críticas del colegio, las cuales fueron 7'D, 4F, 8F y 2'B, para el 2% y 5% del amortiguamiento estructural.

Finalmente, se debe mencionar que la presente investigación se sustentó en los principios de la ética, puesto que, al ser una tesis descriptiva, solo está orientada al manejo de datos técnicos, garantizando así que no hubo daños a los seres humanos ni al medio ambiente. Del mismo modo, se respetó la propiedad intelectual, mediante la citación en formato APA de todas las fuentes consultadas para esta investigación, respetando de esta manera la política antiplagio. Además, se obtuvo la carta de autorización con la firma de consentimiento del proyectista (**anexo 6**), para utilizar los planos de ubicación, arquitectura, estructuras y cimentaciones del Colegio Estatal de Oxamarca, con fines académicos; garantizando la confidencialidad en el manejo de la información y que no se alteró los datos del proyecto. Por último, se tuvo la responsabilidad y transparencia al momento de la recopilación y análisis de datos, comprometiéndose a presentar los resultados sin alterar los datos reales.

### CAPÍTULO III. RESULTADOS

A continuación, se muestra los resultados de la respuesta de la estructura (desplazamientos, derivas, periodos de vibración y cortante basal dinámica) y fuerzas internas (fuerzas axiales, fuerzas cortantes y momento flector), correspondiente a los módulos 1, 2A, 2B y 3 frente al análisis sísmico dinámico para el 2% y 5% del amortiguamiento estructural.

Al respecto, se presentó como primeros resultados a los máximos desplazamientos por piso de la estructura para el 5% y 2% del amortiguamiento estructural, para la dirección “X” (tabla 6) y “Y” (tabla 7), corregidos por 0.75R por ser una estructura regular. Además, cabe mencionar que el porcentaje de aumento corresponde al 2% del amortiguamiento en comparación con el 5%.

**Tabla 6**

*Desplazamientos máximos para la dirección “X” (Pórticos)*

Módulo	N° Piso	% Amortiguamiento estructural	Desplazamiento (mm)	Porcentaje de aumento
Módulo 1	Piso 1	5%	8.13	22.73 %
		2%	9.98	
Módulo 2A	Piso 1	5%	8.13	22.73 %
		2%	9.98	
Módulo 2B	Piso 1	5%	6.33	22.75 %
		2%	7.77	
Módulo 3	Piso 1	5%	8.17	22.76 %
		2%	10.03	

**Tabla 7**
*Desplazamientos máximos para la dirección “Y” (Albañilería)*

Módulo	N° Piso	% Amortiguamiento estructural	Desplazamiento (mm)	Porcentaje de aumento
Módulo 1	Piso 1	5%	0.81	19.78 %
		2%	0.97	
Módulo 2A	Piso 1	5%	0.90	22.81 %
		2%	1.10	
Módulo 2B	Piso 1	5%	0.74	29.18 %
		2%	0.96	
Módulo 3	Piso 1	5%	1.03	31.22 %
		2%	1.35	

De igual forma, se encuentran los resultados correspondientes a las derivas máximas por piso de la estructura para el 5% y 2% del amortiguamiento estructural, y para la dirección “X” (tabla 8) y “Y” (tabla 9), corrigiendo las derivas por  $0.75R$ . Asimismo, se presentó el porcentaje de aumento correspondiente al 2% del amortiguamiento en comparación con el 5%.

**Tabla 8**
*Derivas máximas para la dirección “X” (Pórticos)*

Módulo	N° Piso	% Amortiguamiento estructural	Deriva	Verificación con E-030	Porcentaje de aumento
Módulo 1	Piso 1	5%	0.00223	Cumple	22.91 %
		2%	0.00274	Cumple	
Módulo 2A	Piso 1	5%	0.00223	Cumple	22.91 %
		2%	0.00274	Cumple	
Módulo 2B	Piso 1	5%	0.00283	Cumple	22.93 %
		2%	0.00347	Cumple	
Módulo 3	Piso 1	5%	0.00224	Cumple	22.79 %
		2%	0.00275	Cumple	

**Tabla 9**
*Derivas máximas para la dirección "Y" (Albañilería)*

Módulo	Nº Piso	% Amortiguamiento estructural	Deriva	Verificación con E-030	Porcentaje de aumento
Módulo 1	Piso 1	5%	0.00022	Cumple	20.41 %
		2%	0.00027	Cumple	
Módulo 2A	Piso 1	5%	0.00025	Cumple	22.94 %
		2%	0.00030	Cumple	
Módulo 2B	Piso 1	5%	0.00023	Cumple	29.13 %
		2%	0.00030	Cumple	
Módulo 3	Piso 1	5%	0.00028	Cumple	30.95 %
		2%	0.00037	Cumple	

Seguidamente, en la tabla 10 se mostró el periodo máximo de vibración de la estructura correspondiente al modo N° 1, para el 5% y 2% del amortiguamiento estructural. Asimismo, el porcentaje de aumento fue 0%, ya que para ambos porcentajes de amortiguamiento el periodo de vibración es el mismo.

**Tabla 10**
*Periodos máximos de vibración*

Módulo	% Amortiguamiento estructural	Periodo (seg)	Porcentaje de aumento
Módulo 1	5%	0.20	0.00 %
	2%	0.20	
Módulo 2A	5%	0.20	0.00 %
	2%	0.20	
Módulo 2B	5%	0.17	0.00 %
	2%	0.17	
Módulo 3	5%	0.20	0.00 %
	2%	0.20	

De la misma manera, en la tabla 11 se detalló las cortantes basales máximas del primer piso, para la dirección “X” y ”Y”. Asimismo, se presentó el porcentaje de aumento correspondiente al 2% del amortiguamiento en comparación con el 5%.

**Tabla 11**

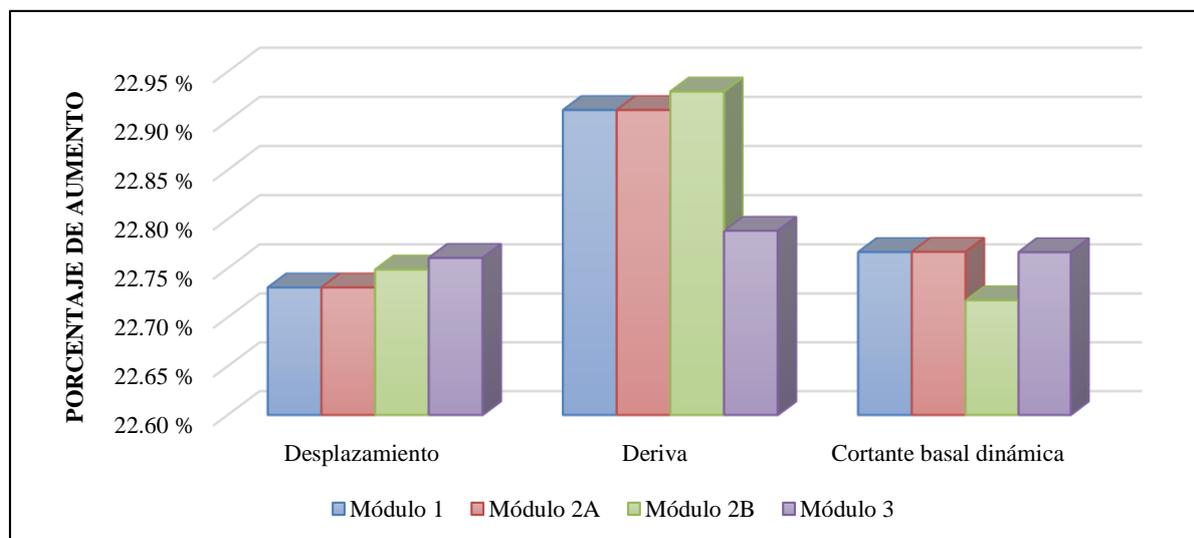
*Cortantes basales dinámicas máximas para “X” y “Y”*

Módulo	% Amortiguamiento estructural	Cortante basal		Porcentaje de aumento	
		X (tn)	Y (tn)	X	Y
Módulo 1	5%	15.35	32.90	22.77 %	15.01 %
	2%	18.84	37.84		
Módulo 2A	5%	19.17	51.12	22.77 %	22.77 %
	2%	23.53	62.76		
Módulo 2B	5%	15.75	39.43	22.72 %	15.07 %
	2%	19.33	45.37		
Módulo 3	5%	19.32	48.09	22.77 %	10.00 %
	2%	23.72	52.89		

Por último, en la figura 4 y 5 se mostró de forma resumida las respuestas de la estructura a partir del análisis sísmico, para la dirección “X” y “Y” respectivamente.

**Figura 4**

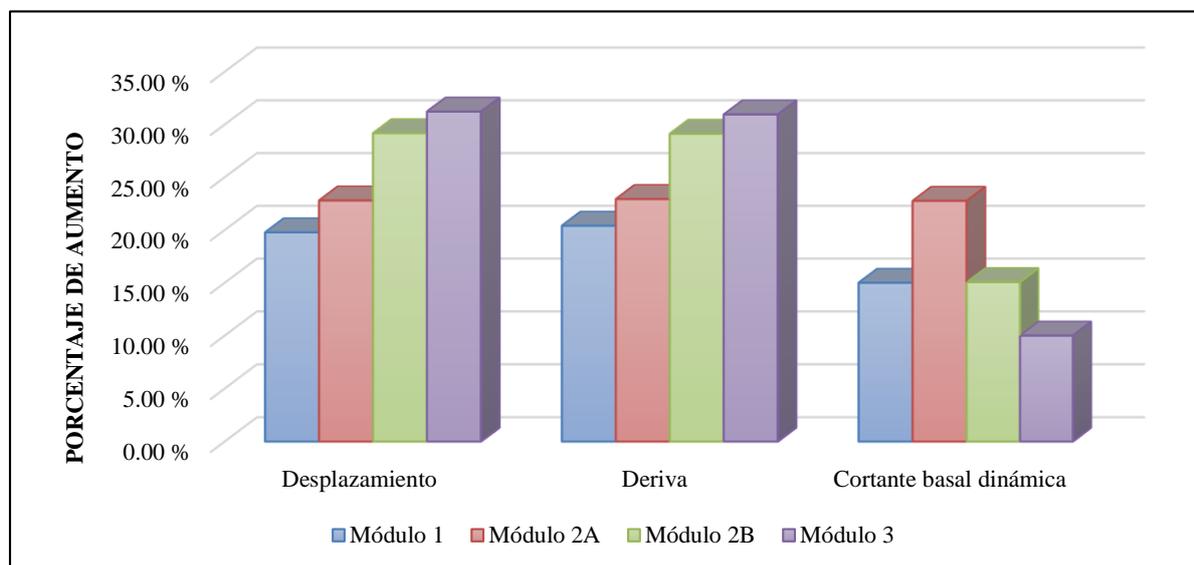
*Resumen de las respuestas de la estructura para “X” (Pórticos)*



Nota: Los porcentajes de aumento corresponden a las respuestas de la estructura con el 2% del amortiguamiento estructural, en comparación con el 5%.

**Figura 5**

*Resumen de las respuestas de la estructura para “Y” (Albañilería)*



Nota: Los porcentajes de aumento corresponden a las respuestas de la estructura con el 2% del amortiguamiento estructural, en comparación con el 5%.

Por otra parte, se analizó las fuerzas internas de la estructura (fuerza axial, fuerza cortante y momento flector) en la columna más desfavorable de cada módulo, la ubicación de dichas columnas se detalló anteriormente en la figura 2.

En la tabla 12, se presentó los resultados de las fuerzas internas de la columna 7'D, 4F, 8F y 2'B; para la dirección del sismo en “X” y ”Y” y para el 5% y 2% del amortiguamiento estructural. Asimismo, se especificó que el porcentaje de aumento corresponde al 2% del amortiguamiento en comparación con el 5%.

**Tabla 12**

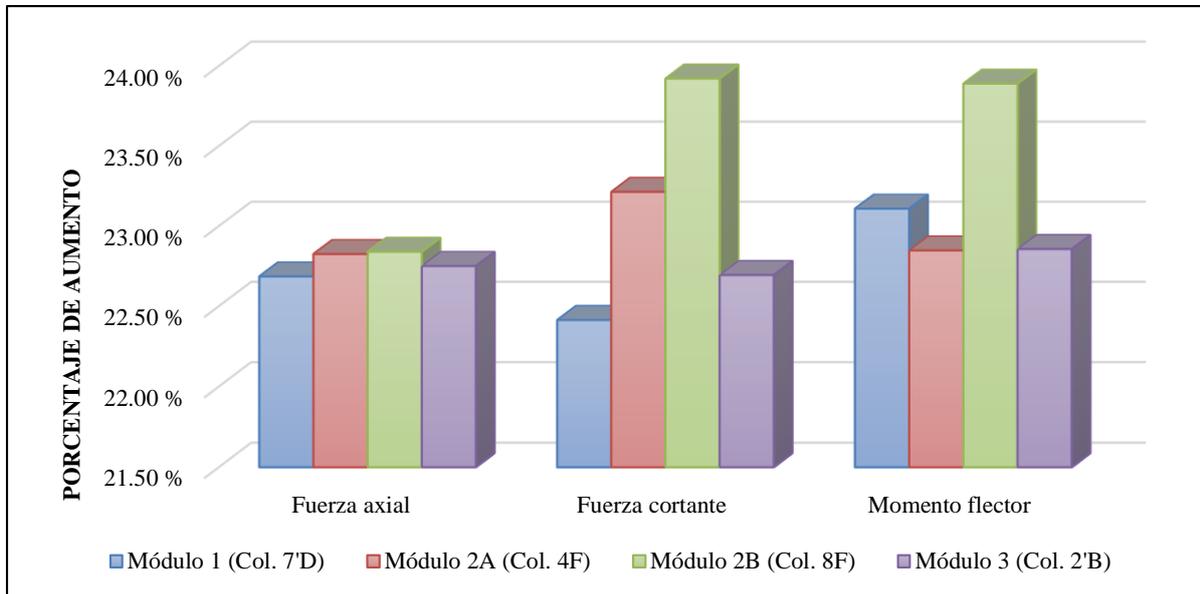
*Fuerzas internas de las columnas desfavorables para la dirección “X” y “Y”*

Módulo	Dirección del sismo	Fuerza axial (Tn)		Fuerza cortante (Tn)		Momento flector (Tn*m)	
		X	Y	X	Y	X	Y
Módulo 1 Col. 7'D	5%	0.0886	0.1836	0.0116	0.2933	0.0238	0.5791
	2%	0.1087	0.2092	0.0142	0.3347	0.0293	0.6608
	Porcentaje de aumento	22.69 %	13.94 %	22.41 %	14.12 %	23.11 %	14.11 %
Módulo 2A Col. 4F	5%	0.0920	0.2688	0.0168	0.4231	0.0337	0.8349
	2%	0.1130	0.3300	0.0207	0.5194	0.0414	1.0250
	Porcentaje de aumento	22.83 %	22.77 %	23.21 %	22.76 %	22.85 %	22.77 %
Módulo 2B Col. 8F	5%	0.0845	0.1583	0.0255	0.3432	0.0473	0.6108
	2%	0.1038	0.1742	0.0316	0.3771	0.0586	0.6710
	Porcentaje de aumento	22.84 %	10.04 %	23.92 %	9.88 %	23.89 %	9.86 %
Módulo 3 Col. 2'B	5%	0.0945	0.2423	0.0141	0.3798	0.0280	0.7497
	2%	0.1160	0.2579	0.0173	0.4047	0.0344	0.7987
	Porcentaje de aumento	22.75 %	6.44 %	22.70 %	6.56 %	22.86 %	6.54 %

Posteriormente, en las figuras 6 y 7 se mostró de forma resumida las fuerzas internas de la estructura para la dirección “X” y “Y” respectivamente.

**Figura 6**

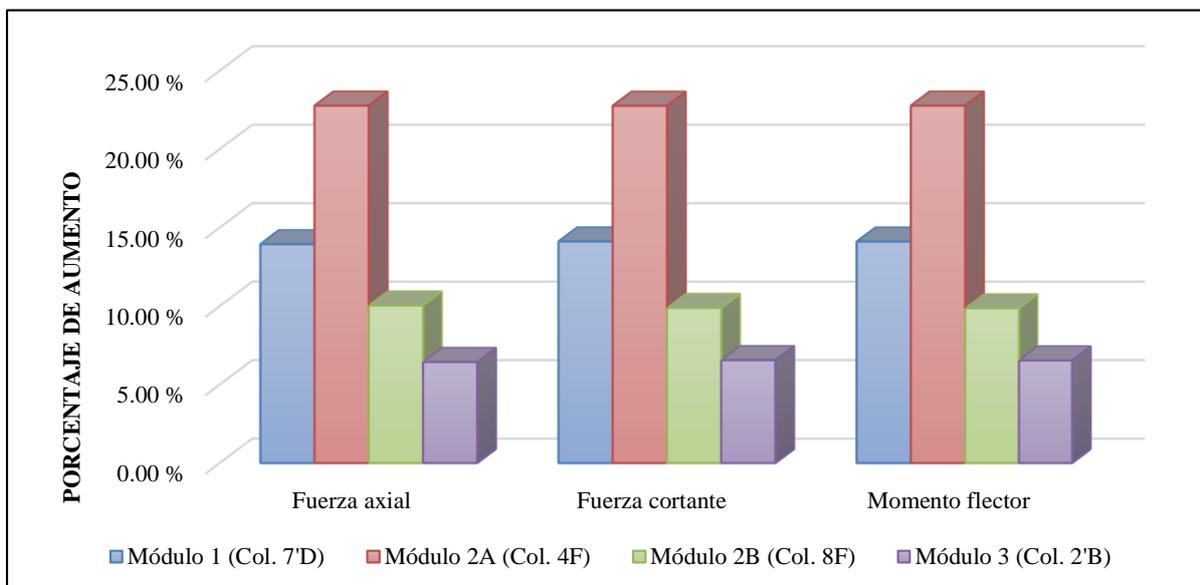
*Resumen de las fuerzas internas de la estructura para “X” (Pórticos)*



Nota: Los porcentajes de aumento corresponden a las fuerzas internas de la estructura con el 2% del amortiguamiento estructural, en comparación con el 5%.

**Figura 7**

*Resumen de las fuerzas internas de la estructura para “Y” (Albañilería)*



Nota: Los porcentajes de aumento corresponden a las fuerzas internas de la estructura con el 2% del amortiguamiento estructural, en comparación con el 5%.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Evitar el colapso de las estructuras frente a los sismos depende de su correcto análisis sísmico durante su concepción, siendo esta variable capaz de medirse a través de sus indicadores como son las respuestas de la estructura (desplazamientos, derivas, periodos de vibración y cortante basal) y las fuerzas internas de sus elementos estructurales (fuerzas axiales, fuerzas cortantes y momento flector). Por ello, la norma técnica de diseño sismorresistente E030 establece que se debe efectuar principalmente el control de derivas por piso de la estructura de acuerdo con el tipo de material predominante en cada dirección de análisis; para el caso del Colegio Estatal de Oxamarca la deriva máxima permitida por la norma E-030 en la dirección de pórticos “X” es de 0.007. De este modo, en la tabla 8 se mostraron los resultados de las derivas para la dirección “X” de cada uno de los módulos del colegio al usar el 5% y 2% del amortiguamiento estructural, los resultados mostraron que todos los módulos cumplen con la norma E-030 al tener derivas menores a 0.007, perteneciendo la máxima deriva al módulo 2B con 0.00283 para el 5% del amortiguamiento y de 0.00347 para el 2%.

De igual forma, para la dirección “Y” constituido por albañilería, la máxima deriva permitida por la norma E-030 es de 0.005; en la tabla 9 se mostraron los resultados de las derivas para la dirección “Y” de cada uno de los módulos del colegio, para el 5% y 2% del amortiguamiento estructural. Los resultados indicaron que todos los módulos cumplen con la norma al tener derivas menores a 0.005, siendo la máxima deriva del módulo 3 con 0.0028 para el 5% del amortiguamiento y de 0.0037 para el 2%.

Por otro lado, al comparar los resultados del capítulo anterior sobre los porcentajes de aumento de las respuestas y fuerzas internas de la estructura al utilizar 2% del amortiguamiento estructural respecto al 5%; se observó que para las respuestas de la estructura (figura 4 y 5), el módulo 3 del Colegio Estatal de Oxamarca es el que presentó mayor porcentaje de aumento en

desplazamientos y los módulos 2B y 3, mayor porcentaje de aumento en derivas; en cambio el módulo 2A es el que tuvo mayor porcentaje de aumento en la cortante basal dinámica. Igualmente, respecto a las fuerzas internas (figura 6 y 7), el módulo 2A también es el que presentó mayor porcentaje de aumento en las fuerzas axiales, fuerzas cortantes y momentos flectores.

Tras el desarrollo de la presente investigación se encontró que la principal limitación gira en torno a la recopilación de información, si bien es cierto que todos los parámetros para el análisis sísmico fueron recopilados a través de los planos del Colegio Estatal de Oxamarca y de las normativas vigentes del reglamento nacional de edificaciones, no se obtuvo el estudio de mecánica de suelos que nos permitiera corroborar los parámetros del suelo. Por ello, se ha creído conveniente trabajar con los datos del suelo indicados en las especificaciones técnicas de los planos de estructuras.

Asimismo, esta investigación solo ha llegado a comparar los desplazamientos, derivas, periodos de vibración, cortantes dinámicas y fuerzas internas de la estructura al utilizar 2% del amortiguamiento estructural respecto al 5%, a través del análisis sísmico dinámico modal – espectral; pudiendo realizar también el análisis dinámico tiempo – historia para que los resultados sean mucho más reales, pero este análisis no se efectuó porque no se contó con los registros sísmicos del departamento de Cajamarca.

A la vez, dentro de los puntos inciertos que dejó la presente investigación, se puede mencionar al porcentaje de variación del análisis sísmico usando el 2% de amortiguamiento estructural, pero para edificaciones mayores a 2 niveles de altura.

En cuanto a la interpretación comparativa, Morita (2006) y Salinas, Rodríguez y Sánchez (2013) señalan que el valor real y predominante del amortiguamiento estructural en edificaciones de concreto es del 2%, de lo contrario se estaría subestimando de manera importante los desplazamientos laterales de la estructura, y en la presente investigación se

verificó lo mencionado por estos autores al comprobar que al utilizar el 2% del amortiguamiento, las respuestas de la estructura (desplazamientos, derivas y cortantes dinámicas) de todos los módulos (módulo 1, 2A, 2B y 3) del Colegio Estatal de Oxamarca aumentan significativamente entre un 15% y 32%, como se detalló en las figuras 4 y 5. Asimismo, las fuerzas internas (fuerza axial, fuerza cortante y momento flector) de todos los módulos también aumentaron entre un 6% y 24%, tal como se expuso en las figuras 6 y 7.

Del mismo modo, el estudio de Valderrama y Meza (2014), mencionan que al utilizar 2% del amortiguamiento en comparación con el 5% sin emplear iteración suelo-estructura para la ciudad de Huancayo (Junín), las derivas máximas aumentaron en un 15.71% y 17.14% para la dirección “X” y “Y” respectivamente. Para el caso de esta investigación, al emplear 2% del amortiguamiento en el análisis sísmico, las derivas aumentaron en un porcentaje mayor, siendo de 22.91% para “X” y 20.41% para “Y” en el módulo 1; para el módulo 2A, en un 22.91% para “X” y 22.94% para “Y”; para el módulo 2B, en un 22.93% para “X” y 29.13% para “Y”; y para el módulo 3, en un 22.79% para “X” y 30.95% para “Y”, tal como se especificó en las tablas 8 y 9.

Asimismo, al comparar los resultados obtenidos en la tesis de Flores, Lino, Mesía y Ramírez (2012), en donde analizaron las derivas de la estructura del Colegio Joaquín Capelo con el 2% en comparación del 5% del amortiguamiento, obtuvieron que las derivas máximas en la dirección “X” (pórticos de concreto) aumentan en un 13.54%, y en “Y” (albañilería) en un 8.50%; y comparando con la presente investigación, específicamente con el módulo 3 del Colegio Estatal de Oxamarca, el cual presentó las mayores derivas, estas aumentaron en un 22.79% para la dirección “X” (pórticos) y en un 30.95% para la dirección “Y” (albañilería).

Por último, según el antecedente de la tesis de Guzmán (2013), en donde realizó el diseño para un edificio multifamiliar utilizando 2% del amortiguamiento estructural, obtuvo para el modelo dinámico las derivas máximas de 0.00120 para la dirección “X” y de 0.00308

para “Y”. En comparación con el análisis sísmico de la presente investigación, y usando también el 2% del amortiguamiento, las derivas fueron mayores con los valores de 0.00275 para “X” y de 0.00037 para “Y” (tabla 8 y 9), pertenecientes al módulo 3 del Colegio Estatal de Oxamarca.

En cuanto a la implicancia, la presente investigación proporciona un aporte teórico el cual incurre en el diseño sismorresistente de edificaciones, ya que los resultados obtenidos al realizar el análisis sísmico cambiando los porcentajes de amortiguamiento del 5% al 2%, demostraron que las respuestas de la estructura y fuerzas internas de las columnas están en función del factor de amortiguamiento; aumentando los valores significativamente de los desplazamientos, derivas y cortante basal de la edificación entre el 15% y 32%, lo mismo ocurrió en las fuerzas axiales, fuerzas cortantes y momentos flectores, los cuales aumentaron entre 6% y 24% en ambas direcciones de análisis “X” (sistema aporricado) y “Y” (sistema de albañilería) al emplear el valor del 2% para el amortiguamiento. En tal sentido, se llegó a la conclusión que el amortiguamiento es una característica importante en el modelamiento sísmico, por ello su valor debe ser evaluado para cada tipo de sistema estructural, evitando así tomar el valor comúnmente del 5% dado por la norma de diseño sismorresistente E-030, especialmente en edificaciones esenciales como instituciones educativas donde se busca preservar que la estructura no falle ante sismos severos, sino que se mantenga operativa para salvaguardar la vida de las personas. Para ello, los ingenieros estructuristas deben emplear en sus diseños el factor del 2% del amortiguamiento en estructuras de concreto armado, ya que se demostró en el capítulo anterior que este valor da mayores solicitaciones sísmica en el diseño sismorresistente, por lo cual se tendrá mejores resultados en el comportamiento sísmico de las edificaciones.

De esta manera, como recomendaciones se puede mencionar que para el diseño sismorresistente de edificaciones de concreto armado se debe considerar el 2% del

amortiguamiento estructural, ya que de esta manera se estará obteniendo los comportamientos de la estructura más reales y conservadores. Asimismo, se recomienda que la norma de diseño sismorresistente E-030, se debe actualizar y realizar estudios experimentales para determinar el factor de amortiguamiento de acuerdo con el tipo de material predominante en las estructuras, ya que es incongruente usar el valor del 5% para todo tipo de sistemas estructurales en edificaciones.

Respecto a las conclusiones finales, podemos mencionar que en la presente investigación se niega la hipótesis, ya que el análisis sísmico que tiene como indicadores a las respuestas de la estructura y fuerzas internas del Colegio Estatal de Oxamarca, Provincia de Celendín – Cajamarca, al utilizar el 2% del amortiguamiento estructural respecto al 5% no varía entre un 10% y 20%, sino varía en un porcentaje mucho mayor, siendo la variación para las respuestas de la estructura entre un 15% y 32%, y para las fuerzas internas entre un 6% y 24%.

Como segunda conclusión, podemos señalar que se realizó la comparación del análisis sísmico mediante sus indicadores como son las respuestas de la estructura y fuerzas internas del Colegio Estatal de Oxamarca, al utilizar 2% de amortiguamiento estructural respecto al 5%; obteniendo como resultado que al emplear el valor del 2%, dichas respuestas y fuerzas internas de la institución educativa aumentan significativamente.

Como tercera conclusión, se realizó el análisis sísmico utilizando el 5% del amortiguamiento estructural para cada módulo del Colegio Estatal de Oxamarca (módulo 1, 2A, 2B y 3), y se constató que todos los módulos están por debajo de la deriva máxima para el sistema aperturado de 0.007 y de 0.005 para el sistema de albañilería, como lo indica la norma de diseño sismorresistente E-030.

Asimismo, como cuarta conclusión se realizó el análisis sísmico utilizando el 2% del amortiguamiento estructural para cada módulo del Colegio Estatal de Oxamarca (módulo 1,

2A, 2B y 3), y de igual manera se verificó que todos los módulos se encuentren por debajo de la deriva máxima de 0.007 para el sistema aporricado y de 0.005 para el sistema de albañilería, como lo indica la norma de diseño sismorresistente E-030.

Como quinta conclusión, tenemos que se comparó las respuestas de la estructura al utilizar 2% del amortiguamiento estructural respecto al 5%, demostrando que los desplazamientos máximos obtenidos pertenecientes al módulo 3, aumentaron en un 22.76% y 31.22% en la dirección “X” y “Y” respectivamente. Las derivas máximas se obtuvieron de los módulos 2B y 3, con un porcentaje de aumento del 22.93% para “X” y de 30.95% para “Y”. Asimismo, en los periodos de vibración el porcentaje de aumento fue 0% ya que los periodos son los mismos para ambos factores de amortiguamiento, siendo el máximo de 0.20 segundos. Respecto a la cortante dinámica máxima se obtuvo del módulo 2A, siendo el porcentaje de aumento de 22.77% para ambas direcciones de análisis.

Por última conclusiones, tenemos que se comparó las fuerzas internas (fuerza axial, fuerza cortante y momento flector) de la estructura al utilizar 2% del amortiguamiento estructural respecto al 5%, obteniendo que las fuerzas internas máximas fueron de la columna 4F, (módulo 2A), siendo el porcentaje de aumento para la fuerza axial del 22.83% y 22.77% para “X” y “Y” respectivamente; para la fuerza cortante, de 23.21% y 22.76% para “X” y “Y”; y para el momento flector el porcentaje de aumento fue de 22.85% y 22.77% para “X” y “Y”.

## REFERENCIAS

- Aclari, L. (2018). Análisis sísmico dinámico aplicando las normas E030-2016 y E030-2003 en un edificio de 5 pisos. (*Tesis de grado*). Universidad Peruana los Andes, Huancayo, Perú.
- Borja, M. (2012). *Metodología de la investigación científica para ingenieros*. Ciclayo.
- Chopra, A. (2014). *Dinámica de estructuras* (4ta ed.). México: PEARSON.
- Cisternas, A. (2011). El país más sísmico del mundo. *Revista anales*, (17-34).
- Colqui, W. (2018). Influencia del amortiguamiento en el compartimiento estructural de la Institución Educativa Integrada Puerto Yurinaki, distrito de Perené, provincia de Chanchamayo, región Junín. (*Tesis de grado*). Universidad Continental, Huancayo, Perú.
- Flores, M., Lino, R., Mesía, R. y Ramírez, L. (2012). Rediseño del módulo típico del colegio emblemático “Joaquín Capelo” utilizando 2% de amortiguamiento para el concreto armado en la dirección aporticada. (*Proyecto de diplomado*). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.
- Gonzáles, F. (2017). Vulnerabilidad sísmica del edificio 1-I de la Universidad Nacional de Cajamarca. (*Tesis de grado*). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.
- Guzmán, G. (2013). Análisis y diseño estructural con iteración suelo estructura (ISE) del edificio multifamiliar “Buena Vista” en la ciudad de Lima con un sistema dual para un sismo severo con amortiguamiento del 2% y secciones de muros agrietados. (*Tesis de bachillerato*). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2010). *Metodología de la investigación* (5 ed.). México: McGraw-Hill.

- Morita, K. (2006). Damping ratio estimation of an existing 8-story building considering soil-structure interaction using strong motion observation data. *Building Research Institute*.
- Mosqueira, M. (2012). Riesgo sísmico en las edificaciones de la facultad de ingeniería, Universidad Nacional de Cajamarca, Perú. *Ciencia y Tecnología*, 8(22), 43-58.
- Muntané, J. (2010). Introducción a la investigación básica. *Revista Andaluza de Patología Digestiva (RAPD)*, 33(3), 221-227.
- MVCS. (2019). *Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento*. Perú.
- Oviedo, R. (2016). *Diseño sismorresistente de edificaciones de concreto armado*. Lima: Oviedo Ingeniería EIRL.
- Salinas, R., Rodríguez, M. y Sánchez, R. (2013). Ensayos en mesa vibratoria de edificios miniatura con muros estructurales de concreto convencionales y autocentrados. *Revista de ingeniería sísmica*(89), 100-133. doi:10.18867/ris.89.166
- Valderrama, C. y Meza, J. (2014). Influencia de la interacción suelo-estructura en la reducción de esfuerzos de una edificación con zapatas aisladas. (*Tesis de grado*). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.
- Villa, L. (2019). Operational influence of the nature of the damping considered in the adjustment of the structural response model on the results of the scale factors for operational modal analysis. *Revista internacional de métodos numéricos para cálculo y diseño en ingeniería*, 35(3), 44. doi:10.23967/j.rimni.2019.09.008

## ANEXOS

# Anexo N° 01: Matriz de operacionalización de variables

**Tabla 13**

*Matriz de operacionalización de variables*

VARIABLES		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD	INSTRUMENTO
DEPENDIENTE	ANÁLISIS SÍSMICO	El análisis sísmico es un método que representa las sollicitaciones sísmicas, mediante un conjunto de fuerzas actuando en el centro de masas de cada nivel de la edificación. Asimismo, consiste en un procedimiento para obtener las respuestas del sistema estructural frente a los sismos, como desplazamientos, derivas, periodos de vibración entre otros (MVCS, 2019).	Respuestas de la estructura	Desplazamientos	mm	- Programa ETABS. - Hojas de Excel. - RNE.
				Derivas	-	
				Periodos de vibración	Seg	
			Fuerzas Internas	Cortante basal dinámica	Tn	
				Fuerzas axiales	Tn	
Fuerzas cortantes	Tn					
Momento flector	Tn * m					
INDEPENDIENTE	FACTOR DEL AMORTIGUAMIENTO ESTRUCTURAL	El amortiguamiento estructural es el resultado de la fricción interna y disipación de energía del material de los elementos estructurales, debido a varios procesos microscópicos y macroscópicos, produciendo deformaciones elásticas y plásticas en las edificaciones (Colqui, 2018).	Disipación de energía	Amortiguamiento 2%	%	Estudios previos
				Amortiguamiento 5%	%	NTE E-030

# **Anexo N° 02: Matriz de consistencia**

**Tabla 14**

*Matriz de consistencia*

TÍTULO	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN
“Análisis sísmico al utilizar 2% y 5% del amortiguamiento estructural en el Colegio Estatal de Oxamarca, Provincia de Celendín - Cajamarca 2020”	¿En qué porcentaje aumenta el análisis sísmico que tiene como indicadores a las respuestas de la estructura y fuerzas internas del Colegio Estatal de Oxamarca, Provincia de Celendín – Cajamarca, al utilizar 2% del amortiguamiento estructural respecto al 5%?	<p><b>GENERAL:</b></p> <p>Comparar el análisis sísmico que tiene como indicadores a las respuestas de la estructura y fuerzas internas del Colegio Estatal de Oxamarca al utilizar 2% del amortiguamiento estructural respecto al 5%.</p>	El análisis sísmico que tiene como indicadores a las respuestas de la estructura y fuerzas internas del Colegio Estatal de Oxamarca, Provincia de Celendín – Cajamarca, aumenta entre el 10% y 20% al utilizar 2% del amortiguamiento estructural respecto al 5%.	Análisis sísmico	<p><b>DEPENDIENTE:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fuerzas axiales.</li> <li>Fuerzas cortantes.</li> <li>Momento flector.</li> <li>Desplazamientos.</li> <li>Derivas.</li> <li>Periodos de vibración.</li> <li>Cortante basal.</li> </ul>	<p><b>Enfoque:</b> Cuantitativo</p> <p><b>Tipo:</b> Descriptivo / Aplicada</p> <p><b>Diseño:</b> No experimental / Transversal</p>
		<p><b>ESPECÍFICOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar el análisis sísmico utilizando 5% del amortiguamiento estructural en el Colegio Estatal de Oxamarca, Provincia de Celendín – Cajamarca.</li> <li>Realizar el análisis sísmico utilizando 2% del amortiguamiento estructural en el Colegio Estatal de Oxamarca, Provincia de Celendín – Cajamarca.</li> <li>Comparar las respuestas de la estructura, tales como desplazamientos máximos, derivas, periodos de vibración y cortante basal dinámica del Colegio Estatal de Oxamarca, al utilizar 2% del amortiguamiento estructural respecto al 5%.</li> <li>Comparar las fuerzas internas (fuerza axial, fuerza cortante y momento flector) de las columnas más desfavorables (7'D, 4F, 8F y 2'B) del Colegio Estatal de Oxamarca, al utilizar 2% del amortiguamiento estructural respecto al 5%.</li> </ul>			<p><b>INDEPENDIENTE:</b></p> <p>Factor de amortiguamiento estructural.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Amortiguamiento 2%.</li> <li>Amortiguamiento 5%:</li> </ul>	

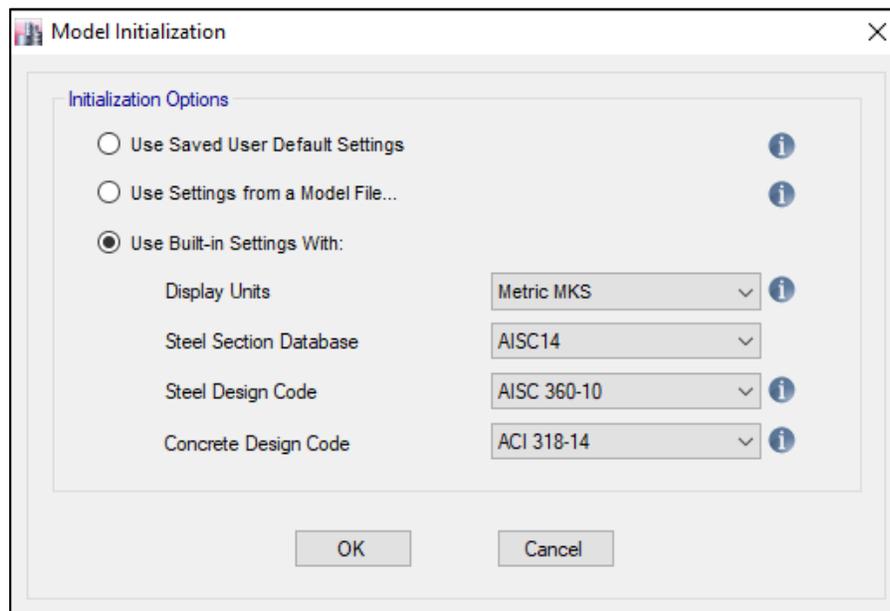
# **Anexo N° 03: Procedimiento de análisis de datos (Modelamiento en ETABS)**

## MODELAMIENTO SÍSMICO EN ETABS PARA EL ANÁLISIS SÍSMICO ESTÁTICO

- **Paso 1:** Se realizó el análisis sísmico estático y dinámico de cada módulo del colegio estatal de Oxamarca (módulo 1, 2A, 2B y 3), para el 2% y 5% del amortiguamiento estructural. Cabe mencionar que el análisis sísmico estático solo se realizó con la finalidad de corroborar que la cortante dinámica sea mayor al 80% de la cortante estática, ya que los resultados presentados en la presente tesis serán los del análisis sísmico dinámico.
- **Paso 2:** Se inició escogiendo el sistema métrico MKS y las unidades para el modelamiento, las cuales fueron: toneladas y metros.

### Figura 8

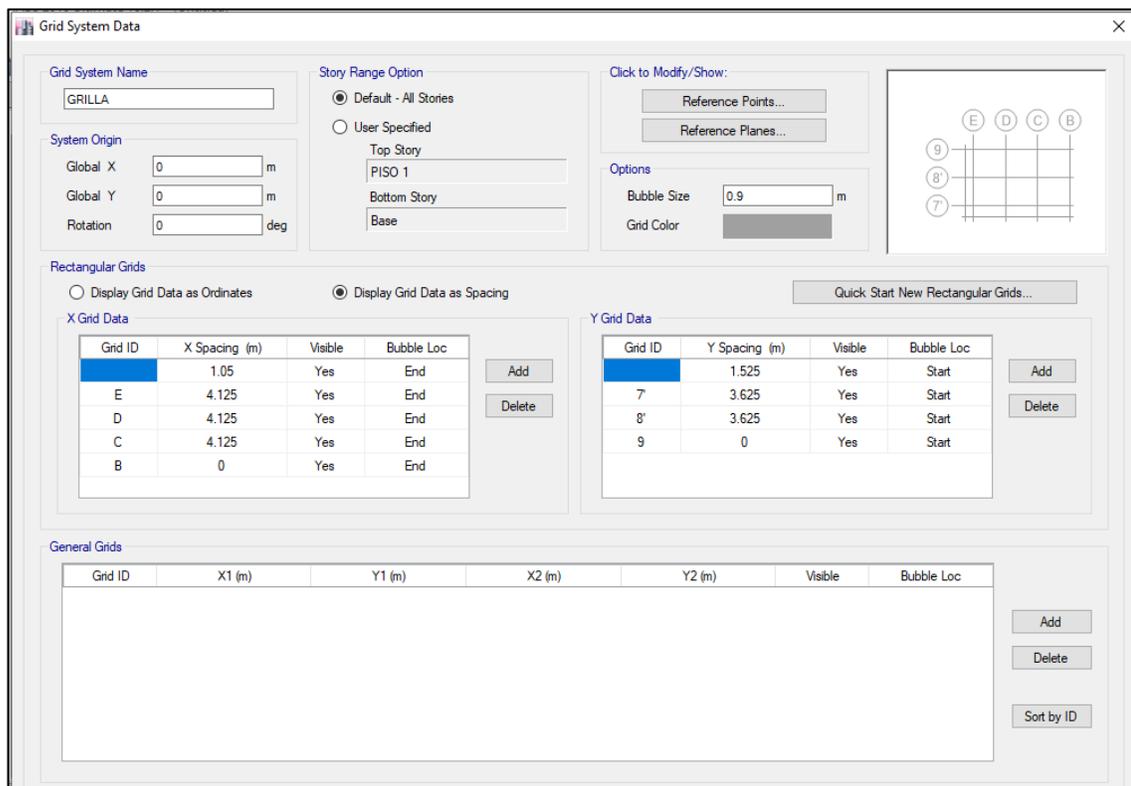
*Sistema métrico MKS elegido para el modelado en ETABS*



- **Paso 3:** Se procedió creando las grillas para los ejes “X”, “Y” y “Z” de acuerdo con las medidas correspondientes a cada módulo del colegio, las medidas fueron obtenidas de los planos de estructuras.

### Figura 9

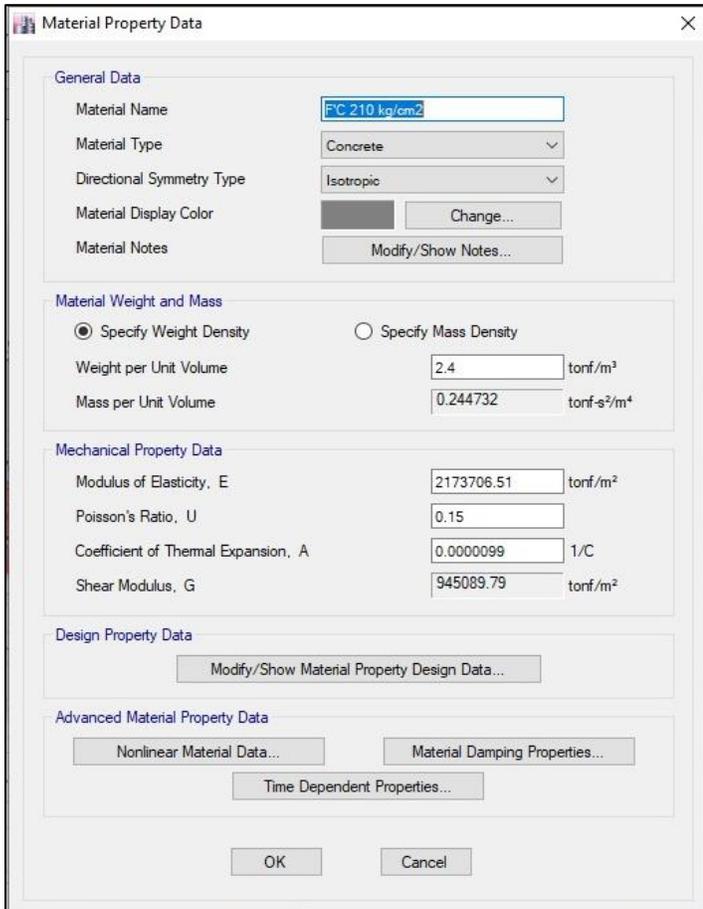
*Ventana de configuración del grillado en X, Y y Z*



- **Paso 4:** Se definieron las características y propiedades del material de concreto y albañilería confinada, para el material de concreto se usó las consideraciones de la norma E060, y para la albañilería la norma E070; además de las especificaciones de los materiales detallados en los planos de estructuras y cimentaciones, los cuales se muestran en las fichas 2 “Fichas de chequeo de datos técnicos” (anexo 5).

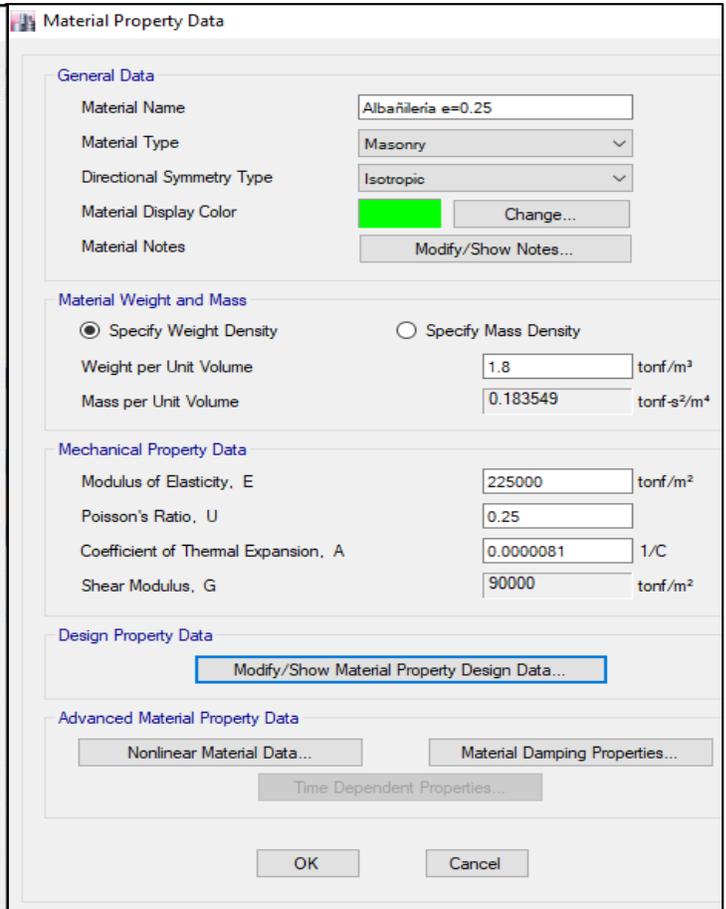
**Figura 100**

*Ventana de creación del material de concreto*



**Figura 11**

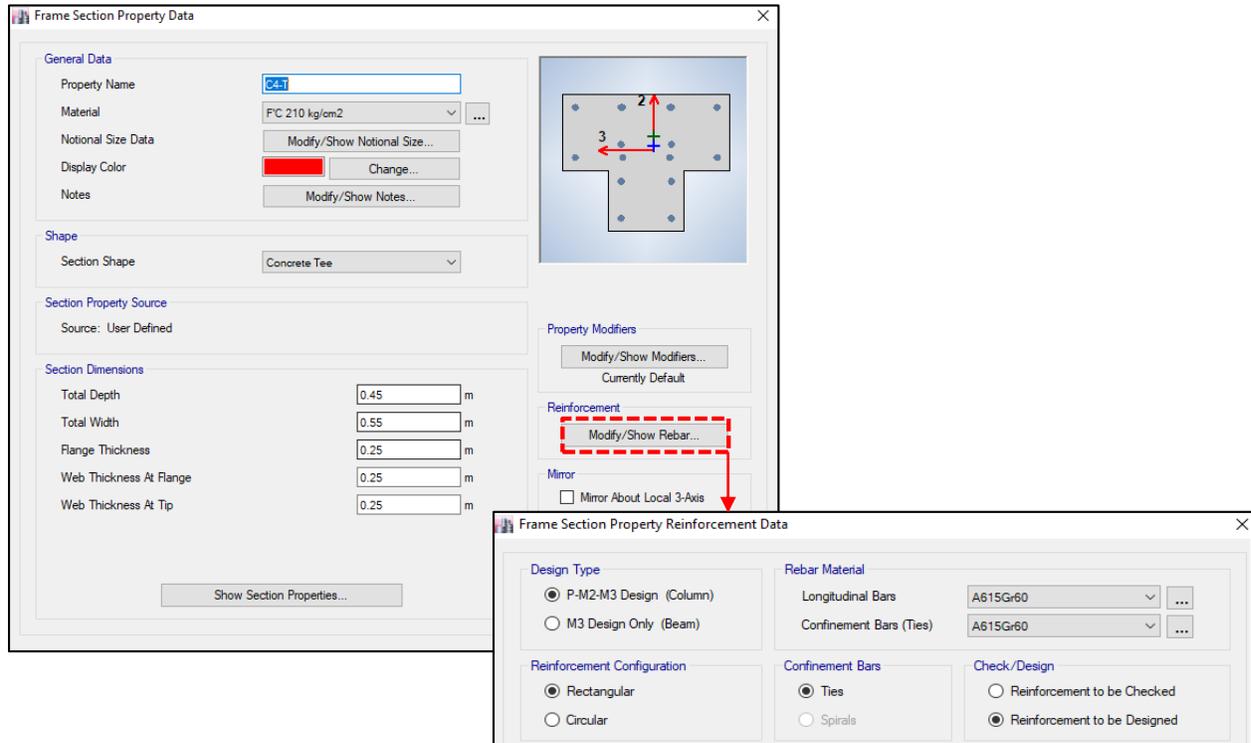
*Ventana de creación del material de albañilería*



- **Paso 5:** Se crearon las secciones de las vigas y columnas como elementos de barras (Frame Sections), y se le asignó los materiales definidos anteriormente.
- **Paso 6:** Se crearon los muros de albañilería considerando el tipo de modelado como “Shell-Thick”, ya que los muros no aportan rigidez solo absorben cortantes. Asimismo, se crearon las losas aligeradas y losas macizas (para la escalera), considerando el tipo de modelado como “Membrane” con un espesor de cero, ya que para un rápido modelado su peso propio se le asignará luego como carga muerta. Las dimensiones de los elementos estructuras se especifican en la ficha 2 de chequeo de datos técnicos (**anexo 5**).

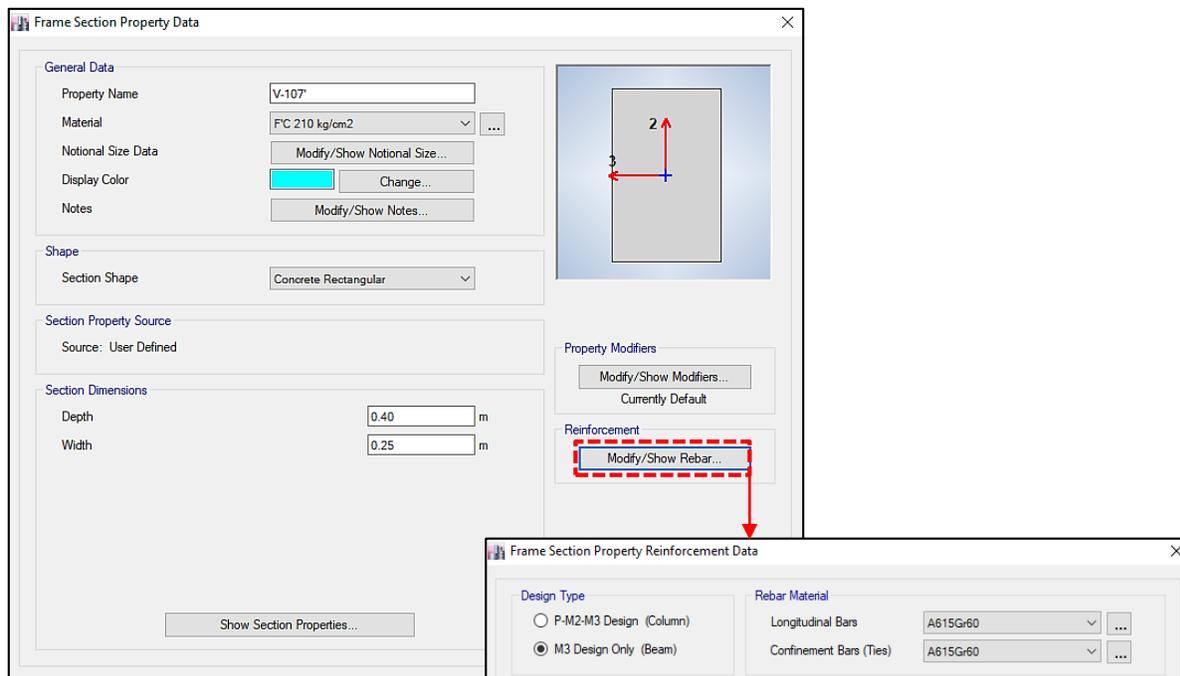
**Figura 11**

*Ventana para definir las secciones de las columnas*



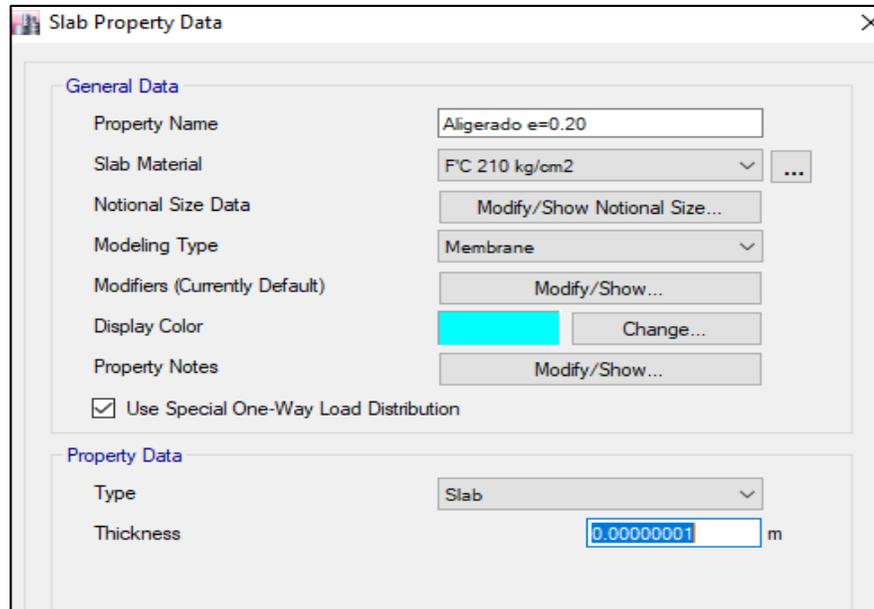
**Figura 12**

*Ventana para definir las secciones de las vigas*



**Figura 13**

*Ventana para crear las losas aligeradas y macizas*



Slab Property Data

**General Data**

Property Name: Aligerado e=0.20

Slab Material: F'C 210 kg/cm2

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Modeling Type: Membrane

Modifiers (Currently Default): Modify/Show...

Display Color:  Change...

Property Notes: Modify/Show...

Use Special One-Way Load Distribution

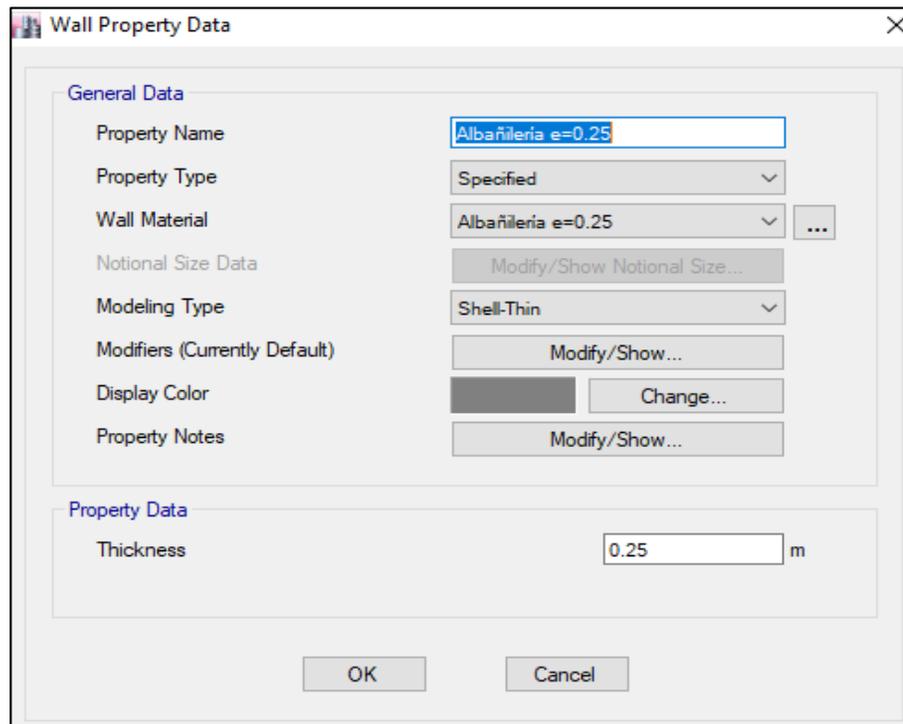
**Property Data**

Type: Slab

Thickness: 0.0000001 m

**Figura 14**

*Ventana para crear los muros de albañilería*



Wall Property Data

**General Data**

Property Name: Albañilería e=0.25

Property Type: Specified

Wall Material: Albañilería e=0.25

Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...

Modeling Type: Shell-Thin

Modifiers (Currently Default): Modify/Show...

Display Color:  Change...

Property Notes: Modify/Show...

**Property Data**

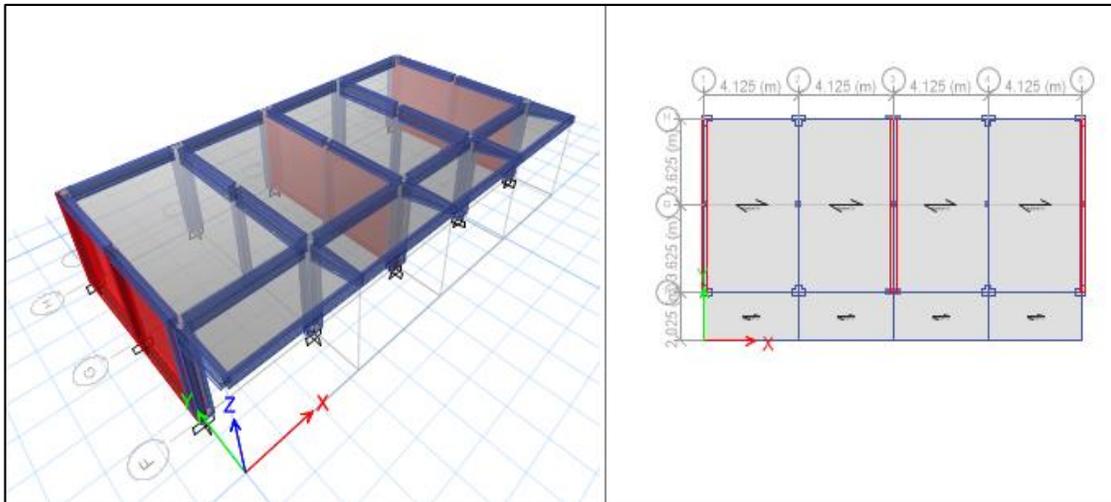
Thickness: 0.25 m

OK Cancel

- **Paso 7:** Se procedió con el dibujo de los elementos estructurales en las grillas creadas anteriormente en la interfaz de ETABS.

**Figura 15**

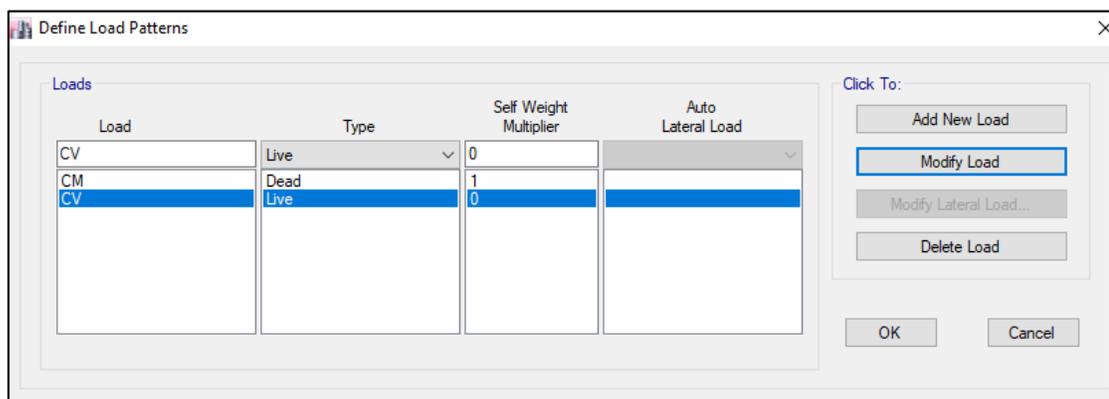
*Vista en 3D y en planta de la estructura*



- **Paso 8:** Utilizando la norma E-020 y las especificaciones de los planos de estructuras, se definieron las cargas de gravedad (cargas vivas y muertas), y se las asignó a las losas. Las cargas consideradas se especifican en las fichas 2 de chequeo de datos técnicos (**anexo 5**).

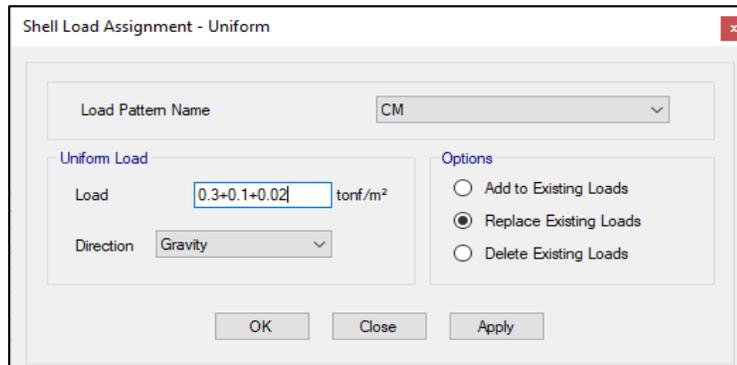
**Figura 16**

*Ventana de definición de las cargas muertas y vivas*



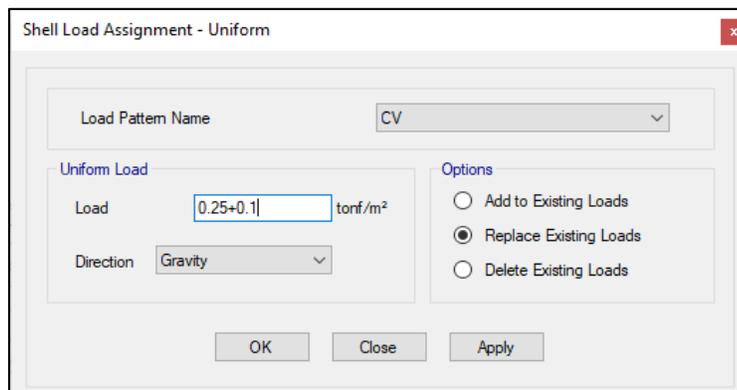
**Figura 17**

*Ventana de asignación de cargas muertas a la losa*



**Figura 18**

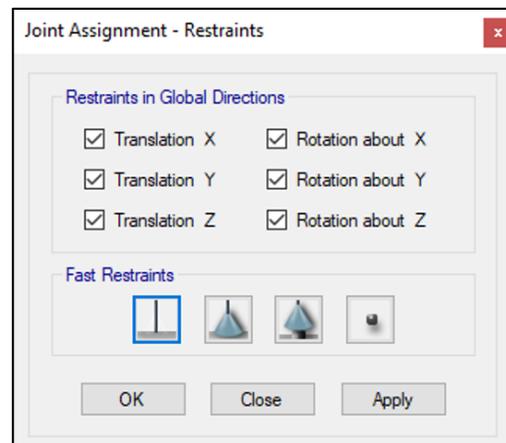
*Ventana de asignación de cargas vivas a la losa*



- **Paso 9:** Se definieron las restricciones en la base de tipo empotrado.

**Figura 19**

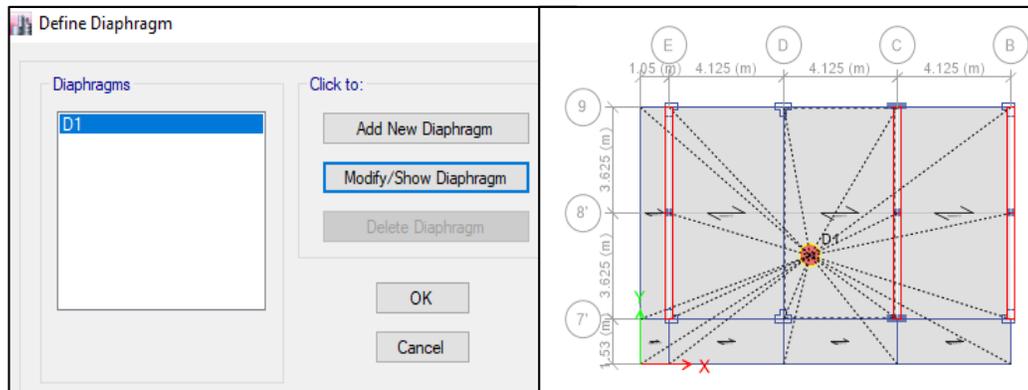
*Ventana de restricciones en la base*



- **Paso 10:** Se definieron a las losas como diafragmas rígidos, para que se amarre a los muros y actúen en conjunto.

**Figura 20**

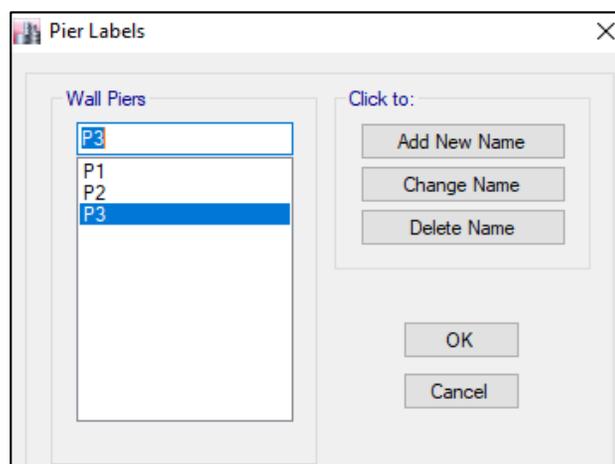
*Ventana de asignación de diafragmas rígidos*



- **Paso 11:** Se definieron a los muros de albañilería como pilas (Piers), con el objetivo de hacer que los muros que se encuentran juntos trabajen como un solo bloque.
- **Paso 12:** Asimismo, se discretizaron los muros de albañilería de forma interna en el programa, dividiéndolos en áreas de 1m, con la finalidad de que el software logre mayor precisión.

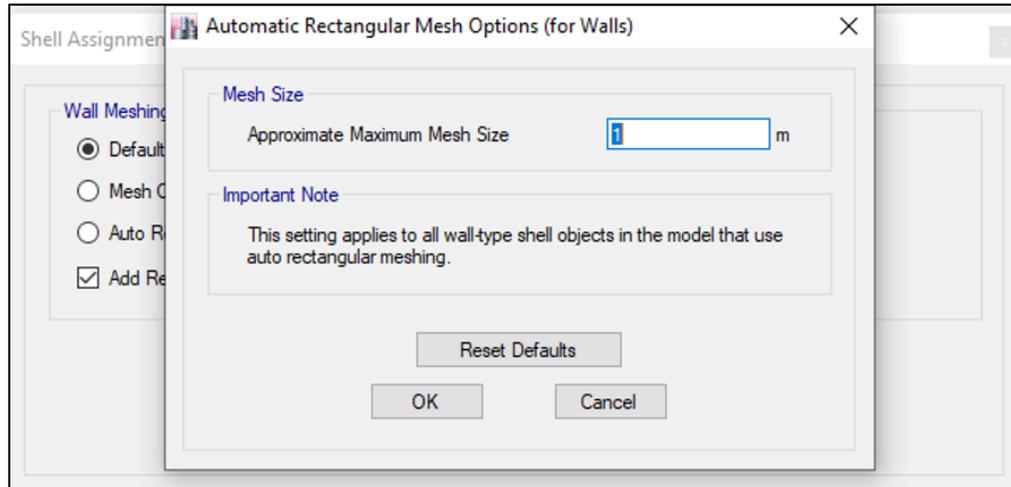
**Figura 21**

*Ventana para asignar "Piers" a los muros*



**Figura 22**

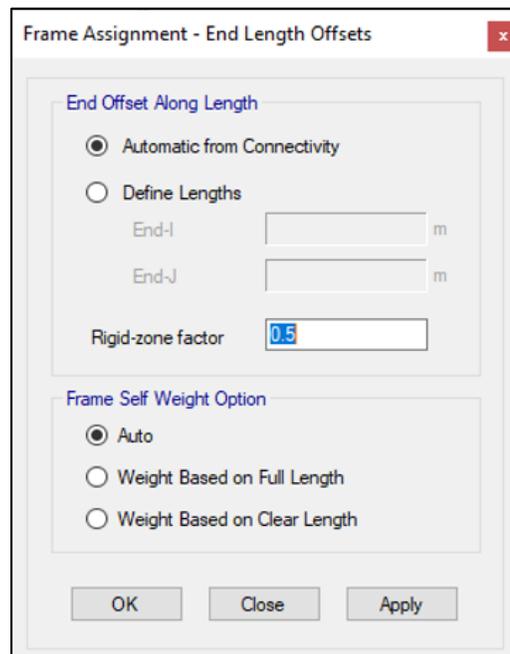
*Ventana para discretizar internamente a los muros*



- **Paso 13:** Se asignó brazos rígidos a la unión de viga-columna con un valor de 0.50 m, para que dichos elementos estructurales actúen en conjunto.

**Figura 23**

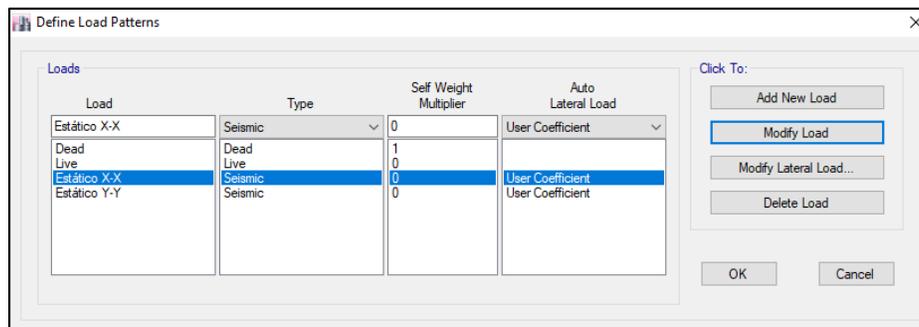
*Ventana para asignar brazos rígidos*



- **Paso 14:** Se definieron los patrones de carga de las fuerzas sísmicas estáticas, ingresando el factor de la cortante basal estática al programa, el cual de 0.1406 para la dirección “X” (sistema de pórticos) y de 0.375 para “Y” (sistema de albañilería).

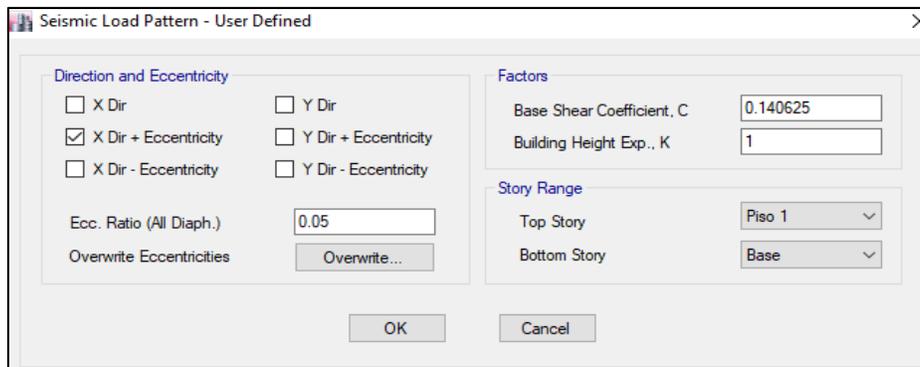
**Figura 24**

*Ventana de asignación de las fuerzas sísmicas estáticas*



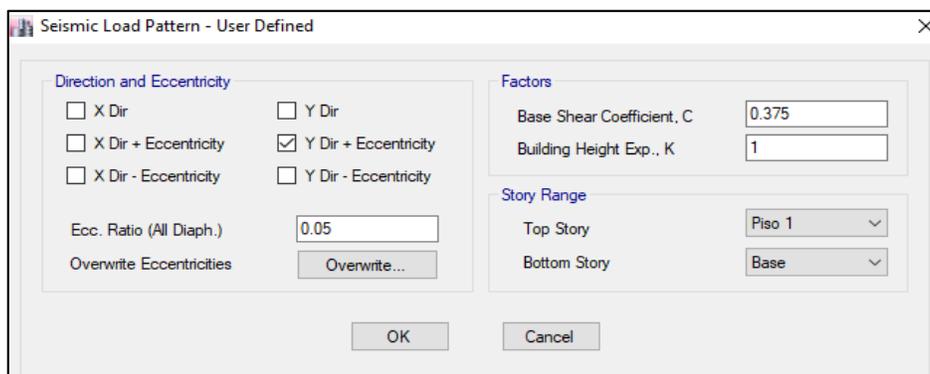
**Figura 25**

*Asignación del factor de la cortante basal estática para "X"*



**Figura 26**

*Asignación del factor de la cortante basal estática para "Y"*

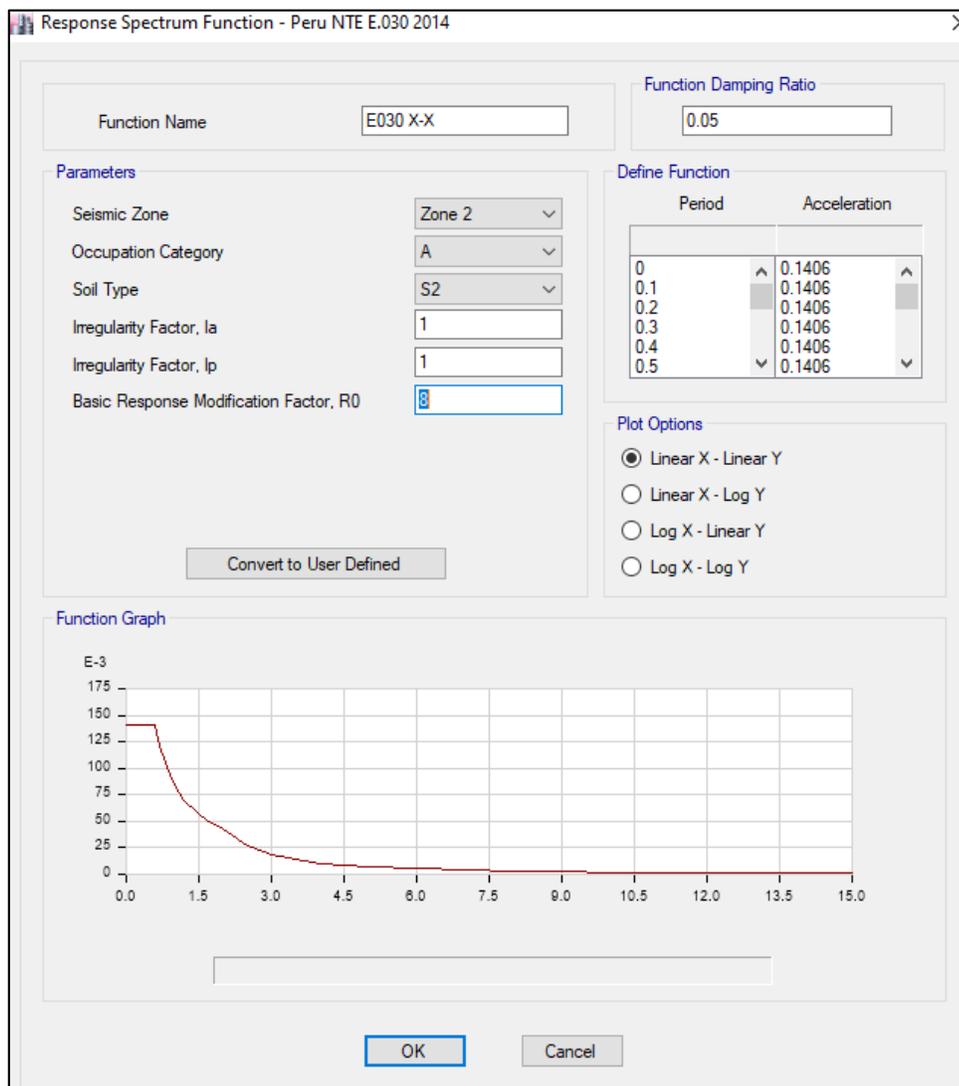


## MODELAMIENTO SÍSMICO EN ETABS PARA EL ANÁLISIS SÍSMICO DINÁMICO

- **Paso 15:** Se procedió a realizar el análisis sísmico dinámico modal-espectral, para ello se definieron los espectros de respuesta para cada dirección de análisis “X” y “Y”, con los valores de los parámetros sísmicos definidos en la ficha 1 “Ficha de recolección de parámetros sísmicos” (anexo 5).

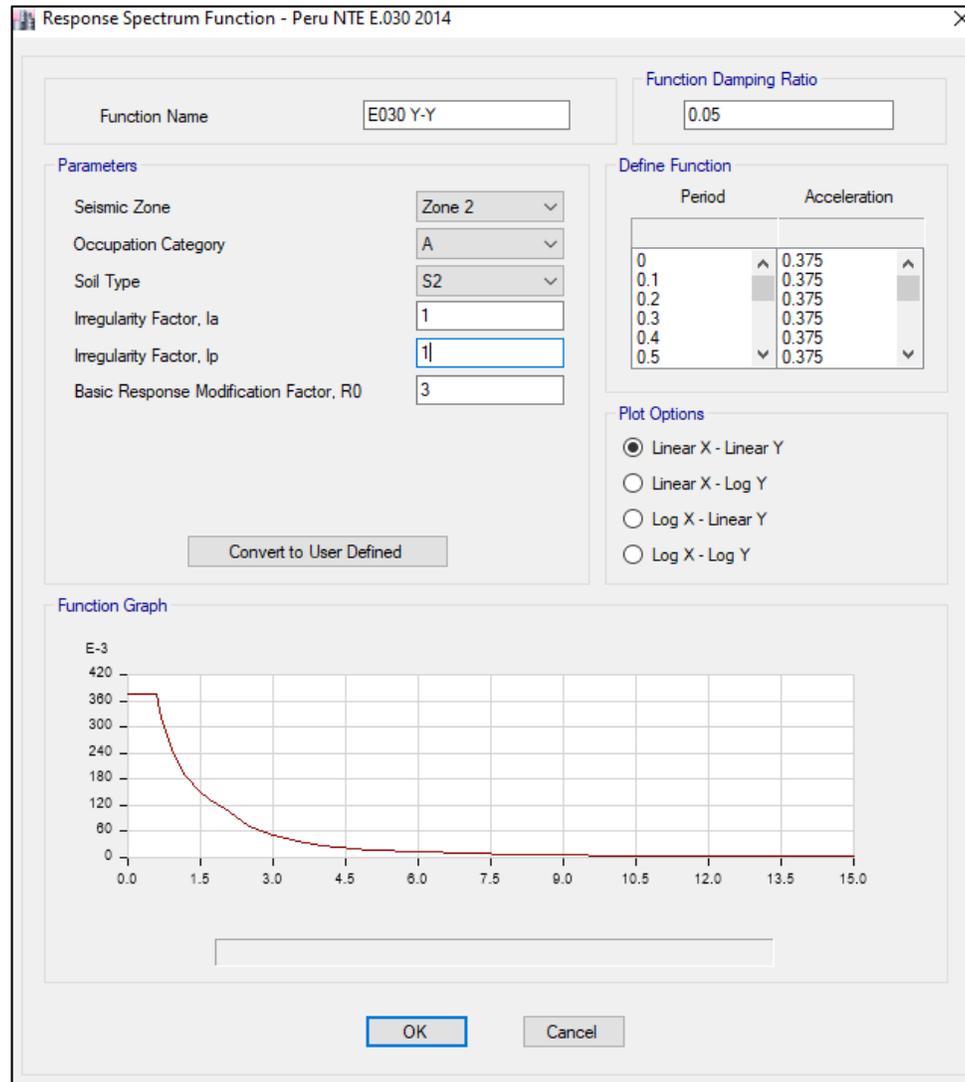
**Figura 27**

*Curva del espectro de aceleración para la dirección “X”*



**Figura 28**

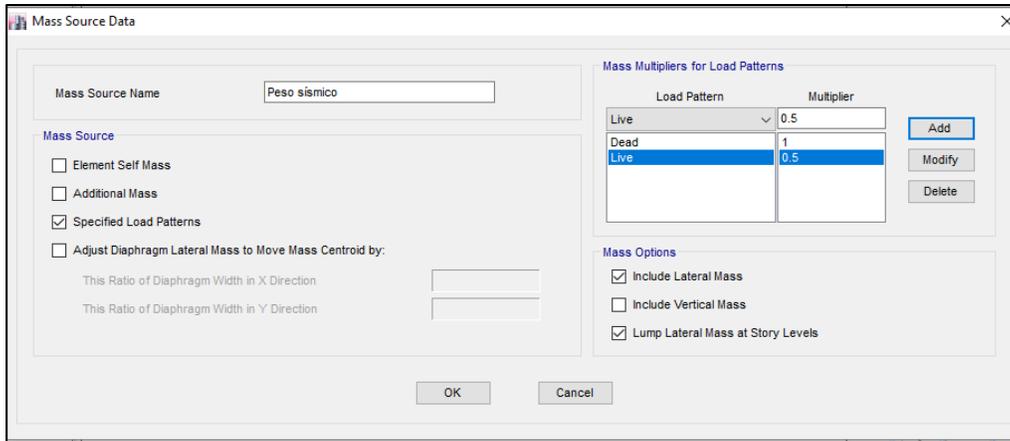
*Curva del espectro de aceleración para la dirección “Y”*



- **Paso 16:** Luego, se designaron los porcentajes de peso sísmico según la norma E-030, por ser una edificación esencial se consideró el 100% de la carga muerta más el 50% de la carga viva.

**Figura 29**

*Ventana para ingresar los porcentajes del peso sísmico*



Mass Source Data

Mass Source Name:

Mass Source

Element Self Mass

Additional Mass

Specified Load Patterns

Adjust Diaphragm Lateral Mass to Move Mass Centroid by:

This Ratio of Diaphragm Width in X Direction:

This Ratio of Diaphragm Width in Y Direction:

Mass Multipliers for Load Patterns

Load Pattern	Multiplier
Live	0.5
Dead	1
Live	0.5

Buttons: Add, Modify, Delete

Mass Options

Include Lateral Mass

Include Vertical Mass

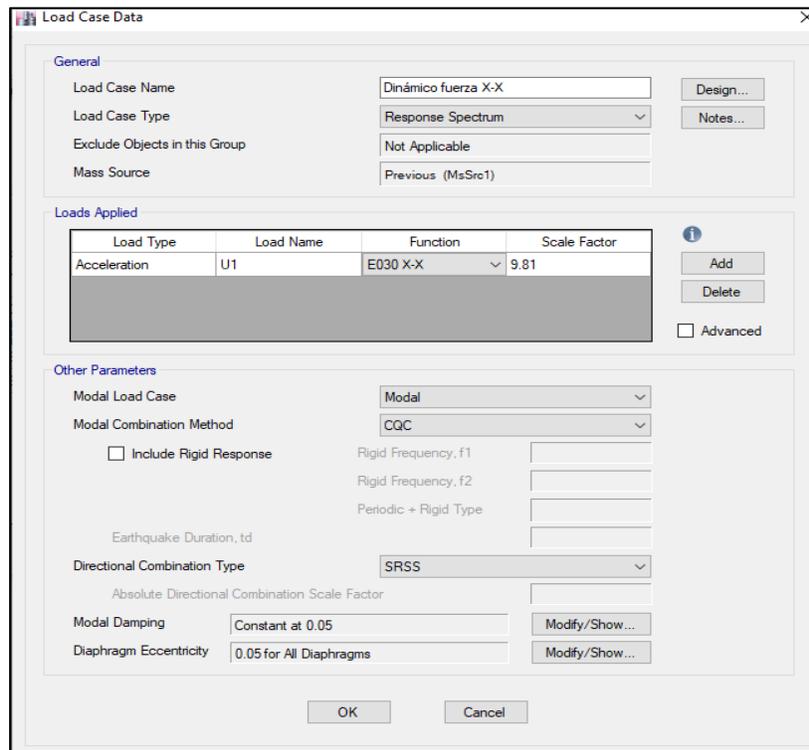
Lump Lateral Mass at Story Levels

Buttons: OK, Cancel

- **Paso 17:** Se procedió a ingresar los casos de carga dinámicos para cada dirección de análisis “X” y “Y”, considerando como factor de escala la aceleración de la gravedad de  $9.81 \text{ m/s}^2$ . En este paso se cambió el porcentaje de amortiguamiento para el 5% y 2%.

**Figura 30**

*Ventana para definir el sismo dinámico en “X”*



Load Case Data

General

Load Case Name:  Design...

Load Case Type:  Notes...

Exclude Objects in this Group:

Mass Source:

Loads Applied

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Acceleration	U1	E030 X-X	9.81

Buttons: Add, Delete, Advanced

Other Parameters

Modal Load Case:

Modal Combination Method:

Include Rigid Response

Rigid Frequency, f1:

Rigid Frequency, f2:

Periodic + Rigid Type:

Earthquake Duration, td:

Directional Combination Type:

Absolute Directional Combination Scale Factor:

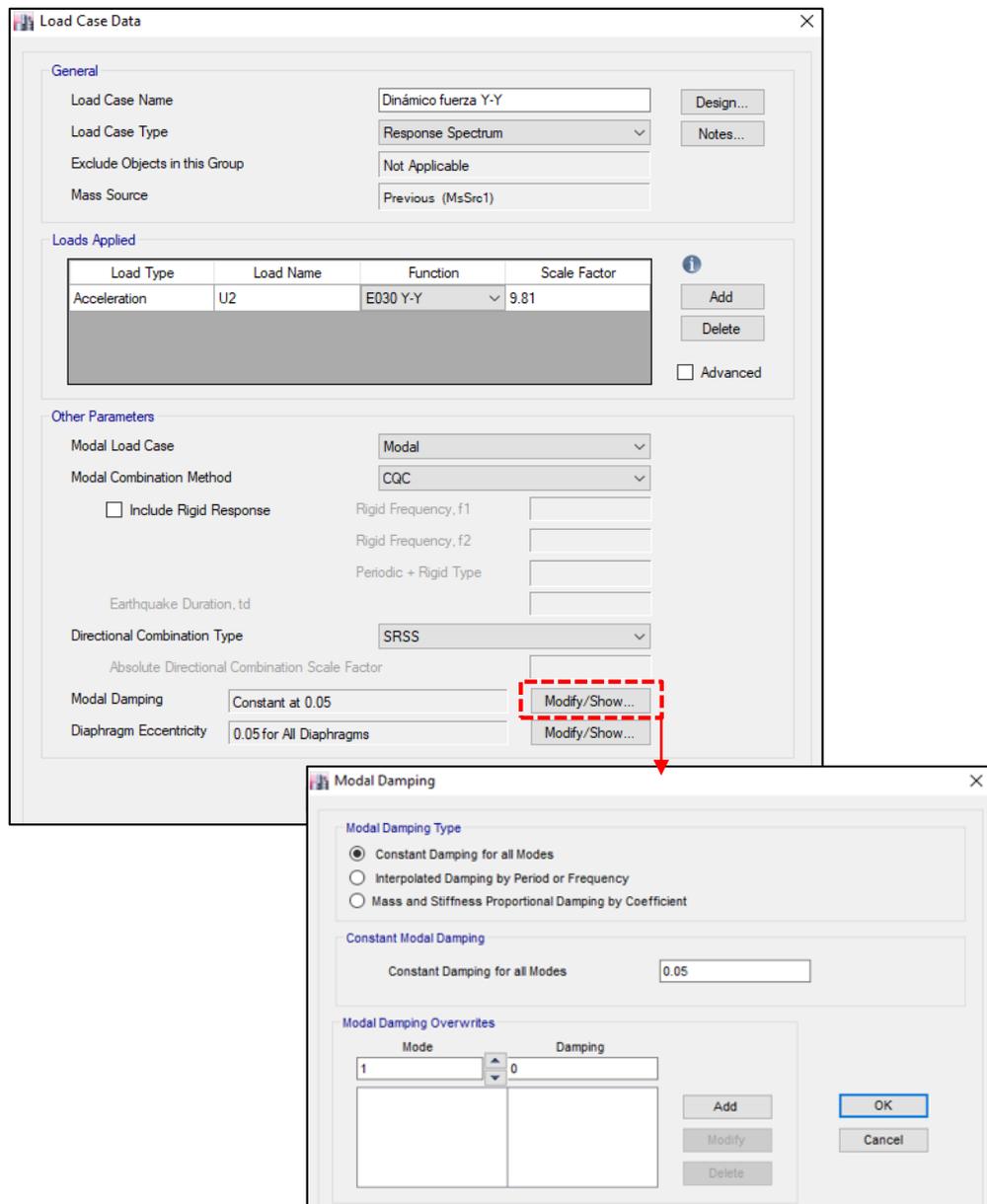
Modal Damping:  Modify/Show...

Diaphragm Eccentricity:  Modify/Show...

Buttons: OK, Cancel

**Figura 31**

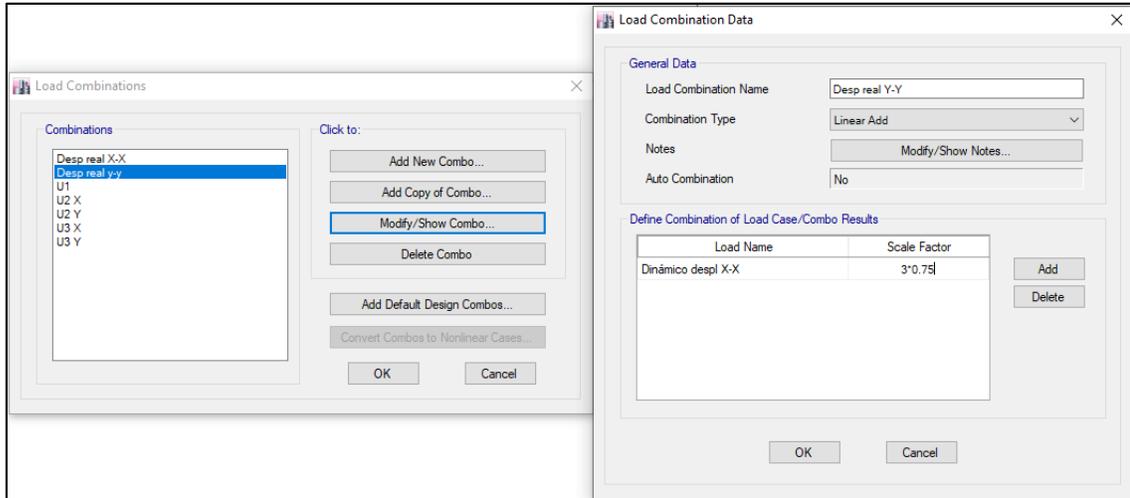
*Ventana para definir el sismo*



- **Paso 18:** Se ingresaron las combinaciones de carga requeridas según la norma E060, además se incluyeron combinaciones para los desplazamientos reales en “X” y “Y”, los cuales fueron multiplicados por el valor de 0.75R por ser una estructura regular, finalmente se corrió el programa para la obtención de resultados.

**Figura 32**

*Ventana para definir las combinaciones de cargas*



# **Anexo N° 04: Fichas de recojo de información**

**Ficha 1: Ficha de recolección de parámetros sísmicos**

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	<b>FICHA DE RECOLECCIÓN DE PARÁMETROS SÍSMICOS</b>		
	TESIS:	“ANÁLISIS SÍSMICO AL UTILIZAR 2% Y 5% DEL AMORTIGUAMIENTO ESTRUCTURAL EN EL COLEGIO ESTATAL DE OXAMARCA, PROVINCIA DE CELENDÍN - CAJAMARCA 2020”	
	TESISTA:	SOTO RAICO, CINTHIA RAQUEL	ASESOR: ING. ANITA ELIZABET ALVA SARMIENTO FECHA DE REPORTE: 01/10/2020

<b>DATOS DEL COLEGIO ESTATAL DE OXAMARCA:</b>	Módulo N°
---	-----------

**MAPA DE ZONIFICACIÓN SÍSMICA DEL PERÚ**



FACTORES DE ZONA		
SISMICIDAD	ZONA	Z
MUY ALTA	4	0.45
ALTA	3	0.35
MEDIA	2	0.25
BAJA	1	0.10

**1. ZONIFICACIÓN SÍSMICA:**

Departamento:	
Provincia:	
Distrito:	
Región geográfica:	
Zonificación sísmica:	
Factor de zona:	Z =

**2. SISTEMA ESTRUCTURAL X-X**

Material predominante:	
Sistema estructural:	
Coficiente de reducción sísmica:	Ro =

**3. SISTEMA ESTRUCTURAL Y-Y:**

Material predominante:	
Sistema estructural:	
Coficiente de reducción sísmica:	Ro =

**4. CATEGORÍA DE LA EDIFICACIÓN:**

Número de pisos:	
Tipo de edificación:	
Categoría:	
Factor de uso:	U =

**5. CONDICIONES DE SUELO**

Perfil de suelo:	
Descripción del perfil de suelo:	
V. Prom. Ond. de corte (Vs):	
Factor de suelo:	S =
Periodo TP:	TP =
Periodo TL:	TL =

**6. IRREGULARIDAD EN ALTURA (Ia)**

¿Hay irregularidad en altura?	SI	NO
Dirección X-X		
Dirección Y-Y		
Indicar el tipo de irregularidad:		
Factor de irregularidad:	Ia =	

**7. IRREGULARIDAD EN PLANTA (Ip)**

¿Hay irregularidad en planta?	SI	NO
Dirección X-X		
Dirección Y-Y		
Indicar el tipo de irregularidad:		
Factor de irregularidad:	Ip =	

TESISTA	ASESOR
FIRMA:	FIRMA:
NOMBRE:	NOMBRE:
FECHA:	FECHA:

## Ficha 2: Ficha de chequeo de datos técnicos

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE					
FICHA DE CHEQUEO DE DATOS TÉCNICOS					
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	TESIS:	"ANÁLISIS SÍSMICO AL UTILIZAR 2% Y 5% DEL AMORTIGUAMIENTO ESTRUCTURAL EN EL COLEGIO ESTATAL DE OXAMARCA, PROVINCIA DE CELENDÍN - CAJAMARCA 2020"			
	TESISTA:	SOTO RAICO, CINTHIA RAQUEL	ASESOR: ING. ANITA ELIZABET ALVA SARMIENTO		
			FECHA DE REPORTE: 01/10/2020		
FICHA DE CHEQUEO: COLEGIO ESTATAL DE OXAMARCA:	Módulo N°	N° Pisos:			
		Altura de piso:			
		Altura considerada:			
MÓDULO:		1. CARGAS A CONSIDERAR			
<p style="text-align: center;">Figura del módulo</p>		<b>CARGA MUERTA</b>	<b>VALOR</b>	<b>FUENTE</b>	
		Aligerado h=0.20			
		Cielo raso:			
		Acabados:			
		<b>CARGA VIVA</b>	<b>VALOR</b>	<b>FUENTE</b>	
		Aulas:			
		Pasadizos:			
		Techo:			
		2. RESISTENCIA REQUERIDA: E-060			
3. SISTEMA ESTRUCTURAL X-X: PÓRTICOS		4. DIMENSIONES DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES: X-X			
<b>CONCRETO:</b>	<b>VALOR</b>	<b>FUENTE</b>	<b>COLUMNAS</b>	<b>Dimensión</b>	<b>FUENTE</b>
F'C: columnas, vigas y losa					
Módulo de elasticidad (E):					
Módulo de poisson (U):			<b>VIGAS</b>	<b>Dimensión</b>	<b>FUENTE</b>
Peso unitario:					
5. SISTEMA ESTRUCTURAL Y-Y: ALBAÑILERÍA		6. DIMENSIONES DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES: Y-Y			
<b>ALBAÑILERÍA:</b>	<b>VALOR</b>	<b>FUENTE</b>	<b>COLUMNAS</b>	<b>Dimensión</b>	<b>FUENTE</b>
F'M: ladrillo de arcilla					
Módulo de elasticidad (E):			<b>VIGAS</b>	<b>Dimensión</b>	<b>FUENTE</b>
Módulo de poisson (U):					
Peso unitario:					
			<b>MURO ALBAÑILERÍA</b>	<b>Dimensión</b>	<b>FUENTE</b>
<b>TESISTA</b>		<b>ASESOR</b>			
FIRMA:		FIRMA:			
NOMBRE:		NOMBRE:			
FECHA:		FECHA:			

# **Anexo N° 05: Fichas de recojo de información llenadas**

### Ficha 1 llenada: Ficha de recolección de parámetros sísmicos

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE																					
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	FICHA DE RECOLECCIÓN DE PARÁMETROS SÍSMICOS																				
	TESIS:	“ANÁLISIS SÍSMICO AL UTILIZAR 2% Y 5% DEL AMORTIGUAMIENTO ESTRUCTURAL EN EL COLEGIO ESTATAL DE OXAMARCA, PROVINCIA DE CELENDÍN - CAJAMARCA 2020”																			
	TESISTA:	SOTO RAICO, CINTHIA RAQUEL	ASESOR: ING. ANITA ELIZABET ALVA SARMIENTO																		
		FECHA DE REPORTE:	01/10/2020																		
DATOS DEL COLEGIO ESTATAL DE OXAMARCA:		Módulo N° 1, 2A, 2B y 3																			
MAPA DE ZONIFICACIÓN SÍSMICA DEL PERÚ																					
																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">FACTORES DE ZONA</th> </tr> <tr> <th>SISMICIDAD</th> <th>ZONA</th> <th>Z</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>MUY ALTA</td> <td>4</td> <td>0.45</td> </tr> <tr> <td>ALTA</td> <td>3</td> <td>0.35</td> </tr> <tr> <td>MEDIA</td> <td>2</td> <td>0.25</td> </tr> <tr> <td>BAJA</td> <td>1</td> <td>0.10</td> </tr> </tbody> </table>				FACTORES DE ZONA			SISMICIDAD	ZONA	Z	MUY ALTA	4	0.45	ALTA	3	0.35	MEDIA	2	0.25	BAJA	1	0.10
FACTORES DE ZONA																					
SISMICIDAD	ZONA	Z																			
MUY ALTA	4	0.45																			
ALTA	3	0.35																			
MEDIA	2	0.25																			
BAJA	1	0.10																			
1. ZONIFICACIÓN SÍSMICA:																					
Departamento:		Cajamarca																			
Provincia:		Celendín																			
Distrito:		Oxamarca																			
Región geográfica:		Sierra																			
Zonificación sísmica:		Zona 2																			
Factor de zona:		Z =	0.25																		
2. SISTEMA ESTRUCTURAL X-X																					
Material predominante:		Concreto armado																			
Sistema estructural:		Pórticos de concreto armado																			
Coeficiente de reducción sísmica:		Ro =	8																		
3. SISTEMA ESTRUCTURAL Y-Y:																					
Material predominante:		Albañilería confinada																			
Sistema estructural:		Albañilería																			
Coeficiente de reducción sísmica:		Ro =	3																		
4. CATEGORÍA DE LA EDIFICACIÓN:																					
Número de pisos:		1																			
Tipo de edificación:		Edificación esencial																			
Categoría:		A2																			
Factor de uso:		U =	1.50																		
5. CONDICIONES DE SUELO																					
Perfil de suelo:		S2																			
Descripción del perfil de suelo:		Suelos intermedios: Arena gruesa a media, suelo cohesivo compacto.																			
V. Prom. Ond. de corte (Vs):		180 m/s - 500 m/s																			
Factor de suelo:		S =	1.20																		
Periodo TP:		TP =	0.60 seg																		
Periodo TL:		TL =	2.00 seg																		
6. IRREGULARIDAD EN ALTURA (Ia)																					
¿Hay irregularidad en altura?		SI	NO																		
Dirección X-X			X																		
Dirección Y-Y			X																		
Indicar el tipo de irregularidad:		Ninguno																			
Factor de irregularidad:		Ia =	1																		
7. IRREGULARIDAD EN PLANTA (Ip)																					
¿Hay irregularidad en planta?		SI	NO																		
Dirección X-X			X																		
Dirección Y-Y			X																		
Indicar el tipo de irregularidad:		Ninguno																			
Factor de irregularidad:		Ip =	1																		
TESISTA		ASESOR																			
FIRMA:		FIRMA:																			
NOMBRE:		NOMBRE:																			
FECHA:		FECHA:																			

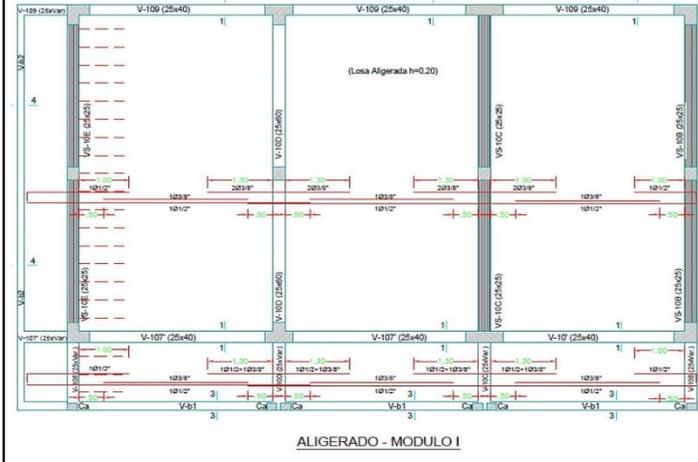
## Ficha 2 llenada: Ficha de chequeo de datos técnicos – Módulo 1

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	<b>FICHA DE CHEQUEO DE DATOS TÉCNICOS</b>		
	TESIS:	“ANÁLISIS SÍSMICO AL UTILIZAR 2% Y 5% DEL AMORTIGUAMIENTO ESTRUCTURAL EN EL COLEGIO ESTATAL DE OXAMARCA, PROVINCIA DE CELENDÍN - CAJAMARCA 2020”	
	TESISTA:	SOTO RAICO, CINTHIA RAQUEL	ASESOR:
		FECHA DE REPORTE:	01/10/2020

FICHA DE CHEQUEO: COLEGIO ESTATAL DE OXAMARCA:	Módulo N°	1
--	-----------	---

<p style="text-align: center;"><b>MÓDULO 1: Aula 1 y dirección</b></p>  <p style="text-align: center;">ALIGERADO - MODULO I</p>	<p><b>1. CARGAS A CONSIDERAR</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>CARGA MUERTA</th> <th>VALOR</th> <th>FUENTE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Aligerado h=0.20</td> <td>300 kg/m<sup>2</sup></td> <td>NTE E-020</td> </tr> <tr> <td>Cielo raso:</td> <td>20 kg/m<sup>2</sup></td> <td>PLANOS</td> </tr> <tr> <td>Acabados:</td> <td>100 kg/m<sup>2</sup></td> <td>NTE E-020</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>CARGA VIVA</th> <th>VALOR</th> <th>FUENTE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Aulas:</td> <td>250 kg/m<sup>2</sup></td> <td>NTE E-020</td> </tr> <tr> <td>Pasadizos:</td> <td>400 kg/m<sup>2</sup></td> <td>NTE E-020</td> </tr> <tr> <td>Techo:</td> <td>100 kg/m<sup>2</sup></td> <td>NTE E-020</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>2. RESISTENCIA REQUERIDA: NTE E-060</b></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p style="text-align: center;">U1 = 1.4(CM) + 1.7(CV)            U2 = 1.25(CM+CV) +- CS            U3 = 0.90(CM) +- CS</p> </div>	CARGA MUERTA	VALOR	FUENTE	Aligerado h=0.20	300 kg/m <sup>2</sup>	NTE E-020	Cielo raso:	20 kg/m <sup>2</sup>	PLANOS	Acabados:	100 kg/m <sup>2</sup>	NTE E-020	CARGA VIVA	VALOR	FUENTE	Aulas:	250 kg/m <sup>2</sup>	NTE E-020	Pasadizos:	400 kg/m <sup>2</sup>	NTE E-020	Techo:	100 kg/m <sup>2</sup>	NTE E-020
CARGA MUERTA	VALOR	FUENTE																							
Aligerado h=0.20	300 kg/m <sup>2</sup>	NTE E-020																							
Cielo raso:	20 kg/m <sup>2</sup>	PLANOS																							
Acabados:	100 kg/m <sup>2</sup>	NTE E-020																							
CARGA VIVA	VALOR	FUENTE																							
Aulas:	250 kg/m <sup>2</sup>	NTE E-020																							
Pasadizos:	400 kg/m <sup>2</sup>	NTE E-020																							
Techo:	100 kg/m <sup>2</sup>	NTE E-020																							

<b>3. SISTEMA ESTRUCTURAL X-X: PÓRTICOS</b>		
---	--	--

CONCRETO:	VALOR	FUENTE
F'C: columnas, vigas y losa	210 kg/cm <sup>2</sup>	PLANOS
Módulo de elasticidad (E):	15000*(210) <sup>1/2</sup> kg/cm <sup>2</sup>	NTE E-060
Módulo de poisson (U):	0.15	NTE E-060
Peso unitario:	2400 kg/m <sup>3</sup>	NTE E-020

<b>4. DIMENSIONES DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES: X-X</b>		
---	--	--

COLUMNAS	Dimensión	FUENTE
C2: Columna rectangular	25 x 75 cm	PLANOS
C3: Columna en L	45 x 45 cm	PLANOS
C4: Columna en T	45 x 55 cm	PLANOS
VIGAS		FUENTE
V-107/109	25 x 40 cm	PLANOS
V-b1	20 x 20 cm	PLANOS
Volado 107-109	25 x var cm	PLANOS

<b>5. SISTEMA ESTRUCTURAL Y-Y: ALBAÑILERÍA</b>		
--	--	--

ALBAÑILERÍA:	VALOR	FUENTE
F'M: ladrillo de arcilla	45 kg/cm <sup>2</sup>	PLANOS
Módulo de elasticidad (E):	500*45 kg/cm <sup>2</sup>	NTE E-070
Módulo de poisson (U):	0.25	Libro (Oviedo, 2016)
Peso unitario:	1800 kg/m <sup>3</sup>	NTE E-020

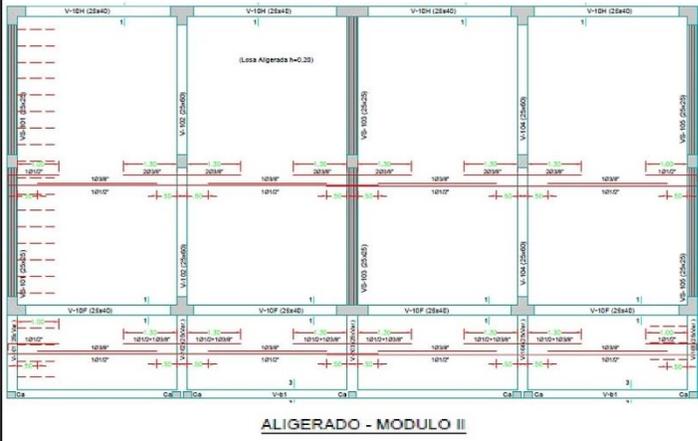
<b>6. DIMENSIONES DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES: Y-Y</b>		
---	--	--

COLUMNAS	Dimensión	FUENTE
C1: Columna cuadrada	25 x 30 cm	PLANOS
VIGAS		FUENTE
VS-10B/10C/10E	25 x 25 cm	PLANOS
V-10D	25 x 60 cm	PLANOS
V-b2	15 x 20 cm	PLANOS
Volado 10B-10E	25 x var cm	PLANOS
MURO ALBAÑILERÍA	Dimensión	FUENTE
Espesor	e = 25 cm	PLANOS

TESISTA	ASESOR
FIRMA:	FIRMA:
NOMBRE:	NOMBRE:
FECHA:	FECHA:

## Ficha 2 llenada: Ficha de chequeo de datos técnicos – Módulo 2A

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE																																										
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	FICHA DE CHEQUEO DE DATOS TÉCNICOS																																									
	TESIS:	“ANÁLISIS SÍSMICO AL UTILIZAR 2% Y 5% DEL AMORTIGUAMIENTO ESTRUCTURAL EN EL COLEGIO ESTATAL DE OXAMARCA, PROVINCIA DE CELENDÍN - CAJAMARCA 2020”																																								
	TESISTA:	SOTO RAICO, CINTHIA RAQUEL	ASESOR: ING. ANITA ELIZABET ALVA SARMIENTO																																							
		FECHA DE REPORTE:	01/10/2020																																							
FICHA DE CHEQUEO: COLEGIO ESTATAL DE OXAMARCA:		Módulo N°	2A																																							
		N° Pisos:	1																																							
		Altura de piso:	3.15 m																																							
		Altura considerada:	3.65 m																																							
MÓDULO 2-A: Aula 3 y aula 4																																										
																																										
<b>1. CARGAS A CONSIDERAR</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>CARGA MUERTA</th> <th>VALOR</th> <th>FUENTE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Aligerado h=0.20</td> <td>300 kg/m<sup>2</sup></td> <td>NTE E-020</td> </tr> <tr> <td>Cielo raso:</td> <td>20 kg/m<sup>2</sup></td> <td>PLANOS</td> </tr> <tr> <td>Acabados:</td> <td>100 kg/m<sup>2</sup></td> <td>NTE E-020</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>CARGA VIVA</th> <th>VALOR</th> <th>FUENTE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Aulas:</td> <td>250 kg/m<sup>2</sup></td> <td>NTE E-020</td> </tr> <tr> <td>Pasadizos:</td> <td>400 kg/m<sup>2</sup></td> <td>NTE E-020</td> </tr> <tr> <td>Techo:</td> <td>100 kg/m<sup>2</sup></td> <td>NTE E-020</td> </tr> </tbody> </table>				CARGA MUERTA	VALOR	FUENTE	Aligerado h=0.20	300 kg/m <sup>2</sup>	NTE E-020	Cielo raso:	20 kg/m <sup>2</sup>	PLANOS	Acabados:	100 kg/m <sup>2</sup>	NTE E-020	CARGA VIVA	VALOR	FUENTE	Aulas:	250 kg/m <sup>2</sup>	NTE E-020	Pasadizos:	400 kg/m <sup>2</sup>	NTE E-020	Techo:	100 kg/m <sup>2</sup>	NTE E-020															
CARGA MUERTA	VALOR	FUENTE																																								
Aligerado h=0.20	300 kg/m <sup>2</sup>	NTE E-020																																								
Cielo raso:	20 kg/m <sup>2</sup>	PLANOS																																								
Acabados:	100 kg/m <sup>2</sup>	NTE E-020																																								
CARGA VIVA	VALOR	FUENTE																																								
Aulas:	250 kg/m <sup>2</sup>	NTE E-020																																								
Pasadizos:	400 kg/m <sup>2</sup>	NTE E-020																																								
Techo:	100 kg/m <sup>2</sup>	NTE E-020																																								
<b>2. RESISTENCIA REQUERIDA: NTE E-060</b> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>U1 = 1.4(CM) + 1.7(CV)</td> </tr> <tr> <td>U2 = 1.25(CM+CV) +- CS</td> </tr> <tr> <td>U3 = 0.90(CM) +- CS</td> </tr> </tbody> </table>				U1 = 1.4(CM) + 1.7(CV)	U2 = 1.25(CM+CV) +- CS	U3 = 0.90(CM) +- CS																																				
U1 = 1.4(CM) + 1.7(CV)																																										
U2 = 1.25(CM+CV) +- CS																																										
U3 = 0.90(CM) +- CS																																										
<b>3. SISTEMA ESTRUCTURAL X-X: PÓRTICOS</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>CONCRETO:</th> <th>VALOR</th> <th>FUENTE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>FC: columnas, vigas y losa</td> <td>210 kg/cm<sup>2</sup></td> <td>PLANOS</td> </tr> <tr> <td>Módulo de elasticidad (E):</td> <td>15000*(210)<sup>1/2</sup> kg/cm<sup>2</sup></td> <td>NTE E-060</td> </tr> <tr> <td>Módulo de poisson (U):</td> <td>0.15</td> <td>NTE E-060</td> </tr> <tr> <td>Peso unitario:</td> <td>2400 kg/m<sup>3</sup></td> <td>NTE E-020</td> </tr> </tbody> </table>		CONCRETO:	VALOR	FUENTE	FC: columnas, vigas y losa	210 kg/cm <sup>2</sup>	PLANOS	Módulo de elasticidad (E):	15000*(210) <sup>1/2</sup> kg/cm <sup>2</sup>	NTE E-060	Módulo de poisson (U):	0.15	NTE E-060	Peso unitario:	2400 kg/m <sup>3</sup>	NTE E-020	<b>4. DIMENSIONES DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES: X-X</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>COLUMNAS</th> <th>Dimensión</th> <th>FUENTE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>C2: Columna rectangular</td> <td>25 x 75 cm</td> <td>PLANOS</td> </tr> <tr> <td>C3: Columna en L</td> <td>45 x 45 cm</td> <td>PLANOS</td> </tr> <tr> <td>C4: Columna en T</td> <td>45 x 55 cm</td> <td>PLANOS</td> </tr> <tr> <th>VIGAS</th> <th>Dimensión</th> <th>FUENTE</th> </tr> <tr> <td>V-10F/10H</td> <td>25 x 40 cm</td> <td>PLANOS</td> </tr> <tr> <td>V-b1</td> <td>20 x 20 cm</td> <td>PLANOS</td> </tr> </tbody> </table>		COLUMNAS	Dimensión	FUENTE	C2: Columna rectangular	25 x 75 cm	PLANOS	C3: Columna en L	45 x 45 cm	PLANOS	C4: Columna en T	45 x 55 cm	PLANOS	VIGAS	Dimensión	FUENTE	V-10F/10H	25 x 40 cm	PLANOS	V-b1	20 x 20 cm	PLANOS			
CONCRETO:	VALOR	FUENTE																																								
FC: columnas, vigas y losa	210 kg/cm <sup>2</sup>	PLANOS																																								
Módulo de elasticidad (E):	15000*(210) <sup>1/2</sup> kg/cm <sup>2</sup>	NTE E-060																																								
Módulo de poisson (U):	0.15	NTE E-060																																								
Peso unitario:	2400 kg/m <sup>3</sup>	NTE E-020																																								
COLUMNAS	Dimensión	FUENTE																																								
C2: Columna rectangular	25 x 75 cm	PLANOS																																								
C3: Columna en L	45 x 45 cm	PLANOS																																								
C4: Columna en T	45 x 55 cm	PLANOS																																								
VIGAS	Dimensión	FUENTE																																								
V-10F/10H	25 x 40 cm	PLANOS																																								
V-b1	20 x 20 cm	PLANOS																																								
<b>5. SISTEMA ESTRUCTURAL Y-Y: ALBAÑILERÍA</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ALBAÑILERÍA:</th> <th>VALOR</th> <th>FUENTE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>F'M: ladrillo de arcilla</td> <td>45 kg/cm<sup>2</sup></td> <td>PLANOS</td> </tr> <tr> <td>Módulo de elasticidad (E):</td> <td>500*45 kg/cm<sup>2</sup></td> <td>NTE E-070</td> </tr> <tr> <td>Módulo de poisson (U):</td> <td>0.25</td> <td>Libro (Oviedo, 2016)</td> </tr> <tr> <td>Peso unitario:</td> <td>1800 kg/m<sup>3</sup></td> <td>NTE E-020</td> </tr> </tbody> </table>		ALBAÑILERÍA:	VALOR	FUENTE	F'M: ladrillo de arcilla	45 kg/cm <sup>2</sup>	PLANOS	Módulo de elasticidad (E):	500*45 kg/cm <sup>2</sup>	NTE E-070	Módulo de poisson (U):	0.25	Libro (Oviedo, 2016)	Peso unitario:	1800 kg/m <sup>3</sup>	NTE E-020	<b>6. DIMENSIONES DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES: Y-Y</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>COLUMNAS</th> <th>Dimensión</th> <th>FUENTE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>C1: Columna cuadrada</td> <td>25 x 30 cm</td> <td>PLANOS</td> </tr> <tr> <th>VIGAS</th> <th>Dimensión</th> <th>FUENTE</th> </tr> <tr> <td>VS-101/103/105</td> <td>25 x 25 cm</td> <td>PLANOS</td> </tr> <tr> <td>V-102/104</td> <td>25 x 60 cm</td> <td>PLANOS</td> </tr> <tr> <td>Volado 101-105</td> <td>25 x var cm</td> <td>PLANOS</td> </tr> <tr> <th>MURO ALBAÑILERÍA</th> <th>Dimensión</th> <th>FUENTE</th> </tr> <tr> <td>Espesor</td> <td>e = 25 cm</td> <td>PLANOS</td> </tr> </tbody> </table>		COLUMNAS	Dimensión	FUENTE	C1: Columna cuadrada	25 x 30 cm	PLANOS	VIGAS	Dimensión	FUENTE	VS-101/103/105	25 x 25 cm	PLANOS	V-102/104	25 x 60 cm	PLANOS	Volado 101-105	25 x var cm	PLANOS	MURO ALBAÑILERÍA	Dimensión	FUENTE	Espesor	e = 25 cm	PLANOS
ALBAÑILERÍA:	VALOR	FUENTE																																								
F'M: ladrillo de arcilla	45 kg/cm <sup>2</sup>	PLANOS																																								
Módulo de elasticidad (E):	500*45 kg/cm <sup>2</sup>	NTE E-070																																								
Módulo de poisson (U):	0.25	Libro (Oviedo, 2016)																																								
Peso unitario:	1800 kg/m <sup>3</sup>	NTE E-020																																								
COLUMNAS	Dimensión	FUENTE																																								
C1: Columna cuadrada	25 x 30 cm	PLANOS																																								
VIGAS	Dimensión	FUENTE																																								
VS-101/103/105	25 x 25 cm	PLANOS																																								
V-102/104	25 x 60 cm	PLANOS																																								
Volado 101-105	25 x var cm	PLANOS																																								
MURO ALBAÑILERÍA	Dimensión	FUENTE																																								
Espesor	e = 25 cm	PLANOS																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th>TESISTA</th> <th>ASESOR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>FIRMA:</td> <td>FIRMA:</td> </tr> <tr> <td>NOMBRE:</td> <td>NOMBRE:</td> </tr> <tr> <td>FECHA:</td> <td>FECHA:</td> </tr> </tbody> </table>		TESISTA	ASESOR	FIRMA:	FIRMA:	NOMBRE:	NOMBRE:	FECHA:	FECHA:																																	
TESISTA	ASESOR																																									
FIRMA:	FIRMA:																																									
NOMBRE:	NOMBRE:																																									
FECHA:	FECHA:																																									



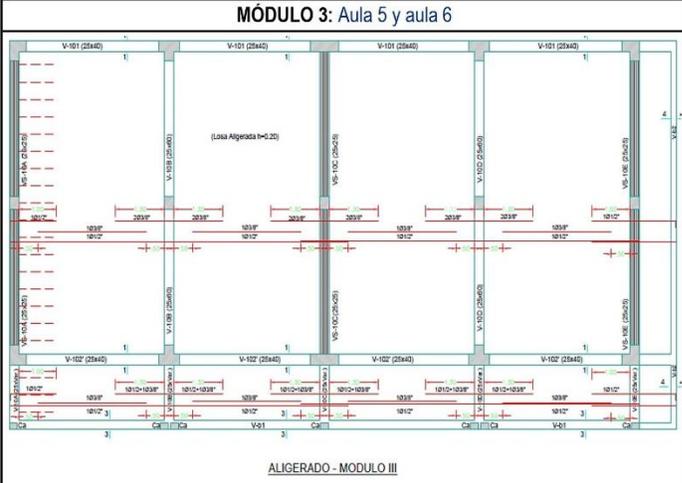
## Ficha 2 llenada: Ficha de chequeo de datos técnicos – Módulo 3

UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE			
FICHA DE CHEQUEO DE DATOS TÉCNICOS			
 UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE	TESIS:	“ANÁLISIS SÍSMICO AL UTILIZAR 2% Y 5% DEL AMORTIGUAMIENTO ESTRUCTURAL EN EL COLEGIO ESTATAL DE OXAMARCA, PROVINCIA DE CELENDÍN - CAJAMARCA 2020”	
	TESISTA:	SOTO RAICO, CINTHIA RAQUEL	ASESOR: ING. ANITA ELIZABET ALVA SARMIENTO
			FECHA DE REPORTE: 01/10/2020

FICHA DE CHEQUEO: COLEGIO ESTATAL DE OXAMARCA:	Módulo N°	3	
--	-----------	---	--

<p><b>MÓDULO 3: Aula 5 y aula 6</b></p>  <p style="text-align: center;">ALIGERADO - MÓDULO III</p>	<p><b>1. CARGAS A CONSIDERAR</b></p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>CARGA MUERTA</th> <th>VALOR</th> <th>FUENTE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Aligerado h=0.20</td> <td>300 kg/m<sup>2</sup></td> <td>NTE E-020</td> </tr> <tr> <td>Cielo raso:</td> <td>20 kg/m<sup>2</sup></td> <td>PLANOS</td> </tr> <tr> <td>Acabados:</td> <td>100 kg/m<sup>2</sup></td> <td>NTE E-020</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>CARGA VIVA</th> <th>VALOR</th> <th>FUENTE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Aulas:</td> <td>250 kg/m<sup>2</sup></td> <td>NTE E-020</td> </tr> <tr> <td>Pasadizos:</td> <td>400 kg/m<sup>2</sup></td> <td>NTE E-020</td> </tr> <tr> <td>Techo:</td> <td>100 kg/m<sup>2</sup></td> <td>NTE E-020</td> </tr> </tbody> </table> <p><b>2. RESISTENCIA REQUERIDA: NTE E-060</b></p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p style="text-align: center;"> <math>U1 = 1.4(CM) + 1.7(CV)</math>  <math>U2 = 1.25(CM+CV) +- CS</math>  <math>U3 = 0.90(CM) +- CS</math> </p> </div>	CARGA MUERTA	VALOR	FUENTE	Aligerado h=0.20	300 kg/m <sup>2</sup>	NTE E-020	Cielo raso:	20 kg/m <sup>2</sup>	PLANOS	Acabados:	100 kg/m <sup>2</sup>	NTE E-020	CARGA VIVA	VALOR	FUENTE	Aulas:	250 kg/m <sup>2</sup>	NTE E-020	Pasadizos:	400 kg/m <sup>2</sup>	NTE E-020	Techo:	100 kg/m <sup>2</sup>	NTE E-020
CARGA MUERTA	VALOR	FUENTE																							
Aligerado h=0.20	300 kg/m <sup>2</sup>	NTE E-020																							
Cielo raso:	20 kg/m <sup>2</sup>	PLANOS																							
Acabados:	100 kg/m <sup>2</sup>	NTE E-020																							
CARGA VIVA	VALOR	FUENTE																							
Aulas:	250 kg/m <sup>2</sup>	NTE E-020																							
Pasadizos:	400 kg/m <sup>2</sup>	NTE E-020																							
Techo:	100 kg/m <sup>2</sup>	NTE E-020																							

<b>3. SISTEMA ESTRUCTURAL X-X: PÓRTICOS</b>			<b>4. DIMENSIONES DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES: X-X</b>		
---	--	--	---	--	--

CONCRETO:	VALOR	FUENTE
F'C: columnas, vigas y losa	210 kg/cm <sup>2</sup>	PLANOS
Módulo de elasticidad (E):	$15000 \cdot (210)^{1/2}$ kg/cm <sup>2</sup>	NTE E-060
Módulo de poisson (U):	0.15	NTE E-060
Peso unitario:	2400 kg/m <sup>3</sup>	NTE E-020

COLUMNAS	Dimensión	FUENTE
C2: Columna rectangular	25 x 75 cm	PLANOS
C3: Columna en L	45 x 45 cm	PLANOS
C4: Columna en T	45 x 55 cm	PLANOS
VIGAS	Dimensión	FUENTE
V 101'/102'	25 x 40 cm	PLANOS
V-b1	20 x 20 cm	PLANOS
Volado 101'-102'	25 x var cm	PLANOS

<b>5. SISTEMA ESTRUCTURAL Y-Y: ALBAÑILERÍA</b>			<b>6. DIMENSIONES DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES: Y-Y</b>		
--	--	--	---	--	--

ALBAÑILERÍA:	VALOR	FUENTE
F'M: ladrillo de arcilla	45 kg/cm <sup>2</sup>	PLANOS
Módulo de elasticidad (E):	500*45 kg/cm <sup>2</sup>	NTE E-070
Módulo de poisson (U):	0.25	Libro (Oviedo, 2016)
Peso unitario:	1800 kg/m <sup>3</sup>	NTE E-020

COLUMNAS	Dimensión	FUENTE
C1: Columna cuadrada	25 x 30 cm	PLANOS
VIGAS	Dimensión	FUENTE
VS-10A/10C/10E	25 x 25 cm	PLANOS
V-10B/10D	25 x 60 cm	PLANOS
V-b2	15 x 20 cm	PLANOS
Volado 10A-10E	25 x Var cm	PLANOS
MURO ALBAÑILERÍA	Dimensión	FUENTE
Espesor	e = 25 cm	PLANOS

TESISTA	ASESOR
FIRMA:	FIRMA:
NOMBRE:	NOMBRE:
FECHA:	FECHA:

# **Anexo N° 06: Carta de autorización de uso de información**

**CARTA DE AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA**



Yo ..... **Noé Esteban Rodríguez Rojas** .....  
 identificado con DNI **26689638**, en mi calidad de **Proyectista de la obra "Reconstrucción del Colegio Estatal de Oxamarca"** del área de .....  
 ..... de la empresa/institución .....  
 con R.U.C N° ....., ubicada en la ciudad de **Celendín – Cajamarca.**

**OTORGO LA AUTORIZACIÓN,**

A la señorita ..... **Cinthia Raquel Soto Raico** .....  
 identificado con DNI N° ..... **75462248** ....., egresado de la (  ) Carrera profesional o ( ) Programa de Postgrado de ..... **Ingeniería civil** ..... para que utilice la siguiente información:

- Plano de ubicación del Colegio Estatal de Oxamarca.
- Planos de arquitectura del Colegio Estatal de Oxamarca.
- Planos de estructuras del Colegio Estatal de Oxamarca.
- Planos de cimentaciones del Colegio Estatal de Oxamarca.

Con la finalidad de que pueda desarrollar su ( ) Trabajo de Investigación, (  ) Tesis o ( ) Trabajo de suficiencia profesional para optar al grado de ( ) Bachiller, ( ) Maestro, ( ) Doctor o (  ) Título Profesional.

Adjunto a esta carta, está la siguiente documentación:

- ( ) Ficha RUC
- ( ) \*Vigencia de Poder (Para informes de suficiencia profesional)
- ( ) Otro (ROF, MOF, Resolución, etc. para el caso de empresas públicas válido tanto para Tesis, Trabajo de Investigación o Trabajo de Suficiencia Profesional).

\* Nota: En el caso este formato se use como regularización o continuidad del trámite durante la coyuntura de emergencia – Covit19, se debe de omitir la "Vigencia de Poder" requerido para los informes de Suficiencia Profesional.

Indicar si el Representante que autoriza la información de la empresa, solicita mantener el nombre o cualquier distintivo de la empresa en reserva, marcando con una "X" la opción seleccionada.  
 ( ) Mantener en Reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa; o  
 (  ) Mencionar el nombre de la empresa.

  
 Noé Esteban Rodríguez Rojas  
 INGENIERO CIVIL  
 C.I.P. N° 55306

**Firma y sello del Representante Legal**  
 DNI: 26689638

El Egresado/Bachiller declara que los datos emitidos en esta carta y en el Trabajo de Investigación, en la Tesis son auténticos. En caso de comprobarse la falsedad de datos, el Egresado será sometido al inicio del procedimiento disciplinario correspondiente; asimismo, asumirá toda la responsabilidad ante posibles acciones legales que la empresa, otorgante de información, pueda ejecutar.

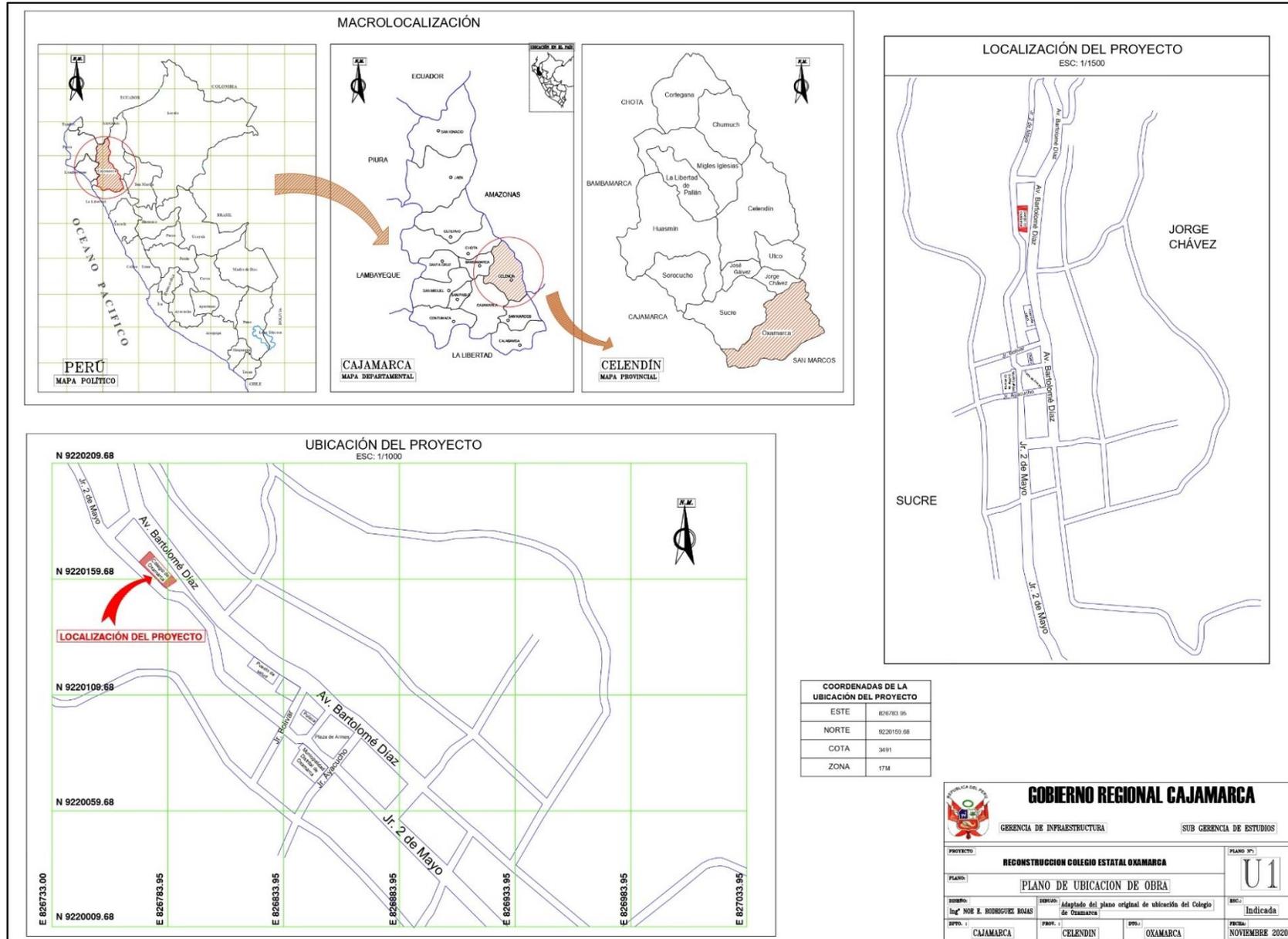
  
**Firma del Egresado**  
 DNI: 75462248

CÓDIGO DE DOCUMENTO	COR-F-REC-VAC-05.04	NÚMERO VERSIÓN	05	PÁGINA	Página 1 de 1
FECHA DE VIGENCIA	20/05/2020				



## **Anexo N° 07: Plano de ubicación**

“Análisis sísmico al utilizar 2% y 5% del amortiguamiento estructural en el Colegio Estatal de Oxamarca, Provincia de Celendín - Cajamarca 2020”



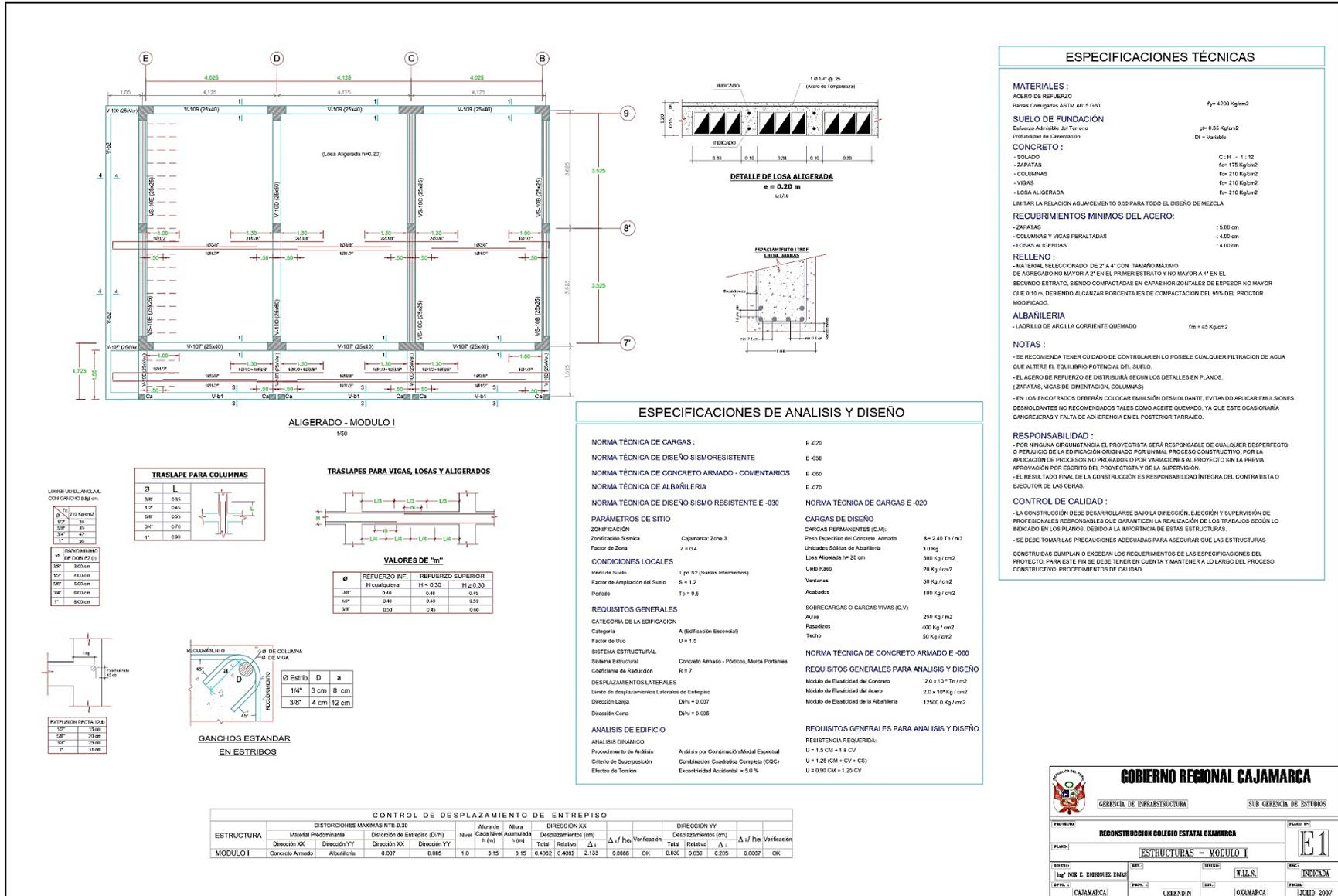
# Anexo N° 08: Planos de arquitectura



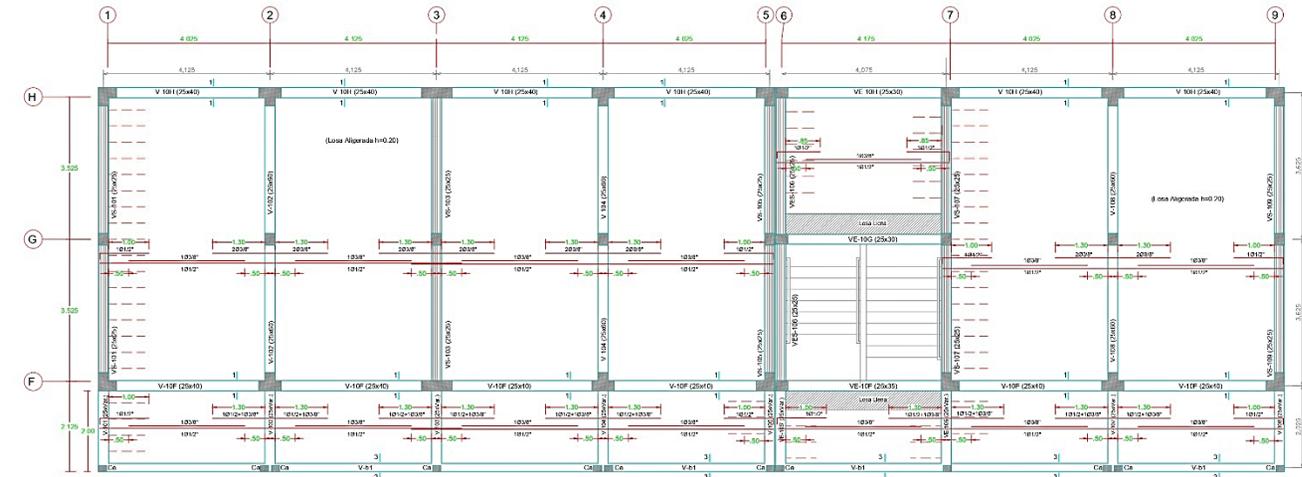


## **Anexo N° 09: Planos de estructuras**

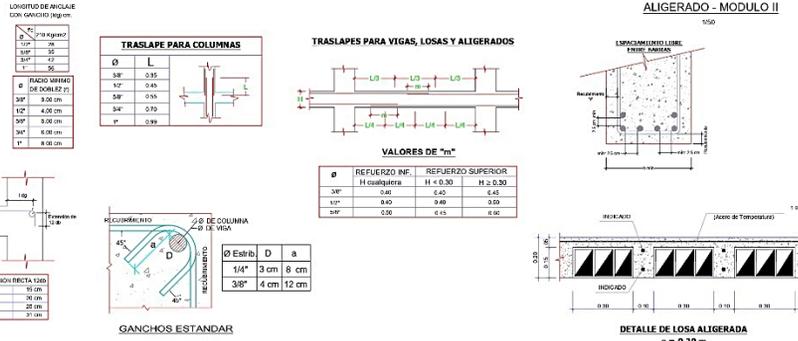
Plano de estructuras módulo 1



Plano de estructuras módulo 2



ALIGERADO - MÓDULO II



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

**MATERIALES:**  
 ACERO: E-400  
 BARRAS CORROIDAS ASTM A615-60  
 F<sub>y</sub> = 420 Kg/cm<sup>2</sup>

**SUELO DE FUNDACIÓN**  
 Estudios/Análisis del Terreno  
 Profundidad de Cimentación  
 q<sub>u</sub> = 0.85 Kg/cm<sup>2</sup>  
 U<sub>1</sub> = Variable

**CONCRETO:**  
 - SOLADO C. H = 1.12  
 - ZAPATAS Fc = 175 Kg/cm<sup>2</sup>  
 - COLUMNAS Fc = 210 Kg/cm<sup>2</sup>  
 - VIGAS Fc = 210 Kg/cm<sup>2</sup>  
 - LOSA ALIGERADA Fc = 210 Kg/cm<sup>2</sup>

LIMITAR LA RELACION AGUAJAMIENTO 0.50 PARA TODO EL DISEÑO DE MEZCLA

**RECURRIMIENTOS MÍNIMOS DEL ACERO:**  
 - ZAPATAS 1.00 cm  
 - COLUMNAS Y VIGAS PERALTADAS 4.00 cm  
 - LOSAS ALIGERADAS 4.00 cm

**RELLENO:**  
 - MATERIAL: SUELO COMPACTADO 15-7" A 4" DE FONDO (MÁXIMO MÁXIMO)  
 DE MAYOR A 4" EN EL PRIMER ESTRATO Y 10" MAYOR A 4" EN EL SEGUNDO ESTRATO, SIENDO COMPACTADOS EN CAPAS HORIZONTALES DE ESPESOR NO MAYOR QUE 0.10 m, DE BIENDO ALCANZAR PORCENTAJES DE COMPACTACION DEL 95% DEL PROCTOR MODIFICADO.

**ALBAÑILERÍA**  
 - LADRILLO DE ARCILLA CORRIENTE QUEMADO f<sub>m</sub> = 45 Kg/cm<sup>2</sup>

**NOTAS:**  
 - SE DEBE COMPROBAR EL EQUILIBRIO DE COEFICIENTES DE DILATACION TERMO ELASTICA EN EL EQUILIBRIO HORIZONTAL DEL SUELO.  
 - EL ACERO DE REFUERZO SE DISTRIBUYA SEGUN LOS DETALLES EN PLANO.  
 - ZAPATAS, VIGAS DE ORIENTACION, COLUMNAS.  
 - EN LOS FRECCIONES DE BARRAS DE ACERO SE DEBE USAR HERRAJES DE BARRAS DE ACERO RECOMENDADOS COMO ACETATE QUEMADO, YA QUE EN ESTE OCASIONARA CAMBIOS DE FORMA Y A LA VEZ ALBERA EN LA FRENTE DE LA BARRA.

ESPECIFICACIONES DE ANALISIS Y DISEÑO

**NORMA TÉCNICA DE CARGAS:** E-000

**NORMA TÉCNICA DE DISEÑO SISMORESISTENTE** E-010

**NORMA TÉCNICA DE CONCRETO ARMADO - COMENTARIOS** E-060

**NORMA TÉCNICA DE ALBAÑILERÍA** E-070

**NORMA TÉCNICA DE DISEÑO SISMO RESISTENTE E-030**

**NORMA TÉCNICA DE CARGAS E-020**

**PARÁMETROS DE SITO**  
 ZONIFICACION: Cajamarca, Zona 3  
 Factor de Zona: Z = 0.4  
 Condiciones Locales: Clase II (Suelos Intermedios)  
 Factor de Amplificación del Suelo: S = 1.2  
 Periodo: T<sub>p</sub> = 0.6

**REQUISITOS GENERALES**  
 CALIFICACION DE LA ESTRUCTURA: A (Edificación Escasos)  
 Factor de Sismo: U = 1.5  
 Sistema Estructural: Concreto Armado - Pórtico, Muros Perforados  
 Coeficiente de Reducción: R = 7  
 Límite de Desplazamiento Límite de Entrepiso: Δ<sub>u</sub> = 0.007  
 Dirección Carta: Δ<sub>u</sub> = 0.005

**ANÁLISIS DE EDIFICIO**  
 ANÁLISIS DINÁMICO  
 Procedimiento de Análisis: Análisis por Combinación Modal Espectral  
 Orden de Suspensión: Combinación Cuantitativa Completa (CQC)  
 Efectos de Torción: Excentricidad Accidental = 0.1%

**REQUISITOS GENERALES PARA ANÁLISIS Y DISEÑO**  
 RESISTENCIA REQUERIDA:  
 U = 1.5 EM + 1.8 CV  
 U = 1.2 (EM + CV + CS)  
 U = 0.9 EM + 1.25 CV

**RESPONSABILIDAD:**  
 - POR NINGUNA CIRCUNSTANCIA EL PROYECTISTA SERÁ RESPONSABLE DE CUALQUIER DEFECTO O DEFICIENCIA DE LA EDIFICACION ORIGINADA POR UN MAL PROCESO CONSTRUCTIVO, POR LA APLICACION DE PROCESOS NO PROBADOS O POR VARIACIONES AL PROYECTO SIN LA PREVIA APROBACION POR ESCRITO DEL PROYECTISTA Y DE LA SUPERVISOR.  
 - EL PROYECTISTA NO SE RESPONSABILIZA POR DEFICIENCIAS EN LA EJECUCION DE LAS OBRAS.  
 - EL PROYECTISTA NO SE RESPONSABILIZA POR DEFICIENCIAS EN LA EJECUCION DE LAS OBRAS.  
 - EL PROYECTISTA NO SE RESPONSABILIZA POR DEFICIENCIAS EN LA EJECUCION DE LAS OBRAS.

**CONTROL DE CALIDAD:**  
 - LA CONSTRUCCION DEBE DESARROLLARSE BAJO LA DIRECCION, EJECUCION Y SUPERVISION DE PROFESIONALES RESPONSABILIZADOS QUE GARANTIZAN LA REALIZACION DE LOS TRABAJOS SEGUN LO DISEÑADO EN LOS PLANOS, DEBERA DE LA INSPECTORIA DE LAS OBRAS DE LAS OBRAS.  
 - SE DEBE TOMAR LAS PRECAUCIONES ADECUADAS PARA ASEGURAR QUE LAS ESTRUCTURAS CONSTRUIDAS CUMPLAN O EXCEDAN LOS REQUERIMIENTOS DE LAS ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO. PARA ESTE FIN SE DEBE TENER EN CUENTA Y MANTENER A LO LARGO DEL PROCESO CONSTRUCTIVO, PROCEDIMIENTOS DE CALIDAD.

**CONTROL DE DESPLAZAMIENTO DE ENTREPISO DEL MÓDULO II SIN ESCALERA**

ESTRUCTURA	MATERIAL PRELACIONADO		DIRECCION DE ENTREPISO (DIRE)		H <sub>max</sub>	Alu <sub>de</sub>	Alu <sub>sup</sub>	DIRECCION XX	DIRECCION YY	Total (Relativo) Δ <sub>u</sub>	Δ / H <sub>max</sub> Verificación	OK
	DIRECCION XX	DIRECCION YY	DIRECCION XX	DIRECCION YY								
MÓDULO II A	Concreto Armado	Albañilería	0.007	0.005	1.0	3.15	3.15	0.37087	0.37087	1.847	0.002	OK

**CONTROL DE DESPLAZAMIENTO DE ENTREPISO DEL MÓDULO II CON ESCALERA**

ESTRUCTURA	MATERIAL PRELACIONADO		DIRECCION DE ENTREPISO (DIRE)		H <sub>max</sub>	Alu <sub>de</sub>	Alu <sub>sup</sub>	DIRECCION XX	DIRECCION YY	Total (Relativo) Δ <sub>u</sub>	Δ / H <sub>max</sub> Verificación	OK
	DIRECCION XX	DIRECCION YY	DIRECCION XX	DIRECCION YY								
MÓDULO II B	Concreto Armado	Albañilería	0.007	0.005	1.0	3.15	3.15	0.1326	0.1326	0.688	0.0022	OK



**GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA**  
 CERCENIA DE INFRAESTRUCTURA SUB CERCENIA DE ESTUDIOS

PROYECTO: RECONSTRUCCION COLEGIO ESTATAL OXAMARCA

PLANO Nº: E3

FECHA: 10/07/2020

ELABORADO: W.L.S.

REVISADO: INDICIA

PROYECTO: CAJAMARCA

PROYECTO: CELENDIN

PROYECTO: OXAMARCA

FECHA: JULIO 2007

Plano de estructuras módulo 3

**ALIGERADO - MODULO III**

### ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

**MATERIALES :**

ACERO DE REFUERZO  
Barras Corrugadas ASTM A815 G60 Fy= 4200 Kg/cm<sup>2</sup>

SUELO DE FUNDACIÓN  
Edificio Admisible del Terreno q<sub>u</sub> = 0.85 Kg/cm<sup>2</sup>  
Profundidad de Cementación D<sub>f</sub> = Variable

**CONCRETO :**

- SOLADO C : H = 1 : 12  
- ZAPATAS Fcc = 170 Kg/cm<sup>2</sup>  
- COLUMNAS Fcc = 210 Kg/cm<sup>2</sup>  
- VIGAS Fcc = 210 Kg/cm<sup>2</sup>  
- LOSA ALIGERADA Fcc = 210 Kg/cm<sup>2</sup>

LIMITAR LA RELACION AGUAJAMIENTO 0.50 PARA TODO EL DISEÑO DE MEZCLA

**RECUBRIMIENTOS MÍNIMOS DEL ACERO:**

- ZAPATAS 5.00 cm  
- COLUMNAS Y VIGAS PERALTADAS 4.00 cm  
- LOSAS ALIGERADAS 4.00 cm

**RELLENO :**

- MATERIAL SELECCIONADO DE 2" A 4" CON TAMAÑO MÁXIMO DE AGREGADO NO MAYOR A 2" EN EL PRIMER ESTRATO Y NO MAYOR A 4" EN EL SEGUNDO ESTRATO, SIENDO COMPACTADAS EN CAPAS HORIZONTALES DE ESPESOR NO MAYOR QUE 0.10 m, DEBIENDO ALCANZAR PORCENTAJES DE COMPACTACION DEL 95% DEL PROCTOR MODIFICADO.

**ALBAÑILERIA**

- LADRILLO DE ARCILLA CORRIENTE QUEMADO Fm = 40 Kg/cm<sup>2</sup>

**NOTAS :**

- SE RECOMIENDA TENER CUIDADO DE CONTROLAR EN LO POSIBLE CUALQUIER FILTRACION DE AGUA QUE ALTERE EL EQUILIBRIO POTENCIAL DEL SUELO.
- EL ACERO DE REFUERZO SE DISTRIBUIRÁ SEGÚN LOS DETALLES EN PLANOS.
- EN LOS ENCOFRADOS DEBERÁN COLOCAR EMULSIONES DESMOLDANTES, EVITANDO APLICAR EMULSIONES DESMOLDANTES NO RECOMENDADOS TALES COMO ACEITE QUEMADO, YA QUE ESTE OCASIONA MANCHAS Y FALTA DE ADHERENCIA EN EL POSTERIOR TARRADO.

**RESPONSABILIDAD :**

- POR NINGUNA CIRCUNSTANCIA EL PROYECTISTA SERÁ RESPONSABLE DE CUALQUIER DEFECTO O PERJUICIO DE LA EDIFICACION DISEÑADA POR UN MAL PROCESO CONSTRUCTIVO, POR LA APLICACION DE PROCESOS NO PRECISADOS O POR VARIACIONES AL PROYECTO SIN LA PREVIA APROBACION POR ESCRITO DEL PROYECTISTA Y DE LA SUPERVISIÓN.
- EL RESULTADO FINAL DE LA CONSTRUCCION ES RESPONSABILIDAD INTEGRAL DEL CONTRATISTA O EJECUTOR DE LAS OBRAS.

**CONTROL DE CALIDAD :**

- LA CONSTRUCCION DEBE DESARROLLARSE BAJO LA DIRECCION, EJECUCION Y SUPERVISION DE PROFESIONALES RESPONSABLES QUE GARANTICE LA REALIZACION DE LOS TRABAJOS SEGUN LO INDICADO EN LOS PLANOS, DEBIDO A LA IMPORTANCIA DE ESTAS ESTRUCTURAS.
- SE DEBE TOMAR LAS PRECAUCIONES ADECUADAS PARA ASEGURAR QUE LAS ESTRUCTURAS CONSTRUIDAS CUMPLAN O EXCEDAN LOS REQUERIMIENTOS DE LAS ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO, PARA ESTE FIN SE DEBE TENER EN CUENTA Y MANTENER A LO LARGO DEL PROCESO CONSTRUCTIVO, PROCEDIMIENTOS DE CALIDAD.

### ESPECIFICACIONES DE ANALISIS Y DISEÑO

**NORMA TÉCNICA DE CARGAS :** E-020

**NORMA TÉCNICA DE DISEÑO SIMORRESISTENTE** E-030

**NORMA TÉCNICA DE CONCRETO ARMADO - COMENTARIOS** E-080

**NORMA TÉCNICA DE ALBAÑILERIA** E-070

**NORMA TÉCNICA DE DISEÑO SIMO RESISTENTE E-030** E-070

**PARÁMETROS DE SITIO**

ZONIFICACION Cajamarca: Zona 3

Factor de Zona Z = 0.4

**CONDICIONES LOCALES**

Pertu de Suelo Tipo S2 (Suelos Intermedios)

Factor de Ampliación del Suelo S = 1.2

Perodo Tp = 0.8

**REQUISITOS GENERALES**

CATEGORIA DE LA EDIFICACION

Factor de Uso U = 1.5

**SISTEMA ESTRUCTURAL**

Sistema Estructural Concreto Armado - Pórticos, Muros Perforados

Coefficiente de Reducción R = 7

**DESPLAZAMIENTOS LATERALES**

Límite de desplazamientos Laterales de Entrepiso 2.0 x 10<sup>-4</sup> Tr / m<sup>2</sup>

Desplazamiento Largo DNL = 0.007

Derivación Coria DNL = 1.005

**ANÁLISIS DE EDIFICIO**

**ANÁLISIS DINÁMICO**

Procedimiento de Análisis Análisis por Combinación Modal Espectral

Orden de Superposición Combinación Cuadrática Compleja (CQC)

Efectos de Torsión U = 1.25 CM + CV + CS

**REQUISITOS GENERALES PARA ANALISIS Y DISEÑO**

REQUISITOS REQUERIDA:

U = 1.5 CM + 1.8 CV U = 0.80 CM + 1.25 CV

**TRASLAPES PARA COLUMNAS**

Ø	L
3"	0.35
4"	0.45
5"	0.55
6"	0.65
8"	0.85

**RECURRIMIENTO**

Ø Estrib.	D	a
1/4"	3 cm	8 cm
3/8"	4 cm	12 cm

**GANCHOS ESTANDAR EN ESTRIBOS**

Ø	h
3/8"	15 cm
1/2"	20 cm
3/4"	25 cm
1"	30 cm

**CONTROL DE DESPLAZAMIENTO DE ENTREPISO**

ESTRUCTURA	DISTRORCIONES MÁXIMAS NTE-0.30				Nivel	Alura de Sala Nivel Acabado h (m)	Altura de Alura h (m)	DIRECCION XX		DIRECCION YY							
	Material Predominante	Distorsion de Entrepiso (CM)		Total				Residual	Total	Residual							
PABELLÓN A-1	Concreto Armado	Albañileria	0.007	0.005	1.0	3.15	3.15	0.4184	0.4184	2.197	0.0007	OK	0.0337	0.0337	0.177	0.0008	OK

**GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA**

[GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA] [SUB GERENCIA DE ESTUDIOS]

RECONSTRUCCION COLEGIO ESTATAL OXAMARCA

ESTRUCTURAS - MODULO III

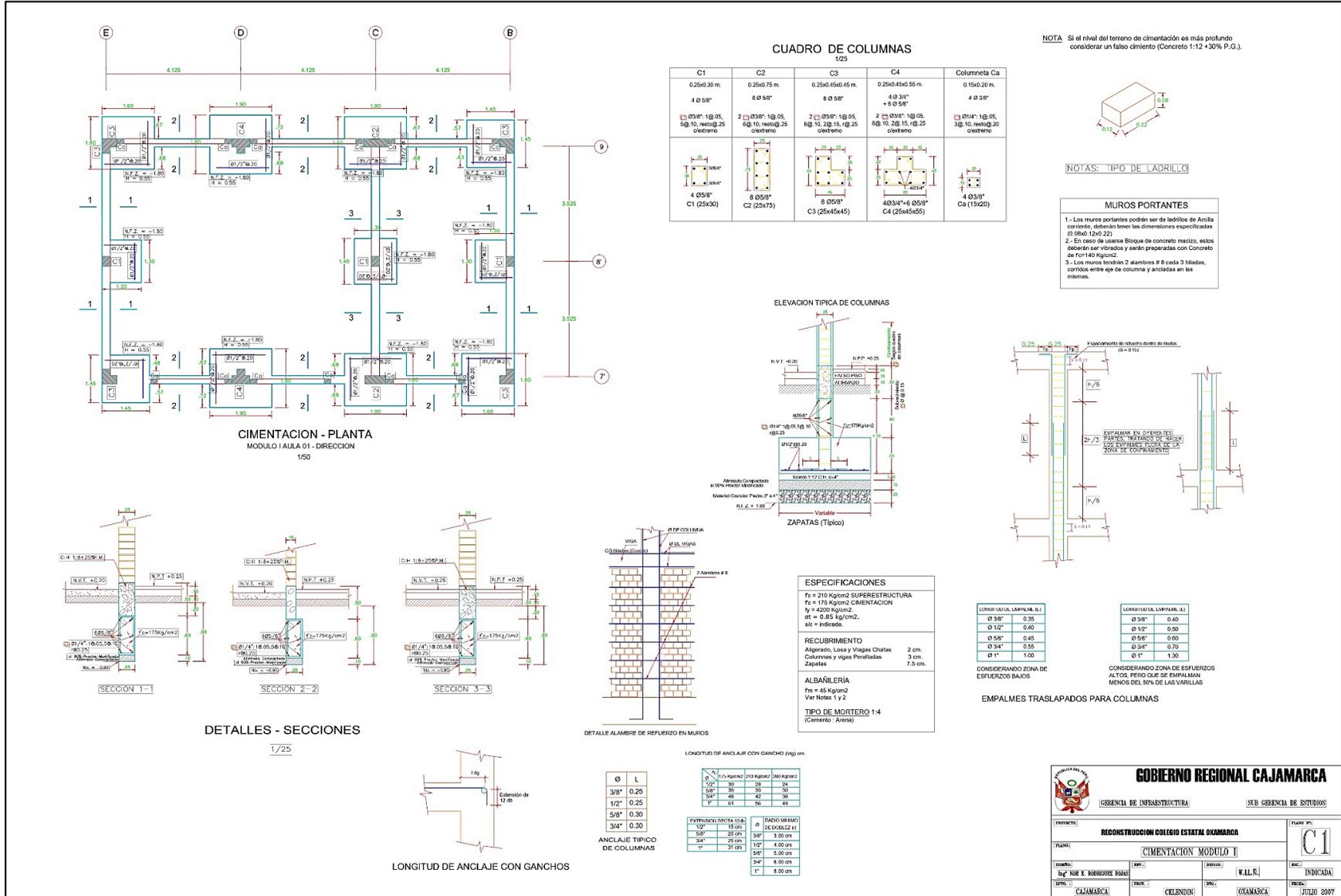
INDICADA

CAJAMARCA CELENDIN OXAMARCA

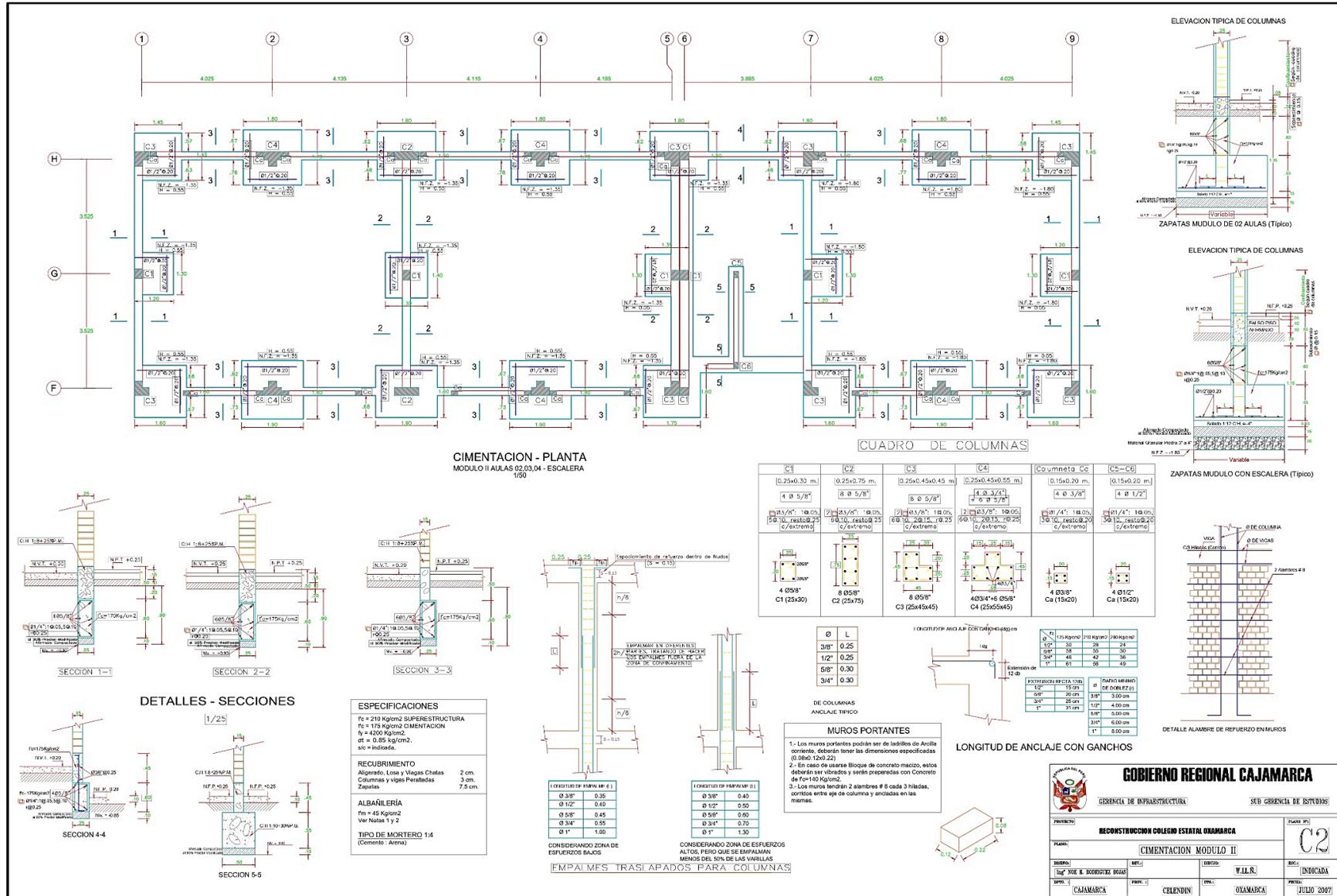
JULIO 2007

# **Anexo N° 10: Planos de cimentaciones**

**Plano de cimentaciones módulo 1**



**Plano de cimentaciones módulo 2**



**GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA**  
GERENCIA DE INFRAESTRUCTURA SUB GERENCIA DE ESTUDIOS

PROYECTO: RECONSTRUCCION COLEGIO ESTATAL OXAMARCA

PLANO: CIMENTACION MODULO II

FECHA: 08/07/2020

ELABORADO: W.A.R.

REVISADO: W.A.R.

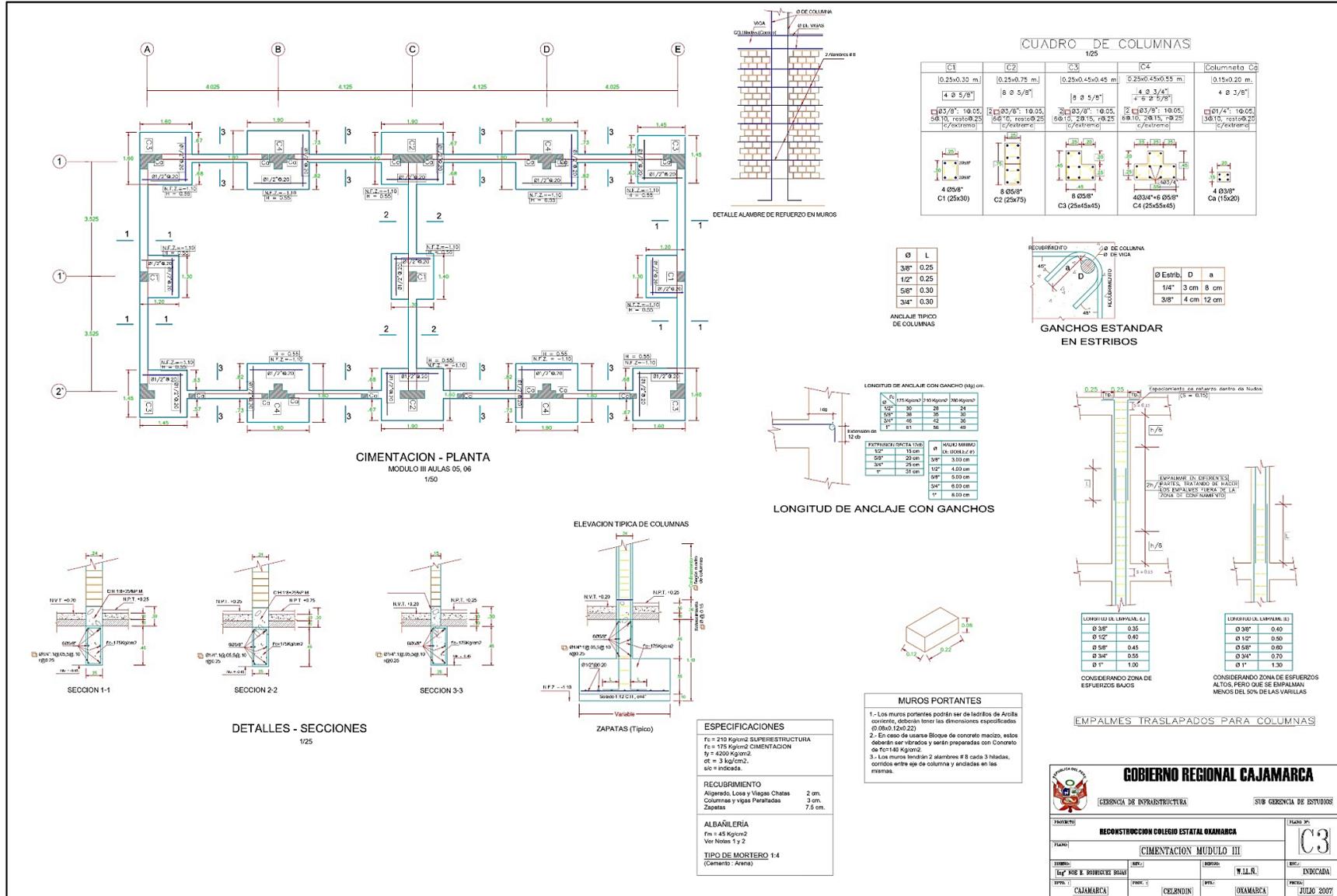
PROYECTADO: W.A.R.

APROBADO: W.A.R.

FECHA: 08/07/2020

ESTADO: INDICADA

Plano de cimentaciones módulo 3



# **Anexo N° 11: Modelado en ETABS**

(Ver carpeta de Anexo 11)

# **Anexo N° 12: Procedimientos en EXCEL**

(Ver carpeta de Anexo 12)