



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

“Nivel de desempeño sísmico de un edificio multifamiliar mediante el análisis estático no Lineal Pushover, Jesús María, 2020”

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

Ingeniero Civil

**AUTOR:**

Marin Lopez, Wily (ORCID: 0000-0002-4752-6195)

**ASESOR:**

Dr. Cancho Zuñiga, Gerardo Enrique (ORCID: 0000-0002-0684-5114)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERÚ

2020

### **Dedicatoria**

A Dios por darme su bendición para poder afrontar las adversidades y no rendirme ante los problemas, por brindarme la fortaleza para la culminación de la presente investigación.

A mis padres, por su apoyo incondicional, por su paciencia en los momentos complicados y por confiar en mí desde un inicio.

### **Agradecimiento**

A dios por haberme permitido Dios por habernos permitido llegar hasta hoy y culminar este sueño.

Al ingeniero Gerardo Enrique Cancho Zuñiga, asesor del proyecto de investigación, por la constante supervisión y por sus valiosas opiniones y sugerencias, encaminadas siempre a mejorar la calidad de la presente investigación.

A mis amigos, por su apoyo y ayuda incondicional.

A mi familia por su comprensión y confianza.

## Índice de contenido

Dedicatoria .....	II
Agradecimiento .....	III
Índice de contenido .....	IV
Índice de tablas .....	V
Índice de figuras .....	V
Resumen .....	VI
Abstract .....	VII
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA .....	12
3.1 Tipo y diseño de investigación .....	12
3.2 Variables y operacionalización.....	13
3.3 Población, muestra y muestreo.....	13
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	13
3.5 Procedimientos .....	15
3.6 Método de análisis de datos .....	15
3.7 Aspectos éticos.....	15
IV. RESULTADOS.....	16
V. DISCUSIÓN.....	20
VI. CONCLUSIONES .....	24
VII. RECOMENDACIONES.....	25
REFERENCIAS.....	26
ANEXOS .....	30

## Índice de tablas

Tabla 1. Desplazamientos máximos.....	9
Tabla 2. Matriz de Desempeño Sísmico en el sentido X.....	17
Tabla 3. Matriz de Desempeño Sísmico en el sentido Y.....	17

## Índice de figuras

Figura 1. Proceso del análisis Pushover.....	7
Figura 2. Distribución de cargas laterales.....	8
Figura 3. Idealización de rótulas plásticas.....	9
Figura 4. Representación del punto de desempeño.....	10
Figura 5. Representación del espectro de demanda.....	10
Figura 6. Edificio Residencial EIMI.....	16
Figura 7. PushX desplazamiento paso 4 de 4.....	18
Figura 8. PushY desplazamiento paso 8 de 8.....	18
Figura 9. Curva de Capacidad en X.....	19
Figura 10. Curva de Capacidad en Y.....	19
Figura 11. Puntos de Desempeño Sísmico en X.....	20
Figura 12. Puntos de Desempeño Sísmico en Y.....	20

## Resumen

En esta investigación se planteó el problema general de establecer el nivel de desempeño sísmico de un edificio multifamiliar empleando el análisis Pushover. El objetivo principal planteado fue determinar el nivel de desempeño sísmico de un edificio multifamiliar utilizando el análisis Pushover, apoyándose con las normas SEAOC-VISON 2000, FEMA y ASCE 41-13. Dentro de la metodología, esta investigación tuvo un diseño no experimental, de tipo aplicada, de nivel explicativo, de tiempo transversal y con enfoque cuantitativo. Se contó con una población establecida la cual fue los edificios multifamiliares del distrito Jesús María y se trabajó con una muestra por conveniencia el edificio multifamiliar EIMI de 4 pisos y un semisótano. Teniendo como uno de los resultados del método Pushover mostraron que la estructura tiene un buen comportamiento ante las diferentes demandas sísmicas. Por lo que se concluyó que en ambas direcciones para estructuras comunes descritos en las normas de desempeño mencionadas, tienen como principal objetivo indispensable la protección de la vida humana evitando colapsar ante sismos raros y muy raros. Además, la capacidad estructural de la edificación multifamiliar, para la dirección X su  $V_{m\acute{a}x} = 750.74$  tn y mientras que en la dirección Y, donde su  $V_{m\acute{a}x} = 490.06$  tn. Por lo que finalmente se recomienda para tener un óptimo diseño estructural, se debe verificar el desempeño sísmico mediante un análisis Pushover para asegurarse que la estructura cumplirá ante sismos raro y muy raro.

**Palabras Clave:** Nivel de Desempeño, Análisis Pushover, Curva de Capacidad, Rotula Plástica, Punto de Desempeño.

## **Abstract**

In this investigation, the general problem of establishing the seismic performance level of a multi-family building using the Pushover analysis was raised. The main objective set was to determine the level of seismic performance of a multi-family building using the Pushover analysis, based on the SEAOC-VISON 2000, FEMA and ASCE 41-13 standards. Within the methodology, this research had a non-experimental design, applied type, explanatory level, cross-sectional time and with a quantitative approach. There was an established population which was the multi-family buildings of the Jesús María district and the EIMI multi-family building with 4 floors and a semi-basement was established with a sample for convenience. Having as one of the results of the Pushover method that the structure has a good behavior in the face of different seismic demands. Therefore, it was concluded that in the directions for common structures determined in the aforementioned compliance standards, the main essential objective is the protection of human life, avoiding collapse in the face of rare and very rare earthquakes. Furthermore, the structural capacity of the multi-family building, for the X direction, its  $V_{max} = 750.74$  tn and while in the Y direction, where its  $V_{max} = 490.06$  tn. So finally, it is recommended to have an optimal structural design, the seismic performance must be verified by a Pushover analysis to control that the structure will comply with rare and very rare earthquakes.

**Keywords:** Performance Level, Pushover Analysis, Capacity Curve, Plastic Ball Head, Performance Point.

## I. INTRODUCCIÓN

En el ámbito internacional, en varios países del mundo se han dado sismos de entre 6 y 9 grados, prueba de ello son las múltiples pérdidas humanas, económicas y materiales en las edificaciones; esto debido a que las edificaciones de concreto armado colapsaron, y estructuras que se analizaron y diseñaron por las normas en ese tiempo, no tuvieron un buen comportamiento ante un sismo severo esperado; es decir inadecuado.

Muchas de las estructuras construidas con un diseño estructural, lograron tener un comportamiento aceptable debido a que la mayoría llegaron al colapso, debido a su comportamiento sísmico en el rango lineal (Perez, 2019, p.11).

De acuerdo a las metodologías experimentales probadas, las cuales pueden estimar la predicción del comportamiento de las estructuras basado en el desempeño sísmico. En países como los Estados Unidos, se viene aplicando desde 1995, como son las normas ATC-40, SEAOC-VISION 2000, FEMA y ASCE 41-17

En el ámbito nacional, el Perú está geográficamente en una zona de constante movimiento sísmico; por ello es considerado como uno de los países más expuestos a eventos sísmico de intensa magnitud. Las edificaciones en el Perú, por lo general se diseñan empleando un análisis elástico, aunque la mayor parte de estructuras experimentarán deformaciones inelásticas a lo largo de sismos severos. Los diseños estructurales recientes son los que se fundamentan en el desempeño que va a tener las edificaciones frente a sismos severos; se aplican estos métodos para predecir el accionar real de las edificaciones en condiciones diferentes.

Los procedimientos en el diseño estructural basado en el desempeño sismorresistente que están en la mayoría de normas y códigos sismorresistentes de varios países, casi la mayoría establecen un solo nivel de desempeño, por lo tanto, las estructuras tendrían un buen comportamiento ante sismos severos evitando el colapso. De acuerdo con este método de diseño, el desempeño sísmico, en termino de daño, todavía no han sido cuantificados. Ese es el caso del Perú en la NTP E-0.30, por lo que se debería diseñar los edificios bajo el desempeño sismorresistente para las diferentes demandas sísmicas.

Teniendo esta problemática, es fundamental que para el diseño de edificaciones se tiene que conocer el comportamiento estructural ante los movimientos sísmicos; debido a ello se han realizado diversos estudios que nos

permiten estimar de manera eficaz; para poder predecir el desempeño, daño y problemas que pueda ocurrir en los componentes estructurales y no estructurales durante un eventual sismo, y prevenir pérdidas humanas.

Del mismo modo, es sustancial admitir que la seguridad frente al colapso por los sismos no supone siempre un adecuado comportamiento de las edificaciones ante sismos de considerada intensidad, por lo cual se necesita determinar diversos escenarios de desempeño como un plan para tener nuevas elecciones de evaluación (Safina, 2002, p.65)

En las versiones anteriores de la norma E.030 se le realizaron variantes, para obtener mayor rigidez estructural contra las cargas laterales, pero no para un óptimo desempeño sísmico, frente a eventuales movimientos sísmicos severos porque no se tiene con una normativa para obtener y evaluar cual será el comportamiento sismorresistente de las estructuras.

En el ámbito local, la ciudad de Lima, específicamente el distrito de Jesús María está situado de acuerdo con la norma E-0.30 en zona 4 considerada así por la vulnerabilidad de tener un sismo de alta magnitud, más todavía si se tiene presente la existencia de suelos blandos, lo cual para las edificaciones comunes incrementa su vulnerabilidad ante sismos severos.

En base a lo planteado en la realidad problemática descrita se estableció el problema general y específicos de esta investigación. Se planteo como problema general de investigación ¿Cuál será el nivel de desempeño sísmico del edificio multifamiliar mediante el análisis estático no lineal PUSHOVER, Jesús María, 2020? En la investigación se determinó los siguientes problemas específicos:

- PE1: ¿En qué medida el Análisis Estático no Lineal determina la ubicación de rótulas plásticas del edificio multifamiliar, Jesús María, 2020?
- PE2: ¿Cuál será la capacidad estructural del edificio multifamiliar de acuerdo al análisis estático no lineal, Jesús María, 2020?
- PE3: ¿Cuál será el punto de desempeño del edificio multifamiliar mediante el análisis estático no lineal, Jesús María, 2020?

Por lo mencionado anteriormente la presente investigación, se justificó la investigación:

Justificación Práctica: En la presente investigación se aplicaron métodos innovadores basados en el desempeño sísmico que comprendan las tipologías no

lineales de los componentes que conforman los edificios, para poder predecir y controlar el comportamiento que presentarán ante eventuales movimientos sísmicos.

Justificación Económica: De acuerdo con el comportamiento de la estructura después de un movimiento sísmico severo, permitirá estimar los posibles daños beneficiando a los propietarios del edificio; y de se puede hacer el reforzamiento para mejorar la capacidad y estabilidad estructural, para resguardar la inversión que se hizo.

Justificación Social: El Perú por su ubicación es vulnerables a fuertes eventos sísmicos, es por ello que el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) a estructuras multifamiliares las considera como común, donde viven familias, es por ello que al evaluar este tipo de estructuras cuantificaremos el daño estructural y así poder reducir las pérdidas de vidas humanas.

El objetivo general fue determinar el nivel desempeño sísmico de un edificio multifamiliar mediante el análisis estático no lineal PUSHOVER, Jesús María, 2020.

Los objetivos específicos fueron los siguientes:

- OE1: Ubicar las rótulas plásticas en vigas y columnas del edificio multifamiliar aplicando el análisis estático no lineal, Jesús María, 2020.
- OE2: Determinar la capacidad estructural del edificio multifamiliar mediante el análisis estático no lineal, Jesús María, 2020.
- OE3: Determinar el punto de desempeño del edificio multifamiliar mediante el análisis estático no lineal, Jesús María, 2020.

La hipótesis general fue mediante el análisis estático no lineal PUSHOVER se obtiene el nivel de desempeño sísmico de seguridad de vida para un sismo raro del edificio multifamiliar, Jesús María, 2020. Las hipótesis específicas fueron los siguientes:

- HE1: El Análisis Estático no lineal determina la ubicación de las rótulas plásticas en vigas y columnas, en el edificio multifamiliar, Jesús María, 2020.
- HE2: La capacidad estructural del edificio multifamiliar se obtiene mediante el análisis estático no lineal, Jesús María, 2020.
- HE3: El punto de desempeño del edificio multifamiliar se obtiene mediante el análisis estático no lineal, Jesús María, 2020.

## II. MARCO TEÓRICO

A nivel internacional se desarrollaron las siguientes investigaciones relacionadas:

Chicas, Díaz y Ventura (2015), en la tesis *“Propuesta y aplicación de la metodología de evaluación estructural por desempeño sísmico para edificaciones”*. Tuvo como objetivo de investigación plantear un método con el cual se pueda evaluar por desempeño para lograr establecer la capacidad estructural y nivel de desempeño. Fue un estudio aplicado y no experimental, la muestra fueron los dos edificios de la escuela de ingeniería mecánica, los instrumentos empleados fueron fisurómetro, micrómetros y esclerómetro. Los principales resultados fueron que los dos edificios evaluados cumplen con el desempeño sismorresistente ante demandas solicitadas de seguridad de vida, para el edificio 1 se determinó una  $V=109.95$  ton y  $S_d=5.3$  cm con el cual está en el rango de seguridad de vida. Se concluyó que, empleando el método propuesto de evaluación por desempeño sismorresistente considerando los daños actuales y empleando cargas laterales se puede saber el desempeño de las edificaciones, además teniendo determinado el límite de los niveles de desempeño se logra conocer si esta cumpliendo con el objetivo esperado de desempeño.

Orellana y Parra (2017), en su investigación titulada *“Evaluación de Desempeño Sísmico de un edificio esencial aporricado de hormigón armado según la norma ecuatoriana de construcción (NEC-SE-RE,2015)”*. Tuvo como objetivo de investigación evaluar una edificación esencial por el método de desempeño sísmico de acuerdo con la Norma Ecuatoriana de Construcción. Fue un estudio aplicado y no experimental, la muestra fue un edificio esencial de cuatro niveles, se empleó el software SAP 2000. Los principales resultados fueron que para el método de ATC-40 el punto de desempeño es de  $S_d=19.60$  cm y  $S_a=0.224$  g, mientras por el método FEMA-440  $S_d=19.20$  cm con una  $S_a=0.226$  g y ADNL el punto de desempeño fue de 18.79 cm a los 14.89 segundos. Se concluye que empleando parámetros de desempeño determinados en una edificación esencial no cumplen, esto debido a que luego de un evento sísmico no podrá soportar cargas de gravedad. Además, se verifica que no tendrá un buen desempeño la estructura, esto porque se obtuvo daños severos ante cargas gravitacionales ya que armados y sección son demasiado inferiores.

Salcedo (2017), en su investigación titulada *“Desempeño sísmico por el método PUSH-OVER de un edificio construido en la ciudad de Barranquilla bajo la norma NSR-10”*. Tuvo como objetivo de investigación determinar el desempeño sísmico por el método Pushover, de una edificación de acuerdo con la norma NSR-10. Fue un estudio aplicado y no experimental, la muestra fue un edificio aporticado de 15 niveles, empleó el software ETABS. Los principales resultados fueron que para amenazas sísmica baja no presenta rótulas plásticas, para amenaza sísmica intermedia y alta presenta 338 rótulas plásticas las cuales se mantuvieron en el nivel de desempeño ocupación inmediata, además tiene una deriva total para una amenaza sísmica alta de 841.94 mm, correspondiente al 2.59% siendo la deriva máxima permitida 465 mm, correspondiente a al 1% de la altura del edificio. Se concluyó que es de ocupación inmediata para un sismo de diseño, en los elementos estructurales los daños son mínimos.

A nivel nacional se desarrollaron las siguientes investigaciones relacionadas:

Paredes (2016), en su investigación titulada *“Evaluación del desempeño sismorresistente de un edificio destinado a vivienda en la ciudad de Lima aplicando el análisis estático no lineal Pushover”*. Su objetivo de investigación fue empleando la normativa FEMA para diseñar y evaluar el comportamiento sísmico de una edificación multifamiliar. Fue un estudio aplicado y no experimental, la población fue el edificio Grimaldo del Solar de 6 niveles con sistema dual y la muestra fue el bloque B, como instrumento se empleó el software SAP 2000. Los principales resultados fueron, en el sentido Y tiene similar desempeño al sentido X, esto por que para un sismo raro está en el límite de prevención al colapso y un sismo muy raro está cerca al límite de colapso, esto debido a que en el sentido Y cuenta con menos cantidad de placas, es decir tiene menos rigidez. Se concluyó que el desempeño sismorresistente de la edificación dual ante demanda severas (sismo raro con un 10% de que ocurra en 50 años y muy raro con un 2% de que ocurra en 50 años), de acuerdo a la norma E0.30 satisface el objetivo de que no colapsa, debido a que están en el rango de resguardo de vida y pre colapso respectivamente. Con lo que se prioriza la seguridad de los habitantes del edificio, pero tendrá pérdidas económicas considerables.

Villanueva (2018), en su investigación titulada *“Desempeño sísmico del edificio dual de la facultad de ingeniería civil de la UNASAM, Huaraz – 2014”*. Tuvo como objetivo de investigación establecer el desempeño sismorresistente del edificio dual de la FIC-UNASAM para un desempeño esencial de acuerdo con la recomendación del comité Visión 2000. Fue un estudio de tipo descriptivo y diseño correlativa-transversal, la población y muestra es el edificio dual de la FIC-UNASAM, los instrumentos empleados fueron entrevistas, observación, ensayos y análisis documental. Los principales resultados fueron de la evaluación del desempeño estructural en los ejes X - Y: la estructura no tiene un buen desempeño y un objetivo de acuerdo a una edificación esencial establecido en el SEAOC Visión 2000. Se concluyó que la estructura no tendrá un buen desempeño sísmico de acuerdo a la recomendación del Comité Visión 2000 para un edificio esencial.

**Fuentes (2018)**, en su investigación titulada *“Desempeño sísmico de un edificio de cinco niveles de concreto armado mediante el análisis estático no lineal “Pushover”*. Su objetivo de investigación fue establecer el comportamiento sismorresistente empleando un análisis Pushover a una estructura de concreto armado de cinco niveles de acuerdo a lo establecido en la norma E.030. Fue un estudio de tipo aplicada, de diseño no experimental - transversal, de enfoque cualitativo y cuantitativo, la población y muestra fue una estructura de concreto armado de cinco pisos conformado por muros de corte y pórticos, como instrumento empleado el software ETABS. Uno de los principales resultados fue que la edificación logra su capacidad máxima cuando alcanza un  $S_d=15.62$  cm y  $V=1406$  ton, es decir logra su capacidad máxima la estructura y posteriormente llega al colapso; además para un sismo de diseño y máximo la edificación satisface los criterios de resguardo de vida y pre colapso respectivamente. Por último, concluyó que el comportamiento sísmico de la edificación ante las diferentes demandas sísmicas esta en el límite de resguardo de vida y estabilidad estructural, con lo cual se cumple lo recomendado por el código ATC-40 (1996), donde se indica la protección de la vida humana, aunque habrá pérdidas económicas.

A continuación, se definen los conceptos relacionados con la investigación:

**Análisis estático no lineal** o también conocido como Pushover, el cual trata de un procedimiento de análisis que se tiene en cuenta los efectos de no linealidad del material. Existen diversos procedimientos con el que se puede desarrollar esta clase de análisis, como ejemplo están el ATC-40, FEMA-273/356. Pero todos tienen las mismas tipologías no lineales (fuerza-deformación), la cual está representada por la curva de capacidad (Esteba, 2017, p. 31).

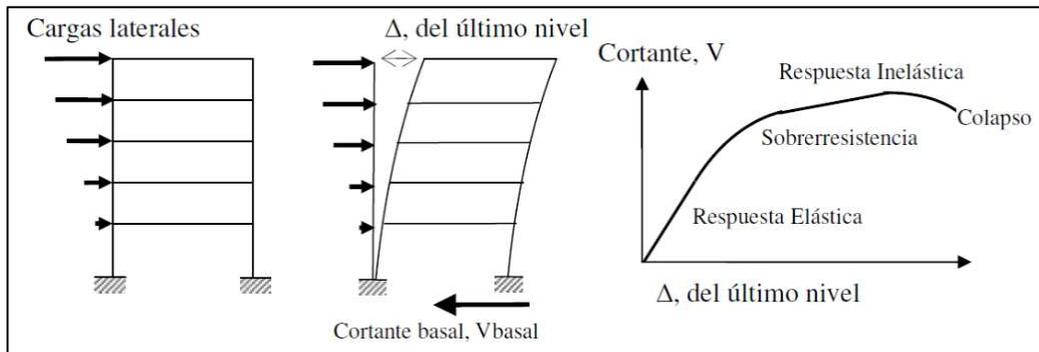


Figura 1. Proceso del análisis Pushover.

Fuente: Arango, Paz y Duque, 2009.

**Capacidad Estructural**, para Sanchez (2010, p.38), todas edificaciones tienen una capacidad, para sus elementos dependerán de la fuerza y deformación que tengan. De acuerdo con el rango elástico o inelástico se puede describir la capacidad de una edificación.

Las estructuras tienen estabilidad estructural a pesar que están sometidas a cargas externas, para lograr este equilibrio influyen su configuración estructural como son las irregularidades tanto como en planta y altura.

Se definirán las características de los materiales de concreto armado:

**El concreto**, para Morales (2006, p. 9), de acuerdo con el ensayo a compresión se puede verificar que no es un material elástico, pero una proporción lineal se considera hasta alrededor de un 40% de la capacidad total. El colapso se da regularmente cuando la carga es menor que la máxima.

**El acero** en su fase elástica de acuerdo a la curva esfuerzo-deformación para los aceros, según sus distintos grados presentan un mismo comportamiento y el módulo de elasticidad es definido por la tangente del ángulo  $\alpha$ , por lo tanto, es independiente del grado de acero (Harmsen, 2002, p. 39).



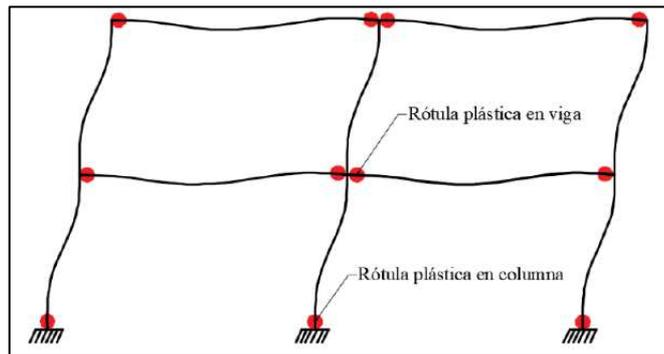


Figura 3. Idealización de rótulas plásticas.  
Fuente: Choque y Luque, 2019.

**La deriva** es el desplazamiento lateral de un punto respecto a otro, están ubicados en una misma referencia vertical, de 2 diferentes niveles de entresijos en una estructura (Adriana, 2008, p.31).

**Desplazamientos**, según el RNE (cap. 5, p.307), para las estructuras de forma regular, para calcular los desplazamientos horizontales se multiplican por 75% de R a los datos del análisis estático y dinámico lineal con las demandas disminuidas.

Con lo establecido en la NTP E030 el cálculo del desplazamiento máximo no tendrá que superar la división de alturas de nivel de entresijos, de acuerdo con los valores máximos de la tabla 1, en concordancia a la norma E030:

Tabla 1. Desplazamientos máximos.

DESPLAZAMIENTOS MÁXIMOS DE ENTRESIJO	
TIPO DE MATERIAL	( $\Delta_i/h_{ei}$ )
Albañilería	0.005
C <sup>a</sup> A <sup>a</sup>	0.007
Madera	0.010
Acero	0.010
Muros de ductilidad limitada	0.005

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E0.30.

**Punto de desempeño** viene a ser la representación última de la edificación evaluada ante las demandas sísmicas. Se establece cuando el espectro de capacidad se intercepta con el de demanda en configuración (Sd, Sa) (Casimiro, 2012, p. 164).

El punto de desempeño nos ayudará a determinar cuál será el desempeño sismorresistente el edificio para cada demanda sísmica (sismos frecuentes, ocasionales, raro y muy raro), además cual será el daño producido.

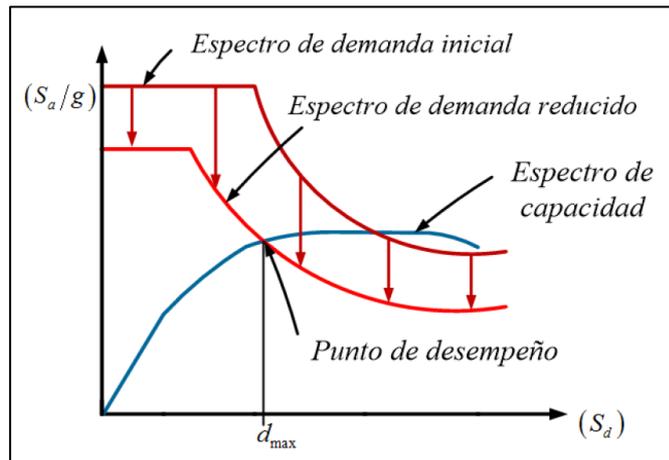


Figura 4. Representación del punto de desempeño.  
Fuente: Choque y Luque, 2019.

**Curva de Capacidad** es la relación del desplazamiento del último piso con la fuerza cortante de basal en la estructura, además se debe conocer las dimensiones de los componentes, área de acero longitudinal y de los materiales que calidad posee (Guevara, Osorio y Arturo, 2006, pg. 82).

**Espectro de capacidad**, luego de obtener la curva de capacidad se procede a convertir con una curva en la cual se pueda relacionar aceleración espectral ( $S_a$ ) y desplazamiento espectral ( $S_d$ ) donde puede soportar una edificación, y con ello relacionar directamente la capacidad y demanda de la edificación (Villanueva, 2009, p. 22).

**Espectro de demanda** es la demanda sísmica que une las aceleraciones espectrales que están relacionadas con el periodo de retorno, a cada periodo estructural con probabilidad de excedencia determinada en un periodo establecido y con un solo factor de amortiguamiento con respecto al más crítico (Bolaños, 2015, p.13).

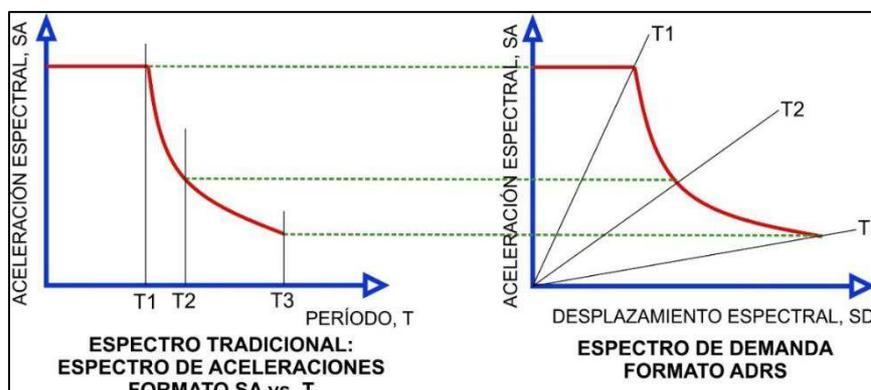


Figura 5. Representación del espectro de demanda.  
Fuente: Mayhua, 2018.

**Desempeño Sísmico**, para Alemán y Naranjo (2011, p. 16), es una metodología que tiene como única finalidad de establecer cómo se comportará la edificación ante cualquier demanda sísmica, lo cual plantea que la edificación brinde protección a sus ocupantes y además que la estructura no colapse.

Con la metodología de desempeño sísmico permite al propietario del edificio definir niveles de rendimiento para cumplir con los requisitos específicos para el edificio y sus contenidos (FEMA 283, 1996, p. 1).

**Los niveles de desempeño**, según Cárdenas y Talmatch (2016, p. 25), se definen como las metas de diseño o como el grado de daño que se va a evaluar en la edificación ante un sismo. Pueden ser descritos en términos de la seguridad ofrecida, costo y facilidad de reparación ante el sismo, economía, arquitectura e impacto histórico.

Para los diferentes niveles de desempeño sísmico tienen establecido un daño la cual puede ser considerada válida y limitante para un edificio, de acuerdo con la demanda sísmica utilizada. Esta condición máxima se describe por el daño en el interior de la edificación (ATC-40, 1996, cap.3 – p. 1)

**SEAO-Comité VISION 2000**, según su propuesta son cinco niveles de desempeño, los cuales son los mencionados a continuación: Totalmente Operacional (daño despreciable), Operacional (daño ligero), Seguridad (daño moderado), Próximo al colapso (daño severo) y Colapso (daño completo).

**FEMA 356**, según su propuesta son cuatro los niveles de desempeño sísmico: Operacional 1-A (muy poco daño), Ocupación Inmediata 1-B (cualquier reparación es menor), Seguridad de vida 3-C (daño no estructural es revisado) y Prevención al colapso 5-E (daño o pérdida es aceptable).

**Movimientos Sísmicos de Diseño** para realizar aplicaciones prácticas de diseño basado en el desempeño, es necesario establecer una serie de eventos sísmicos que pueden darse y que representan el rango de severidad sísmica para un desempeño particular de la estructura deseado (Bonett, 2003, p. 56).

**Comité VISION 2000**, el movimiento de sísmico de diseño está representados en rangos de probabilidad de excedencia u ocurrencia. Son cuatro los movimientos sísmicos de diseño: Frecuente, Ocasional, Raro y Muy raro.

**ATC – 40**, según su propuesta se emplea tres tipos de movimientos sísmicos: Sismo de servicio (SS), Sismo de diseño (SD) y Sismo máximo (SM).

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y diseño de investigación

De tipo **aplicada**, para Cazau (2006, p.18), la investigación aplicada busca conocer o perfeccionar recursos para la aplicación de conocimiento adquirido, intenta aplicarse o implementarse a la realidad problemática.

Por lo cual, se consideró de tipo aplicada la investigación desarrollada, debido a que se aplicaron los conocimientos obtenidos para dar solución a una realidad problemática.

El tipo de enfoque es **cuantitativo**. Para Borja (2012, p. 11), se emplea el análisis y recolección de datos, de forma confiable con la conocer la realidad para responder las incógnitas de la investigación y probar las hipótesis.

Por tal motivo, el presente proyecto de investigación tuvo un enfoque cuantitativo, porque se realizó por medio de datos recolectados, se comprobaron las dimensiones de los componentes estructurales, determinaron las cargas, esfuerzos actuantes y luego se procesaron a través del programa estructural ETABS 2016 versión 2.1 para lograr contestar las preguntas de investigación establecidas.

El diseño de investigación es **no experimental, transversal-explicativo**. Para Hernández, Fernández y Baptista (2014, p.152), es no experimental cuando en una investigación no se modifica y/o altera intencionalmente las variables de estudio establecidas.

De tiempo **transversal**, según Bernal (2010, p.118), es aquella donde la información se obtiene de la población o muestra, en momento determinado.

De nivel **explicativo**, para Hernández, Fernández y Baptista (2014, p.95), no solo describen conceptos o la relación de conceptos. Sino revela el interés en exponer el porqué de un suceso, además se relaciona dos o más variables.

En base a lo anteriormente, la investigación desarrollada tuvo un diseño es no experimental, debido a que no se realizó ninguna alteración intencional a la variable independiente, de tiempo transversal, porque se recolectó los datos en un solo momento y condiciones específicas en ese momento, y además de nivel explicativo, porque mediante proceso de resultados recogidos en campo mediante software estructural se obtuvieron resultados los cuales ayudaron lograr los objetivos establecidos y explicar la relación de variables del estudio.

### 3.2 Variables y operacionalización

- Análisis estático no lineal. (Variable independiente, cuantitativa)
- Nivel de Desempeño Sísmico. (Variable dependiente, cuantitativa)

Operalización de las variables ver Anexo N°3

### 3.3 Población, muestra y muestreo

**Población;** para Tamayo (2003, p.176), es la cuantificación de un total de unidades de un determinado estudio, estas unidades integran un conjunto con N de entidades que coinciden a las determinadas especificaciones y/o características a una investigación o estudio a realizar.

En la investigación se consideró como población a los edificios multifamiliares; estas edificaciones multifamiliares están ubicadas en Jesús María.

**Muestra;** para Carrasco (2011, p.237), es una representación de la población, poseen iguales propiedades y características de ella.

La muestra de este proyecto investigación fue un edificio multifamiliar.

**El muestreo no probabilístico;** para Niño (2011, p.57), es una técnica que le permite al investigador seleccionar la muestra con la intención o de acuerdo al criterio establecido.

Por tal motivo, la muestra fue por conveniencia siendo el edificio multifamiliar EIMI ubicado en el Jr. Diego de Almagro 590, distrito de Jesús María, Lima.

### 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para desarrollar este estudio, se eligió dos técnicas para la recolectar datos: observación y análisis de documentos, porque se ajustan al diseño del estudio.

**La observación,** para Bernal (2010, p.194), es una técnica que ayuda a conseguir información de forma directa y con una credibilidad alta. Se debe mencionar que esta técnica debe de realizar de manera controlada y sistemática. Se realizó una Inspección visual y reconocimiento al edificio, se obtuvo datos técnicos del proyecto; como la distribución arquitectónica y los componentes estructurales que lo conforman.

**El análisis de documentos,** según Bernal (2010, p.194), es una técnica que tiene como objetivo analizar material digital e impreso, se consideran estudios, expedientes, informes técnicos, etc.

Para esta investigación se interpretó de los planos de estructuras y arquitectura, proporcionada por los propietarios de la edificación para emplear el análisis

Pushover y determina su nivel de desempeño ante las diferentes demandas sísmicas.

El instrumento para recolección de datos, es donde se tiene que llevar a cabo el registro los datos correspondientes a las variables que el investigador requiere (Valderrama, 2013, p.194)

Para desarrollar la investigación, se empleó dos instrumentos: **la ficha técnica** de registro de datos y el uso de software estructural **ETABS**. En la ficha se procedió a llenar con la información recolectada en campo y para obtener de resultados fue a través del programa ETABS especializado en el análisis estructural. La información existente y de literatura se ejecutó una selección que se involucraran en el estudio con obtener datos confiables y necesarios.

Es indispensable que el instrumento de recolección de datos tenga que cumplir tres requisitos primordiales como lo es la confiabilidad, validez y objetividad (Valderrama, 2013, p.195)

**La validez** por medio de juicio de expertos, se denomina cuando el instrumento de medición ante un juicio objetivo de “voces calificadas” esto de acuerdo con expertos en el tema (Valderrama, 2013, p.198)

Para determinar la validez de la investigación se hará de forma especialista y técnica, la obtención de resultados será por medio del programa estructural ETABS. Además, para registrar la información tomada de campo se cuenta con fichas técnicas aprobadas por expertos.

Se define a la **confiabilidad** como el grado en el que el instrumento de recolección de datos elabora resultados sólidos y coherente (Valderrama, 2013, p.205)

En la investigación desarrollada el instrumento tiene un destacado grado de confiabilidad debido a los parámetros proporcionados para el modelamiento del edificio multifamiliar. Puesto que al haber inspeccionado el edificio y estudios necesarios. Es por ello que el nivel que tendrá será evaluado por expertos en la ficha de validación de datos.

### **3.5 Procedimientos**

1. Se interpretó, en los archivos CAD de estructuras y arquitectura, dimensiones de cada componente estructural y propiedad de los materiales empleados.
2. Se procedió a modelar la edificación en el software ETABS para realizar un análisis lineal (estático y dinámico), de acuerdo lo establecido en la norma NTP E030 (2018), para saber cuál es la condición actual en la que se encuentra la edificación.
3. Se procedió a realizar el análisis Pushover para ambos sentidos X y Y, se consideró para sentido en archivo separado para facilitar las asignaciones de rotulas plásticas.
4. Interpretamos los resultados del análisis Pushover de la estructura multifamiliar, para luego obtener la curva de capacidad.
5. Se secciona la curva de capacidad de acuerdo al SEAOC COMITÉ VISON 2000 para definir los puntos de desempeño para ambas direcciones.
6. Obtenidos los puntos de desempeño se establece el nivel de desempeño sísmico en las dos direcciones de la edificación, según las normas FEMA 440 y criterios del SEAOC propuesta del comité VISON 2000.

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

**Método deductivo**, reside en la toma de conclusiones de forma general para lograr obtener explicaciones definidas. Para este método se inicia con el análisis de hipótesis, principios, normas, etc; de aplicación en general y validez comprobada para aplicar y dar solución a problemas planteados (Bernal,2010, p.59).

El análisis será por el método deductivo debido a que se establecerá un nivel de desempeño de la edificación multifamiliar ante amenazas sísmicas, logrando registrar y pronosticar el daño final que tendrá la estructura. El análisis de los datos será cuantitativo, debido a que la obtención datos y desarrollo de cálculos será mediante el software computacional ETABS el cual tiene herramientas importantes para realizar un correcto análisis no lineal.

### **3.7 Aspectos éticos**

La investigación se desarrolló con un trabajo de modo transparente, logrando que los resultados obtenidos sean veraces y fiable. Se respeto las fuentes confiables de las cuales se extrajo la información mediante citas bibliográficas.

## IV. RESULTADOS

### Descripción de la Edificación:

El edificio a evaluar en la investigación es el “Edificio Residencial EIMI”



*Figura 6.* Edificio Residencial EIMI.  
Fuente: Google Maps.

### Ubicación:

El edificio se encuentra en el Jr. Diego de Almagro 590, Distrito de Jesús María, Lima -Perú.

### Descripción de la Arquitectura:

La arquitectura de la edificación residencial de 4 pisos + un semisótano en un área de terreno de 300.00 m<sup>2</sup>, presenta dos departamentos por piso de 102.06 m<sup>2</sup> de área techada y 2.60 m de altura de entrepiso.

Los departamentos están distribuidos con: un ingreso, sala-comedor, 02 habitaciones, 03 SSHH, 01 estudio, 01 Cocina-Lavandería y 01 Depósito.

Con los objetivos planteados en esta investigación se presenta los resultados obtenidos de acuerdo al análisis PUSHOVER y apoyándose en las normas de desempeño sísmico VISION 2000 y FEMA 356:

### Resultados de acuerdo al objetivo general:

**Tabla 2.** *Matriz de Desempeño Sísmico en el sentido X.*

DEMANDA SÍSMICA	NIVELES DE DESEMPEÑO SÍSMICO EN EL SENTIDO X				
	OPERACIONAL	OCUPACIÓN INMEDIATA	SEGURIDAD DE VIDA	PREVENCIÓN AL COLAPSO	COLAPSO
FRECUENTE (0.2g)					
OCASIONAL (0.25g)					
RARO (0.40g)					
MUY RARO (0.5g)					

Fuente: Adaptación FEMA-356 y SEAOC-VISION 2000.

De acuerdo con la tabla 2, se determina que la estructura en el sentido X, que para los sismos frecuentes y ocasionales presenta un daño menor, con lo cual será de ocupación inmediata. Para el sismo raro se espera resguardo de vida de las personas con un daño moderado resultarían interrumpidos relativamente algunos servicios, pero serían sustituidos fácilmente. Mientras que para un sismo muy raro estará en prevención al colapso, donde el daño es severo.

**Tabla 3.** *Matriz de Desempeño Sísmico en el sentido Y.*

DEMANDA SÍSMICA	NIVELES DE DESEMPEÑO SÍSMICO EN EL SENTIDO Y				
	OPERACIONAL	OCUPACIÓN INMEDIATA	SEGURIDAD DE VIDA	PREVENCIÓN AL COLAPSO	COLAPSO
FRECUENTE (0.2g)					
OCASIONAL (0.25g)					
RARO (0.40g)					
MUY RARO (0.5g)					

Fuente: Adaptación FEMA-356 y SEAOC-VISION 2000.

Se visualiza en la tabla 3 donde la estructura en el sentido Y, para los sismos frecuentes y ocasionales no presenta ningún daño, con lo cual será su nivel es operacional las personas podrán ocupar inmediatamente el edificio. Para el sismo raro el edificio tendrá un daño menor se espera la ocupación inmediata de las personas. Así mismo para un sismo muy raro estará en seguridad de vida, donde el daño es considerable.

## Resultados de acuerdo al objetivo específico 1:

En las figuras 7 y 8, se determina donde se ubicarán las rótulas plásticas en los elementos estructurales (columnas, placas y vigas).

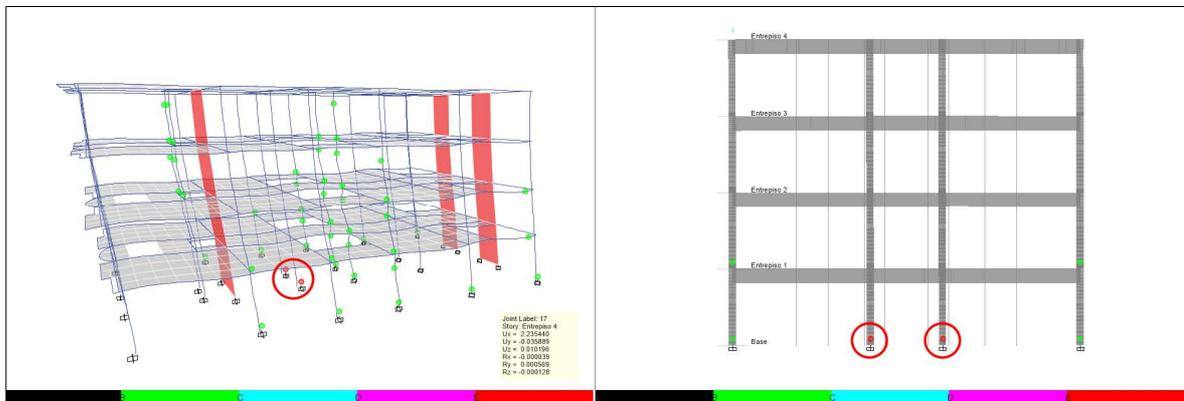


Figura 7. PushX desplazamiento paso 4 de 4.  
Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo con la figura 7 al terminar los pasos para el Pushover en X; las primeras rotulas plásticas se presentaron en las columnas antes que, en las vigas, con lo cual el mecanismo de falla no fue el adecuado. Se presentaron en total 49 rótulas plásticas en la dirección X, de las cuales 47 en columnas (45 en el nivel operacional y 2 en nivel de colapso) y 2 en vigas (todas en el nivel operacional).

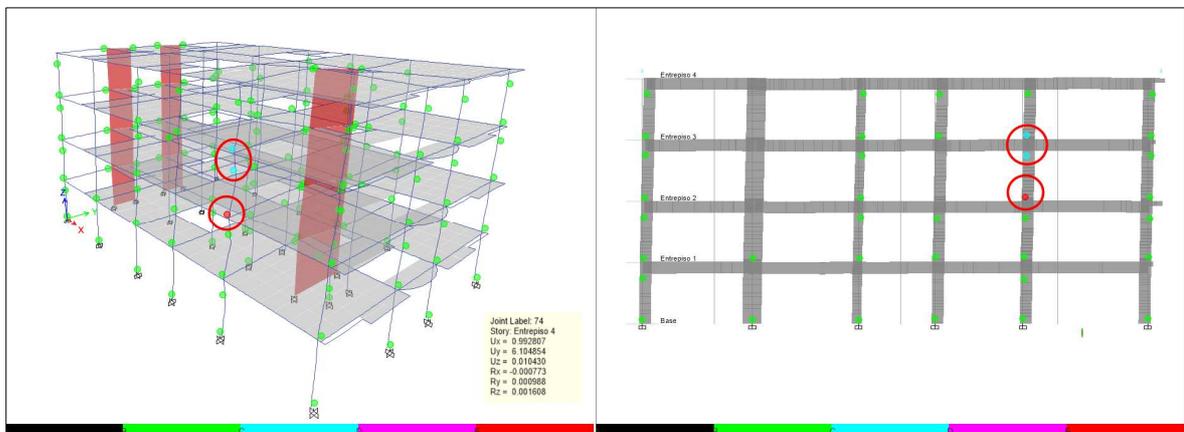


Figura 8. PushY desplazamiento paso 8 de 8.  
Fuente: Elaboración Propia.

Como se puede apreciar en la figura 8, al igual que en el sentido X las rotulas plásticas se iniciaron en las columnas. Para el Pushover en Y se presentaron un total de 147 rotulas plásticas, de las cuales 119 en columnas (116 en el rango operacional, 02 en rango de seguridad de vida y 01 en colapso), en las vigas un total de 27 todas en el nivel operacional y 01 en placa de nivel operacional.

## Resultados de acuerdo al objetivo específico 2:

Con el análisis Pushover se logró establecer la capacidad estructural del edificio multifamiliar para las direcciones X y Y:

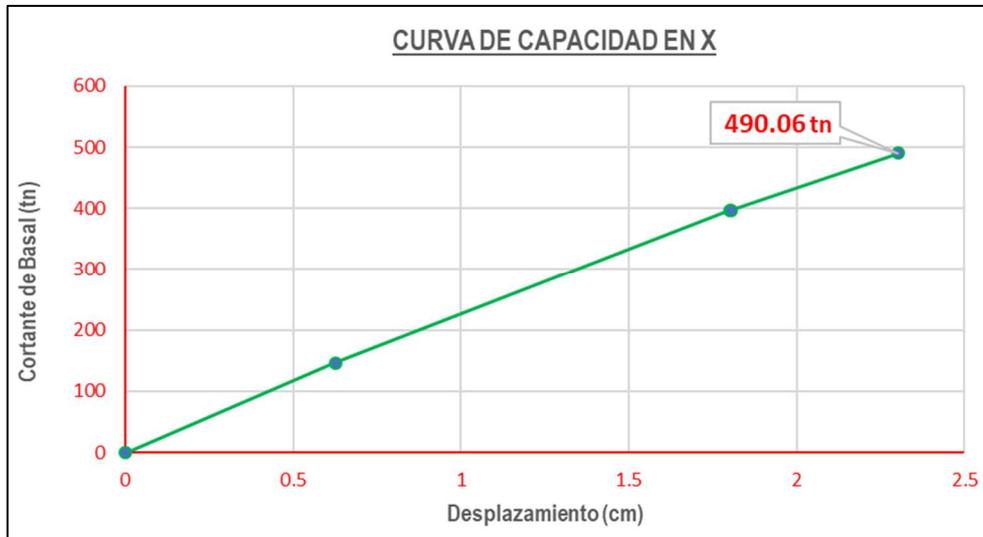


Figura 9. Curva de Capacidad en X.  
Fuente: Elaboración Propia.



Figura 10. Curva de Capacidad en Y.  
Fuente: Elaboración Propia.

De las figuras 9 y 10, se determina la capacidad estructural de la edificación multifamiliar, para la dirección X donde predomina pórticos la cortante de basal máxima es de 750.74 tn y mientras que en la dirección Y, donde presenta placas y pórticos su cortante de basal máxima es 490.06 tn. De acuerdo con los valores anteriores, la dirección Y es la que más capacidad tiene por qué tiene placas las cuales tienen mayor rigidez y momento de inercia.

### Resultados de acuerdo al objetivo específico 3:

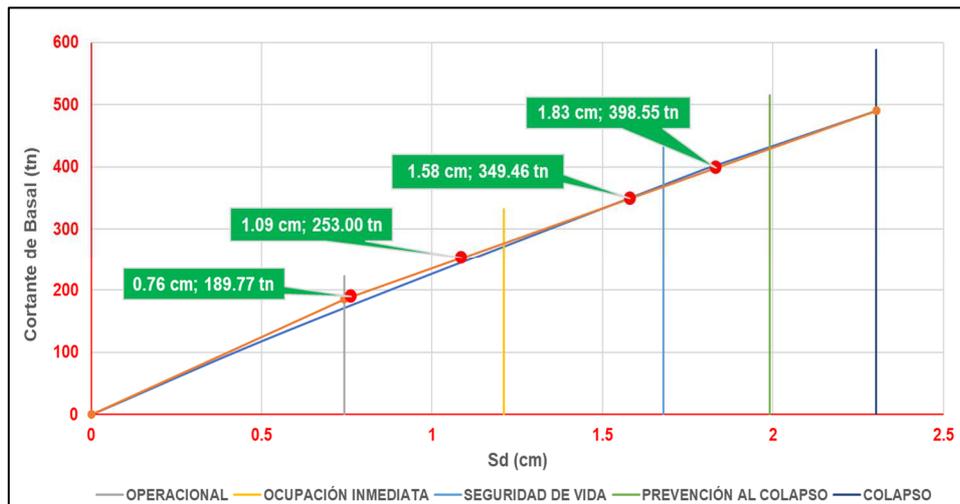


Figura 11. Puntos de Desempeño Sísmico en X  
Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo con la figura 11, en el sentido X los puntos de desempeño son: para un sismo frecuente se obtuvo un  $S_d=0.76$  cm y  $V=189.77$  tn (ocupación inmediata), sismo ocasional un  $S_d=1.09$  cm y  $V=253.00$  tn (ocupación inmediata), sismo raro un  $S_d=1.58$  cm y  $V=349.46$  tn (seguridad de vida) y sismo muy raro un  $S_d=1.83$  cm y  $V=398.55$  tn (prevención al colapso).

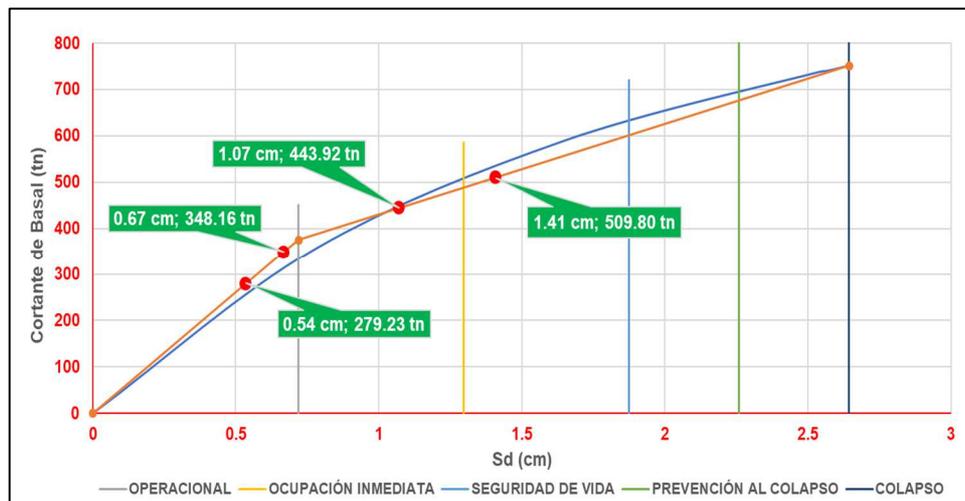


Figura 12. Puntos de Desempeño Sísmico en Y  
Fuente: Elaboración Propia.

Del mismo modo con la figura 2, en el sentido Y los puntos de desempeño son: para un sismo frecuente se obtuvo un  $S_d=0.54$  cm y  $V=279.23$  tn (operacional), sismo ocasional un  $S_d=0.67$  cm y  $V=348.16$  tn (operacional), sismo raro un  $S_d=1.07$  cm y  $V=443.92$  tn (ocupación inmediata) y sismo muy raro un  $S_d=1.41$  cm y  $V=509.80$  tn (prevención al colapso).

## **V. DISCUSIÓN**

Con la investigación realizada la cual el objetivo general fue determinar el nivel de desempeño sismorresistente de una edificación residencial de 04 pisos, la cual está ubicada en Lima, distrito de Jesús María, se realizó un análisis estático no lineal “PUSHOVER” y con normas internacionales basadas en el comportamiento sismorresistente, se logró establecer el nivel de desempeño sísmico ante movimientos sísmicos, para permitir contrastar los resultados obtenidos, permitiendo realizar una discusión de lo siguiente, de acuerdo a los resultados obtenidos e hipótesis planteadas:

**HG. Mediante el análisis estático no lineal PUSHOVER se obtiene el nivel de desempeño sísmico de seguridad de vida para un sismo raro del edificio multifamiliar, Jesús María, 2020.**

En la investigación de Paredes (2016) titulada “Evaluación del Desempeño sismorresistente de un edificio destinado a vivienda en la ciudad de Lima aplicando el análisis estático no lineal Pushover”. De acuerdo a sus resultados obtenidos concluye que el desempeño de la estructura fueron los adecuados en ambos sentidos, debido a que cumplen con el objetivo establecido por FEMA 356, el cual menciona para los sismos raro y muy raros estén en el rango de seguridad de vida y prevención al colapso respectivamente.

En la presente investigación de acuerdo a los resultados obtenidos se está cumpliendo la hipótesis general, esto debido que en la dirección X es el más crítico, para un sismo raro está en el rango seguridad de vida y para un sismo muy raro prevención al colapso. Mientras en la dirección Y, tiene un mejor desempeño, para sismos raro (rango de ocupación inmediata) y muy raro (rango de seguridad de vida). Esto porque en el sentido Y presenta placas las cuales proporcionan resistencia y rigidez lateral ante movimientos laterales.

**HE1. El Análisis Estático no lineal determina la ubicación de las rótulas plásticas en vigas y columnas, en el edificio multifamiliar, Jesús María, 2020.**

En la investigación de Villanueva (2018) titulada “Desempeño Sísmico del Edificio dual de la Facultad de Ingeniería civil de la UNASAM, Huaraz - 2014”. El autor evaluó el comportamiento sísmico de una edificación dual, frente a diferentes sismos mediante modelamiento con los métodos y recomendaciones del Comité

VISION 200 y ATC-40, resultando el modelo en la dirección X se ubicaron 880 rótulas plásticas con  $S_{d\text{máx}}= 0.43$  cm y  $V_{\text{máx}}= 5305.09$  tn y en la dirección Y se ubicaron también 880 rótulas plásticas con  $S_{d\text{máx}}=$  de 5.80 cm y  $V_{\text{máx}}= 6894.66$  tn. luego se produce un retroceso con lo cual indica pérdida de rigidez global o inestabilidad en ambas direcciones.

En la presente investigación, los resultados obtenidos se acepta la hipótesis específica 1, debido a que en la dirección X se ubicaron 47 rótulas plásticas en total las cuales se generan con un  $S_{d\text{máx}}= 2.30$  cm y  $V_{\text{máx}}= 490.06$  tn. Mientras que en la dirección Y, 119 rótulas plásticas en total con un  $S_{d\text{máx}}= 2.64$  cm y  $V_{\text{máx}}= 750.74$  tn. Los resultados del autor citado son mayores debido a que la estructura es de 5 pisos y de categoría B.

## **HE2. La capacidad estructural del edificio multifamiliar se obtiene mediante el análisis estático no lineal, Jesús María, 2020.**

Paredes (2016) en su investigación de acuerdo con el análisis Pushover y el método propuesto por VISION 2000, la edificación en el sentido X logra alcanzar capacidad estructural  $S_{d\text{máx}}= 13.12$  cm y  $V_{\text{máx}}= 1831$  tn. Mientras en el sentido Y, la estructura llegó a su capacidad cuando se obtuvo  $S_{d\text{máx}}= 16$  cm y  $V_{\text{máx}}= 1270$  tn.

En la presente investigación, empleando el análisis Pushover se acepta la hipótesis específica 2, por que se logró determinar la capacidad estructural del edificio. Para la dirección en X, la capacidad máxima con un  $S_{d\text{máx}}= 2.30$  cm y  $V_{\text{máx}}= 490.06$  tn y en la dirección Y el  $S_{d\text{máx}}= 2.64$  cm y  $V_{\text{máx}}= 750.74$  tn. Los valores son menores esto debido a que la edificación es de 4 pisos y mientras que del antecedente son 6 niveles por ende los desplazamientos y cortante de la base son superiores.

## **HE3. El punto de desempeño del edificio multifamiliar se obtiene mediante el análisis estático no lineal, Jesús María, 2020.**

Paredes (2016) de acuerdo con el espectro de capacidad y demanda según FEMA 440 estableció los puntos de desempeño, resultando para los dos sentidos similares resultados: sismo frecuente (operacional), sismo ocasional (ocupación inmediata), sismo raro (seguridad de vida) y muy raro (prevención al colapso).

En la presente investigación, empleando el análisis Pushover se acepta la hipótesis específica 3, debido a que se ubicaron los puntos de desempeño. Para dirección X: un sismo frecuente obtuvo un  $S_d = 0.76$  cm y  $V = 198.77$  tn (ocupación inmediata), sismo ocasional  $S_d = 1.09$  cm y  $V = 253.00$  tn (ocupación inmediata), sismo raro  $S_d = 1.58$  cm y  $V = 349.46$  tn (seguridad de vida) y sismo muy raro  $S_d = 1.83$  cm y  $V = 398.55$  tn (prevención al colapso). Mientras que para la dirección Y: para un sismo frecuente obtuvo un  $S_d = 0.54$  cm y  $V = 279.23$  tn (operacional), sismo ocasional  $S_d = 1.067$  cm y  $V = 348.16$  tn (operacional), sismo raro  $S_d = 1.07$  cm y  $V = 443.92$  tn (ocupación inmediata) y sismo muy raro  $S_d = 1.41$  cm y  $V = 509.80$  tn (seguridad de vida).

## VI. CONCLUSIONES

1. El nivel de desempeño de la edificación ante las diferentes demandas sísmicas, presenta un buen comportamiento en ambas direcciones para estructuras comunes descritos en las normas de desempeño mencionadas, teniendo como principal objetivo indispensable la protección de la vida humana evitando colapsar ante sismos raros y muy raros.
2. Con el análisis Pushover la estructura presenta un total de 47 rotulas plásticas para la dirección X, donde las columnas C8 en el primer piso en los ejes B/3 y C/3 son las que colapsan, para la dirección Y se presentan en total 119 rotulas plásticas, donde la columna C4 en el segundo piso en el eje D/5 colapsa y en el tercer piso está en seguridad de vida.
3. De acuerdo con el análisis Pushover la capacidad máxima de la estructura en la dirección X tiene una capacidad máxima de 490.06 tn y en la dirección Y es de 750.74 tn.
4. El punto de desempeño sísmico se determina mediante la intersección del espectro de capacidad y demanda, en base a los resultados se tiene que en la dirección X para sismos severos (raro y muy raros) están en el nivel de seguridad de vida y prevención al colapso respectivamente.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Para tener un óptimo diseño estructural, se debe verificar el desempeño sísmico mediante un análisis Pushover para asegurarse que la estructura cumplirá ante sismos raro y muy raro.
2. Con la ubicación de las rotulas plásticas críticas en la columna C8 en los ejes B/3 y C/3 y la columna C4, se debe considerar un reforzamiento estructural en dichas zonas para tener mejor estabilidad estructural.
3. Para determinar Capacidad estructural de una estructura considerar el uso del método Pushover, debido a que rango no lineal los resultados son más precisos.
4. Se recomienda realizar el método de coeficientes para comprobar si los desempeños obtenidos son similares, debido a que esta investigación se estableció empleando el procedimiento de espectro capacidad – demanda.

## REFERENCIAS

1. **ADRIANA, Luz. 2008.** *comparación del efecto P-delta y la deriva en estructuras de concreto analizado en na zona de amenaza sísmica baja que cumplen los requisitos de deriva de la NSR-98.* Bucaramanga : Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga, 2008. pág. 301.
2. **ALEMÁN, Luis y NARANJO, Luis. 2011.** *Diseño por desempeño de elementos estructurales de hormigón armado mediante los códigos FEMA, utilizando Etabs.* Sangolquí : Escuela Politécnica del Ejército, 2011. pág. 16.
3. **ALLAUCA, Leonidas. 2006.** *Desempeño sísmico de un edificio aporticado de cinco pisos diseñado con las normas peruanas de edificaciones.* Lima : Pontificia Universidad Católica del Perú, 2006. pág. 74.
4. **ARANGO, Sergio y PAZ, Alejandro y DUQUE, Maria del Pilar. 2009.** *Propuesta Metodológica para la Evaluación del Desempeño Estructural de una Estantería Metálica.* Medellín : Escuela de Ingeniería de Antioquia, 2009. pág. 143. ISSN:1794-1237 Número 12.
5. **ATC-40, Applied Technology Council. 1996.** *Seismic evaluation and retrofit of concrete building.* California : s.n., 1996.
6. **BERNAL, César. 2010.** *Metodología de la investigación.* Tercera. Bogotá : Pearson Educación, 2010. pág. 118. ISBN: 9789586991285.
7. **BLANCO, William. 2014.** *Diseño Estructural de un Edificio de Vivienda de 8 Pisos.* Lima : Pontificia Universidad Católica Del Perú, 2014. pág. 24.
8. **BOLAÑOS, Miriam. 2015.** *Desempeño sismoresistente del edificio 4F de la Universidad Nacional de Cajamarca.* Cajamarca : Universidad Nacional de Cajamarca, 2015. pág. 13.
9. **BONETT, Ricardo. 2003.** *Vulnerabilidad y riesgo sísmico de edificios. Aplicación a entornos urbanos en zonas de amenaza alta y moderada.* Barcelona : Universidad Politécnica de Cataluña, 2003. págs. 56-58.
10. **BORJA, Manuel. 2012.** *Metodología de la investigación científica para ingenieros.* Chiclayo : Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2012. pág. 8.
11. **CÁRDENAS , Paola y TALMATCH, Valeria. 2016.** *Comparación técnica de estructuras metálicas, analizadas mediante el método lineal de segundo orden y análisis estático no lineal (Pushover).* Quito : Pontificia Universidad Católica del Ecuador, 2016. pág. 25.
12. **CARRASCO, Sergio. 2005.** *Metodología de la investigación científica.* [ed.] Anibal PAREDES. Primera. Lima : San Marcos, 2005. pág. 237. ISBN: 9972342425.

13. **CASIMIRO, Sebastián. 2012.** *Desempeño sísmico de edificaciones bajo el sismo de nivel ocasional.* Lima : Universidad Nacional de Ingeniería, 2012. pág. 164.
14. **CAZAU, Pablo. 2006.** *Introducción a la investigación en ciencias sociales.* Tercera. Buenos Aires : Material didáctico, 2006. pág. 18.
15. **CHICAS, Roberto, DIAZ, Walther y VENTURA, Edwin. 2015.** *Propuesta y aplicación de la metodología de evaluación estructural por desempeño sísmico para edificaciones.* Ciudad universitaria : Universidad de El Salvador, 2015.
16. **CHUNQUE, Juan. 2013.** *Nivel de Desempeño Sísmico del edificio "A" de la Universidad Privada del Norte - Sede Cajamarca.* Cajamarca : Universidad Nacional de Cajamarca, 2013. pág. 19.
17. **ESTEBA, Abel. 2017.** *Análisis estático no lineal en el desempeño de un edificio de concreto armado diseñado bajo la norma E-030 en Puno.* Puno : Universidad Nacional del Altiplano, 2017. pág. 31.
18. **FEMA 283, Federal Emergency Management Agency. 1996.** *Performance based seismic design of buildings.* Washington, D.C : s.n., 1996. pág. 1.
19. **FLORES, Teodorico. 2003.** *Estudio del control de rótulas plásticas en porticos de concreto armado.* Lima : Pontificia Universidad Católica del Perú, 2003. pág. 11.
20. **FUENTES, Norman. 2018.** *Desempeño sísmico de un edificio de cinco niveles de concreto armado mediante el análisis estático no lineal "Pushover".* Huaraz : Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, 2018.
21. **GRANIZO, Sebastián. 2013.** *Estudio de la configuración estructural en planta y elevación y su incidencia en la estabilidad de un edificio.* Ambato : Universidad Técnica de Ambato, 2013. pág. 12.
22. **GUEVARA, Nicolás, OSORIO, Sergio y ARTURO, Edgardo. 2006.** *Evaluación de la capacidad estructural del edificio de la Biblioteca de las Ingenierías y Arquitectura, utilizando Análisis Estático no lineal (Pushover).* Ciudad Universitaria : Universidad de El Salvador, 2006.
23. **HARMSSEN, Teodoro. 2002.** *Diseño de estructuras de concreto armado.* tercera. Lima : Pontificia Universidad Católica del Perú, 2002. pág. 39.
24. **HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. 2014.** *Metodología de la Investigación.* 6° edición. s.l. : McGraw Hill, 2014. pág. 4. ISBN: 9781456223960.
25. **MAMANI, Edwin. 2018.** *Determinación del Nivel de Desempeño Sísmico de un Edficio de 8 Niveles en la Ciudad de Juliaca, 2018.* Puno : Universidad Nacional del Altiplano, 2018. pág. 50.

26. **MAYHUA, Jack. 2018.** *Diseño Estructural por Desempeño Sísmico de un Edificio de 5 Pisos en el Distrito de Ascensión, Provincia de Huancavelica.* Huancayo : Universidad Continental, 2018. pág. 61.
27. **MORALES, Roberto. 2006.** *Diseño de concreto armado.* Tercera. Lima : Instituto de la construcción y gerencia, 2006. pág. 9.
28. **NAVARRO, César y FERNÁNDEZ, Jhonny. 2006.** *Desempeño sísmico de un edificio aporticado de seis pisos diseñado con las normas peruanas de edificaciones.* Lima : Pontificia Universidad Católica del Perú, 2006. págs. 3-4.
29. **NIÑO, Victor. 2011.** *Metodología de la investigación.* Primera. Bogotá : Ediciones de la U, 2011. pág. 55. ISBN: 9789588675947.
30. **ORELLANA, Gonzalo y PARRA, Jonnathan. 2017.** *Evaluación de desempeño sísmico de un edificio esencial aporticado de hormigón armado según la norma ecuatoriana de construcción (NEC-SE-RE,2015).* Cuenca : Universidad de Cuenca, 2017.
31. **PAREDES, Miguel. 2016.** *Evaluación del Desempeño Sismorresistente de un Edificio Destinado a vivienda en la ciudad de Lima aplicando el Análisis Estático no Lineal Pushover.* Lima : Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2016.
32. **PEREZ, Alberto. 2019.** *Evaluación del desempeño sísmico en edificaciones esenciales mediante la aplicación del análisis inelástico por desplazamientos.* Chiclayo : Universidad César Vallejo, 2019. pág. 11.
33. **SAFINA, Salvador. 2002.** *Vulnerabilidad Sísmica de Edificaciones Esenciales. Análisis de su contribución al riesgo sísmico.* Barcelona : Universidad Politécnica de Cataluña, 2002. pág. 65. ISBN: 8468815748.
34. **SALCEDO, Yuler. 2017.** *Desempeño sísmico por el método Push-over de un edificio construido en la ciudad de Barraquilla bajo la norma NSR-10.* Barraquilla : Universidad de la Costa, 2017.
35. **SÁNCHEZ, Marco. 2010.** *Diseño sísmico basado en desempeño para una edificación esencial de concreto reforzado.* Monterrey : Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, 2010. pág. 38.
36. **SEAOC , Structural Engineering Association of California. 1995.** *Performance based seismic of building.* California : Vision 2000 comitee, 1995.
37. **TAMAYO, Mario. 2003.** *El proceso de la investigación científica.* Cuarta. Ciudad de México : Limusa, 2003. pág. 176. ISBN: 9681858727.
38. **VALDERRAMA, Santiago. 2013.** *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica: cuantitativa, cualitativa y mixta.* Segunda. Lima : Editorial San Marcos, 2013. págs. 194-195. ISBN: 9786123028787.

39. **VASQUEZ, Óscar. 2018.** *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Sexta. Lima : Oscar Vásquez SAC, 2018. pág. 307. N° 2011-00138.
40. **VILLANUEVA, Marino. 2018.** *Desempeño sísmico del edificio dual de la facultad de ingeniería civil de la UNASAM, Huaraz-2014*. Huaraz : Universidad Nacional Santiago Antunez de Mayolo, 2018.
41. **VILLANUEVA, Osvaldo. 2009.** *Diseño sísmico por desempeño aplicado a un edificio de hormigón armado*. Valdivia : Universidad Austral de Chile, 2009.

# **ANEXOS**

### Anexo 1: Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
Variable independiente					
Análisis estático no lineal	El análisis estático no lineal es una técnica eficiente para estudiar la capacidad estructural, resistencia a la deformación, de una estructura bajo una distribución esperada de fuerzas inerciales. Este análisis se realiza sometiendo a la estructura a un conjunto de cargas laterales en una sola dirección que se incrementan monótonicamente hasta alcanzar la capacidad última de la estructura.	Metodología de análisis Estático No Lineal, que parte desde las curvas esfuerzo vs. Deformación del material, pasando luego al elemento y por último la estructura en su totalidad.	Capacidad Estructural	Definición de materiales	Planos, ETABS, AutoCAD, Ficha de inspección, Excel
				Configuración Estructural	
				Asignación de cargas y Espectros de diseño	
			Cargas Laterales	Rótulas plásticas	
				Derivas	
				Desplazamientos	
			Punto de desempeño	Curva de capacidad	
				Espectro de capacidad	
				Espectro de demanda	
Variable dependiente	Cada nivel de desempeño tiene una situación de daño, se considera válida y limitante para un edificio, de acuerdo con el tipo de sismo establecido. La condición límite se describe por el daño en el interior de la edificación, el cual pone en peligro la vida de los habitantes de la edificación establecida por el daño y la capacidad de servicio posterior al terremoto del edificio	Se determina el espectro de demanda sísmica, luego se idealizaran las rotulas plásticas en el programa SAP 2000, para luego obtener la curva de capacidad mediante el método push-over para determinar el comportamiento de la estructura dentro de un rango no lineal, se hizo la transformación de la curva de capacidad obtenida a un espectro de capacidad finalmente la intersección de los espectros de demanda y el espectro de capacidad permitió obtener el punto de desempeño, se verifico si está dentro los objetivos de desempeño.	Niveles de desempeño sísmico	Niveles de desempeño según vision 2000	ETABS, AutoCAD, Excel
Niveles de desempeño según la propuesta FEMA 356					
Movimientos sísmicos de diseño			Propuesta vision 2000		
			Propuesta ATC-40		
Objetivos de diseño por desempeño			Propuesta vision 2000		
			Propuesta ATC-40		

### Anexo 4: Matriz de Consistencia

TITULO: Nivel de desempeño sísmico de un edificio Multifamiliar mediante el análisis estático no lineal PUSHOVER, Jesús María, 2020.						
Problemas	Objetivos	Hipotesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología de investigación
Problema principal	Objetivo general	Hipotesis general	variable independiente			
¿Cuál será el nivel de desempeño sísmico del edificio multifamiliar mediante el análisis estático no lineal PUSHOVER, Jesús María, 2020?	Determinar el nivel desempeño sísmico de un edificio multifamiliar mediante el análisis estático no lineal PUSHOVER, Jesús María, 2020.	Mediante el análisis estático no lineal PUSHOVER se obtiene el nivel de desempeño sísmico de seguridad de vida para un sismo raro del edificio multifamiliar, Jesús María, 2020.	Análisis estático no lineal	Capacidad Estructural	Definición de materiales	Método: <b>Método científico</b>  Enfoque: <b>Cuantitativo</b>  Tipo de investigación: <b>Aplicada</b>
<b>Problema específicos</b>	<b>Objetivos específicos</b>	<b>Hipotesis específicas</b>		Cargas Laterales	Rótulas plásticas	
				Punto de desempeño	Derivas	
					Desplazamientos	
¿En qué medida el Análisis Estático no Lineal determina la ubicación de rótulas plásticas del edificio multifamiliar, Jesús María, 2020?	Ubicar las rótulas plásticas en vigas y columnas del edificio multifamiliar aplicando el análisis estático no lineal, Jesús María, 2020.	El Análisis Estático no lineal determina la ubicación de las rótulas plásticas en vigas y columnas, en el edificio multifamiliar, Jesús María, 2020.	Variable Dependiente	Niveles de desempeño sísmico	Curva de capacidad	Nivel de investigación: <b>Explicativo-correlacional</b>
¿Cuál será la capacidad estructural del edificio multifamiliar de acuerdo al análisis estático no lineal, Jesús María, 2020?	Determinar la capacidad estructural del edificio multifamiliar mediante el análisis estático no lineal, Jesús María, 2020.	La capacidad estructural del edificio multifamiliar se obtiene mediante el análisis estático no lineal, Jesús María, 2020.		Nivel de Desempeño Sísmico	Niveles de desempeño sísmico	
¿Cuál será el punto de desempeño del edificio multifamiliar mediante el análisis estático no lineal, Jesús María, 2020?	Determinar el punto de desempeño del edificio multifamiliar mediante el análisis estático no lineal, Jesús María, 2020.	El punto de desempeño del edificio multifamiliar se obtiene mediante el análisis estático no lineal, Jesús María, 2020.	Movimientos sísmicos de diseño		Espectro de demanda	
			Objetivos de diseño por desempeño		Niveles de desempeño según vision 2000	
				Niveles de desempeño sísmico	Niveles de desempeño según la propuesta FEMA 356	Diseño de investigación: <b>No experimental</b>
				Movimientos sísmicos de diseño	Propuesta vision 2000	
				Objetivos de diseño por desempeño	Propuesta ATC-40	
					Propuesta vision 2000	
					Propuesta ATC-40	

## Anexo 5: Cálculos y Planos

# 1. INFORMACIÓN DE LA EDIFICACIÓN A EVALUAR

### Datos de la Edificación:

- Proyecto : Residencial EIMI - Edificio Multifamiliar
- Uso : Vivienda
- Ubicación : Jr. Diego de Almagro 590 - Jesús María
- Dep. /Prov. : Lima / Lima

### Características Técnicas:

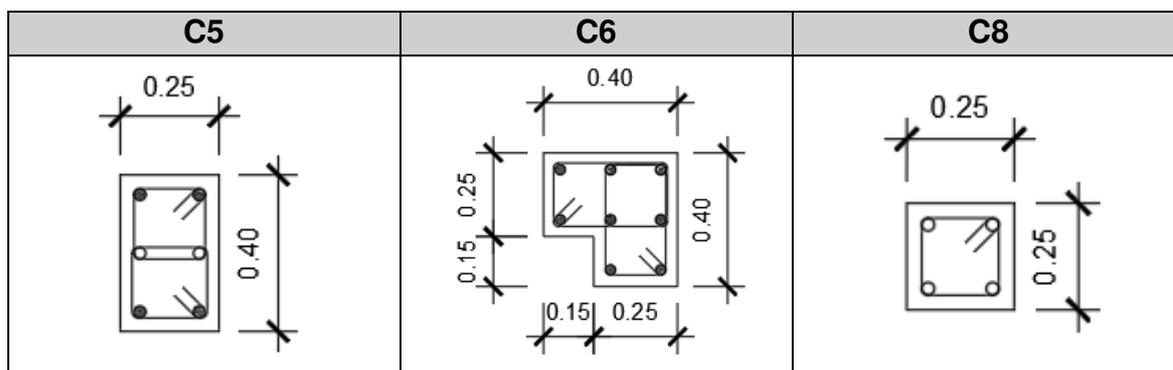
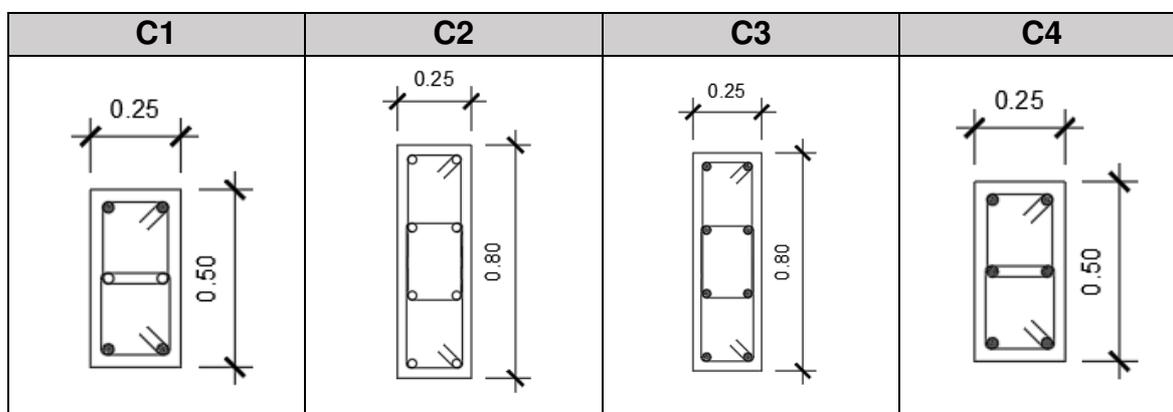
#### Materiales:

- Concreto :  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- Acero :  $f'y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

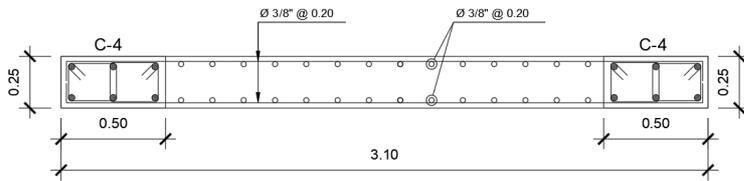
#### Configuración Estructural:

- Sistema Estructural : Pórticos y muros de concreto armado
- N<sup>o</sup> de pisos : 4 pisos + Semisótano

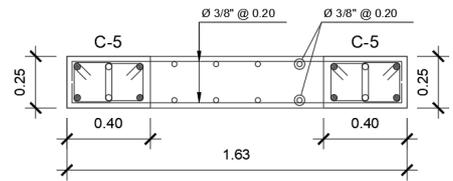
#### Dimensiones de columnas:



### Dimensiones de Placas:

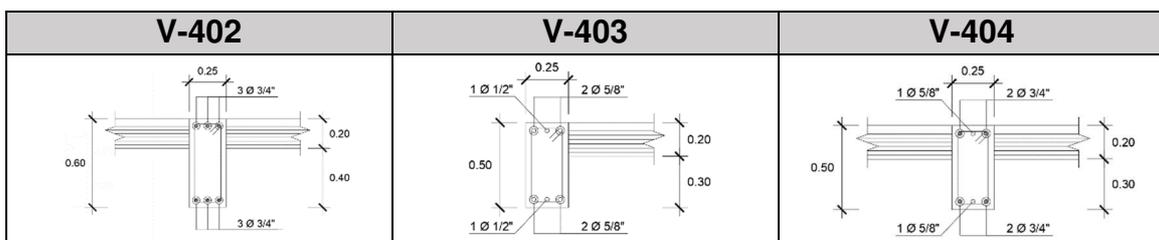
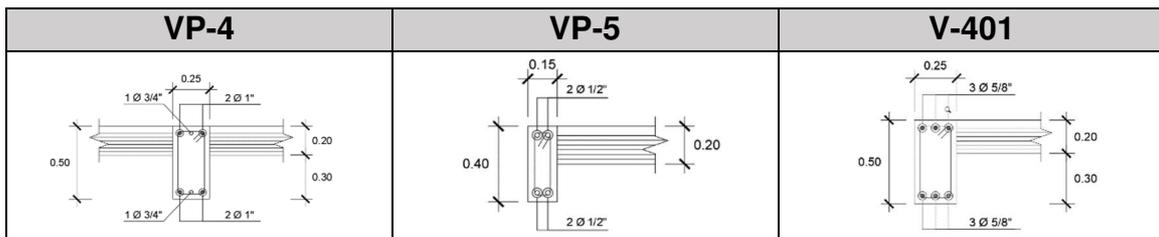
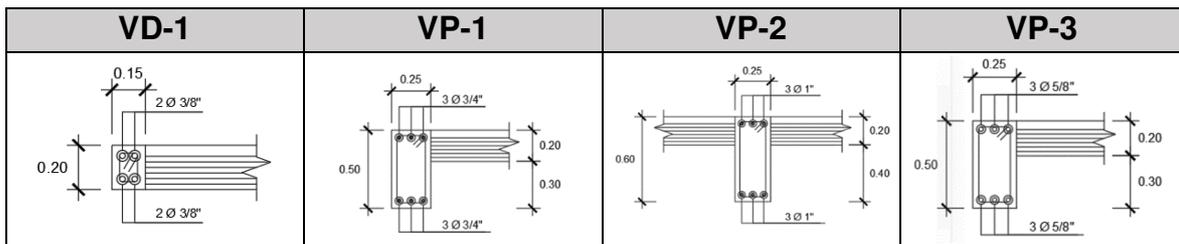
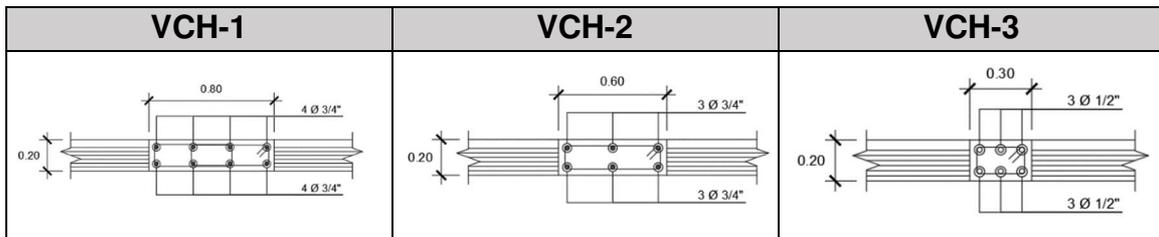


PLACA PL-1  
ESC. 1/25

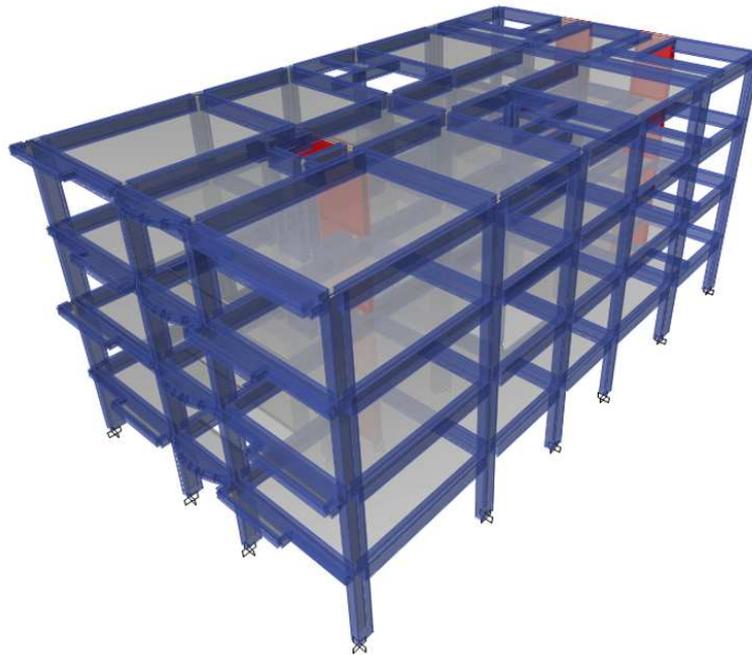


PLACA PL-1  
ESC. 1/25

### Dimensiones de Vigas:



## 2. VERIFICACIÓN DE IRREGULARIDADES



### 2.1 Irregularidades Estructurales en Altura (Ia)

#### - Irregularidad de Rigidez – Piso Blando.

**TABLE: Irregularidad de rigidez - Piso blando**

Story	Sentido	Vx	Hei	$\beta_{CM}$	$\beta_{CMi}$	Ki	70% del piso sup.	80% de los pisos 3 sup.	Condición	Factor Ia=
		ton	m	cm	cm					
Entrepiso 4	X-X	43.50	2.60	0.64	0.10	444.60			Regular	1.00
Entrepiso 3	X-X	92.43	2.60	0.54	0.17	549.44	311.22		Regular	1.00
Entrepiso 2	X-X	125.07	2.60	0.37	0.21	586.65	384.61		Regular	1.00
Entrepiso 1	X-X	141.38	2.60	0.16	0.16	889.00	410.66	421.52	Regular	1.00
Entrepiso 4	Y-Y	43.50	2.60	0.62	0.16	264.09			Regular	1.00
Entrepiso 3	Y-Y	92.43	2.60	0.45	0.18	501.65	184.86		Regular	1.00
Entrepiso 2	Y-Y	125.07	2.60	0.27	0.18	713.94	351.16		Regular	1.00
Entrepiso 1	Y-Y	141.38	2.60	0.09	0.09	1508.82	499.76	394.58	Regular	1.00

### - Irregularidad de Resistencia – Piso Débil.

TABLE: Irregularidad de resistencia - Piso débil					
Story	Sentido	$\sum Vc(i)$	$0.8*\sum Vc(i)$	Condición	Factor
			m		la=
Entrepiso 4	X-X	37800		Regular	1.00
Entrepiso 3	X-X	37800	30240	Regular	1.00
Entrepiso 2	X-X	37800	30240	Regular	1.00
Entrepiso 1	X-X	37800	30240	Regular	1.00
Entrepiso 4	Y-Y	37800		Regular	1.00
Entrepiso 3	Y-Y	37800	30240	Regular	1.00
Entrepiso 2	Y-Y	37800	30240	Regular	1.00
Entrepiso 1	Y-Y	37800	30240	Regular	1.00

### - Irregularidad Extrema de Rigidez.

TABLE: Irregularidad de extrema rigidez						
Story	Sentido	Ki	60% del piso sup.	70% de los pisos 3 sup.	Condición	Factor
						la=
Entrepiso 4	X-X	444.60			Regular	1.00
Entrepiso 3	X-X	549.44	266.76		Regular	1.00
Entrepiso 2	X-X	586.65	329.67		Regular	1.00
Entrepiso 1	X-X	889.00	351.99	421.52	Regular	1.00
Entrepiso 4	Y-Y	264.09			Regular	1.00
Entrepiso 3	Y-Y	501.65	158.45		Regular	1.00
Entrepiso 2	Y-Y	713.94	300.99		Regular	1.00
Entrepiso 1	Y-Y	1508.82	428.37	394.58	Regular	1.00

### - Irregularidad Extrema de Resistencia.

TABLE: Irregularidad extrema de resistencia					
Story	Sentido	$\sum Vc(i)$	$0.8*\sum Vc(i)$	Condición	Factor
			m		la=
Entrepiso 4	X-X	37800		Regular	1.00
Entrepiso 3	X-X	37800	24570	Regular	1.00
Entrepiso 2	X-X	37800	24570	Regular	1.00
Entrepiso 1	X-X	37800	24570	Regular	1.00
Entrepiso 4	Y-Y	37800		Regular	1.00
Entrepiso 3	Y-Y	37800	24570	Regular	1.00
Entrepiso 2	Y-Y	37800	24570	Regular	1.00
Entrepiso 1	Y-Y	37800	24570	Regular	1.00

### - Irregularidad de Masa o Peso.

TABLE: Irregularidad de masa o de peso						
Story	Peso	Pi	1.5*Pi+1	1.5*Pi-1	Condición	Factor
	ton	ton	ton	ton		la=
Entrepiso 4	188.2382	188.2382		391.6206	Regular	1.00
Entrepiso 3	449.3186	261.0804	282.3573	391.91325	Regular	1.00
Entrepiso 2	710.5941	261.2755	391.6206	391.6206	Regular	1.00
Entrepiso 1	971.6745	261.0804	391.91325		Regular	1.00

### - Irregularidad de Geometría Vertical.

TABLE: Irregularidad geométrica vertical					
Sentido	b1	b2	1.3*b2	Condición	Factor
X-X	21.25	21.25	27.625	Regular	1.00
Y-Y	11.75	11.75	15.275	Regular	1.00

## 2.2 Irregularidades Estructurales en Planta (Ip)

TABLE: Irregularidad Torsional (ASEL)						
Story	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Label	Condición	Factor
						Ip=
Entrepiso 4	0.002	0.002	1.052	19	Regular	1.00
Entrepiso 3	0.004	0.004	1.038	19	regular	1.00
Entrepiso 2	0.005	0.005	1.031	19	regular	1.00
Entrepiso 1	0.004	0.004	1.023	19	regular	1.00
Entrepiso 4	0.005	0.003	1.422	28	Irregular	0.75
Entrepiso 3	0.005	0.004	1.361	28	Irregular	0.75
Entrepiso 2	0.005	0.004	1.314	28	Irregular	0.75
Entrepiso 1	0.003	0.002	1.339	28	Irregular	0.75

### 3. ANÁLISIS ESTÁTICO LINEAL (NTP E.030)

#### Cargas de acuerdo a la NTP E.020:

- Peso del concreto : 2400 kg/m<sup>3</sup>
- Peso de acabados : 100 kg/m<sup>2</sup>
- Losa aligerada h=0.20m : 300 kg/m<sup>2</sup>
- S/C corredores y escalera : 200 kg/m<sup>2</sup>
- S/C azotea : 100 kg/m<sup>2</sup>

#### Estimación del peso:

- Pisos típicos : P= 100%(CM) + 25%(CV)
- Azotea : P= 100%(CM) + 25%(CV)

#### Capacidad Portante del Terreno:

q<sub>a</sub>= 2.00 kg/cm<sup>2</sup> Intermedio S2

#### Parámetros Sísmicos:

##### Sentido X-X

T <sub>x</sub> =	0.32	seg
Z=	0.45	Zona 4
U=	1.00	Común
C=	2.50	
S=	1.05	Intermedio S2
T <sub>p</sub> =	0.60	seg
T <sub>l</sub> =	2.00	seg
R <sub>o x</sub> =	8	C°A°-Pórticos
I <sub>a</sub> =	1.00	
I <sub>p</sub> =	1.00	
R <sub>x</sub> =	8	
C/R	0.3125	>0.125.....ok
CS <sub>x</sub> =	0.1477	Coefficiente Sísmico

PE=	982.19	Ton
V <sub>ex</sub> =	145.03	Ton
K=	1	

##### Sentido Y-Y

T <sub>x</sub> =	0.28	seg
Z=	0.45	Zona 4
U=	1.00	Común
C=	2.50	
S=	1.05	S=0.00
T <sub>p</sub> =	0.60	seg
T <sub>l</sub> =	2.00	seg
R <sub>o x</sub> =	7	C°A°-Dual
I <sub>a</sub> =	1.00	
I <sub>p</sub> =	0.75	Irregularidad torsional
R <sub>x</sub> =	5.25	
C/R	0.4762	>0.125.....ok
CS <sub>x</sub> =	0.22500	Coefficiente Sísmico

PE=	982.19	Ton
V <sub>ex</sub> =	220.99	Ton
K=	1	

## Peso de la Estructura:

TABLE: Story Forces									
Story	Load Case/Combo	Location	P	VX	VY	T	MX	MY	Peso x piso
			tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m	tonf
Entrepiso 4	PESO	Bottom	188.52	0	0	0	1108.79	-2121.00	188.52
Entrepiso 3	PESO	Bottom	452.63	0	0	0	2660.54	-4999.24	264.11
Entrepiso 2	PESO	Bottom	716.99	0	0	0	4213.74	-7882.85	264.36
Entrepiso 1	PESO	Bottom	982.19	0	0	0	5778.37	-10778.32	265.21
								<b>Total=</b>	<b>982.19</b>

## Fuerza Cortante:

- Dirección X-X:

TABLE: Story Forces - Cortante Estática - en X									
Story	Output Case	Case Type	Location	P	VX	VY	T	MX	MY
				tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
Entrepiso 4	SSE X	LinStatic	Bottom	0	-43.56	0	280.9542	0	-113.258
Entrepiso 3	SSE X	LinStatic	Bottom	0	-93.15	0	600.0321	0	-355.443
Entrepiso 2	SSE X	LinStatic	Bottom	0	-126.24	0	812.9523	0	-683.662
Entrepiso 1	SSE X	LinStatic	Bottom	0	-142.80	0	919.6881	0	-1054.94

- Dirección Y-Y

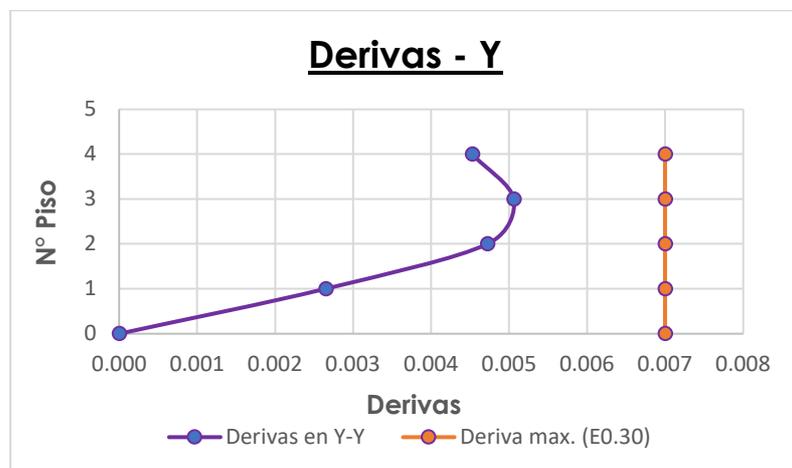
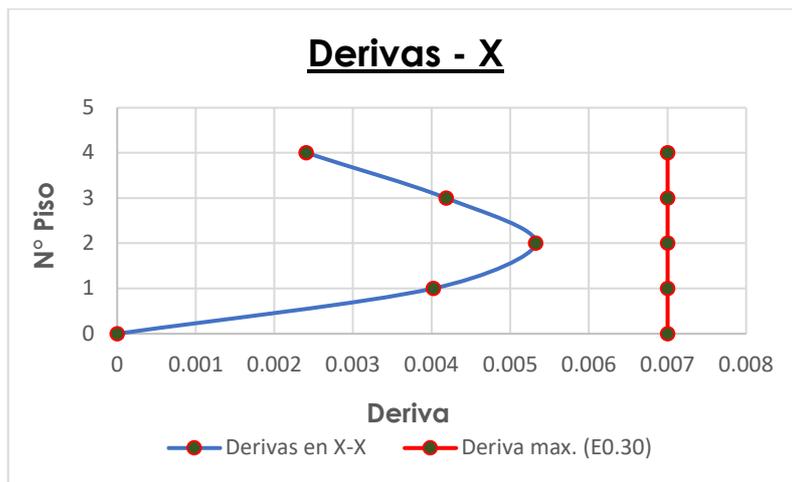
TABLE: Story Forces - Cortante Estática - en Y									
Story	Output Case	Case Type	Location	P	VX	VY	T	MX	MY
				tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
Entrepiso 4	SSE Y	LinStatic	Bottom	0	0	-66.38	-823.90	172.58	0
Entrepiso 3	SSE Y	LinStatic	Bottom	0	0	-141.94	-1725.85	541.61	0
Entrepiso 2	SSE Y	LinStatic	Bottom	0	0	-192.36	-2328.24	1041.74	0
Entrepiso 1	SSE Y	LinStatic	Bottom	0	0	-217.59	-2629.66	1607.48	0

## Derivas Máximas de Piso:

- Estructuras regulares 75% de R
- Estructuras irregulares 85% de R
- Tipo de estructura: **Irregular**
- Distorsión en X= 85% (8) =6.8
- Distorsión en Y= 85% (5.25) =4.4625

STORY	LOAD CASE/COMBO	DIRECTION	DRIFT	DISTORSIONES
Entrepiso 4	DISTORSION EST XX	X	0.002403	0.0024<=0.007... Ok
Entrepiso 3	DISTORSION EST XX	X	0.004184	0.0042<=0.007... Ok
Entrepiso 2	DISTORSION EST XX	X	0.005325	0.0053<=0.007... Ok
Entrepiso 1	DISTORSION EST XX	X	0.004021	0.004<=0.007... Ok

STORY	LOAD CASE/COMBO	DIRECTION	DRIFT	DISTORSIONES
Entrepiso 4	DISTORSION EST YY	Y	0.004526	0.0045<=0.007... Ok
Entrepiso 3	DISTORSION EST YY	Y	0.005060	0.0051<=0.007... Ok
Entrepiso 2	DISTORSION EST YY	Y	0.004722	0.0047<=0.007... Ok
Entrepiso 1	DISTORSION EST YY	Y	0.002650	0.0027<=0.007... Ok



## 4. ANÁLISIS DINÁMICO LINEAL (NTP E.030)

### Parámetros Sísmicos:

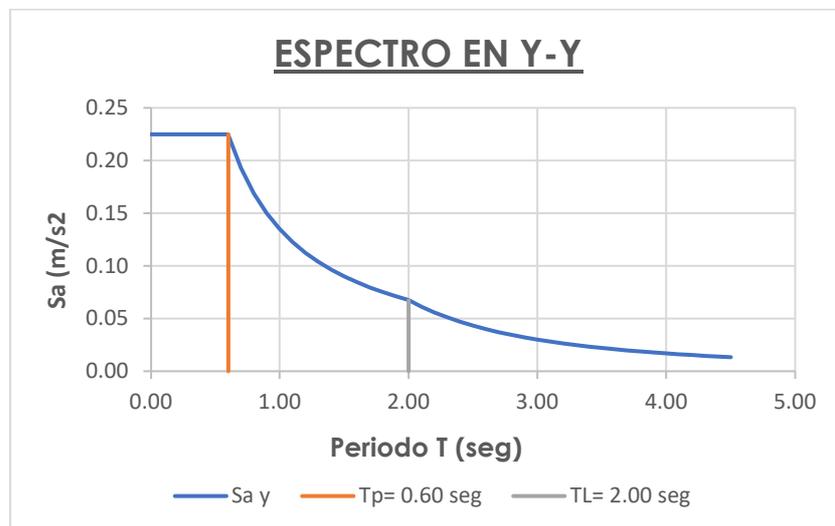
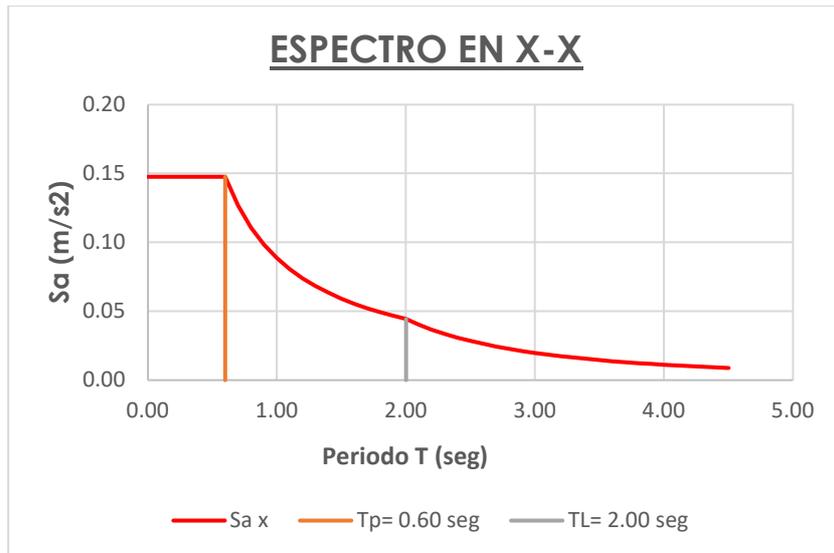
#### Sentido X-X

<b>Tx=</b>	0.32	seg
<b>Z=</b>	0.45	Zona 4
<b>U=</b>	1.00	Común
<b>C=</b>	2.50	
<b>S=</b>	1.05	Intermedio S2
<b>Tp=</b>	0.60	seg
<b>Tl=</b>	2.00	seg
<b>Ro x=</b>	8	C°A°-Pórticos
<b>la=</b>	1.00	
<b>lp=</b>	1.00	
<b>Rx=</b>	8	
<b>C/R</b>	0.3125	>0.125.....ok
<b>CSx=</b>	0.14766	Coficiente Sísmico

#### Sentido Y-Y

<b>Tx=</b>	0.28	seg
<b>Z=</b>	0.45	Zona 4
<b>U=</b>	1.00	Común
<b>C=</b>	2.50	
<b>S=</b>	1.05	Intermedio S2
<b>Tp=</b>	0.60	seg
<b>Tl=</b>	2.00	seg
<b>Ro x=</b>	7	C°A°-Dual
<b>la=</b>	1.00	
<b>lp=</b>	0.75	Irregularidad torsional
<b>Rx=</b>	5.25	
<b>C/R</b>	0.47619	>0.125.....ok
<b>CSx=</b>	0.22500	Coficiente Sísmico

T	C	Sax	Say
0.00	2.5000	0.1477	0.2250
0.10	2.5000	0.1477	0.2250
0.20	2.5000	0.1477	0.2250
0.30	2.5000	0.1477	0.2250
0.40	2.5000	0.1477	0.2250
0.50	2.5000	0.1477	0.2250
1.00	1.5000	0.0886	0.1350
1.20	1.2500	0.0738	0.1125
1.40	1.0714	0.0633	0.0964
1.60	0.9375	0.0554	0.0844
1.80	0.8333	0.0492	0.0750
2.00	0.7500	0.0443	0.0675
2.20	0.6198	0.0366	0.0558
2.40	0.5208	0.0308	0.0469
2.60	0.4438	0.0262	0.0399
2.80	0.3827	0.0226	0.0344
3.00	0.3333	0.0197	0.0300
3.20	0.2930	0.0173	0.0264
3.40	0.2595	0.0153	0.0234
3.60	0.2315	0.0137	0.0208
3.80	0.2078	0.0123	0.0187
4.00	0.1875	0.0111	0.0169
4.20	0.1701	0.0100	0.0153
4.50	0.1481	0.0088	0.0133



#### Derivas Máximas de Piso:

STORY	LOAD CASE/COMBO	DIRECTION	DRIFT	DISTORSIONES
Entrepiso 4	DISTORSION DIN XX	X	0.001878	0.0019<=0.007... Ok
Entrepiso 3	DISTORSION DIN XX	X	0.003367	0.0034<=0.007... Ok
Entrepiso 2	DISTORSION DIN XX	X	0.004376	0.0044<=0.007... Ok
Entrepiso 1	DISTORSION DIN XX	X	0.003347	0.0033<=0.007... Ok

STORY	LOAD CASE/COMBO	DIRECTION	DRIFT	DISTORSIONES
Entrepiso 4	DISTORSION DIN YY	Y	0.003741	0.0037<=0.007... Ok
Entrepiso 3	DISTORSION DIN YY	Y	0.004202	0.0042<=0.007... Ok
Entrepiso 2	DISTORSION DIN YY	Y	0.003919	0.0039<=0.007... Ok
Entrepiso 1	DISTORSION DIN YY	Y	0.002175	0.0022<=0.007... Ok

## 5. CARGA MONOTÓNICA PARA EL ANÁLISIS PUSHOVER

Cortante Mínima:

Para desarrollar el análisis no lineal se tiene que calcular el patrón de carga lateral Con la cortante de diseño.

**Cortante Estática:**

Story	Output Case	Case Type	Location	P	VX	VY	T	MX	MY
				tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
Entrepiso 4	SSE X	LinStatic	Bottom	0	-43.56	0	280.9542	0	-113.258
Entrepiso 3	SSE X	LinStatic	Bottom	0	-93.15	0	600.0321	0	-355.443
Entrepiso 2	SSE X	LinStatic	Bottom	0	-126.24	0	812.9523	0	-683.662
Entrepiso 1	SSE X	LinStatic	Bottom	0	-142.80	0	919.6881	0	-1054.94

Story	Output Case	Case Type	Location	P	VX	VY	T	MX	MY
				tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
Entrepiso 4	SSE Y	LinStatic	Bottom	0	0	-66.38	-823.90	172.58	0
Entrepiso 3	SSE Y	LinStatic	Bottom	0	0	-141.94	-1725.85	541.61	0
Entrepiso 2	SSE Y	LinStatic	Bottom	0	0	-192.36	-2328.24	1041.74	0
Entrepiso 1	SSE Y	LinStatic	Bottom	0	0	-217.59	-2629.66	1607.48	0

**Cortante Dinámica:**

Story	Output Case	Case Type	Location	P	VX	VY	T	MX	MY
				tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
Entrepiso 4	ESPECTRO X	LinRespSpec	Bottom	0	35.878	0.0145	211.184	0.0376	93.2825
Entrepiso 3	ESPECTRO X	LinRespSpec	Bottom	0	78.158	0.03	459.76	0.114	294.24
Entrepiso 2	ESPECTRO X	LinRespSpec	Bottom	0	107.8	0.0394	634.007	0.2162	570.07
Entrepiso 1	ESPECTRO X	LinRespSpec	Bottom	0	122.02	0.0429	717.777	0.327	881.923

Story	Output Case	Case Type	Location	P	VX	VY	T	MX	MY
				tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
Entrepiso 4	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Bottom	0	0.0124	52.605	726.898	136.77	0.0321
Entrepiso 3	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Bottom	0	0.0402	103.1	1399.92	400.19	0.1241
Entrepiso 2	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Bottom	0	0.0641	134.99	1823.8	741.53	0.2781
Entrepiso 1	ESPECTRO Y	LinRespSpec	Bottom	0	0.0654	149.37	2016.2	1118.7	0.4461

CORTANTE BASAL	EN X	EN Y
CORTANTE ESTÁTICA	142.7975	217.5907
CORTANTE DINÁMICA	<b>122.0199</b>	<b>149.3710</b>

LA ESTRUCTURA ES: Irregular

Fuerza Dinámica mínima en X = 90%de142.7975 **Vd=128.52 tn** Escalar La fuerza Dinámica en X  
 Fuerza Dinámica mínima en Y = 90%de217.5907 **Vd=195.83 tn** Escalar La fuerza Dinámica en Y

Escalar cortante dinámica

Sentido X	1.05325238	<b>Vd=128.52 tn</b>
Sentido Y	1.31104184	<b>Vd=195.83 tn</b>

Cortante de Diseño en X-X

Vx= 128.52 ton

### CARGA MONOTÓNICA

TABLE: Story Forces

Story	Output Case	P Acum	Pi	H	Pi*h	a	Fi
		tonf	tonf	m	ton		tonf
Entrepiso 4	Peso	188.24	188.24	10.4	1957.68	0.325	41.7134
Entrepiso 3	Peso	449.32	261.08	7.8	2036.43	0.338	43.3914
Entrepiso 2	Peso	710.59	261.28	5.2	1358.63	0.225	28.9492
Entrepiso 1	Peso	971.67	261.08	2.6	678.81	0.113	14.4638
$\Sigma$ Total=					6031.55		

Cortante de Diseño en Y-Y

Vy= 195.83 ton

### CARGA MONOTÓNICA

TABLE: Story Forces

Story	Output Case	P Acum	Pi	H	Pi*h	a	Fi
		tonf	tonf	m	ton		tonf
Entrepiso 4	Peso	188.24	188.24	10.4	1957.68	0.325	63.56167
Entrepiso 3	Peso	449.32	261.08	7.8	2036.43	0.338	66.11851
Entrepiso 2	Peso	710.59	261.28	5.2	1358.63	0.225	44.11195
Entrepiso 1	Peso	971.67	261.08	2.6	678.81	0.113	22.03950
$\Sigma$ Total=					6031.55		

Con las cargas laterales calculadas se asignan en el ETABS, en primer caso no llego al colapso, por lo cual se incrementó el patrón de cargas para llevar a la estructura al colapso.

Carga monotónica incrementada en el sentido X:

<b>Story</b>	<b>Fi tonf</b>
Entrepiso 4	73.847916
Entrepiso 3	76.818534
Entrepiso 2	51.250626
Entrepiso 1	25.606178

Carga monotónica incrementada en el sentido Y:

<b>Story</b>	<b>Fi tonf</b>
Entrepiso 4	101.70
Entrepiso 3	105.79
Entrepiso 2	70.58
Entrepiso 1	35.26

## 6. PARÁMETROS DE MODELADO LINEAL Y NO LINEAL

### DEFINICIÓN DE MATERIALES:

- Concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

The image shows a software dialog box titled "Material Property Data" with a close button (X) in the top right corner. The dialog is organized into several sections:

- General Data:** Contains fields for Material Name (set to "Concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ "), Material Type (set to "Concrete"), Directional Symmetry Type (set to "Isotropic"), Material Display Color (with a "Change..." button), and Material Notes (with a "Modify/Show Notes..." button).
- Material Weight and Mass:** Features two radio buttons: "Specify Weight Density" (selected) and "Specify Mass Density". Below are input fields for Weight per Unit Volume (2.4 tonf/m<sup>3</sup>) and Mass per Unit Volume (0.244732 tonf-s<sup>2</sup>/m<sup>4</sup>).
- Mechanical Property Data:** Includes input fields for Modulus of Elasticity, E (2173706.51 tonf/m<sup>2</sup>), Poisson's Ratio, U (0.2), Coefficient of Thermal Expansion, A (0.0000099 1/C), and Shear Modulus, G (905711.05 tonf/m<sup>2</sup>).
- Design Property Data:** Contains a single button labeled "Modify/Show Material Property Design Data...".
- Advanced Material Property Data:** Contains three buttons: "Nonlinear Material Data...", "Material Damping Properties...", and "Time Dependent Properties...".

At the bottom of the dialog are "OK" and "Cancel" buttons.

- No Linealidad del Concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

**Nonlinear Material Data**

**Material Name and Type**  
 Material Name: Concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$   
 Material Type: Concrete, Isotropic

**Miscellaneous Parameters**  
 Hysteresis Type: Takeda  
 Drucker-Prager Parameters  
 Friction Angle: 0 deg  
 Dilatational Angle: 0 deg

**Acceptance Criteria Strains**

	Tension	Compression	Unit
IO	0.01	0.003	m/m
LS	0.02	0.006	m/m
CP	0.05	0.015	m/m

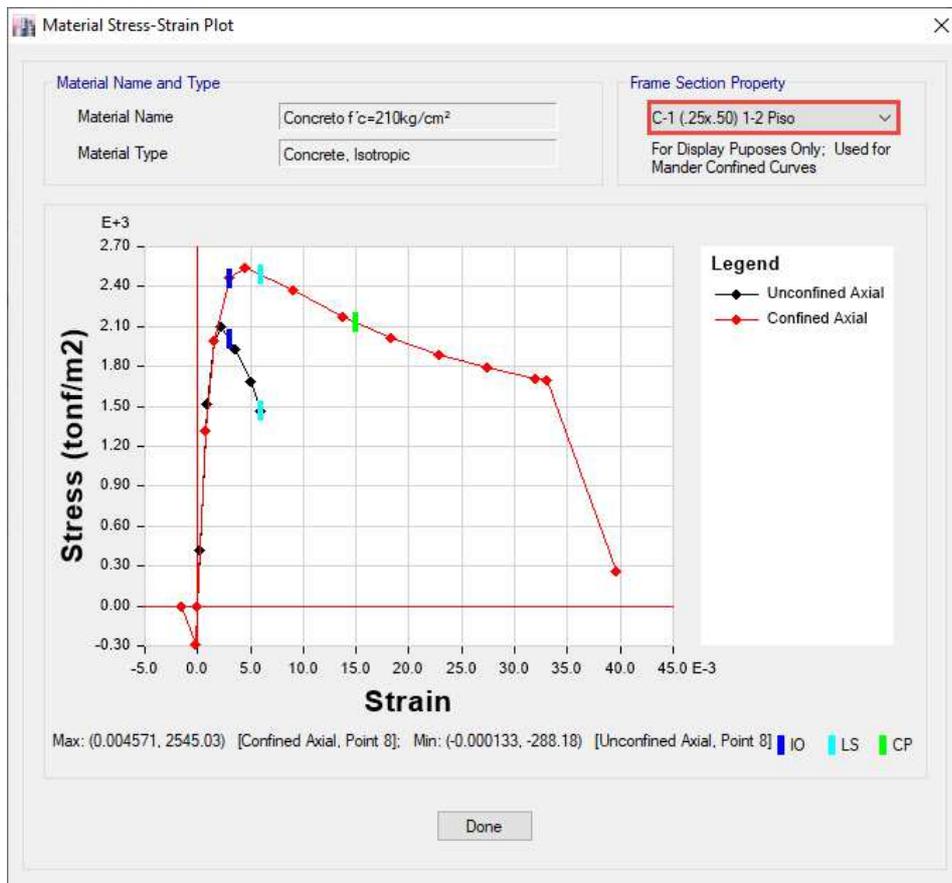
Ignore Tension Acceptance Criteria

**Stress Strain Curve Definition Options**  
 Parametric: Mander  
 User Defined  
 Convert to User Defined

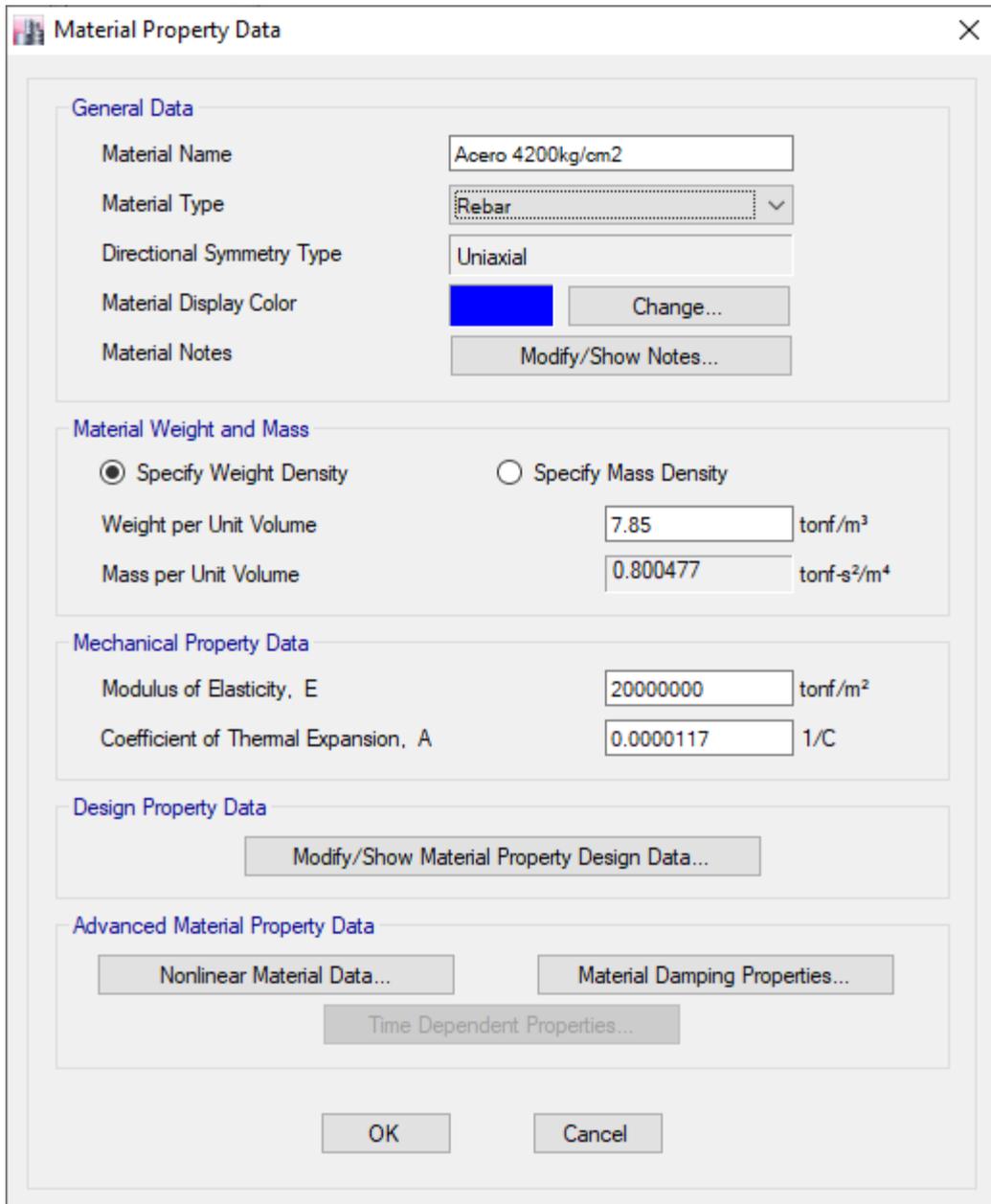
**Parametric Strain Data**  
 Strain at Unconfined Compressive Strength,  $f'c$ : 0.002219  
 Ultimate Unconfined Strain Capacity: 0.005  
 Final Compression Slope (Multiplier on E): -0.1

Show Stress-Strain Plot...

OK Cancel



- Acero  $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$



The image shows a software dialog box titled "Material Property Data" with a close button (X) in the top right corner. The dialog is organized into several sections:

- General Data:** Contains fields for "Material Name" (Acero 4200kg/cm2), "Material Type" (Rebar), "Directional Symmetry Type" (Uniaxial), "Material Display Color" (a blue color swatch with a "Change..." button), and "Material Notes" (with a "Modify/Show Notes..." button).
- Material Weight and Mass:** Features two radio buttons: "Specify Weight Density" (selected) and "Specify Mass Density". Below are input fields for "Weight per Unit Volume" (7.85 tonf/m<sup>3</sup>) and "Mass per Unit Volume" (0.800477 tonf-s<sup>2</sup>/m<sup>4</sup>).
- Mechanical Property Data:** Includes "Modulus of Elasticity, E" (20000000 tonf/m<sup>2</sup>) and "Coefficient of Thermal Expansion, A" (0.0000117 1/C).
- Design Property Data:** Contains a single button: "Modify/Show Material Property Design Data...".
- Advanced Material Property Data:** Contains three buttons: "Nonlinear Material Data...", "Material Damping Properties...", and "Time Dependent Properties..." (which is currently disabled).

At the bottom of the dialog are "OK" and "Cancel" buttons.

- No Linealidad del Concreto  $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$

**Nonlinear Material Data**

**Material Name and Type**  
 Material Name: Acero 4200kg/cm2  
 Material Type: Rebar, Uniaxial

**Miscellaneous Parameters**  
 Hysteresis Type: Kinematic

**Acceptance Criteria Strains**

	Tension	Compression	Unit
IO	0.01	0.005	m/m
LS	0.02	0.01	m/m
CP	0.05	0.02	m/m

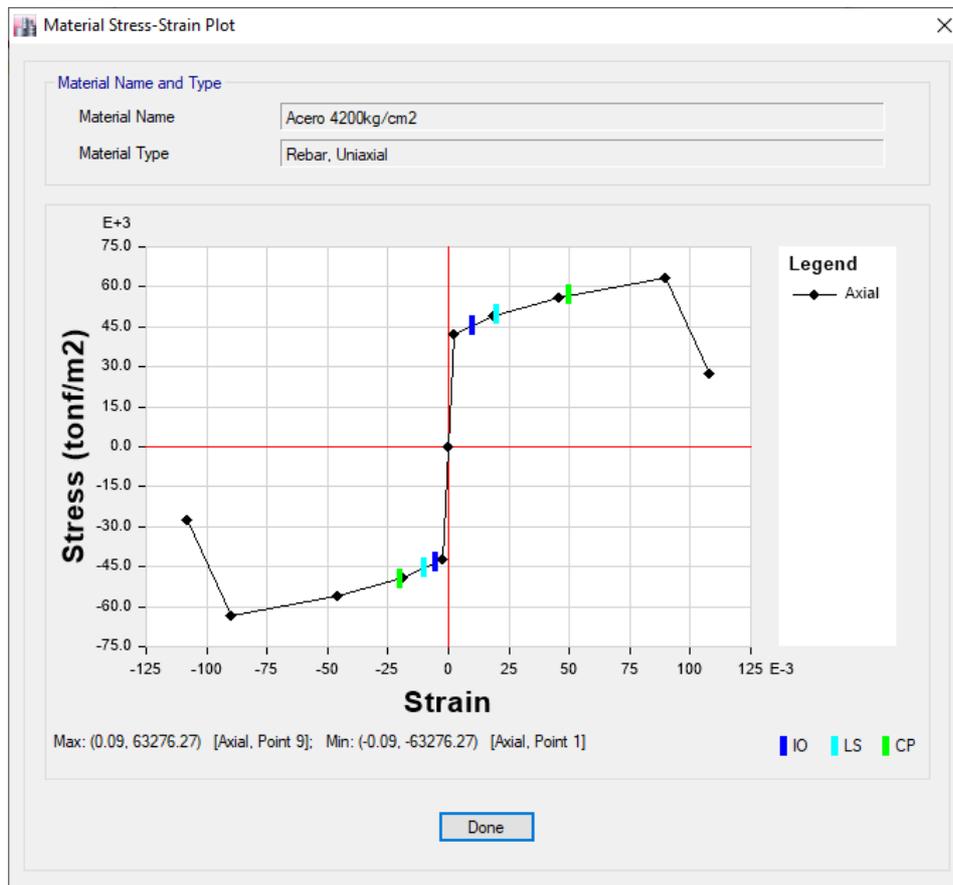
**Stress Strain Curve Definition Options**  
 Parametric: Simple  
 User Defined  
 Convert to User Defined

**Parametric Strain Data**

Strain at Onset of Strain Hardening: 0.01  
 Ultimate Strain Capacity: 0.09  
 Final Slope (Multiplier on E): -0.1

Show Stress-Strain Plot...

OK Cancel



## DEFINICIÓN DE LAS SECCIONES Y AREA DE ACERO:

- Columna C-1 (0.25 x 0.50) del 1-2 piso: “se aplica el mismo procedimiento a las demás columnas”

Frame Section Property Data

General Data

Property Name: C-1 (.25x.50) 1-2 Piso

Material: Concrete f'c=210kg/cm<sup>2</sup>

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

Display Color: Change...

Notes: Modify/Show Notes...

Shape

Section Shape: Concrete Rectangular

Section Property Source

Source: User Defined

Section Dimensions

Depth: 0.5 m

Width: 0.25 m

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

Reinforcement: Modify/Show Rebar...

Show Section Properties...

OK

Cancel

Frame Section Property Reinforcement Data

Design Type

P-M2-M3 Design (Column)

M3 Design Only (Beam)

Rebar Material

Longitudinal Bars: Acero 4200kg/cm<sup>2</sup>

Confinement Bars (Ties): Acero 4200kg/cm<sup>2</sup>

Reinforcement Configuration

Rectangular

Circular

Confinement Bars

Ties

Spirals

Check/Design

Reinforcement to be Checked

Reinforcement to be Designed

Longitudinal Bars

Clear Cover for Confinement Bars: 0.04 m

Number of Longitudinal Bars Along 3-dir Face: 2

Number of Longitudinal Bars Along 2-dir Face: 3

Longitudinal Bar Size and Area: #6, 2.838704 cm<sup>2</sup>

Corner Bar Size and Area: #8, 5.096764 cm<sup>2</sup>

Confinement Bars

Confinement Bar Size and Area: #3, 0.709676 cm<sup>2</sup>

Longitudinal Spacing of Confinement Bars (Along 1-Axis): 0.15 m

Number of Confinement Bars in 3-dir: 3

Number of Confinement Bars in 2-dir: 3

OK

Cancel

- Placa PL-1  $e = 0.25$ :

**Wall Property Data**

**General Data**

Property Name: PL-1

Property Type: Specified

Wall Material: Concreto  $f'c=210\text{kg/cm}^2$

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

**Wall Hinge Reinforcement**

**Rebar Material**

Material Flexure: Acero 4200kg/cm<sup>2</sup>

Material Shear: Acero 4200kg/cm<sup>2</sup>

Bar Clear Cover: 0.048 m

**Layout**



**Geometry**

Start X (m)	Start Y (m)	End X (m)	End Y (m)	Length (m)	Thickness (m)	Start Zone Ratio	End Zone Ratio
0	6.97	0	8.65	1.68	0.25	0.25	0.25

**Reinforcement**

**Flexural Detail**

Station	Bar Size	Bar Spacing (m)	Number of Bars
Start	#6	0.15	3
Center	#3	0.2	4
End	#6	0.15	3

**Flexural Detail (Additional Individual Bar)**

Material	Distance (m)	Area (cm <sup>2</sup> )
*		

**Shear/Confinement Detail**

Station	Bar Size	Bar Spacing (m)	Confined
Start	#3	0.15	Yes
Center	#3	0.2	No
End	#3	0.15	Yes

OK Cancel

**Wall Hinge Reinforcement** [X]

**Rebar Material**

Material Flexure: Acero 4200kg/cm2

Material Shear: Acero 4200kg/cm2

Bar Clear Cover: 0.048 m

**Layout**



**Geometry**

Start X (m)	Start Y (m)	End X (m)	End Y (m)	Length (m)	Thickness (m)	Start Zone Ratio	End Zone Ratio
16	4.325	16	7.425	3.1	0.25	0.1612	0.1612

**Reinforcement**

**Flexural Detail**

Station	Bar Size	Bar Spacing (m)	Number of Bars
Start	#8	0.15	3
Center	#3	0.14	15
End	#8	0.15	3

**Flexural Detail (Additional Individual Bar)**

Material	Distance (m)	Area (cm2)
*		

**Shear/Confinement Detail**

Station	Bar Size	Bar Spacing (m)	Confined
Start	#3	0.15	Yes
Center	#3	0.15	No
End	#3	0.15	Yes

OK Cancel

- Viga V-101 (0.25 x 0.50): “se aplica el mismo procedimiento a las demás vigas”

Frame Section Property Data

**General Data**

Property Name: V-101 (.25X.50)

Material: Concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$

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

Display Color:   Change...

Notes: Modify/Show Notes...

**Shape**

Section Shape: Concrete Rectangular

**Section Property Source**

Source: User Defined

**Section Dimensions**

Depth: 0.5 m

Width: 0.25 m

**Property Modifiers**

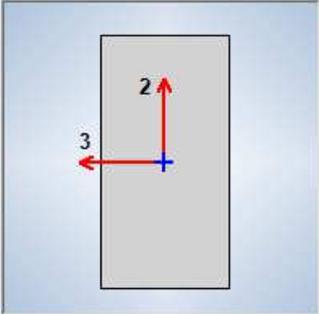
Modify/Show Modifiers...  
Currently Default

**Reinforcement**

Modify/Show Rebar...

OK  
Cancel

Show Section Properties...



Frame Section Property Reinforcement Data

**Design Type**

P-M2-M3 Design (Column)

M3 Design Only (Beam)

**Rebar Material**

Longitudinal Bars: Acero 4200kg/cm<sup>2</sup>

Confinement Bars (Ties): Acero 4200kg/cm<sup>2</sup>

**Cover to Longitudinal Rebar Group Centroid**

Top Bars: 0.04 m

Bottom Bars: 0.04 m

**Reinforcement Area Overwrites for Ductile Beams**

Top Bars at I-End: 8.55 cm<sup>2</sup>

Top Bars at J-End: 8.55 cm<sup>2</sup>

Bottom Bars at I-End: 8.55 cm<sup>2</sup>

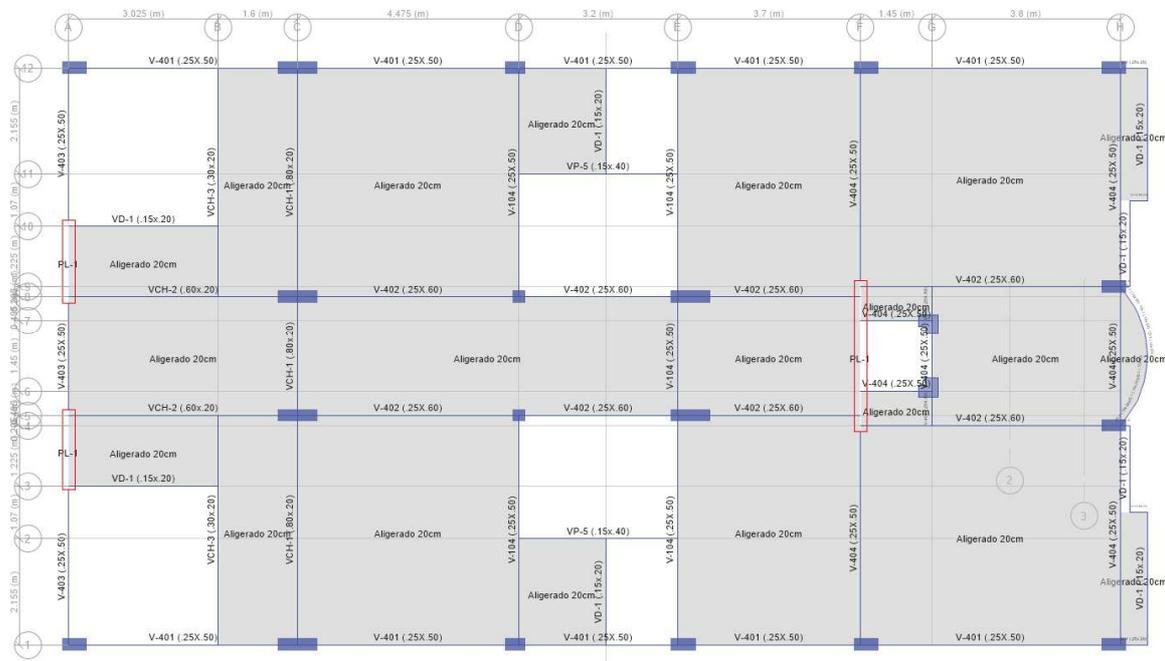
Bottom Bars at J-End: 8.55 cm<sup>2</sup>

OK  
Cancel

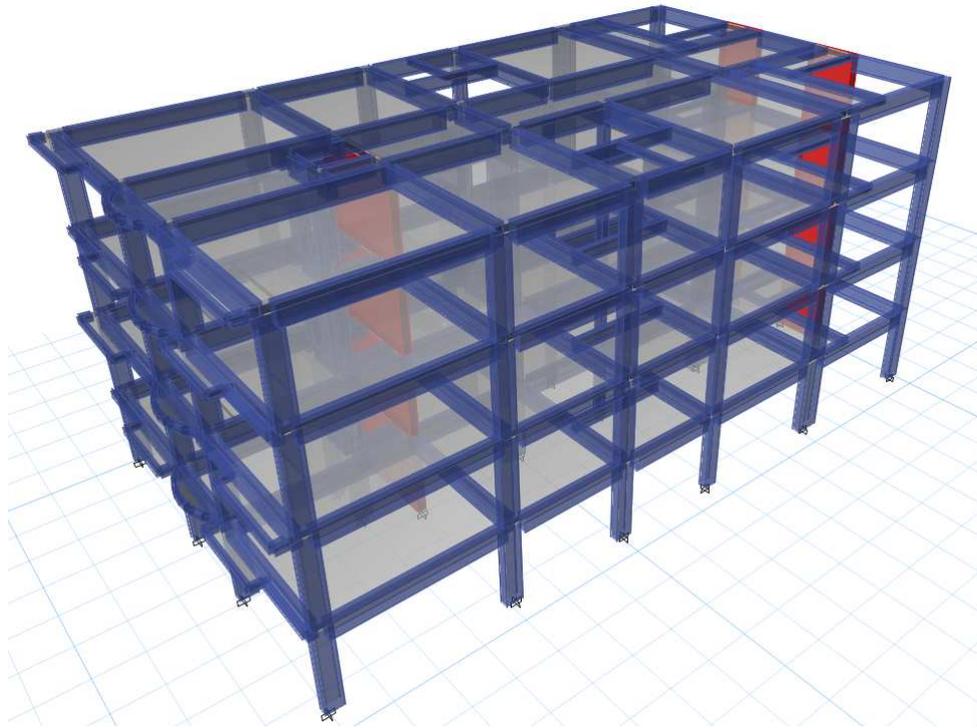
## PLANTA 1-3 PISO DEL EDIFICIO:



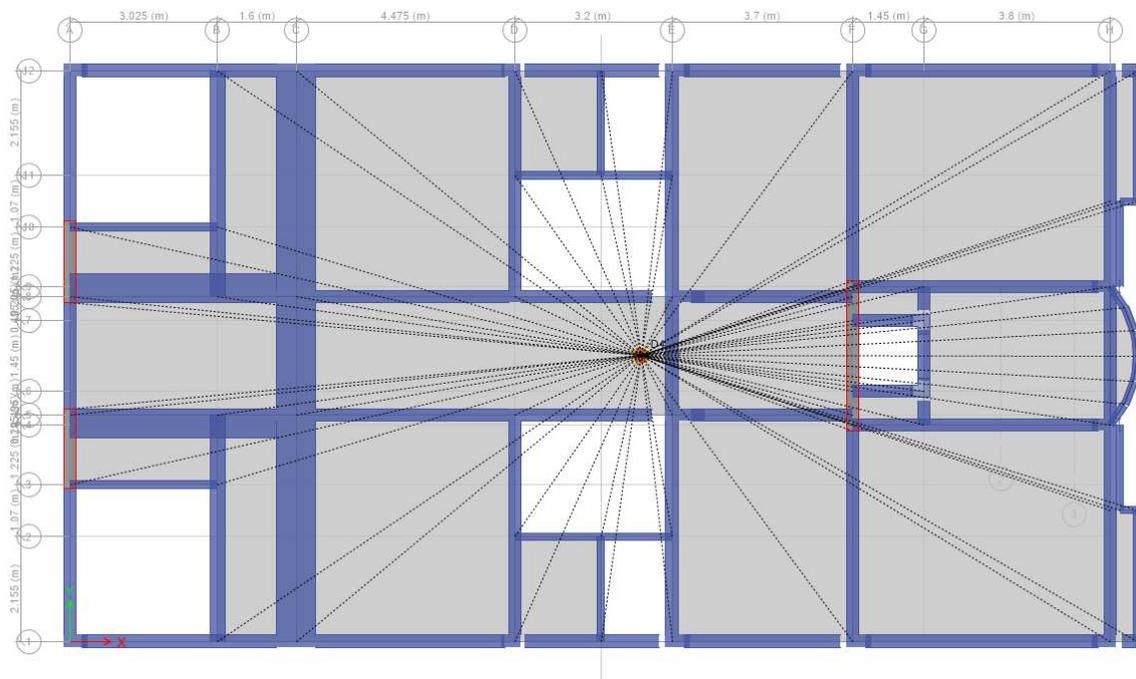
## PLANTA AZOTEA DEL EDIFICIO:

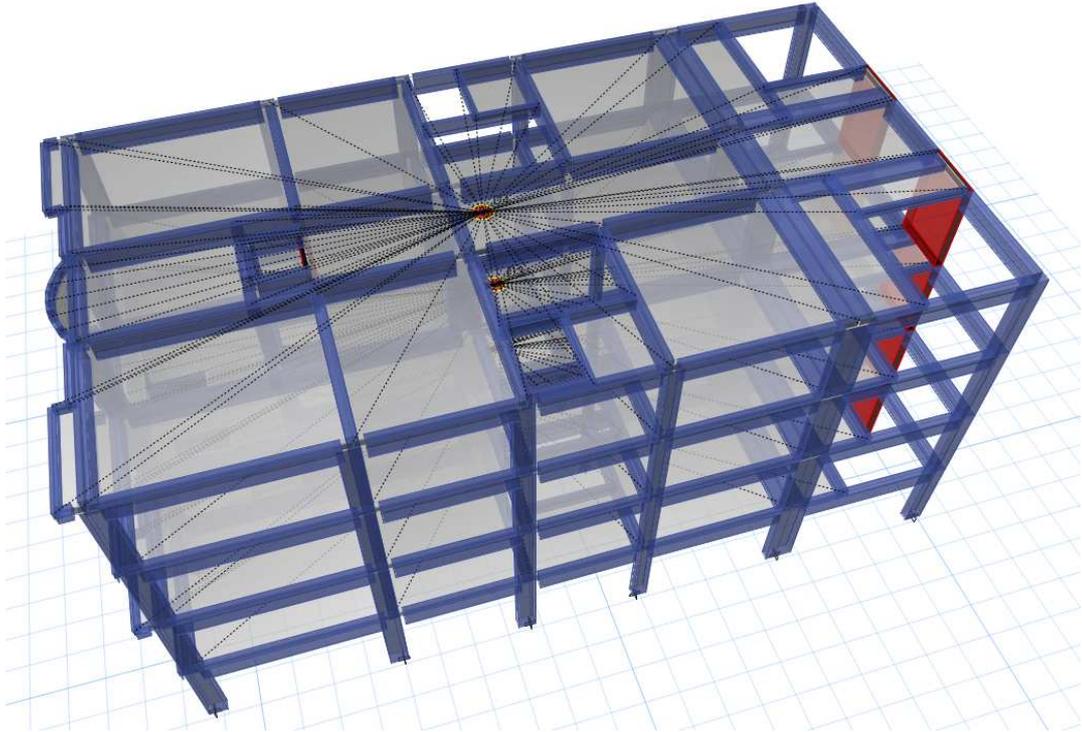


## MODELO TRIDIMENSIONAL DE LA ESTRUCTURA:



## ASIGNACIÓN DE DIAFRAGMA RIGIDO:





## DEFINICIÓN DE LOS PATRONES DE CARGA:

Define Load Patterns

Load	Type	Self Weight Multiplier	Auto Lateral Load
CM	Dead	1	
CM	Dead	1	
CV	Live	0	
SSE X	Seismic	0	User Coefficient
SSE Y	Seismic	0	User Coefficient
FL X-X	Seismic	0	User Loads

Click To:

Add New Load

Modify Load

Modify Lateral Load...

Delete Load

OK Cancel

## DEFINICIÓN DE CASO DE CARGA PARA SISMO ESTÁTICO:

- Sismo en la Dirección X:

Seismic Load Pattern - User Defined

**Direction and Eccentricity**

X Dir                       Y Dir

X Dir + Eccentricity       Y Dir + Eccentricity

X Dir - Eccentricity       Y Dir - Eccentricity

Ecc. Ratio (All Diaph.)     

Overwrite Eccentricities     

**Factors**

Base Shear Coefficient, C     

Building Height Exp., K     

**Story Range**

Top Story     

Bottom Story     

- Sismo en la Dirección Y:

Seismic Load Pattern - User Defined

**Direction and Eccentricity**

X Dir                       Y Dir

X Dir + Eccentricity       Y Dir + Eccentricity

X Dir - Eccentricity       Y Dir - Eccentricity

Ecc. Ratio (All Diaph.)     

Overwrite Eccentricities     

**Factors**

Base Shear Coefficient, C     

Building Height Exp., K     

**Story Range**

Top Story     

Bottom Story     

## DEFINICIÓN DE LA MASA SÍSMICA:

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
CM	1
CV	0.25

**Mass Options**

Include Lateral Mass

Include Vertical Mass

Lump Lateral Mass at Story Levels

## DEFINICIÓN DEL ESPECTRO DE RESPUESTA PARA SISMO INELÁSTICO NTP E0.30:

- Espectro de Respuesta en la Dirección X:

Response Spectrum Function - Peru NTE E.030 2014

Function Name: Z4CS2 X-X

Function Damping Ratio: 0.05

Parameters

Seismic Zone: Zone 4

Occupation Category: C

Soil Type: S2

Irregularity Factor, I<sub>a</sub>: 1

Irregularity Factor, I<sub>p</sub>: 1

Basic Response Modification Factor, R<sub>0</sub>: 8

Convert to User Defined

Define Function

Period	Acceleration
0	0.1477
0.1	0.1477
0.2	0.1477
0.3	0.1477
0.4	0.1477
0.5	0.1477

Plot Options

Linear X - Linear Y

Linear X - Log Y

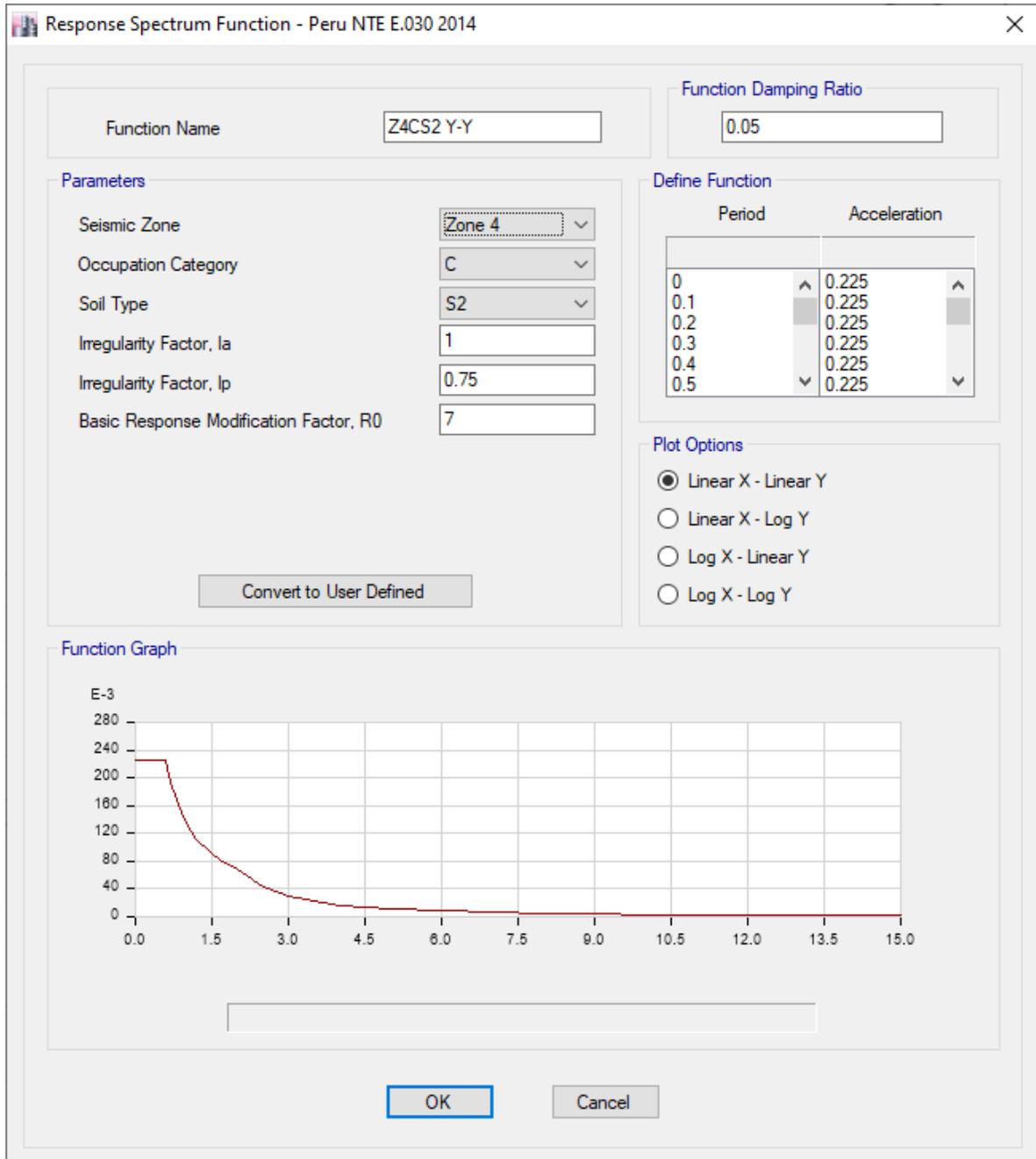
Log X - Linear Y

Log X - Log Y

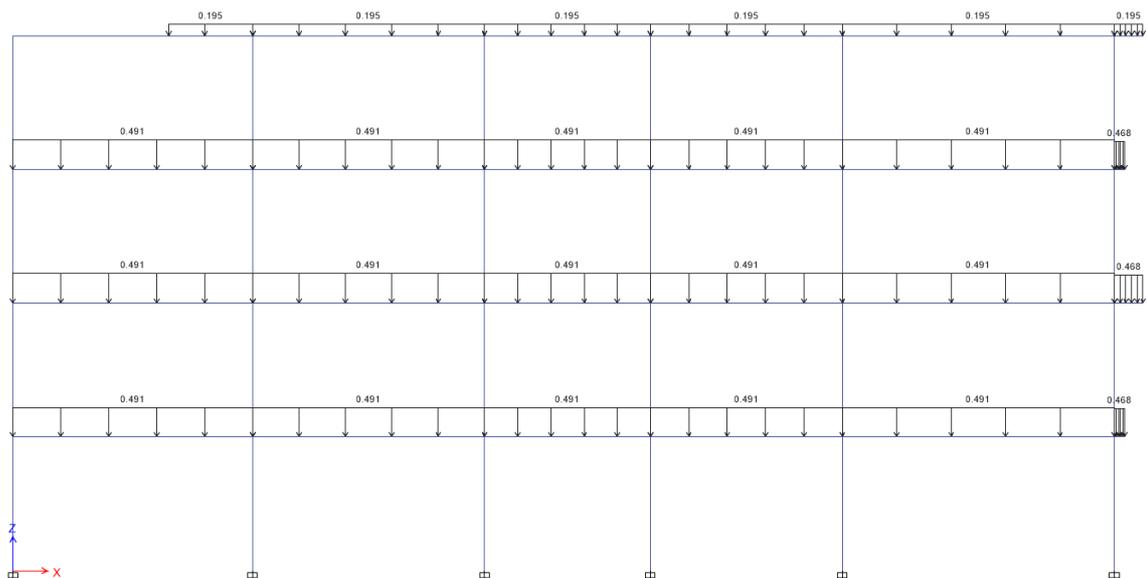
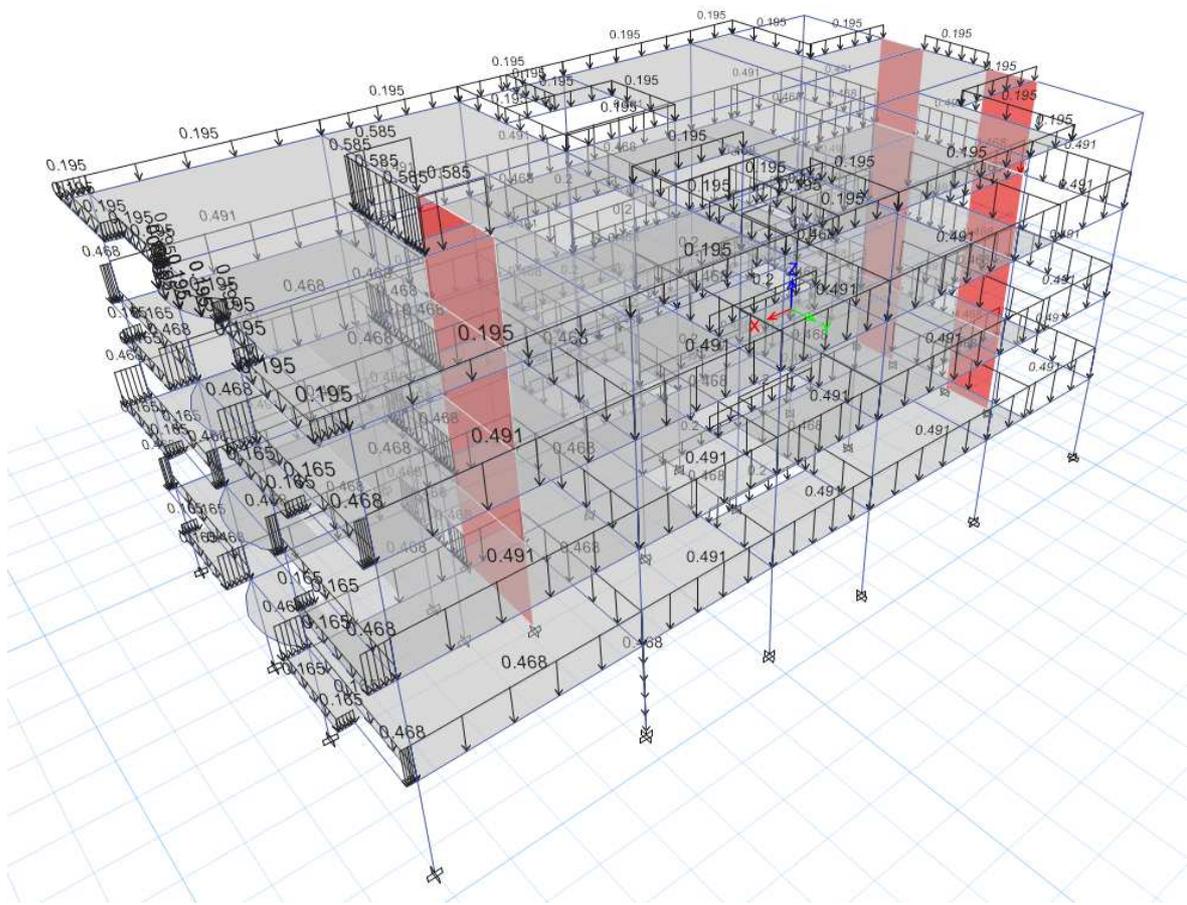
Function Graph

OK Cancel

- Espectro de Respuesta en la Dirección Y:



## ASIGNACIÓN DE CARGA DISTRIBUIDA EN LA ESTRUCTURA:



## ASIGNACIÓN DE LA CARGA MONOTÓNICA:

- Carga Lateral en X:

User Seismic Loads on Diaphragms

Number of Load Sets

**Load Set 1 of 1**

Story	Diaphragm	Fx tonf	Fy tonf	Mz tonf-m
Entrepiso 4	D4	73.8479	0	0
Entrepiso 3	D3	76.8185	0	0
Entrepiso 2	D2	51.2506	0	0
Entrepiso 1	D1	25.6062	0	0

1

Apply Load at Diaphragm Center of Mass

Additional Eccentricity Ratio (all Diaphragms)

- Carga Lateral en Y:

User Seismic Loads on Diaphragms

Number of Load Sets

**Load Set 1 of 1**

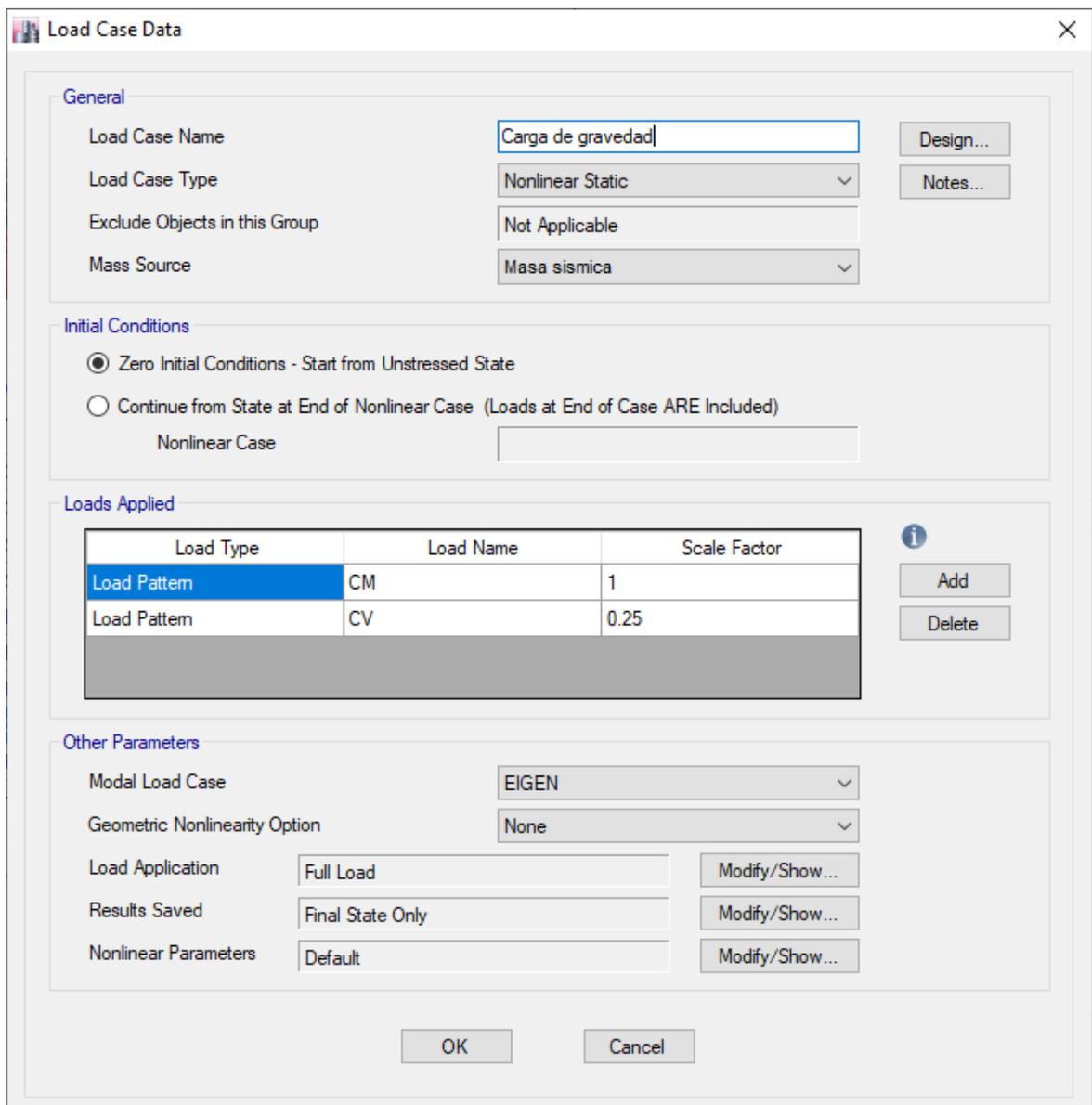
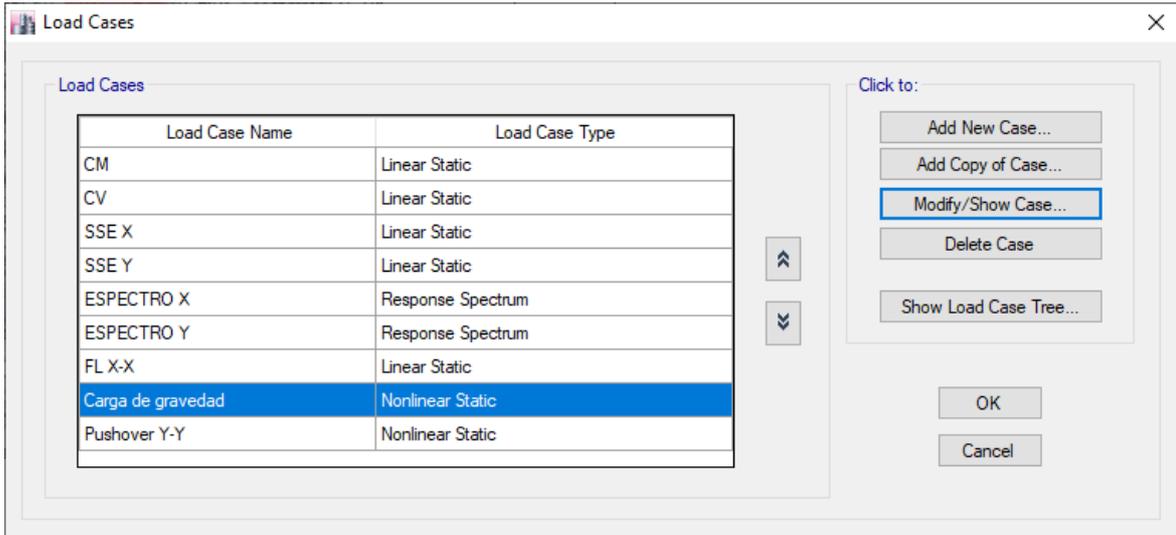
Story	Diaphragm	Fx tonf	Fy tonf	Mz tonf-m
Entrepiso 4	D4	0	101.7	0
Entrepiso 3	D3	0	105.79	0
Entrepiso 2	D2	0	70.58	0
Entrepiso 1	D1	0	35.26	0

1

Apply Load at Diaphragm Center of Mass

Additional Eccentricity Ratio (all Diaphragms)

## DEFINICIÓN DE LA CARGA GRAVITACIONAL NO LINEAL:



## DEFINICIÓN DE LOS CASOS DE CARGA PARA EL ANALISIS NO LINEAL:

- Carga Lateral en X:

Load Case Data

**General**

Load Case Name: Pushover X-X [Design...]

Load Case Type: Nonlinear Static [Notes...]

Exclude Objects in this Group: Not Applicable

Mass Source: Masa sismica

**Initial Conditions**

Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State

Continue from State at End of Nonlinear Case (Loads at End of Case ARE Included)

Nonlinear Case: [ ]

**Loads Applied**

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern	FL X-X	1

[Add] [Delete]

**Other Parameters**

Modal Load Case: EIGEN

Geometric Nonlinearity Option: None

Load Application: Displacement Control [Modify/Show...]

Results Saved: Multiple States [Modify/Show...]

Nonlinear Parameters: User Defined [Modify/Show...]

[OK] [Cancel]

Load Application Control for Nonlinear Static Analysis

**Load Application Control**

Full Load

Displacement Control

Quasi-Static (run as time history)

**Control Displacement**

Use Conjugate Displacement

Use Monitored Displacement

Load to a Monitored Displacement Magnitude of: 100 cm

**Monitored Displacement**

DOF/Joint: U1 Entrepiso 4 1

Generalized Displacement: [ ]

**Quasi-static Parameters**

Time History Type: Nonlinear Direct Integration History

Output Time Step Size: 1 sec

Mass Proportional Damping: 0 1/sec

Hilber-Hughes-Taylor Time Integration Parameter, Alpha: 0

[OK] [Cancel]

- Dirección en Y:

**Load Case Data**

**General**

Load Case Name: Pushover Y-Y [Design...]

Load Case Type: Nonlinear Static [Notes...]

Exclude Objects in this Group: Not Applicable

Mass Source: Masa sismica

**Initial Conditions**

Zero Initial Conditions - Start from Unstressed State

Continue from State at End of Nonlinear Case (Loads at End of Case ARE Included)

Nonlinear Case: [ ]

**Loads Applied**

Load Type	Load Name	Scale Factor
Load Pattern	FL Y-Y	1

[Add] [Delete]

**Other Parameters**

Modal Load Case: EIGEN

Geometric Nonlinearity Option: None

Load Application: Displacement Control [Modify/Show...]

Results Saved: Multiple States [Modify/Show...]

Nonlinear Parameters: User Defined [Modify/Show...]

[OK] [Cancel]

**Load Application Control for Nonlinear Static Analysis**

**Load Application Control**

Full Load

Displacement Control

Quasi-Static (run as time history)

**Control Displacement**

Use Conjugate Displacement

Use Monitored Displacement

Load to a Monitored Displacement Magnitude of: 250 cm

**Monitored Displacement**

DOF/Joint: U2 Entrepiso 4 1

Generalized Displacement: [ ]

**Quasi-static Parameters**

Time History Type: Nonlinear Direct Integration History

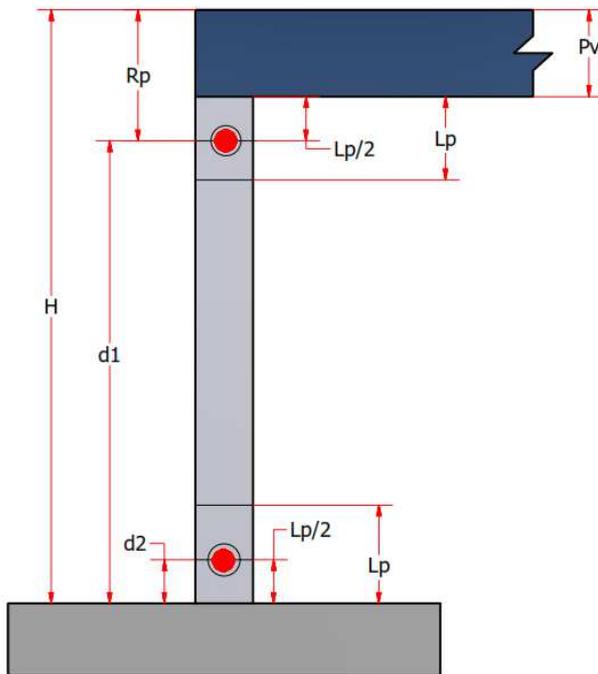
Output Time Step Size: 1 sec

Mass Proportional Damping: 0 1/sec

Hilber-Hughes-Taylor Time Integration Parameter, Alpha: 0

[OK] [Cancel]

## ASIGNACIÓN DE RÓTULAS PLÁSTICAS EN COLUMNAS:



$$L_p = 0.08L + 0.15F_y(\phi b)$$

$$L_p = 0.3F_y(\phi b)$$

DONDE:

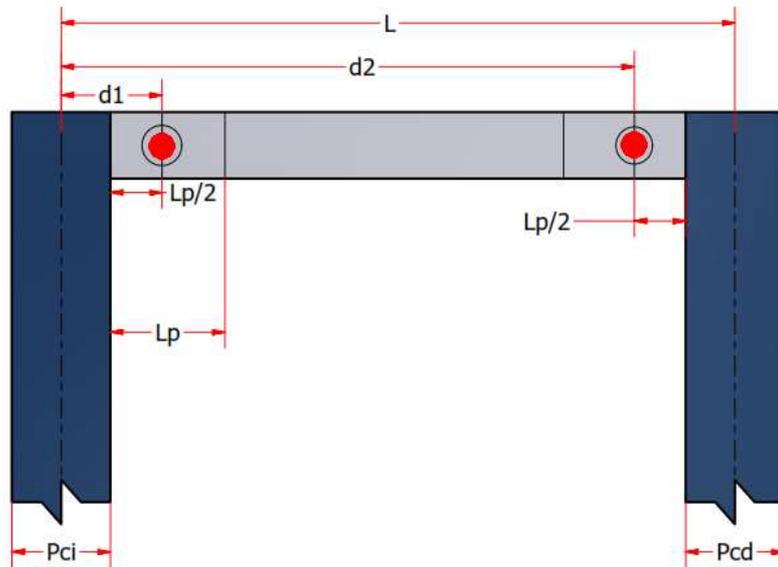
$L = ft$

$\phi = ft$

$F_y = KSI$

Cod	L	$\phi b$	$F_y$	$L_{p1}$	$L_{p2}$	Asu- mid o	Re- don- dar	$L_{p/2}$	$P_v$	$R_p$	$d_1$	$d_2$	$d_1$	$d_2$
	m	pulg	kg/cm <sup>2</sup>	m	m	m	m	m	m	m	m	m	%	%
C1	2.60	3/4	4200	0.38	0.34	0.34	0.35	0.18	0.50	0.68	0.18	0.68	0.07	0.74
C1	2.60	5/8	4200	0.35	0.28	0.28	0.30	0.15	0.50	0.65	0.15	0.65	0.06	0.75
C2	2.60	3/4	4200	0.38	0.34	0.34	0.35	0.18	0.20	0.38	0.18	0.38	0.07	0.86
C2	2.60	5/8	4200	0.35	0.28	0.28	0.30	0.15	0.20	0.35	0.15	0.35	0.06	0.87
C3	2.60	1	4200	0.44	0.46	0.44	0.45	0.23	0.20	0.43	0.23	0.43	0.09	0.84
C3	2.60	3/4	4200	0.38	0.34	0.34	0.35	0.18	0.20	0.38	0.18	0.38	0.07	0.86
C5	2.60	3/4	4200	0.38	0.34	0.34	0.35	0.18	0.50	0.68	0.18	0.68	0.07	0.74
C5	2.60	5/8	4200	0.35	0.28	0.28	0.30	0.15	0.50	0.65	0.15	0.65	0.06	0.75
C8	2.60	5/8	4200	0.35	0.28	0.28	0.30	0.15	0.50	0.65	0.15	0.65	0.06	0.75
C8	2.60	1/2	4200	0.32	0.23	0.23	0.25	0.13	0.50	0.63	0.13	0.63	0.05	0.76
C4	2.60	1	4200	0.44	0.46	0.44	0.45	0.23	0.50	0.73	0.23	0.73	0.09	0.72
C4	2.60	3/4	4200	0.38	0.34	0.34	0.35	0.18	0.50	0.68	0.18	0.68	0.07	0.74
C3	2.60	1	4200	0.44	0.46	0.44	0.45	0.23	0.50	0.73	0.23	0.73	0.09	0.72
C3	2.60	3/4	4200	0.38	0.34	0.34	0.35	0.18	0.50	0.68	0.18	0.68	0.07	0.74
C6	2.60	1	4200	0.44	0.46	0.44	0.45	0.23	0.50	0.73	0.23	0.73	0.09	0.72
C6	2.60	3/4	4200	0.38	0.34	0.34	0.35	0.18	0.50	0.68	0.18	0.68	0.07	0.74
C4	2.60	1	4200	0.44	0.46	0.44	0.45	0.23	0.60	0.83	0.23	0.83	0.09	0.68
C4	2.60	3/4	4200	0.38	0.34	0.34	0.35	0.18	0.60	0.78	0.18	0.78	0.07	0.70

## ASIGNACIÓN DE RÓTULAS PLÁSTICAS EN VIGAS:

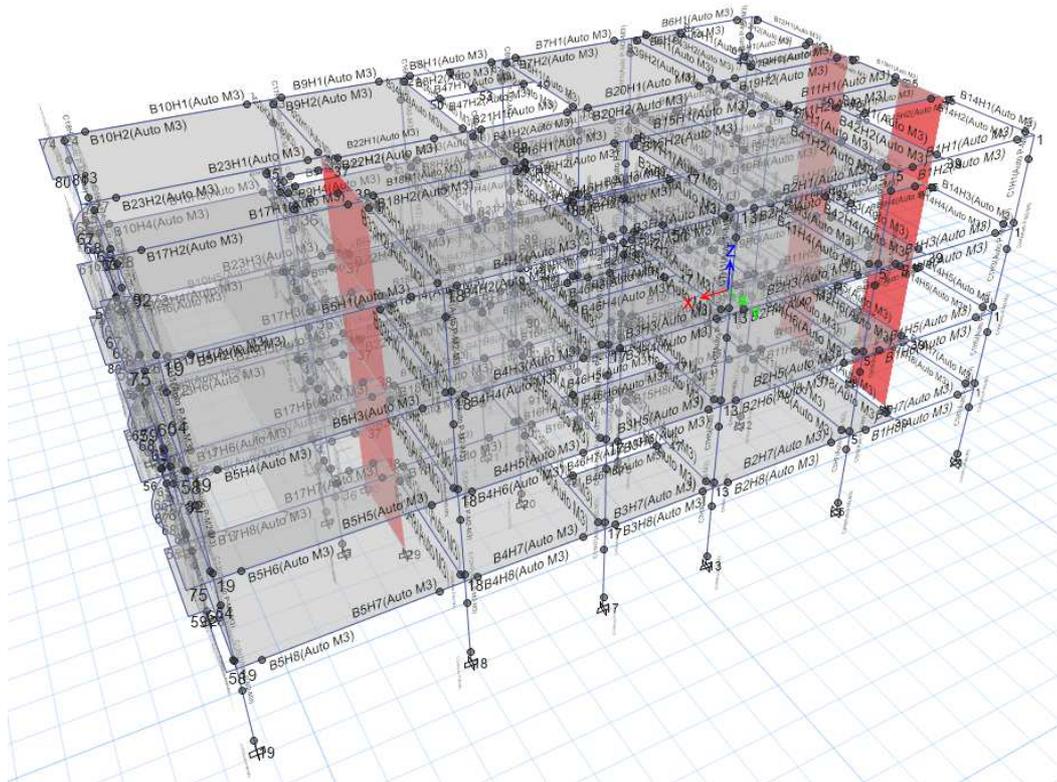


## DIRECCIÓN X:

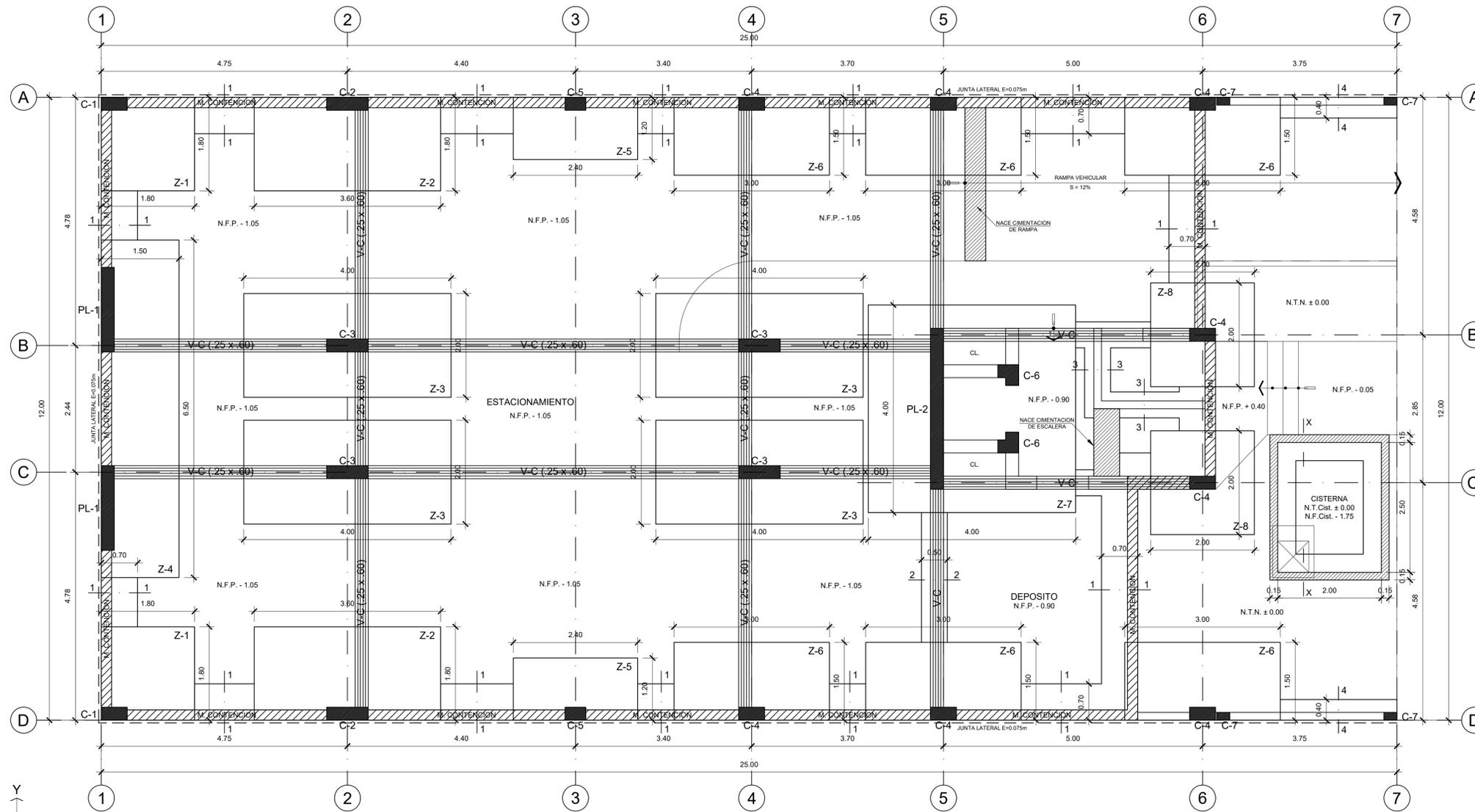
Cod.	L	L <sub>p</sub>	P <sub>ci</sub>	P <sub>cd</sub>	R <sub>pi</sub>	R <sub>pd</sub>	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>
	m	m	m	m	m	m	%	%
V101	4.63	0.40	0.75	0.80	0.575	0.600	0.124	0.870
V101	4.48	0.40	0.80	0.55	0.600	0.475	0.134	0.894
V101	3.20	0.40	0.25	0.25	0.325	0.325	0.102	0.898
V101	3.70	0.40	0.75	0.25	0.575	0.325	0.155	0.912
V101	5.25	0.40	0.75	0.75	0.575	0.575	0.110	0.890
VP-5	3.20	0.40	0.25	0.25	0.325	0.325	0.102	0.898
VD-1	3.03	0.40	0.25	0.30	0.325	0.350	0.107	0.884
VCH-2	4.63	0.40	0.25	0.80	0.325	0.600	0.070	0.870
V102	4.48	0.40	0.80	0.25	0.600	0.325	0.134	0.927
V102	3.20	0.40	0.25	0.25	0.325	0.325	0.102	0.898
V102	3.70	0.40	1.35	0.25	0.875	0.325	0.236	0.912
V102	5.25	0.40	0.25	0.75	0.325	0.575	0.062	0.890
V104	1.45	0.40	0.25	0.55	0.325	0.475	0.224	0.672

**DIRECCIÓN Y:**

Cod.	L m	Lp m	Pci m	Pcd m	Rpi m	Rpd m	d1 %	d2 %
V103	3.10	0.40	0.00	0.25	0.200	0.325	0.065	0.895
V103	3.15	0.40	0.25	0.00	0.325	0.200	0.103	0.937
V103	2.19	0.40	0.00	0.00	0.200	0.200	0.091	0.909
VCH-3	4.66	0.40	0.25	0.95	0.325	0.675	0.070	0.855
VCH-3	4.66	0.40	0.95	0.25	0.675	0.325	0.145	0.930
VCH-1	4.66	0.40	0.25	0.25	0.325	0.325	0.070	0.930
VCH-1	2.44	0.40	0.25	0.25	0.325	0.325	0.133	0.867
V104	4.66	0.40	0.25	0.25	0.325	0.325	0.070	0.930
V104	2.44	0.40	0.25	0.25	0.325	0.325	0.133	0.867
VD-1	2.16	0.40	0.25	0.15	0.325	0.275	0.151	0.872
VD-1	2.16	0.40	0.15	0.25	0.275	0.325	0.128	0.849
V104	4.33	0.40	0.25	0.00	0.325	0.200	0.075	0.954
V104	4.33	0.40	0.00	0.25	0.200	0.325	0.046	0.925
V104	0.70	0.40	0.25	0.25	0.325	0.325	0.464	0.536
V104	1.45	0.40	0.25	0.25	0.325	0.325	0.224	0.776
V104	4.45	0.40	0.25	0.25	0.325	0.325	0.073	0.927
V104	2.44	0.40	0.25	0.25	0.325	0.325	0.133	0.867
V103	2.19	0.40	0.00	0.00	0.200	0.200	0.091	0.909

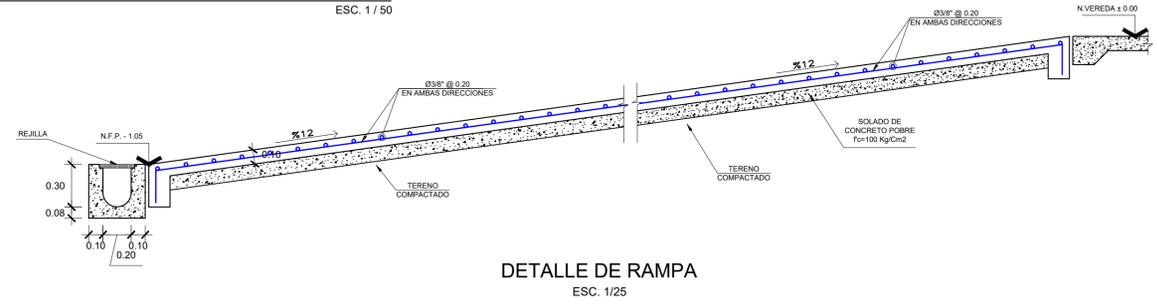


# **PLANOS ESTRUCTURALES**



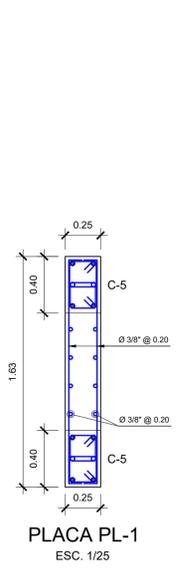
# PLANTA CIMENTACION

ESC. 1/50

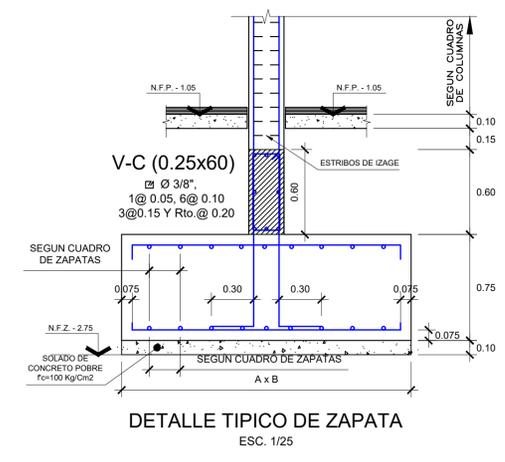


DETALLE DE RAMPA  
ESC. 1/25

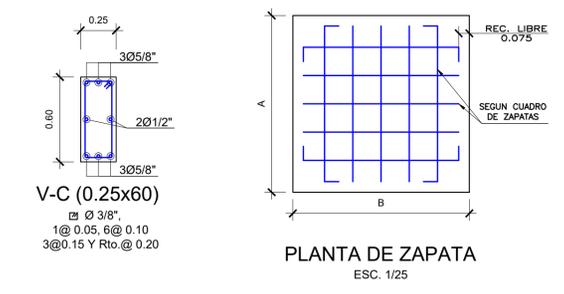
		CUADRO DE COLUMNAS							
TIPO		C - 1	C - 2	C - 3	C - 4	C - 5	C - 6	C - 7	C - 8
ACERO	SEMISOTANO	4 • Ø1" + 2 • Ø 3/4"	10 • Ø 3/4"	10 • Ø 1"	6 • Ø 1"	4 • Ø3/4" + 2 • Ø 5/8"	8 • Ø 1"	4 • Ø 3/8"	
	1° PISO	4 • Ø1" + 2 • Ø 3/4"	10 • Ø 3/4"	10 • Ø 1"	6 • Ø 1"	4 • Ø3/4" + 2 • Ø 5/8"	8 • Ø 1"		4 • Ø 5/8"
	2° PISO	4 • Ø1" + 2 • Ø 3/4"	10 • Ø 3/4"	10 • Ø 1"	6 • Ø 1"	4 • Ø3/4" + 2 • Ø 5/8"	8 • Ø 1"		4 • Ø 5/8"
	3° PISO	4 • Ø3/4" + 2 • Ø 5/8"	10 • Ø 5/8"	10 • Ø 3/4"	6 • Ø 3/4"	6 • Ø 5/8"	8 • Ø 3/4"		4 • Ø 5/8"
	4° PISO	4 • Ø3/4" + 2 • Ø 5/8"	10 • Ø 5/8"	10 • Ø 3/4"	6 • Ø 3/4"	6 • Ø 5/8"	8 • Ø 3/4"		4 • Ø 1/2"
ESTRIBOS		2 Ø3/8", 1 @ 0.05, 6 @ 0.10 3 @ 0.15, RESTO @ 0.20	2 Ø3/8", 1 @ 0.05, 6 @ 0.10 3 @ 0.15, RESTO @ 0.20	2 Ø3/8", 1 @ 0.05, 6 @ 0.10 3 @ 0.15, RESTO @ 0.20	2 Ø3/8", 1 @ 0.05, 6 @ 0.10 3 @ 0.15, RESTO @ 0.20	2 Ø3/8", 1 @ 0.05, 6 @ 0.10 3 @ 0.15, RESTO @ 0.20	2 Ø3/8", 1 @ 0.05, 6 @ 0.10 3 @ 0.15, RESTO @ 0.20	Ø1/4", 1 @ 0.05, 4 @ 0.10 RESTO @ 0.20	Ø3/8", 1 @ 0.05, 4 @ 0.10 3 @ 0.15, RESTO @ 0.20



PLACA PL-1  
ESC. 1/25



DETALLE TIPICO DE ZAPATA  
ESC. 1/25



PLANTA DE ZAPATA  
ESC. 1/25

### ESPECIFICACIONES TECNICAS

**CONCRETO CICLOPEO**  
 CEMENTOS CORRIDOS : CONCRETO CICLOPEO 1:10 (CEMENTO-HORMIGON MAS 30% PG (6"max.)  
 SOBRECIMENTOS : CONCRETO CICLOPEO 1:8 (CEMENTO-HORMIGON MAS 25% PM (3"max.)

**CONCRETO ARMADO**  
 CONCRETO : f'c = 210Kg/cm2  
 ACERO REFUERZO : fy = 4200 Kg/cm2

**RECUBRIMIENTOS**  
 VIGAS PERALTADAS Y COLUMNAS : 4 Cm  
 VIGAS CHATAS : 2.5 Cm  
 ESCALERAS Y ALIGERADOS : 2 Cm  
 ZAPATAS : 7.5 Cm

**SOBRECARGAS** : S/C : INDICADA EN LOS PLANOS DE ALIGERADOS

SEMISOTANO : 300 Kg / m2  
 1°, 2° Y 3° PISO : 300 Kg / m2  
 4° PISO : 150 Kg / m2  
 ESCALERA : 300 Kg / m2

LONGITUDES MINIMAS DE ANCLAJE Y TRASLAPE DE ARMADURAS

Ø	ANCLAJE	TRASLAPES	ESTRIBOS	
			r	Q
1/4"	0.45	0.55	2 Cm	0.10
3/8"	0.45	0.55	3 Cm	0.15
1/2"	0.50	0.60		
5/8"	0.60	0.75		
3/4"	0.70	0.80		

**NORMAS DE DISEÑO**  
 TERRENO  
 CAPACIDAD PORTANTE : 2.0 Kg/cm2  
 PARAMETROS DE DISEÑO SISMICO (ZONAS)  
 Z(g)=0.40 (FACTOR DE ZONA,ZONA 3)  
 U=1.0 (FACTOR DE USO)  
 C=2.5 (FACTOR DE AMPLIFICACION)  
 S=1.4 (FACTOR DE SUELO)  
 R(x) = R(y) = (COEFICIENTE DE REDUCCION)

**OBSERVACIONES :**  
 LOS MUROS NO PORTANTES SE LEVANTARAN A SU ALTURA TOTAL  
 DESPUES DEL DESENCOFRADO DEL TECHO , CON LADRILLO PANDERETA.

**CARACTERISTICAS DE LA ALBAÑILERIA CONFINADA :**  
 UNIDAD ( LADRILLO TIPO V ) : f'm 55 Kg / Cm2  
 ESPESOR MINIMO : e min. = 0.14m , 0.24m  
 % MAXIMO DE VACIOS : 25 %  
 MORTERO : 1:1:4 (CEMENTO : CAL NORMALIZADA : ARENA )  
 ESPESOR DE JUNTAS DE MORTERO : e min: = 0.9 Cm  
 e max : = 1.5 Cm

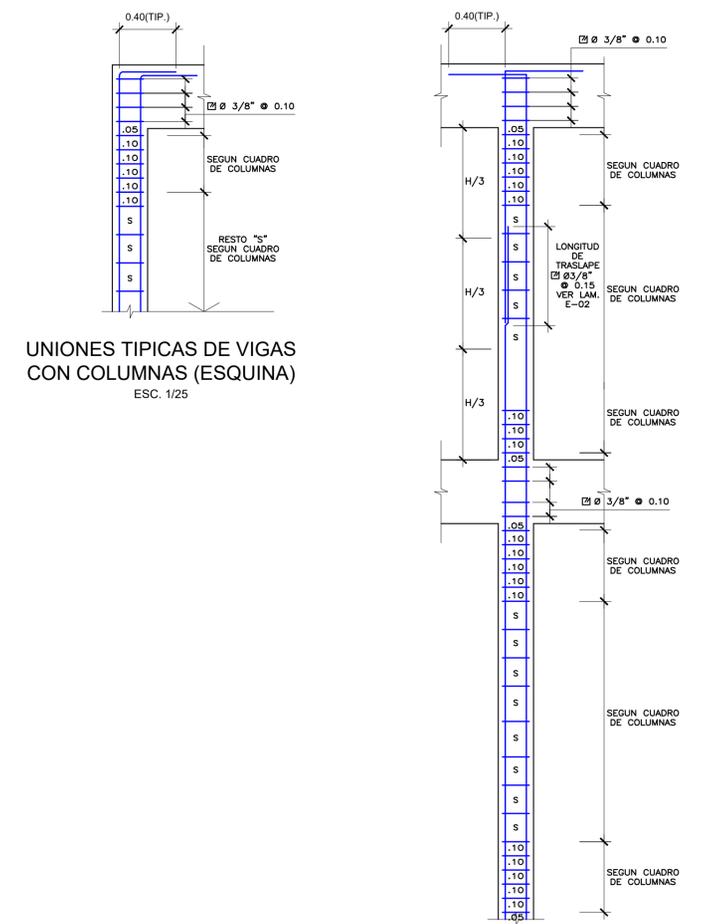
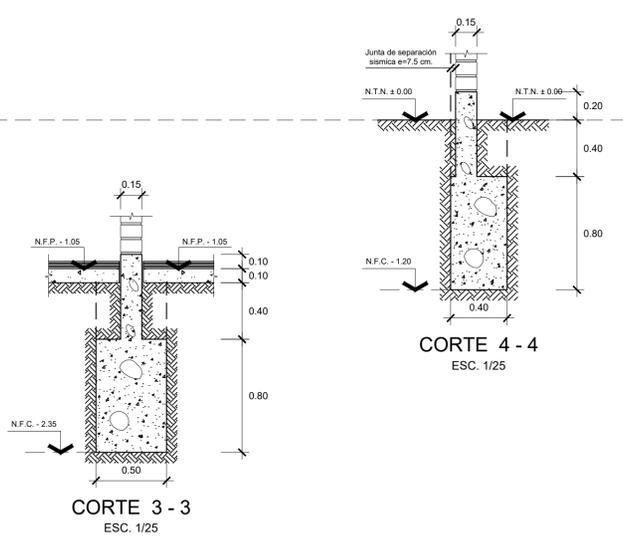
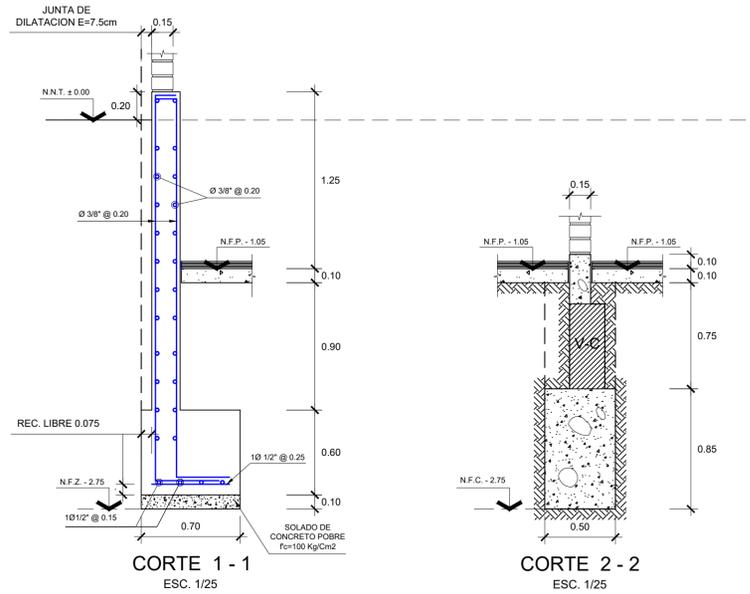
Si tiene Alveolos estos no excederan el 25% del Volumen

**NOTA :**  
 1) - TODAS LAS ZAPATAS TIENEN H = 0.75 ; CONCRETO f'c = 210Kg/m2.  
 2) - EL NIVEL DE FONDO DE CIMENTACION SERA N.F.C. = - 2.75; SALVO ESTE INDICADO EN PLANTA  
 3) - PARA EL TRAZO DE CIMENTACION VER LOS PLANOS DE ARQUITECTURA.



<b>UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO</b> FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	TESIS:	NIVEL DE DESEMPEÑO SISMICO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR MEDIANTE EL ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL PUSHOVER, JESÚS MARÍA, 2020	
	AUTOR:	WILY MARIN LOPEZ	
	ASESOR:	ING. GERARDO ENRIQUE CANCHO ZUÑIGA	
	PLANO:	PLANTA CIMENTACION	
ESPECIALIDAD:	ESTRUCTURAS	ESCALA:	1/50
		FECHA:	JUNIO 2020

E-01



**MEDIDAS CONSTRUCTIVAS**

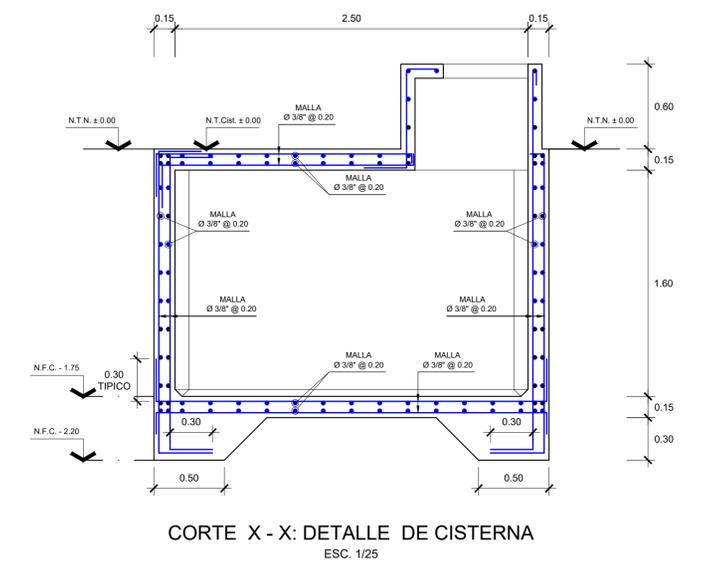
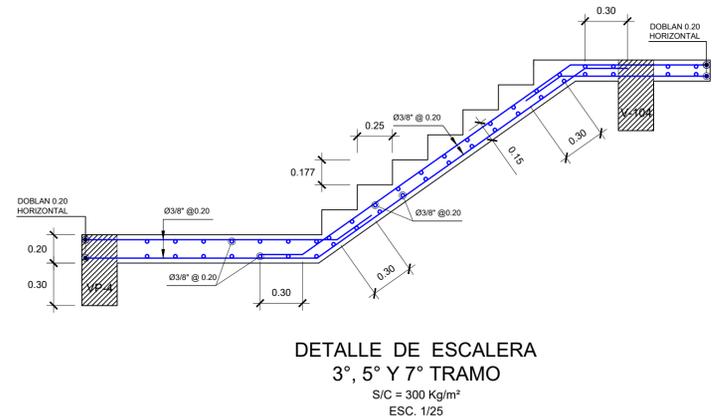
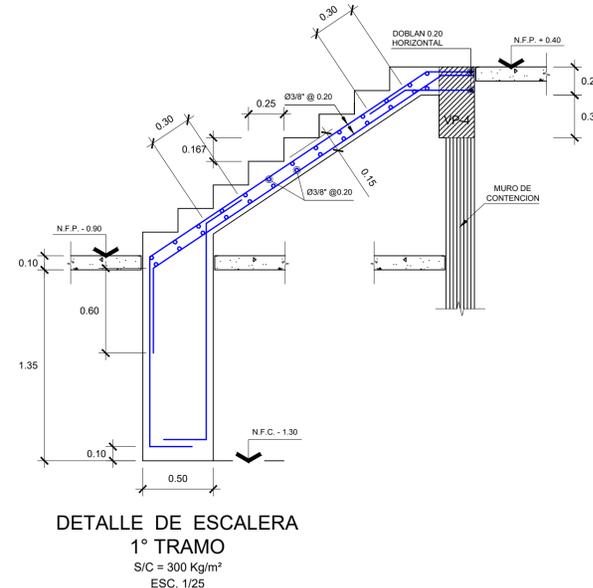
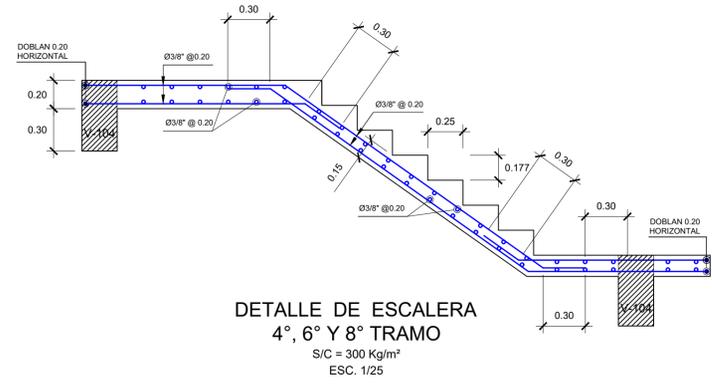
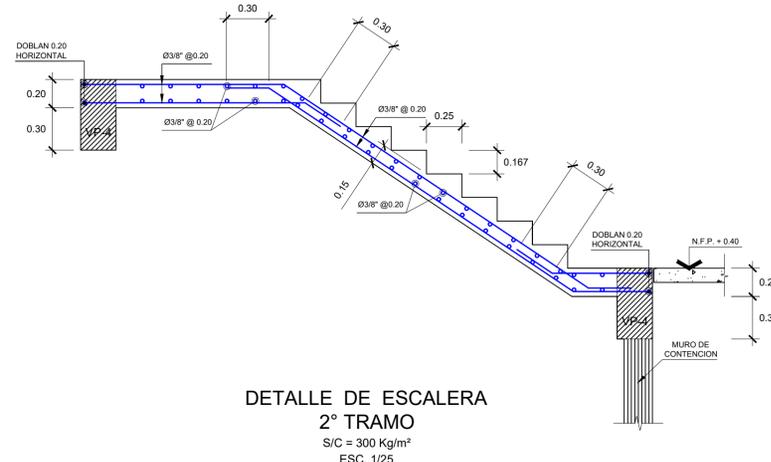
- En obra se deberá verificar el grado de compactación de los suelos granulares, al nivel de la cimentación; de ser necesario se procederá a densificar el terreno, por la alteración que pudiera ocurrir durante el proceso de excavación. Se recomienda densificar al 75% de la densidad relativa.
- Proteger el área de las infiltraciones de aguas, ya que pueden afectar las características físico mecánicas de los suelos de la cimentación y por consiguiente disminuir su capacidad portante.
- Las conexiones y tendidos de tuberías para los servicios de agua y desagüe deberán ser lo más estanca posible, para evitar filtraciones
- Con el propósito de incrementar la seguridad de las obras que se proyectan se recomienda cimentar mediante zapatas conectadas
- En todos los casos, el fondo de las zanjas de cimentación deberá estar libre de sueltos y materia orgánica.

**ESTRATO**

— Por debajo de - 2.83 m, Arena fina limpia pobremente graduado, húmedo no plástico de color marrón claro amarillento, compacidad relativa media suelta.

**CAPACIDAD PORTANTE**

— Se realizaron los cálculos de asentamiento (inferiores a 1.0 cm) aplicando la expresión desarrollada por Shute y Sherif, las cargas admisibles obtenidas por debajo de -2.00m de profundidad son del orden de 1.5Kg/cm<sup>2</sup>.



<b>TESIS:</b> NIVEL DE DESEMPEÑO SÍSMICO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR MEDIANTE EL ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL PUSHOVER, JESÚS MARÍA, 2020		<b>LAMINA:</b>  <b>E-02</b>
<b>AUTOR:</b> WILY MARIN LOPEZ		
<b>ASESOR:</b> ING. GERARDO ENRIQUE CANCHO ZUÑIGA		
<b>PLANO:</b> DETALLES CIMENTACIÓN		
<b>ESPECIALIDAD:</b> ESTRUCTURAS	<b>ESCALA:</b> 1/50	<b>FECHA:</b> JUNIO 2020
		02 DE 06

**TRASLAPES Y EMPALMES PARA VIGAS Y ALIGERADOS**

**NOTAS**

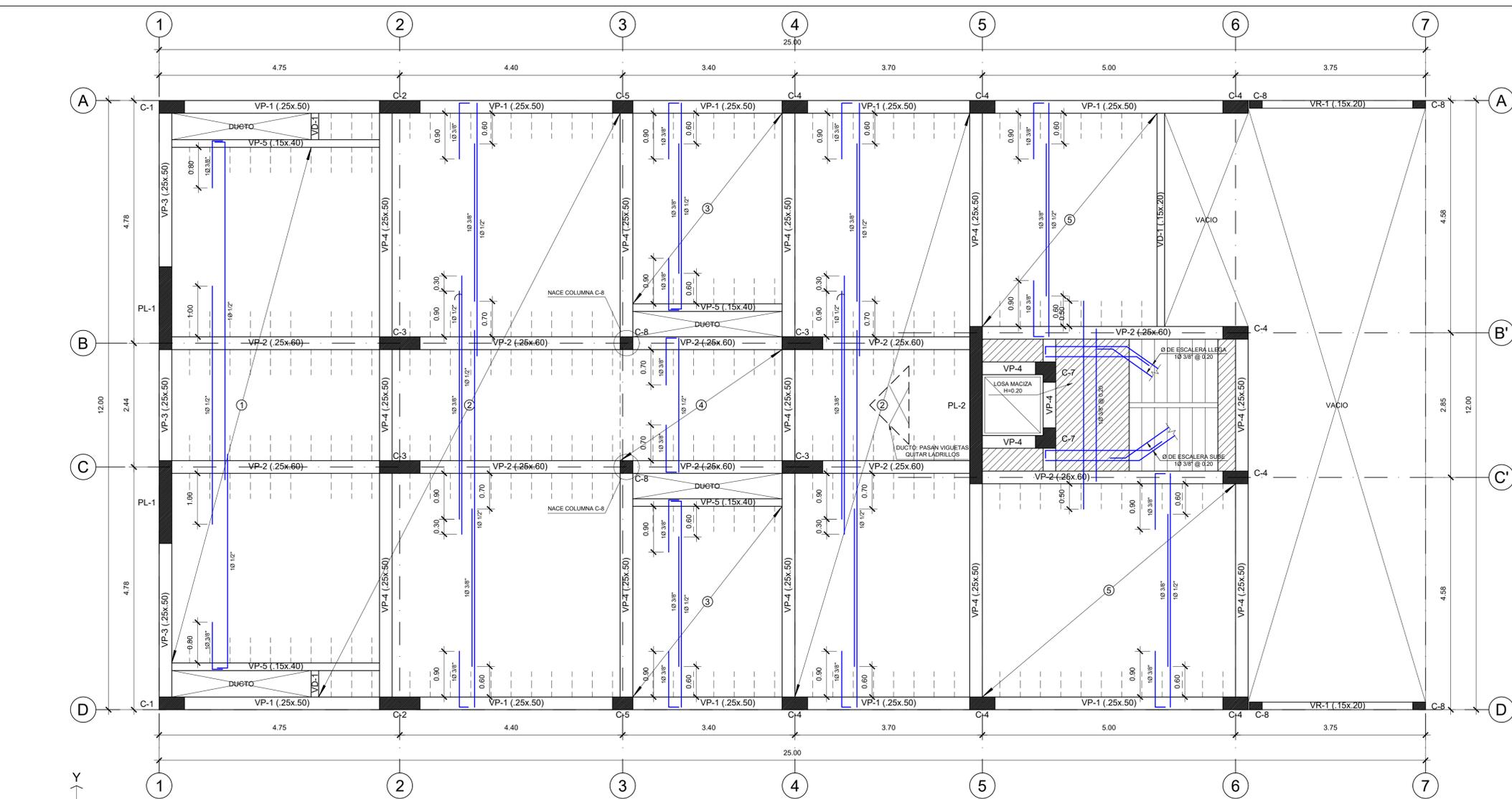
- NO EMPALMAR MAS DEL 50% DEL AREA DE UNA MISMA SECCION
- EN CASO DE NO EMPALMARSE EN LAS ZONAS INDICADAS O CON LOS PORCENTAJES ESPECIFICADOS, AUMENTAR LA LONGITUD DE EMPALME EN UN 70 %.
- PARA ALIGERADOS Y VIGAS CHATAS EL ACERO INFERIOR SE EMPALMARA SOBRE LOS APOYOS SIENDO LA LONGITUD DE EMPALME IGUAL A 25 CM. PARA FIERRO DE 3/8" Y 35 CM. PARA 1/2" O 5/8"

**VALORES DE m**

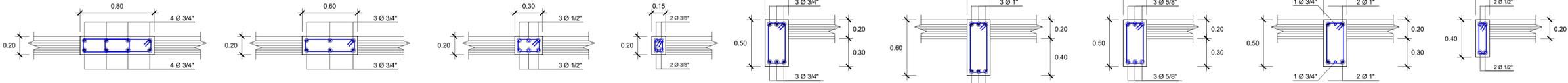
Ø	REFUERZO INFERIOR	
	h CUALQUIERA	h < 0.30 h > 0.30
3/8"	0.40	0.45
1/2"	0.40	0.50
5/8"	0.50	0.60
3/4"	0.60	0.75
1"	1.15	1.30

**EMPALME VERTICAL**

Ø	X
3/8"	0.40
1/2"	0.40
5/8"	0.50
3/4"	0.60



**ALIGERADO SEMISOTANO (H=0.20)**  
 SIC = 300 Kg/m<sup>2</sup> ESCALA: 1/50



**VCH-1**  
 8 • Ø 3/4"

**VCH-2**  
 6 • Ø 3/4"

**VCH-3**  
 6 • Ø 1/2"

**VD-1**  
 4 • Ø 3/8"

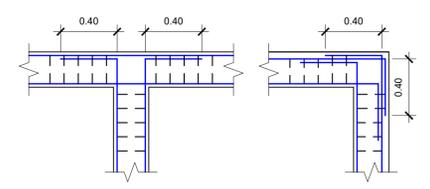
**VP-1**  
 6 • Ø 3/4"

**VP-2**  
 6 • Ø 1"

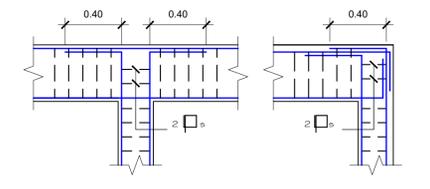
**VP-3**  
 6 • Ø 5/8"

**VP-4**  
 4 • Ø 1" + 2 • Ø 3/4"

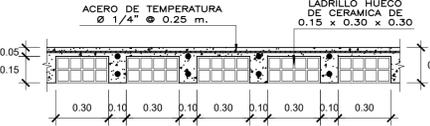
**VP-5**  
 4 • Ø 1/2"



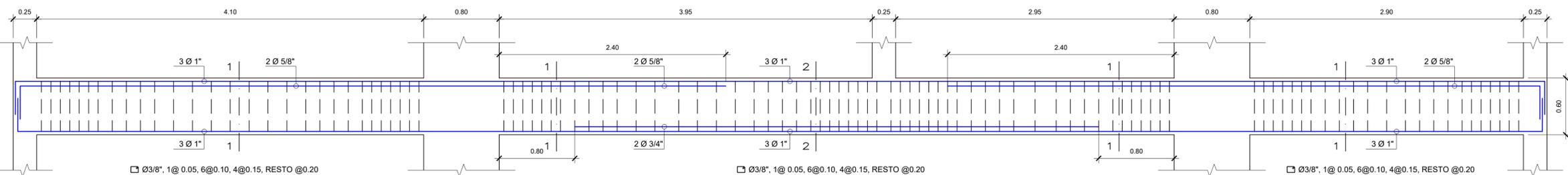
DETALLE DE ENCUENTRO ENTRE VIGAS



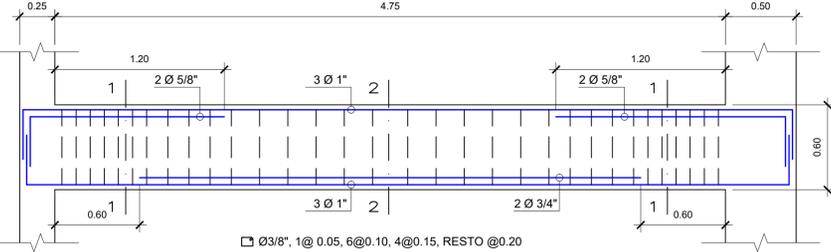
DETALLE DE ENCUENTRO: VIGA-COLUMNNA



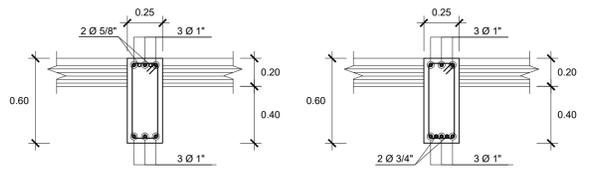
DETALLE DE ALIGERADO H=0.20  
 ESCALA: 1/20



VP-2 (0.30 x 0.60) ESC. 1/25



VP-2 (0.30 x 0.60) ESC. 1/25



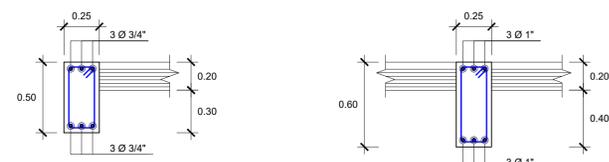
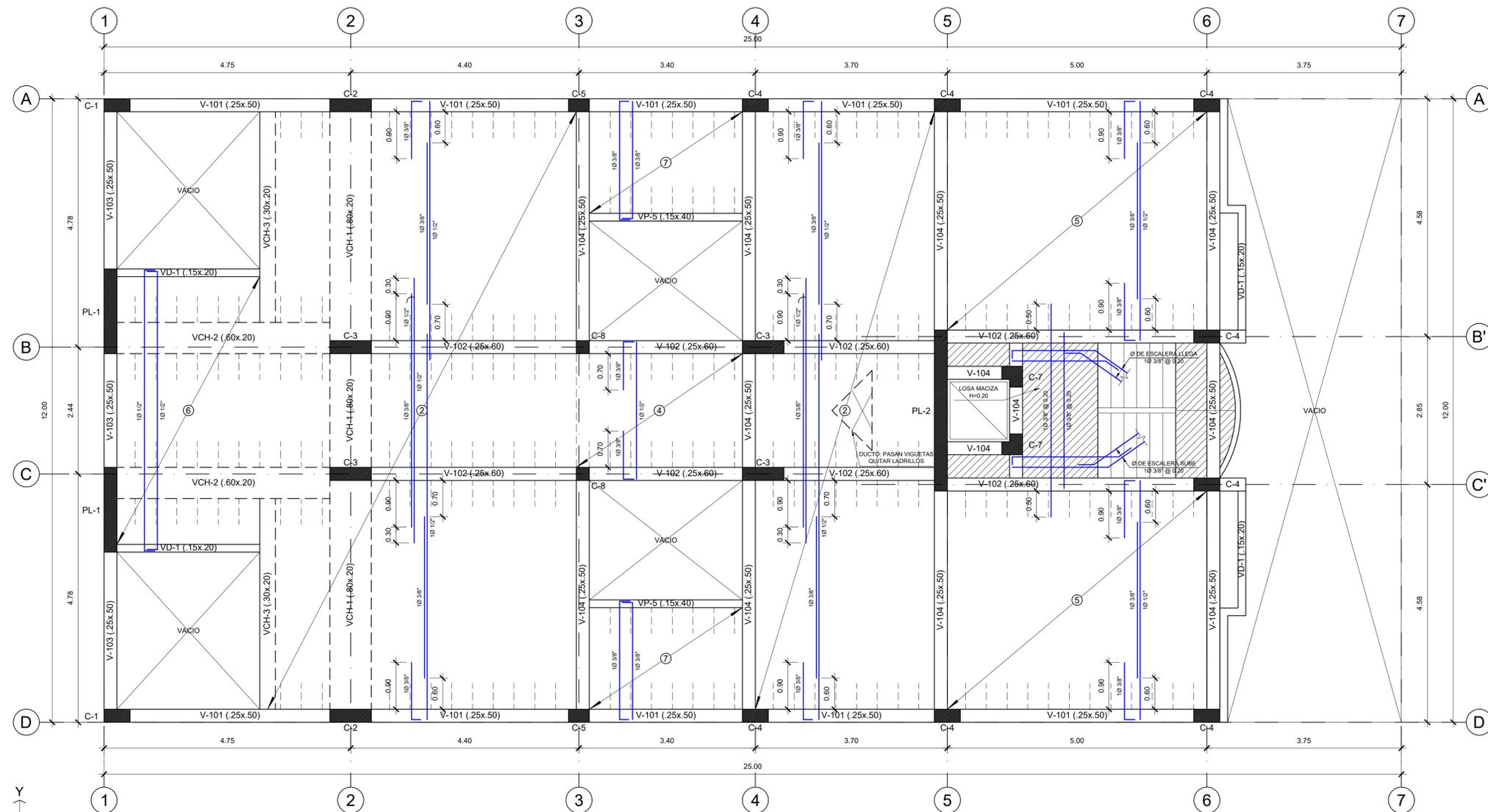
**CORTE 1-1**

**CORTE 2-2**



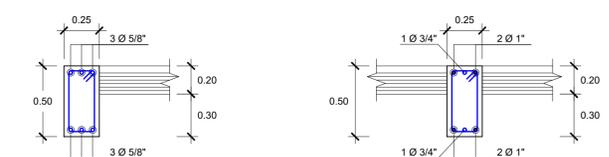
<b>TESIS:</b>	NIVEL DE DESEMPEÑO SÍSMICO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR MEDIANTE EL ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL PUSHOVER, JESÚS MARÍA, 2020	
<b>AUTOR:</b>	WILY MARIN LOPEZ	
<b>ASESOR:</b>	ING. GERARDO ENRIQUE CANCHO ZUÑIGA	
<b>PLANO:</b>	ALIGERADO SEMISÓTANO	
<b>ESPECIALIDAD:</b>	ESTRUCTURAS	<b>ESCALA:</b> 1/50
<b>FECHA:</b>	JUNIO 2020	

**E-03**



**V-101 Y V-301**  
 6 • Ø 3/4"  
 □ Ø3/8", 1@ 0.05, 6@0.10  
 4@0.15, RESTO @0.20  
 (Confinar Extremos)  
 ESC. 1/25

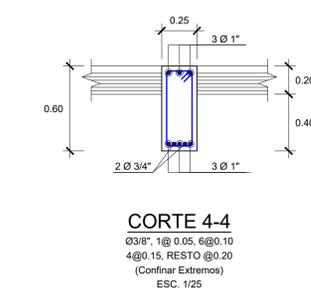
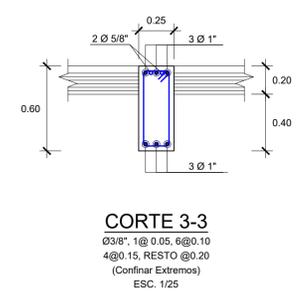
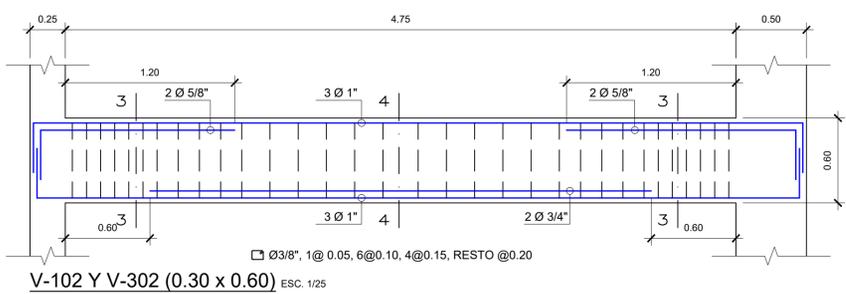
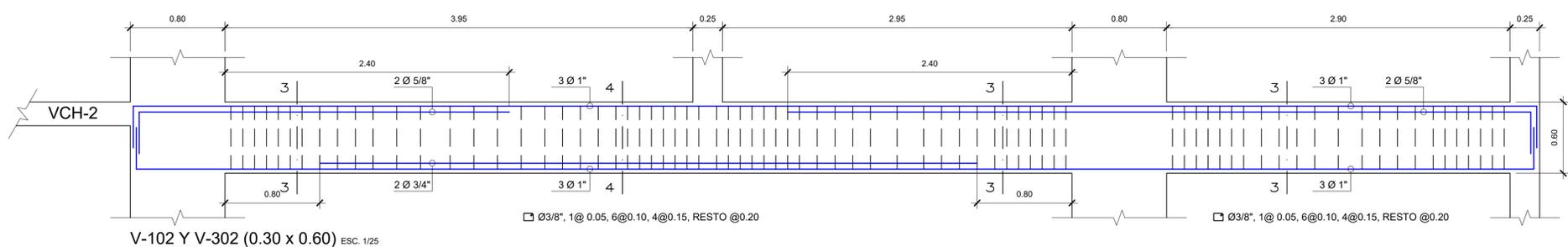
**V-102 Y V-302**  
 6 • Ø 1"  
 □ Ø3/8", 1@ 0.05, 6@0.10  
 4@0.15, RESTO @0.20  
 (Confinar Extremos)  
 ESC. 1/25



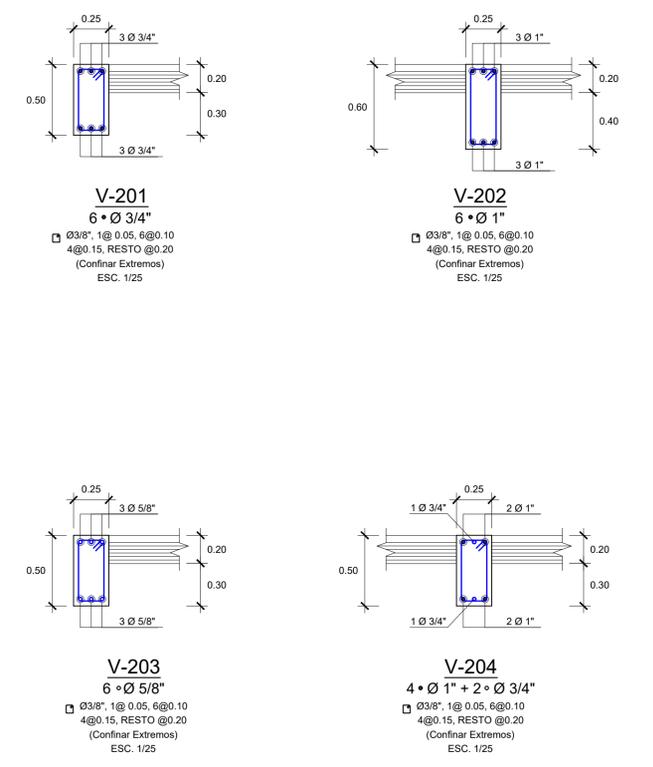
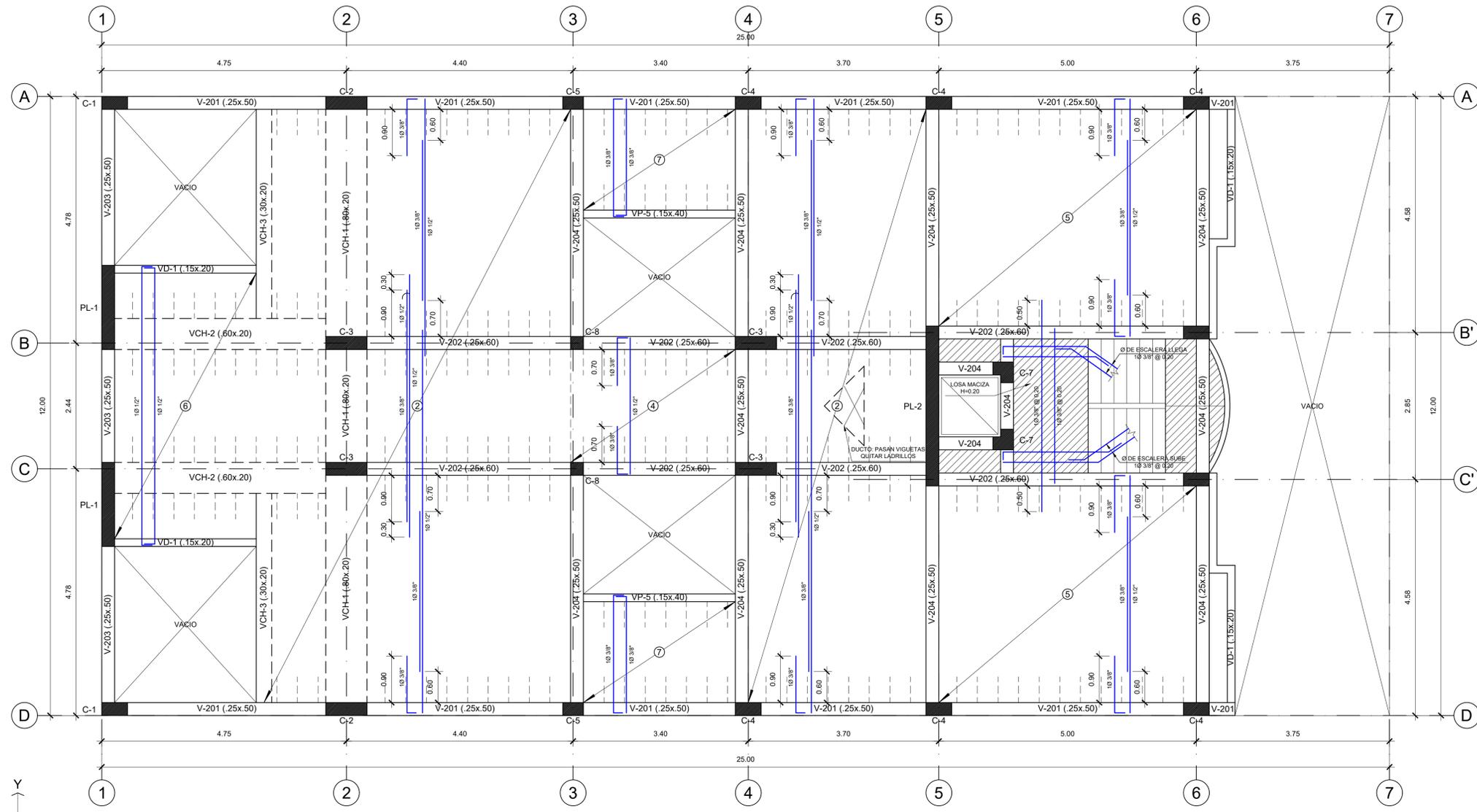
**V-103 Y V-303**  
 6 • Ø 5/8"  
 □ Ø3/8", 1@ 0.05, 6@0.10  
 4@0.15, RESTO @0.20  
 (Confinar Extremos)  
 ESC. 1/25

**V-104 Y V-304**  
 4 • Ø 1" + 2 • Ø 3/4"  
 □ Ø3/8", 1@ 0.05, 6@0.10  
 4@0.15, RESTO @0.20  
 (Confinar Extremos)  
 ESC. 1/25

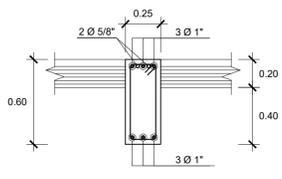
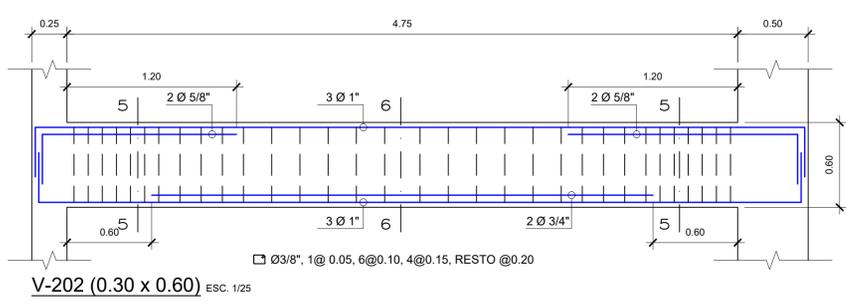
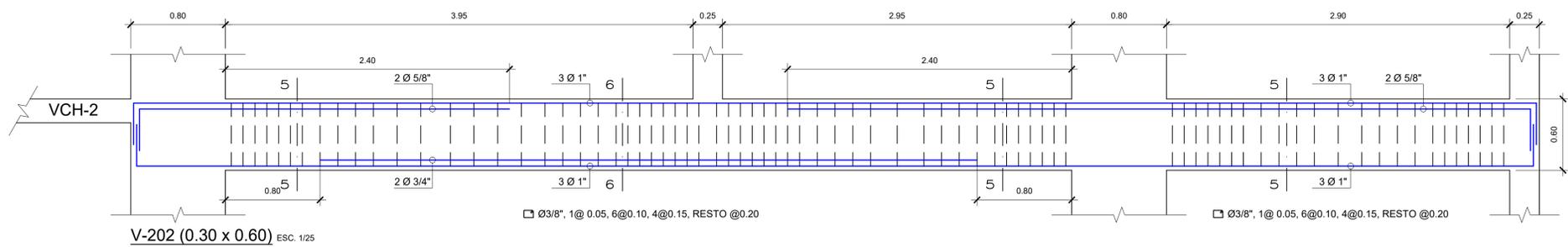
**ALIGERADO TIPICO 1° Y 3° PISO (H=0.20)**  
 S/C = 300 Kg/m<sup>2</sup> ESCALA: 1/50



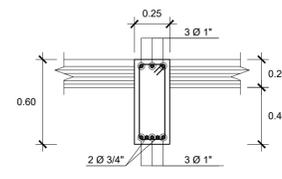
<b>TESIS:</b> NIVEL DE DESEMPEÑO SÍSMICO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR MEDIANTE EL ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL PUSHOVER, JESÚS MARÍA, 2020		<b>LAMINA:</b>  <b>E-04</b>
<b>AUTOR:</b> WILY MARIN LOPEZ		
<b>ASESOR:</b> ING. GERARDO ENRIQUE CANCHO ZUÑIGA		<b>ESPECIALIDAD:</b> ESTRUCTURAS
<b>PLANO:</b> ALIGERADO TÍPICO 1° Y 3° PISO		
<b>ESCALA:</b> 1/50	<b>FECHA:</b> JUNIO 2020	<b>04 DE 06</b>



Y  
X  
**ALIGERADO 2° PISO (H=0.20)**  
S/C = 300 Kg/m<sup>2</sup> ESCALA: 1/50



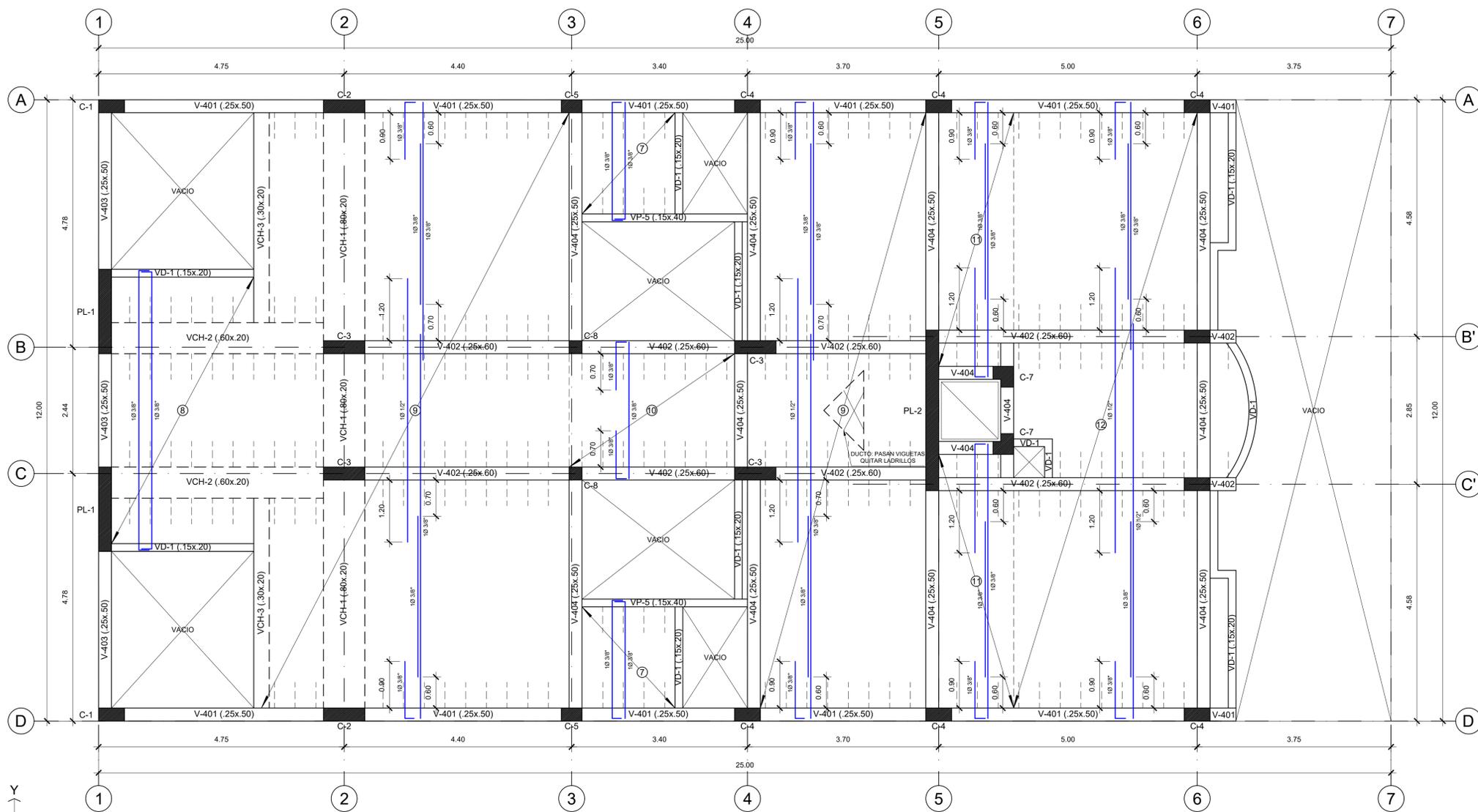
**CORTE 5-5**  
Ø3/8", 1@ 0.05, 6@0.10  
4@0.15, RESTO @0.20  
(Confinar Extremos)  
ESC. 1/25



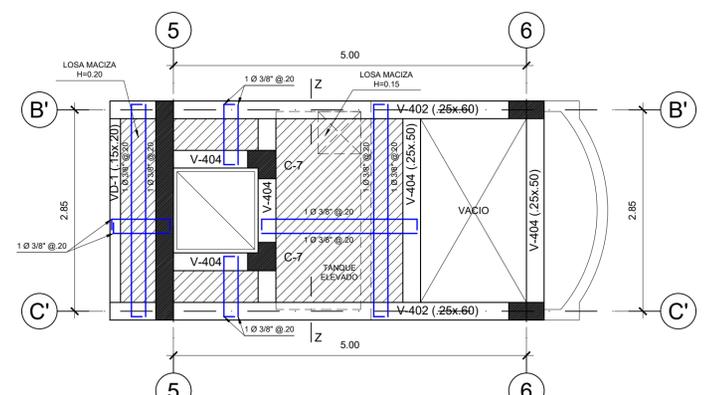
**CORTE 6-6**  
Ø3/8", 1@ 0.05, 6@0.10  
4@0.15, RESTO @0.20  
(Confinar Extremos)  
ESC. 1/25



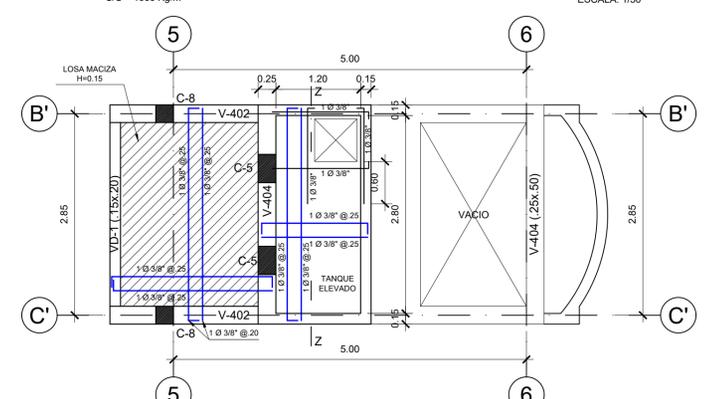
<b>TESIS:</b> NIVEL DE DESEMPEÑO SÍSMICO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR MEDIANTE EL ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL PUSHOVER, JESÚS MARÍA, 2020		<b>LAMINA:</b>  <b>E-05</b>
<b>AUTOR:</b> WILY MARIN LOPEZ		
<b>ASESOR:</b> ING. GERARDO ENRIQUE CANCHO ZUÑIGA		<b>FECHA:</b> JUNIO 2020
<b>PLANO:</b> ALIGERADO 2° PISO		
<b>ESPECIALIDAD:</b> ESTRUCTURAS	<b>ESCALA:</b> 1/50	<b>05 DE 06</b>



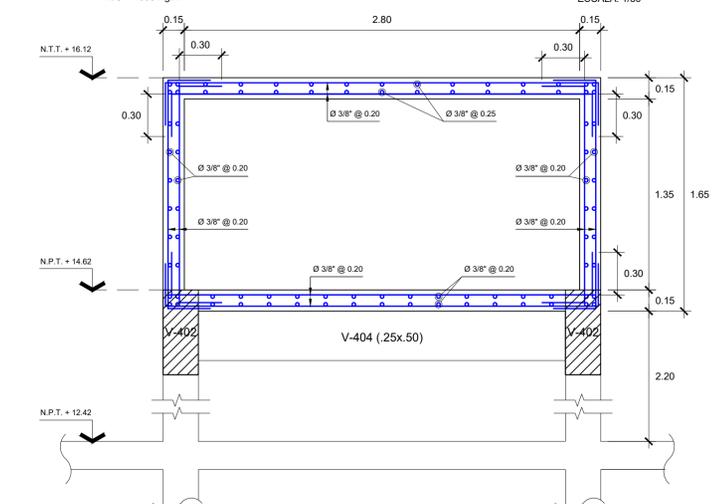
**ALIGERADO 4° PISO (H=0.20)**  
 S/C = 150 Kg/m<sup>2</sup> ESCALA: 1/50



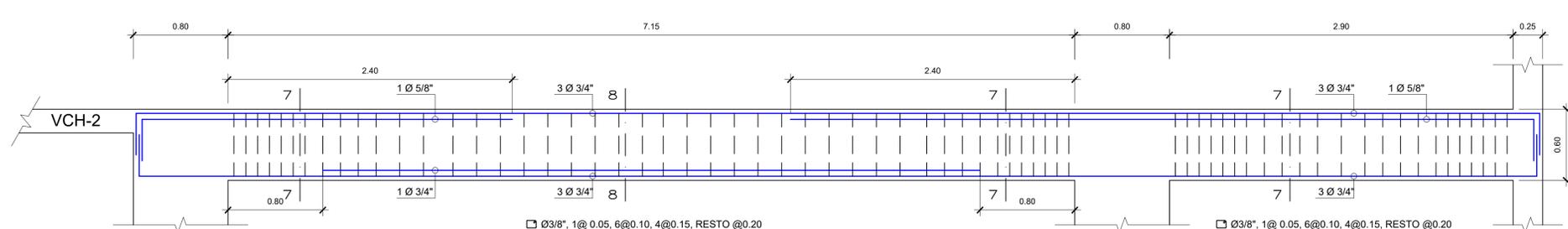
**PLANTA BASE: T. ELEVADO Y CTO. DE MAQUINAS**  
 S/C = 1000 Kg/m<sup>2</sup> ESCALA: 1/50



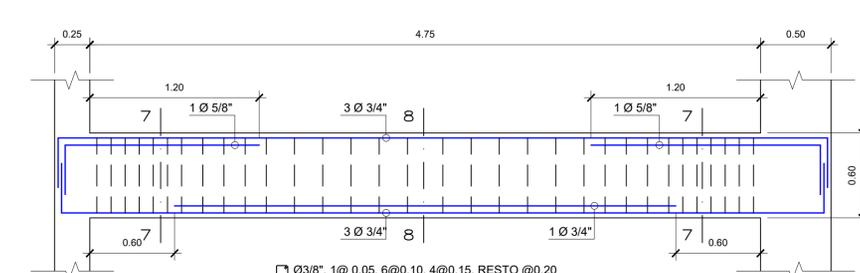
**PLANTA TECHO: T. ELEVADO Y CTO. DE MAQUINAS**  
 S/C = 1000 Kg/m<sup>2</sup> ESCALA: 1/50



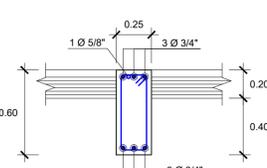
**CORTE Z - Z: DETALLE DE TANQUE ELEVADO**  
 ESC. 1/25



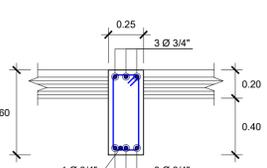
**V-402 (0.30 x 0.60) ESC. 1/25**



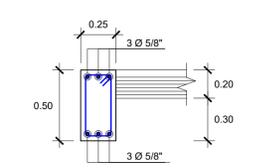
**V-402 (0.30 x 0.60) ESC. 1/25**



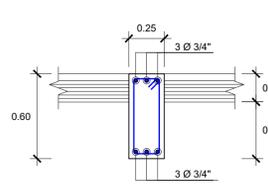
**CORTE 7-7**  
 Ø3/8", 1@ 0.05, 6@0.10, 4@0.15, RESTO @0.20  
 (Confinar Extremos) ESC. 1/25



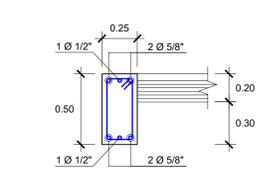
**CORTE 8-8**  
 Ø3/8", 1@ 0.05, 6@0.10, 4@0.15, RESTO @0.20  
 (Confinar Extremos) ESC. 1/25



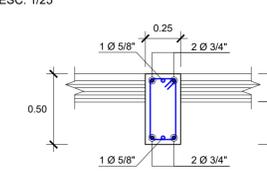
**V-401**  
 6 • Ø 5/8"  
 Ø3/8", 1@ 0.05, 6@0.10, 4@0.15, RESTO @0.20  
 (Confinar Extremos) ESC. 1/25



**V-402**  
 6 • Ø 3/4"  
 Ø3/8", 1@ 0.05, 6@0.10, 4@0.15, RESTO @0.20  
 (Confinar Extremos) ESC. 1/25



**V-403**  
 4 • Ø 5/8" + 2 • Ø 1/2"  
 Ø3/8", 1@ 0.05, 6@0.10, 4@0.15, RESTO @0.20  
 (Confinar Extremos) ESC. 1/25



**V-404**  
 4 • Ø 3/4" + 2 • Ø 5/8"  
 Ø3/8", 1@ 0.05, 6@0.10, 4@0.15, RESTO @0.20  
 (Confinar Extremos) ESC. 1/25



<b>TESIS:</b> NIVEL DE DESEMPEÑO SÍSMICO DE UN EDIFICIO MULTIFAMILIAR MEDIANTE EL ANÁLISIS ESTÁTICO NO LINEAL PUSHOVER, JESÚS MARÍA, 2020		<b>LAMINA:</b>  <b>E-06</b>
<b>AUTOR:</b> WILY MARIN LOPEZ		
<b>ASESOR:</b> ING. GERARDO ENRIQUE CANCHO ZUÑIGA		<b>FECHA:</b> JUNIO 2020
<b>PLANO:</b> ALIGERADO 4° PISO		
<b>ESPECIALIDAD:</b> ESTRUCTURAS	<b>ESCALA:</b> 1/50	<b>06 DE 06</b>