

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PUCP

**COMPARACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE UN EDIFICIO PARA
AULAS DE CINCO PISOS CON Y SIN AISLADOR SÍSMICO**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

AUTORES:

Luis Armando Cano Castro

Jochen Gerson Liberato Villaorduña

ASESOR:

Juan José Contreras Bálaro

Lima, Noviembre, 2020

RESUMEN

La presente tesis consiste en la elaboración de dos alternativas de diseño estructural para un edificio de cinco pisos y un sótano. Asimismo, el tipo de edificio presentado es de aulas, que es considerado esencial según la Norma E030 (2018), ya que estos tienen como finalidad resguardar la vida y mantener su nivel de desempeño para ser usados como refugios o zonas seguras después de un sismo. El edificio en mención está ubicado en la ciudad de Lima y está cimentada sobre un suelo de capacidad portante de 4 kg/cm². Para el diseño se ha utilizado la Norma E031 (2019) que corresponde a los lineamientos para el diseño de aislamiento sísmico; así mismo, se también se tomó en consideración la Norma ASCE 7-16 (2016). Los dispositivos de aislamiento considerados en el diseño son de tipo elastoméricos.

Como hipótesis, inicialmente se plantea comprobar que el costo de la partida de estructuras de la edificación no se incrementa en más del 15% al incorporar un sistema de aislamiento elastomérico. Además, se espera mostrar que la incorporación de aisladores en el diseño de un edificio mejora notablemente el desempeño estructural del mismo.

Para el desarrollo de la presente tesis, primero se elaboró el diseño del edificio sin aislamiento sísmico, el análisis sísmico se realizó en base a los lineamientos de la Norma E030 "Diseño Sismorresistente" y para el diseño en concreto armado, se consideró la Norma E060 "Concreto Armado". Luego se elaboró el diseño del edificio aislado, para lo cual se siguió lo establecido por la Norma E031 "Aislamiento Sísmico". Finalmente, se midió los volúmenes de materiales de la partida de estructuras y se multiplicó por los precios unitarios referenciales presentados en el libro "Análisis de Precios Unitarios" (2014) publicado por la Cámara Peruana de la Construcción.

Como resultado final de la presente tesis, se provee ratios de costos de la partida de estructuras por metro cuadrado para cada propuesta de diseño, con el fin de que pueda servir de referencia para futuros proyectos de construcción. Así pues, se podría estimar el costo aproximado de proyectos con características similares al presentado en esta tesis, y como podría variar al incorporar aisladores sísmicos en el diseño.

ÍNDICE

1.	Justificación e Hipótesis	7
1.1	Justificación	7
1.2	Hipótesis	7
2.	Objetivos	7
2.1.	Objetivos Generales:	7
2.2.	Objetivos Específicos:.....	7
3.	Revisión de la Literatura.....	8
3.1	Antecedentes	8
3.2	Marco teórico	9
3.3	Análisis Sísmico	14
3.4	Diseño en concreto armado: flexión, flexo-compresión y cortante	20
4.	Resultados	24
4.1.	Metrado de cargas	24
4.2.	Pre-dimensionamiento	25
4.3.	Diseño de losas aligeradas	26
4.4.	Edificio Convencional	29
4.4.1.	Análisis Sísmico.....	29
4.4.2.	Diseño de vigas	31
4.4.3.	Diseño de columnas	37
4.4.4.	Diseño de placas	40
4.4.5.	Diseño de sótano y cimentaciones	42
4.5.	Edificio Aislado	47
4.5.1.	Dimensionamiento de la estructura y aislador	48
4.5.2.	Análisis sísmico	50
4.5.3.	Diseño de interfaz de aislamiento.....	61
4.5.4.	Diseño de vigas	68
4.5.5.	Diseño de columnas	71
4.5.6.	Diseño de cimentaciones y muros de sótano	73
4.6.	Comparación técnica.....	77
4.7.	Comparación Económica	79
4.7.1.	Metrado de materiales	79
4.7.2.	Elaboración de presupuesto	80
5.	Conclusiones y recomendaciones.....	81
6.	Referencias	83
7.	Anexos	85

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Comportamiento de estructura aislada.....	10
Figura 2: Modos de Vibración de Estructura Aislada (2 grados de libertad).....	11
Figura 3: Modelo de diagrama de histéresis de un aislador elastomérico	12
Figura 4: Planta típica de arquitectura.....	14
Figura 5: Curvas de histéresis para los casos de rigidez máxima y mínima del aislador.....	18
Figura 6: Bloque comprimido y fuerza de tensión	21
Figura 7: Encofrado piso 1,2,3 y 4 – Edificio Convencional	25
Figura 8: Modelo 3D – Edificio Convencional.....	29
Figura 9: Encofrado piso 1,2,3 y 4 – Edificio Convencional	32
Figura 10: Diagrama de momento flector Viga 20 – Edificio Convencional.....	32
Figura 11: Diagrama de fuerza cortante Viga 20 - Edificio convencional	34
Figura 12: Gráfico $\emptyset V_c$ y V_u para viga de edificio convencional	36
Figura 13: Diseño de Viga 20 – Edificio Convencional.....	36
Figura 14: Diagrama de interacción de columna en edificio convencional	38
Figura 15: Diseño por capacidad en columna	39
Figura 16: Diseño de columna de edificio convencional.....	40
Figura 17: Diagrama de interacción de placa PL-3	41
Figura 18: Diseño de placa de edificio convencional PL-3	42
Figura 19: Secciones críticas para punzonamiento y cortante en zapatas.....	43
Figura 20: Diseño de zapata Z-9 - Edificio convencional	45
Figura 21: Diseño de muro de sótano- Edificio Convencional.....	46
Figura 22: Modelo 3D – Edificio Convencional.....	47
Figura 23: Curva de histéresis nominal	55
Figura 24: Curva de histéresis límite superior (Upper Bound).....	56
Figura 25: Curva de histéresis límite inferior (Lower Bound).....	57
Figura 26: Momentos P - delta en modelo ETABS.....	61
Figura 27: Momentos en la viga por efecto P-delta en nudos de aisladores (Pórtico Eje B)	62
Figura 28: Diseño de viga de aislamiento.	63
Figura 29: Diseño de losa maciza	68
Figura 30: Diagrama de fuerza cortante en vigas del edificio aislado	69
Figura 31: Gráfico $\emptyset V_c$ y V_u para viga de edificio aislado	71
Figura 32: Diseño de viga - Edificio aislado.....	71
Figura 33: Diagramas de interacción de columna en edificio aislado.....	72
Figura 34: Diseño de columna - Estructura aislada.....	73
Figura 35: Diseño de zapata - Edificio Aislado	75
Figura 36: Modelo de muro de sótano - Edificio aislado.....	76
Figura 37: Diseño de muro de sótano - Edificio aislado	76
Figura 38: Diagramas de interacción del pedestal en edificio aislado	64
Figura 39: Comparación de cortantes basales de diseño – Super Estructura..	77
Figura 40: Comparación de derivas en X e Y.....	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Sistemas estructurales y factores de reducción	15
Tabla 2: Metrado de cargas de aligerado	27
Tabla 3: Momentos y cuantías de diseño para aligerados	28
Tabla 4: Modos de vibración y masa participativa	30
Tabla 5: Distorsiones de entrepiso - Edificio convencional	30
Tabla 6: Cortantes basales estáticas y dinámicas - Edificio convencional	31
Tabla 7: Cortantes basales de diseño y factores de escala - Edificio convencional	31
Tabla 8: Metrado de cargas en vigas - Edificio Convencional	35
Tabla 9: Cortantes de diseño de viga - Edificio convencional	35
Tabla 10: Distribución de estribos en viga - Edificio Convencional	36
Tabla 11: Cargas en columna obtenidas del programa ETABS - Edificio convencional	37
Tabla 12: Combinaciones de carga en columna - Edificio convencional	38
Tabla 13: Combinaciones de carga en placa	40
Tabla 14: Cargas y momentos en zapata aislada - Edificio convencional	42
Tabla 15: Tipos de dispositivos en la interfaz de aislamiento	47
Tabla 16: Factor de amortiguamiento B_M	51
Tabla 17: Propiedades nominales efectivas de dispositivos para Sismo Máximo Considerado (SMC)	53
Tabla 18: Propiedades efectivas de dispositivos para el caso de variación superior (upper bound)	53
Tabla 19: Propiedades efectivas de los dispositivos para el caso de variación inferior (lower bound)	53
Tabla 20: Resumen propiedades efectivas de los dispositivos	54
Tabla 21: Propiedades bilineales nominales de los dispositivos	58
Tabla 22: Propiedades bilineales de la frontera superior de variación de los dispositivos	58
Tabla 23: Propiedades bilineales de la frontera inferior de variación de los dispositivos	58
Tabla 24: Propiedades efectivas del sistema para el sismo "MCE" en cada caso de variación de propiedades	58
Tabla 25: Desplazamiento total máximo	59
Tabla 26: Cortantes mínimas de estructura superior	60
Tabla 27: Cortante mínima de sistema de aislamiento y estructura inferior	60
Tabla 28: Factores de escala para análisis espectral	60
Tabla 29: Momentos P - delta en plataforma de aislamiento	61
Tabla 30: Momentos y acero de diseño en viga de aislamiento	62
Tabla 31: Cargas en pedestal obtenidas por el programa ETABS - Edificio Aislado	63
Tabla 32: Combinaciones de carga para diseño del pedestal - Edificio aislado	64
Tabla 33: Diseño de viga - Estructura aislada	69
Tabla 34: Distribución de estribos en viga - Edificio aislado	70
Tabla 35: Cargas en columna obtenidas por el programa ETABS - Edificio Aislado	72
Tabla 36: Combinaciones de carga para diseño de columna - Edificio aislado	72
Tabla 37: Cargas y momentos en zapata aislada - Edificio aislado	73

Tabla 38:Comparativa de fuerza cortante	77
Tabla 39:Comparativa de distorsiones de entepiso	78
Tabla 40: Aceleraciones tiempo historia – Edificio Aislado	79
Tabla 41: Hazus Damage-State Criteria for Nonstructural Systems and Contents	79



SIMBOLOGÍA

K_1 : Rigidez inicial del aislador

K_d o K_2 : Rigidez post fluencia del aislador

K_{eff} : Rigidez efectiva de un aislador

$K_{Mmáx}$: Rigidez efectiva máxima del sistema de aislamiento para el sismo máximo

$K_{Mmín}$: Rigidez efectiva mínima del sistema de aislamiento para el sismo máximo

ξ : Porcentaje de amortiguamiento crítico

B_M : Factor de reducción por amortiguamiento durante el sismo máximo

C_{eff} : Amortiguamiento efectivo

Z : Factor de zona

U : Factor de uso

S : Factor de amplificación del suelo

R : Factor de reducción

h : Peralte

d : Peralte efectivo

$f'c$: Resistencia nominal a compresión del concreto especificada

T_p : Periodo que límite de la plataforma del factor de amplificación C

T_L : Periodo límite a partir del cual cambia la función definida para el factor C

C : Factor de amplificación sísmica.

S_a : Aceleración espectral

T_M : Periodo natural de un edificio durante el sismo máximo

M_u : Momento de diseño

M_n : Momento nominal

Φ : Factor de reducción de resistencia

λ : Factor de modificación de propiedades de aislador

INTRODUCCIÓN

La presente tesis consiste en la elaboración de dos alternativas de diseño estructural para un edificio de aulas de cinco pisos y un sótano. Este tema surge por la necesidad de tener comparativos técnicos y económicos de dos propuestas de diseño que puedan tener un comportamiento óptimo frente a terremotos de gran magnitud. El tipo de edificio presentado es de aulas, que es considerado esencial según la norma peruana de diseño sismo resistente desde 1997, ya que tiene la finalidad de resguardar la vida y mantener su nivel de desempeño para ser usado como refugio o zona segura después de un sismo. El edificio está ubicado en la ciudad de Lima y estará cimentado sobre un suelo de capacidad portante de 4 kg/cm².

El Perú está ubicado en el borde de subducción de la placa de Nazca y la Sudamericana; es por ello, que los terremotos se caracterizan por ser de gran magnitud. En consecuencia, las estructuras tienen un alto riesgo sísmico, con la consecuente posibilidad de experimentar daños severos. La solución más común a esta problemática es la construcción de edificios con elementos robustos. Sin embargo, en países como Chile o Japón con similares características de sismicidad se han empleado nuevas tecnologías como aisladores sísmicos, los cuales pueden ser, entre otros, de fricción y elastoméricos. Estos últimos serán la segunda alternativa de diseño presentada en esta tesis.

El diseño de las dos alternativas se realiza en base a las normas E.020 “Cargas”, E.030 “Diseño Sismorresistente”, E.031 “Aislamiento Sísmico”, E.050 “Suelos y Cimentaciones” y E.060 “Concreto armado” del Reglamento Nacional de Edificaciones. Además, para el diseño del edificio aislado se utilizará el procedimiento de análisis establecido en la norma ASCE-7-16 capítulo 17, “Seismic Design Requirements for Seismically Isolated Structures”; según lo establece la Norma E.030 (2018).

1. Justificación e Hipótesis

1.1 Justificación

En países como Chile, Japón y EE.UU, ubicados en zonas de alta sismicidad, es frecuente el uso de aisladores sísmicos para mitigar el daño que pueden experimentar las estructuras durante un sismo de gran magnitud. Esto es posible ya que la inclusión de una interfaz de aislamiento modifica los modos de vibración de la estructura y, mediante un diseño adecuado, permite concentrar los desplazamientos en los aisladores. Actualmente, en el Perú ya se ha aprobado la Norma E.031, la cual adecúa las características de la región para el diseño con aisladores.

1.2 Hipótesis

La hipótesis principal consiste en demostrar que el costo de las dos alternativas no tiene variabilidad mayor al 15%. Además, se espera comprobar que la incorporación de aisladores en el diseño de un edificio mejora notablemente el desempeño estructural del mismo.

2. Objetivos

2.1. Objetivos Generales:

El objetivo principal es proveer ratios de costos de estructuras por metro cuadrado, que puedan servir de referencia para futuros proyectos de construcción. Así pues, se podría estimar el costo aproximado de proyectos con características similares al presentado en esta tesis, al incorporar aisladores sísmicos en el diseño.

2.2. Objetivos Específicos:

- *Objetivo Específico 1:* Realizar un pre-dimensionamiento por cargas de gravedad, evaluar las fuerzas sísmicas y diseñar la estructura sin aislamiento sísmico.

- *Objetivo Específico 2:* Evaluar la posibilidad de prescindir de ciertos elementos estructurales como placas, al diseñar con un sistema de aisladores y revisar el cambio del comportamiento estructural.
- *Objetivo Específico 3:* Comparar las aceleraciones y las derivas de cada propuesta de diseño.
- *Objetivo Específico 4:* Comparar el costo de la partida de estructuras. Evaluar el cambio en los volúmenes de concreto y cuantía de acero.

3. Revisión de la Literatura

3.1 Antecedentes

Hasta la fecha, se han elaborado más de 10 trabajos de tesis de pregrado y varias tesis de postgrado en la PUCP concernientes al diseño estructural implementando sistemas de aislamiento sísmico. Uno de los más resaltantes, titulado Análisis y Diseño de Estructuras con Aisladores Sísmicos en el Perú (Korswagen, Arias y Huaranga, 2012), plantea un comparativo entre las diferentes normas de diseño estructural con aislamiento en la base, aplicando para los diseños elaborados posteriormente, la norma Nch.2745 del Instituto Nacional de Normalización de Chile. Los autores también presentan el procedimiento de diseño para estructuras aisladas; así como recomendaciones y consideraciones para evaluar la factibilidad de la implementación de aisladores elastoméricos en el diseño de una edificación. Adicionalmente, se compara la reducción de volúmenes de material, después del rediseño de una estructura a la que se incorpora estos aisladores.

Otro trabajo, elaborado por los ingenieros Benavente y Traverso (2013), consiste en un comparativo del desempeño estructural entre un edificio diseñado convencionalmente y un edificio con aislamiento basal. En el cual, se comprueba una vez más la posibilidad de disminuir derivas con la implementación de aisladores sísmicos, incluso al prescindir de placas que aporten rigidez lateral a la edificación.

En los dos trabajos de tesis mencionados anteriormente, la variación del costo en forma de ratios o la diferencia total en el presupuesto de la partida de estructuras es una variable que no se llega a tratar. Debido a que el costo de un proyecto es un factor muy importante para determinar si este es llevado a cabo, resulta necesario

contar con datos que permitan estimar previamente y de forma rápida, la viabilidad económica de este. Así pues, la presente tesis plantea un análisis enfocado en la variación de costos entre dos estructuras construidas en Lima, una diseñada con aislamiento sísmico y otra de forma convencional, ambas de iguales características arquitectónicas y para un mismo uso.

3.2 Marco teórico

El Perú está ubicado en una zona de alta sismicidad, esto por encontrarse en un borde convergente que ocasiona la subducción de la placa de Nazca por debajo de la placa Sudamericana. Por ello, las edificaciones tienen un considerable peligro sísmico. Por tal motivo, se tiene que reducir la vulnerabilidad de las estructuras para disminuir el riesgo sísmico (Muñoz, 2011). La solución más común, orientada al diseño convencional, es la construcción de estructuras con mayor resistencia y que dependen de su rigidez para aminorar el daño recibido por solicitaciones sísmicas.

Debido a que el uso del edificio lo categoriza como una estructura esencial, esta se diseña con el fin de que su nivel de desempeño sea operativo después de un terremoto frecuente y de resguardo de la vida en un terremoto muy raro (SEAO, 1995). Habitualmente, solo se usan columnas, vigas y placas como elementos de control de desplazamientos para solicitaciones sísmicas.

El avance de la tecnología nos brinda nuevas soluciones, como, por ejemplo, el uso de aisladores sísmicos. La aislación sísmica tiene como objetivo reducir la energía que recibe una estructura durante un sismo con el fin de disminuir y/o eliminar el daño en ellas, brindando un mejor desempeño. Esto se logra al colocar dispositivos de gran flexibilidad horizontal que concentran el desplazamiento en la interfaz de aislamiento, disminuyendo así los desplazamientos de entrepiso de la estructura superior.

Esta alternativa, a nivel de diseño, ayuda a disminuir las dimensiones en los elementos estructurales con la posibilidad de reducir costos en la partida de materiales. Sin embargo, en la actualidad, para muchas empresas es una opción considerada costosa por el precio que los dispositivos representan. Ya que no existe ratios de manera general para estimar el costo de este tipo de estructuras, es necesario hacer comparativos para conocer en qué casos el uso de esta nueva alternativa puede ser viable o no.

Comportamiento de la estructura aislada

Para tener una idea del comportamiento de una estructura aislada, se puede partir de un análisis lineal de una estructura de base fija, a la cual luego se le incluye una plataforma de aislamiento. En este modelo, si la estructura es muy rígida en comparación con la interfaz de aislamiento, ésta se desplazará igual que la plataforma como un sólido rígido, y, por lo tanto, con un grado de libertad dinámico. Para el primer caso le corresponde un periodo T_b y para el segundo, T_s . De la relación entre los periodos T_b y T_s , se obtiene el factor ε . Además, a partir de la relación de masas m_s y m_b , se obtiene el factor γ .

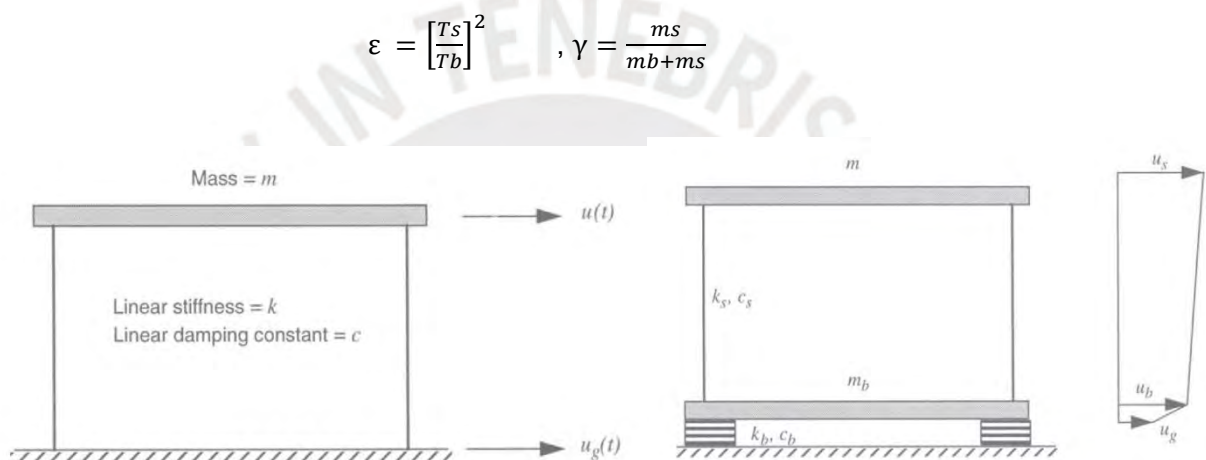


Figura 1: Comportamiento de estructura aislada

Fuente: *Earthquake Resistant Design with Rubber* (J. Kelly, 1997)

El sistema realmente tiene dos grados de libertad dinámicos, compuestos por la masa de la estructura y de la base de aislamiento. Para resolver la ecuación de movimiento y hallar los modos de vibración del sistema, de acuerdo con James Kelly (1997), se puede asumir lo siguiente:

1. La masa de la estructura superior es poco mayor que la masa de la plataforma de aislamiento.
2. El periodo de la estructura de base aislada es mucho mayor que el de la estructura de base fija, tal que el factor ε es del orden de 1%.
3. El amortiguamiento de la estructura de base fija y de base aislada es muy bajo.

Así pues, para los dos modos, se puede obtener el desplazamiento de la azotea respecto a la base aislada y el factor de participación modal de cada uno. Nótese que el desplazamiento de la azotea respecto a la base aislada depende principalmente del factor ε y que el segundo modo tiende a amplificar los desplazamientos respecto a la base. Mientras mayor sea el factor ε , el desplazamiento de la azotea es mayor y el factor de participación del segundo modo aumenta.

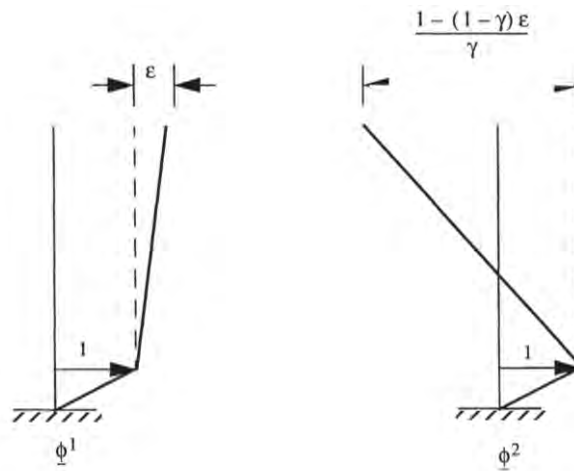


Figura 2: Modos de Vibración de Estructura Aislada (2 grados de libertad)

Fuente: *Earthquake Resistant Design with Rubber* (J. Kelly, 1997)

Factor de Participación Modal:

Modo 1: $\frac{L_1^*}{M^*} = 1 - \gamma\varepsilon$

Modo 2: $\frac{L_2^*}{M^*} = \gamma\varepsilon$

Es necesario mencionar que, para edificios de varios pisos, la suposición 1 no se cumple, y para cumplir la condición 2 se requiere de sistemas estructurales muy rígidos. Además, para aisladores de núcleo de plomo, la suposición 3 tampoco se cumple, ya que estos dispositivos generan amortiguamientos del orden entre 15% y 30% del crítico. Sin embargo, estas ecuaciones se aproximan bastante a los resultados obtenidos en el análisis de edificios mediante programas computacionales. Por lo tanto, estas ecuaciones brindan una idea inicial para pre-dimensionar los aisladores y comprobar el orden de magnitud de los resultados (Kelly, 1997).

Características de los aisladores

Los aisladores son dispositivos de comportamiento marcadamente inelástico, cuya aproximación a comportamiento bilineal se muestra en la Figura 3. Este comportamiento bilineal a su vez se aproxima, para análisis elástico, a un comportamiento lineal equivalente.

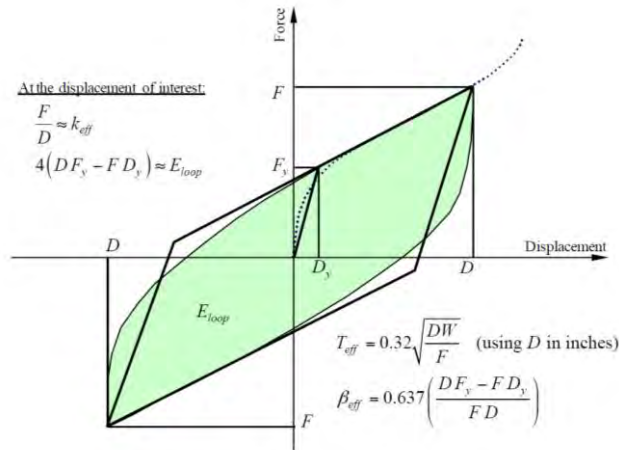


Figura 3: Modelo de diagrama de histéresis de un aislador elastomérico

Fuente: FEMA P-751, Chapter 12: Seismically isolated structures (C. Kircher, 2012)

Las propiedades elásticas equivalentes del dispositivo son la rigidez efectiva K_{eff} y el coeficiente de amortiguamiento efectivo C_{eff} . La rigidez efectiva del aislador se calcula a partir de la división de la suma de las fuerzas correspondientes al desplazamiento máximo positivo y negativo, entre la suma de dichos desplazamientos extremos. A su vez, estos desplazamientos están definidos para un determinado amortiguamiento.

$$K_{eff} = \frac{|F^+| + |F^-|}{|D^+| + |D^-|} \dots \dots \dots (3.1)$$

Para el cálculo del amortiguamiento crítico, la norma ASCE 7 (2016) señala que puede realizarse una equivalencia de energía disipada. Esta equivalencia consiste en igualar la energía disipada por el aislador y la energía que disiparía un dispositivo de amortiguamiento viscoso para el mismo ciclo de histéresis. Al igualar las áreas por ciclo de histéresis, se obtiene la ecuación 3.2.

$$2\pi \xi D = \frac{4 * D_y (\alpha - 1) (D - D_y)}{D + (\alpha - 1) D_y} \dots \dots \dots (3.2)$$

La rigidez efectiva del sistema de aislamiento es el resultado de la sumatoria de las rigideces efectivas de todos los dispositivos que lo componen. Así pues, considerando la masa total de la estructura, puede calcularse el coeficiente de amortiguamiento efectivo del sistema mediante la ecuación 3.3.

$$C_{eff\ sistema} = \xi * 2\sqrt{M_{sistema} * K_{eff\ sistema}} \dots\dots\dots (3.3)$$

Este coeficiente de amortiguamiento efectivo puede, posteriormente, dividirse entre el número de dispositivos para obtener el coeficiente de amortiguamiento que aporta individualmente cada uno de ellos.

Para definir las propiedades inelásticas del dispositivo, la norma NCh-2745 (2013) establece ecuaciones de diseño para el dimensionamiento de aisladores de núcleo de plomo. Las propiedades por definir son la capacidad del aislador a cero deformaciones (Q_d) y la rigidez post fluencia (K_d).

$$Q_d = A_p * \tau_y \dots\dots\dots (3.4)$$

$$K_d = f_L \frac{G * A_r}{H_r} \dots\dots\dots (3.5)$$

Donde:

A_p : Área del núcleo de plomo

τ_y : Tensión de fluencia del plomo (aproximadamente 10 MPa)

f_L : Parámetro típico, la norma permite considerarlo como 1.15

G : Módulo de corte de la goma

H_r : Altura total de goma en el aislador

A_r : Área de la goma adherida al acero

3.3 Análisis Sísmico

La estructura para diseñar es un edificio de aulas de cinco pisos y un sótano, en la Figura 4 se muestra la planta típica. La primera alternativa es un diseño convencional con un sistema estructural de muros y la segunda es un diseño considerando un sistema de aislamiento descrito anteriormente.

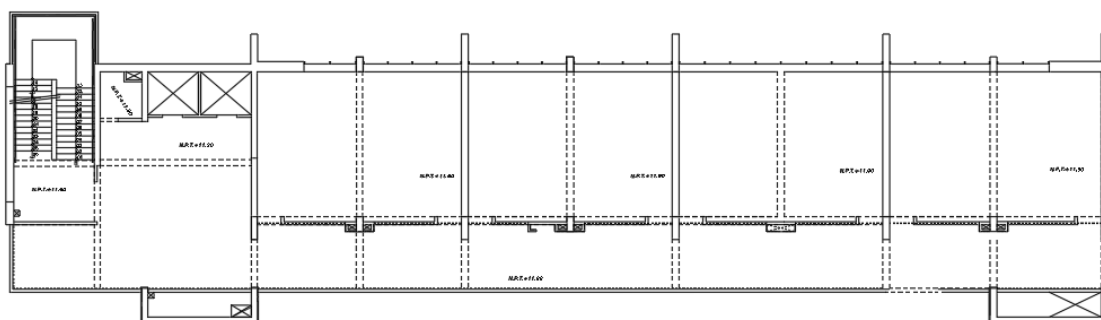


Figura 4: Planta típica de arquitectura.

3.3.1. Edificio Convencional

El análisis sísmico del edificio convencional se puede realizar mediante un análisis estático, modal espectral, o tiempo historia, usando el programa ETABS. Los parámetros usados para la elaboración del espectro de diseño son los especificados en la norma E.030 (2018).

Factor de zona (Z):

Corresponde a la aceleración de un sismo debido a su ubicación, tal que existe 10% de probabilidad que esta sea superada en 50 años.

Factor de uso (U):

El factor de uso corresponde al factor de resistencia adicional que se les brinda a las estructuras de acuerdo con su nivel de importancia. De esta forma, al brindarle mayor resistencia, las incursiones inelásticas de los elementos son menores, y por lo tanto también disminuye el daño estructural.

Factor de suelo (S):

Corresponde a la amplificación de las aceleraciones al pasar a través del suelo. Este valor depende de la zona donde se ubica la edificación y del tipo de suelo.

Factor C:

Es el factor de amplificación o des amplificación dinámica de un oscilador de un grado de libertad respecto a la aceleración transmitida en la base. Este valor es función del periodo de la estructura. Esta función consta de tres tramos, cuyos límites también dependen del tipo de suelo.

$$\begin{aligned} T < T_p & C = 2.5 \\ T_p < T < T_L & C = 2.5 * \left(\frac{T_p}{T}\right) \\ T_L < T & C = 2.5 * \left(\frac{T_p * T_L}{T^2}\right) \end{aligned}$$

Factor de reducción (R):

Se refiere al factor de reducción de fuerza sísmica de diseño. Este valor depende del tipo de sistema estructural analizado. En la Tabla 1 se muestra un resumen de los posibles sistemas estructurales que pueden obtenerse luego de la estructuración del edificio desarrollado en la presente tesis.

Tabla 1: Sistemas estructurales y factores de reducción

Sistema estructural	% Cortante basal en muros	Factor de Reducción
Pórticos	<20%	8
Dual	20% - 70%	7
Muros	70% <	6

3.3.2. Edificio de Base Aislada

En el capítulo 12 de la publicación FEMA P-751 (2012), Charles Kircher describe el procedimiento de análisis y diseño para edificios aislados, según lo establece también la norma ASCE 7 (2016). A continuación, se presenta los análisis descritos para el diseño de estructuras aisladas y las consideraciones a tomar en cuenta, es necesario mencionar que el factor de uso para estructuras aisladas es igual a 1.

Asimismo, la norma exige que para el análisis se considere las propiedades nominales de los aisladores multiplicados por factores de modificación máximos y mínimos, para

así tomar en consideración posibles variaciones que pueden experimentar los dispositivos respecto a dichas propiedades nominales. Estas variaciones pueden estar relacionadas a efectos ambientales, envejecimiento, calentamiento, variabilidad en la fabricación, entre otros; y son incluidas en las siguientes formulas:

$$\lambda_{m\acute{a}x} = \left(1 + 0.75(\lambda_{ae,max} - 1)\right) * \lambda_{test,max} * \lambda_{spec,max} \dots\dots\dots(3.6)$$

$$\lambda_{m\acute{i}n} = \left(1 - 0.75(\lambda_{ae,min} - 1)\right) * \lambda_{test,min} * \lambda_{spec,min} \dots\dots\dots(3.7)$$

Donde:

λ_{ae} = Factor de modificación por efectos ambientales y de envejecimiento

λ_{test} = Factor de modificación por efectos de calentamiento, velocidad y scragging.

λ_{spec} = Factor de modificación por variación de manufactura.

Los factores de modificación “ λ ” máximos, que harían que el sistema de aislamiento sea más rígido y amortiguado, serán considerados para calcular:

- Las derivas de entrepiso
- Las aceleraciones máximas de piso
- Las cargas axiales máximas en los dispositivos
- Las fuerzas sísmicas máximas en la estructura
- La verificación de la estabilidad de los dispositivos.

En cambio, los factores de modificación “ λ ” mínimos, que harían que el sistema de aislamiento sea menos rígido y amortiguado, serán considerados para calcular los desplazamientos máximos del sistema de aislamiento y la estabilidad de los dispositivos. Los factores λ son presentados en las tablas de los comentarios del Capítulo 17 C17.2.8.4 de la norma ASCE 7-16, para fabricantes conocidos y no conocidos y denominados clase I y clase II en las tablas N°1 y N°2 respectivamente en la norma E.031. Cabe notar que no solo la confiabilidad del fabricante se toma en cuenta para la elección de estos factores, sino que también depende del tipo de aislador, sea elastomérico (de bajo amortiguamiento, de núcleo de plomo, y de alto amortiguamiento) o de fricción (con o sin lubricación).

a. Análisis Estático.

En el análisis estático se asume un comportamiento lineal elástico de los dispositivos, con lo cual se calcula desplazamientos y fuerzas cortantes.

Desplazamiento máximo, desplazamiento total máximo:

El desplazamiento máximo D_M corresponde al desplazamiento de la base para un sismo de con una probabilidad del 2% de ser excedida en 50 años. Se calcula mediante la ecuación 3.8.

$$D_M = \frac{1}{4\pi^2} * \frac{S_{aM} * T_M^2}{B_M} \dots\dots\dots (3.8)$$

Equivalente a:
$$D_M = \frac{S_{DM}}{B_M}$$

S_{DM} es el desplazamiento espectral y S_{aM} es la aceleración espectral para un oscilador de un grado de libertad de periodo T_M . El factor B_M se obtiene de la tabla N°5 de la norma E.031 y corresponde a la conversión del desplazamiento para un amortiguamiento crítico diferente a 5%. El periodo T_M se obtiene de la ecuación 3.9 y la rigidez efectiva K_M se calcula considerando la propiedad nominal del aislador afectada la ecuación 3.1.

$$T_M = 2\pi * \sqrt{\frac{M}{K_M}} \dots\dots\dots (3.9)$$

La masa M considerada en la ecuación es la suma de la masa de todos los niveles de la estructura, incluyendo la plataforma de aislamiento. K_M corresponde a la suma de las rigideces efectivas para el desplazamiento máximo D_M de la base.

El desplazamiento máximo D_M es el desplazamiento de la base para el sismo máximo considerado (MCE_R o SMC). De acuerdo con la norma E.031, la magnitud del SMC (S_{aM}) debe ser como mínimo 1.5 veces la aceleración espectral de la norma E.030. Con el fin de verificar la estabilidad de los dispositivos, se calcula el desplazamiento total máximo que, para el análisis estático, se calcula con la ecuación 3.10.

$$D_{TM} = D_M * \left[1 + y * \frac{12 * e}{b^2 + d^2} \right] \dots\dots\dots (3.10)$$

Donde b y d son las dimensiones en planta de la estructura, e es la excentricidad en planta, e y es la distancia en planta del centro de masa al aislador más lejano. La excentricidad en planta se calcula tomando en cuenta la excentricidad accidental y la existente por la separación entre el centro de masa y el centro de rigidez.

Para el espectro de diseño de la norma E030, los periodos a partir de los cuales el desplazamiento espectral es casi constante son mucho menores a los del espectro de la norma ASCE. Es por ello, que en el análisis es muy probable que al alargar el periodo de la estructura se llegue a esta plataforma de desplazamiento constante y que D_M dependa solamente del factor B_M .

Fuerza cortante basal

Para el cálculo de la fuerza cortante basal máxima se efectúa dos análisis por separado, en el primer análisis se modifica las propiedades del aislador con la fórmula 3.6 y en el segundo con la fórmula 3.7. Así pues, se obtienen dos curvas de histéresis, cada una asociada a dicho escenario:

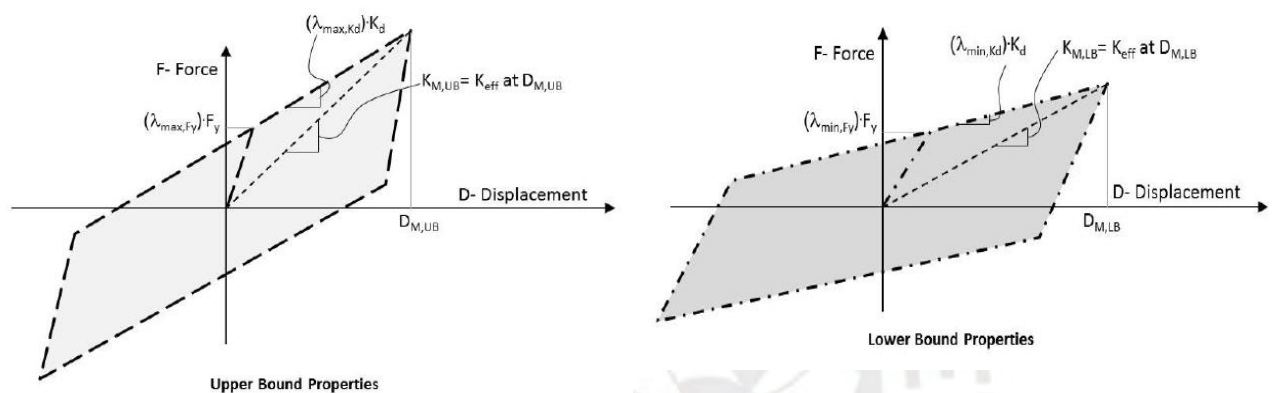


Figura 5: Curvas de histéresis para los casos de rigidez máxima y mínima del aislador
 Fuente: ASCE 7-16, Chapter C-17: Seismically design requirements for seismically isolated structures (2016)

Para el diseño del sistema de aislamiento y los elementos ubicados debajo de este, se utiliza la ecuación 3.11. En esta ecuación se toma en cuenta la rigidez y el desplazamiento asociado de la cual se obtenga la mayor cortante basal, ya sea para la rigidez máxima o mínima.

$$V_b = K_M * D_M \dots \dots \dots (3.11)$$

Para el diseño de la estructura superior, se permite diseñar con cortante basal reducida un factor R_l , que depende del sistema estructural de la edificación y es 2/3 del factor de reducción que se utilizaría para el edificio sin aislar. Sin embargo, el factor R_l no puede ser menor que 1 ni mayor que 2.

$$V_s = \frac{V_{st}}{R_a} \dots \dots \dots (3.12)$$

Donde:

V_{st} : Fuerza cortante no reducida actuante sobre el nivel de base.

$$V_{st} = V_b \left(\frac{P_s}{P} \right)^{(1-2.5\beta_M)}$$

b. Análisis Dinámico Modal Espectral

Para el análisis dinámico modal espectral, se realiza el análisis lineal elástico en el programa ETABS. En el análisis lineal, se especifica en el modelo del programa la rigidez y el amortiguamiento efectivos del dispositivo para el desplazamiento de diseño. El amortiguamiento puede definirse de dos formas en el programa. Primero, puede calcularse el amortiguamiento de todo el sistema, que está dado por la ecuación 3.3 descrita anteriormente, la cual se divide entre el número de dispositivos y se ingresa como dato del aislador. Segundo, se puede reducir el espectro de diseño por el factor B_M , a partir del menor periodo correspondiente a los tres primeros modos fundamentales del sistema. Así pues, el programa automáticamente computa la respuesta de cada modo incluyendo el amortiguamiento inducido por los aisladores.

Como procedimiento de análisis, la E.031 establece en el capítulo VI que las fuerzas, desplazamientos de los pisos, y en consecuencia las derivas, se calculen con la rigidez efectiva máxima. Además, los desplazamientos totales de diseño y máximo deben calcularse incluyendo un 30% de la fuerza sísmica perpendicular a la dirección de análisis.

c. Análisis Tiempo Historia

En el análisis tiempo historia, se efectúa el análisis no lineal del sistema de aislamiento. Así pues, se obtiene la respuesta inelástica del sistema al incluir los valores de K_2 y Q_d del dispositivo.

Como requisitos, la norma ASCE 7-16 y la norma E030 establecen que este análisis requiere como mínimo tres pares de acelerogramas corregidos, escalados y convertidos a espectro compatible. El análisis se efectúa considerando la resultante de la respuesta al aplicar el par de acelerogramas simultáneamente, en dirección perpendicular una de otra. Así pues, la resultante de la aplicación de ambos acelerogramas tiene que generar una respuesta equiparable a la del espectro de diseño. La norma ASCE 7-16 también restringe el valor de escala de registros, al establecer que en la dirección principal de

análisis no se puede escalar a menos del 90% de la máxima aceleración del suelo (0.45 g para zona 4 de la norma E.030).

En la presente tesis, se realizó el análisis estático para determinar la cortante basal y desplazamientos mínimos. El diseño se realizó escalando los resultados del análisis dinámico espectral respecto a los resultados mínimos del estático, y se verificó el desempeño mediante el análisis tiempo historia.

3.4 Diseño en concreto armado: flexión, flexo-compresión y cortante

Para la presente tesis, todos los parámetros de diseño en concreto armado se basan en la Norma E.060 “Concreto Armado” del Reglamento Nacional de Edificaciones. Esta norma establece que todos los elementos en concreto armado deben ser diseñados por resistencia. En este método se amplifican las cargas, que luego deben ser menores a la resistencia reducida producto del diseño.

Factores de reducción de elementos según el tipo esfuerzo:

- Flexión: $\phi = 0.9$
- Cortante: $\phi = 0.85$
- Compresión y Flexocompresión
 - Elementos con espirales: $\phi = 0.75$
 - Elementos con estribos: $\phi = 0.70$
- Tracción: $\phi = 0.9$
- Torsión: $\phi = 0.85$

Diseño por flexión

Los elementos para diseñar por flexión son las vigas y aligerado. La norma peruana E.060 (2009) considera el modelo de Whitney como el bloque de compresiones en el concreto para el cálculo de la resistencia nominal a flexión. Las fórmulas de diseño parten del equilibrio entre el bloque de compresiones y la fuerza de tracción en el acero; y la compatibilidad de deformaciones en la sección. El bloque de compresiones, para una sección rectangular, está dada por la ecuación 3.13.

$$C_c = a * b * 0.85 * f'c \dots\dots\dots (3.13)$$

$$a = \beta * c$$

Donde:

b : Ancho de sección

a : Profundidad del bloque comprimido

$f'c \leq 280$, $\beta = 0.85$

$f'c \geq 560$, $\beta = 0.65$

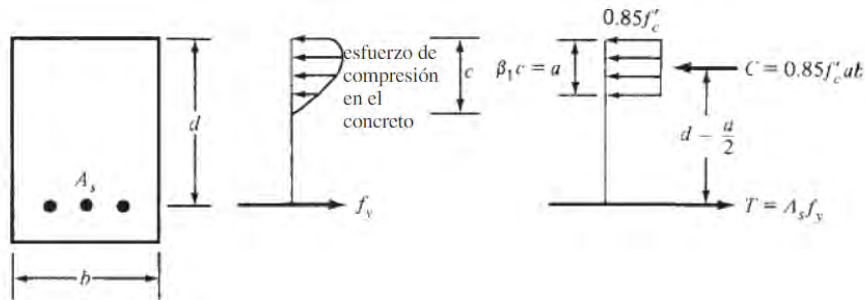


Figura 6: Bloque comprimido y fuerza de tensión
Fuente: McCormac, Brown: Diseño de Concreto Reforzado (8° Edición)

Para valores de $f'c$ comprendidos entre 280 kg/cm² y 560 kg/cm², el parámetro β se calcula mediante una interpolación lineal. La fuerza de tracción en el acero se calcula considerando que este llega a la fluencia, por lo tanto $T = fy * As$. Además, del par de fuerzas en la sección de concreto armado, se obtiene la expresión:

$$\phi Mn = 0.9 * T * \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

Para la resistencia requerida ($Mu = \phi Mn$) y a partir del equilibrio ($Cc = T$), se puede obtener el área de acero de la sección. Las ecuaciones 3.14 y 3.15 son las soluciones para el diseño de vigas rectangulares y secciones T con sólo el ala en compresión.

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 * Mu}{\phi * 0.85 * f'c * b}} \dots\dots (3.14)$$

$$As = \frac{0.85 * f'c * b * a}{fy} \dots\dots\dots (3.15)$$

a. Acero máximo:

El límite de acero está orientado a prevenir fallas frágiles en vigas, y en columnas tiene como fin evitar demasiada congestión de acero.

- En vigas:

En vigas se considera que el área del acero en tracción debe ser como máximo 0.75 del área de acero que genera falla balanceada ($\epsilon_s = \epsilon_y$). Como procedimiento alternativo, la norma establece que, para cumplir con la cuantía máxima, el acero en la sección debe fallar con una deformación unitaria mínima de 0.004.

- Columnas: $As_{m\acute{a}x} = 0.06 * b * h \dots\dots\dots (3.16)$

b. Acero mínimo:

En vigas, la cuantía mínima de acero tiene como objetivo evitar la falla abrupta del elemento después del agrietamiento. En muros y losas, el acero mínimo tiene como objetivo controlar la fisuración y cambio volumétrico del concreto. En columnas, la cuantía mínima tiene como objetivo evitar la falla por creep del elemento.

- En vigas rectangulares y aligerados: $As_{mín} = \frac{0.7 * \sqrt{f'_c} * b * d}{f_y} \dots\dots\dots (3.17)$

- En losas macizas: $As_{mn} = 0.0018 * b * h \dots\dots\dots (3.18)$

- En columnas: $As_{mn} = 0.01 * b * h \dots\dots\dots (3.19)$

- En muros:
Acero horizontal: $As_{mn} = 0.0020 * B * t \dots\dots\dots (3.20)$

- Acero vertical: $As_{mn} = 0.0015 * B * t \dots\dots\dots (3.21)$

Diseño por flexión – compresión

Las columnas son elementos sometidos a cargas axiales y momentos flectores que actúan a la vez. Para el diseño se debe verificar que, para las distintas combinaciones de cargas verticales y momentos actuando simultáneamente, la sección no falle. Con este fin, resulta necesario elaborar el diagrama de interacción de la sección. El diagrama se obtiene uniendo puntos que resultan de variar la profundidad del eje neutro y calcular las fuerzas y momentos de diseño. Existen tres casos importantes de falla en una columna, que son cuando la sección está sometida a compresión pura, falla balanceada, y flexión pura.

- Compresión pura ($M_u = 0$):

$$P_o = A_s t f_y + 0.85 * f'c * (A_g - A_s t)$$

$$P_n = 0.8 * P_o$$

- Falla balanceada ($\epsilon_s = \epsilon_y$):

Se calcula el desequilibrio de la sección cuando el acero más alejado del centroide alcanza la deformación de fluencia.

- Flexión pura ($P_u = 0$):

El desequilibrio de fuerzas es cero, y el elemento se comporta como una viga.

Por lo tanto, se considera factor de reducción $\phi = 0.9$.

Se verifica que la sección no falla cuando:

$$P_u / \phi \leq P_n \quad \text{y} \quad M_u / \phi \leq M_n$$

Debe tomarse en cuenta que a partir de cargas axiales P_u mayores que $0.1 * f'c * A_g$, entonces el elemento se considera en flexo compresión. Por lo tanto, los factores de reducción dependerán del tipo de refuerzo:

$$\phi = 0.75 \quad \text{en columnas con espirales}$$

$$\phi = 0.70 \quad \text{en columnas con estribos}$$

Si la carga axial P_u en la columna se encuentra entre 0 y $0.1 * f'c * A_g$, se debe interpolar linealmente entre 0.7 o 0.75, y 0.9 para obtener el factor de reducción

Diseño por cortante

Los elementos sometidos a fuerzas cortantes son las vigas, columnas, placas y cimentaciones. La resistencia a cortante en vigas, columnas y placas resulta de la suma del aporte del concreto y el refuerzo de acero. Este refuerzo consiste en la colocación de estribos o varillas a determinados espaciamientos.

En losas y cimentaciones, la resistencia a cortante depende solamente del concreto. Por lo tanto, debe calcularse peraltes o ensanchamientos para que dicha resistencia sea suficiente. A continuación, se presentan las ecuaciones correspondientes al diseño por cortante para cada tipo de elemento.

- Para aligerados:

$$V_n = V_c = 1.1 * \sqrt{f'c} * bw * d \dots\dots\dots (3.22)$$

- Para losas macizas:

$$V_c = 0.53 * \sqrt{f'c} * bw * d \dots\dots\dots (3.23)$$

- Para vigas:

$$V_n = V_s + V_c$$

Donde:

$$V_s = \frac{A_v * f_y * d}{s} \dots\dots\dots (3.24)$$

$$V_c = 0.53 * \sqrt{f'c} * bw * d \dots\dots\dots (3.25)$$

- Para columnas:

$$V_c = 0.53 * \sqrt{f'c} * \left(1 + \frac{Nu}{140 Ag}\right) * bw * d \dots\dots (3.26)$$

- Para zapatas:

Cortante: $V_n = V_c = 0.53 * \sqrt{f'c} * bw * d \dots\dots\dots (3.27)$

Punzonamiento: $V_n = V_c = 1.06 * \sqrt{f'c} * bo * d \dots\dots\dots (3.28)$

$$V_n = V_c = 0.53 * \left(1 + \frac{2}{\beta}\right) * \sqrt{f'c} * bo * d \dots\dots\dots (3.29)$$

$$V_n = V_c = 0.27 * \left(2 + \frac{\alpha s * d}{bo}\right) * \sqrt{f'c} * bo * d \dots\dots\dots (3.30)$$

Donde bo es el perímetro a $d/2$ de las caras de la columna, β es la relación del lado largo al lado corto de la sección de la columna y αs es 40 para columnas interiores, 30 para columnas de borde, y 20 para columnas en esquina.

Resulta importante mencionar que, para las columnas, la fuerza cortante se calcula con los valores obtenidos a partir el diseño por capacidad. Es decir, en el diseño se considera la fuerza cortante consecuente a la formación de rótulas en los nudos, para las cuales se toma un factor de sobre resistencia a flexión.

4. Resultados

4.1. Metrado de cargas

Para el metrado de cargas debe considerarse que los aligerados unidireccionales se analizan considerando las vigas como apoyos simples; y que estas se metran por franjas iguales al ancho del ala. Además, las vigas reciben el peso del aligerado

considerando un efecto isostático; y en caso de vigas apoyadas sobre otras, se considera apoyo a la viga más rígida. Las columnas pueden metrarse considerando las reacciones en las vigas que luego se transmiten como cargas axiales, o considerando un área tributaria como la cuarta parte del paño (San Bartolomé Ramos, 1998). Las cargas consideradas para el análisis del presente edificio están basadas en lo establecido por la Norma E.020:

- Carga muerta:
 - Peso volumétrico del concreto 2400 kg/m^3
 - Piso Terminado: 100 kg/m^2
 - Tabiquería en vigas interiores: 100 kg/m (Carga por tabiquería de drywall)
 - Tabiquería exterior: 1800 kg/m^3 (equivalente a 825 kg/m para 1.5 m de altura y 0.3 m de espesor)
- Carga viva:
 - Azotea: 100 kg/m^2
 - Aulas: 250 kg/m^2
 - Corredores y escaleras: 400 kg/m^2

4.2. Pre-dimensionamiento

Antes de empezar el diseño se realiza el pre-dimensionamiento. Este pre-dimensionamiento estará basado en las recomendaciones del ingeniero Antonio Blanco Blasco descritas en su libro “Estructuración y diseño de edificaciones de concreto armado” (1994) y lo establecido en el acápite 9.6 de la norma E.060 para el control de deflexiones.

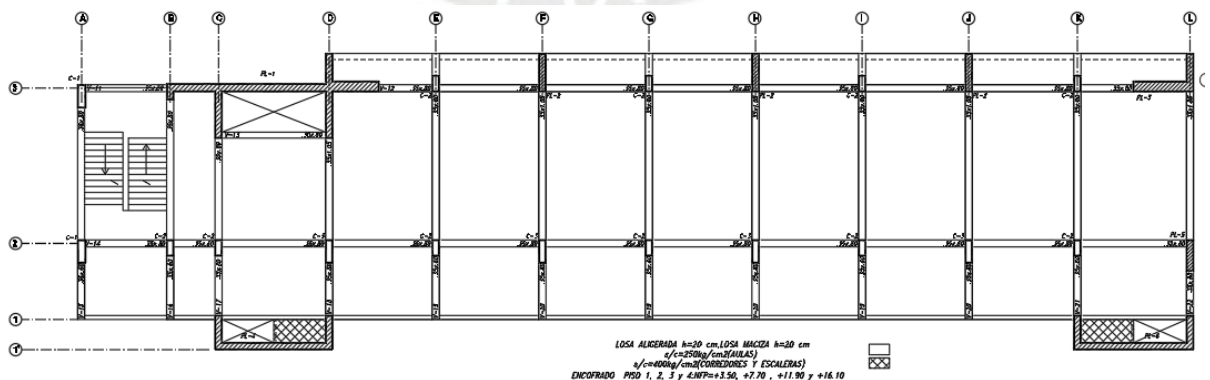


Figura 7: Encofrado piso 1,2,3 y 4 – Edificio Convencional

Aligerado

En el encofrado, la luz máxima de la vigueta de la losa es 5.6 m a ejes, con una sobrecarga de 250 kg/m² en un piso típico. El ingeniero Antonio Blanco recomienda para luces entre 4.4 y 5.5 m y sobrecarga máxima de 350 kg/cm², un espesor de aligerado de 20 cm, por lo cual se eligió esta dimensión. Con el fin de reducir el peso en la estructura, se optó por un aligerado de poliestireno.

Vigas

El peralte de la viga se dimensionó considerando como mínimo un 1/10 o 1/12 de la luz libre. Se tiene para el edificio una luz libre de máximo 7 m a caras, por lo cual se puede elegir un peralte de 60 cm. En los análisis posteriores se consideró peraltes mayores para las vigas, 80 cm y 105 cm, con anchos entre 30 cm y 35 cm por requisitos de rigidez.

Columnas

El pre-dimensionamiento para columnas es posible si el elemento estará sometido principalmente a cargas de gravedad y muy bajas cargas laterales. En el caso de la estructura convencional, se predimensionó con las dimensiones mínimas y se fue aumentando sucesivamente las dimensiones hasta cumplir las derivas requeridas por la norma. Sin embargo, para mantener los esfuerzos del concreto controlados en condiciones de servicio, se puede aplicar la siguiente fórmula:

$$A = \frac{P_s}{0.45 * f_{rc}} \dots\dots (4.1)$$

Esta fórmula considera que como máximo el esfuerzo en el concreto debe ser el 45% de su resistencia nominal en condiciones de servicio.

4.3. Diseño de losas aligeradas

Las losas aligeradas se diseñan por cargas de gravedad y, para este caso, en una dirección. La sección transversal de análisis es en forma de "T" con un peralte de 20 cm.

Para el metrado se consideró el peso propio y peso de piso terminado como cargas muertas; y como carga viva, la sobrecarga en el piso típico y azotea estipulada por la norma E.020 según el uso. Además, con el fin de obtener los máximos momentos positivos y negativos, se realizó un envolvente producto de la alternancia de la sobrecarga. La amplificación de cargas de gravedad corresponde a la combinación:

$$CU=1.4CM+1.7CV$$

Donde:

CU: Carga última

CM: Carga muerta

CV: Carga viva

Combinaciones de cargas:

En la Tabla 2 se presenta el metrado por vigueta, en toneladas por metro lineal. Con el metrado obtenido por vigueta, se analizó en el programa ETABS considerando alternancia de sobrecargas.

Tabla 2: Metrado de cargas de aligerado

	Aulas		Volados	
	Piso típico (tonf/m)	Azotea (tonf/m)	Piso típico (tonf/m)	Azotea (tonf/m)
wpp	0.084	0.084	0.084	0.084
wpt	0.040	0.040	0.040	0.040
CM	0.124	0.124	0.124	0.124
1.4 CM	0.174	0.174	0.174	0.174
s/c	0.100	0.040	0.160	0.040
CV	0.100	0.040	0.160	0.040
1.7 CV	0.170	0.068	0.272	0.068
1.4 CM + 1.7 CV	0.344	0.242	0.446	0.242

wpp: carga distribuida por peso propio.

wpt: carga distribuida por piso terminado.

s/c: sobrecarga distribuida.

Diseño por flexión:

De los momentos máximos en la envolvente, se procedió a realizar el diseño, aplicando las fórmulas 3.14 y 3.15. En la Tabla 3, se muestra el diseño del segundo tramo del aligerado del área de aulas (Entre ejes D-E).

Tabla 3: Momentos y cuantías de diseño para aligerados

Descripción	Mu+ (tonf.m)	Mu- (tonf.m)	b (cm)	a (cm)	As (cm ²)	As colocado (cm ²)	ΦMn (tonf.m)	Φ (pulg)	ΦColocado
Acero Inferior	0.544		40	0.506	0.859	1.21	0.761	1Φ3/8"+ 8 mm	1 corrido + 1 bastón
Acero Superior 1		0.947	10	3.918	1.665	2.00	1.107	1Φ3/8 + 1Φ1/2"	2 bastones
Acero Superior 2		0.773	10	3.115	1.324	1.42	0.823	2Φ3/8"	2 bastones

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

$$d = h - 3 = 17 \text{ cm}$$

h: peralte del aligerado

Se verifica que $a \leq 5\text{cm}$ en Mu+

Se verifica que $a \leq 15\text{cm}$ en Mu-

A partir de la ecuación 3.17, y de las condiciones para obtener el valor de cuantía máxima, se calcula el acero máximo y mínimo para la vigueta. En los resultados se comprueba que la cantidad de acero positiva y negativa está dentro de los parámetros estipulados por norma.

Límites de cuantía de acero para el diseño:

$$As_{\text{min}+} = 0.41 \text{ cm}^2$$

$$As_{\text{max}+} = 8.29 \text{ cm}^2$$

$$As_{\text{min}-} = 1.01 \text{ cm}^2$$

$$As_{\text{max}-} = 3.51 \text{ cm}^2$$

Diseño por cortante en aligerado:

De la ecuación 3.22 se obtiene la resistencia a cortante $\phi Vc = 1.44 \text{ tonf}$ para el aligerado de 20 cm. Se tiene que las fuerzas cortantes máximas en los extremos del

tramo son 0.917 tonf y 0.847 tonf, y por lo tanto no se requiere ensanches para cumplir con el diseño por cortante.

4.4. **Edificio Convencional**

La primera alternativa de diseño tendrá una estructura de pórticos y placas de concreto armado con un sistema de cimentación de zapatas aisladas y combinadas, los pórticos y placas trabajan en la dirección longitudinal y transversal de la estructura conectándose entre sí mediante la losa, que actúa como diafragma rígido, permitiendo que la estructura trabaje en conjunto para controlar los esfuerzos producidos por cargas de gravedad y cargas de sismo, así como controlar los desplazamientos.

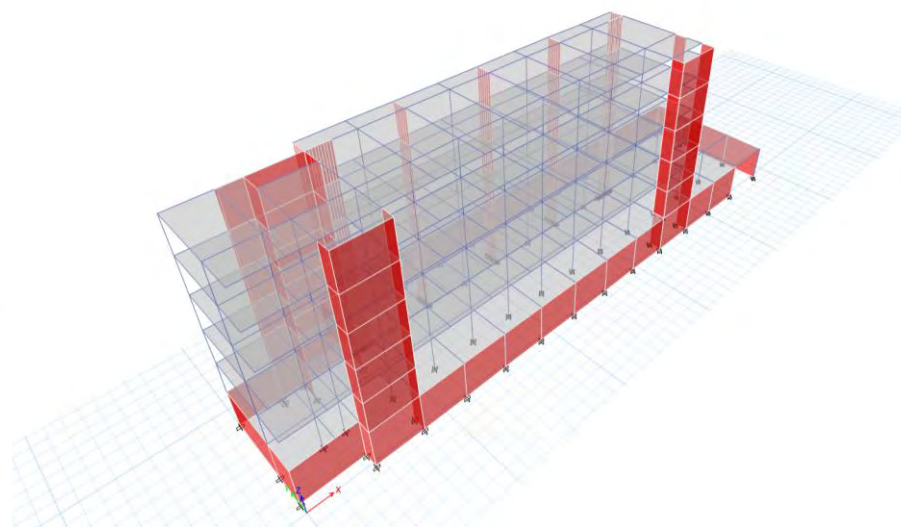


Figura 8: Modelo 3D – Edificio Convencional

4.4.1. **Análisis Sísmico**

La ciudad de Lima se encuentra ubicada en la zona 4, por lo cual le corresponde un factor $Z = 0.45$. Por otro lado, la clasificación del suelo es de tipo I. A partir de estas condiciones, se tiene que $S = 1$, $T_p = 0.4$ y $T_L = 2.5$ de las tablas N°3 y N°4 de la norma E.030 (2018).

Para determinar el tipo de sistema estructural de la edificación, se hizo un análisis dinámico sin factor de reducción, y se calculó el porcentaje de cortante que reciben las placas. A partir de este análisis, se observó que las placas percibían el 98.11 % de la cortante en X, y el 88.63 % en Y. En consecuencia, el edificio tiene un sistema estructural de muros en ambos sentidos, y le corresponde un factor $R = 6$.

Modos, Periodos y Masas Participantes:

En la Tabla 4 se muestran los modos de vibración y sus respectivos periodos. Nótese que a los 18 modos suma el 100% de masa participante en cada dirección.

Tabla 4: Modos de vibración y masa participativa

MODO	PERIODO (s)	Masa Participante X (%)	Masa Participante Y(%)
1	0.51	0.1	61.2
2	0.42	0.4	0.1
3	0.30	57.5	0.1
4	0.14	0.0	15.3
5	0.11	0.0	0.4
6	0.07	17.9	0.1
7	0.06	0.1	10.4
8	0.05	0.0	0.4
9	0.04	0.0	8.2
10	0.04	8.0	0.0
11	0.03	0.1	0.0
12	0.03	0.0	3.0
13	0.03	6.9	0.0
14	0.02	0.2	0.0
15	0.02	0.8	0.6
16	0.02	5.1	0.1
17	0.02	0.3	0.0
18	0.02	2.7	0.0

Distorsiones máximas de entrepiso:

Tabla 5: Distorsiones de entrepiso - Edificio convencional

Nivel	Derivas X	Derivas Y
Azotea	0.0023	0.0046
Piso 5	0.0023	0.0056
Piso 4	0.0023	0.0062
Piso 3	0.0020	0.0060
Piso 2	0.0014	0.0039
Piso 1	0.0001	0.0007

Cortantes Basales

Tabla 6: Cortantes basales estáticas y dinámicas - Edificio convencional

	Cortante Basal Estática (tonf)	Cortante Basal Dinámico Espectral (tonf)
X	1382.17	862.95
Y	1382.17	728.62

Tabla 7: Cortantes basales de diseño y factores de escala - Edificio convencional

	Cortante Basal de Diseño (0.8 V _{estático}) (tonf)	Factor de Escala respecto a cortante mínima
X	1105.73	1.28
Y	1105.73	1.52

4.4.2. Diseño de vigas

Para el diseño de vigas se optó principalmente por peraltes de 80 cm, debido a que en los primeros análisis las secciones obtenían esfuerzos altos y la cuantía de acero resultaba excesiva. Además, para las vigas que conectaban las placas, se optó por un peralte de 105 cm.

Diseño por Flexión:

Para calcular el acero mínimo se utiliza la ecuación 3.17 y se obtiene lo siguiente:

Para las vigas de 35x105: $A_{smin} = 8.37 \text{ cm}^2$

Para las vigas de 35x80: $A_{smin} = 6.26 \text{ cm}^2$

Para la viga del volado 35x60: $A_{smin} = 4.56 \text{ cm}^2$

En los dos primeros casos se usaron dos barras de 1" como acero superior e inferior corrido; para el tercero, se usó dos barras de ¾" de diámetro. Para estas cuantías de acero, en algunos casos fue necesario colocar bastones en las vigas.

Debido a la cantidad de acero resultante en el diseño por flexión para algunas vigas, también se consideró el aporte del acero en compresión para el cálculo del acero máximo. De esta forma, las secciones cumplieron con la cuantía máxima; es decir, que la deformación del acero más alejado en la sección tenga una deformación unitaria mayor a 0.004.

Las vigas más esforzadas corresponden al pórtico en el eje J, siendo la viga del piso 3 la que recibe mayores momentos. A continuación, se presenta como ejemplo el procedimiento de diseño de la viga del pórtico J, ubicada en el piso 3 según vista en planta presentada a continuación:

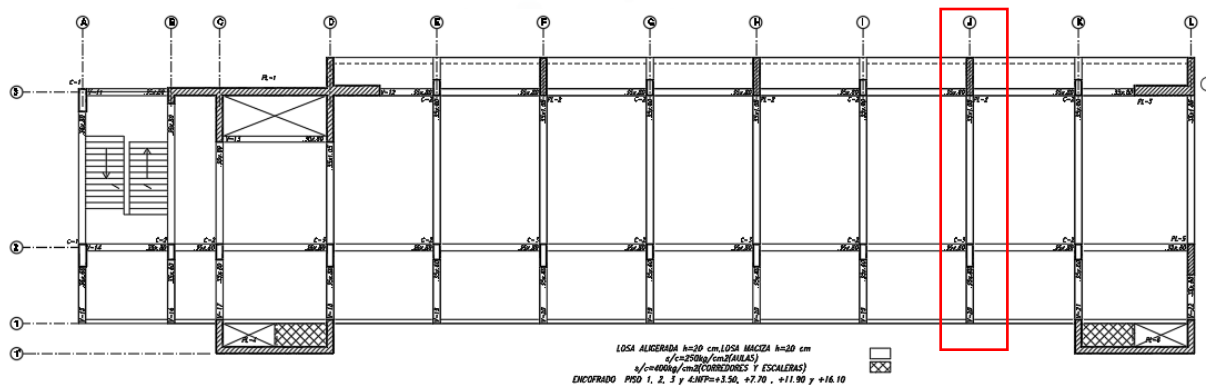


Figura 9: Encofrado piso 1,2,3 y 4 – Edificio Convencional

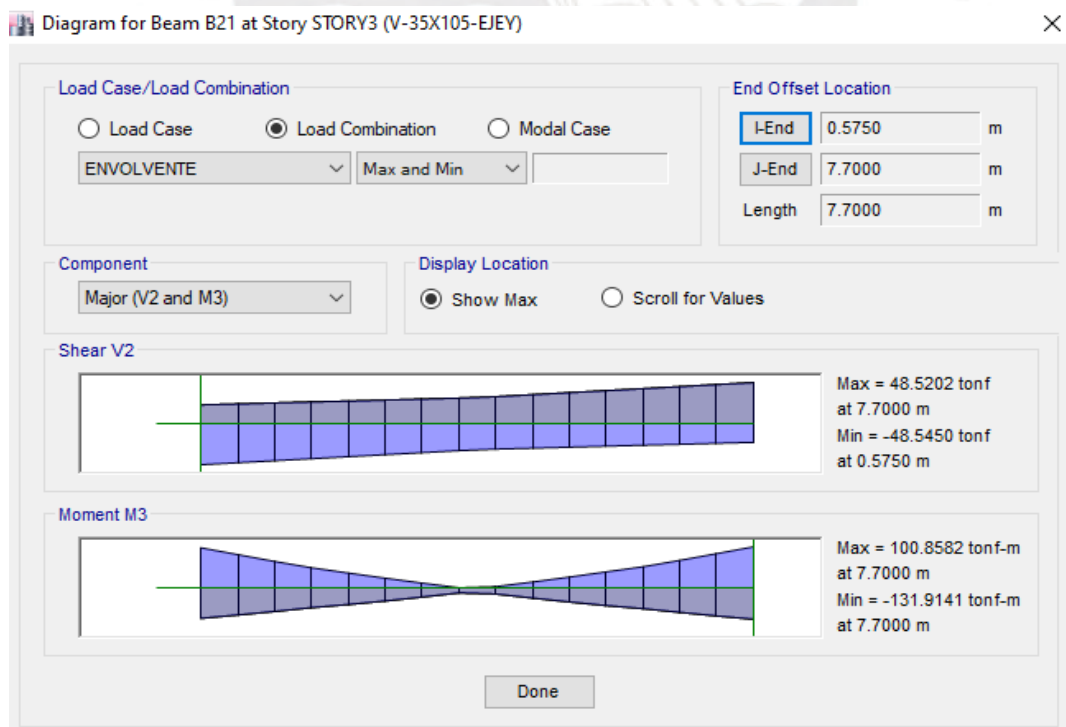


Figura 10: Diagrama de momento flector Viga 20 – Edificio Convencional

De la envolvente de las combinaciones de carga se obtiene los momentos de diseño en las caras de los ejes 2 y 3 de la viga.

	Mu+ (tonf.m)	Mu- (tonf.m)
2	97.87	-128.62
3	100.86	-131.91

La resistencia requerida por flexión negativa en la sección 2 es 131.91 tonf.m. De las ecuaciones 3.14 y 3.15 se obtiene el acero de diseño para cumplir el diseño por resistencia.

$$a = 20.25 \text{ cm}, A_s = 40.17 \text{ cm}^2$$

Se decide usar ocho varillas de $\varnothing 1"$ para cumplir con el acero calculado. Mediante el mismo procedimiento se obtiene las siguientes áreas de acero requeridas para el resto de las caras:

	Mu+ (tonf.m)	Mu- (tonf.m)	a+ (cm)	a- (cm)	As+ (cm ²)	As- (cm ²)	Varillas +		Varillas -	
							1"	3/4"	1"	3/4"
2	97.87	128.62	14.55	19.68	28.86	39.04	6	0	8	0
3	100.86	131.91	15.03	29.41	29.82	40.17	6	0	8	0

Debido a que el peralte de la viga es mayor a 0.80, adicionalmente a la cuantía calculada por flexión, debe incluirse acero repartido en el alma. En este caso se optó por 4 varillas de 3/8".

Anclaje y corte de Acero

Debido al gran peralte de las vigas, el criterio de corte de acero determinante fue en la mayoría de los casos a "d" del punto de corte teórico. Para las barras de 1", la longitud de anclaje fue de 1.45 m para los superiores y 1.15 m para las inferiores. Para varillas de 3/4" se tomó 0.90 m de anclaje para varillas superiores y 0.70 m para las inferiores.

Diseño por Cortante:

En el caso de las vigas intermedias de los pórticos 2 y 3, debido a los bajos cortantes y las bajas cuantías de acero, el espaciamiento de estribos está regido por criterio de confinamiento y espaciamiento máximo. Por ejemplo, para una viga 35x80 intermedia, en el pórtico 3: $V_u = 9.42 \text{ tonf} < \phi V_c$. Por lo tanto, el acero transversal está definido por los requerimientos para confinamiento del concreto del acápite 21.5.3 de la norma E.030. Sin embargo, el armado de refuerzo transversal consiste en estribos espaciados a 10 cm el primer metro, lo cual es mayor el mínimo, pero no genera mucha diferencia en el número de estribos resultantes.

A partir de la ecuación 3.25 se presenta el aporte del concreto a la resistencia a cortante en las vigas:

$$\text{Viga } 30 \times 80: \quad \phi V_c = 16.91 \text{ tonf}$$

$$\text{Viga } 35 \times 105: \quad \phi V_c = 22.39 \text{ tonf}$$

En la Figura 11 se puede apreciar que las cortantes se concentran principalmente en las vigas conectadas a las placas y las que tienen 105 cm de peralte, mientras que la mayoría de las vigas en el eje x reciben bajos esfuerzos de cortante.

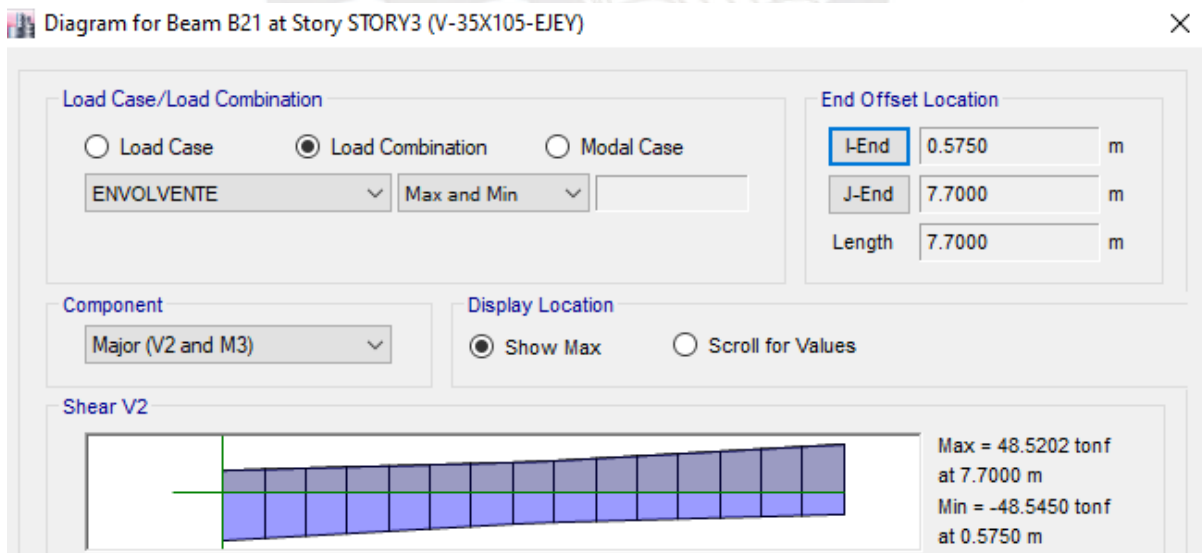


Figura 11: Diagrama de fuerza cortante Viga 20 - Edificio convencional

Para las fuerzas de diseño se consideró los esfuerzos obtenidos de la envolvente por combinación de cargas. Adicionalmente, para las vigas conectadas a las placas y las vigas de los pórticos en el eje y, se consideró el análisis estipulado en el acápite 21.5.4.1 de la norma E.030.

Del metrado de cargas por área tributaria en las vigas, se efectuó la combinación de cargas de gravedad amplificadas por un factor de 1.25. Así pues, se obtuvo los siguientes valores de carga última en tonf/m por cada pórtico mostrado:



Tabla 8: Metrado de cargas en vigas - Edificio Convencional

	CARGAS DISTRIBUIDAS EN VIGAS (tonf/m)					
	EJE C	EJE D	EJE I	EJE J	EJE K	EJE L
Azotea	2.69	3.69	3.38	3.67	3.74	2.45
Piso Típico	3.36	4.76	4.31	4.73	4.71	3.94

Para hallar las fuerzas de diseño, se consideraron cuatro casos:

- Cortantes resultantes de los momentos probables en los nudos en sentido horario más 1.25 (CM + CV)
- Cortantes resultantes de los momentos probables en los nudos en sentido antihorario más 1.25 (CM + CV)
- Envolvente por sismo en dirección +Y
- Envolvente por sismo en dirección -Y

Tabla 9: Cortantes de diseño de viga - Edificio convencional

CASO		V1 (tonf)	V2 (tonf)
(1) 1.25(CM+CV)		12.00	-12.00
Vu(a)	Mn  + (1)	-31.82	-55.65
Vu(b)	Mn  + (1)	55.65	31.82
Vu(c)	1.25(CM+CV) + Sy	22.09	22.20
Vu(d)	1.25(CM+CV) - Sy	-48.55	-48.52

A partir de los esfuerzos obtenidos, se efectuó una gráfica donde se evalúa cada caso y se compara con la resistencia a cortante a lo largo de la viga, considerando el aporte del concreto y los estribos. En las tablas se muestra la distribución de estribos a lo largo de la viga.

4.4.3. Diseño de columnas

Para el diseño de columnas se optó principalmente por secciones de 0.35x0.80 m. Para el ejemplo de diseño se tomará la columna de 0.35x1.15 m.

Diseño por Flexocompresión:

De las ecuaciones 3.16 y 3.19 se obtienen la cuantía máxima y mínima para la columna de 0.35x 1.15 m.

$$A_{smín} = 40.25 \text{ cm}^2$$

$$A_{smáx} = 241.5 \text{ cm}^2$$

De los resultados de las combinaciones de carga se obtiene los momentos y axiales de diseño. A partir de los cuales, se probó distribuciones de acero hasta obtener los diagramas de interacción en el sentido 3-3 y 2-2. En las siguientes tablas se presenta los valores de axial y momentos en ambas direcciones en el piso más esforzado y las combinaciones de cargas necesarias para el diseño.

Donde:

CM: Carga muerta

CV: Carga viva

CSx-x: Carga sismo en dirección X.

CSy-y: Carga sismo en dirección Y.

Tabla 11: Cargas en columna obtenidas del programa ETABS - Edificio convencional

Story	Pier	Load	P (tonf)	M2 (tonf.m)	M3 (tonf.m)
STORY2	C19	CSx-x	4	6	2
STORY2	C19	CSy-y	81	1	35
STORY2	C19	CM	-190	0	-6
STORY2	C19	CV	-79	0	-4

Tabla 12: Combinaciones de carga en columna - Edificio convencional

	Pu (tonf)	Mu ₃₋₃ (tonf.m)	Mu ₂₋₂ (tonf.m)
1.4CM+1.7CV	358.67	-16.13	-1.94
1.25(CM+CV)+CSx-x	317.24	-7.12	8.51
1.25(CM+CV)-CSx-x	285.63	-19.48	-11.74
0.9CM+CSx-x	169.65	0.32	9.36
0.9CM-CSx-x	138.04	-12.04	-10.89
1.25(CM+CV)+CSy-y	410.15	49.86	0.44
1.25(CM+CV)-CSy-y	192.71	-76.45	-3.68
0.9CM+CSy-y	262.56	57.29	1.30
0.9CM-CSy-y	45.13	-69.02	-2.82

Para las cargas solicitadas, se probó diferentes cuantías de acero, hasta encontrar un diagrama de interacción que cumpliera el diseño por resistencia. Finalmente, para la columna 35x115 se especificó 20 varillas de 3/4" de diámetro.

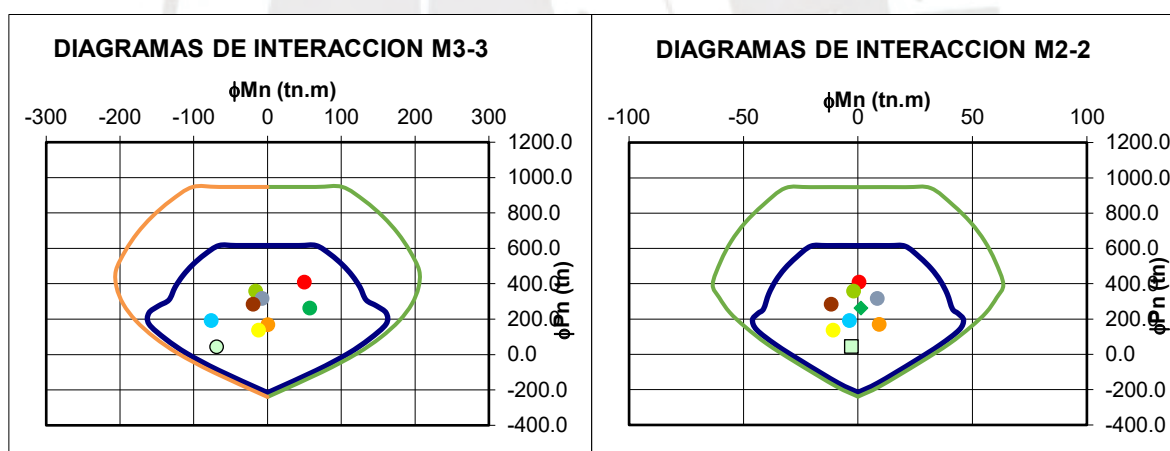


Figura 14: Diagrama de interacción de columna en edificio convencional

Diseño por Cortante:

Para el diseño por fuerza cortante, se tiene que cumplir los requerimientos de confinamiento descritos en el capítulo 21 de la norma E.060 de concreto armado. Como ejemplo se diseña por fuerza cortante la columna 35x115.

Longitud de confinamiento:

- $H/6 = 4.2/6 = 0.70 \text{ m}$
- Mayor dimensión = 1.15 m
- 500 mm = 0.5 m

Espaciamiento en la zona de confinamiento:

- 8 veces el diámetro de la varilla de refuerzo = 15.24 cm
- Mitad de la menor dimensión = 17.5 cm
- 100 mm = 10 cm

Por lo tanto, la zona de confinamiento es de 1.15 m con estribos separados a 10 cm. El resto de la columna se diseña con la fuerza cortante máxima obtenida de las cargas solicitadas y también por los requerimientos del diseño por capacidad establecido para columnas en capítulo 21 de la norma E.060.

En este caso, por combinación de cargas $V_u = 15.86 \text{ tonf}$. Además, mediante la ecuación 3.25, se obtiene $\phi V_c = 35.14 \text{ tonf}$. El diseño por capacidad se realiza mediante el procedimiento descrito en la Figura 15.

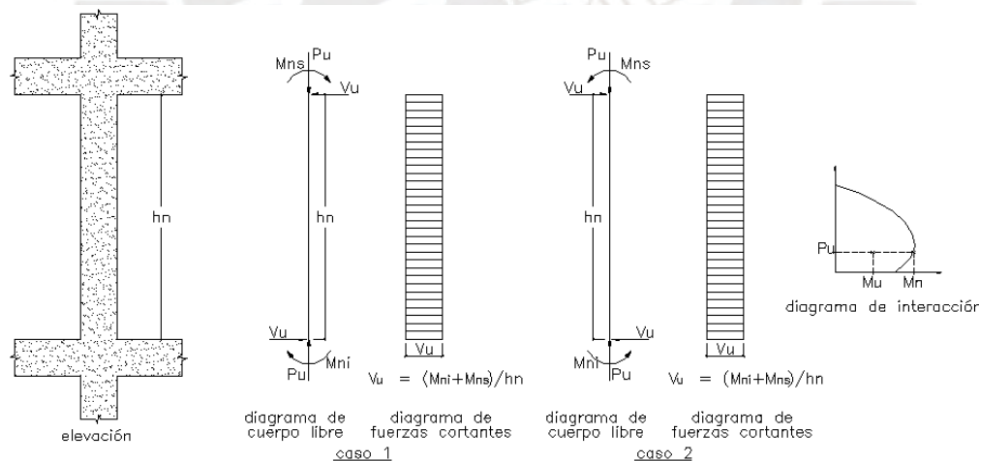


Figura 15: Diseño por capacidad en columna
Fuente: Norma Técnica Peruana E.060 (2009)

Donde:

- Mns: momento nominal superior
- Mni: momento nominal inferior
- Pu: Máxima carga axial obtenida de análisis
- hn: altura libre de piso a techo

Proyectando el P_u más crítico, se obtiene $M_n = 205 \text{ tonf. m}$; y del equilibrio, se obtiene $V_u = 105.13 \text{ tonf}$. En consecuencia, se necesita estribos. Mediante la ecuación 3.24, se calcula el espaciamiento requerido $s = 20.32 \text{ cm}$; por lo tanto, se elige espaciamientos de 20 cm en la zona central de la columna, fuera de la zona de confinamiento. Finalmente, es necesario tener los estribos espaciados $1@0.05$, $12@0.10$, $Rto@0.20 \text{ m}$.

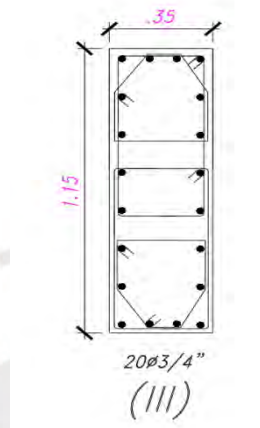


Figura 16: Diseño de columna de edificio convencional

4.4.4. Diseño de placas

Al igual que en columnas, a partir de las combinaciones de cargas, se prueba con distintas distribuciones de acero hasta obtener los diagramas de interacción en el sentido 2-2 y 3-3. A manera de ejemplo, se muestra el diseño de la placa PL-3.

Tabla 13: Combinaciones de carga en placa

	P_u (tonf)	M_{u3-3} (tonf.m)	M_{u2-2} (tonf.m)
1.4CM+1.7CV	409.66	-33.60	-7.09
1.25(CM+CV)+CSx-x	447.62	472.00	117.04
1.25(CM+CV)-CSx-x	266.17	-527.64	-126.82
0.9CM+CSx-x	317.89	487.12	123.26
0.9CM-CSx-x	136.44	-512.52	-120.60
1.25(CM+CV)+CSy-y	504.43	173.71	506.74
1.25(CM+CV)-CSy-y	209.37	-229.35	-516.52
0.9CM+CSy-y	374.70	188.83	512.96
0.9CM-CSy-y	79.64	-214.23	-510.30

Refuerzo Horizontal

Mediante la ecuación 3.20, se obtiene un $A_{s_{min}} = 10 \text{ cm}^2$. Además, los espaciamientos máximos son a $L/5$, 3 veces espesor de placa, o 40 cm, el que sea menor.

Tomando en cuenta estas restricciones, se optó por colocar varillas de $\frac{1}{2}$ " cada 20 cm para cumplir con el $V_u = 135 \text{ tonf}$ proveniente de las combinaciones de carga. Mediante la ecuación 3.26, se obtuvo $\phi V_c = 106.38 \text{ tn}$. El déficit de resistencia a completar con las varillas de acero es $V_s = 115.75 \text{ tn}$, de la ecuación 4.23 se calcula $s = 29 \text{ cm}$.

Refuerzo Vertical

La cuantía mínima de refuerzo vertical está dada por expresión:

$$\rho_w \geq 0.0025 + 0.5 (2.5 - H/L) * (\rho_h - 0.0025)$$

Además, el espaciamiento no podrá ser mayor de $L/3$, 3 veces el espesor, ó 40 cm. Bajo estas condiciones, se optó por colocar el refuerzo vertical en varillas de $\phi 1/2$ " cada 20 cm y núcleos confinados a los extremos de la placa. De esta manera, ninguna combinación de cargas salió del diagrama de interacciones de la placa.

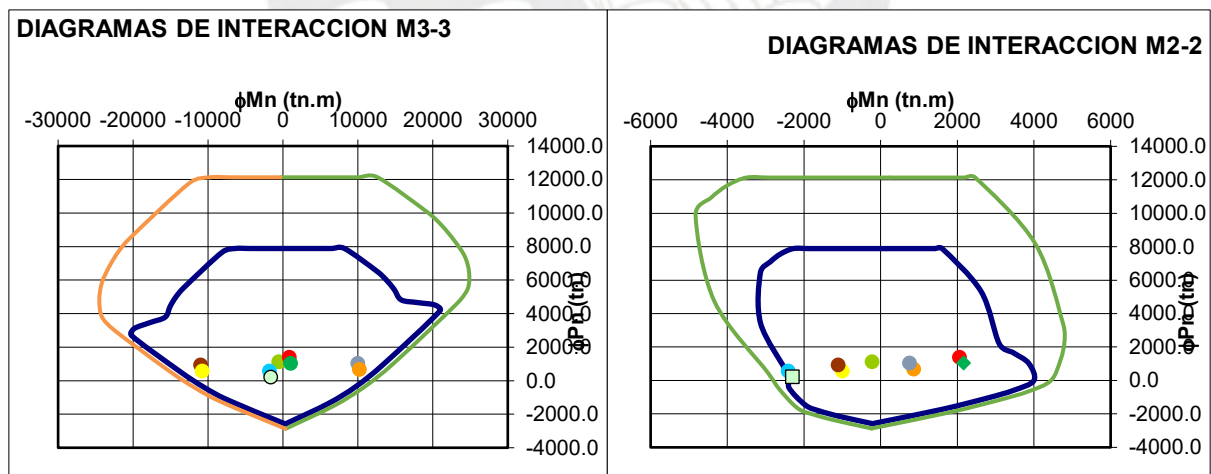
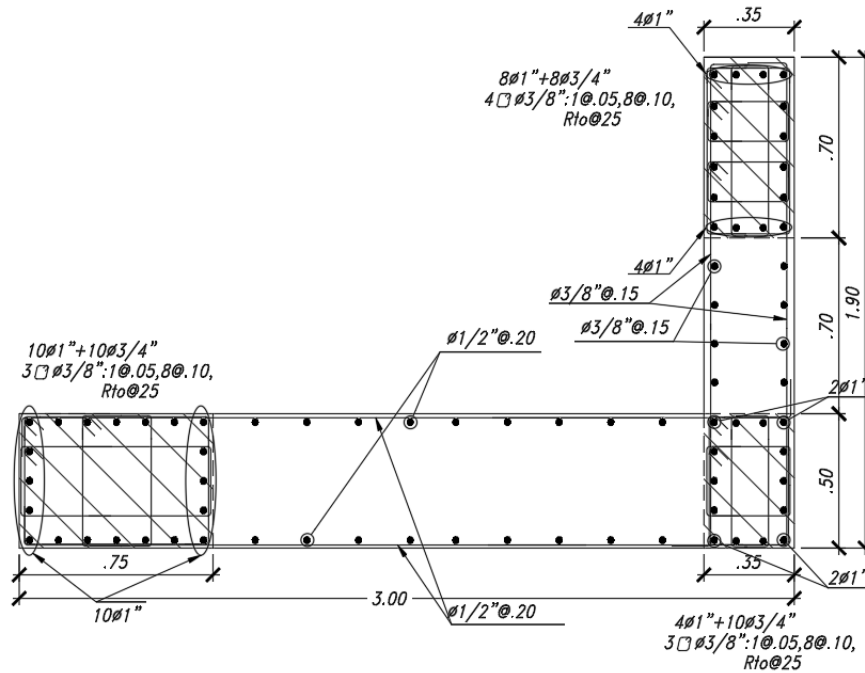


Figura 17: Diagrama de interacción de placa PL-3



SOTANO, PISO 1 Y 2
PLACA PL-3

Figura 18: Diseño de placa de edificio convencional PL-3

4.4.5. Diseño de sótano y cimentaciones

a. Diseño de cimentaciones:

Las dimensiones en planta de las zapatas se diseñan por cargas de servicio; el peralte y espesor, por cargas últimas. En el edificio convencional se pudo observar que en las zapatas de las columnas predominaban las cargas de gravedad; mientras que, en las cimentaciones de las placas, predominaban las sollicitaciones sísmicas. Como ejemplo de diseño se tomará la cimentación de la columna C-2 (0.35x1.15). Las cargas obtenidas del programa ETABS se presentan en la Tabla 14.

Tabla 14: Cargas y momentos en zapata aislada - Edificio convencional

PORTICO J	P (tonf)	M2 (tonf.m)	M3 (tonf.m)
CM	213.00	0.00	3.67
CV	88.02	0.00	2.35
CSx-x	5.70	0.63	0.79
CSy-y	125.55	0.06	4.89

Para las cargas de sismo se consideró el mayor de las dos direcciones, y luego se redujo por un factor de 0.8 para pasarlo a servicio. En la Figura 17 se muestra las secciones críticas de falla por punzonamiento y cortante.

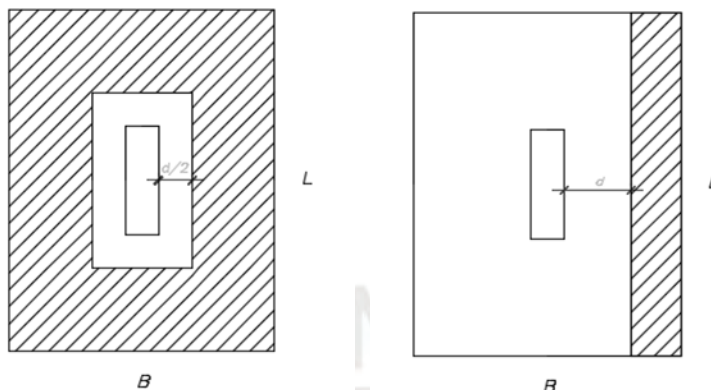


Figura 19: Secciones críticas para punzonamiento y cortante en zapatas

Dimensionamiento (sólo cargas axiales de gravedad):

Se suma las cargas axiales por gravedad, y se halla un área tal que el esfuerzo sobre el suelo sea menor al admisible:

$$P_{serv} = 242.35 + 91.67 = 334.02 \text{ tonf}$$

$$A = \frac{336.67}{40} = 8.42 \text{ m}^2$$

Para tener volados iguales se toma: $B = 2.70 \text{ m}$ y $L = 3.50 \text{ m}$

Verificación por momentos (Por cargas y momentos de gravedad):

$$\sigma_{m\acute{a}x,m\acute{i}n} = \frac{\Sigma P}{A} \pm \frac{6 \cdot \Sigma M}{B \cdot L^2} \dots\dots\dots (4.2)$$

De la ecuación 4.2, se obtienen el esfuerzo máximo y mínimo. Con el esfuerzo máximo se verifica que los esfuerzos sean menores al admisible; y con el mínimo se comprueba que la reacción sobre el suelo es siempre en compresión.

$$\sigma_{m\acute{a}x} = 35.59 \text{ tonf/m}^2, \sigma_{m\acute{i}n} = 33.41 \text{ tonf/m}^2$$

Verificación por solicitaciones sísmicas:

Para solicitaciones sísmicas el factor de seguridad disminuye, por lo cual el nuevo esfuerzo admisible es $\sigma_{adm} = 1.30 * 40 = 52 \text{ tonf/m}^2$ Mediante la ecuación 4.2, considerando las cargas axiales y momentos debido a sismo, se obtienen los siguientes esfuerzos:

$$\sigma_{\text{máx}} = 46.93 \text{ tonf/m}^2, \sigma_{\text{mín}} = 43.33 \text{ tonf/m}^2$$

De las combinaciones de carga se obtiene el esfuerzo máximo por carga amplificada:

$$\sigma_u = 55.35 \text{ tonf/m}^2$$

Diseño por punzonamiento:

Con el esfuerzo calculado, mediante la fórmula 4.3, se calcula:

$$Vu = \left(A - \left(\frac{B-b}{2} - \frac{d}{2} \right) * \left(\frac{L-h}{2} - \frac{d}{2} \right) \right) * \sigma_u \dots\dots\dots (4.3)$$

$$Vu = 415.58 \text{ tonf}$$

La ecuación 3.28 nos da el menor valor de V_c para un $d = 0.7 \text{ m}$, el valor de $\phi V_c = 550.11 \text{ tonf}$. Por lo tanto, para un peralte efectivo de 0.7 m , el elemento no falla por punzonamiento.

Diseño por cortante:

$$Vu = \left(\left(\frac{L-h}{2} \right) - d \right) * B * \sigma_u \dots\dots\dots (4.4)$$

$$Vu = 26.29 \text{ tonf}$$

De la ecuación 3.27, para un $d = 0.7 \text{ m}$, se obtiene $\phi V_c = 45.70 \text{ tonf}$. Por lo tanto, para un peralte de 0.7 m también cumple el diseño por cortante.

Diseño por flexión:

Por volados iguales se tiene el mismo momento en ambas direcciones y se calculan por metro de ancho mediante la ecuación 4.5.

$$Mu = \left(\frac{L-h}{2}\right)^2 * \frac{\sigma_u}{2} \dots\dots\dots (4.5)$$

$$Mu = 38.21 \text{ tonf. m/m}$$

De las ecuaciones 3.14 y 3.15, se tiene $As = 14.81 \text{ cm}^2/\text{m}$, equivalente a varillas de $\frac{3}{4}$ " espaciadas cada 0.20 m en ambos sentidos en la zona inferior.

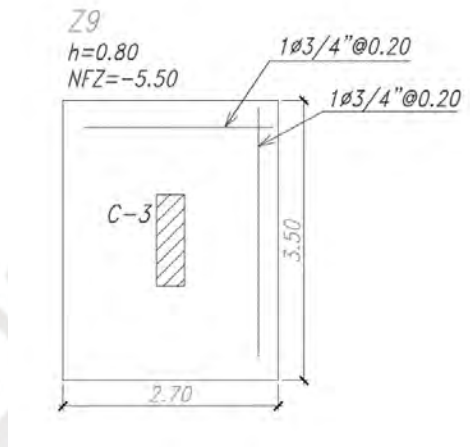


Figura 20: Diseño de zapata Z-9 - Edificio convencional

b. Diseño de muros de Sótano:

De la ecuación 3.20, para un muro de 30 cm de espesor, se tiene $As_{mín} = 6 \text{ cm}^2/\text{m}$. Para muros de contención en arenas, se tiene la siguiente ecuación de empuje activo del suelo:

$$E_a = \gamma * H * K_o \dots\dots\dots (4.5)$$

$$E_{s/c} = K_o * w_{s/c} \dots\dots\dots (4.6)$$

Donde:

E_a : Empuje activo

γ : Peso específico del suelo, obtenido a partir del estudio de suelos

H : Altura del muro

K_o : Coeficiente de presión activa, obtenido a partir del estudio de suelos

De las ecuaciones 4.5 y 4.6, para $w_{s/c} = 0.5$, $\gamma = 1.9 \text{ tonf/m}^3$, $K_o = 0.33$ y $H = 4.30 \text{ m}$:

$$E_a = 2.70 \text{ tonf/m}$$

$$E_{s/c} = 0.165 \text{ tonf/m}$$

Al amplificar las cargas por 1.7, se obtiene el momento máximo positivo en el muro: $M_u = 6.63 \text{ tonf.m}$. De la ecuación 4.8 para $d = 24 \text{ cm}$ y $b = 100 \text{ cm}$: $A_s = 7.59 \text{ cm}^2$. Esta cuantía se cumple con una malla, en la cara interior, conformada de varillas verticales de 3/8" cada 0.25 m, más un bastón de 1/2" cada 0.25 m; y varillas de 3/8" cada 0.25 en sentido horizontal. En la cara exterior, el acero es definido por la cuantía mínima en muros, la cual se cumple con una malla compuesta de varillas de 3/8", espaciadas cada 0.25 m, colocadas en ambos sentidos.

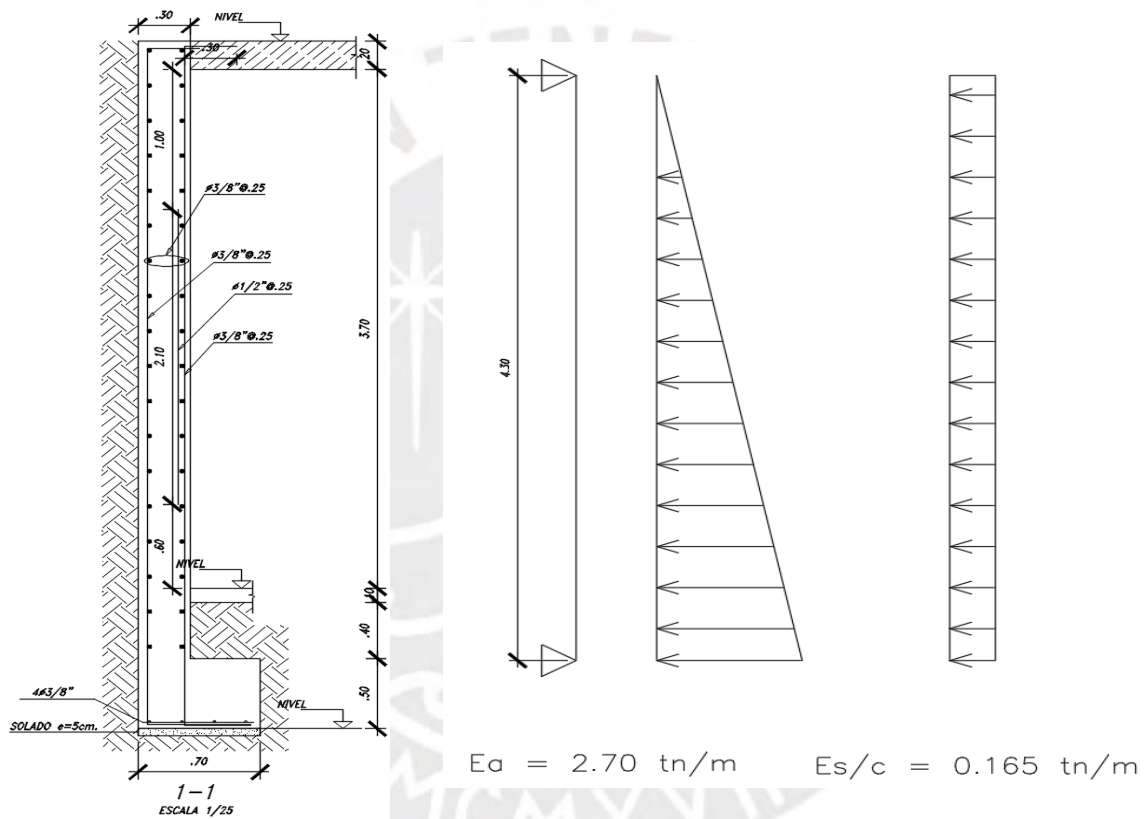


Figura 21: Diseño de muro de sótano- Edificio Convencional

4.5. Edificio Aislado

La segunda alternativa de diseño tendrá una estructura de pórticos de concreto armado, con un sistema de aislamiento sísmico. Los pórticos están conformados por columnas y vigas en todos los niveles. El sistema de cimentación es de zapatas aisladas y combinadas, los pórticos trabajan en la dirección longitudinal y transversal de la estructura conectándose entre sí mediante la losa aligerada, que actúa como diafragma rígido. Esto permite que la estructura trabaje en conjunto para controlar los esfuerzos producidos por cargas de gravedad y cargas de sismo, así como controlar los desplazamientos. La interfaz de aislación esta generada por 28 unidades de aislamiento. La cantidad de tipos de dispositivos se muestra en la tabla siguiente:

Tabla 15: Tipos de dispositivos en la interfaz de aislamiento

Tipo de Aislador	Cantidad	Carga axial promedio en servicio "D+0.5L" (tonf)
AS1	21	145
SL1	7	118

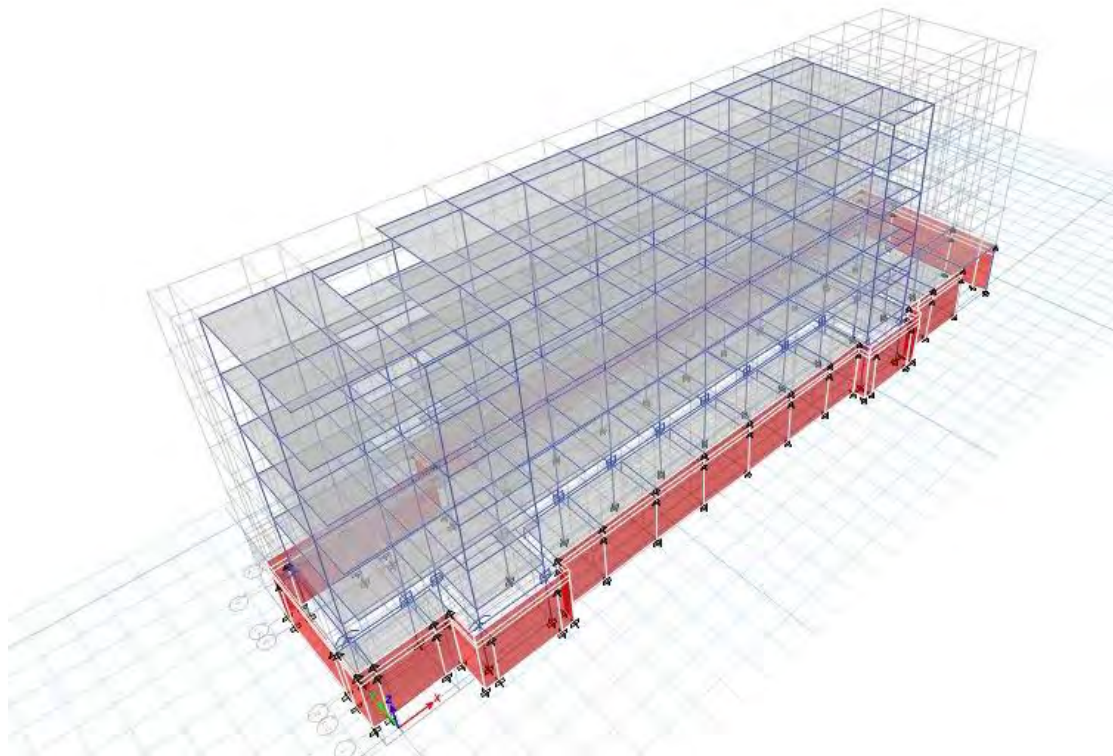


Figura 22: Modelo 3D – Edificio Convencional

4.5.1. Dimensionamiento de la estructura y aislador

a. Dimensionamiento de vigas y columnas:

Para la selección de las dimensiones de columna al final se optó por columnas de 80 cm de peralte. Esto con el fin de que la estructura superior tenga cierta rigidez y, por ende, su periodo no sea tan alto en el caso de base fija.

Para el pre-dimensionamiento de vigas se tomó en cuenta las recomendaciones del ingeniero Blanco (1994) para luces de 7 m, por lo cual en el primer análisis se consideró el peralte como la longitud de viga entre 10, que sería 70 cm (ello también cumple con lo establecido en la norma E.060 para que no sea necesaria la verificación de deflexiones). Sin embargo, debido a que las columnas no aportaban suficiente rigidez, se optó por vigas de 80 cm de peralte. En el caso de las vigas de la plataforma de aislamiento se escogió un peralte de 90 cm. Así pues, al ser más rígidos a flexión que las columnas en los nudos, las vigas de aislamiento reciben mayor momento proveniente de los efectos P – delta.

Con el edificio estructurado, se procedió a realizar el análisis modal de la estructura para el caso de base fija, a partir del cual se obtuvo las masas y los periodos correspondientes a los modos de traslación en la dirección X e Y.

$$m_b = 319.94 \text{ tonf} * s^2/m$$

$$m_s = 64.24 \text{ tonf} * s^2/m$$

$$T_{s_x} = 0.798 \text{ s}$$

$$T_{s_y} = 0.796 \text{ s}$$

b. Dimensionamiento del aislador

Carga Axial

En el diseño debe comprobarse que el dispositivo es estable para compresiones originadas durante el sismo máximo creíble y el desplazamiento total máximo, por lo tanto, para la combinación de cargas 1,25 (CM + CV) + 1,0 (CSH + CSV) + 0,2 CN. La carga axial originada por el sismo horizontal máximo considerado puede estimarse como una fuerza equivalente al 30 % de la carga muerta, al final esta

asunción debe comprobarse. Por lo tanto, para el análisis inicial se consideró la combinación de cargas 1,85 CM + 1,25 CV. Del análisis estático se obtuvo una carga de compresión máxima en los aisladores del orden de 400 tonf. Para la carga resultante le corresponde por catálogo un aislador de 750 mm de diámetro como mínimo.

Donde:

CM : Carga muerta.

CV : Carga viva.

CSH : Carga sísmica horizontal.

CSV : Carga sísmica vertical = 0,5 (1,5 ZS) CM.

CN : Carga de nieve.

Periodo objetivo de la estructura de base aislada

Para definir el periodo objetivo se debe tomar en cuenta la fracción de desplazamiento entre la azotea y la base aislada que se desea obtener (ϵ). Además, el periodo de la estructura aislada en lo posible debe ser mayor que el periodo para el cual se obtiene un factor $C/R = 0.11$ y así diseñar con la cortante mínima.

Para el espectro del sismo máximo considerado, se considera un factor $R = 2$, con el fin de obtener un factor ϵ del orden de 15%, se establece una relación $\frac{T_s}{T_b} = 2.5$. Así pues, se fija un periodo objetivo de $T_s = 2.50$ s.

Idealizando la estructura aislada como un oscilador de un grado de libertad, de la ecuación 3.1 y la masa total del edificio, se obtiene un $K_{eff} = 2427$ tonf/m. Luego, la rigidez efectiva del sistema se divide entre los 28 dispositivos (21 aisladores + 7 deslizadores sísmicos).

Por cada aislador: $K_{eff} = 99$ tonf/m

Por cada deslizador: $K_{eff} = 50$ tonf/m

4.5.2. Análisis sísmico

a. Análisis Estático

El sismo máximo considerado (SMC) se determina multiplicando al espectro de pseudo aceleraciones de la norma E.030 “Diseño Sismo Resistente” por un factor de 1.5.

S_{aM} : Espectro elástico de pseudo aceleraciones correspondiente al sismo máximo.

$$S_{aM} = 1.5ZCSg$$

Donde:

Z: Factor de zona definido en la NTP E.030.

C: Factor de amplificación sísmica definido en la NTP E.030.

S: Factor de amplificación del suelo definido en la NTP E.030.

g: Aceleración de la gravedad.

El parámetro C es definido por las siguientes ecuaciones:

$T < 0,2 T_P$	→	$C = 1 + 7,5 \cdot \left(\frac{T}{T_P}\right)$
$0,2 T_P < T < T_P$	→	$C = 2,5$
$T_P < T < T_L$	→	$C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P}{T}\right)$
$T > T_L$	→	$C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P \cdot T_L}{T^2}\right)$

El periodo objetivo es de $T = 2.50$ s, con los parámetros anteriores se obtiene el valor de $C = 0.40$. Además, se obtiene el valor de $S_{aM} = 2.65$ m/s².

El peso sobre la interfaz de aislamiento incluyendo el nivel de base (P) es $P = 3769$ tonf. Con el periodo objetivo y la masa de la estructura se calcula la rigidez del sistema con la siguiente expresión.

$$T = 2\pi * \sqrt{\frac{M}{K}}$$

La masa M considerada en la ecuación es la suma de la masa de todos los niveles de la estructura, incluyendo la plataforma de aislamiento. El valor de K corresponde a la suma de las rigideces efectivas de los dispositivos.

$$K = 2427 \text{ tonf/m}$$

Con el pre-dimensionamiento estático realizado, el sistema de aislamiento quedará conformado por 28 dispositivos (21 aisladores + 7 deslizadores sísmicos).

Desplazamiento traslacional y desplazamiento total máximo

Para el cálculo de DM y DTM se debe considerar un amortiguamiento efectivo. Para este caso se considera un $\beta_m = 20 \%$. El factor de amortiguamiento B_M se calcula interpolando en la tabla N°5 de la Norma E.031.

Tabla 16: Factor de amortiguamiento B_M

Amortiguamiento Efectivo, β_M (En porcentaje del amortiguamiento crítico) a,b	Factor B_M
≤ 2	0,8
5	1,0
10	1,2
20	1,5
30	1,7
≥ 40	1,9

Fuente: Norma Técnica Peruana E.031 (2019)

Para $\beta_m = 20 \%$, $B_M = 1.50$

El desplazamiento D_M y D_{TM} se determina a partir de las ecuaciones 4.8 y 4.10.

$$D_M = 0.280 \text{ m}$$

$$D_{TM} = 0.322 \text{ m en xx}$$

$$D_{TM} = 0.344 \text{ m en yy}$$

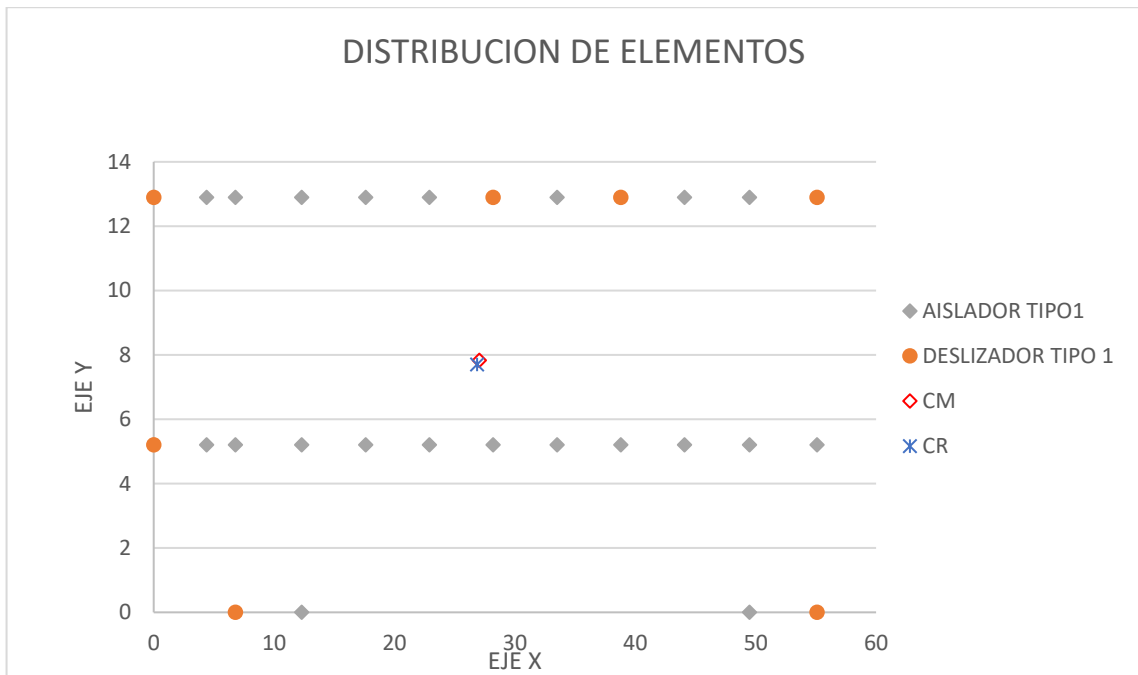
Cortantes Basales:

De las ecuaciones 3.11 y 3.12, se obtiene la cortante de diseño para la subestructura y superestructura respectivamente. Estos valores permiten definir la cortante mínima a la cual se escalará los resultados del análisis espectral.

$$V_b = 656.87 \text{ tonf}$$

$$V_s = 303.01 \text{ tonf}$$

Finalmente, se muestra el esquema de distribución en planta de los tipos de dispositivos empleados. Esta distribución también se muestra en las especificaciones técnicas del sistema de aislamiento.



Para distribuir los aisladores y deslizadores, se calculó la masa sísmica de cada aislador con la finalidad de calcular el centro de masas (CM) y posteriormente ubicar los elementos de aislamiento cuyo centro de rigidez (CR) este muy cerca al CM para tener la mínima torsión posible.

b. Análisis Dinámico Espectral

El análisis dinámico espectral se realizó tanto para el límite superior e inferior del sismo máximo considerado, considerando el caso sin excentricidad como con excentricidad. En concordancia con artículo 25 del capítulo VI de la norma E.031, para la obtención de los desplazamientos totales en la base, se aplicó simultáneamente el 100 % de la sollicitación sísmica en el sentido de análisis y el 30 % en dirección perpendicular a esta. Luego, los desplazamientos totales se calculan como la raíz cuadrada de la suma de los desplazamientos en cada dirección.

Análisis: Distribución de rigidez y amortiguamiento

Con la rigidez y amortiguamiento objetivos definidos, se procede a repartir la rigidez global entre los dispositivos del sistema de manera proporcional a la carga en servicio que soportan y la ubicación de estos. Se presenta las propiedades

nominales efectivas de los dispositivos, luego de verificar mediante un análisis modal que los modos traslacionales son adecuadamente predominantes:

Tabla 17: Propiedades nominales efectivas de dispositivos para Sismo Máximo Considerado (SMC)

	AS1	SL1
Carga axial promedio (D+0.5L) [tonf]	145	118
Cantidad	21	7
Rigidez efectiva "Keff MCE" [tonf/m]	75.36	30.21
Amortiguamiento efectivo " ξ MCE" [%]	13.81	63.6
Ceff MCE [tonf*s/m]	9.50	17.58

El análisis espectral se llevó a cabo para el caso de variación superior (upper bound), nominal e inferior (lower bound). En la Tabla 18 y la Tabla 19, se muestran las propiedades efectivas de los dispositivos empleadas para cada caso de variación superior e inferior, respectivamente.

Tabla 18: Propiedades efectivas de dispositivos para el caso de variación superior (upper bound)

	AS1	SL1
Rigidez efectiva "Keff MCE" [tonf/m]	103.0	51.50
Ceff MCE [tonf*s/m]	16.19	25.83

Tabla 19: Propiedades efectivas de los dispositivos para el caso de variación inferior (lower bound)

	AS1	SL1
Rigidez efectiva "Keff MCE" [tonf/m]	60.29	24.17
Ceff MCE [tonf*s/m]	8.49	15.72

Para considerar el amortiguamiento de los dispositivos, los tres primeros modos aislados de la edificación tienen un amortiguamiento de cero, ya que estamos ingresando el amortiguamiento de los dispositivos de manera directa.

Tabla 20: Resumen propiedades efectivas de los dispositivos

	AS1	SL1
Cantidad	21	7
Rigidez efectiva "Keff MCE" [tonf/m]	75.36	30.21
Ceff MCE [tonf*s/m]	9.50	17.58
Rigideces MCE consideradas en el diseño "Keff" (tonf/m)	$60.29^{(LB)} \leq K_{eff} \leq 103.0^{(UB)}$	$24.17^{(LB)} \leq K_{eff} \leq 51.5^{(UB)}$
Amortiguamiento efectivo o coeficiente de fricción dinámico "ufast" considerados en el diseño "ξ"	$13.8\%^{(LB)} \leq \xi (\%) \leq 16.0\%^{(UB)}$	$5.7\%^{(LB)} \leq u_{fast}(\%) \leq 11.4\%^{(UB)}$
Pmax_MCE 1.554D+L+Q _{MCE}	407 ton (Compresión)	355 ton (Compresión)
Pmin_MCE 0.546D-Q _{MCE}	5.04 ton (Compresión)	0.74 ton (Compresión)
Cargas de gravedad de servicio "P _{ser} " – deformación y estabilidad	3.00	
Estabilidad y deformación de materiales a 400 mm.	1.00*	
Factores lambda máximos de modificación permitidos por diseño	1.50 (Qd) 1.30 (K ₂)	1.60 (Qd)
Factores lambda mínimos de modificación permitidos por diseño	0.80 (Qd) 0.80 (K ₂)	0.80 (Qd)

Modos de vibración de la estructura aislada

En una estructura aislada, los tres primeros modos son los más importantes, así pues, a continuación, se presenta los periodos y masa participante de cada uno.

Modo	Periodo (s)	Masa Participante	
		X	Y
1	2.62	0.000	0.848
2	2.61	0.852	0.000
3	2.55	0.001	0.003
		0.853	0.851

c. Análisis Tiempo Historia

Las propiedades bilineales de los dispositivos fueron estimadas a partir de la rigidez efectiva, el amortiguamiento efectivo y el desplazamiento correspondiente a las curvas histéricas mostradas en las figuras 21, 22 y 23.

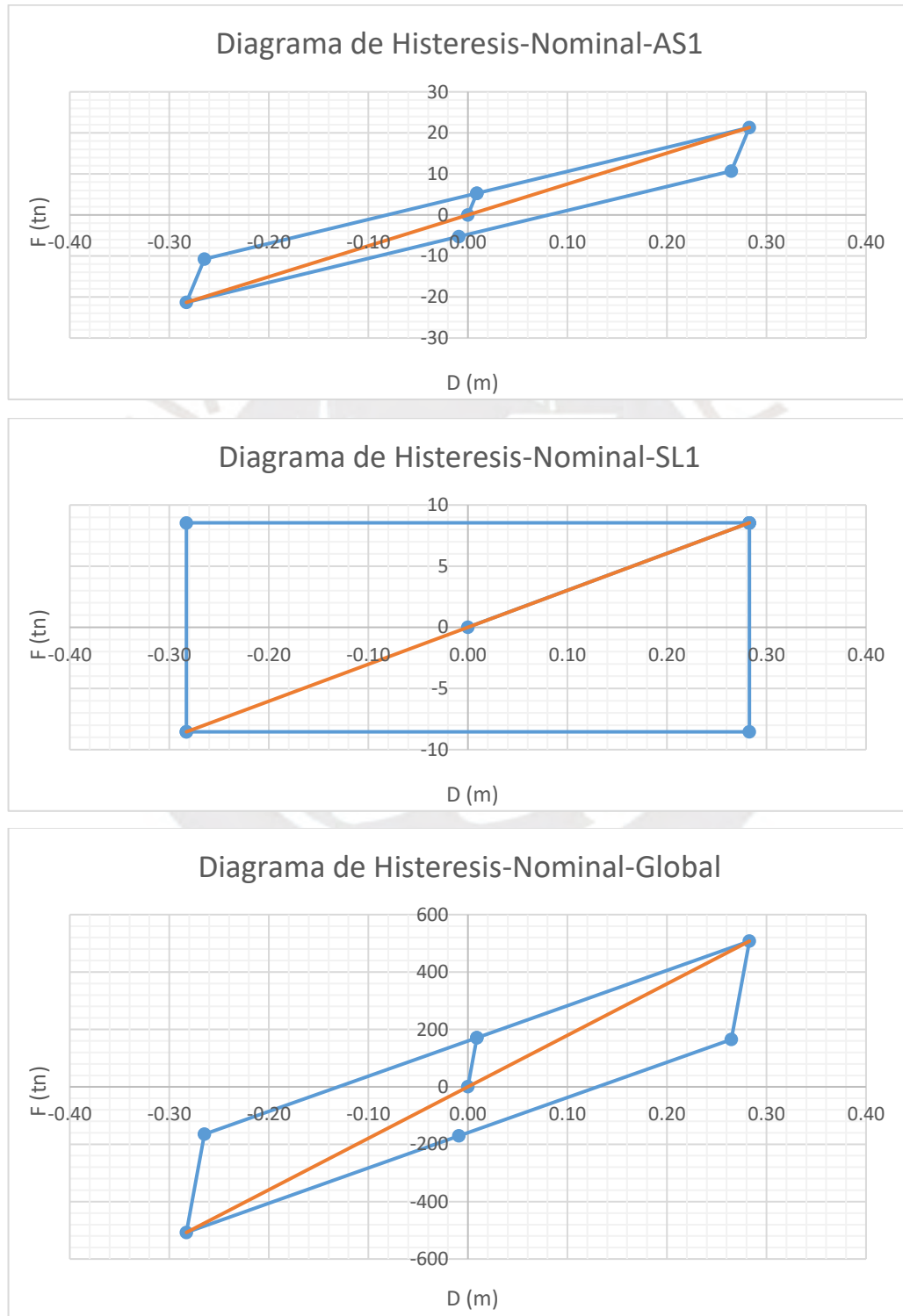


Figura 23: Curva de histéresis nominal

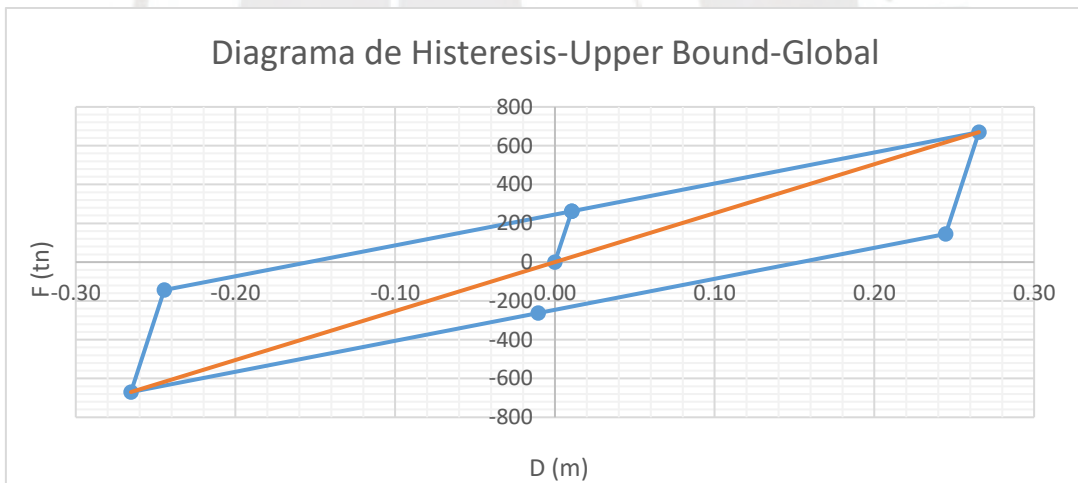
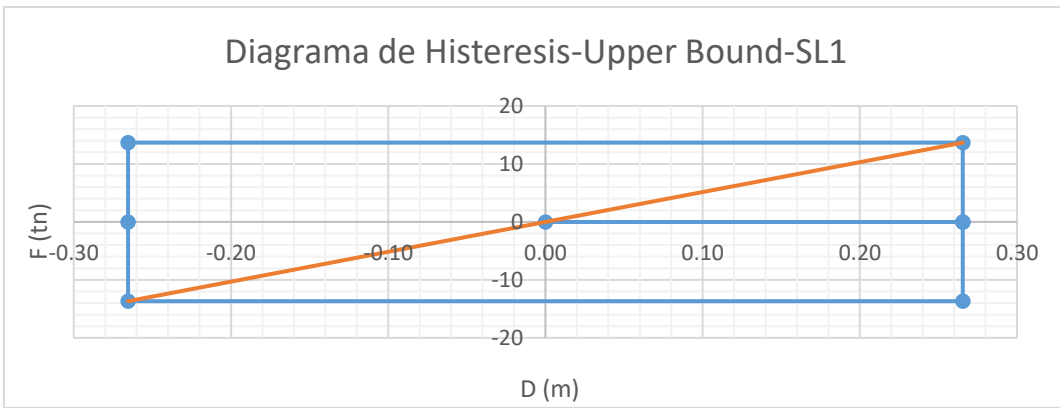
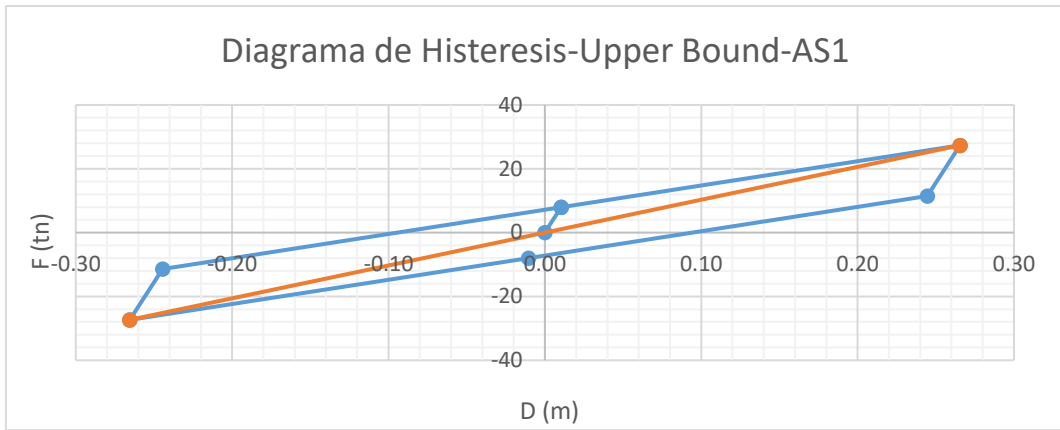


Figura 24: Curva de histéresis límite superior (Upper Bound)

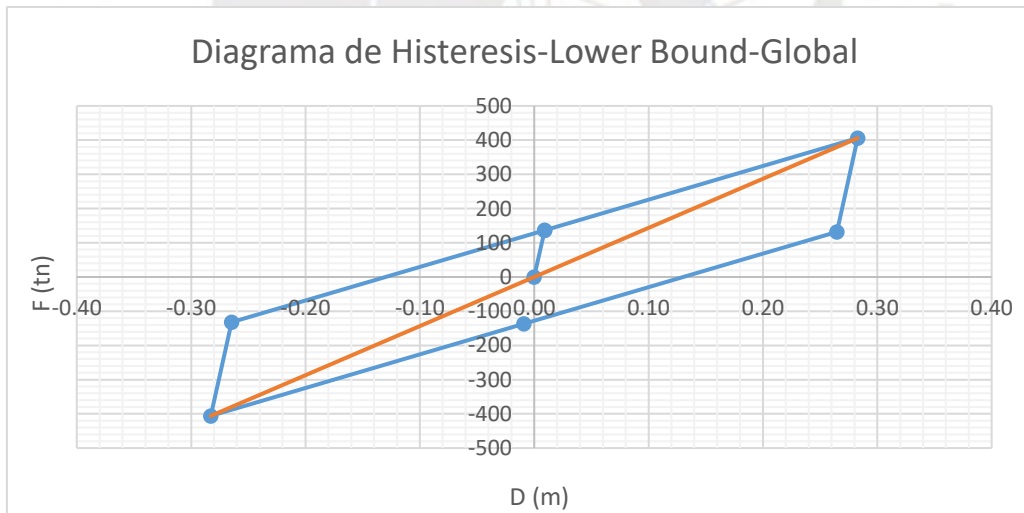
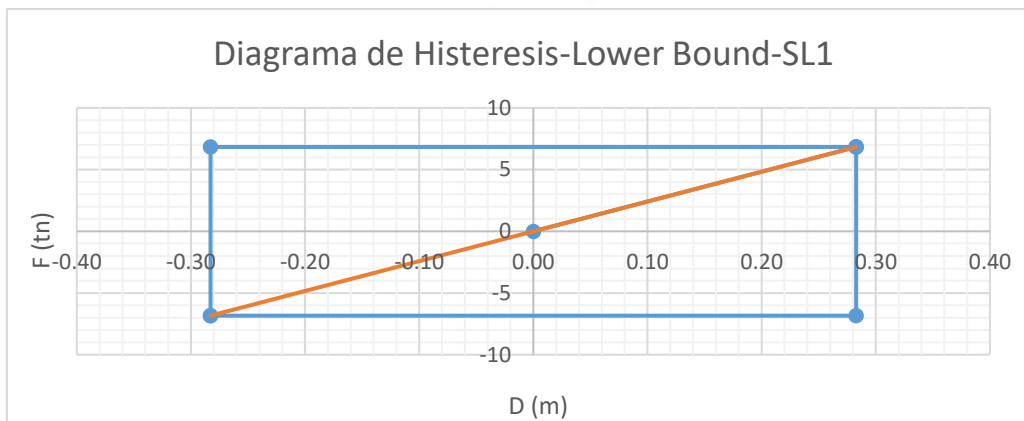
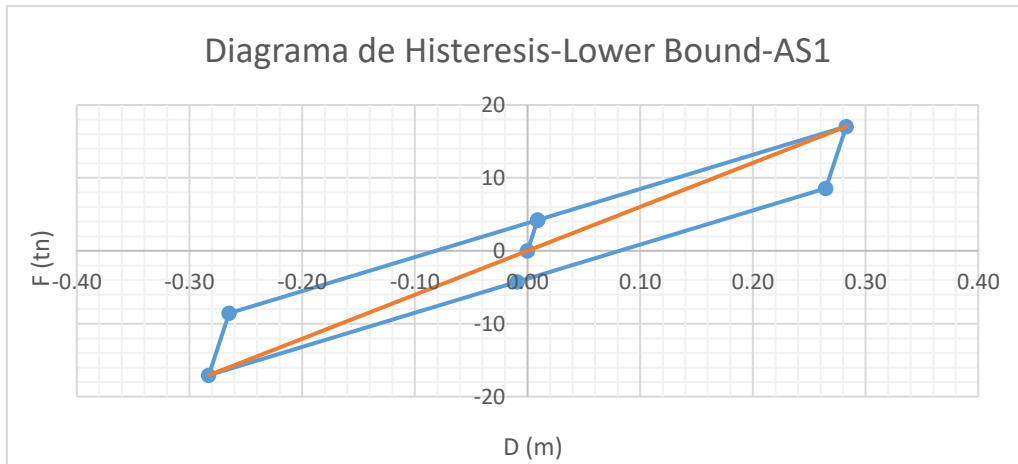


Figura 25: Curva de histéresis límite inferior (Lower Bound)

De estas curvas se obtuvieron las tablas 21, 22 y 23 para las propiedades nominales, del límite superior y del límite inferior respectivamente. Asimismo, de la suma de las curvas constitutivas de los dispositivos, obtenemos la curva constitutiva global del sistema para cada escenario de variación.

Tabla 21: Propiedades bilineales nominales de los dispositivos

	AS1	SL1
Cantidad	21	7
Pendiente elástica " K_1 " [tonf/m]	585.02	-
Pendiente Post-fluencia " K_2 " [tonf/m]	58.50	-
Fuerza Característica " Qd " [tonf]	4.77	8.55
Fuerza de fluencia " Fy " [tonf]	5.30	-
Desplazamiento de fluencia " Dy " [mm]	9.06	-

Tabla 22: Propiedades bilineales de la frontera superior de variación de los dispositivos

	AS1	SL1
Pendiente elástica " K_1 " [tonf/m]	760.52	-
Pendiente Post-fluencia " K_2 " [tonf/m]	76.05	-
Fuerza Característica " Qd " [tonf]	7.15	13.67
Fuerza de fluencia " Fy " [tonf]	7.95	-
Desplazamiento de fluencia " Dy " [mm]	10.45	-

Tabla 23: Propiedades bilineales de la frontera inferior de variación de los dispositivos

	AS1	SL1
Pendiente elástica " K_1 " [tonf/m]	468.02	-
Pendiente Post-fluencia " K_2 " [tonf/m]	46.80	-
Fuerza Característica " Qd " [tonf]	3.82	6.84
Fuerza de fluencia " Fy " [tonf]	4.24	-
Desplazamiento de fluencia " Dy " [mm]	9.06	-

Tabla 24: Propiedades efectivas del sistema para el sismo "MCE" en cada caso de variación de propiedades

Estado de variación de propiedades	Inferior	Nominal	Superior
Desplazamiento máximo " D_M " (mm)	282.9	282.8	265.5
Fuerza cortante máxima @ DM (tonf)	406.0	507.4	669.9
Rigidez efectiva GLOBAL " K_M " [tonf/m]	1435	1794	2524
Periodo efectivo "T" (s)	3.25	2.91	2.45
Amortiguamiento GLOBAL equivalente ξ (%)	19.40	19.41	22.50

d. Comparación de resultados obtenidos por cada método de análisis

Las propiedades bilineales de los dispositivos se muestran a continuación:

Periodos:

Estático (s)	Dinámico (s)	
	X	Y
2.50	2.62	2.61

Desplazamientos y cortantes:

Para el cálculo de los desplazamientos se está considerando el K_{\min} , mientras que la cortante basal se obtuvo con el K_{\max} .

En X:

	Estático	Espectral	Tiempo Historia
D_M (m)	0.28	0.30	0.21
D_{TM} (m)	0.32	0.30	0.22

	Estático	Espectral	Tiempo Historia
Vbase (tonf)	683.1	592.6	515.81

En Y:

	Estático	Espectral	Tiempo Historia
D_M (m)	0.28	0.36	0.23
D_{TM} (m)	0.36	0.37	0.25

	Estático	Espectral	Tiempo Historia
Vbase (tonf)	683.1	658.5	510.01

Desplazamientos de diseño

La norma E.030 (2018) establece que, para los desplazamientos totales máximos, estos deben ser como mínimo 80 % de los resultados del análisis estático. La tabla 25 muestra los desplazamientos totales en cada dirección considerados para el diseño de las juntas:

Tabla 25: Desplazamiento total máximo

	X	Y
D_{TM} (m)	0.26	0.37

Cortantes basales de diseño

Para determinar la cortante mínima, se debe verificar tres criterios. Primero, la norma peruana E.030 establece que, bajo cualquier circunstancia, una estructura no puede ser diseñada con una cortante basal menor que lo obtenido para un $C/R = 0.11$. Segundo, las normas ASCE 7-16 y E.031 establecen que, para escalar el sismo del análisis espectral para edificios regulares, se debe tomar como mínimo el 80 % de la cortante basal obtenida en el análisis estático. Tercero, la estructura debe resistir en la base al menos 1.5 veces la fuerza Q_d de todo el sistema, para así asegurar que esta no se dañe antes que la interfaz de aislamiento entre a la segunda recta de comportamiento inelástico.

Tabla 26: Cortantes mínimas de estructura superior

	V (tonf)
C/R=0.110	414.57
0.8 Vs/R	273.25
V=1.5Qd	368.89

Para el diseño de la interfaz de aislamiento y la estructura inferior, la norma ASCE establece que debe considerarse como cortante basal mínima el 90% de la obtenida por el análisis estático. Además, en el diseño de estos elementos debe considerarse un factor de reducción $R = 1$.

Tabla 27: Cortante mínima de sistema de aislamiento y estructura inferior

	V (tonf)
0.9 Vs	614.81

Para las condiciones dadas se obtienen los factores de escala de la Tabla 28.

Tabla 28: Factores de escala para análisis espectral

	X	Y
Factor de Escala Estructura Superior	1.00	1.00
Factor de Escala Estructura Inferior	1.04	1.00

4.5.3. Diseño de interfaz de aislamiento

a. Vigas de Aislamiento

Para el diseño de las vigas de aislamiento, el efecto P – delta representa una importante fuente de momentos flectores; por ende, deben considerarse en los cálculos. Para ello, se ha incluido momentos P – delta en los nudos, como la multiplicación de las cargas axiales correspondientes a la masa sísmica, más los axiales provenientes del sismo ($0.5 \cdot CV + CM + Sismo$) por el desplazamiento de diseño en cada sentido de análisis. En la Tabla 29 se muestran los momentos P - delta aplicados en los nudos, tanto en la dirección X como en Y.

Tabla 29: Momentos P - delta en plataforma de aislamiento

Pórticos	Momentos	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
3	Mx / My	44.65	26.79	30.31	36.62	33.81	32.54	73.69	29.93	75.17	33.99	35.91	48.71
2	Mx / My	55.07	26.41	28.25	32.69	36.43	41.58	38.61	41.23	38.90	39.33	32.84	22.49
1'	Mx / My			46.20	25.27							25.28	37.58

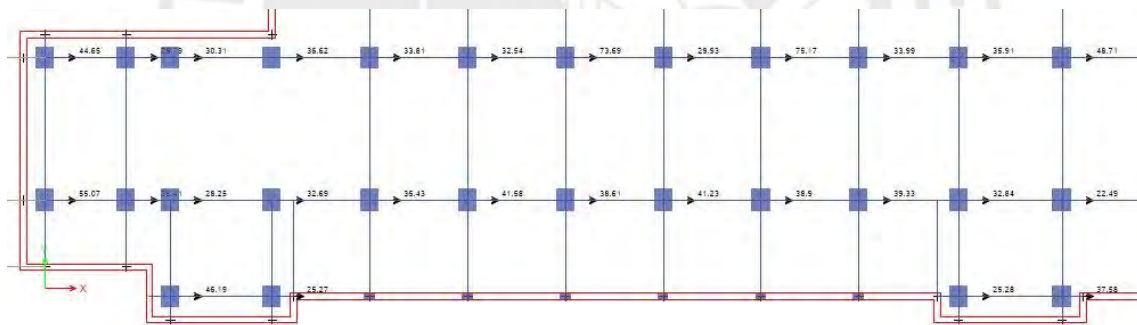


Figura 26: Momentos P - delta en modelo ETABS

Como se ha mencionado anteriormente, las vigas de aislamiento fueron dimensionadas de tal forma que la mayor parte del momento en el nudo se reparta entre estas. Así pues, se optó por vigas de 45x90 cm. En la figura 26 puede observarse, por ejemplo, que al aplicar un momento P – delta en la dirección Y, los mayores momentos del nudo recaen sobre las vigas.

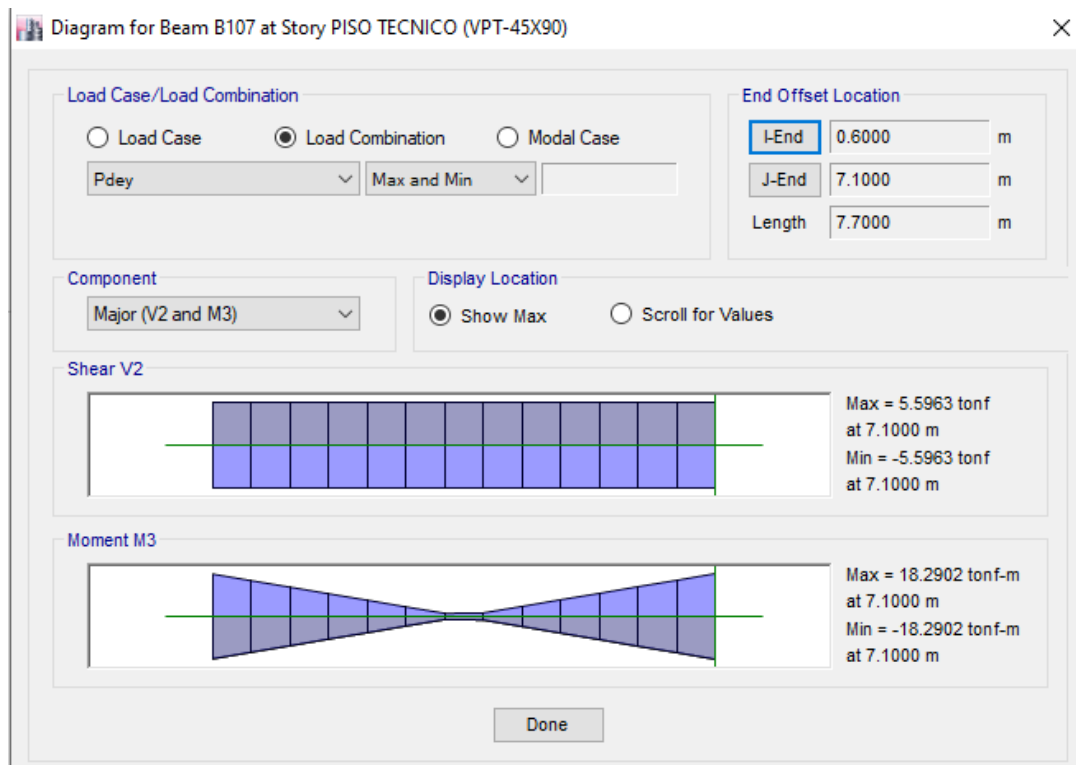


Figura 27: Momentos en la viga por efecto P-delta en nudos de aisladores (Pórtico Eje B)

El diseño por flexión de una viga de aislamiento sigue el mismo procedimiento estándar de una viga de concreto armado cualquiera. Sin embargo, se diferencia del resto de vigas del edificio en que los momentos y cortantes calculados son obtenidos con una diferente cortante basal mínima, y el factor de reducción R debe ser necesariamente 1. En la tabla 30 se muestra los momentos en los nudos y los aceros de diseño para la viga aislada, nótese los grandes momentos a los que está sometido este elemento.

Tabla 30: Momentos y acero de diseño en viga de aislamiento

	Mu+ (tonf.m)	Mu- (tonf.m)	a+ (cm)	a- (cm)	As+ (cm ²)	As- (cm ²)	Varillas +		Varillas -	
							1"	3/4"	1"	3/4"
2	108.47	-126.46	20.98	25.21	40.13	46.58	5	3	9	
3	108.40	-121.22	20.97	23.15	40.10	44.29	8		9	

La viga, al ser diseñada con un factor de reducción igual a 1, está siendo proyectada a tener un comportamiento elástico para el sismo máximo; por lo tanto, no sería coherente aplicar el diseño por capacidad establecido en la norma E060.

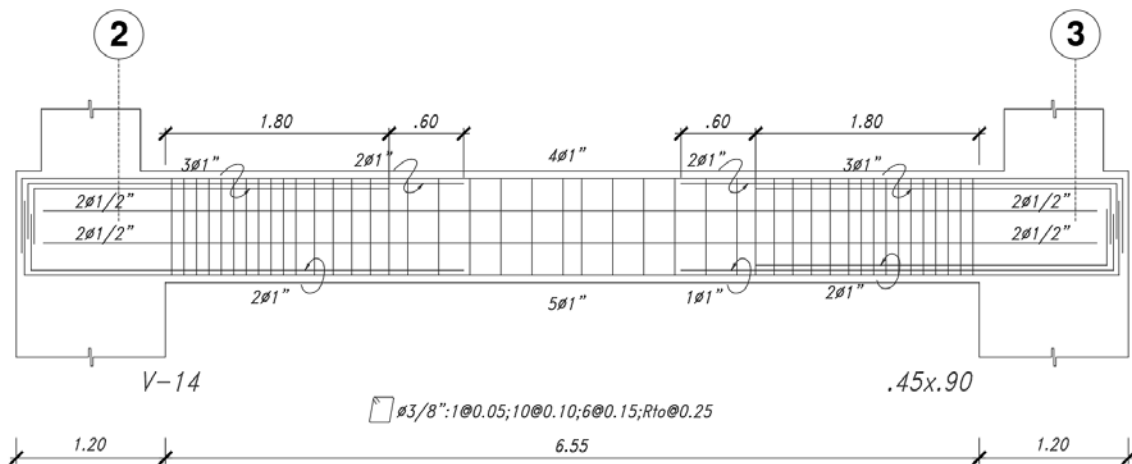


Figura 28: Diseño de viga de aislamiento.

b. Diseño de Pedestal

Diseño por Flexocompresión:

De las ecuaciones 3.16 y 3.19 se obtienen la cuantía máxima y mínima para el pedestal de 1.00 m por 1.20 m.

$$A_{s\text{mín}} = 120 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{máx}} = 720 \text{ cm}^2$$

Como ejemplo, se realizará el diseño del pedestal ubicado entre el eje F y 2 ($f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$). En las tablas 31 y 32, se muestran las cargas obtenidas en el programa y las combinaciones de carga respectivamente. A partir de las cargas y momentos de diseño, se probó distribuciones de acero hasta obtener los diagramas de interacción en el sentido 3-3 y 2-2. En las siguientes tablas se presenta los valores de axial y momentos en ambas direcciones en el pedestal más esforzado y las combinaciones de cargas necesarias para el diseño. Además, en las cargas obtenidas se ha considerado el momento P- delta antes mencionado.

Tabla 31: Cargas en pedestal obtenidas por el programa ETABS - Edificio Aislado

	CM	CV	Sx	Sy
P (tonf)	168.51	64.85	28.36	94.66
M22 (tonf.m)	-1.47	-1.00	1.08	25.77
M33 (tonf.m)	0.04	0.02	15.84	2.01

Tabla 32: Combinaciones de carga para diseño del pedestal - Edificio aislado

	Pu (tonf)	Mu ₃₋₃ (tonf.m)	Mu ₂₋₂ (tonf.m)
1.4CM+1.7CV	346.15	0.09	-3.78
1.25(CM+CV)+CSx-x	328.00	20.35	-1.45
1.25(CM+CV)-CSx-x	255.39	-20.20	-4.76
0.9CM+CSx-x	187.96	20.31	0.33
0.9CM-CSx-x	115.36	-20.24	-2.98
1.25(CM+CV)+CSy-y	435.57	3.13	36.07
1.25(CM+CV)-CSy-y	147.82	-2.99	-42.28
0.9CM+CSy-y	295.54	3.09	37.85
0.9CM-CSy-y	7.78	-3.03	-40.50

Para las cargas solicitadas, se probó diferentes cuantías de acero, hasta encontrar un diagrama de interacción que cumpliera el diseño por resistencia. Finalmente, para el pedestal de 100x120 se especificó 24 varillas de 1". Los diagramas de interacción resultantes se muestran en la Figura 29.

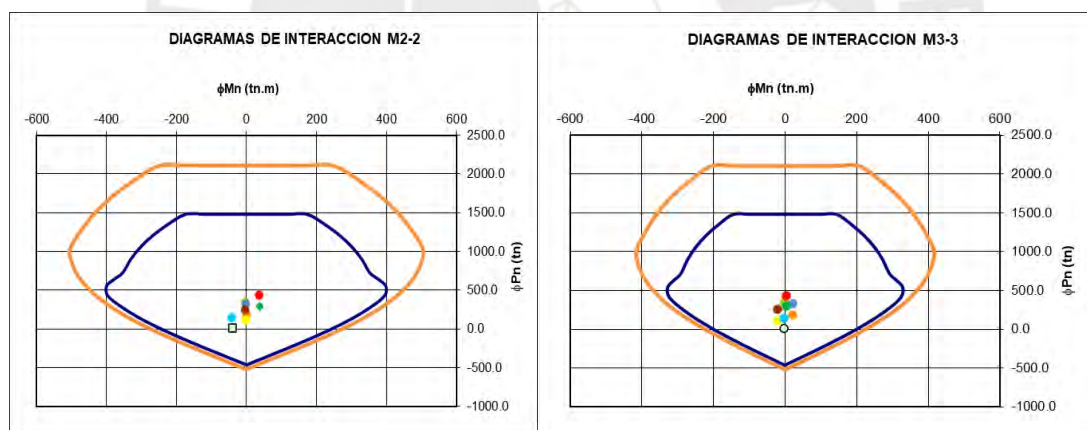


Figura 29: Diagramas de interacción del pedestal en edificio aislado

c. Losa Maciza

Las losas macizas, de acuerdo con la norma E.060 "Concreto armado" (2009), pueden ser diseñadas utilizando el método de coeficientes. Para ello, la losa debe cumplir ciertas limitaciones que están establecidas en el acápite 13.7.1 de la Norma E.060.

- Las vigas de apoyo deben ser peraltadas como mínimo 1/15 de la luz libre o 1.5 veces el espesor de la losa

- Todos los paños están apoyados en vigas y tienen las mismas longitudes.
- La carga viva no excede de dos veces la carga muerta.

Considerando la dirección más larga, la losa de 7.7 m, se observa que para cumplir la primera condición se requiere como mínimo una viga de 0.55 m de peralte. Asimismo, tomando en cuenta que la losa maciza es de 0.20 m de espesor, se calcula un peralte de la viga de 0.30 m como mínimo. Al cumplir las condiciones, se puede aplicar este procedimiento para el diseño de las losas.

Las secciones críticas de momentos de flexión se dan a lo largo de los bordes del paño como momentos negativos y en las líneas medias de los paños como momentos positivos. Los momentos para las franjas centrales se calculan con las ecuaciones 4.7, 4.8 y 4.9

$$Ma = Ca wu A^2 \dots\dots\dots (4.7)$$

$$Mb = Cb wu B^2 \dots\dots\dots (4.8)$$

$$\phi Vc = 0.85 * 0.53 * \sqrt{f'c} * bw * d \dots\dots\dots (4.9)$$

Donde:

A: Luz libre en la dirección más corta

B: Luz libre en la dirección más larga

Ma: Momento de flexión en la dirección A

Mb: Momento de flexión en la dirección B

Ca: Coeficiente de momentos indicados en las tablas 13.1, 13.2 y 13.3 para la dirección corta.

Cb: Coeficiente de momentos indicados en la tabla 13.1, 13.2 y 13.3 para la dirección larga.

Wu: Carga última por unidad de área

La fuerza cortante se calcula considerando que la sección crítica se encuentra a d de la cara del apoyo; además, si existe un borde continuo opuesto a uno discontinuo la fuerza se incrementa en un 15%. Dicha fuerza se calcula con la ecuación 4.10.

$$Vu = w \left(\frac{A}{2} - d \right) \left(1 - 0.5 \frac{A}{B} \right) \dots\dots\dots (4.10)$$

Como ejemplo se muestra el procedimiento de diseño de un paño exterior de losa maciza (entre ejes K,L y 2,3) (caso 4).

Longitudes

$$A = 5.15 \text{ m} \qquad m_{\text{calculado}} = 0.66$$

$$B = 7.75 \text{ m} \qquad m_{\text{aproximado}} = 0.65$$

Cargas

Carga Muerta

$$P. \text{ prop.} = 480 \text{ kgf/m}^2 \qquad CM = 1.40$$

$$P. \text{ term.} = 100 \text{ kgf/m}^2 \qquad CV = 1.70$$

$$P. \text{ tab.} = 0 \text{ kgf/m}^2 \qquad q_u = 1237 \text{ kgf/m}^2$$

Carga Viva

$$S/C = 250 \text{ kgf/m}^2$$

La carga viva se consideró según lo establecido para edificios de aulas por la norma E.020 "Cargas".

Momentos en la franja central

Para las luces dadas, y a partir de las ecuaciones 4.7 y 4.8, se obtienen los momentos positivos y negativos de diseño.

Momentos en bordes continuos

$$Ma = 2788.7 \text{ kgf-m}$$

$$Mb = 1114.5 \text{ kgf-m}$$

Momentos positivos

$$Ma_{CM} = 1076.8 \text{ kgf-m}$$

$$Ma_{CV} = \frac{698.9}{1776} \text{ kgf-m}$$

$$Mb_{CM} = 438.9 \text{ kgf-m}$$

$$Mb_{CV} = \frac{208.8}{720} \text{ kgf-m}$$

Momentos en bordes discontinuos

$$Ma = 592 \text{ kgf-m}$$

$$Mb = 240 \text{ kgf-m}$$

Diseño por flexión

Con los momentos de diseño, se obtiene la cuantía requerida para cumplir la resistencia requerida.

Dirección corta

				Espaciamiento (cm)
Centro de luz				
As =	2.8	cm ² /m	3/8"	@ 25
Borde continuo				
As =	4.5	cm ² /m	3/8"+3/8"	@ 25
Borde discontinuo				
As =	0.9	cm ² /m	3/8"	@ 25
<u>Dirección larga</u>				
Centro de luz				
As =	1.5	cm ² /m	3/8"	@ 20
Borde continuo				
As =	1.8	cm ² /m	3/8"	@ 20
Borde discontinuo				
As =	0.5	cm ² /m	3/8"	@ 20

Estos resultados se comparan con el acero mínimo, el cual se calcula con la ecuación 3.18. Así pues, se obtiene una cuantía mínima de 3.6 cm²/m (en 2 capas 3/8"@30). La cuantía colocada cumple con el acero mínimo.

Diseño por corte:

Dirección Corta

$$\begin{aligned} V_u &= 1914 \text{ kg} \\ \emptyset V_c &= 11098 \text{ kg} \end{aligned}$$

Se comprueba que el $\emptyset V_c$ es mayor a V_u por lo cual cumple con el diseño por resistencia para solicitaciones de cortante. En la figura 30 se muestra el diseño del paño.

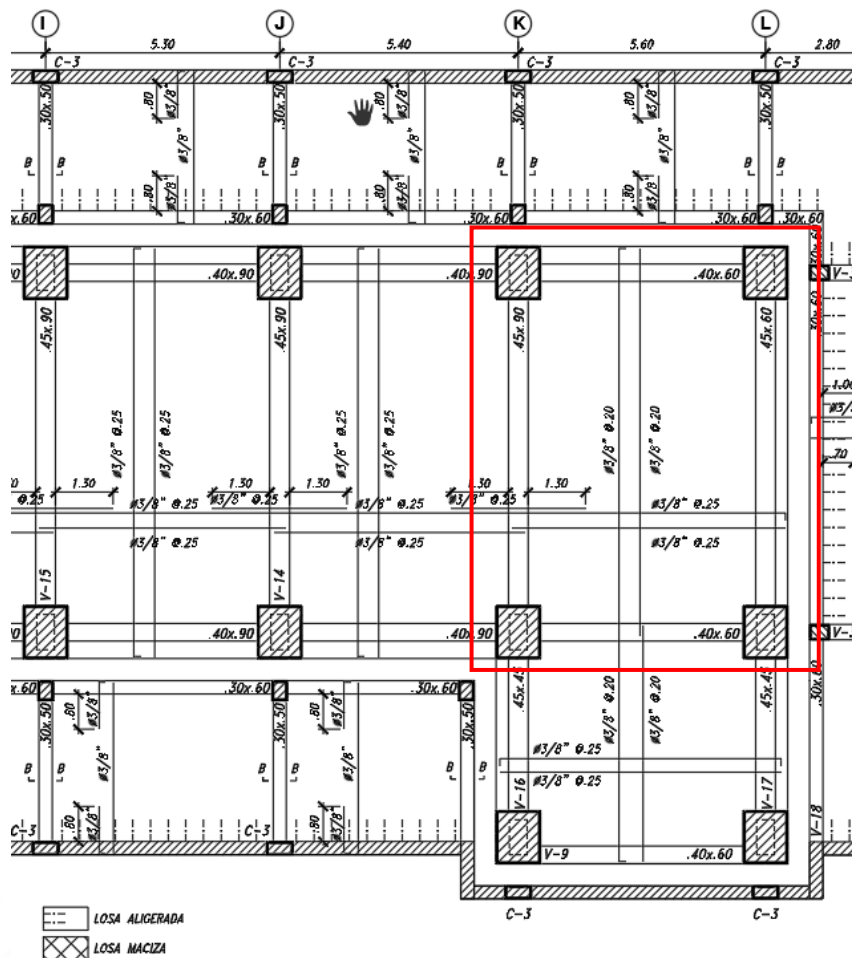


Figura 30: Diseño de losa maciza

4.5.4. Diseño de vigas

Diseño por Flexión:

De la ecuación 3.17 se tiene para las vigas de 35x80: $A_{smin} = 6.26 \text{ cm}^2$. A partir de la envolvente de las combinaciones de carga se obtiene los momentos de diseño en las caras de los pisos 2 y 4 de la viga, y de las ecuaciones 3.14 y 3.15 se obtiene el acero de diseño.

Se procede a diseñar el resto de las caras en la viga como se aprecia en la tabla 33. Si se compara estos resultados con el diseño de la misma viga para el edificio convencional, se nota una clara reducción en el refuerzo horizontal.

Tabla 33: Diseño de viga - Estructura aislada

	Mu+ (tonf.m)	Mu- (tonf.m)	a+ (cm)	a- (cm)	As+ (cm ²)	As- (cm ²)	Varillas +		Varillas -	
							1"	3/4"	1"	3/4"
2	13.78	55.37	3.39	14.78	5.04	21.99		5	5	
3	18.43	34.73	4.57	8.88	6.80	13.21		4	3	1

Diseño por Cortante:

En el edificio aislado, al desaparecer las placas de los pórticos 2 y 3, todas las vigas de dichos pórticos experimentan bajas cortantes y se diseñan con bajas cuantías de acero, por lo cual el espaciamiento de estribos está regido por criterio de confinamiento y espaciamiento máximo. Por ejemplo, para una viga cualquiera de estos pórticos, la cortante máxima V_u es 20.87 tonf . Para una viga de 35×80 y $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$, se obtiene $\phi V_c = 19.19 \text{ tonf}$. Por lo tanto, el déficit de resistencia a cumplir por los estribos es insignificante. A partir de la ecuación 3.25 se obtuvo el aporte del concreto a la resistencia a cortante para las vigas del edificio aislado.

Vigas 35×80 : $\phi V_c = 19.32 \text{ tonf}$

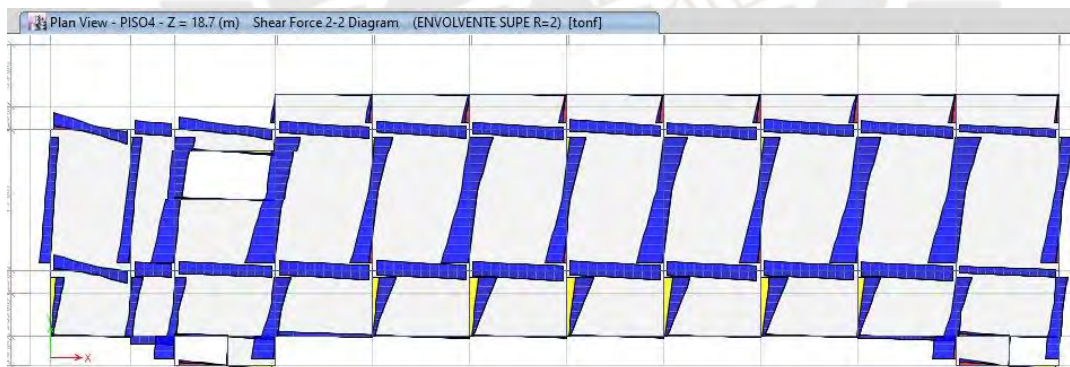


Figura 31: Diagrama de fuerza cortante en vigas del edificio aislado

Como ejemplo, se tomará nuevamente la viga correspondiente al cuarto piso del pórtico J. Como se puede apreciar, las cortantes para cada caso se han reducido. En los casos (a) y (b), las cortantes son menores debido a las bajas cuantías de acero; para (c) y (d), son menores por la reducción en la magnitud de las sollicitaciones sísmicas.

Caso		V1 (tonf)	V2 (tonf)
(1) 1.25(CM+CV)		13.14	-13.14
Vu(a)	-2.68	-2.68	-28.96
Vu(b)	30.76	30.76	4.47
Vu(c)	1.25(CM+CV)+Sy	0.00	21.12
Vu(d)	1.25(CM+CV)-Sy	-25.76	0.00

A partir de las cortantes calculadas, el refuerzo transversal especificado para cumplir el diseño por resistencia se muestra en la tabla 34. En la figura 33 se puede observar que la viga no tiene bastones positivos en los extremos, lo cual es característico de vigas donde las cargas de gravedad son las solicitaciones predominantes.

Tabla 34: Distribución de estribos en viga - Edificio aislado

Lado Izquierdo				
Nro. Esp.	S (cm)	Nro. Estribos	Vs (tonf)	ϕV_n (tonf)
0	5	1		
1	10	10	44.13	53.82
2	15	6	29.42	41.32
3	25	7	17.65	31.31
Lado Derecho				
Nro. Esp.	S (cm)	Nro. Estribos	Vs (tonf)	ϕV_n (tonf)
0	5	1		
1	10	10	44.13	53.82
2	15	6	29.42	41.32
3	25	6	17.65	31.31

Es importante notar que la misma viga en el edificio aislado, también requiere menor refuerzo transversal comparado con la del edificio convencional. Considerando que esta viga es la más esforzada en la estructura superior, se puede afirmar que el contraste es mayor en el resto de las vigas.

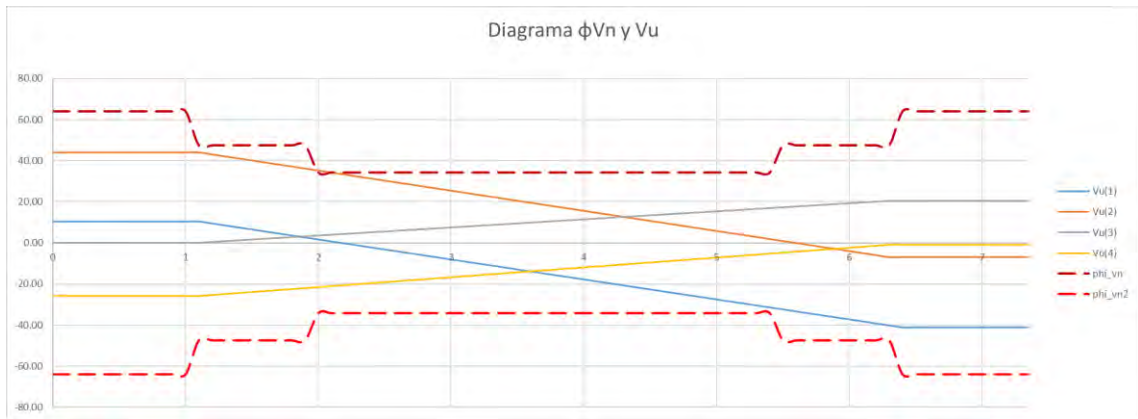


Figura 32: Gráfico ϕV_c y V_u para viga de edificio aislado

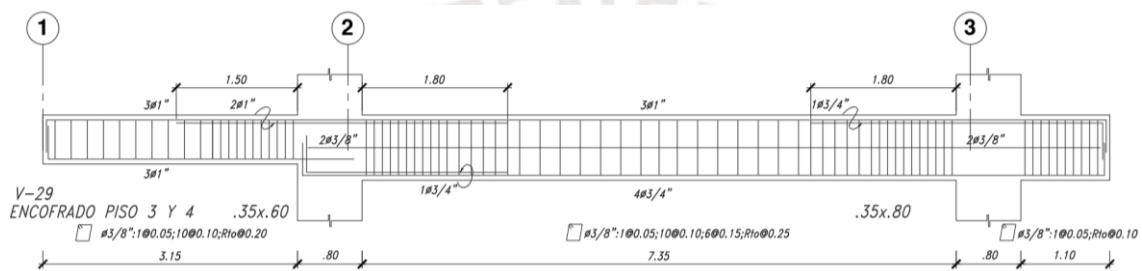


Figura 33: Diseño de viga - Edificio aislado

4.5.5. Diseño de columnas

Diseño por Flexocompresión:

De las ecuaciones 3.16 y 3.19 se obtienen la cuantía máxima y mínima para la columna de 0.40 m por 0.80 m.

$$A_{s\text{mín}} = 32 \text{ cm}^2$$

$$A_{s\text{máx}} = 192 \text{ cm}^2$$

Como ejemplo, se realizará el diseño para la columna ubicada entre el eje J y 2 ($f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$). En las tablas 35 y 36, se muestran las cargas obtenidas en el programa y las combinaciones de carga respectivamente. A partir de las cargas y momentos de diseño, se probó distribuciones de acero hasta obtener los diagramas de interacción en el sentido 3-3 y 2-2. En las siguientes tablas se presenta los valores de axial y momentos en ambas direcciones en el piso más esforzado y las combinaciones de cargas necesarias para el diseño.

Tabla 35: Cargas en columna obtenidas por el programa ETABS - Edificio Aislado

	CM	CV	Sx	Sy
P (tonf)	125.89	54.49	8.08	25.25
M22 (tonf.m)	-13.56	-4.81	10.29	37.54
M33 (tonf.m)	0.57	0.35	23.85	7.55

Tabla 36: Combinaciones de carga para diseño de columna - Edificio aislado

	Pu (tonf)	Mu ₃₋₃ (tonf.m)	Mu ₂₋₂ (tonf.m)
1.4CM+1.7CV	268.87	1.39	-27.15
1.25(CM+CV)+CSx-x	233.55	25.00	-12.66
1.25(CM+CV)-CSx-x	217.39	-22.70	-33.25
0.9CM+CSx-x	121.38	24.36	-1.91
0.9CM-CSx-x	105.22	-23.34	-22.49
1.25(CM+CV)+CSy-y	250.72	8.70	14.59
1.25(CM+CV)-CSy-y	200.22	-6.40	-60.49
0.9CM+CSy-y	138.55	8.07	25.34
0.9CM-CSy-y	88.05	-7.04	-49.74

Para las cargas solicitadas, se probó diferentes cuantías de acero, hasta encontrar un diagrama de interacción que cumpliera el diseño por resistencia. Finalmente, para la columna 40x80 se especificó 18 varillas de 1". Los diagramas de interacción resultantes se muestran en la Figura 34.

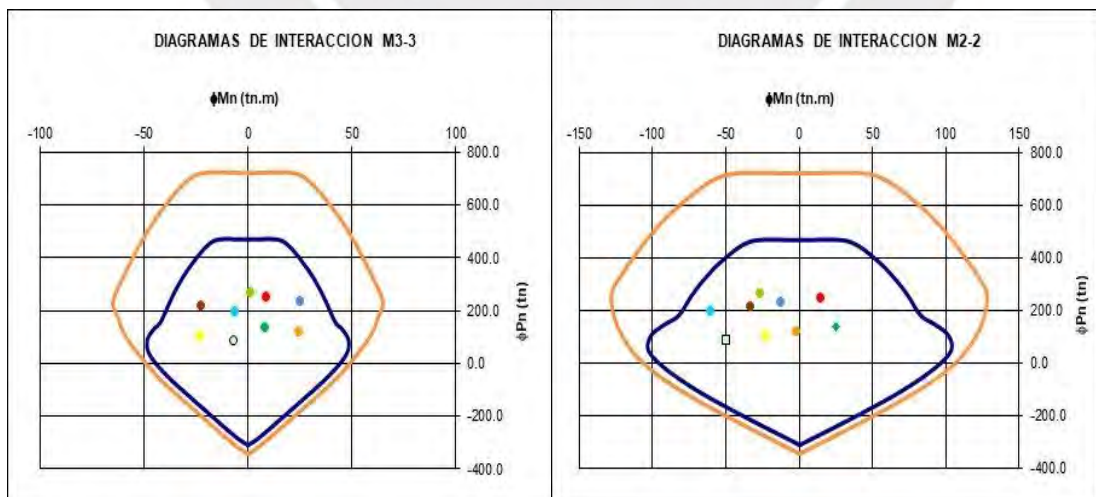


Figura 34: Diagramas de interacción de columna en edificio aislado

Diseño por cortante

Al igual que en el edificio convencional, se realizó el procedimiento de diseño por capacidad establecido en la norma E060. Sin embargo, una vez más, el requerimiento predominante fue el de confinamiento y espaciado máximo.

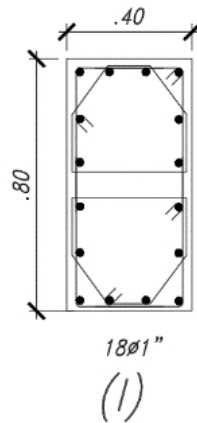


Figura 35: Diseño de columna - Estructura aislada

4.5.6. Diseño de cimentaciones y muros de sótano

a. Diseño de cimentaciones:

Para el edificio convencional se pudo apreciar que las cargas axiales eran predominantes en el diseño y determinaban las dimensiones finales de las zapatas. Esto se debe a que el aislamiento reduce las solicitaciones sísmicas, y los momentos P – delta repartidos en la columna son muy bajos. Como ejemplo, una vez más se tomará el diseño de la zapata de la columna ubicada entre los pórticos J y 2, se tomará como referencia la dirección M3.

Tabla 37: Cargas y momentos en zapata aislada - Edificio aislado

Pórtico	P (tonf)				M3 (tonf.m)			
	CM	CV	SX	SY	CM	CV	SX	SY
J	164.84	61.37	30.22	90.45	0	0	13.93	2.21

Dimensionamiento (sólo cargas axiales de gravedad):

Las cargas de servicio se reducen muy poco respecto al edificio convencional. Esto ya que incluso al disminuir las secciones de los elementos, la plataforma de aislamiento adicionada contribuye a la carga en las columnas.

$$P_{serv} = 164.84 + 61.37 = 226.21 \text{ tonf}$$

$$A = \frac{226.21}{40} = 5.66 \text{ m}^2$$

Para tener volados iguales se toma: $B = 2.4 \text{ m}$ y $L = 2.8 \text{ m}$.

Verificación por momentos (Por cargas y momentos de gravedad):

Considerando los momentos por cargas de gravedad y a partir de la ecuación 5.2, se obtienen el esfuerzo máximo y mínimo.

$$\sigma_{\text{máx}} = 36.45 \text{ tonf/m}^2, \quad \sigma_{\text{mín}} = 35.68 \text{ tonf/m}^2$$

Verificación por solicitaciones sísmicas:

Empleando nuevamente la ecuación 4.2, pero incluyendo también las cargas axiales y de momentos de sismo, se obtiene el nuevo esfuerzo máximo y mínimo.

$$\sigma_{\text{máx}} = 50.63 \text{ tonf/m}^2, \quad \sigma_{\text{mín}} = 43.04 \text{ tonf/m}^2$$

De las combinaciones de carga se obtiene la carga máxima amplificada:

$$\sigma_u = 60.28 \text{ tonf/m}^2$$

Diseño por punzonamiento:

A partir de la ecuación 4.3, se obtiene la carga de punzonamiento en la zapata:

$$V_u = 320.70 \text{ tonf}$$

De la ecuación 3.28 para $d = 0.6 \text{ m}$, $\phi V_c = 390.22 \text{ tonf}$

Diseño por cortante:

De la ecuación 4.4, se obtiene la fuerza cortante por metro lineal de la zapata

$$V_u = 24.11 \text{ tonf}$$

De la ecuación 3.27, para un $d = 0.6 \text{ m}$, $\phi V_c = 39.17 \text{ tonf}$

Diseño por flexión:

Por volados iguales se tiene el mismo momento en ambas direcciones, y se calculan por metro de ancho mediante la ecuación 4.5.

$$Mu = 30.14 \text{ tonf.m/m}$$

A partir de las ecuaciones 3.14 y 3.15, se tiene $A_s = 13.65 \text{ cm}^2/\text{m}$, equivalente a varillas de $\frac{3}{4}$ " espaciadas cada 0.20 m en ambas direcciones. En la figura 36 se observa la zapata Z5.

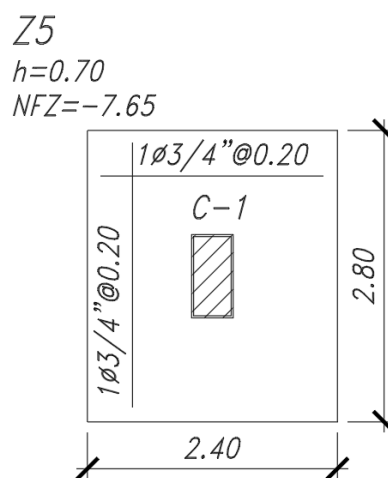


Figura 36: Diseño de zapata - Edificio Aislado

b. Diseño de muros de Sótano:

La inclusión de la plataforma de aislamiento genera un tramo adicional de sótano. En el tramo de análisis, el apoyo intermedio está dado por las vigas que conforman la parrilla que soporta el sistema de aislamiento y el estacionamiento exterior.

De las ecuaciones 4.5 y 4.6, para $w_{s/c} = 0.5$, $\gamma = 1.9 \text{ tonf/m}^3$, $K_o = 0.33$ y $H = 6.95 \text{ m}$:

$$E_a = 3.637 \text{ tonf/m}$$

$$E_{s/c} = 0.165 \text{ tonf/m}$$

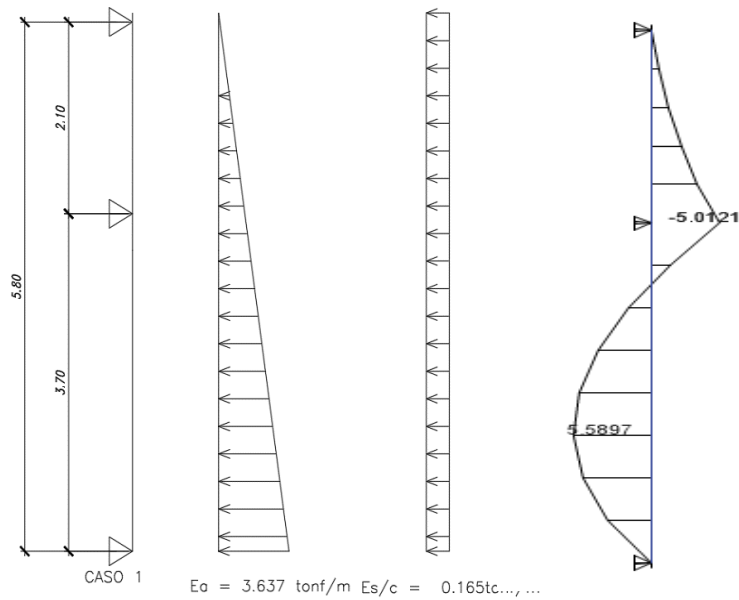


Figura 37: Modelo de muro de sótano - Edificio aislado

Al amplificar las cargas por 1.7 se obtiene el momento positivo máximo $M_u = 5.59 \text{ tonf.m}$ y el momento negativo reducido las caras $M_u = -5.01 \text{ tonf.m}$. De la ecuación 4.8 para $d = 27 \text{ cm}$ y $b = 100 \text{ cm}$: $A_s^+ = 5.61 \text{ cm}^2$ y $A_s^- = 5.44 \text{ cm}^2$. La distribución final y corte de acero se muestra en la figura 38.

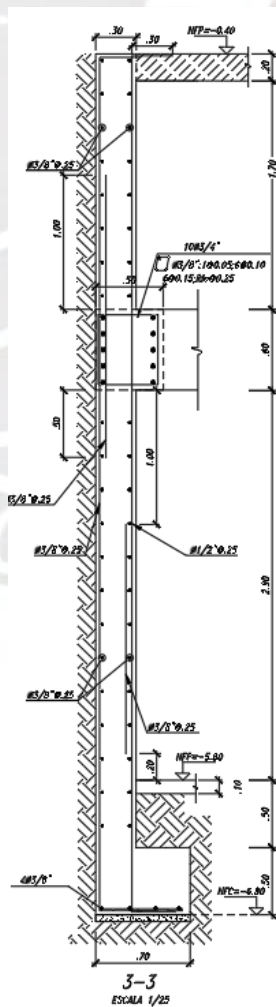


Figura 38: Diseño de muro de sótano - Edificio aislado

4.6. Comparación técnica

Para la comparación del desempeño de ambas estructuras, se analizará solamente la estructura superior:

Cortante basal de diseño (Ver Tabla 38 y Figura 39)

Para el caso aislado, se observa una importante reducción en la cortante basal de diseño para la estructura superior. Esto se debe a que el periodo de la estructura aislada ha sido alargado lo suficiente como para diseñar con la menor cortante posible que permite el reglamento (con un valor de $R = 2$). Nótese que la reducción de la cortante de diseño a 27 % en la dirección X, y a un 30 % en la dirección Y respecto a los valores calculados para el edificio convencional (con un valor de $R = 6$).

Tabla 38: Comparativa de fuerza cortante

	Edificio Convencional		Edificio Aislado	
	Vdiseño (tonf)	% Pestructura	Vdiseño (tonf)	% Pestructura
X	1105.73	22.5	296.3	9.4
Y	1105.73	22.5	329.3	10.5

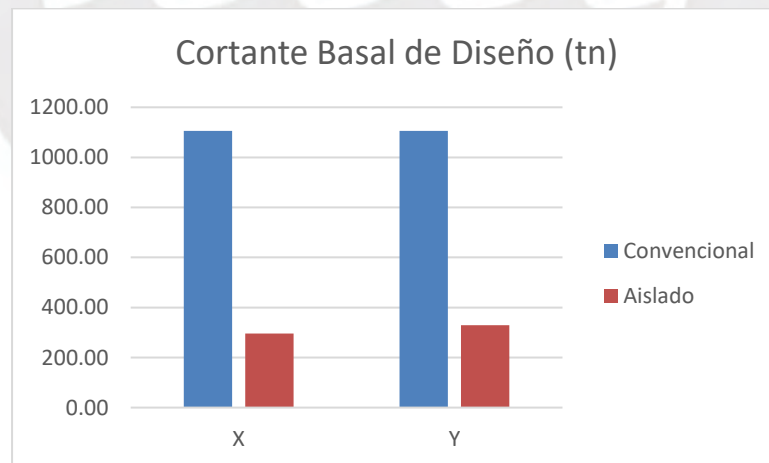


Figura 39: Comparación de cortantes basales de diseño – Super Estructura

Distorsiones de entrepiso (Ver Tabla 39 y Figura 40)

A partir de los resultados se observa claramente la reducción de las distorsiones de entrepiso al implementar un sistema de aislamiento. Es importante tomar en cuenta que las distorsiones en el edificio convencional son calculadas

considerando daño en los elementos, mientras que en el edificio aislado los elementos prácticamente se encuentran en el rango elástico.

Tabla 39: Comparativa de distorsiones de entrepiso

Piso	Dirección X (‰)		Dirección Y (‰)	
	Edificio Convencional	Edificio Aislado	Edificio Convencional	Edificio Aislado
Azotea	2.3	0.7	4.6	1.4
5	2.3	1.4	5.6	1.8
4	2.3	2.2	6.2	2.5
3	2.0	2.8	6.0	3.0
2	1.4	2.6	3.9	2.5

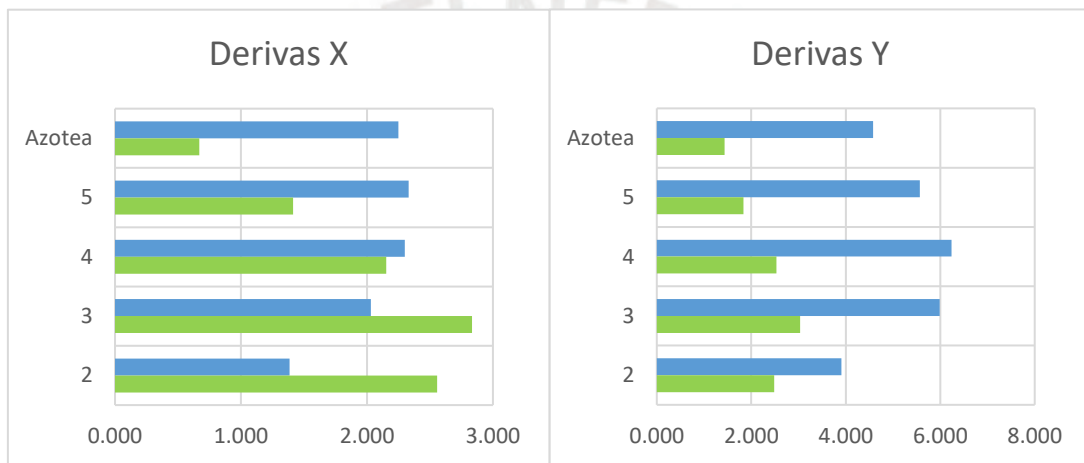


Figura 40: Comparación de derivas en X e Y

Aceleraciones (m/s^2) (Ver Tablas 40 y 41)

A partir de los resultados de tiempo historia para el caso aislado, se observa el valor de las aceleraciones están en el orden de 0.3g.

Se puede observar que según el criterio Hazus en la tabla 6.4 “Hazus Damage-State Criteria for Nonstructural Systems and Contents”, el contenido dentro del edificio aislado sufriría apenas daños leves, debido a que su aceleración es menor a 0.3 g.

Tabla 40: Aceleraciones tiempo historia – Edificio Aislado

Piso	Dirección X (m/s ²)	Dirección Y (m/s ²)
	Edificio Aislado	Edificio Aislado
Azotea	3.32	3.30
5	2.45	2.27
4	1.94	1.88
3	2.33	2.08
2	2.53	2.30

Tabla 41: Hazus Damage-State Criteria for Nonstructural Systems and Contents

Design Level	Nonstructural Damage States – All Building Types			
	Slight	Moderate	Extensive	Complete
Inter-Story Drift Ratio (Δ_{ds}) - Drift-Sensitive Components				
All	0.004	0.008	0.025	0.050
Peak Floor Acceleration ($A_{max,ds}$) - Acceleration-Sensitive Components/Contents (g's)				
Special High-Code	0.45	0.9	1.8	3.6
High-Code	0.30	0.6	1.2	2.4
Moderate-Code	0.25	0.5	1.0	2.0
Low-Code	0.20	0.4	0.8	1.6
Pre-Code	0.20	0.4	0.8	1.6

Fuente: Multi – Hazard Loss Estimation Methodology HAZUS MH 2.1, Technical Manual (2013)

4.7. Comparación Económica

4.7.1. **Metrado de materiales**

Para la comparación se ha medrado las zapatas, vigas, elementos verticales (columnas, placas, dados) de cada edificio, y se concluye que la mayor variación en materiales se da en el acero. Esto se debe principalmente a los cambios en el muro de sótano y a la inclusión del piso técnico (un piso adicional de vigas):

		UND	CONVENCIONAL	AISLADO	DIFERENCIA	% VARIAC.
01.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS					
01.01	Excavación	m3	6,222.41	7,622.68	1,400.27	23%
01.02	Relleno con material seleccionado	m3	99.53	66.23	- 33.30	-33%
01.03	Eliminación de material excedente		7,778.01	9,528.35	1,750.34	23%
01.04	Nivelación y apisonado	m3	1,266.64	1,257.20	- 9.44	-1%
02.00	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE		317.41	264.55	- 52.86	-16.7%
02.01	Solado (Concreto f'c = 100 Kg /cm2)	m3	317.41	264.55	- 52.86	-17%
03.00	CONCRETO		1,980.56	1,974.49	- 6.07	-0.3%
03.01	Zapatas	m3	295.96	158.57	- 137.39	-46%
03.02	Vigas	m3	393.84	553.64	159.80	41%
03.03	Elementos Verticales	m3	576.16	320.27	- 255.89	-44%
03.04	Muros de Sótano	m3	175.79	280.22	104.43	59%
03.05	Losas	m3	363.02	381.57	18.55	5%
03.06	Escalera	m3	175.79	280.22	104.43	59%
04.00.00	ENCOFRADO		10,846.02	10,416.49	- 429.53	-4.0%
04.01	Zapatas	m2	308.00	330.74	22.74	7%
04.02	Vigas	m2	2,272.95	3,240.25	967.30	43%
04.03	Elementos Verticales	m2	3,146.84	1,518.78	- 1,628.06	-52%
04.04	Muros de Sótano	m2	616.77	1,078.71	461.94	75%
04.05	Losas	m2	4,223.15	3,981.02	- 242.13	-6%
04.06	Escalera	m2	278.31	267.00	- 11.31	-4%
05.00.00	ACERO		171,610.63	182,903.02	11,292.39	6.6%
05.01	Zapatas	Kg	12,989.88	4,501.33	- 8,488.55	-65%
05.02	Vigas	Kg	49,657.84	71,709.21	22,051.37	44%
05.03	Elementos Verticales	Kg	82,229.26	74,212.29	- 8,016.97	-10%
05.04	Muros de Sótano	Kg	8,180.39	12,330.71	4,150.32	51%
05.05	Losas	Kg	14,560.60	16,110.95	1,550.36	11%
05.06	Escalera	Kg	3,992.66	4,038.52	45.86	1%

4.7.2. Elaboración de presupuesto

Para la elaboración del presupuesto se consideró los rendimientos y cuadrillas del libro “Análisis de Precios Unitarios en Edificaciones” (Ed. 2014). Asimismo, los precios de insumos y equipos fueron obtenidos de las revistas Costos (Ed. 308) y Constructivo (Ed. 145). El costo de mano de obra se actualizó con la tabla salarial 2020 – 2021 para trabajadores de construcción civil. El detalle del presupuesto se puede encontrar en el anexo 6, la tabla resumen se presenta a continuación:

		CONVENCIONAL	AISLADO	DIFERENCIA	% VAR
COSTO ESTRUCTURAS	S/.	3,058,488.90	3,772,550.17	714,061.28	23.35%
Movimiento de Tierras	S/.	557,026.25	704,369.02	147,342.77	26.5%
Obras de concreto simple	S/.	7,504.10	6,254.41	- 1,249.70	-16.7%
Obras de concreto armado	S/.	2,493,958.54	2,585,926.74	91,968.21	3.7%
Aisladores	S/.	-	476,000.00	476,000.00	100.0%
AREA TECHADA	m2	4,549.45	4,603.33	53.88	1.2%
RATIO COSTO	S/.	672.28	819.53	147.25	21.9%

Se puede observar que la partida de movimiento de tierras tiene una variación de 26.5%, mientras que las obras de concreto armado más los aisladores, generan una variación de 22.8 %. En total el ratio de costo por la partida de estructuras por metro cuadrado aumenta en el caso aislado en un 21.9 % (calculado por metro cuadrado).

5. Conclusiones y recomendaciones

Para el diseño del edificio aislado se optó por el análisis modal espectral ya que considera valores más conservadores que el diseño convencional para el diseño de los elementos de concreto armado. El desempeño de la estructura se evaluó mediante el análisis tiempo historia no lineal que representa una mejor aproximación del comportamiento dinámico de una estructura aislada. Si bien la norma ASCE permite el diseño de una estructura mediante el análisis elástico, ya sea estático, modal espectral o tiempo historia para determinadas condiciones, es recomendable siempre realizar el análisis no lineal tiempo – historia para obtener un resultado más cercano del desempeño de la estructura.

Las distorsiones en el edificio son menores a 0.003 que prácticamente sólo pueden generar daño leve a los elementos estructurales tomando en cuenta lo establecido en el manual Multi – Hazard Loss Estimation Methodology (FEMA, 2013). Las aceleraciones son menores a 0.30g, las cuales sólo pueden generar un daño leve en elementos no estructurales y contenidos de acuerdo con la tabla 6.4 “Hazard Damage-State Criteria for Nonstructural Systems and Contents”. Por lo tanto, como se esperaba de una estructura aislada, el desempeño para solicitaciones sísmicas fue mejor que el convencional.

Un aspecto importante por considerar es que los códigos de diseño influyen de manera importante en el costo de una estructura. Tomando en cuenta lo aplicable en el Perú, para las normas E030 y E031, los requisitos de rigidez son más estrictos que la norma ASCE, lo cual conlleva a elementos más robustos y por lo tanto a mayores volúmenes de concreto. Asimismo, la nueva versión de la norma ASCE 7-16 exige criterios de diseño más conservadores que la edición del 2010.

Si bien se previó que la estructura aislada tenga un costo mayor que una estructura convencional, se esperaba que esta sea menor o igual al 15%; sin embargo, el incremento fue de 21.9 % por metro cuadrado, y 23.35% en total. Cabe mencionar que solamente el costo de los dispositivos representó un 13% del costo total de la

partida de estructuras, ya que el edificio es relativamente pequeño y tiene bajos volúmenes de materiales, por lo que se puede concluir que no es posible cumplir con el 15%, para una edificación con las condiciones consideradas en la presente tesis. Sin embargo, debido a la reducción de derivas y aceleraciones, se puede concluir que existe un mayor grado de resguardo para las estructuras y un mayor grado de confort para los ocupantes ante un sismo máximo considerado, lo cual asegura la inversión a futuro del propietario frente a los diferentes eventos sísmicos y reduce significativamente los posibles costos de reparación.

En posteriores trabajos se podría fijar como objetivo mayor como por ejemplo 25%, ya que dependiendo de los volúmenes de excavación (número de sótanos) y el tamaño de la edificación, se puede reducir el porcentaje del incremento. En un futuro, con la mayor demanda de aisladores, se podría mejorar los costos de estos dispositivos y disminuir el incremento que representan su uso.



6. Referencias

AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS (ASCE)

2016 *Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures.*
Virginia. Edition of ASCE 7-16.

BENAVENTE, José; TRAVERSO, Iván

2013 *Comparación del análisis y diseño de un edificio de concreto armado de siete pisos con y sin aislamiento en la base.* Tesis de licenciatura con mención en ingeniería civil. Lima. Pontificia Universidad Católica del Perú.

BLANCO, Antonio

1994 *Estructuración y diseño de edificaciones de concreto armado.*
Lima. Colegio de Ingenieros del Perú.

CAMARA PERUANA DE LA CONSTRUCCIÓN

2014 *Análisis de Precios Unitarios en Edificaciones.* Lima. Cámara Peruana de la Construcción.

COSTOS PERU

2020 *Costos, revista especializada para la construcción.* Suplemento Técnico. Edición 308. Año 26.

CONSTRUCTIVO

2020 *Constructivo, revista al Servicio del desarrollo y promoción de la construcción.* Suplemento Técnico. Edición 145. Año 22.

FEDERACIÓN DE TRABAJADORES EN CONSTRUCCIÓN CIVIL DEL PERU

2020 *Tabla Salarial Construcción Civil 2020-2021.*
<https://www.ftccperu.com/index.php/biblioteca/download/6-tabla-salarial/70-tabla-salarial-construccion-civil2020-2021>.

FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY (FEMA)

2013 Multi – Hazard Loss Estimation Methodology HAZUS MH 2.1, Technical Manual. Washington D.C. Federal Emergency Management Agency. 5-48, pp. 215.

INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN (INN)

2013 Norma NCh 2745, Análisis y diseño de edificios con aislación sísmica. Chile.

KELLY, James

1997 Earthquake Design with Rubber. Segunda Edición. California.

KIRCHER, Charles

2012 2009 NEHRP Recommended Seismic Provisions: Design Examples, FEMA P-751. Chapter 12: Seismically Isolated Structures. Washington D.C. Federal Emergency Management Agency.

KORSWAGEN, Paul; ARIAS, Julio & HUARINGA, Pamela

2012 Análisis y diseño de estructuras con aisladores sísmicos en el Perú. Tesis de licenciatura con mención en ingeniería civil. Lima. Pontificia Universidad Católica del Perú.

MCCORMAC, Jack; BROWN, Russell

2011 Diseño de Concreto Reforzado. Octava edición con el Código ACI 318-08. México. Alfaomega Grupo Editor S.A.

MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO

2006 *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima, Perú.

MUÑOZ, Alejandro

2011 *Ingeniería Antisísmica*. Lima. Textos PUCP.

SAN BARTOLOMÉ, Ángel

1998 *Análisis de edificios*. Lima. Fondo editorial Pontificia Universidad Católica del Perú.

VILLAGÓMEZ, Diego

2016 Lineamientos para el análisis y diseño de edificaciones sísmicamente aisladas en el Perú. Tesis de maestría con mención en estructuras. Lima. Pontificia Universidad Católica del Perú.

WAKABAYASHI, Minoru; MARTÍNEZ Enrique

1990

Diseño de Estructuras Sismorresistentes. México.

7. Anexos

ANEXO 01: PLANOS EDIFICIO CONVENCIONAL

ANEXO 02: PLANOS EDIFICIO AISLADO

ANEXO 03: ANALISIS SISMICO Y RESULTADOS - EDIFICIO CONVENCIONAL

ANEXO 04: ANALISIS SISMICO Y RESULTADOS - EDIFICIO AISLADO

ANEXO 05: METRADOS Y PRESUPUESTO





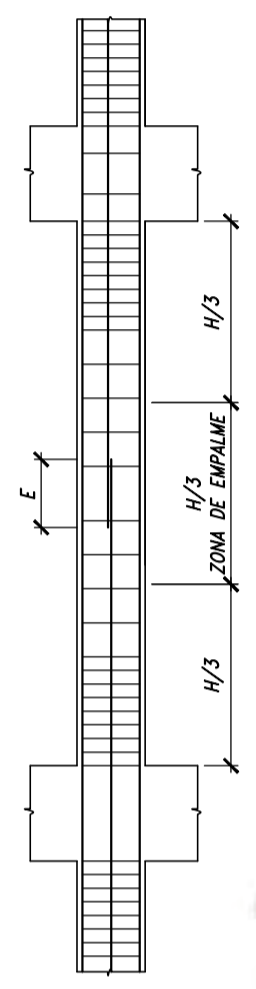
ANEXO 01

PLANOS EDIFICIO CONVENCIONAL

"EDIFICIO PARA AULAS - CONVENCIONAL"

RELACION DE PLANOS	
E-01	ESPECIFICACIONES TECNICAS + RELACION DE PLANOS
E-02	CIMENTACIÓN
E-03	CUADRO DE COLUMNAS Y PLACAS: PL-1 Y PL-2
E-04	PLACAS: PL-3 AL PL-6
E-05	ENCOFRADO SOTANO
E-06	ENCOFRADO PISO 1, 2, 3, 4 Y AZOTEA
E-07	ENCOFRADO TECHOS - VIGAS TECHO - DETALLES
E-08	VIGAS DE ENCOFRADO SOTANO
E-09	VIGAS DE ENCOFRADO 1 Y 4
E-10	VIGAS DE ENCOFRADO 2 Y 3
E-11	VIGAS DE ENCOFRADO AZOTEA
E-12	ESCALERA

EMPALMES EN COLUMNAS Y PLACAS LOCALIZACION Y LONGITUD

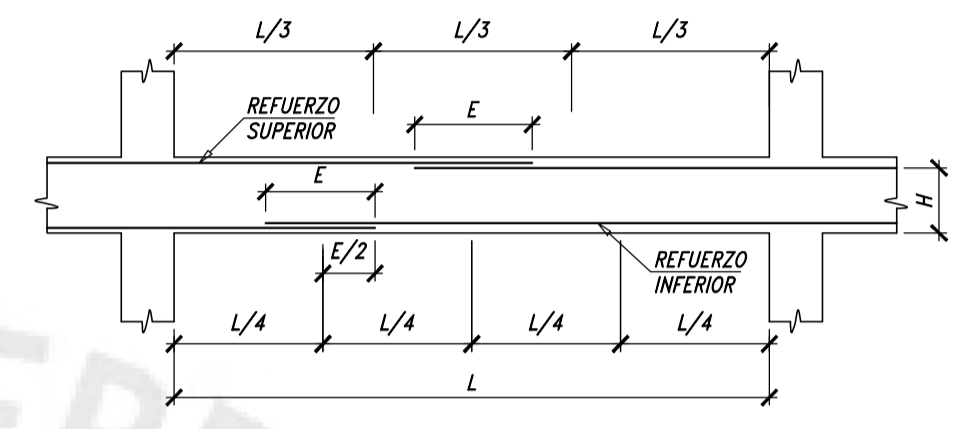


COLUMNAS		PLACAS	
VALORES DE E (cm)	f'c=kg/cm2	VALORES DE E (cm)	f'c=kg/cm2
3/8"	35	3/8"	35
1/2"	45	1/2"	45
5/8"	60	5/8"	60
3/4"	70	3/4"	70
1"	120	1"	120
1.3/8"	245	1.3/8"	245

NOTAS:

- REALIZAR LOS EMPALMES EN EL TERCIO CENTRAL DE LA ALTURA LIBRE DE LA COLUMNA.
- NO EMPALMAR MAS DEL 50% DEL AREA TOTAL EN UNA SECCION.
- EN CASO DE EXCEDER DEL PORCENTAJE ESPECIFICADO AUMENTAR LA LONGITUD DE EMPALME SEGUN EL DOCUMENTO DE ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL PROYECTO.
- EN CASO DE AUMENTAR MAS DEL 30% DEL AREA TOTAL DE UNA MISMA SECCION COLOCAR ESTRIBOS CENRRADOS A UN ESPACIAMIENTO MAXIMO DE 10cm. EN TODA LA LONGITUD DEL EMPALME.

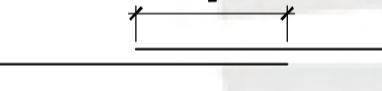
EMPALMES PARA VIGAS APOYADAS SOBRE COLUMNAS Y PLACAS LOCALIZACION Y LONGITUD



NOTAS:

- NO EMPALMAR MAS DEL 50% DEL AREA TOTAL DE UNA SECCION
- EN CASO DE NO EMPALMARSE EN LAS ZONAS INDICADAS O CON LOS PORCENTAJES ESPECIFICADOS AUMENTAR LA LONGITUD DE EMPALME EN UN 30% O CONSULTAR AL PROYECTISTA.
- COLOCAR ESTRIBOS ADICIONALES #3/8" Ø.10 EN TODA LA LONGITUD DEL EMPALME


EMPALMES EN MUROS Y OTROS ELEMENTOS



VALORES DE E (cm)	
#(pulg.)	f'c=kg/cm2
3/8"	35
1/2"	45
5/8"	60
3/4"	70
1"	125

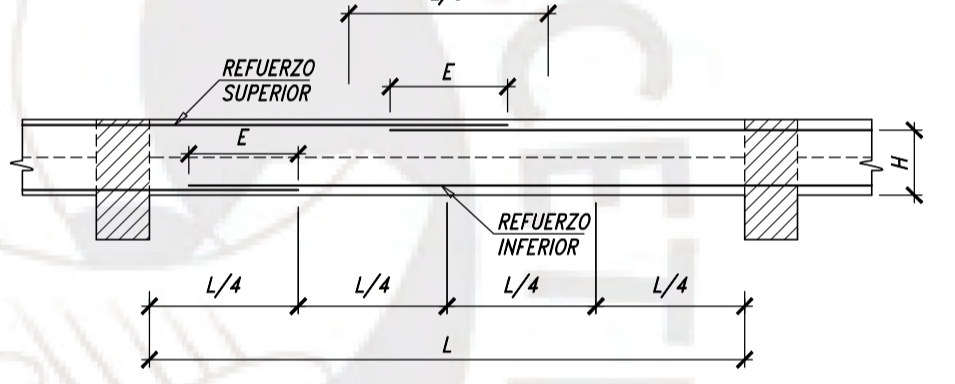
NOTA: NO EMPALMAR MAS DEL 50% DE AREA TOTAL EN UNA SECCION

DETALLE TIPICO DE ESTRIBOS



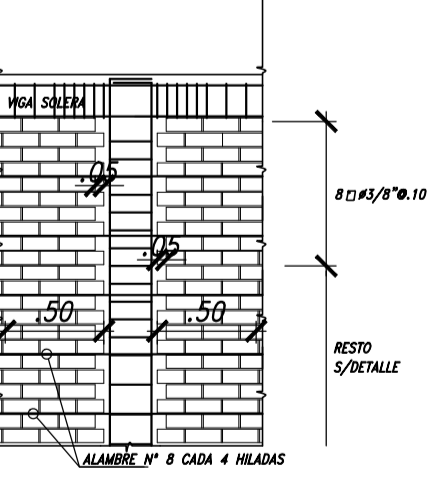
#(pulg.)	A	R (min.)
6mm	80mm	15mm
3/8"	100mm	20mm
1/2"	130mm	25mm

EMPALMES PARA VIGAS APOYADAS SOBRE VIGAS, VIGUETAS, LOSAS Y ESCALERAS LOCALIZACION Y LONGITUD

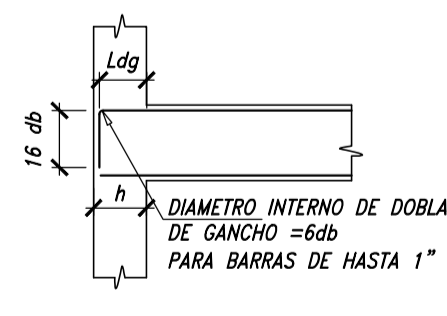


VALORES DE E (cm) EN VIGAS Y VIGUETAS			VALORES DE E (cm) LOSAS Y ESCALERAS		
f'c=kg/cm2	Refuerzo INFERIOR	SUPERIOR	f'c=kg/cm2	Refuerzo INFERIOR Y SUPERIOR	
210	45	45	210	45	
	60	60		60	
	75	75		70	
	90	90		80	
	145	145			

DETALLE DE DE AMARRE DE COLUMNETAS EN ALBAÑILERIA



DETALLE DE LONGITUDES DE GANCHOS ESTANDAR EN EXTREMOS DE VIGAS



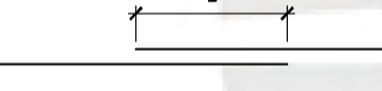
LONGITUD DE GANCHOS EN VIGAS Y VIGUETAS		
BARRA	db (cm)	Ldg (cm)
8mm	0.80	20
3/8"	0.95	25
1/2"	1.27	30
5/8"	1.59	35
3/4"	1.91	45
1"	2.54	60

DIAMETRO INTERNO DE DOBLA DE GANCHO = dbd PARA BARRAS DE HASTA 1"

PARAMETROS SISMORRESISTENTES

- SISTEMA ESTRUCTURAL SISMO-RESISTENTE**
MUIROS ESTRUCTURALES (EN EJE "X")
MUIROS ESTRUCTURALES (EN EJE "Y")
- PERIDO FUNDAMENTAL DE VIBRACION**
T=0.208 s (EN EJE "X")
T=0.360 s (EN EJE "Y")
- PARAMETROS PARA DEFINIR FUERZA SISMICA O ESPECTRO DE DISEÑO**
- FACTOR DE ZONA (ZONA 4) : Z=0.45g
- FACTOR DE SUELO (TIPO S1) : S=1.00, T_p(S)=0.40"
- FACTOR DE CATEGORIA (CAT. A) : U=1.50
- COEFICIENTE BASICO DE REDUCCION: R_o=6
- FACTOR DE REDUCCION R : R=6.00 (Regular)
- FUERZA CORTANTE EN LA BASE**
V=1105.73 TON (EN EJE "X")
V=1105.73 TON (EN EJE "Y")
- DESPLAZAMIENTO MAXIMO DEL ULTIMO NIVEL Y MAXIMO RELATIVO AL ENTREPIISO**
- ULTIMO NIVEL: du = 11.06 cm.
- MAXIMO DE ENTREPIISO: de/h = 0.0062
- JUNTA SISMICA** = 8 cm.
- IRREGULARIDADES**
- NO EXISTE IRREGULARIDAD EN ALTURA I_o
- NO EXISTE IRREGULARIDAD EN PLANTA I_p


EMPALMES EN MUROS Y OTROS ELEMENTOS



VALORES DE E (cm)	
#(pulg.)	f'c=kg/cm2
3/8"	35
1/2"	45
5/8"	60
3/4"	70
1"	125

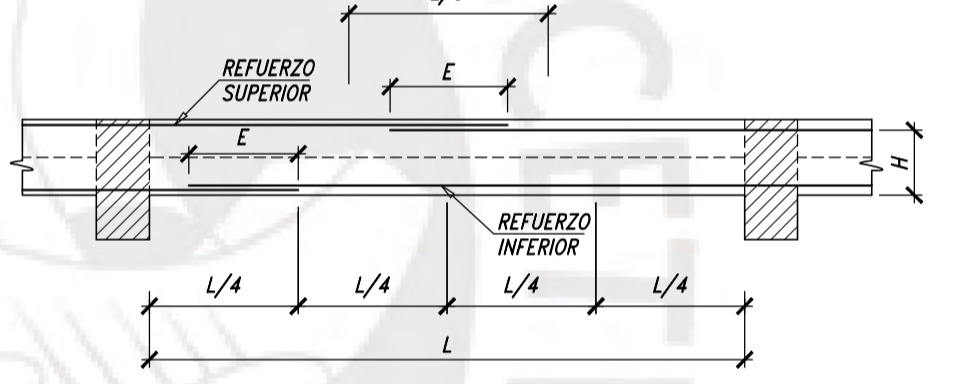
NOTA: NO EMPALMAR MAS DEL 50% DE AREA TOTAL EN UNA SECCION

DETALLE TIPICO DE ESTRIBOS



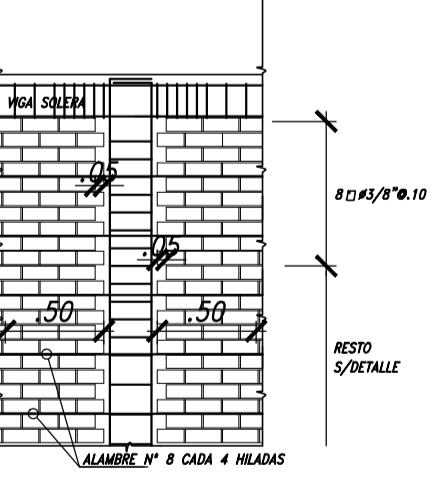
#(pulg.)	A	R (min.)
6mm	80mm	15mm
3/8"	100mm	20mm
1/2"	130mm	25mm

EMPALMES PARA VIGAS APOYADAS SOBRE VIGAS, VIGUETAS, LOSAS Y ESCALERAS LOCALIZACION Y LONGITUD

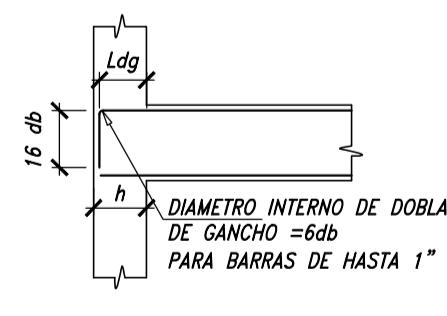


VALORES DE E (cm) EN VIGAS Y VIGUETAS			VALORES DE E (cm) LOSAS Y ESCALERAS		
f'c=kg/cm2	Refuerzo INFERIOR	SUPERIOR	f'c=kg/cm2	Refuerzo INFERIOR Y SUPERIOR	
210	45	45	210	45	
	60	60		60	
	75	75		70	
	90	90		80	
	145	145			

DETALLE DE DE AMARRE DE COLUMNETAS EN ALBAÑILERIA



DETALLE DE LONGITUDES DE GANCHOS ESTANDAR EN EXTREMOS DE VIGAS



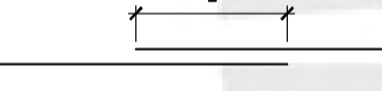
LONGITUD DE GANCHOS EN VIGAS Y VIGUETAS		
BARRA	db (cm)	Ldg (cm)
8mm	0.80	20
3/8"	0.95	25
1/2"	1.27	30
5/8"	1.59	35
3/4"	1.91	45
1"	2.54	60

DIAMETRO INTERNO DE DOBLA DE GANCHO = dbd PARA BARRAS DE HASTA 1"

PARAMETROS SISMORRESISTENTES

- SISTEMA ESTRUCTURAL SISMO-RESISTENTE**
MUIROS ESTRUCTURALES (EN EJE "X")
MUIROS ESTRUCTURALES (EN EJE "Y")
- PERIDO FUNDAMENTAL DE VIBRACION**
T=0.208 s (EN EJE "X")
T=0.360 s (EN EJE "Y")
- PARAMETROS PARA DEFINIR FUERZA SISMICA O ESPECTRO DE DISEÑO**
- FACTOR DE ZONA (ZONA 4) : Z=0.45g
- FACTOR DE SUELO (TIPO S1) : S=1.00, T_p(S)=0.40"
- FACTOR DE CATEGORIA (CAT. A) : U=1.50
- COEFICIENTE BASICO DE REDUCCION: R_o=6
- FACTOR DE REDUCCION R : R=6.00 (Regular)
- FUERZA CORTANTE EN LA BASE**
V=1105.73 TON (EN EJE "X")
V=1105.73 TON (EN EJE "Y")
- DESPLAZAMIENTO MAXIMO DEL ULTIMO NIVEL Y MAXIMO RELATIVO AL ENTREPIISO**
- ULTIMO NIVEL: du = 11.06 cm.
- MAXIMO DE ENTREPIISO: de/h = 0.0062
- JUNTA SISMICA** = 8 cm.
- IRREGULARIDADES**
- NO EXISTE IRREGULARIDAD EN ALTURA I_o
- NO EXISTE IRREGULARIDAD EN PLANTA I_p


EMPALMES EN MUROS Y OTROS ELEMENTOS



VALORES DE E (cm)	
#(pulg.)	f'c=kg/cm2
3/8"	35
1/2"	45
5/8"	60
3/4"	70
1"	125

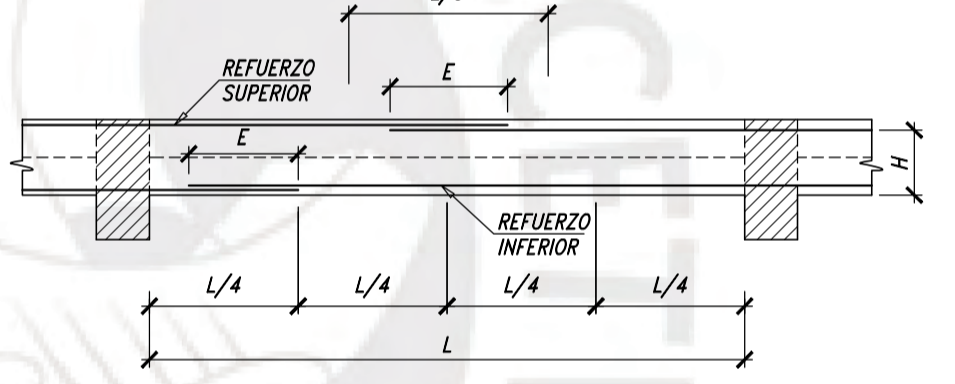
NOTA: NO EMPALMAR MAS DEL 50% DE AREA TOTAL EN UNA SECCION

DETALLE TIPICO DE ESTRIBOS



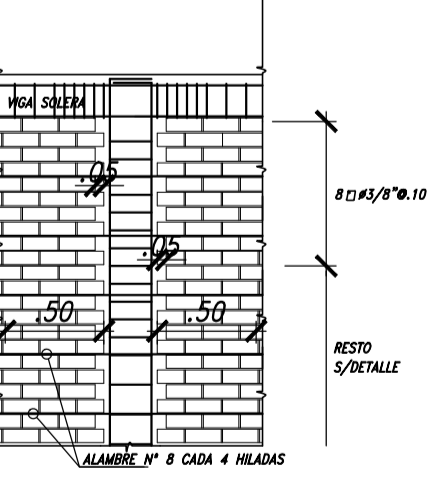
#(pulg.)	A	R (min.)
6mm	80mm	15mm
3/8"	100mm	20mm
1/2"	130mm	25mm

EMPALMES PARA VIGAS APOYADAS SOBRE VIGAS, VIGUETAS, LOSAS Y ESCALERAS LOCALIZACION Y LONGITUD



VALORES DE E (cm) EN VIGAS Y VIGUETAS			VALORES DE E (cm) LOSAS Y ESCALERAS		
f'c=kg/cm2	Refuerzo INFERIOR	SUPERIOR	f'c=kg/cm2	Refuerzo INFERIOR Y SUPERIOR	
210	45	45	210	45	
	60	60		60	
	75	75		70	
	90	90		80	
	145	145			

DETALLE DE DE AMARRE DE COLUMNETAS EN ALBAÑILERIA



ESPECIFICACIONES TECNICAS

f'c = 210 Kg/cm²
(ZAPATAS, PLACAS, COLUMNAS, MUROS DE CONTENCION, VIGAS PERALTADAS, VIGAS CHATAS, LOSAS ALIGERADAS, COLUMNAS DE AMARRE, VIGAS SOLERAS).

f_y = 4200 Kg/cm²

CEMENTO TIPO I: ESTRUCTURAS EN CONTACTO CON TERRENO
CEMENTO TIPO I: RESTO DE ESTRUCTURAS

ALBAÑILERIA:
Unidades de Arcilla Sólidas
% de perforaciones < 25%
Tipo IV
f'c = 145 Kg/cm²
Mortero P2, espesor máximo = 1.5 cms.
f'm = 65 Kg/cm²

RECUBRIMIENTOS

ZAPATAS Y CIMENTOS	7 cm.
MUROS DE CONTENCION	5 cm.
COLUMNAS, COLUMNAS DE AMARRE Y VIGAS PERALTADAS	4 cm.
ALIGERADOS, LOSAS MACIZAS, VIGAS CHATAS Y VIGAS SOLERAS	2 cm.
PLACAS	2 cm.

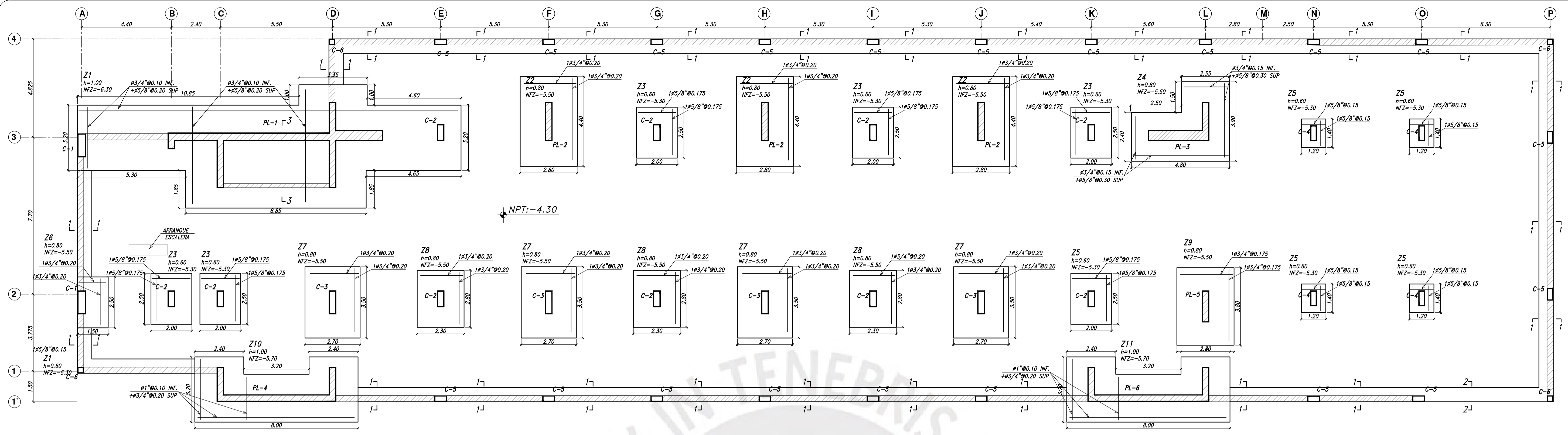
PARAMETROS SISMORRESISTENTES

- SISTEMA ESTRUCTURAL SISMO-RESISTENTE**
MUIROS ESTRUCTURALES (EN EJE "X")
MUIROS ESTRUCTURALES (EN EJE "Y")
- PERIDO FUNDAMENTAL DE VIBRACION**
T=0.208 s (EN EJE "X")
T=0.360 s (EN EJE "Y")
- PARAMETROS PARA DEFINIR FUERZA SISMICA O ESPECTRO DE DISEÑO**
- FACTOR DE ZONA (ZONA 4) : Z=0.45g
- FACTOR DE SUELO (TIPO S1) : S=1.00, T_p(S)=0.40"
- FACTOR DE CATEGORIA (CAT. A) : U=1.50
- COEFICIENTE BASICO DE REDUCCION: R_o=6
- FACTOR DE REDUCCION R : R=6.00 (Regular)
- FUERZA CORTANTE EN LA BASE**
V=1105.73 TON (EN EJE "X")
V=1105.73 TON (EN EJE "Y")
- DESPLAZAMIENTO MAXIMO DEL ULTIMO NIVEL Y MAXIMO RELATIVO AL ENTREPIISO**
- ULTIMO NIVEL: du = 11.06 cm.
- MAXIMO DE ENTREPIISO: de/h = 0.0062
- JUNTA SISMICA** = 8 cm.
- IRREGULARIDADES**
- NO EXISTE IRREGULARIDAD EN ALTURA I_o
- NO EXISTE IRREGULARIDAD EN PLANTA I_p

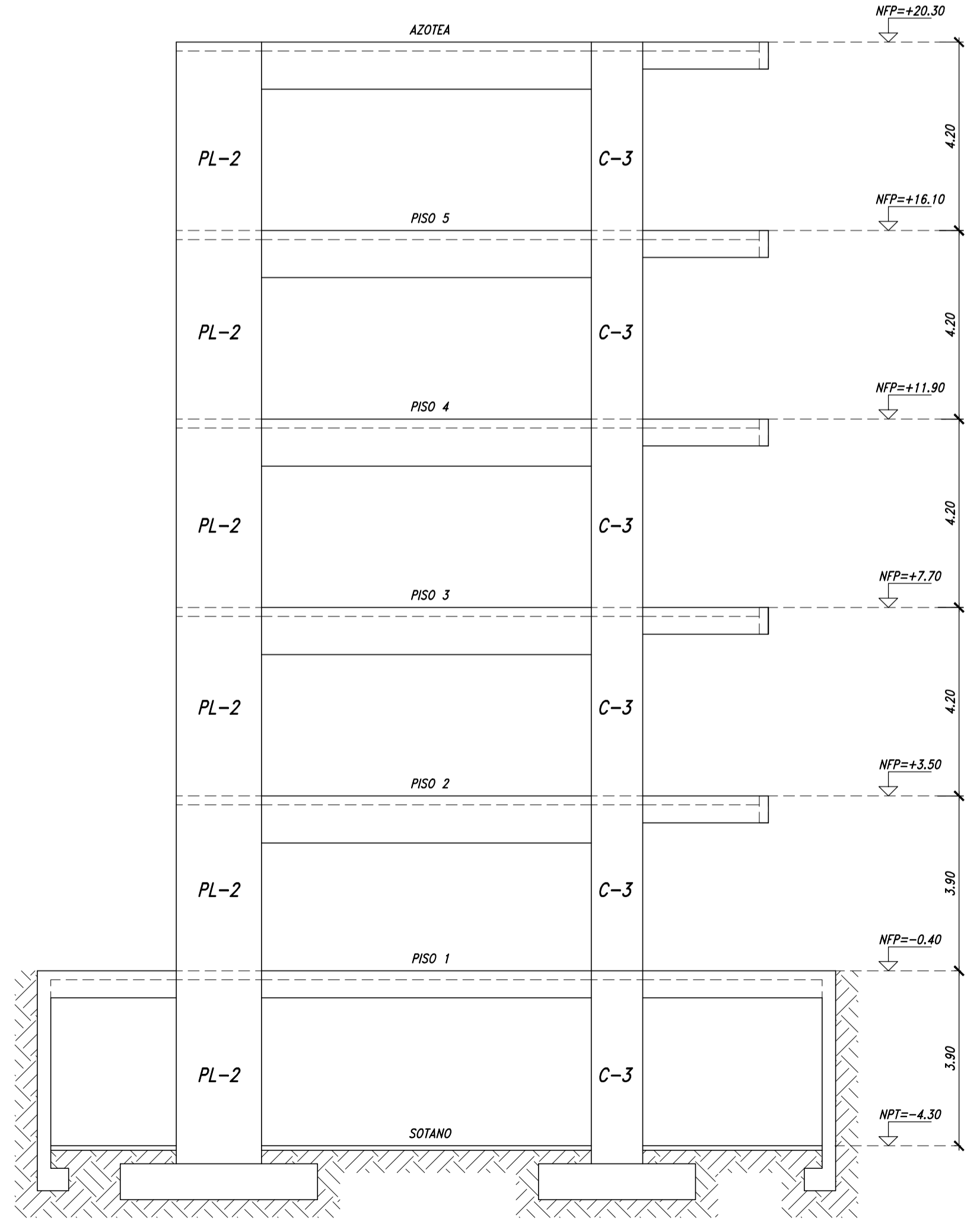
PARAMETRO DE SUELO

- PRESION ADMISIBLE: q_{ad} = 4.00 Kg/cm²
- PROFUNDIDAD DE CIMENTACION: Df = -1.00 m.

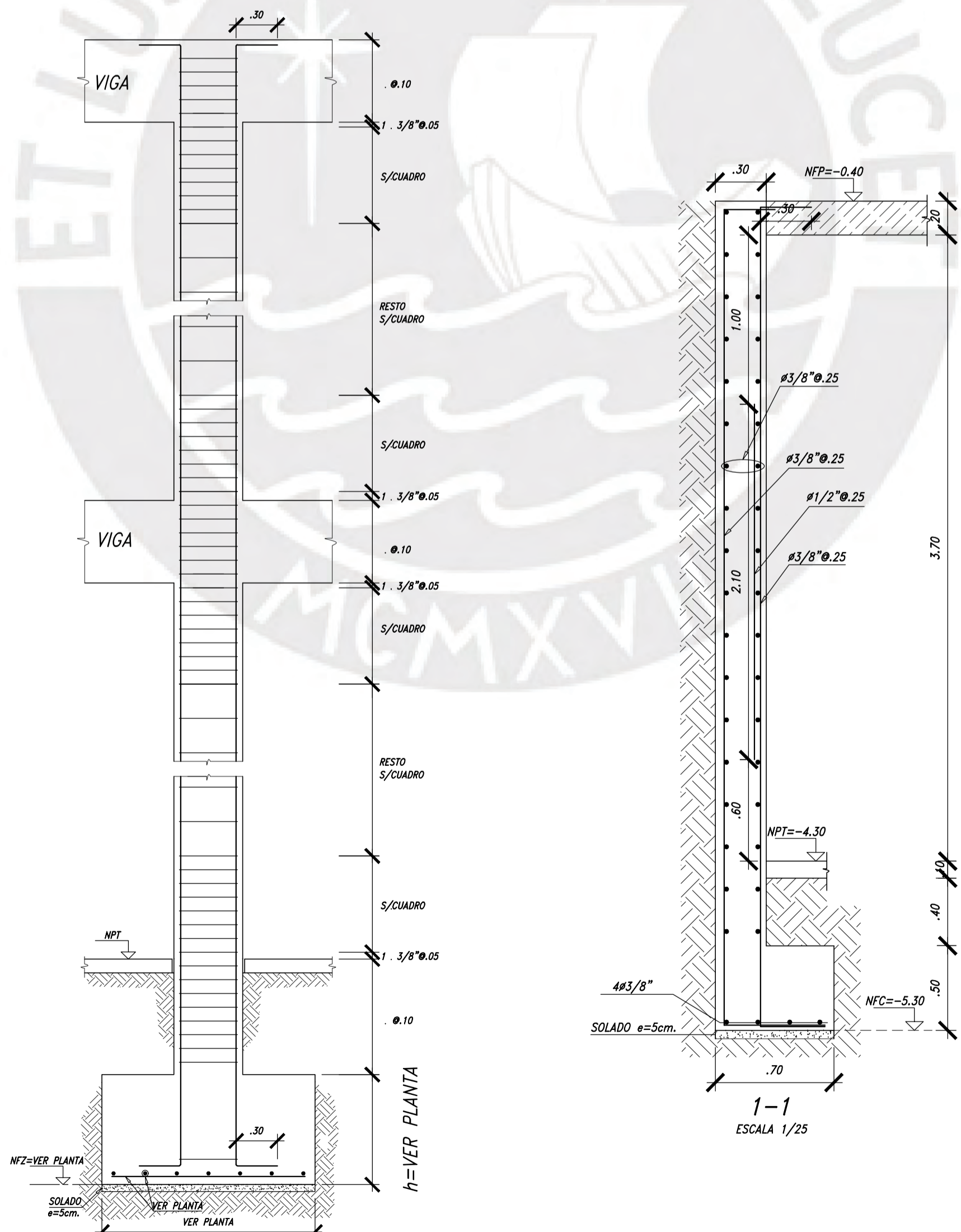
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU				
PROPIEDAD:	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL	ESCALA:	INDICADA	LAMINA
PROYECTO:	EDIFICIO PARA AULAS-CONVECCIONAL	DIBUJO:	LC&GL	E-01
PLANO:	ESPECIFICACIONES TECNICAS Y RELACION DE PLANOS	FECHA:	NOVIEMBRE 2020	
ESPECIALIDAD:	PROFESIONAL RESPONSABLE:	ESCALA:	DIBUJO:	FECHA:
ESTRUCTURAS	LUIS CANO Y GERSON LIBERATO	INDICADA	LC&GL	NOVIEMBRE 2020



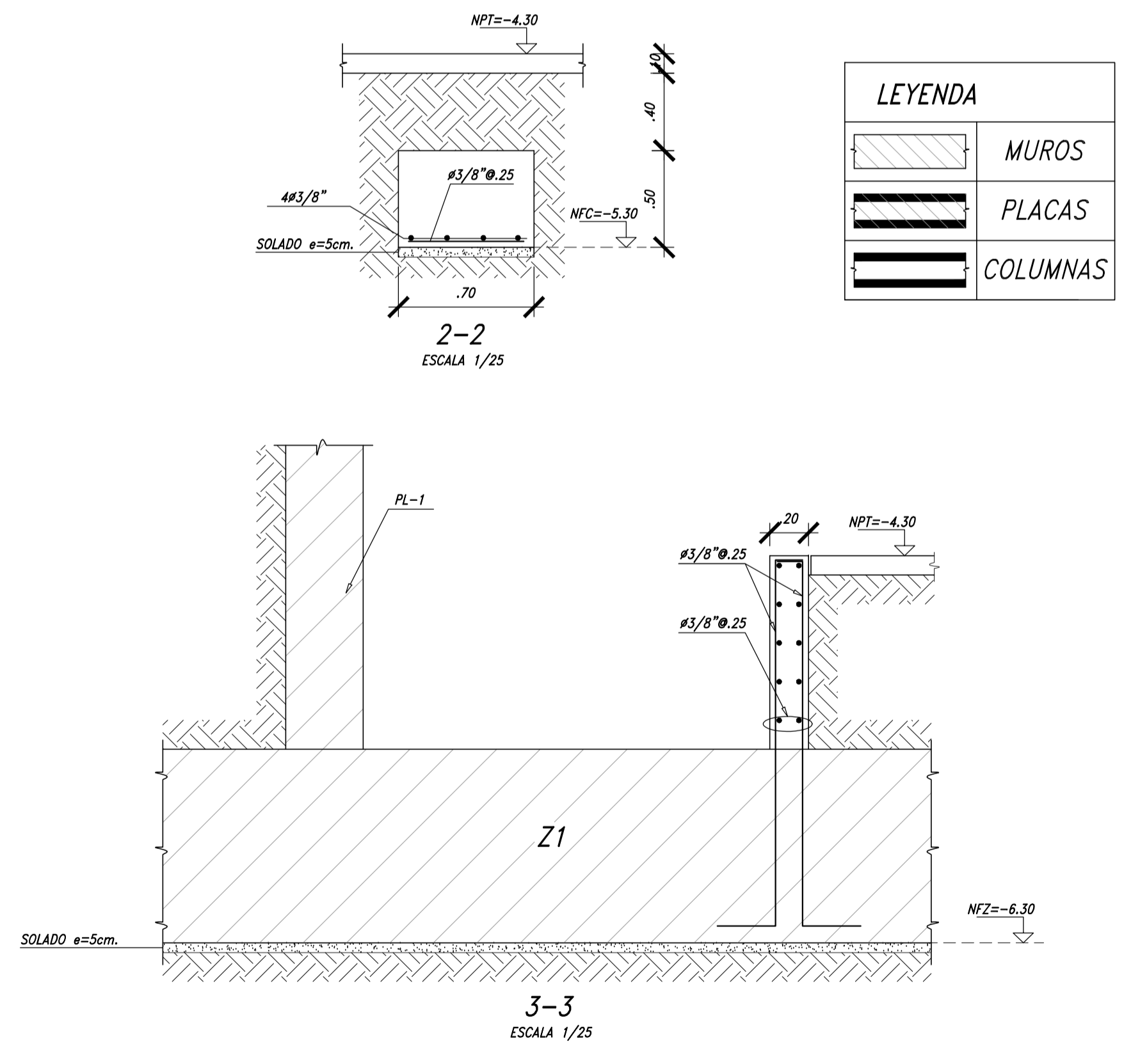
PLANTA DE CIMENTACION
ESCALA 1/100



ELEVACION EJE F
ESCALA 1/100

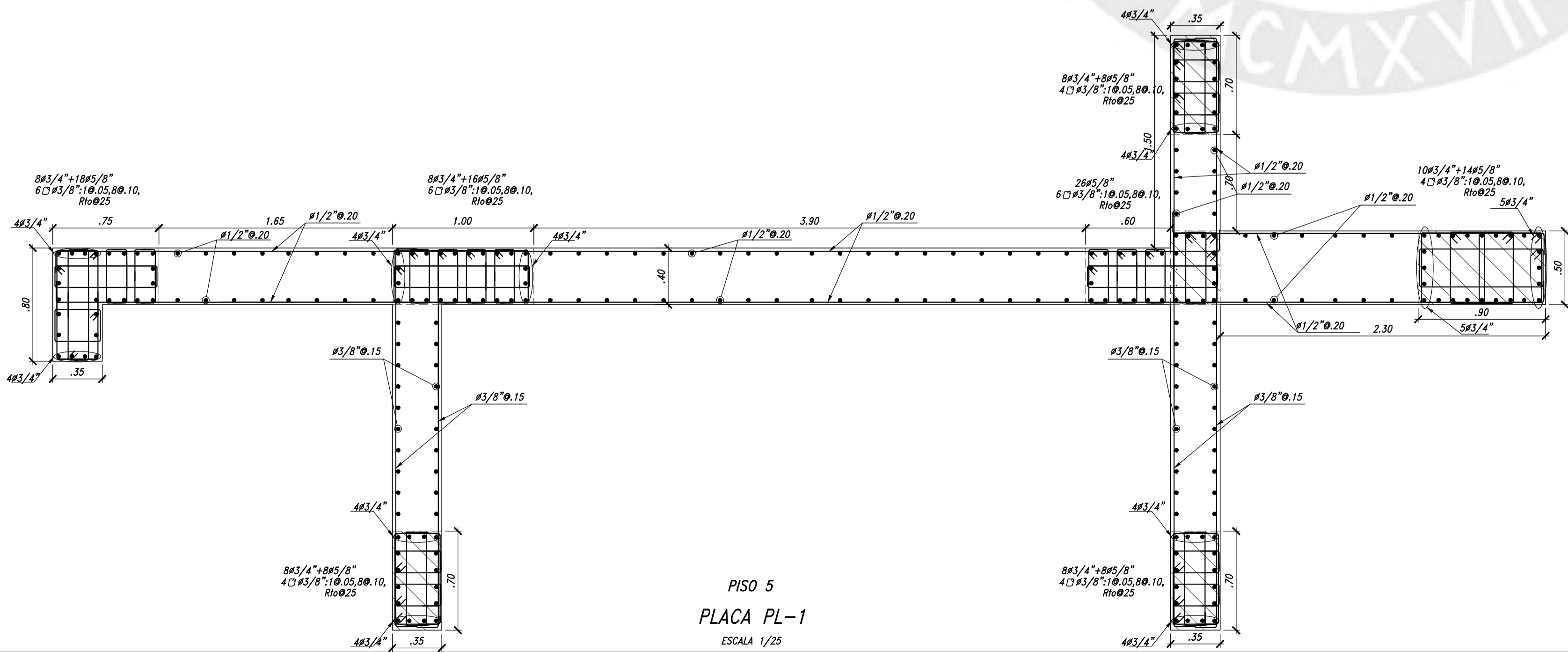
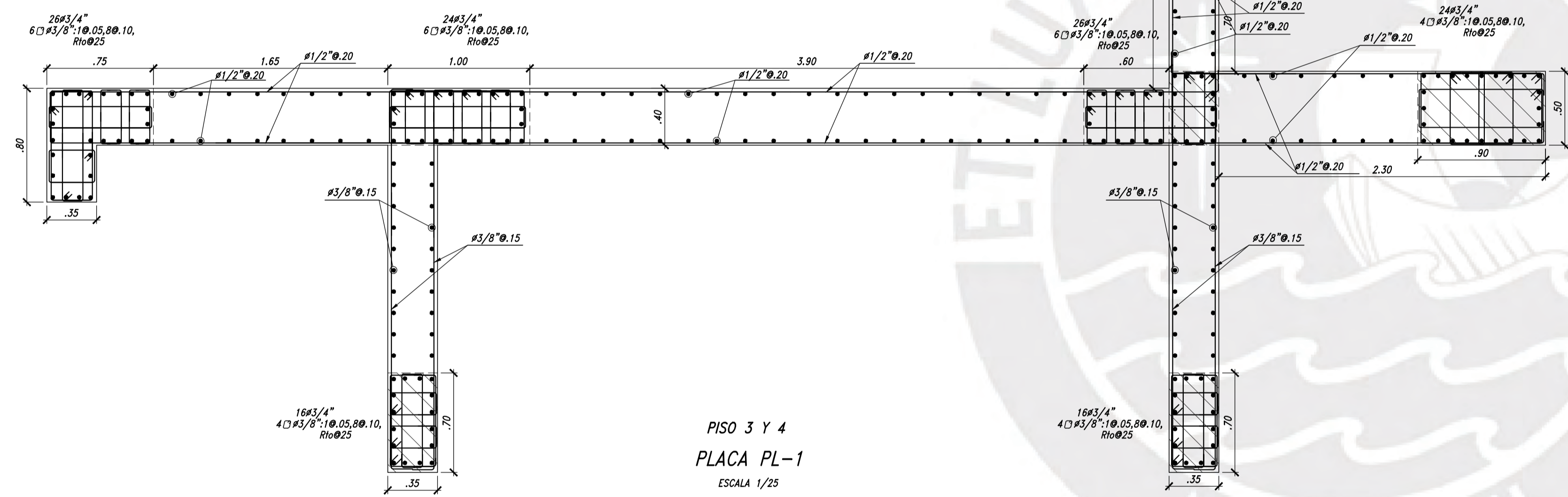
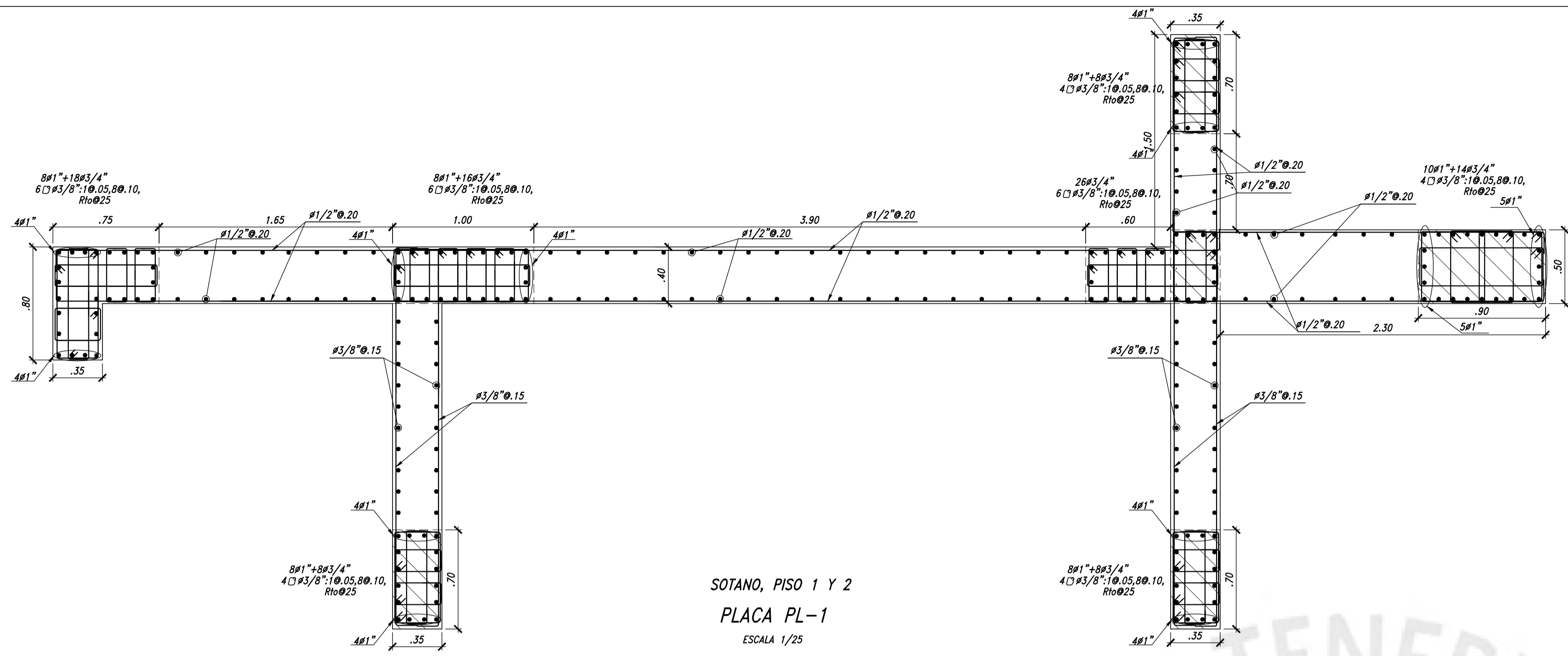


ELEVACION DE COLUMNA Y ZAPATA TIPICA
ESCALA 1/25



LEYENDA	
	MUROS
	PLACAS
	COLUMNAS

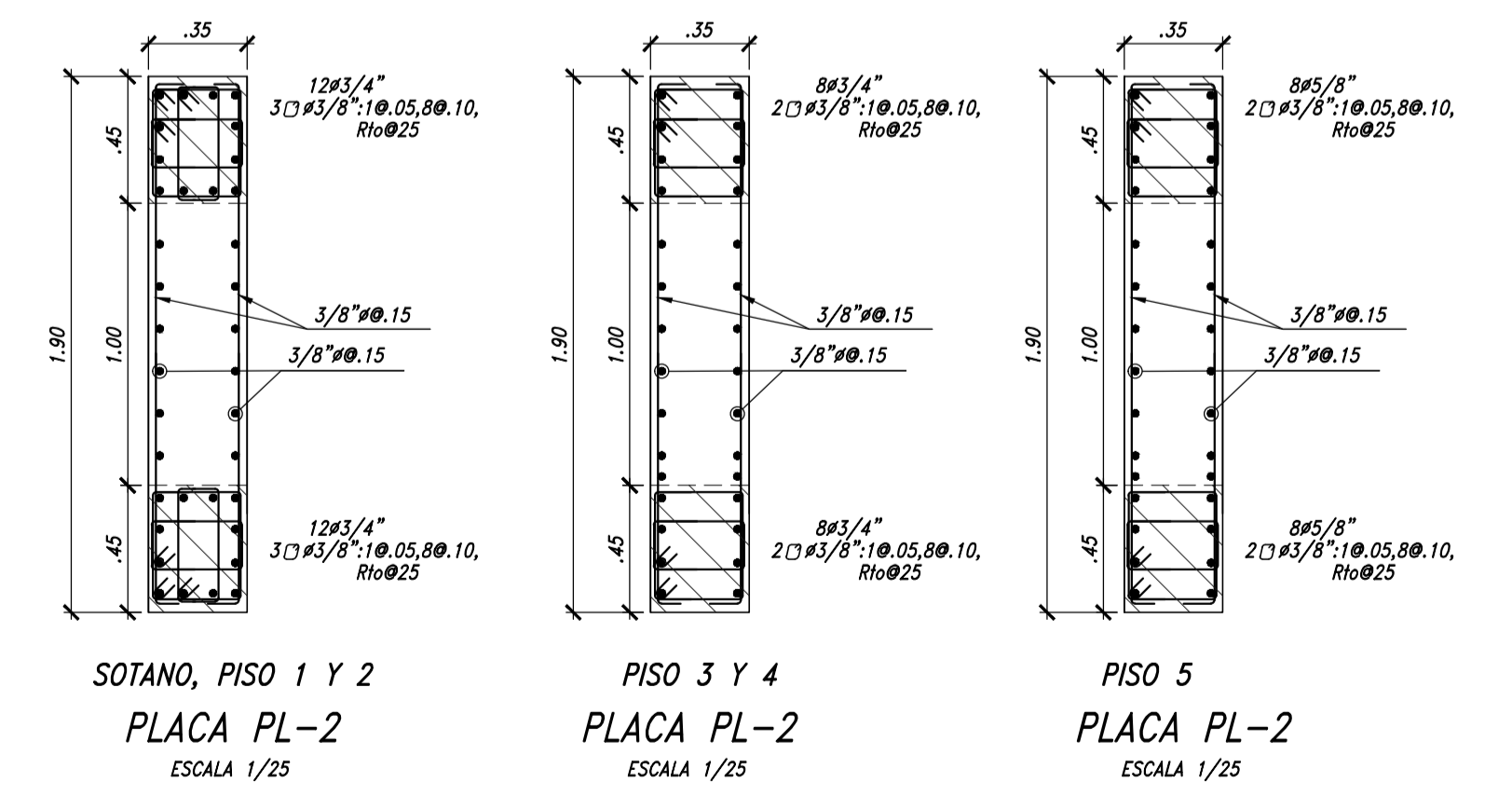
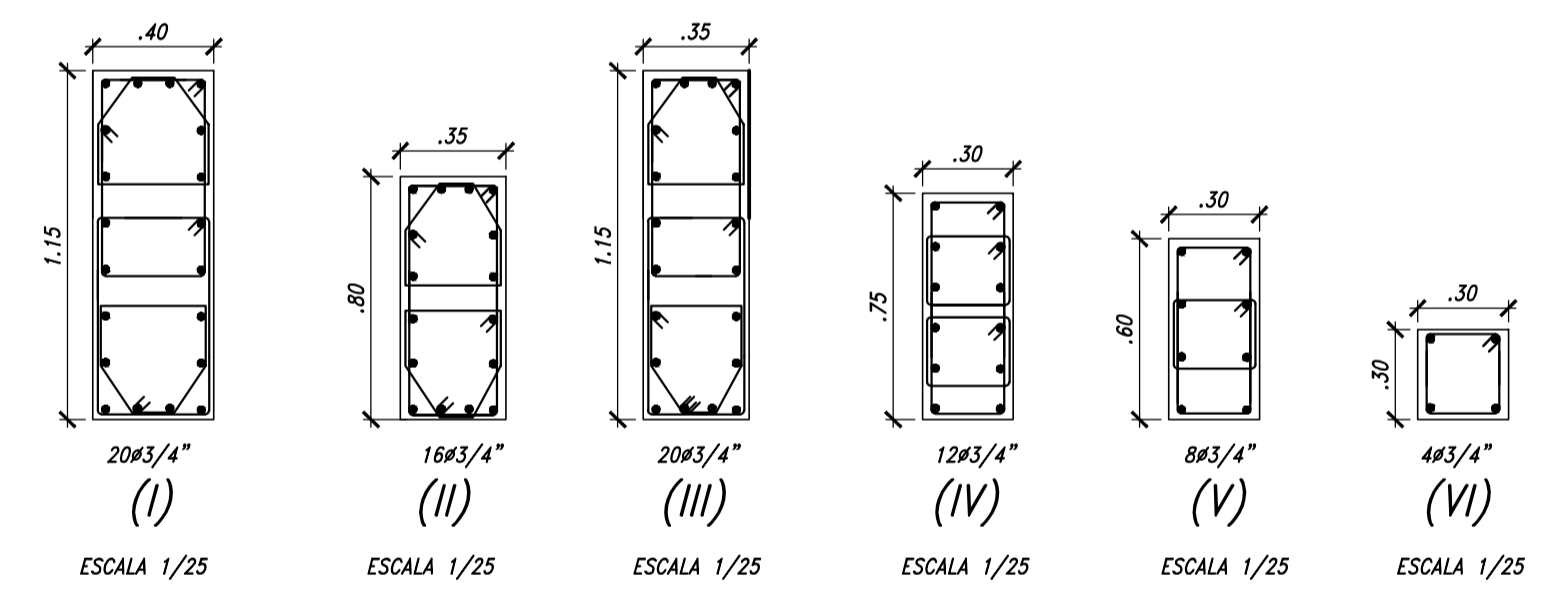
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU			
PROPIEDAD:	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL	LAMINA	
PROYECTO:	EDIFICIO PARA AULAS-CONVECCIONAL	E-02	
PLANO:	PLANTA DE CIMENTACION		
ESPECIALIDAD:	PROFESIONAL RESPONSABLE:	ESCALA:	DIBUJO:
ESTRUCTURAS	LUIS CANO Y GERSON LIBERATO	INDICADA	LC&GL
		FECHA:	NOVIEMBRE 2020



CUADRO DE COLUMNAS

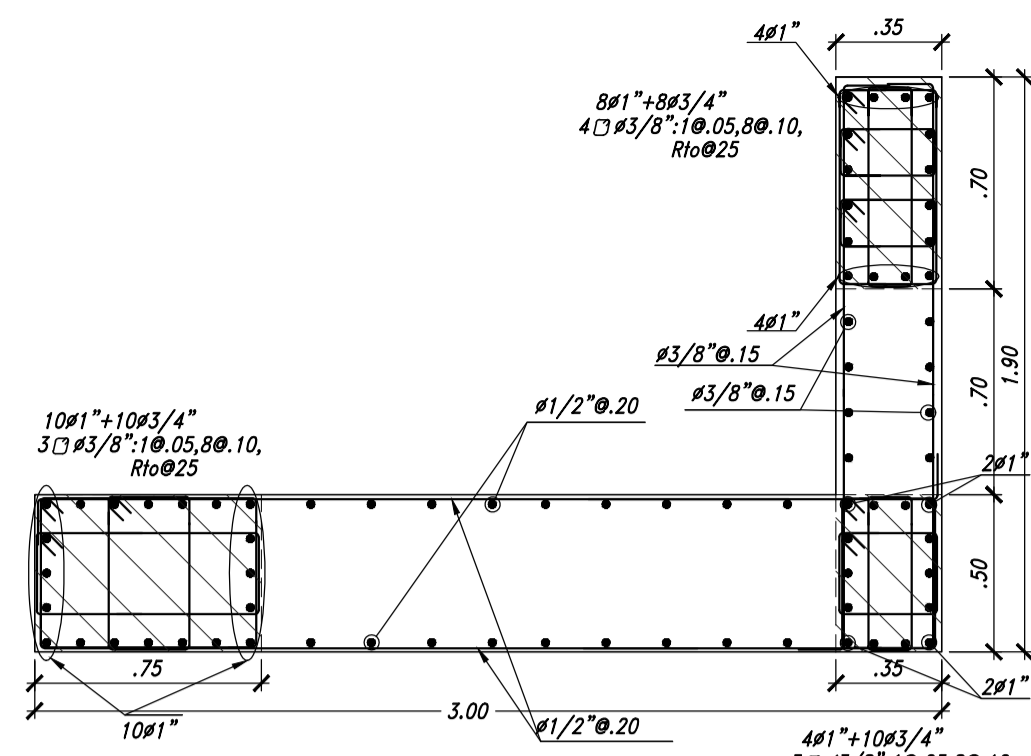
NIVEL	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6
SÓTANO	20x3/4" 5 ∅#3/8", 100.05, 120.10, Rsto ∅.20 (I)	16x3/4" 4 ∅#3/8", 100.05, 80.10, 80.15 Rsto ∅.25 (II)	20x3/4" 5 ∅#3/8", 100.05, 120.10, Rsto ∅.20 (III)	12x3/4" 3 ∅#3/8", 100.05, 80.10, 80.15 Rsto ∅.25 (IV)	8x3/4" 2 ∅#3/8", 100.05, 80.10, 80.15 Rsto ∅.25 (V)	4x3/4" ∅#3/8", 100.05, 80.10, 80.15 Rsto ∅.25 (VI)
1° PISO	20x3/4" 5 ∅#3/8", 100.05, 120.10, Rsto ∅.20 (I)	16x3/4" 4 ∅#3/8", 100.05, 80.10, 80.15 Rsto ∅.25 (II)	20x3/4" 5 ∅#3/8", 100.05, 120.10, Rsto ∅.20 (III)			
2° PISO	20x3/4" 5 ∅#3/8", 100.05, 120.10, Rsto ∅.20 (I)	16x3/4" 4 ∅#3/8", 100.05, 80.10, 80.15 Rsto ∅.25 (II)	20x3/4" 5 ∅#3/8", 100.05, 120.10, Rsto ∅.20 (III)			
3° PISO	20x3/4" 5 ∅#3/8", 100.05, 120.10, Rsto ∅.20 (I)	16x3/4" 4 ∅#3/8", 100.05, 80.10, 80.15 Rsto ∅.25 (II)	20x3/4" 5 ∅#3/8", 100.05, 120.10, Rsto ∅.20 (III)			
4° PISO	20x3/4" 5 ∅#3/8", 100.05, 120.10, Rsto ∅.20 (I)	16x3/4" 4 ∅#3/8", 100.05, 80.10, 80.15 Rsto ∅.25 (II)	20x3/4" 5 ∅#3/8", 100.05, 120.10, Rsto ∅.20 (III)			
5° PISO	20x3/4" 5 ∅#3/8", 100.05, 120.10, Rsto ∅.20 (I)	16x3/4" 4 ∅#3/8", 100.05, 80.10, 80.15 Rsto ∅.25 (II)	20x3/4" 5 ∅#3/8", 100.05, 120.10, Rsto ∅.20 (III)			

NOTA: LOS NUMEROS ENTRE PARENTESIS INDICAN LA CLAVE PARA LA DISTRIBUCION DE LOS ØS Y ESTRIBOS

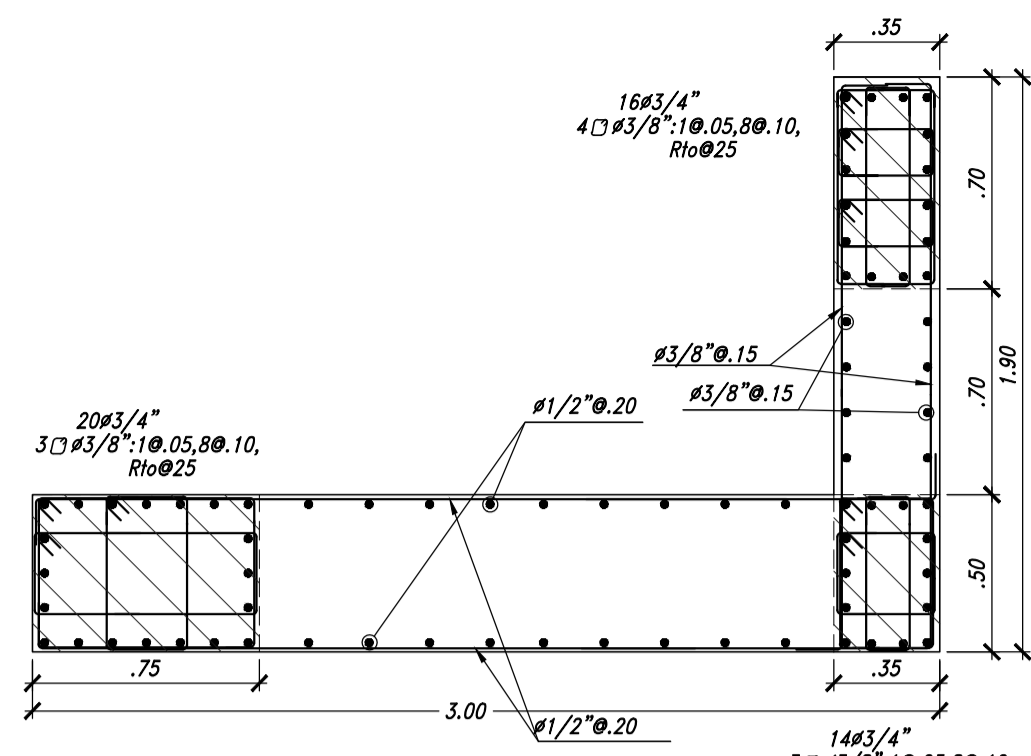


PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

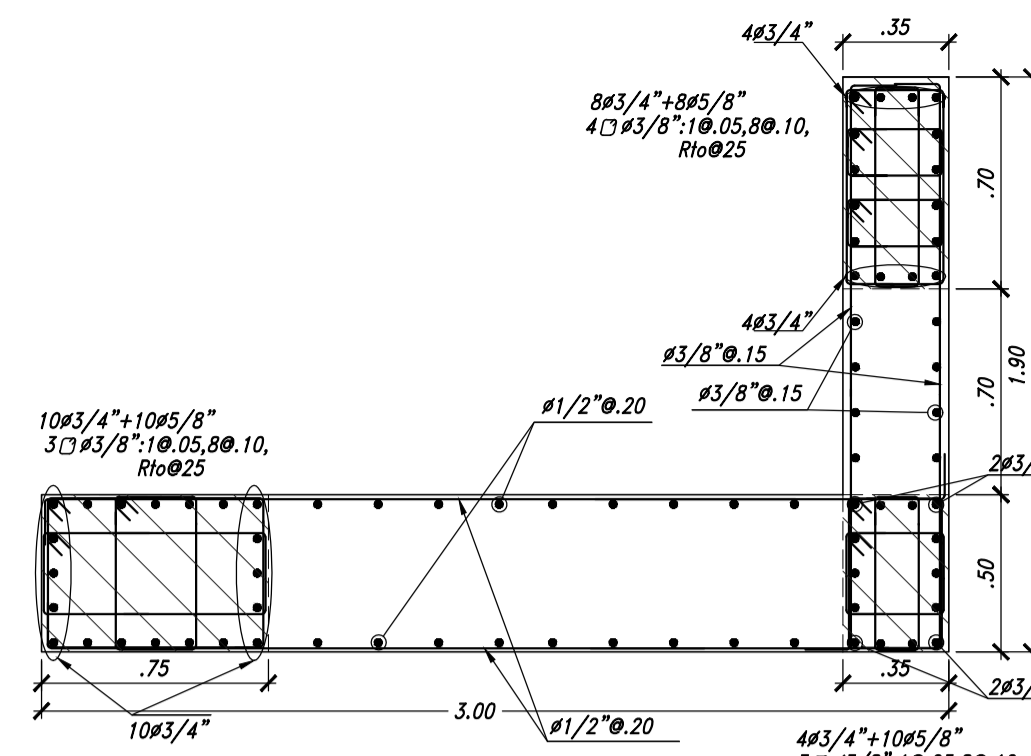
PROPIEDAD:	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		LAMINA
PROYECTO:	EDIFICIO PARA AULAS-CONVECCIONAL		E-03
PLANO:	CUADRO DE COLUMNAS Y PLACAS: PL-1 Y PL-2		
ESPECIALIDAD:	PROFESIONAL RESPONSABLE:	ESCALA:	DIBUJO:
ESTRUCTURAS	LUIS CANO Y GERSON LIBERATO	1/25	LC&GL
		FECHA:	NOVIEMBRE 2020



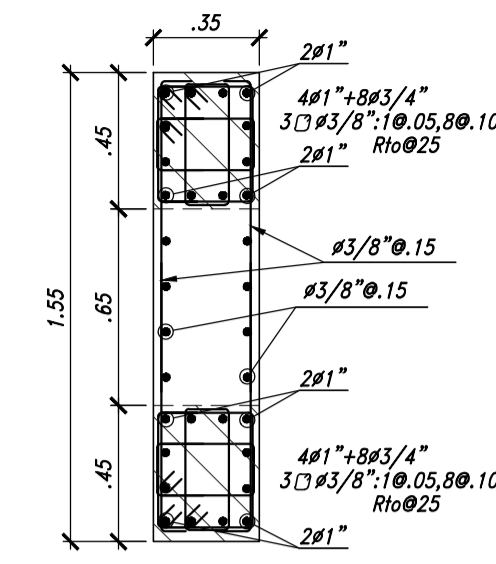
SOTANO, PISO 1 Y 2
PLACA PL-3
ESCALA 1/25



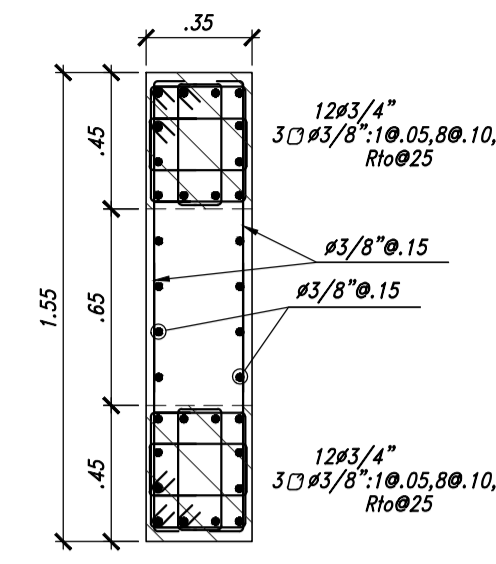
PISO 3 Y 4
PLACA PL-3
ESCALA 1/25



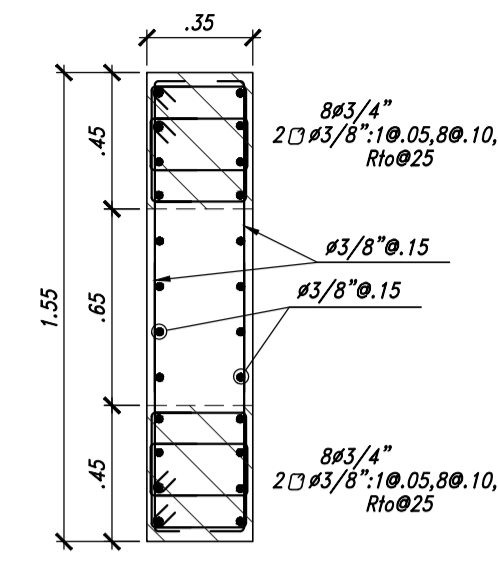
PISO 5
PLACA PL-3
ESCALA 1/25



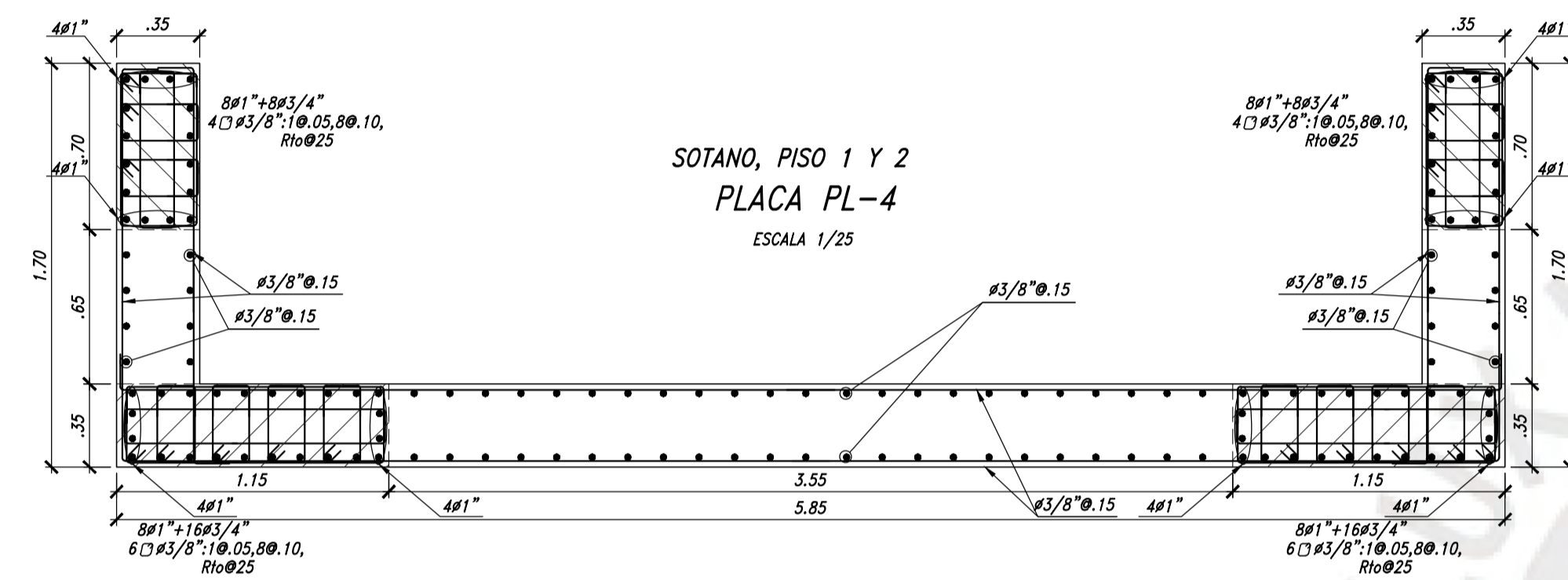
SOTANO, PISO 1 Y 2
PLACA PL-5
ESCALA 1/25



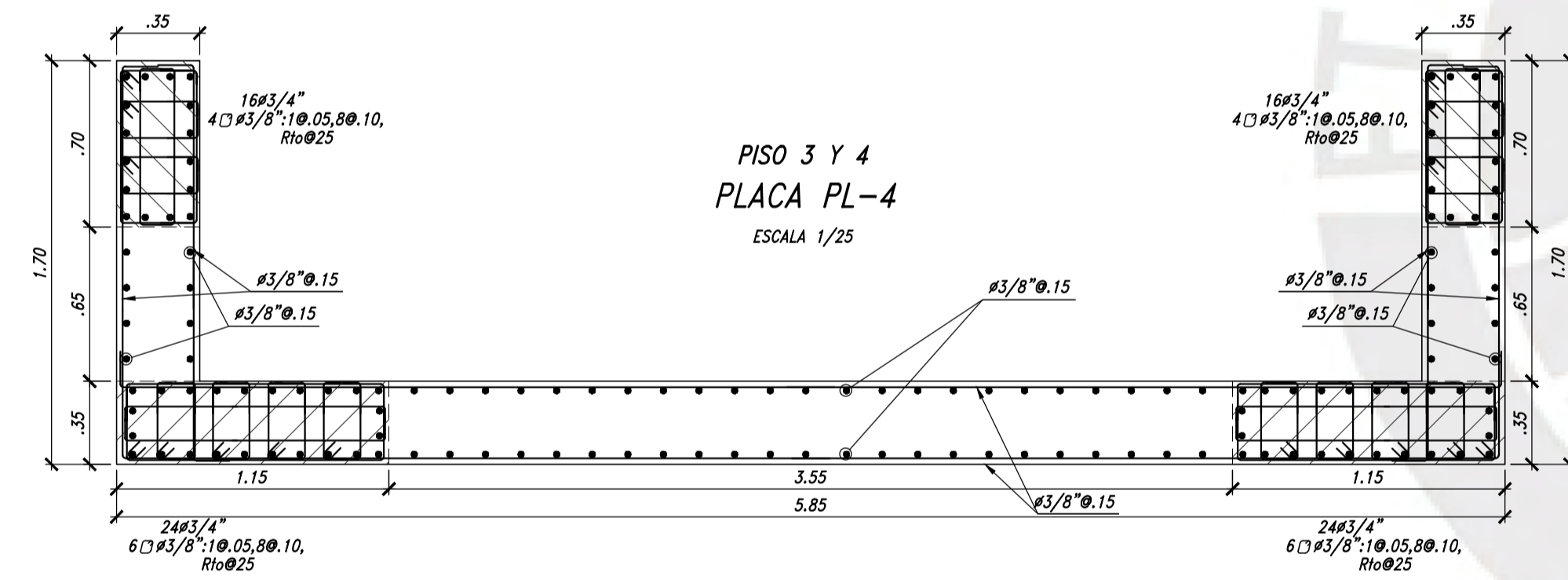
PISO 3 Y 4
PLACA PL-5
ESCALA 1/25



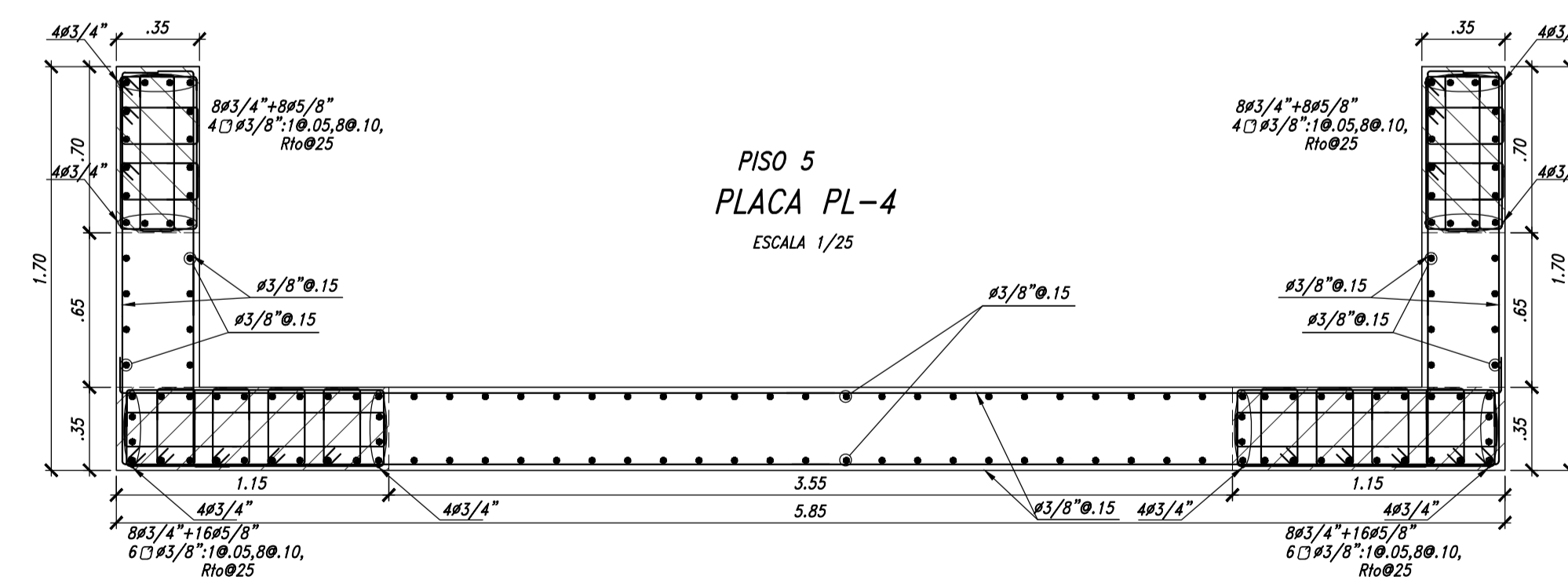
PISO 5
PLACA PL-5
ESCALA 1/25



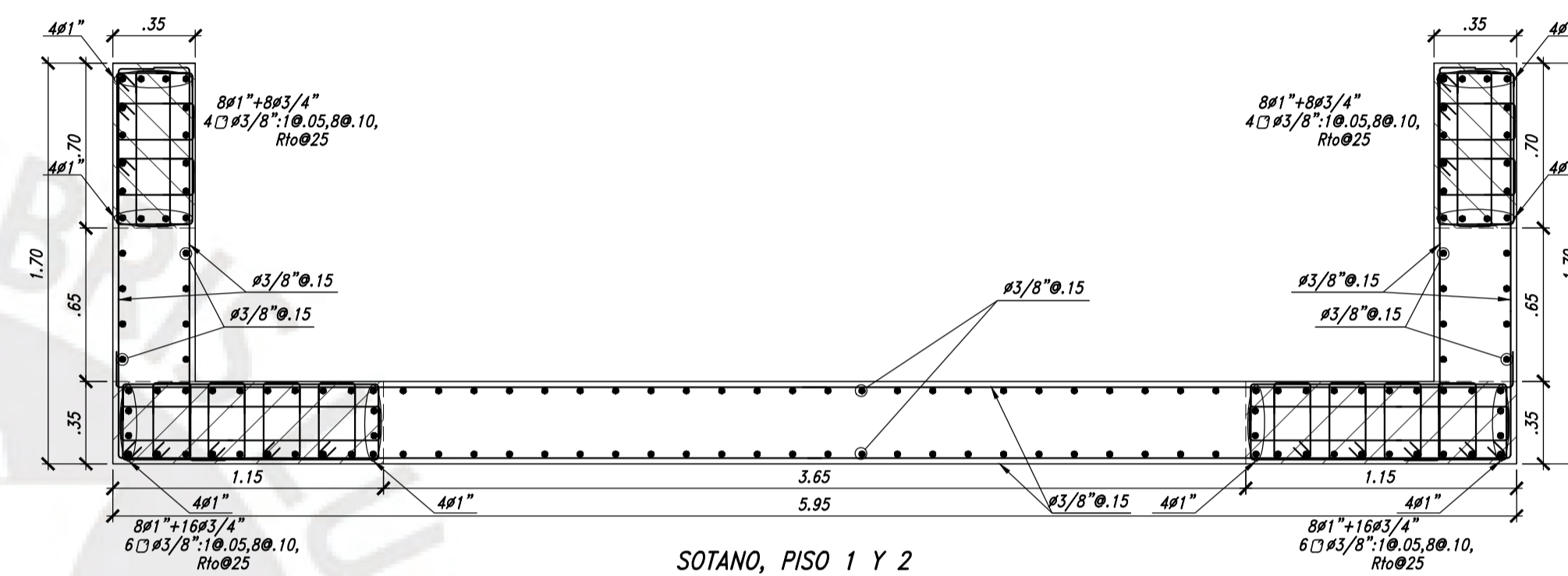
SOTANO, PISO 1 Y 2
PLACA PL-4
ESCALA 1/25



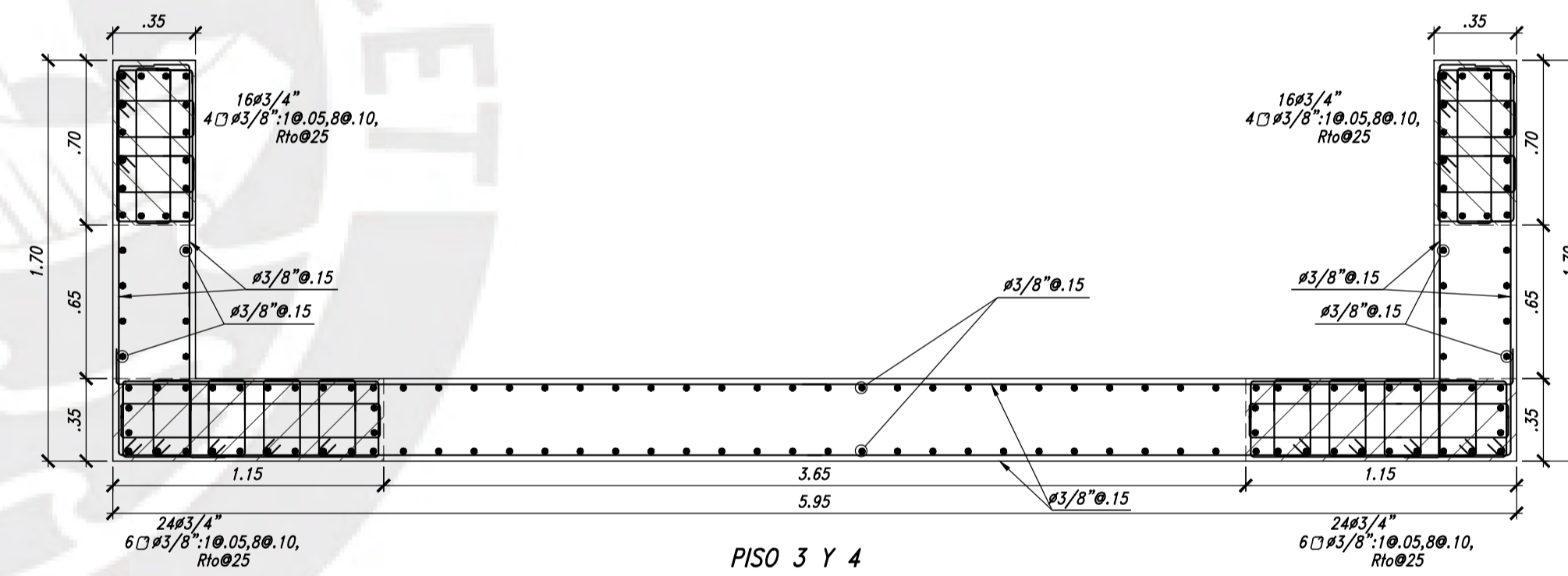
PISO 3 Y 4
PLACA PL-4
ESCALA 1/25



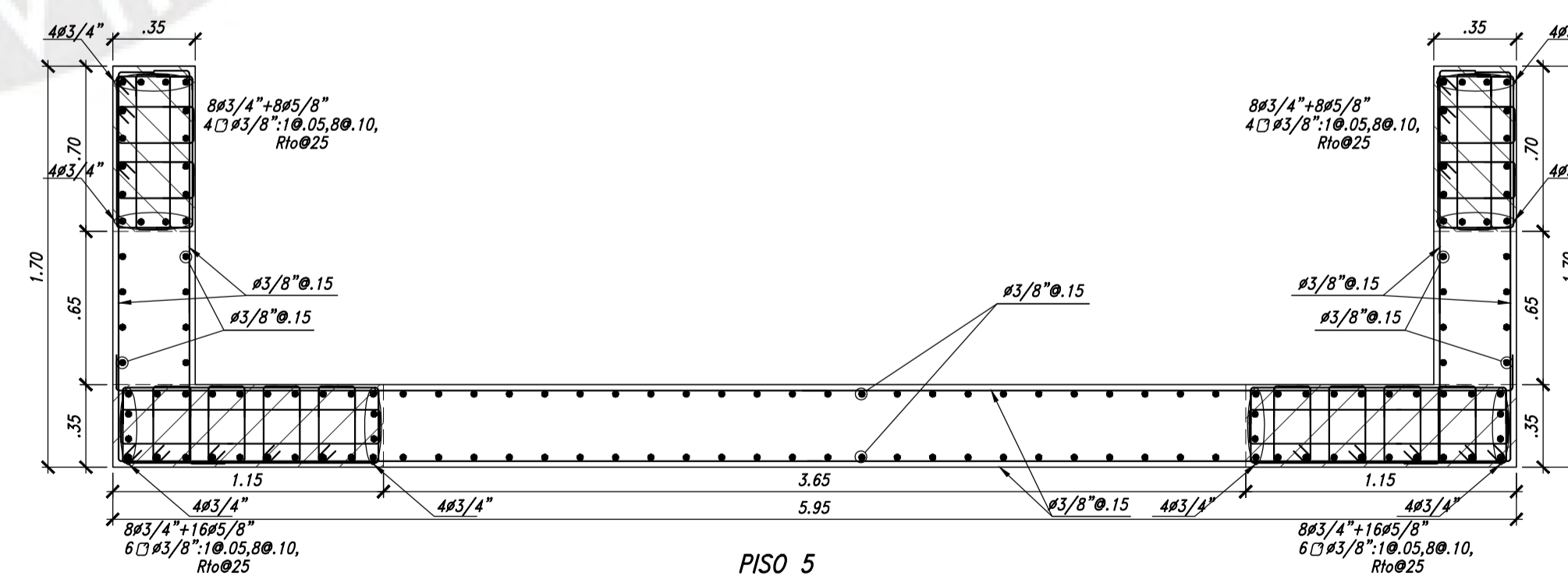
PISO 5
PLACA PL-4
ESCALA 1/25



SOTANO, PISO 1 Y 2
PLACA PL-6
ESCALA 1/25

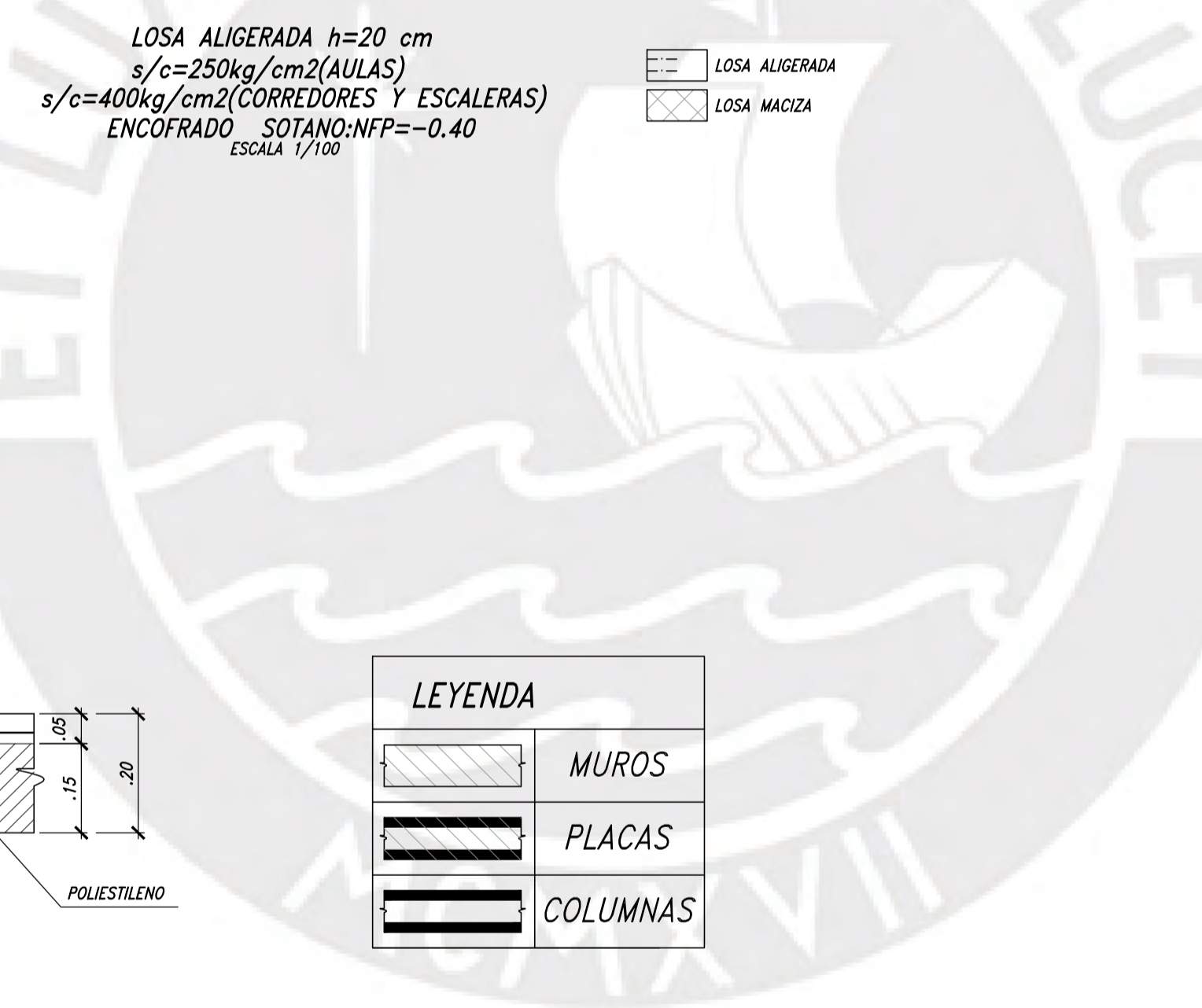
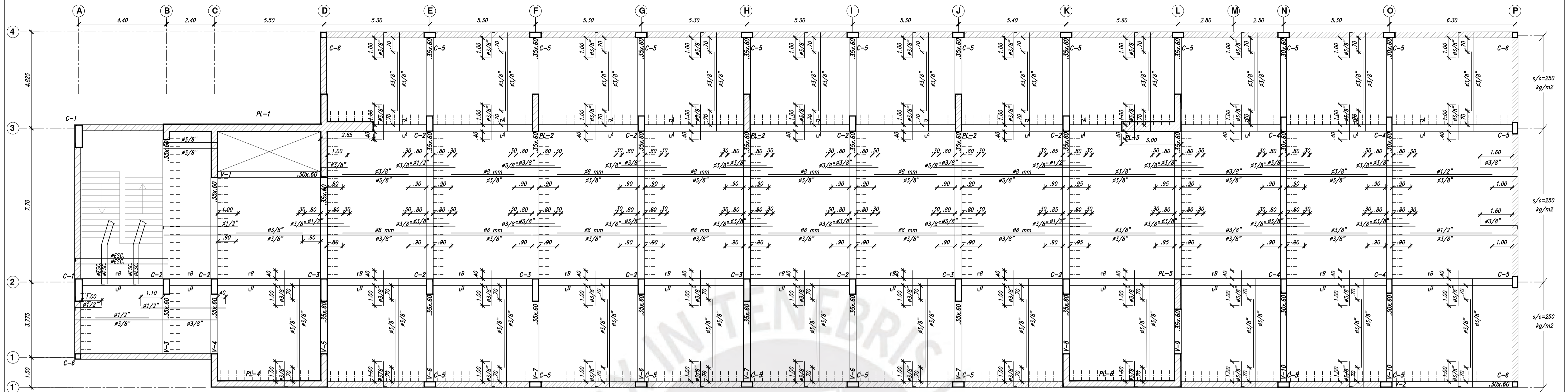


PISO 3 Y 4
PLACA PL-6
ESCALA 1/25



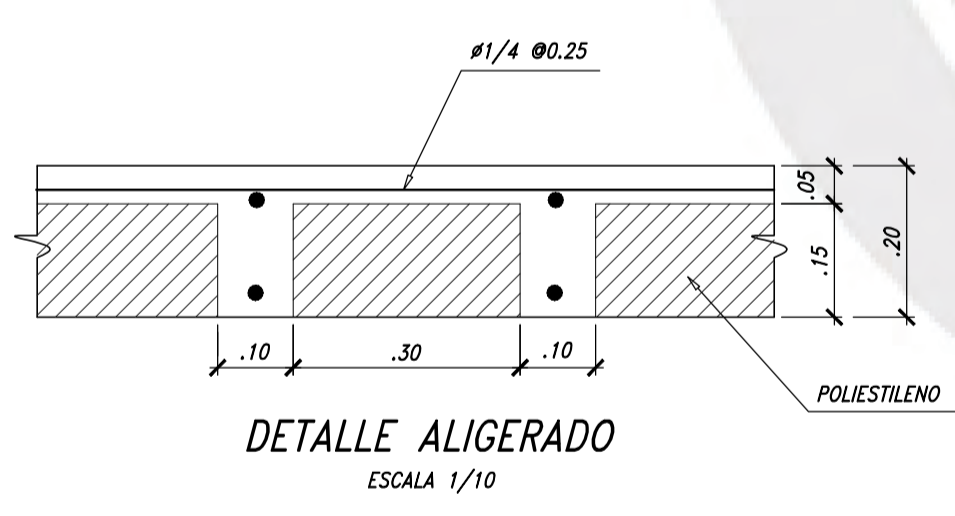
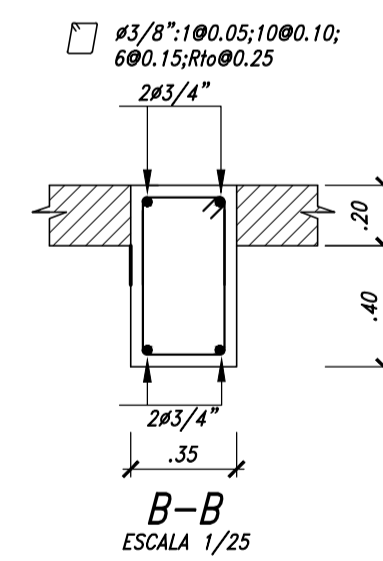
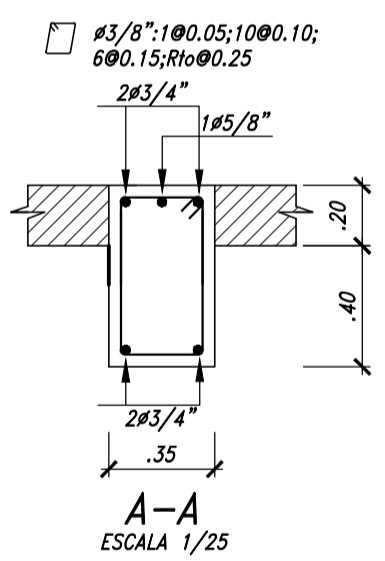
PISO 5
PLACA PL-6
ESCALA 1/25

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU			
PROPIEDAD:	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL	LAMINA	
PROYECTO:	EDIFICIO PARA AULAS-CONVECCIONAL	E-04	
PLANO:	PLACAS: PL-3 AL PL-6		
ESPECIALIDAD:	PROFESIONAL RESPONSABLE:	ESCALA:	DIBUJO:
ESTRUCTURAS	LUIS CANO Y GERSON LIBERATO	1/25	LC&GL
			FECHA:
			NOVIEMBRE 2020



LOSA ALIGERADA $h=20$ cm
 $s/c=250$ kg/cm² (AULAS)
 $s/c=400$ kg/cm² (CORREDORES Y ESCALERAS)
 ENCOFRADO SOTANO: NFP = -0.40
 ESCALA 1/100

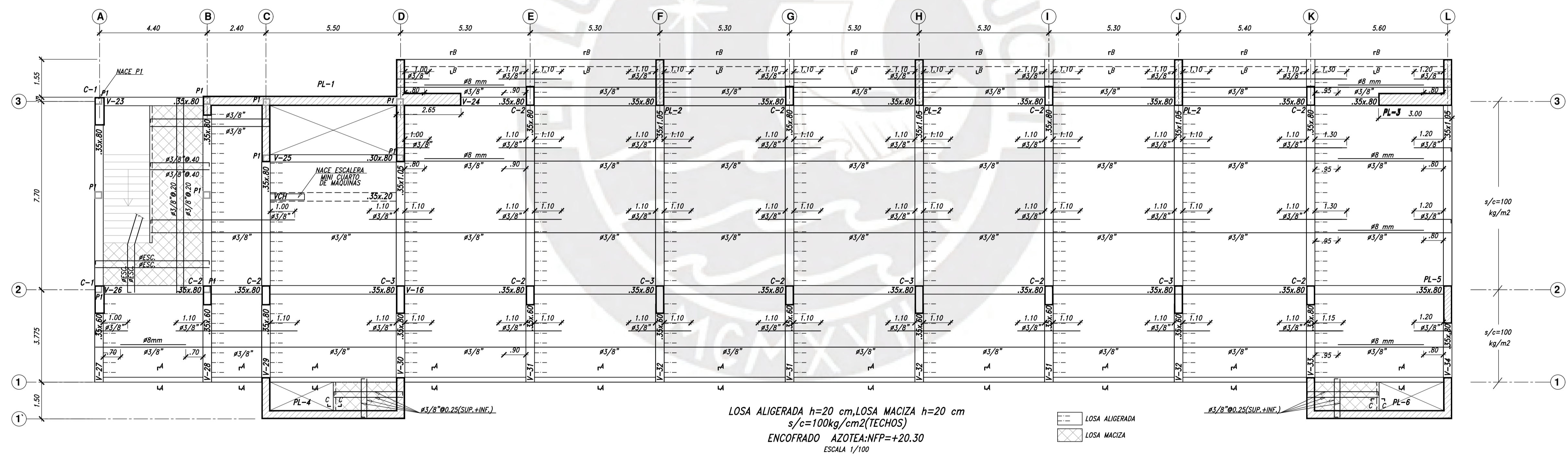
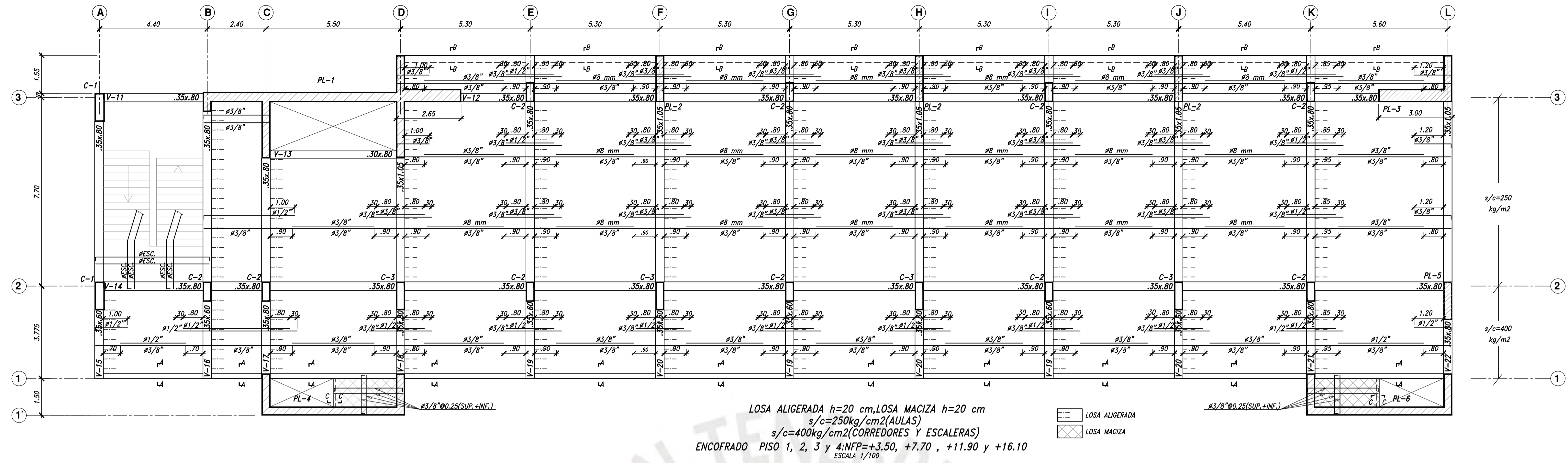
[Hatched Box] LOSA ALIGERADA
 [Cross-hatched Box] LOSA MACIZA



LEYENDA

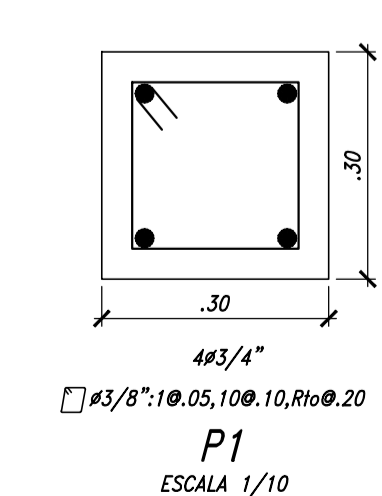
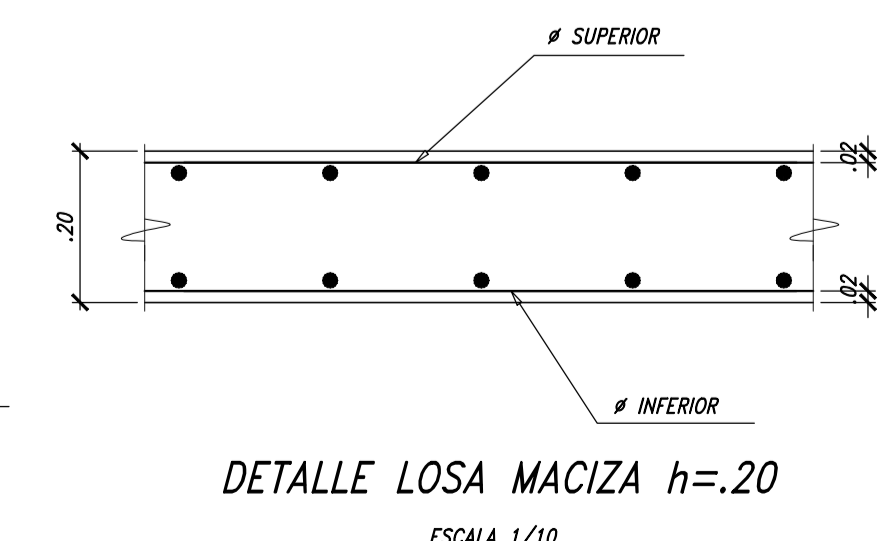
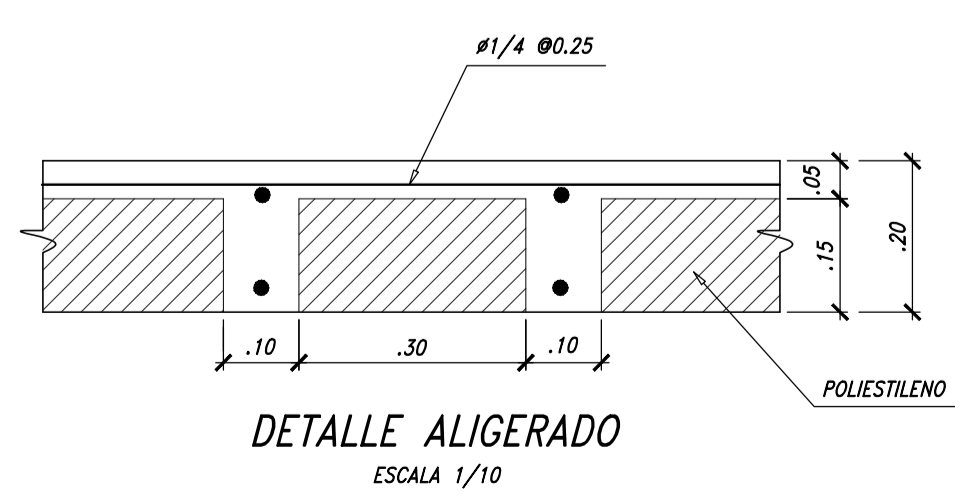
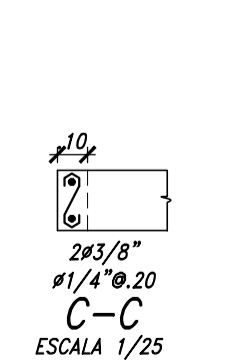
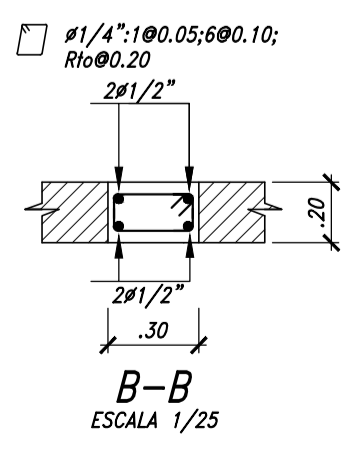
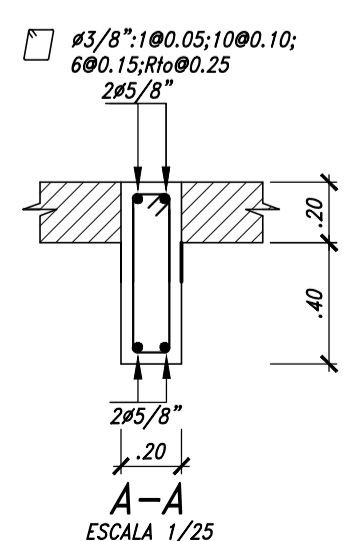
[Hatched Box]	MUROS
[Cross-hatched Box]	PLACAS
[Solid Box]	COLUMNAS

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU				
PROPIEDAD:	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL			LAMINA
PROYECTO:	EDIFICIO PARA AULAS-CONVECCIONAL			E-05
PLANO:	ENCOFRADO SOTANO			
ESPECIALIDAD:	PROFESIONAL RESPONSABLE:	ESCALA:	DIBUJO:	FECHA:
ESTRUCTURAS	LUIS CANO Y GERSON LIBERATO	INDICADA	LC&GL	NOVIEMBRE 2020

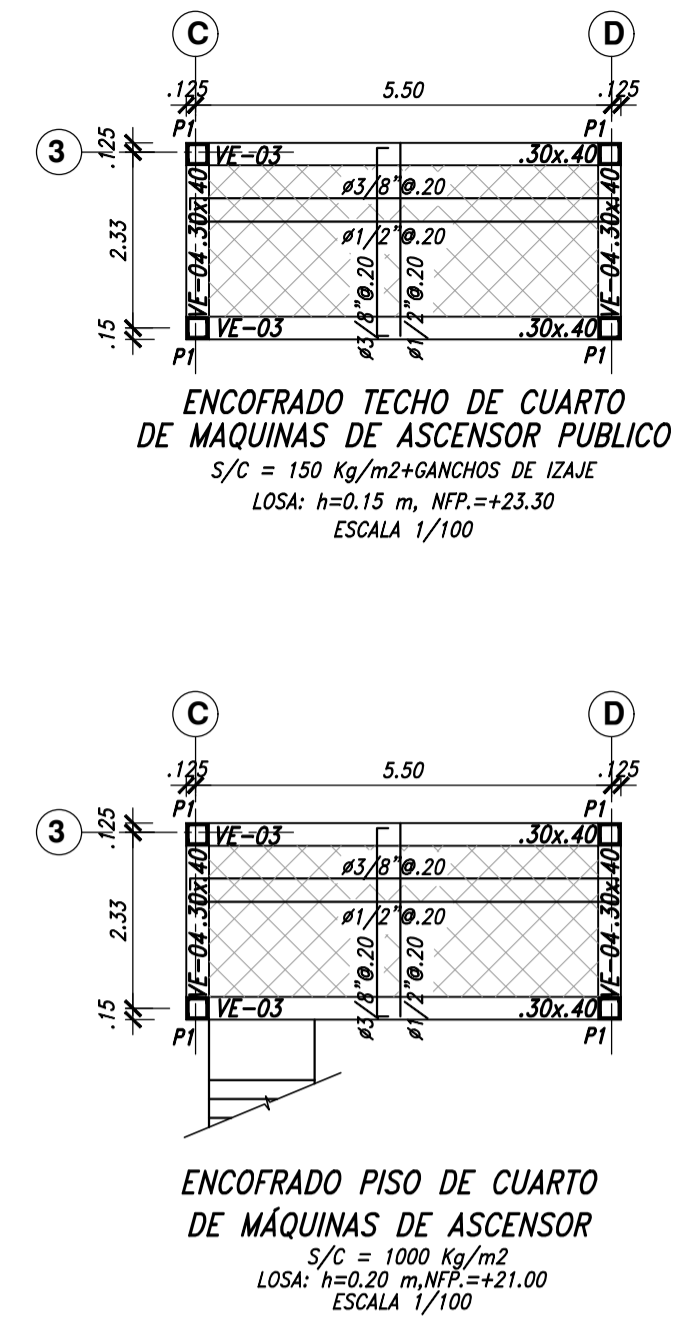
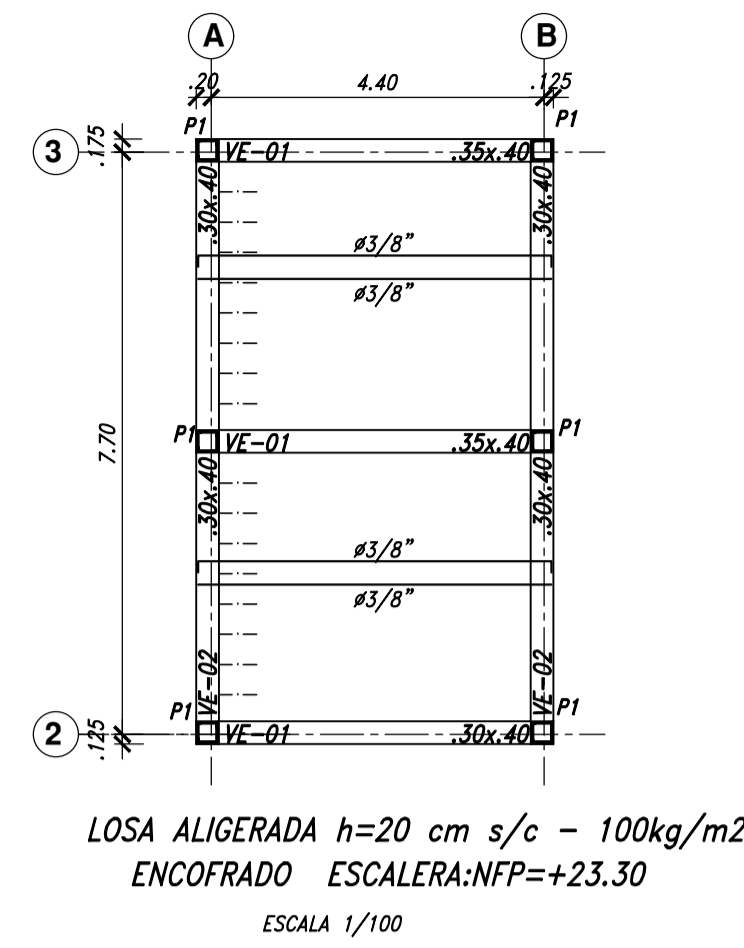


LEYENDA

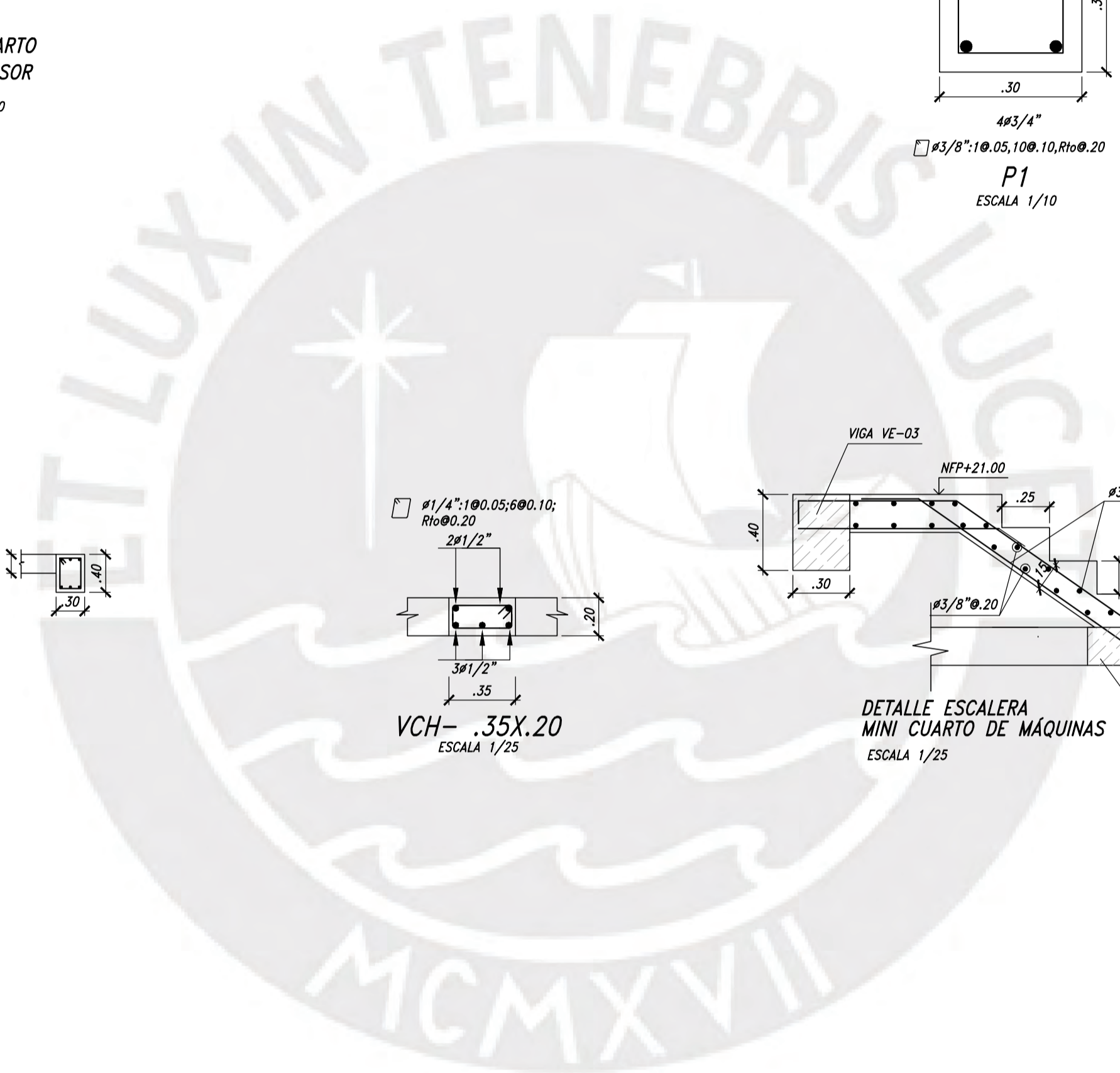
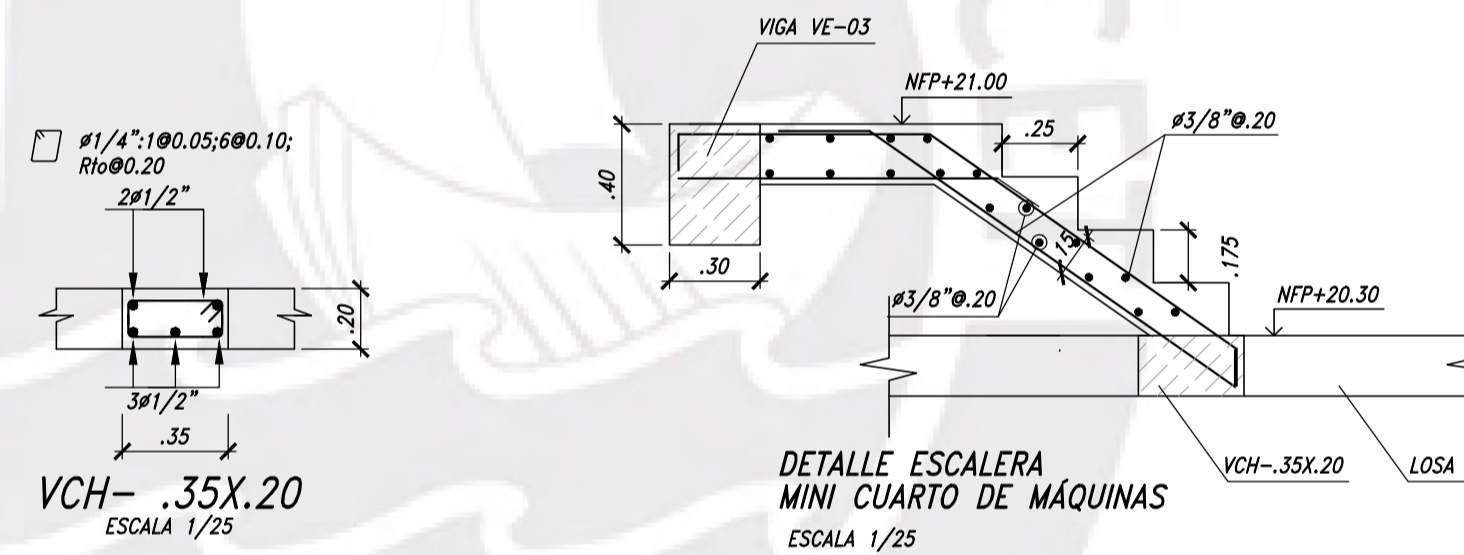
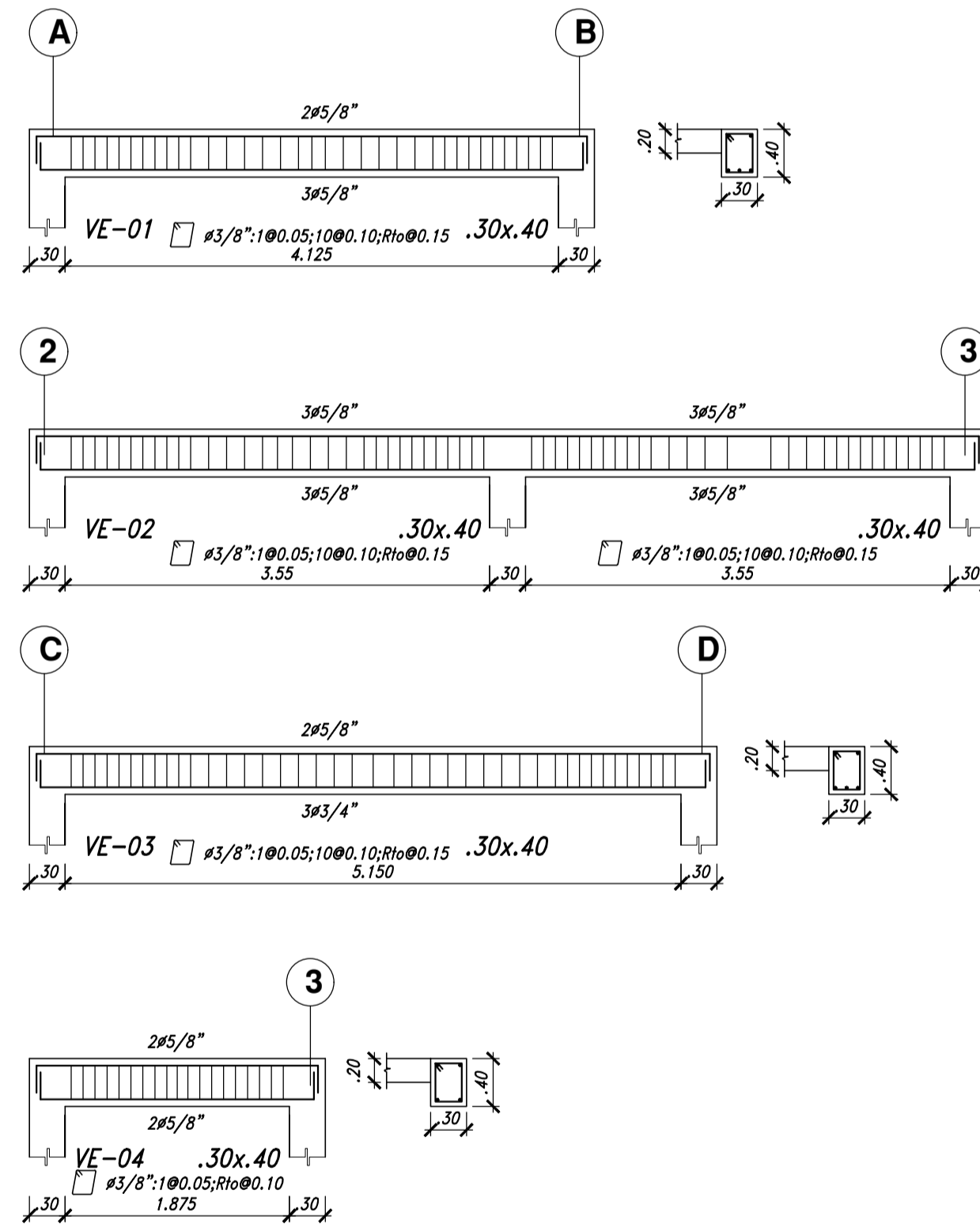
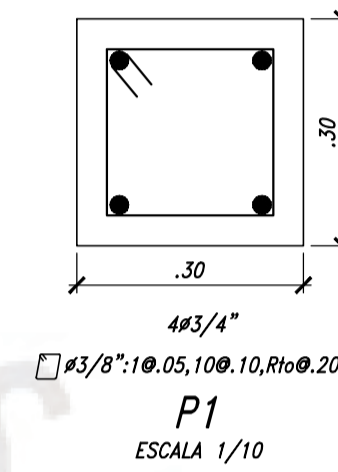
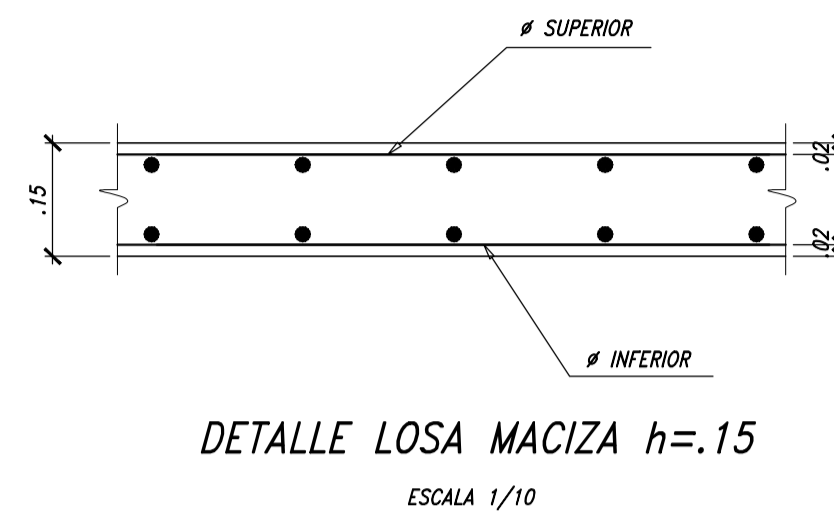
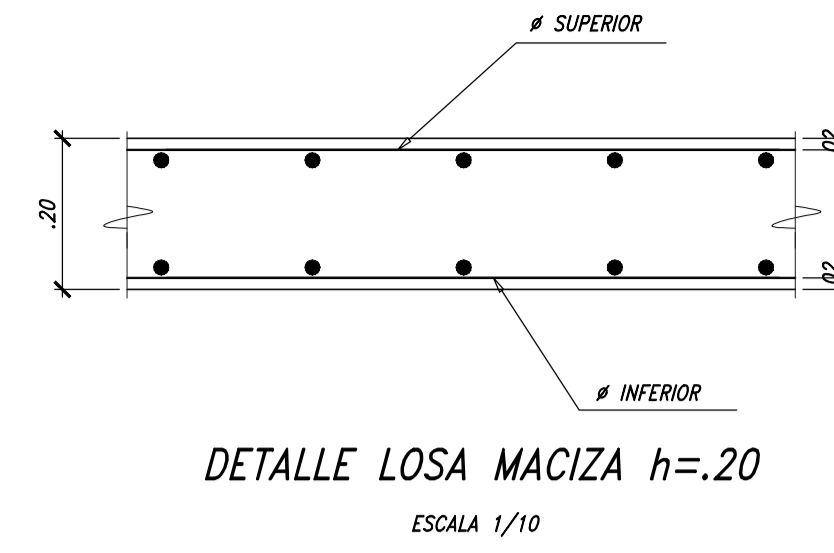
	MUROS
	PLACAS
	COLUMNAS



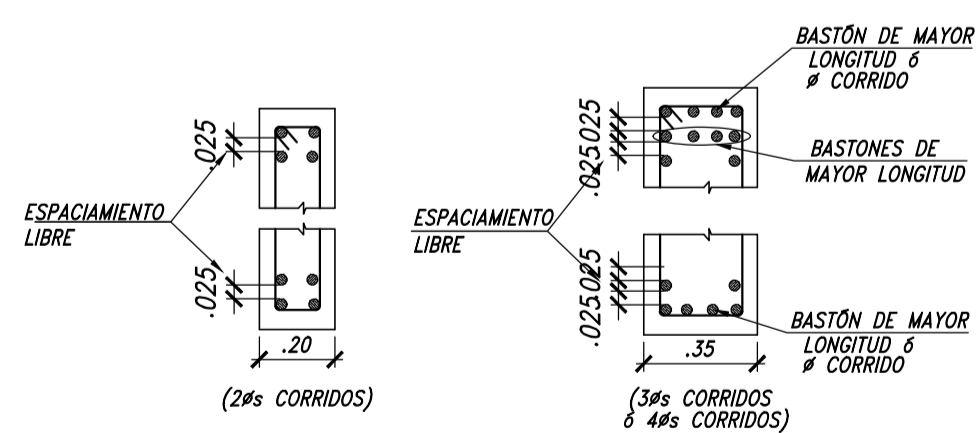
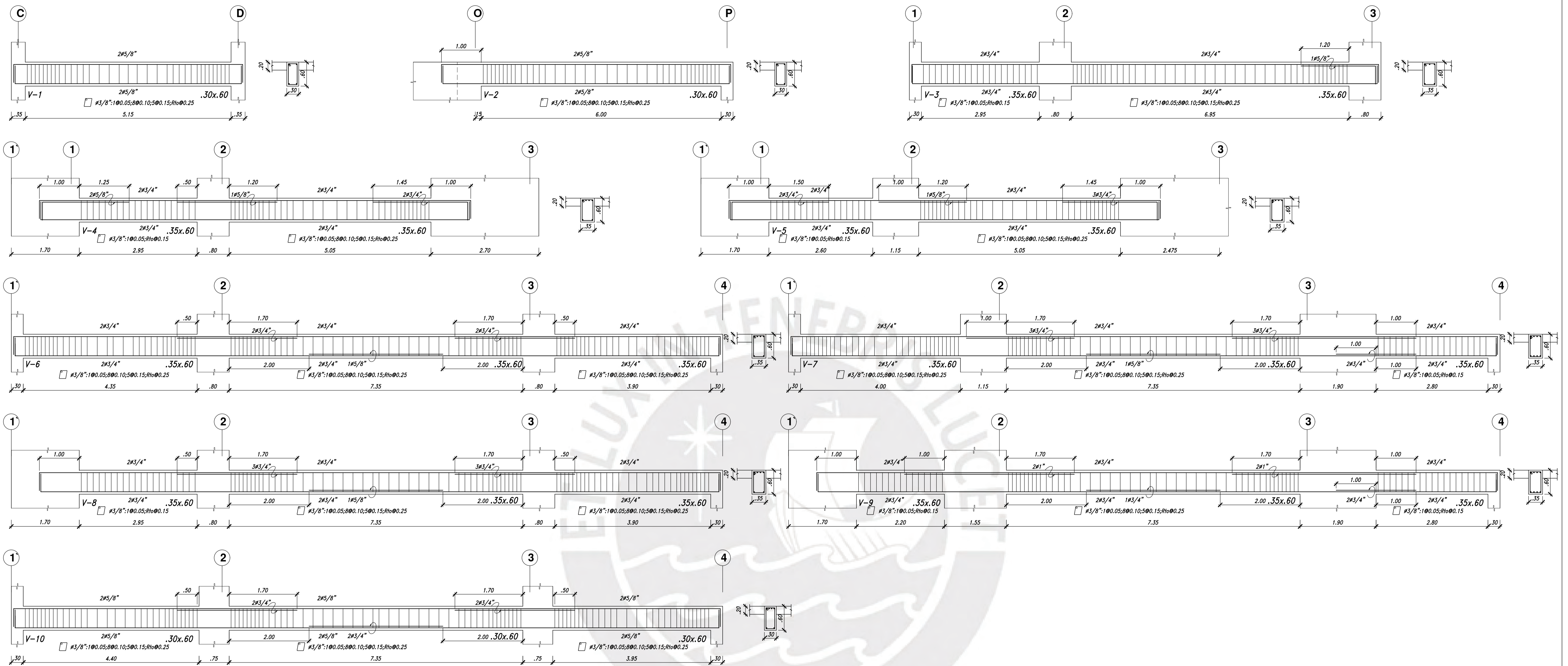
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU			
PROPIEDAD:	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		LAMINA
PROYECTO:	EDIFICIO PARA AULAS-CONVECCIONAL		E-06
PLANO:	ENCOFRADO PISO 1, 2, 3, 4 Y AZOTEA		
ESPECIALIDAD:	PROFESIONAL RESPONSABLE:	ESCALA:	DIBUJO:
ESTRUCTURAS	LUIS CANO Y GERSON LIBERATO	INDICADA	LC&GL
			FECHA:
			NOVIEMBRE 2020



LEYENDA	
	MUROS
	PLACAS
	COLUMNAS

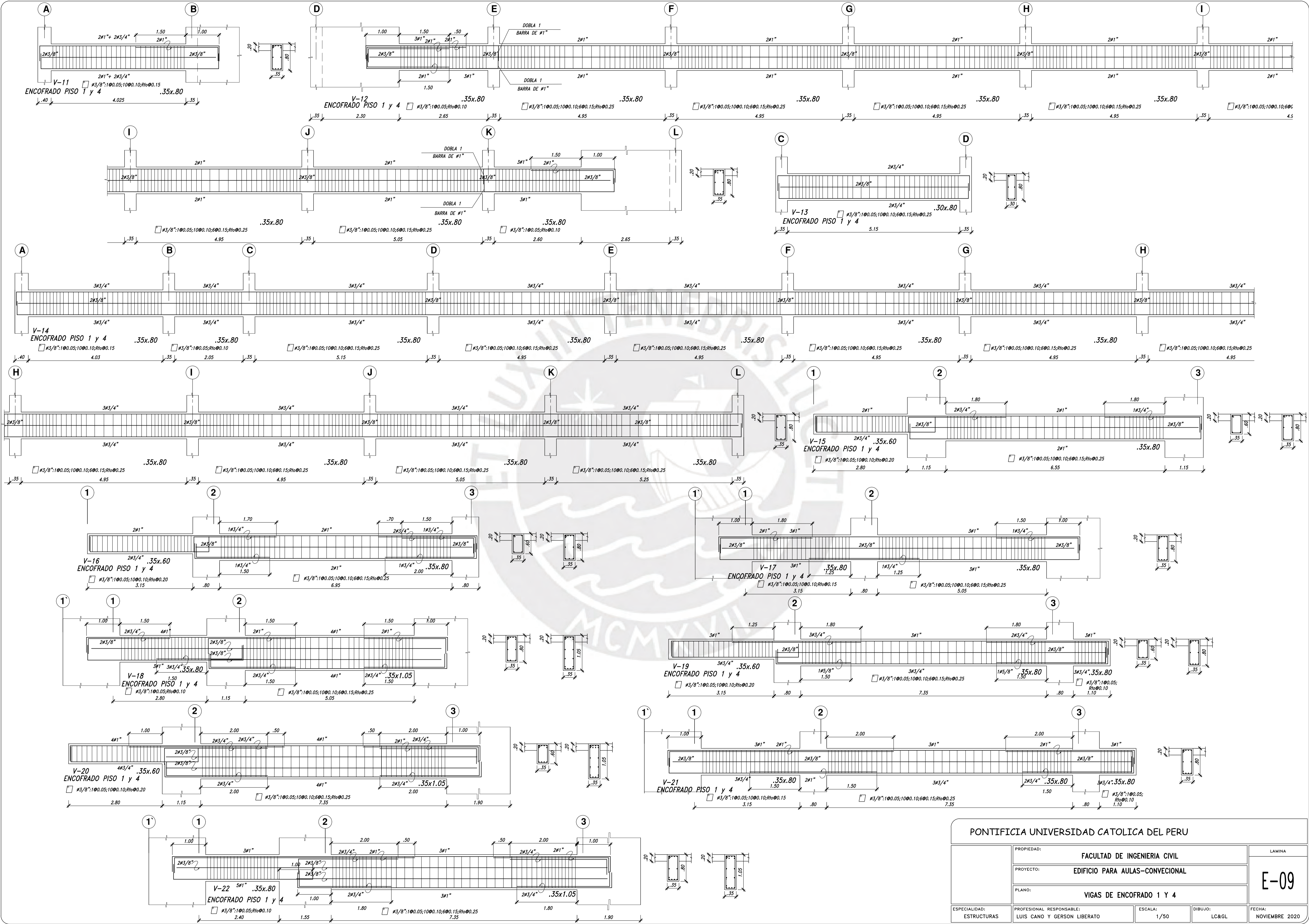


PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU			
PROPIEDAD:	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		LAMINA
PROYECTO:	EDIFICIO PARA AULAS-CONVECCIONAL		E-07
PLANO:	ENCOFRADO TECHOS - VIGAS TECHO - DETALLES		
ESPECIALIDAD:	PROFESIONAL RESPONSABLE:	ESCALA:	FECHA:
ESTRUCTURAS	LUIS CANO Y GERSON LIBERATO	INDICADA	NOVIEMBRE 2020

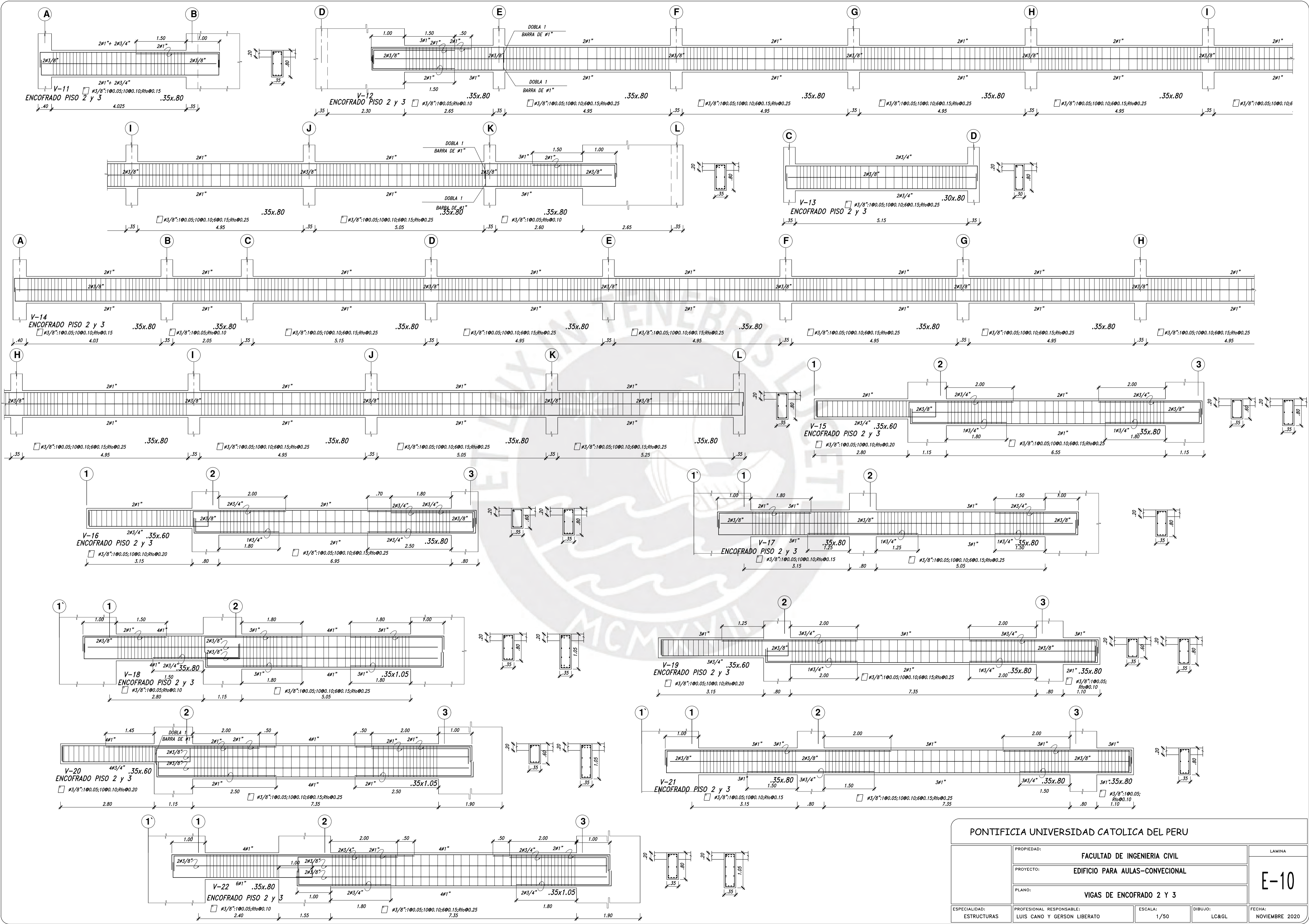


DETALLE DE ϕ EN 2 CAPAS (SALVO INDICADO)
 DETALLES DE VIGAS

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU			
PROPIEDAD:	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		LAMINA
PROYECTO:	EDIFICIO PARA AULAS-CONVECCIONAL		E-08
PLANO:	VIGAS DE ENCOFRADO SOTANO		
ESPECIALIDAD:	PROFESIONAL RESPONSABLE:	ESCALA:	DIBUJO:
ESTRUCTURAS	LUIS CANO Y GERSON LIBERATO	1/50	LC&GL
			FECHA:
			NOVIEMBRE 2020

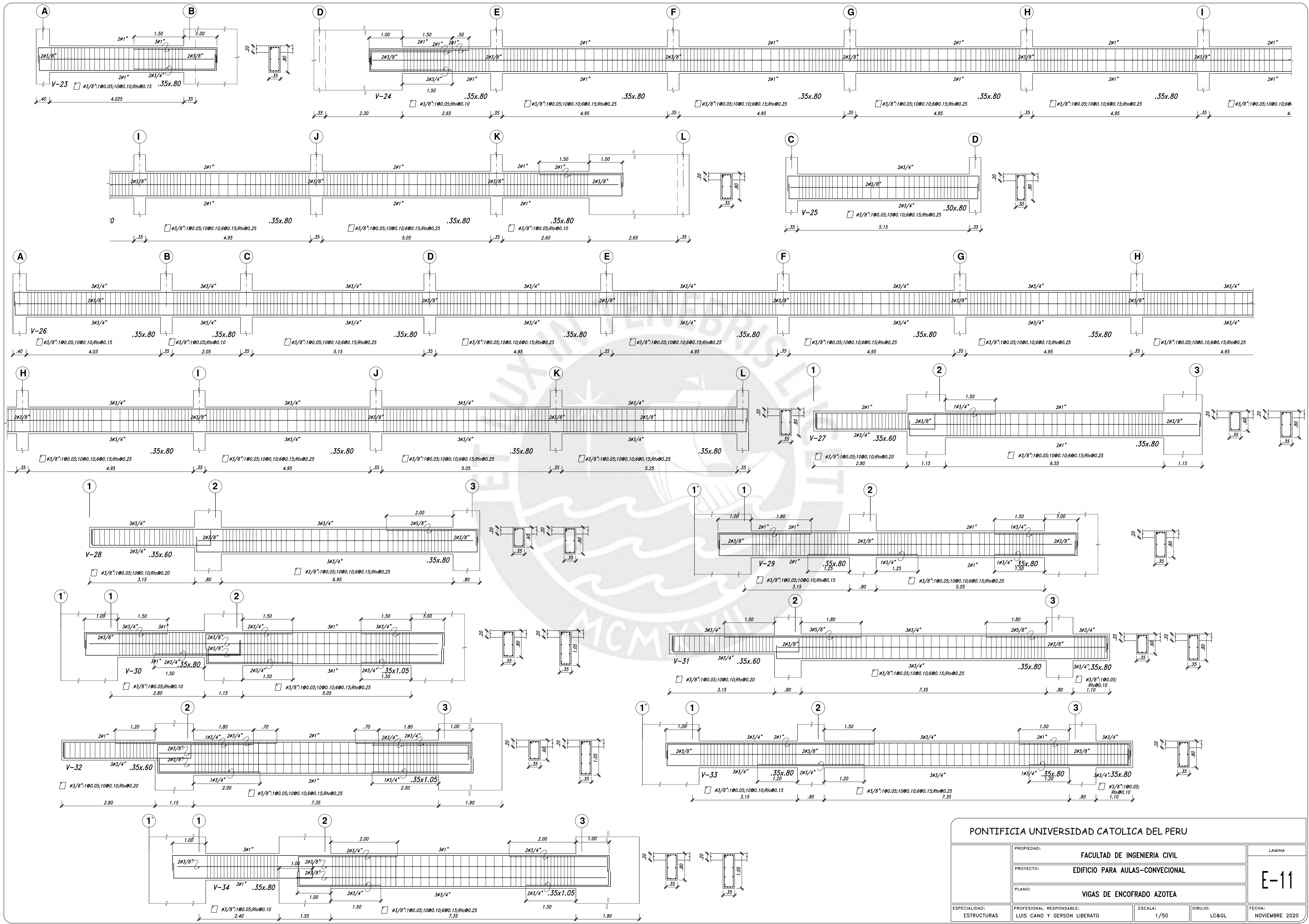


PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU			
PROPIEDAD:	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		LAMINA
PROYECTO:	EDIFICIO PARA AULAS-CONVECCIONAL		E-09
PLANO:	VIGAS DE ENCOFRADO 1 Y 4		
ESPECIALIDAD:	PROFESIONAL RESPONSABLE:	ESCALA:	DIBUJO:
ESTRUCTURAS	LUIS CANO Y GERSON LIBERATO	1/50	LC&GL
		FECHA:	NOVIEMBRE 2020



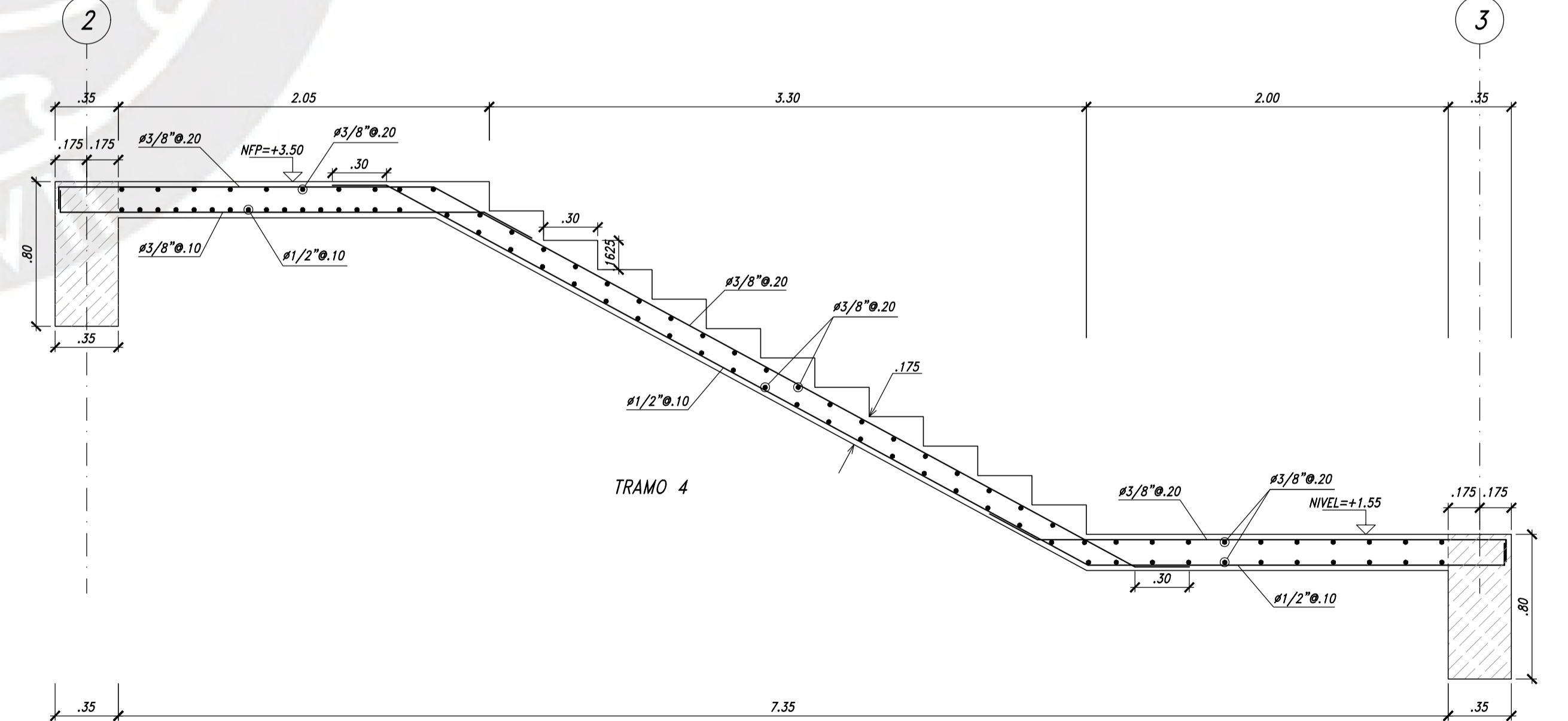
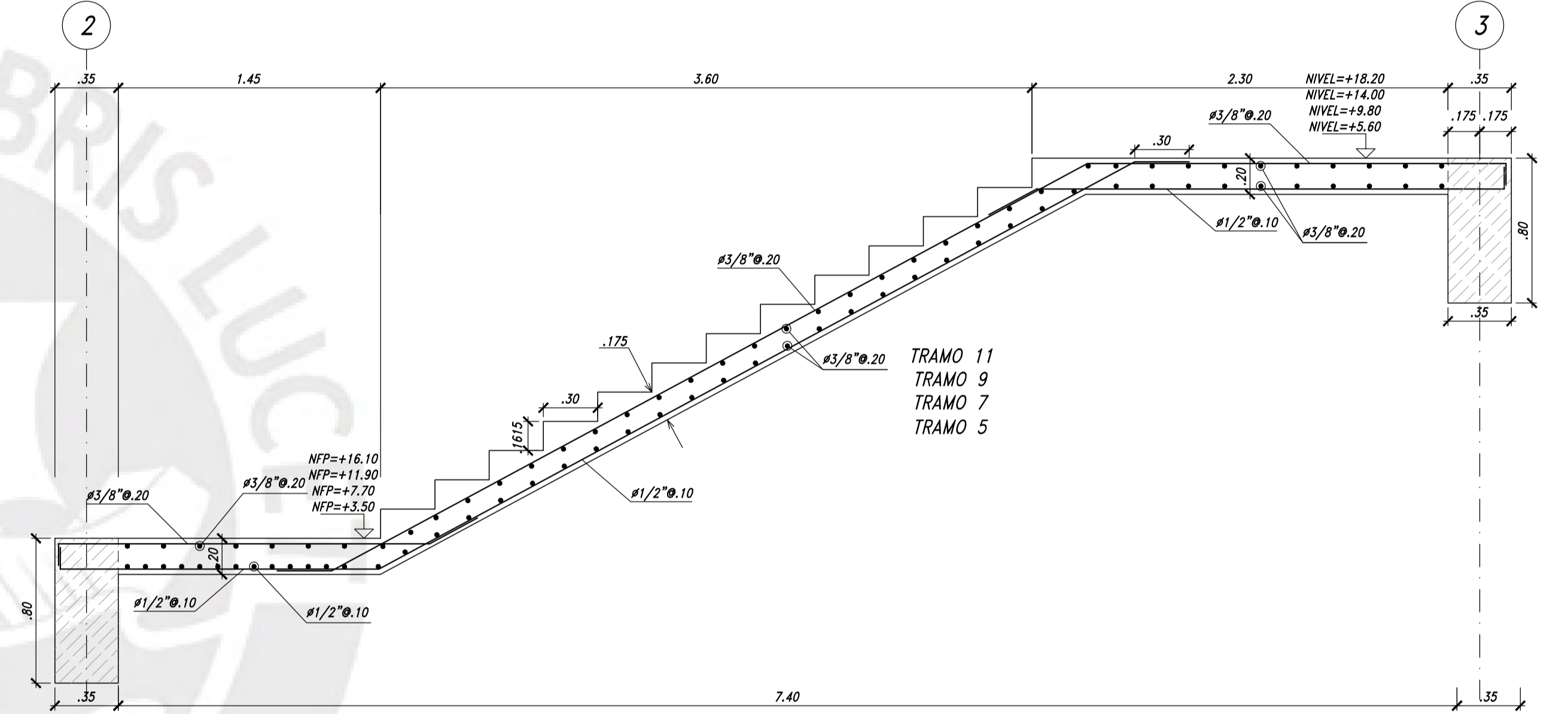
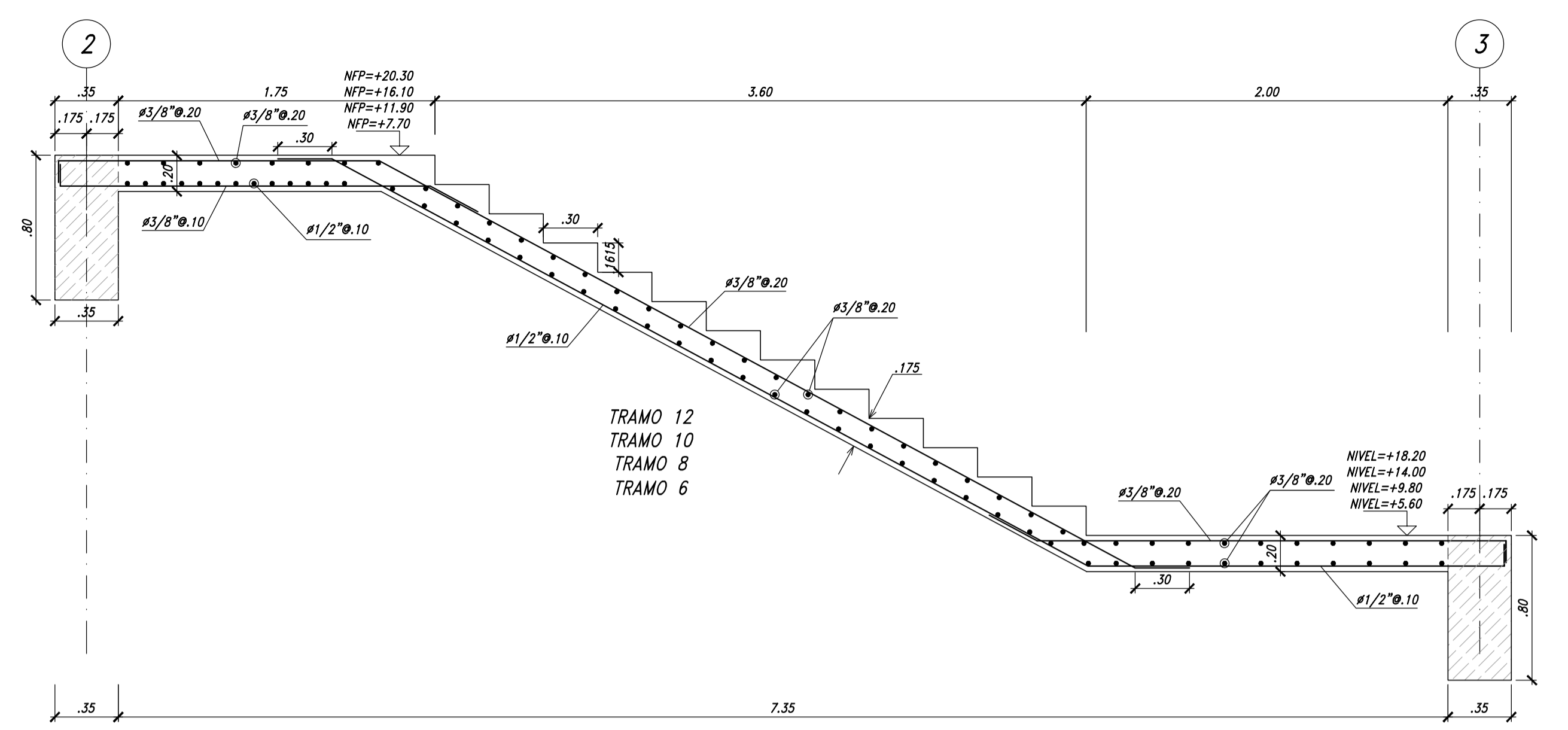
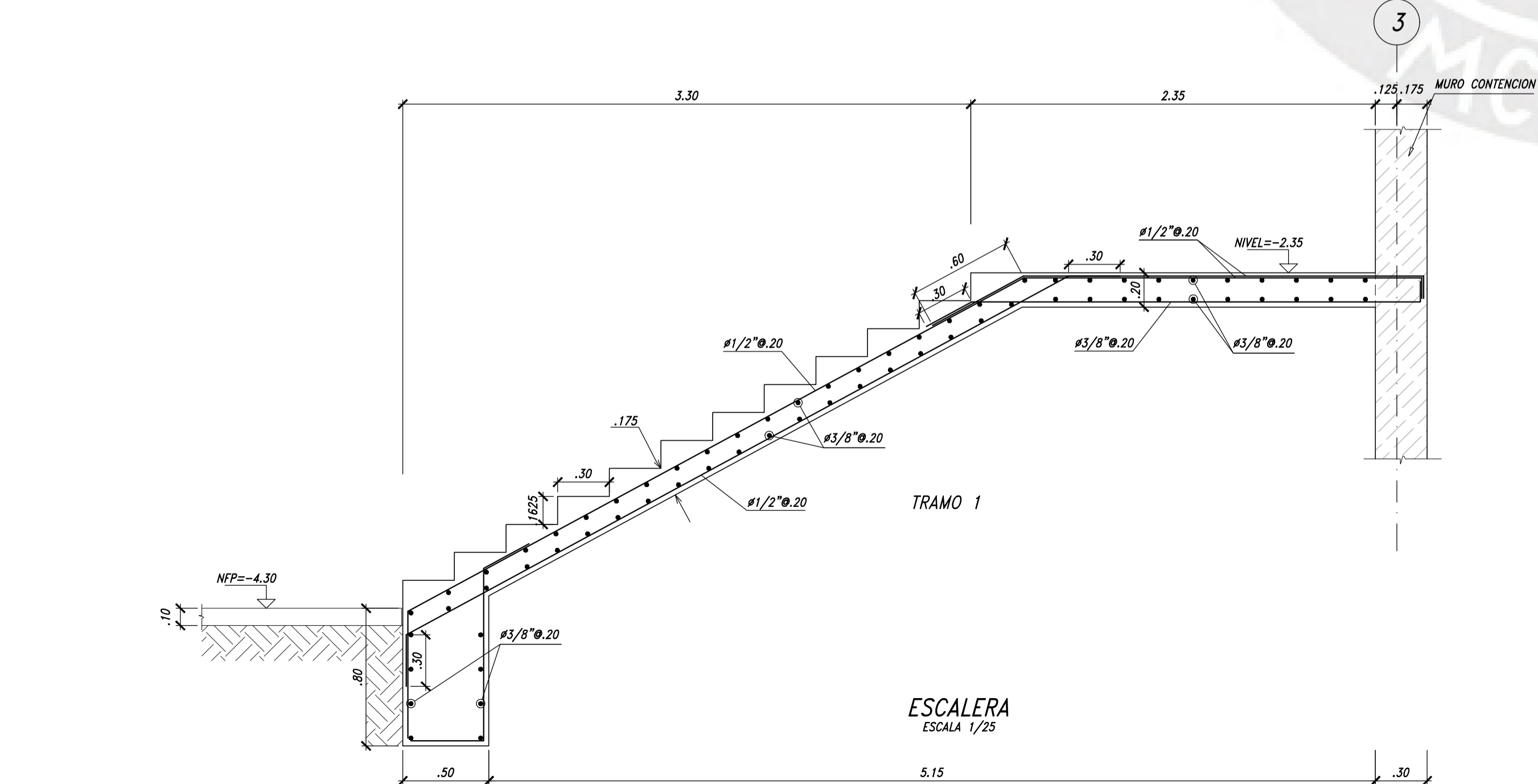
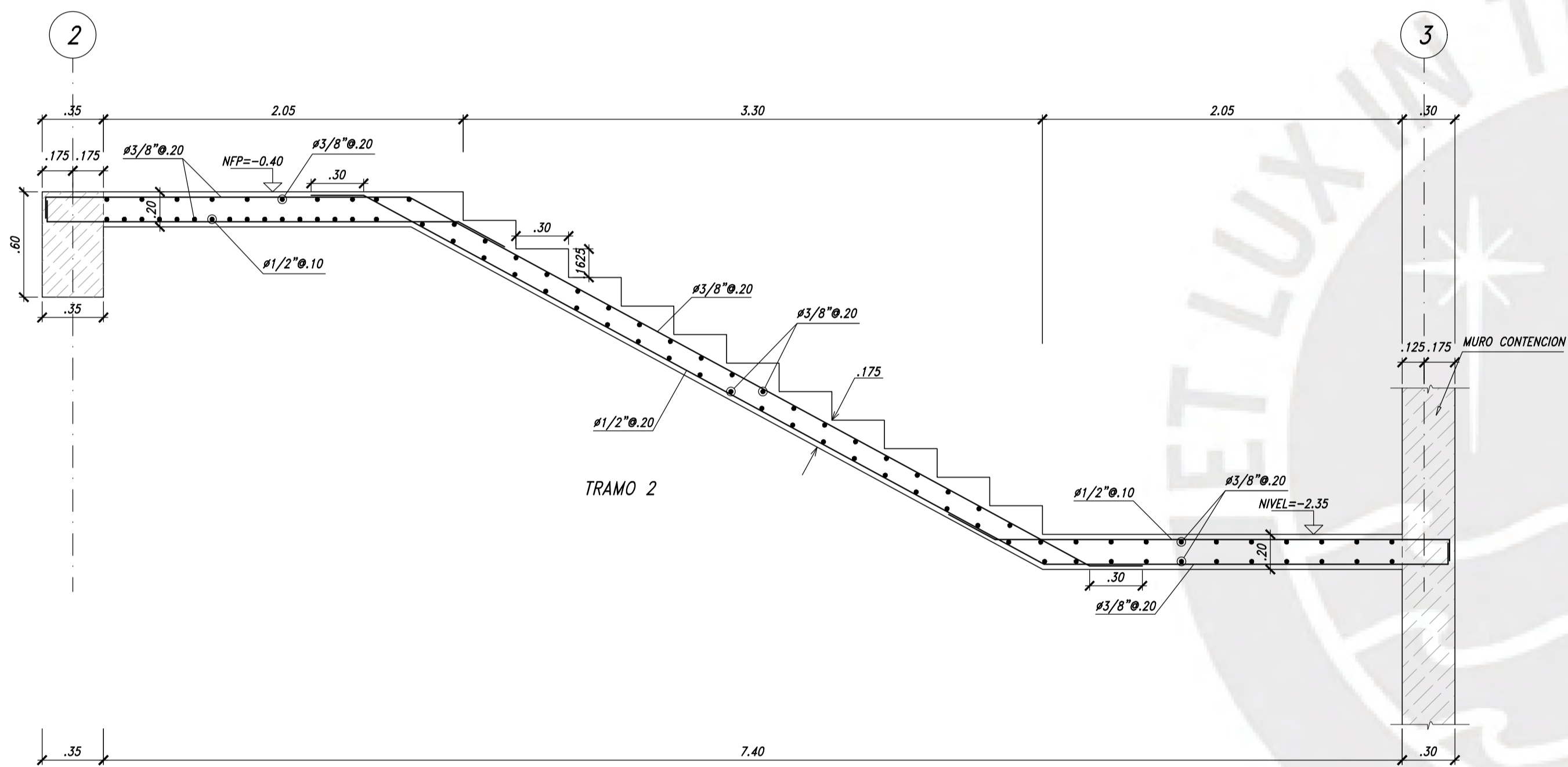
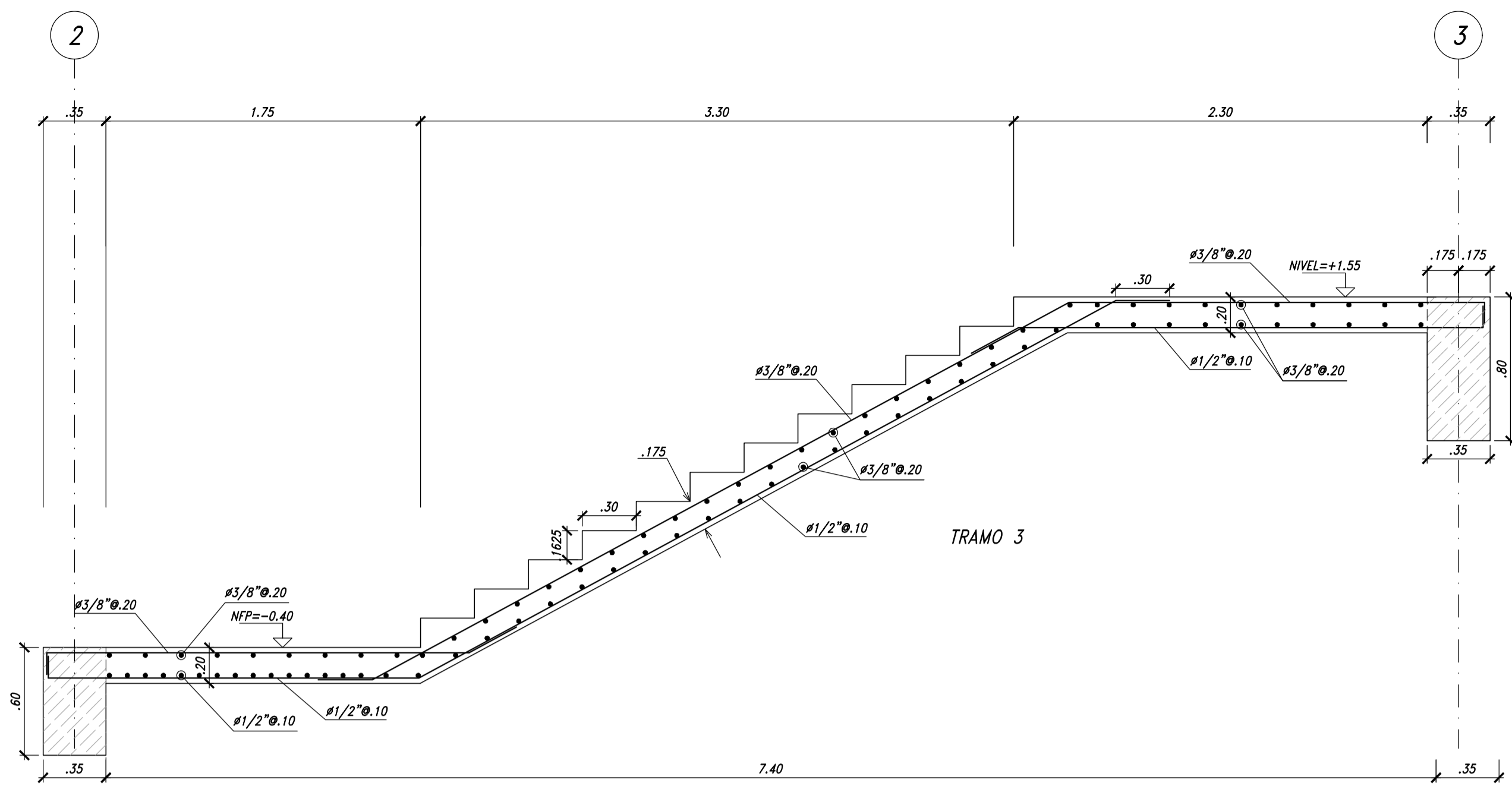
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU			
PROPIEDAD:	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		LAMINA
PROYECTO:	EDIFICIO PARA AULAS-CONVECCIONAL		E-10
PLANO:	VIGAS DE ENCOFRADO 2 Y 3		
ESPECIALIDAD:	PROFESIONAL RESPONSABLE:	ESCALA:	DIBUJO:
ESTRUCTURAS	LUIS CANO Y GERSON LIBERATO	1/50	LC&GL
			FECHA:
			NOVIEMBRE 2020

RED:0.400\YELLOW:0.200\GREEN:0.300\CYAN:0.150\BLUE:0.250\MAGENTA:0.200\WHITE:0.500\8:0.100\9:0.100\11:0.170\22:0.220\33:0.250\44:0.320\55:0.500\66:0.800



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU			
PROPIEDAD:	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		LAMINA
PROYECTO:	EDIFICIO PARA AULAS-CONVECCIONAL		E-11
PLANO:	VIGAS DE ENCOFRADO AZOTEA		
ESPECIALIDAD:	PROFESIONAL RESPONSABLE:	ESCALA:	DIBUJO:
ESTRUCTURAS	LUIS CANO Y GERSON LIBERATO	1/50	LC&GL
			FECHA:
			NOVIEMBRE 2020

RED:0.400\YELLOW:0.200\GREEN:0.300\CYAN:0.150\BLUE:0.250\MAGENTA:0.200\WHITE:0.500\8:0.100\9:0.100\11:0.170\22:0.220\33:0.250\44:0.320\55:0.500\66:0.800



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU			
PROPIEDAD:	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		LAMINA
PROYECTO:	EDIFICIO PARA AULAS-CONVECCIONAL		E-12
PLANO:	ESCALERA		
ESPECIALIDAD:	PROFESIONAL RESPONSABLE:	ESCALA:	FECHA:
ESTRUCTURAS	LUIS CANO Y GERSON LIBERATO	1/25	NOVIEMBRE 2020



ANEXO 02
PLANOS EDIFICIO AISLADO

"EDIFICIO PARA AULAS – AISLADO"

RELACION DE PLANOS	
E-01	ESPECIFICACIONES TECNICAS + RELACION DE PLANOS
E-02	PLANTA DE CIMENTACION – CUADRO DE COLUMNAS
E-03	MUROS DE CONTENCION – DETALLES
E-04	PLANTA VIGAS DE SISTEMA DE AISLAMIENTO Y ENCOFRADO SOTANO
E-05	ENCOFRADO PISO 1, 2, 3, 4 Y AZOTEA
E-06	ENCOFRADO TECHOS – VIGAS TECHO – DETALLES
E-07	VIGAS DEL SISTEMA DE AISLAMIENTO
E-08	VIGAS PISO TECNICO (I)
E-09	VIGAS PISO TECNICO (II)
E-10	VIGAS DE ENCOFRADO 1 Y 2
E-11	VIGAS DE ENCOFRADO 3 Y 4
E-12	VIGAS DE ENCOFRADO AZOTEA
E-13	ESCALERA (I)
E-14	ESCALERA (II)

EMPALMES EN COLUMNAS Y PLACAS LOCALIZACION Y LONGITUD

COLUMNAS		PLACAS	
VALORES DE E (cm)		VALORES DE E (cm)	
f'c=kg/cm2	#(pulg.)	f'c=kg/cm2	#(pulg.)
210	3/8"	210	3/8"
35	1/2"	35	1/2"
45	5/8"	45	5/8"
60	3/4"	60	3/4"
70	1"	70	1"
120	1.3/8"	120	1.3/8"
245		245	

NOTAS:

- REALIZAR LOS EMPALMES EN EL TERCIO CENTRAL DE LA ALTURA LIBRE DE LA COLUMNA.
- NO EMPALMAR MAS DEL 50% DEL AREA TOTAL EN UNA SECCION.
- EN CASO DE EXCEDER DEL PORCENTAJE ESPECIFICADO AUMENTAR LA LONGITUD DE EMPALME SEGUN EL DOCUMENTO DE ESPECIFICACIONES TECNICAS DEL PROYECTO.
- EN CASO DE AUMENTAR MAS DEL 30% DEL AREA TOTAL DE UNA MISMA SECCION COLOCAR ESTRIBOS CENRRADOS A UN ESPACIAMIENTO MAXIMO DE 10cm. EN TODA LA LONGITUD DEL EMPALME.

EMPALMES PARA VIGAS APOYADAS SOBRE COLUMNAS Y PLACAS LOCALIZACION Y LONGITUD

NOTAS:

- NO EMPALMAR MAS DEL 50% DEL AREA TOTAL DE UNA SECCION
- EN CASO DE NO EMPALMAR EN LAS ZONAS INDICADAS O CON LOS PORCENTAJES ESPECIFICADOS AUMENTAR LA LONGITUD DE EMPALME EN UN 30% O CONSULTAR AL PROYECTISTA.
- COLOCAR ESTRIBOS ADICIONALES #3/8" Ø.10 EN TODA LA LONGITUD DEL EMPALME

EMPALMES EN MUROS Y OTROS ELEMENTOS

VALORES DE E (cm)	
f'c=kg/cm2	#(pulg.)
210	3/8"
35	1/2"
45	5/8"
60	3/4"
70	1"
125	

NOTA: NO EMPALMAR MAS DEL 50% DE AREA TOTAL EN UNA SECCION

DETALLE TIPICO DE ESTRIBOS

#(pulg.)	A	R (min.)
6mm	80mm	15mm
3/8"	100mm	20mm
1/2"	130mm	25mm

EMPALMES PARA VIGAS APOYADAS SOBRE VIGAS, VIGUETAS, LOSAS Y ESCALERAS LOCALIZACION Y LONGITUD

VALORES DE E (cm) EN VIGAS Y VIGUETAS			VALORES DE E (cm) LOSAS Y ESCALERAS	
f'c=kg/cm2	Refuerzo INFERIOR	SUPERIOR	f'c=kg/cm2	Refuerzo INFERIOR Y SUPERIOR
210	3/8"	45	210	3/8"
	1/2"	60		1/2"
	5/8"	75		5/8"
	3/4"	90		3/4"
	1"	145		

DETALLE DE LONGITUDES DE GANCHOS ESTANDAR EN EXTREMOS DE VIGAS

LONGITUD DE GANCHOS EN VIGAS Y VIGUETAS		
f'c= 210 kg/cm2		
BARRA	db (cm)	Ldg (cm)
8mm	0.80	20
3/8"	0.95	25
1/2"	1.27	30
5/8"	1.59	35
3/4"	1.91	45
1"	2.54	60

DIAMETRO INTERNO DE DOBLA DE GANCHO = 6db PARA BARRAS DE HASTA 1"

DETALLE DE DE AMARRE DE COLUMNETAS EN ALBAÑILERIA

ESPECIFICACIONES TECNICAS

f'c = 210 Kg/cm2 (SObRECIMENTOS REFORZADOS, COLUMNAS DE AMARRE, VIGAS SOLERAS).

f'c = 280 Kg/cm2 (ZAPATAS, PLACAS, COLUMNAS, MUROS DE CONTENCION, VIGAS PERALTADAS, VIGAS CHATAS Y LOSAS ALIGERADAS).

f'y = 4200 Kg/cm2

CEMENTO TIPO I: ESTRUCTURAS EN CONTACTO CON TERRENO
CEMENTO TIPO I: RESTO DE ESTRUCTURAS

ALBANILERIA:
Unidades de Arcilla Sólidas
% de perforaciones < 25%
Tipo IV
f'b = 145 Kg/cm2
Mortero P2, espesor máximo = 1.5 cms.
f'm = 65 kg/cm2

RECUBRIMIENTOS

ZAPATAS Y CIMENTOS	7 cm.
MUROS DE CONTENCION Y VIGAS DE CIMENTACION	5 cm.
COLUMNAS, COLUMNAS DE AMARRE Y VIGAS PERALTADAS	4 cm.
ALIGERADOS, LOSAS MACIZAS, VIGAS CHATAS Y VIGAS SOLERAS	2 cm.
PLACAS Y ESCALERAS	2 cm.

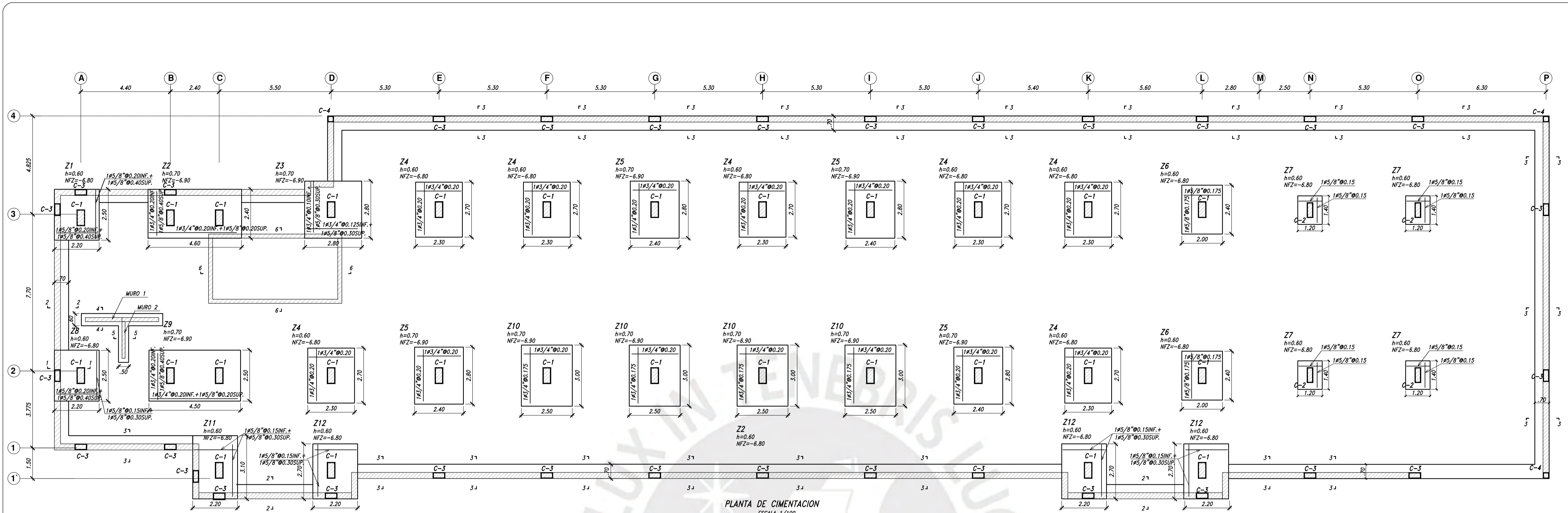
PARAMETROS SISMORRESISTENTES MODULO A

- SISTEMA ESTRUCTURAL SISMO-RESISTENTE
AISLAMIENTO SISMICO / PORTICOS (EN EJE "X")
AISLAMIENTO SISMICO / PORTICOS (EN EJE "Y")
- PERIODO FUNDAMENTAL DE VIBRACION
T=2.605 s (EN EJE "X")
T=2.622 s (EN EJE "Y")
- PARAMETROS PARA DEFINIR FUERZA SISMICA O ESPECTRO DE DISEÑO
 - FACTOR DE ZONA (ZONA 4) : Z=0.45g
 - FACTOR DE SUELO (TIPO S1) : S=1.00, T_{p(S)}=0.40"
 - FACTOR DE CATEGORIA (CAT. A1) : U=1.00
 - COEFICIENTE BASICO DE REDUCCION: R₀=8
 - FACTOR DE REDUCCION R : R=2.00 (SUPERESTRUCTURA)
R=1.00 (SUB-ESTRUCTURA)
- FUERZA CORTANTE EN LA BASE
V=341.57 TON (EN EJE "X")
V=341.57 TON (EN EJE "Y")
- DESPLAZAMIENTO MAXIMO DEL ULTIMO NIVEL Y MAXIMO RELATIVO AL ENTREPISO
 - ULTIMO NIVEL: du = 37.78 cm.
 - MAXIMO DE ENTREPISO: de/h = 0.00304
- JUNTA SISMICA = 50 cm.
- IRREGULARIDADES
 - NO EXISTE IRREGULARIDAD EN ALTURA I_a
 - NO EXISTE IRREGULARIDAD EN PLANTA I_p

PARAMETRO DE SUELO

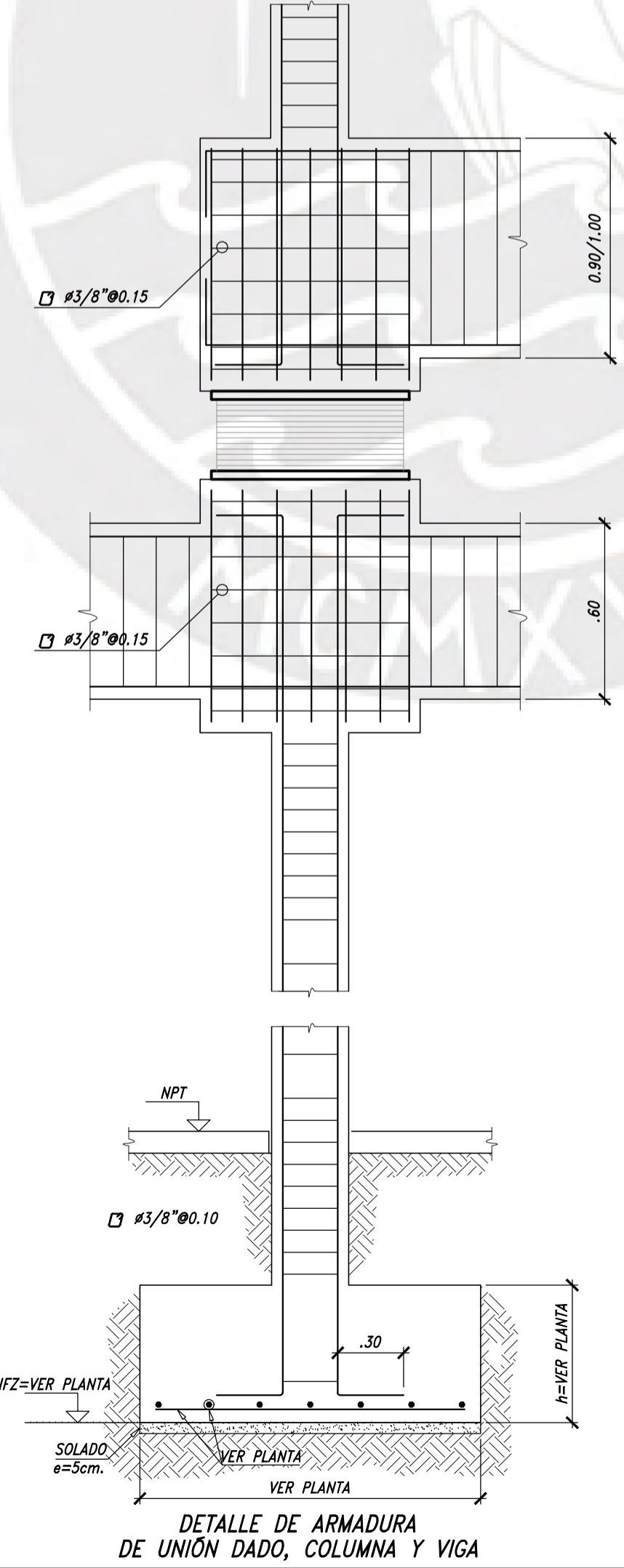
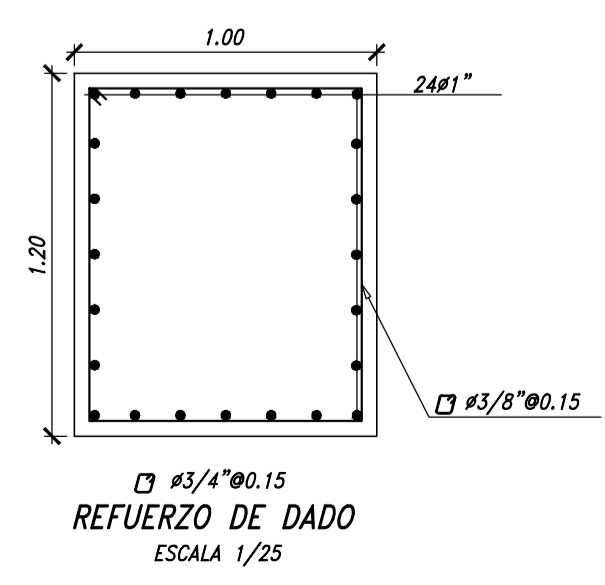
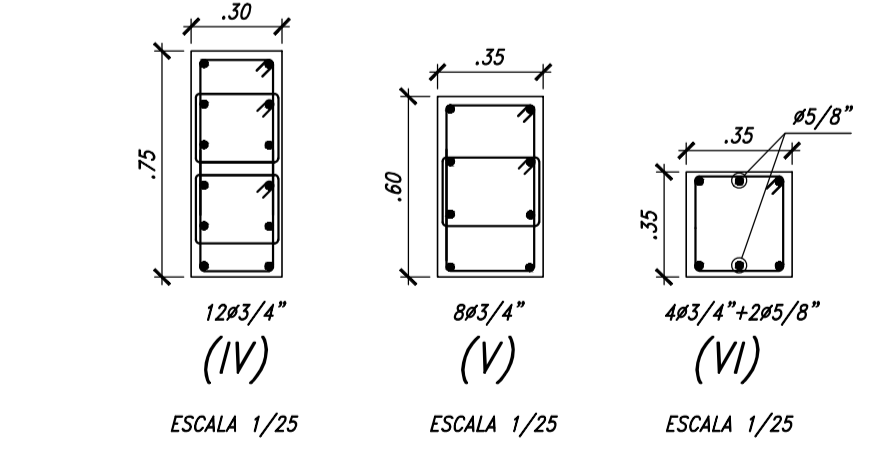
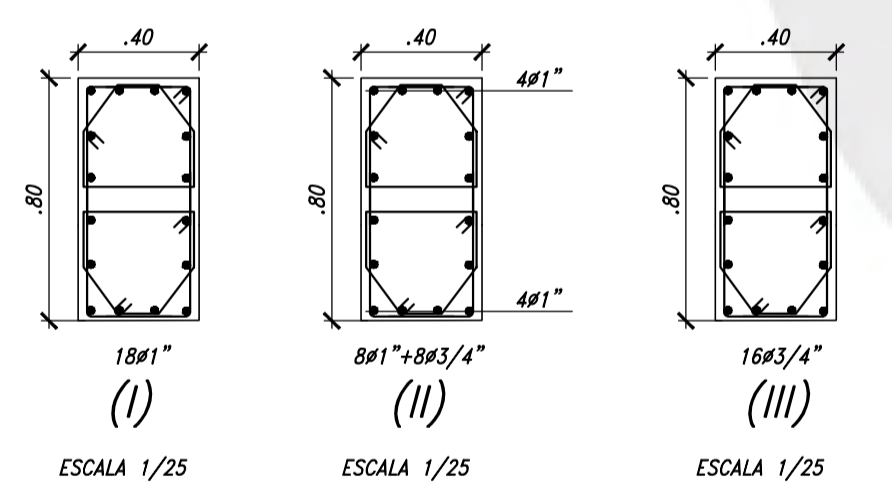
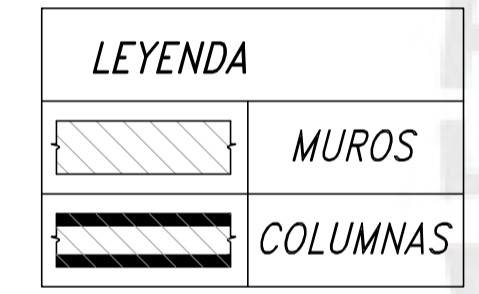
- PRESION ADMISIBLE: q_{ad} = 4.00 Kg/cm2
- PROFUNDIDAD DE CIMENTACION: Df = -1.00 m.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU				
PROPIEDAD:	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL			LAMINA
PROYECTO:	EDIFICIO PARA AULAS-AISLADO			E-01
PLANO:	ESPECIFICACIONES TECNICAS Y RELACION DE PLANOS			
ESPECIALIDAD:	PROFESIONAL RESPONSABLE:	ESCALA:	DIBUJO:	FECHA:
ESTRUCTURAS	LUIS CANO Y GERSON LIBERATO	INDICADA	LC&GL	NOVIEMBRE 2020



CUADRO DE COLUMNAS				
NIVEL	C-1	C-2	C-3	C-4
SÓTANO	18#1" 3 Ø #3/8", 100.05, ØØ.10, ØØ.15 Rsto Ø.25 (I)	12#3/4" 3 Ø #3/8", 100.05, ØØ.10, ØØ.15 Rsto Ø.25 (IV)	8#3/4" 2 Ø #3/8", 100.05, ØØ.10, ØØ.15 Rsto Ø.25 (V)	4#3/4" + 2#5/8" Ø #3/8", 100.05, ØØ.10, ØØ.15 Rsto Ø.25 (VI)
1° PISO	18#1" 3 Ø #3/8", 100.05, ØØ.10, ØØ.15 Rsto Ø.25 (I)			
2° PISO	18#1" 3 Ø #3/8", 100.05, ØØ.10, ØØ.15 Rsto Ø.25 (I)			
3° PISO	18#1" 3 Ø #3/8", 100.05, ØØ.10, ØØ.15 Rsto Ø.25 (I)			
4° PISO	8#1" + 8#3/4" 3 Ø #3/8", 100.05, ØØ.10, ØØ.15 Rsto Ø.25 (II)			
5° PISO	8#1" + 8#3/4" 3 Ø #3/8", 100.05, ØØ.10, ØØ.15 Rsto Ø.25 (II)			
6° PISO	16#3/4" 3 Ø #3/8", 100.05, ØØ.10, ØØ.15 Rsto Ø.25 (III)			

NOTA: LOS NUMEROS ENTRE PARENTESIS INDICAN LA CLAVE PARA LA DISTRIBUCION DE LOS ØS Y ESTRIBOS



FACTORES DE MODIFICACION MAXIMOS PARA LOS DISPOSITIVOS

TIPO	Kd	Qd	u o Qd
AS1	1.3	1.5	
SL1			1.6

FACTORES DE MODIFICACION MINIMOS PARA LOS DISPOSITIVOS

TIPO	Kd	Qd	u o Qd
AS1	0.80	0.80	
SL1			0.80

FACTORES DE SEGURIDAD MINIMOS REQUERIDOS

CASO DE ANALISIS	Pmax (ton)
Cargas de gravedad de servicio "Pser"-deformación y estabilidad	3.00
Estabilidad y deformación del aislador a 500 mm.	1.00
Estabilidad y deformación del aislador a 400 mm. (Desplazamiento total máximo del análisis de respuesta en el tiempo no menor que 0.8 de DTM estático)...(1)	1/λ(k2)·(2)

NOTAS:
 (1) Solo se debe considerar para aisladores elastoméricos.
 (2) λ(k2) es el factor de modificación mínimo que afecta a la pendiente post-fluencia del aislador.

CARACTERISTICAS TECNICAS DE CADA DISPOSITIVO SEGUN LA DEFORMACION DM

TIPO	Kmin. (ton/m)	ξ min. (%)	umin (%)	Du (cm)
AS1	60.29	13.80		28.29
SL1	24.17	63.64	5.71	28.29

TIPO	Kmáx. (ton/m)	ξ máx. (%)	umáx. (%)	Du (cm)
AS1	103.00	16.00		26.55
SL1	51.50	63.60	11.42	26.55

TIPO	Knom. (ton/m)	ξ nom. (%)	unom. (%)	Du (cm)
AS1	75.36	13.81		28.28
SL1	30.21	63.62	7.14	28.28

CARGA VERTICAL MAXIMA PARA LIMITE SUPERIOR DE VARIACION SEGUN LA DEFORMACION DM

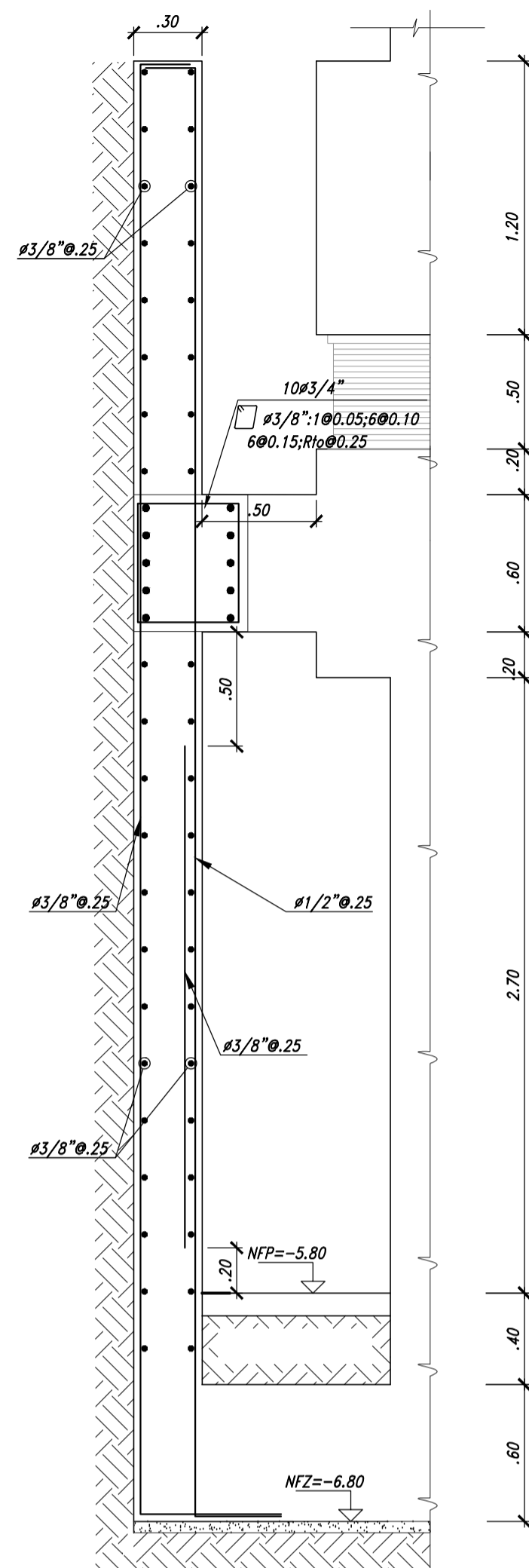
TIPO	Pmax (ton)
AS1	407
SL1	355

CARACTERISTICAS TECNICAS DEL SISTEMA DE AISLAMIENTO SISMICO PARA MODULO A SEGUN LA DEFORMACION DM

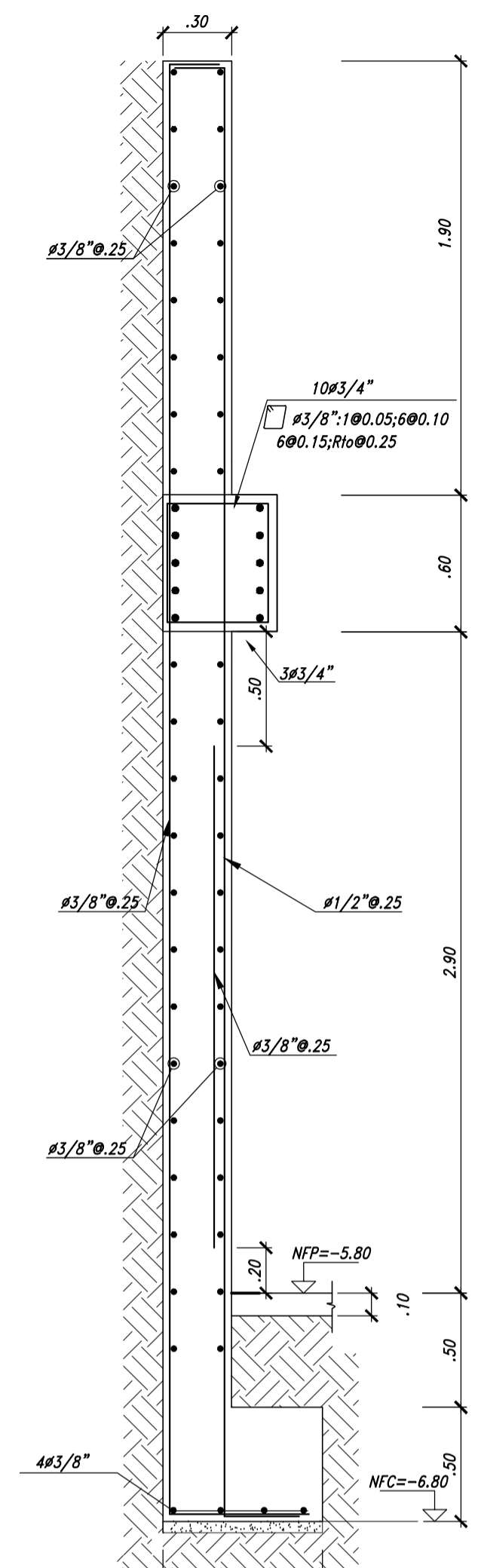
TIPO	Keff. (ton/m)	ξ min. (%)	Du (cm)	Du (cm)
NOMINAL	1794	19.41	28.28	35.48
LIMITE.INFERIOR	1435	19.40	28.29	35.49
LIMITE.SUPERIOR	2524	22.50	26.55	33.96

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

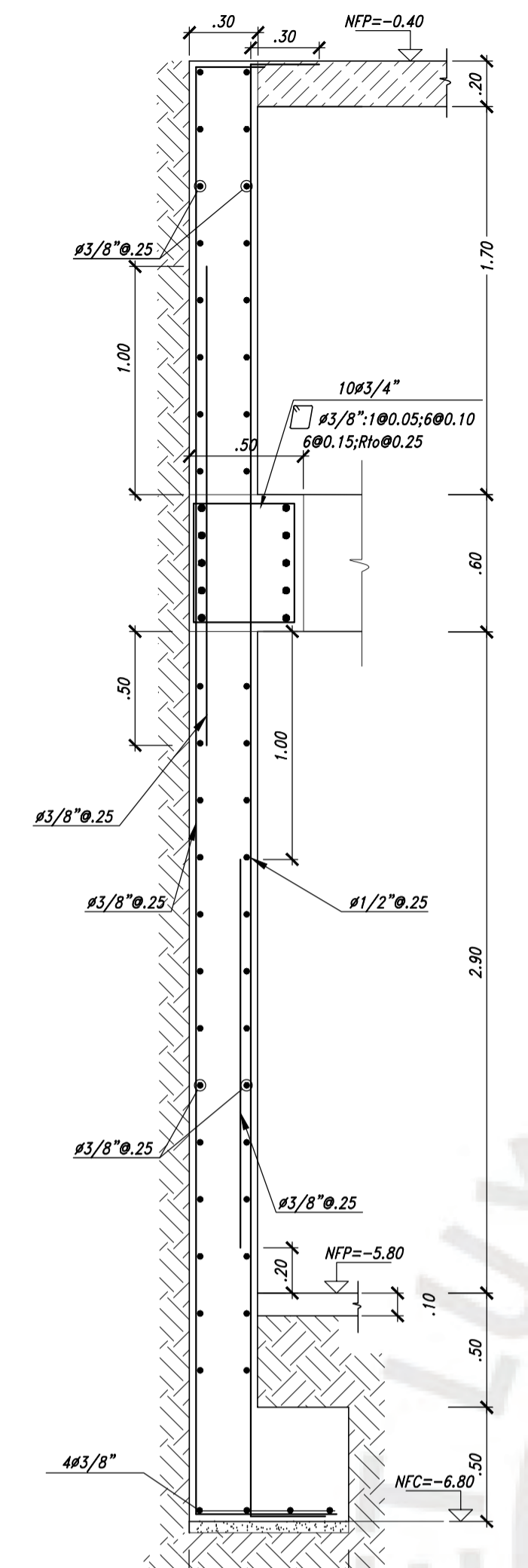
PROPIEDAD:	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL	LAMINA
PROYECTO:	EDIFICIO PARA AULAS-AISLADO	E-02
PLANO:	PLANTA DE CIMENTACION - CUADRO DE COLUMNAS	
ESPECIALIDAD:	PROFESIONAL RESPONSABLE:	ESCALA:
ESTRUCTURAS	LUIS CANO Y GERSON LIBERATO	INDICADA
		DIBUJO:
		LC&GL
		FECHA:
		NOVIEMBRE 2020



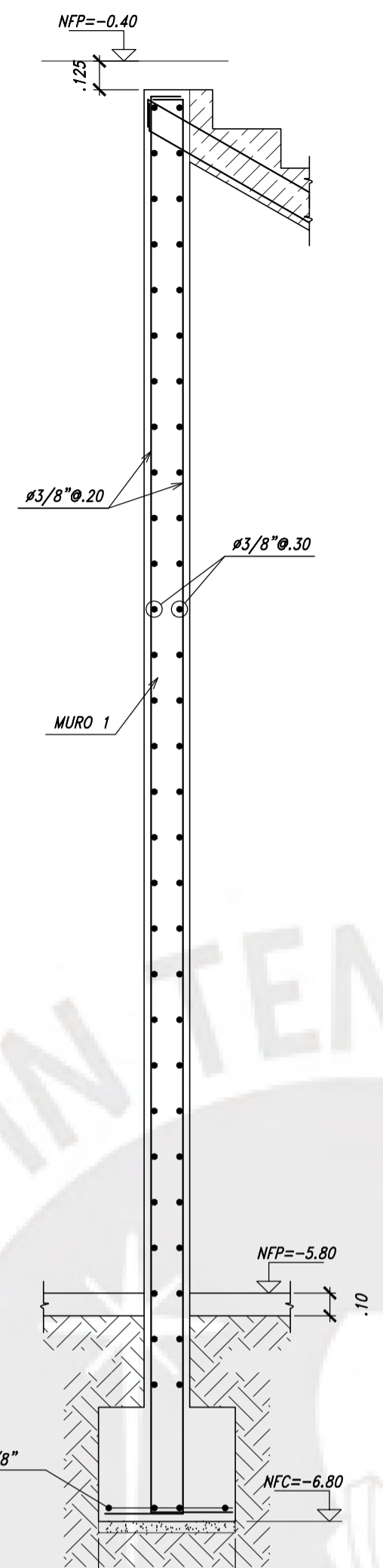
1-1
ESCALA 1/25



2-2
ESCALA 1/25



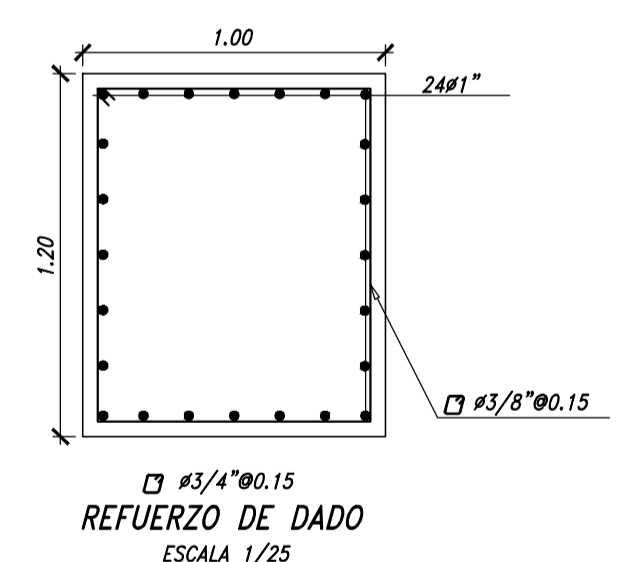
3-3
ESCALA 1/25



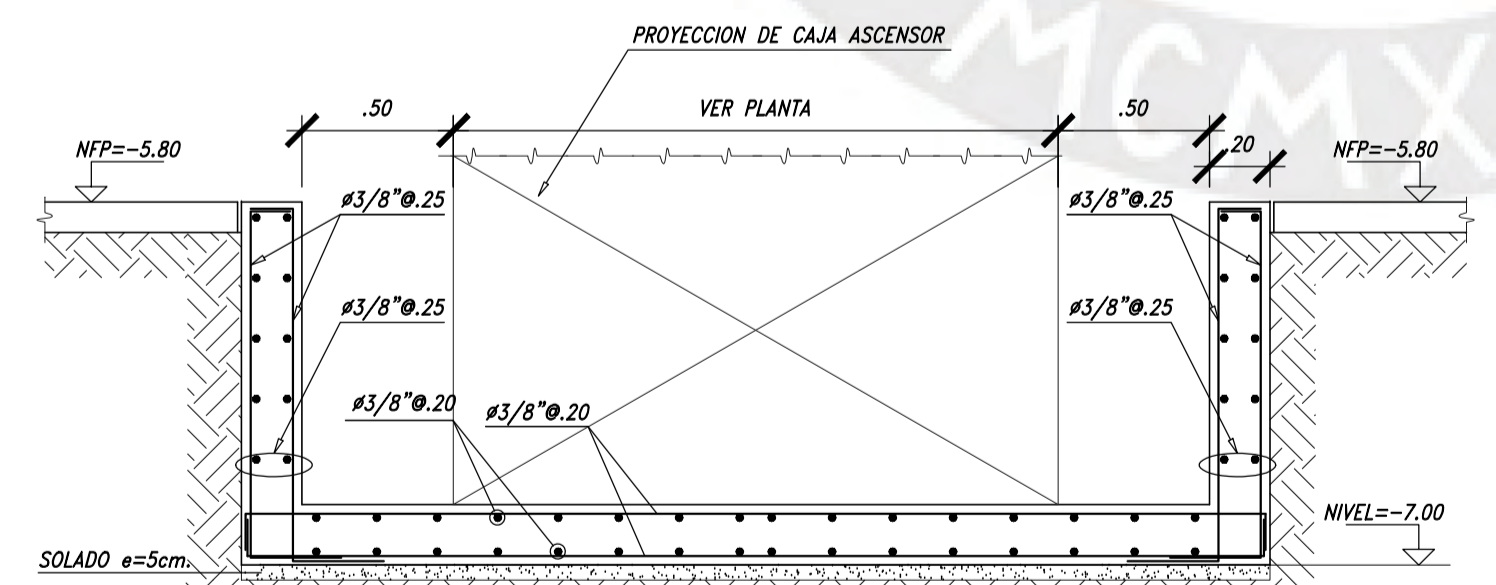
4-4
ESCALA 1/25



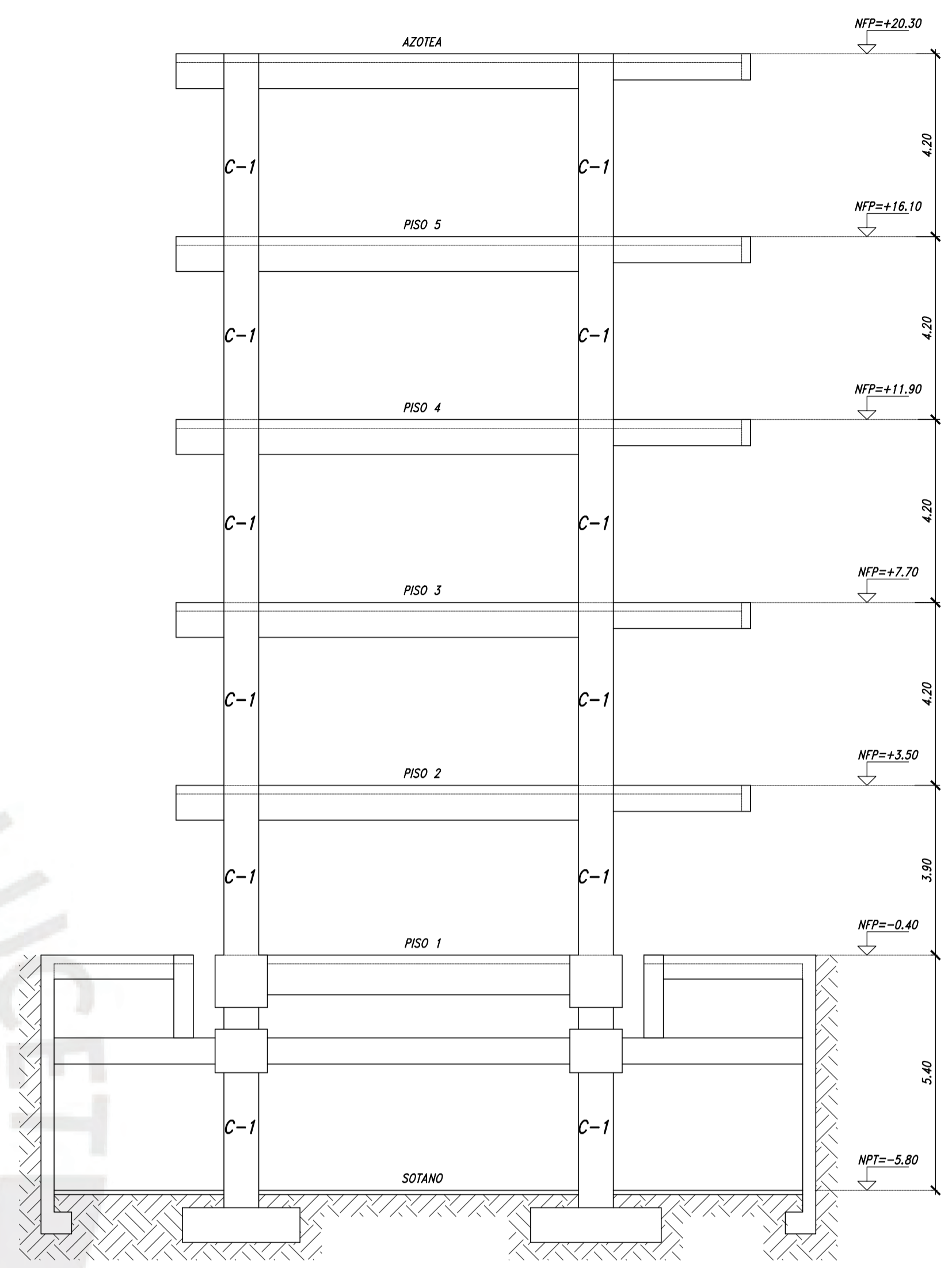
5-5
ESCALA 1/25



REFUERZO DE DADO
ESCALA 1/25

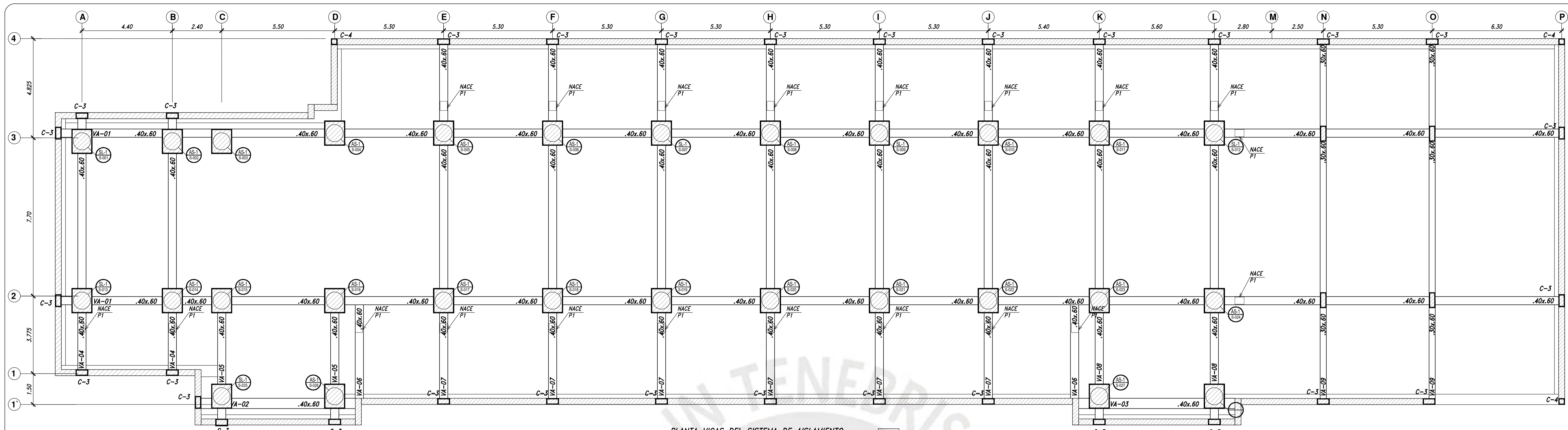


6-6
ESCALA 1/25



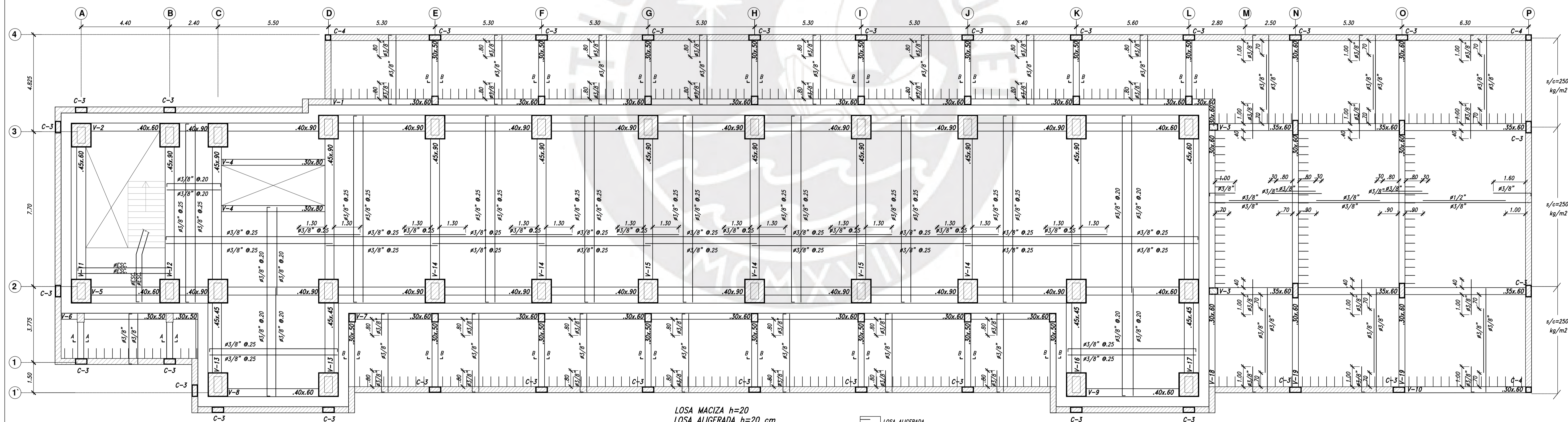
ELEVACION EJE F
ESCALA 1/100

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU				
PROPIEDAD:	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL			LAMINA
PROYECTO:	EDIFICIO PARA AULAS-AISLADO			E-03
PLANO:	MUROS DE CONTENCIÓN - DETALLES			
ESPECIALIDAD:	PROFESIONAL RESPONSABLE:	ESCALA:	DIBUJO:	FECHA:
ESTRUCTURAS	LUIS CANO Y GERSON LIBERATO	INDICADA	LC&GL	NOVIEMBRE 2020



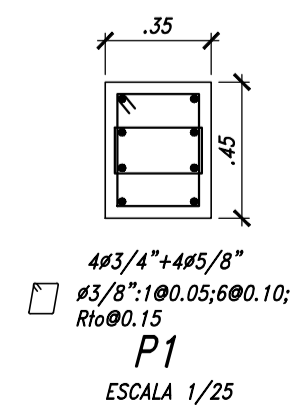
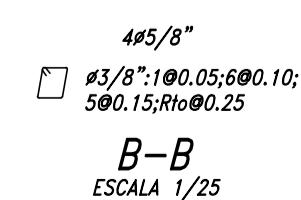
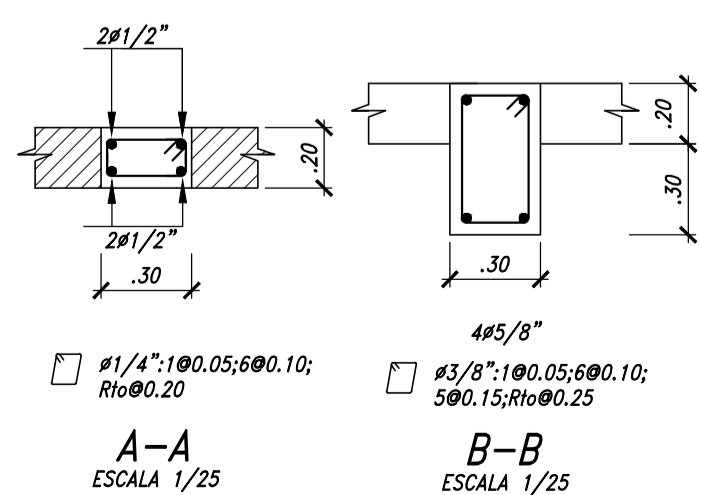
PLANTA VIGAS DEL SISTEMA DE AISLAMIENTO
ESCALA 1/100

LOSA ALIGERADA
LOSA MACIZA



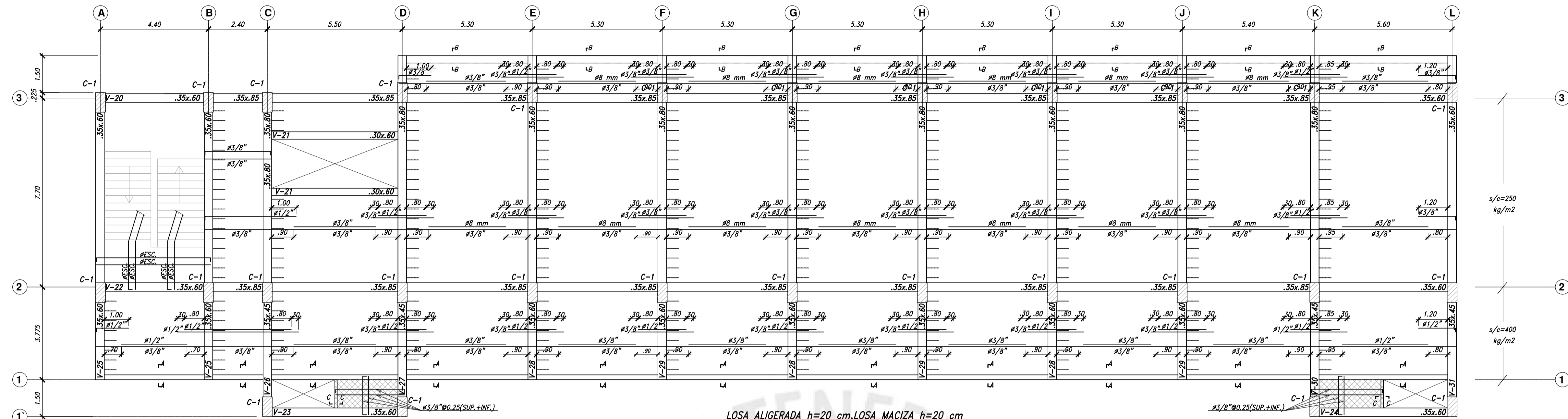
LOSA MACIZA h=20
LOSA ALIGERADA h=20 cm
s/c=250kg/cm²(AULAS)
s/c=400kg/cm²(CORREDORES Y ESCALERAS)
ENCOFRADO SOTANO:NFP=-0.40
ESCALA 1/100

LOSA ALIGERADA
LOSA MACIZA



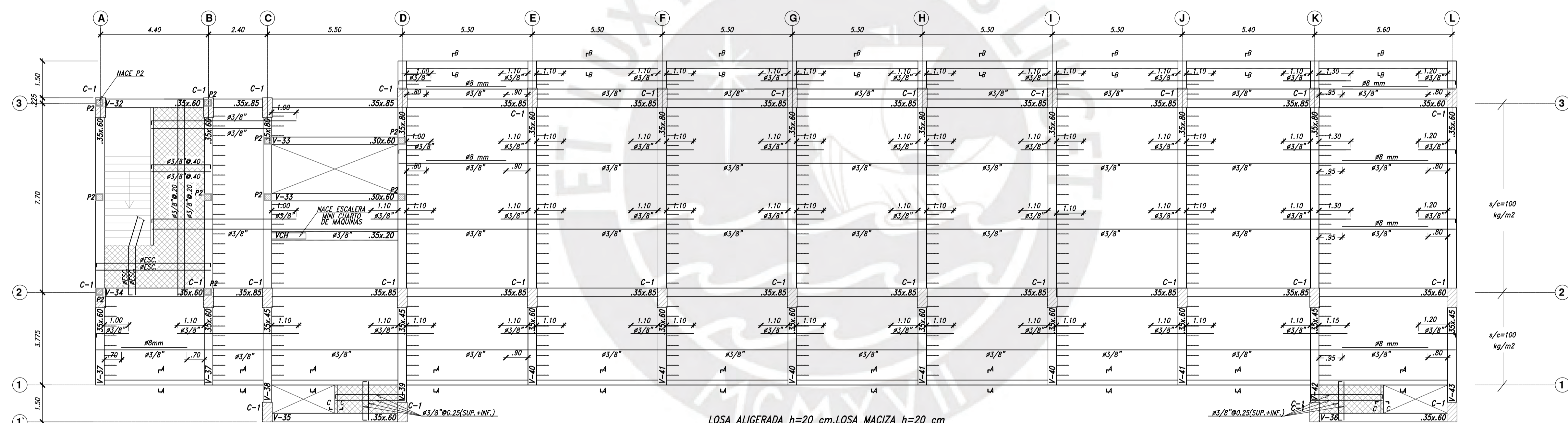
LEYENDA	
	MUROS
	COLUMNAS

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU			
PROPIEDAD:	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		LAMINA
PROYECTO:	EDIFICIO PARA AULAS-AISLADO		E-04
PLANO:	PLANTA VIGAS DE SISTEMA DE AISLAMIENTO Y ENCOFRADO SOTANO		
ESPECIALIDAD:	PROFESIONAL RESPONSABLE:	ESCALA:	DIBUJO:
ESTRUCTURAS	LUIS CANO Y GERSON LIBERATO	INDICADA	LC&GL
			FECHA:
			NOVIEMBRE 2020



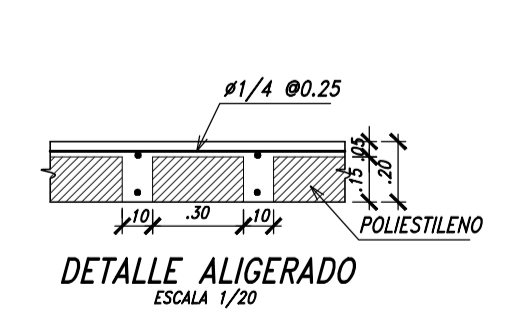
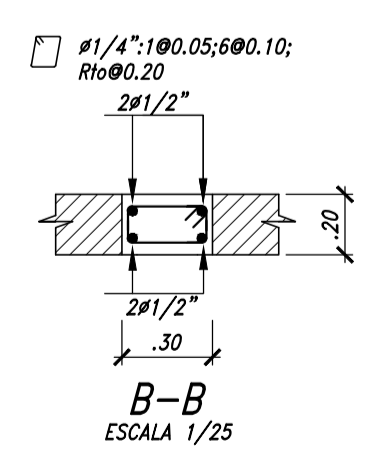
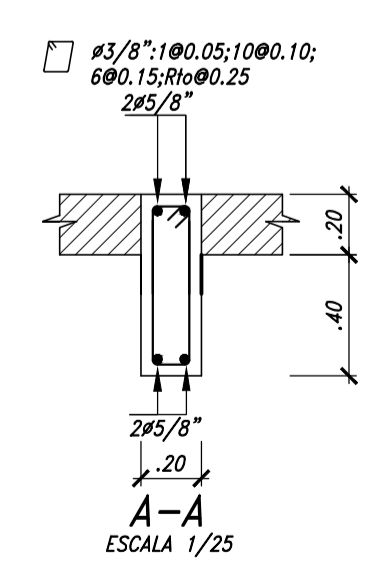
LOSA ALIGERADA h=20 cm, LOSA MACIZA h=20 cm
 s/c=250kg/cm2(AULAS)
 s/c=400kg/cm2(CORREDORES Y ESCALERAS)
 ENCOFRADO PISO 1, 2, 3 y 4: NFP=+3.50, +7.70, +11.90 y +16.10
 ESCALA 1/100

LOSA ALIGERADA
 LOSA MACIZA



LOSA ALIGERADA h=20 cm, LOSA MACIZA h=20 cm
 s/c=100kg/cm2(TECHOS)
 ENCOFRADO AZOTEA: NFP=+20.30
 ESCALA 1/100

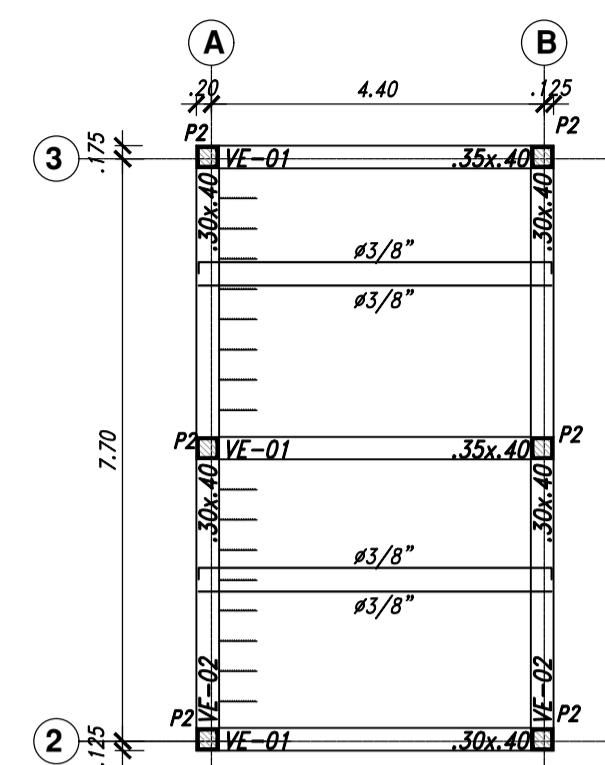
LOSA ALIGERADA
 LOSA MACIZA



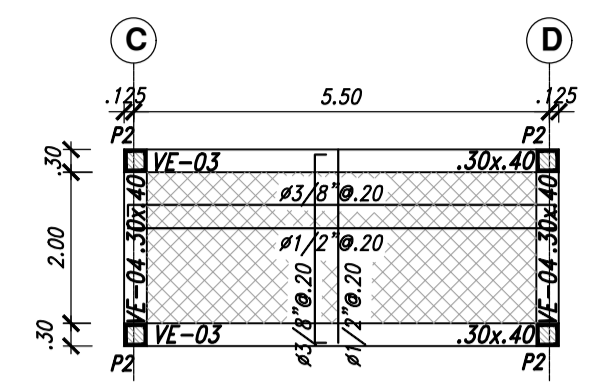
LEYENDA

	MUROS
	COLUMNAS

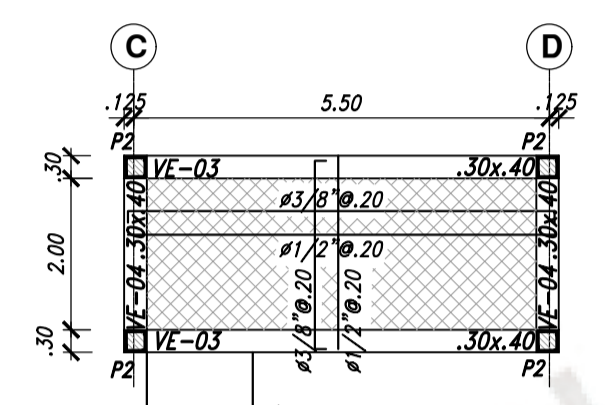
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU				
PROPIEDAD:	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL			LAMINA
PROYECTO:	EDIFICIO PARA AULAS-AISLADO			E-05
PLANO:	ENCOFRADO PISO 1, 2, 3, 4 Y AZOTEA			
ESPECIALIDAD:	PROFESIONAL RESPONSABLE:	ESCALA:	DIBUJO:	FECHA:
ESTRUCTURAS	LUIS CANO Y GERSON LIBERATO	INDICADA	LC&GL	NOVIEMBRE 2020



LOSA ALIGERADA h=20 cm s/c - 100kg/m²
 ENCOFRADO ESCALERA:NFP=+23.30
 ESCALA 1/100

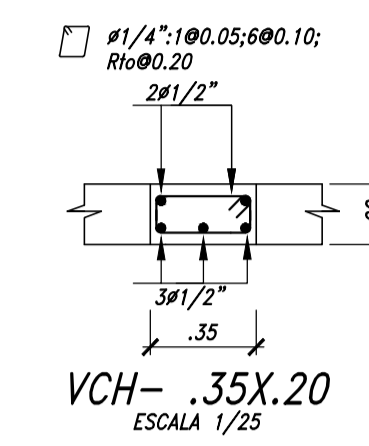


ENCOFRADO TECHO DE CUARTO DE MÁQUINAS DE ASCENSOR PÚBLICO
 S/C = 150 Kg/m²+GANCHOS DE IZAJE
 LOSA: h=0.15 m, NFP=+23.30
 ESCALA 1/100

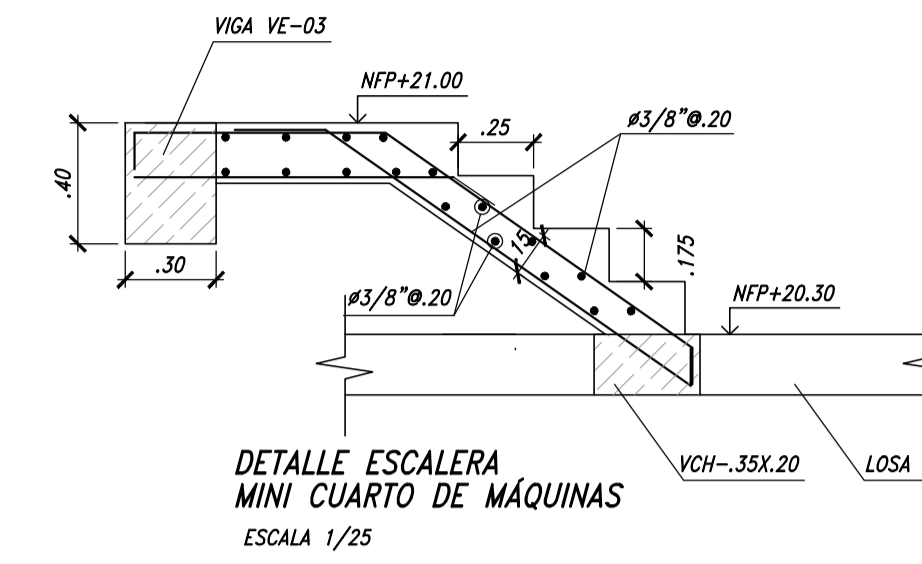


ENCOFRADO PISO DE CUARTO DE MÁQUINAS DE ASCENSOR
 S/C = 1000 Kg/m²
 LOSA: h=0.20 m, NFP=+21.00
 ESCALA 1/100

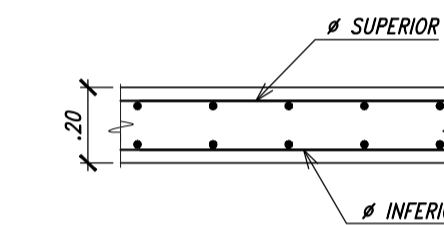
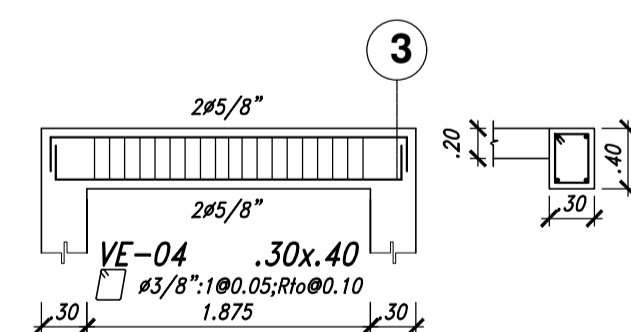
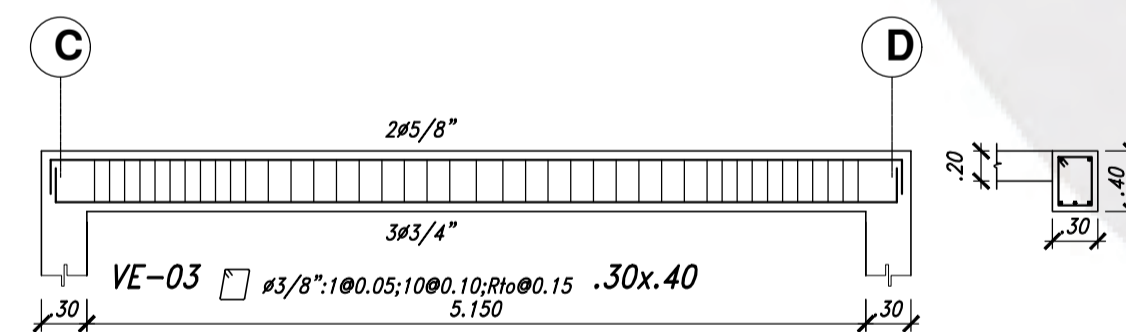
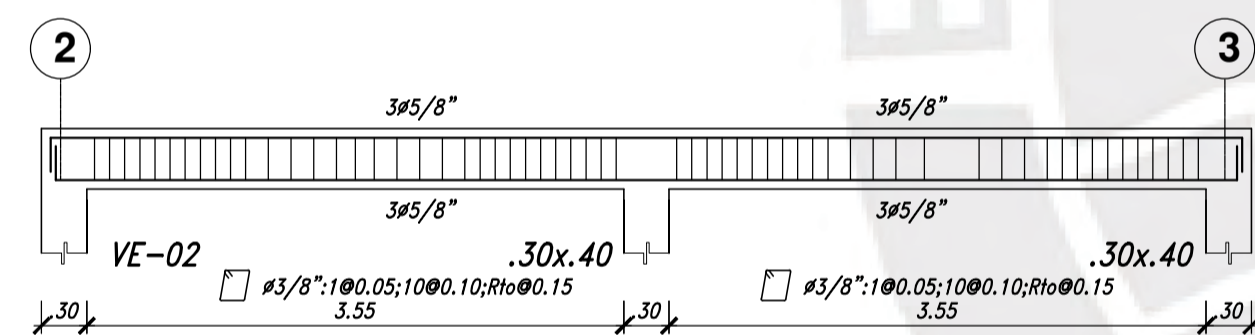
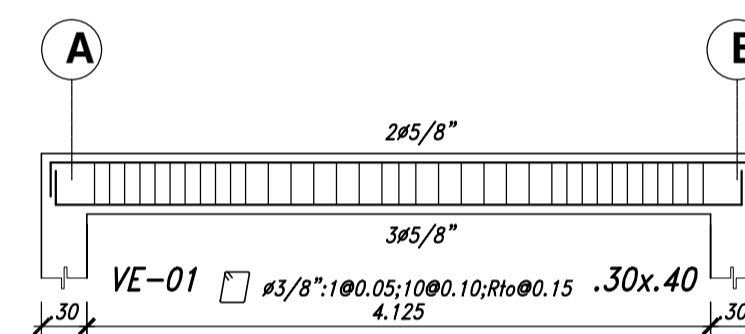
LEYENDA	
	MUROS
	COLUMNAS



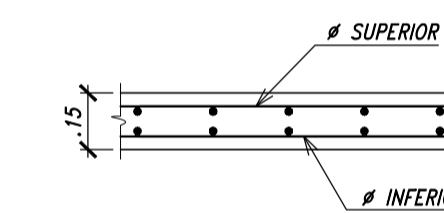
VCH- .35X.20
 ESCALA 1/25



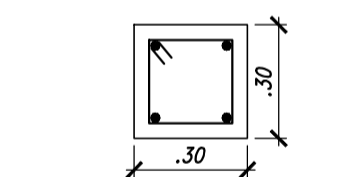
DETALLE ESCALERA
 MINI CUARTO DE MÁQUINAS
 ESCALA 1/25



DETALLE LOSA MACIZA h=.20
 ESCALA 1/20



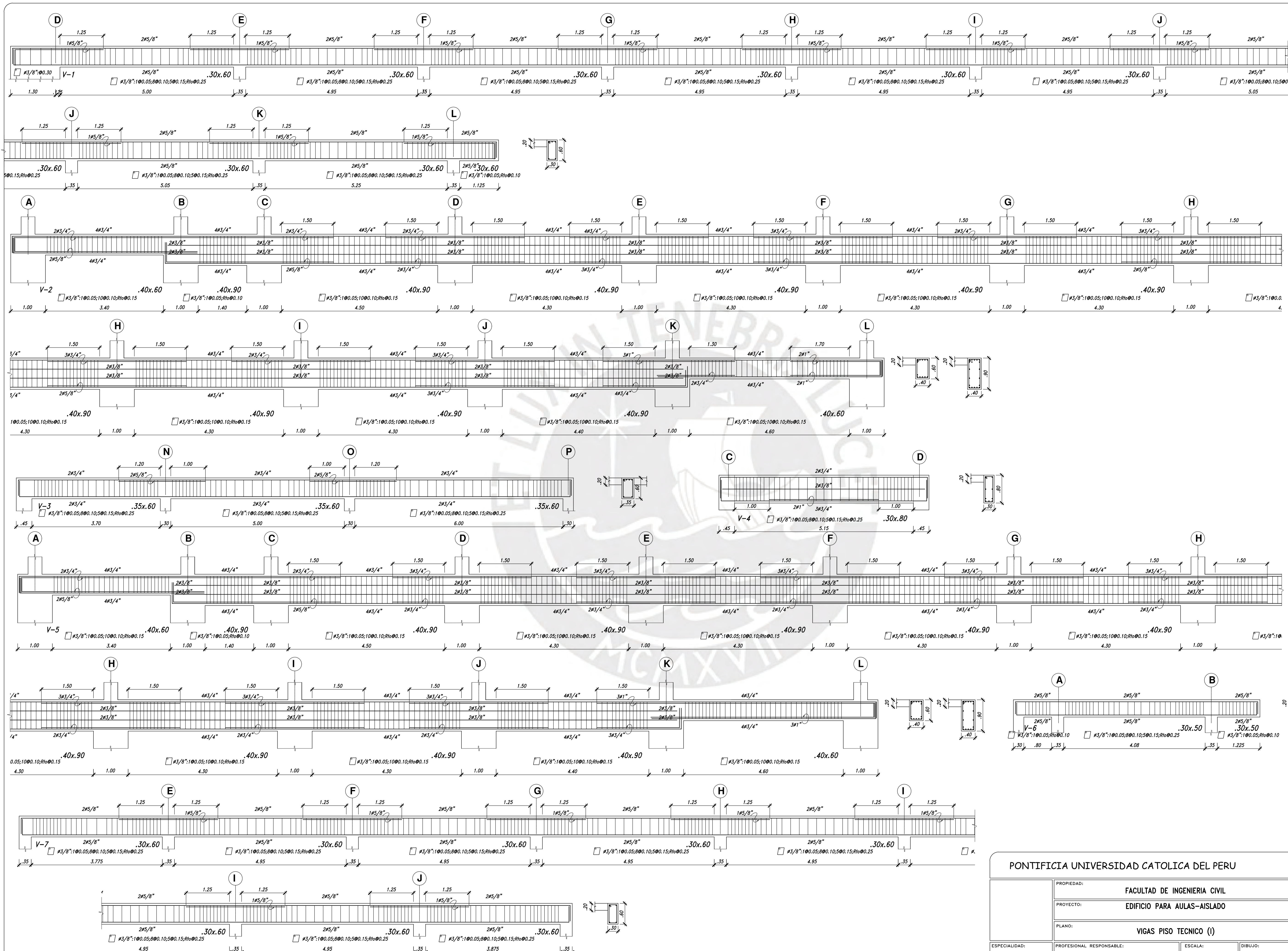
DETALLE LOSA MACIZA h=.15
 ESCALA 1/20



4#3/4"
 #3/8":1#0.05,10#0.10,R1#0.20
 P2
 ESCALA 1/20

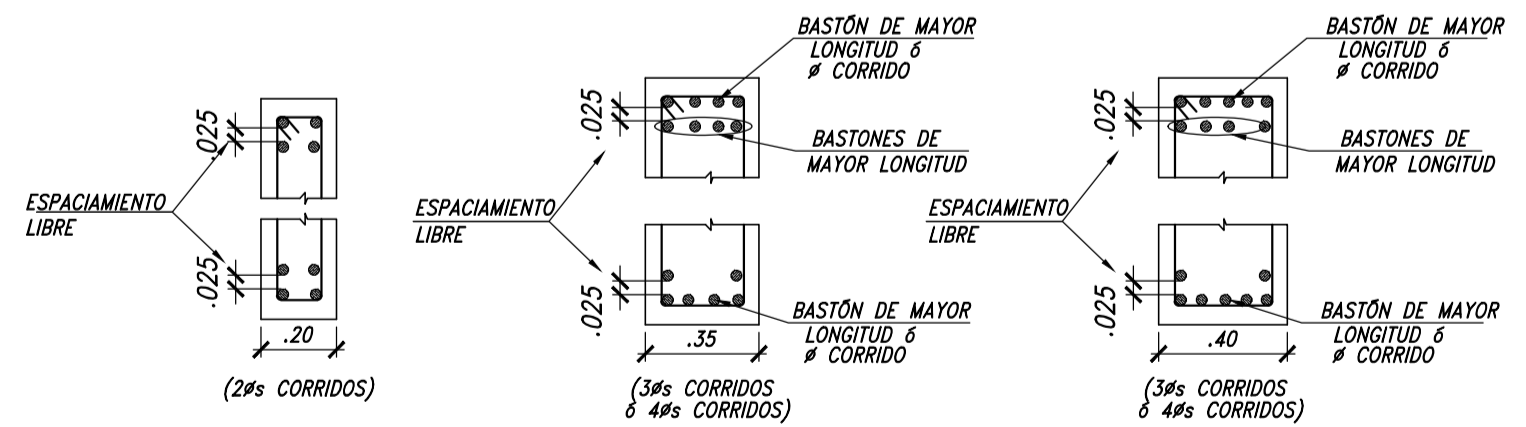
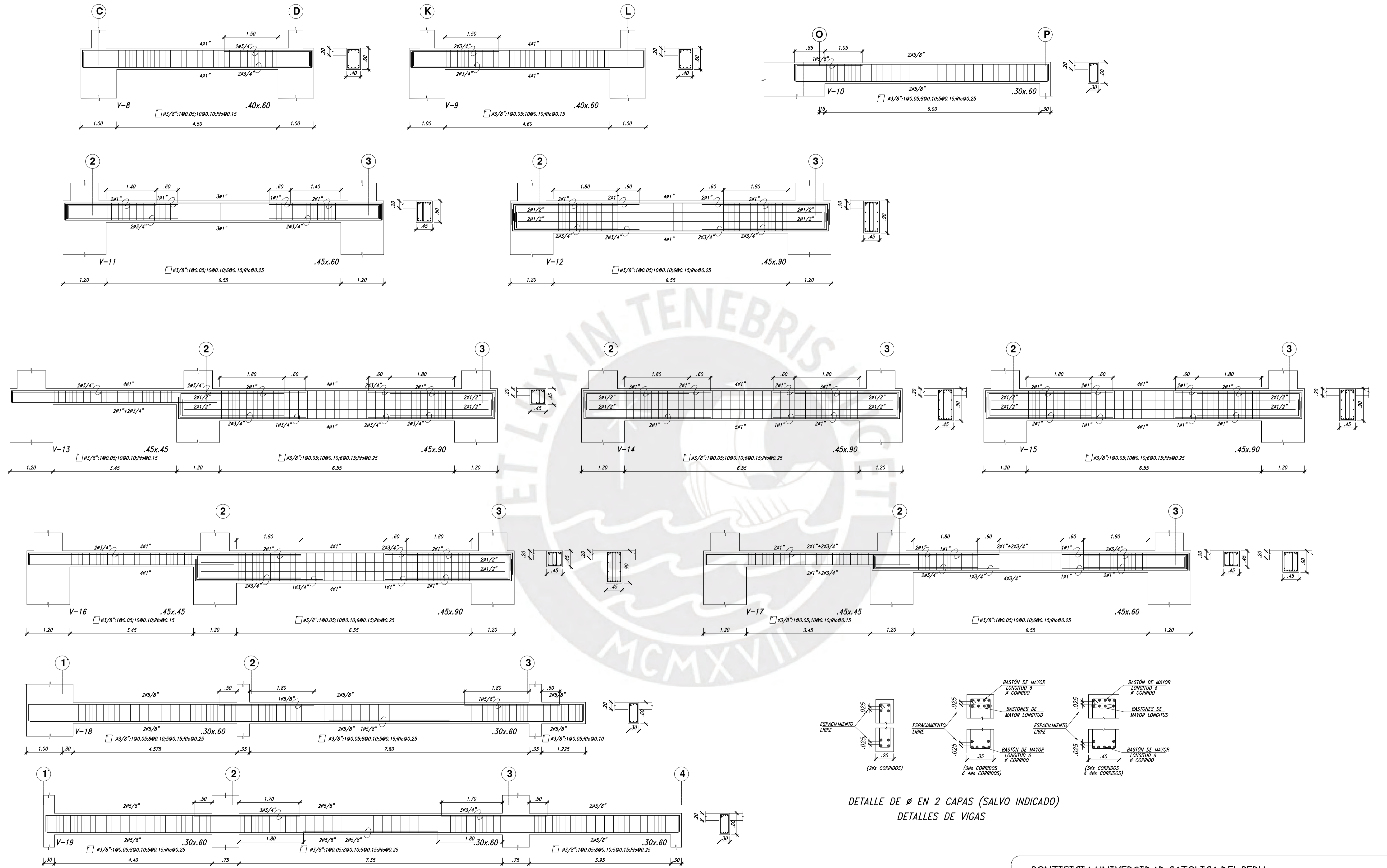
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU

ESPECIALIDAD: ESTRUCTURAS	PROPIEDAD: FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL	LAMINA
	PROYECTO: EDIFICIO PARA AULAS-AISLADO	E-06
	PLANO: ENCOFRADO TECHOS - VIGAS TECHO - DETALLES	
PROFESIONAL RESPONSABLE: LUIS CANO Y GERSON LIBERATO	ESCALA: INDICADA	DIBUJO: LC&GL
		FECHA: NOVIEMBRE 2020



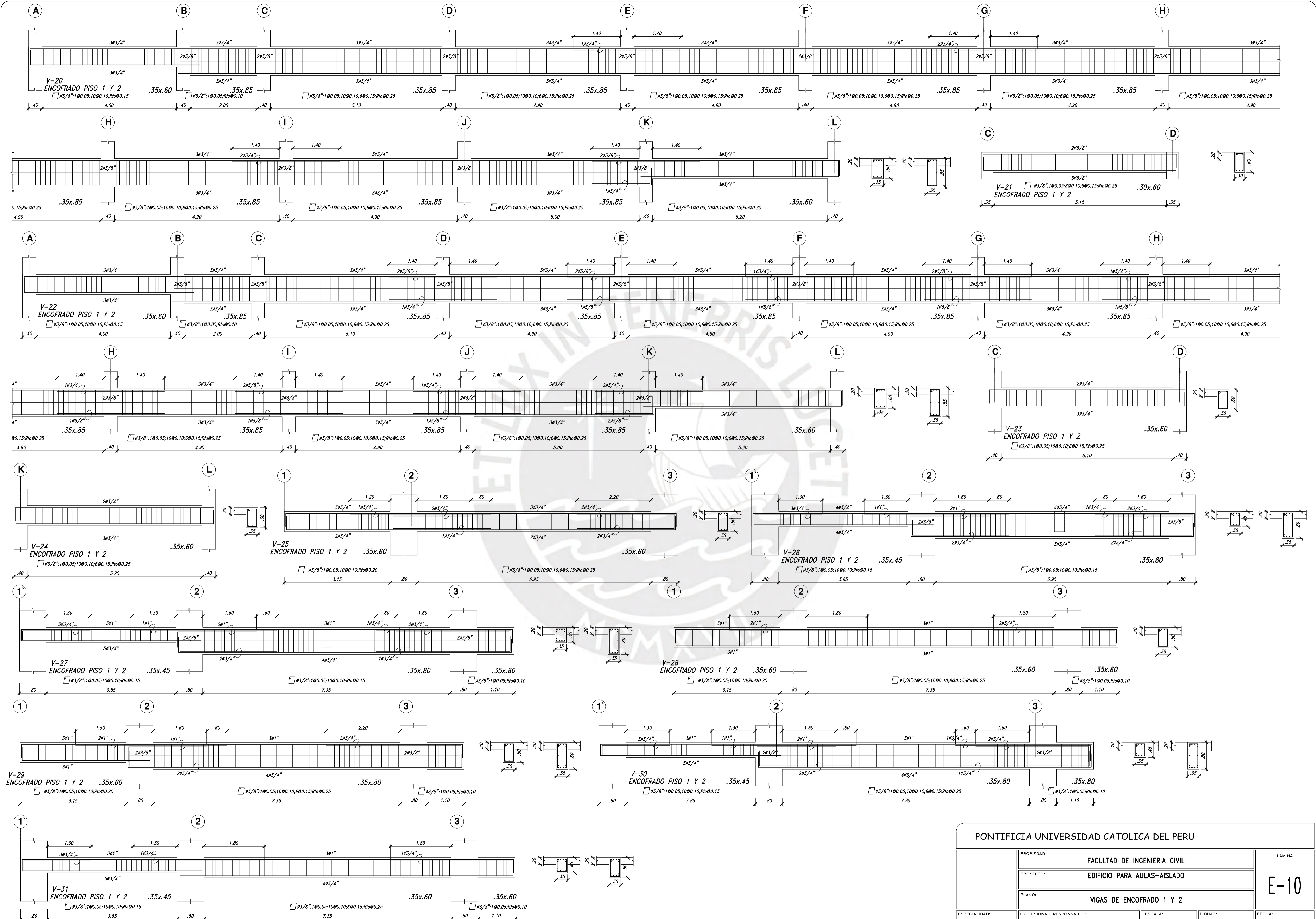
RED:0.400\YELLOW:0.200\GREEN:0.300\CYAN:0.150\BLUE:0.250\MAGENTA:0.200\WHITE:0.500\8:0.100\9:0.100\11:0.170\22:0.220\33:0.250\44:0.320\55:0.500\66:0.800

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU			
PROPIEDAD:	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		LAMINA
PROYECTO:	EDIFICIO PARA AULAS-AISLADO		E-08
PLANO:	VIGAS PISO TECNICO (I)		
ESPECIALIDAD:	PROFESIONAL RESPONSABLE:	ESCALA:	DIBUJO:
ESTRUCTURAS	LUIS CANO Y GERSON LIBERATO	INDICADA	LC&GL
			FECHA:
			NOVIEMBRE 2020



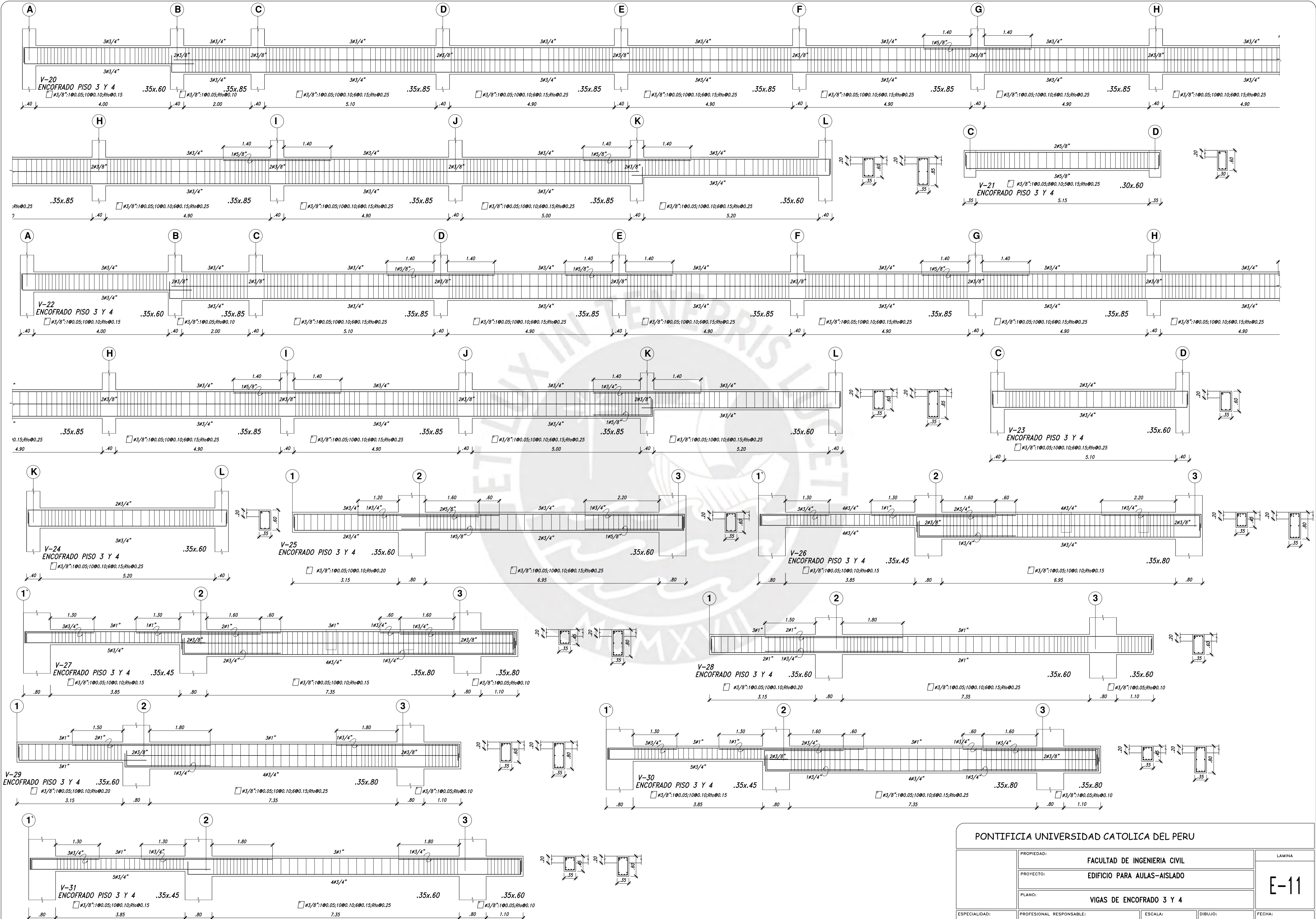
DETALLE DE Ø EN 2 CAPAS (SALVO INDICADO)
DETALLES DE VIGAS

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU				
PROPIEDAD:	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL			LAMINA
PROYECTO:	EDIFICIO PARA AULAS-AISLADO			E-09
PLANO:	VIGAS PISO TECNICO (II)			
ESPECIALIDAD:	PROFESIONAL RESPONSABLE:	ESCALA:	DIBUJO:	FECHA:
ESTRUCTURAS	LUIS CANO Y GERSON LIBERATO	INDICADA	LC&GL	NOVIEMBRE 2020



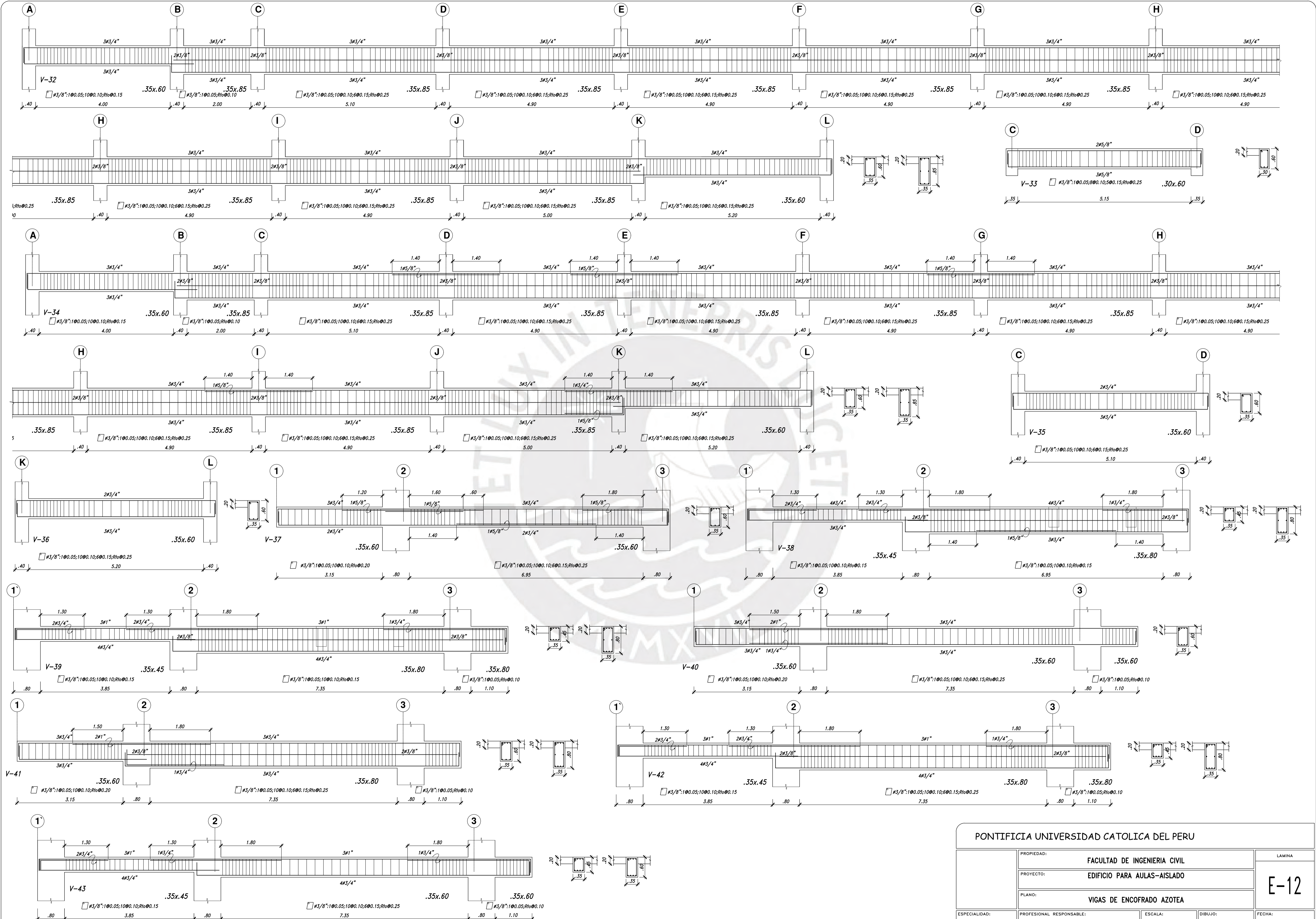
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU			
PROPIEDAD:	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		LAMINA
PROYECTO:	EDIFICIO PARA AULAS-AISLADO		E-10
PLANO:	VIGAS DE ENCOFRADO 1 Y 2		
ESPECIALIDAD:	PROFESIONAL RESPONSABLE:	ESCALA:	DIBUJO:
ESTRUCTURAS	LUIS CANO Y GERSON LIBERATO	INDICADA	LC&GL
			FECHA:
			NOVIEMBRE 2020

RED:0.400\YELLOW:0.200\GREEN:0.300\CYAN:0.150\BLUE:0.250\MAGENTA:0.200\WHITE:0.500\8:0.100\9:0.100\11:0.170\22:0.220\33:0.250\44:0.320\55:0.500\66:0.800

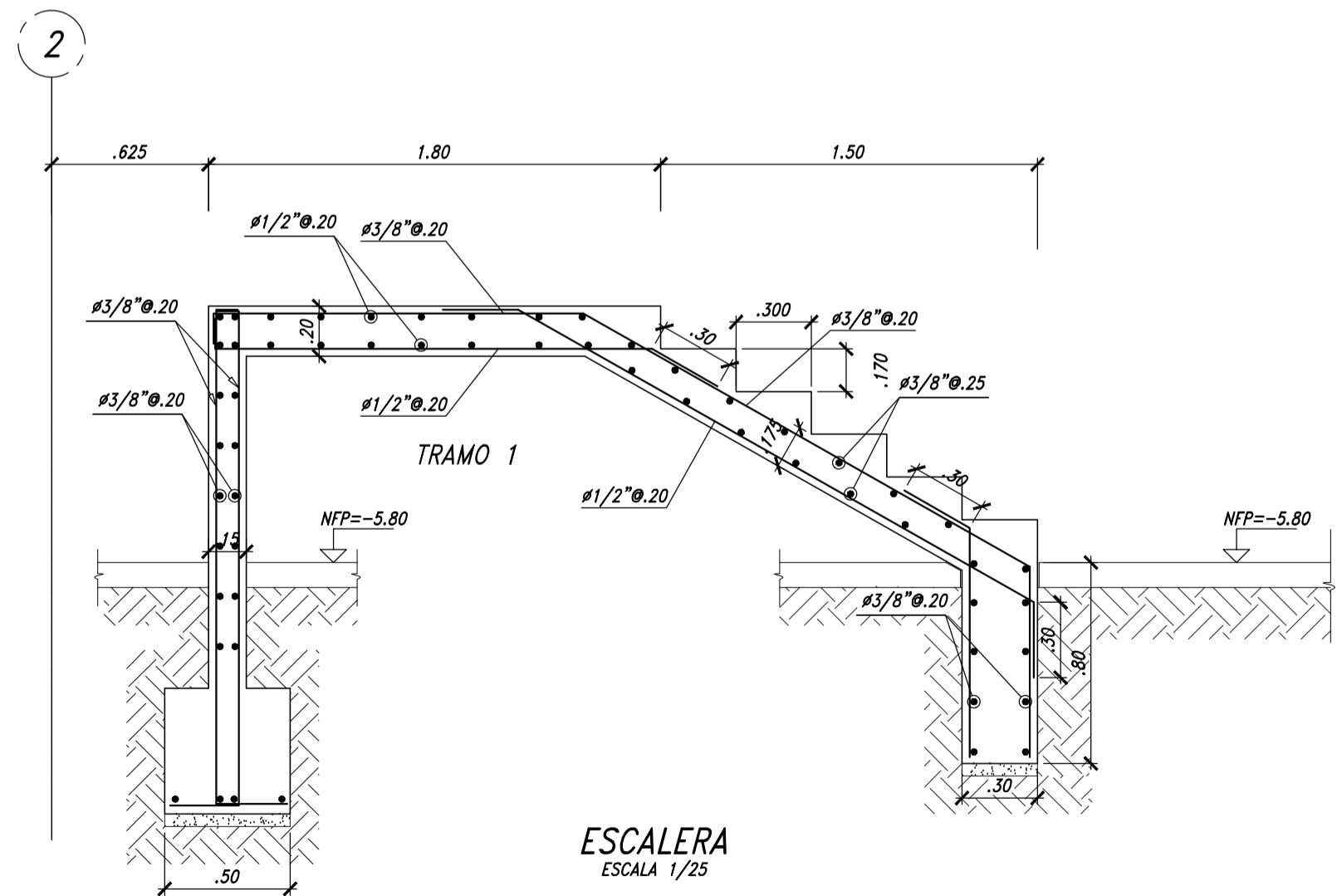
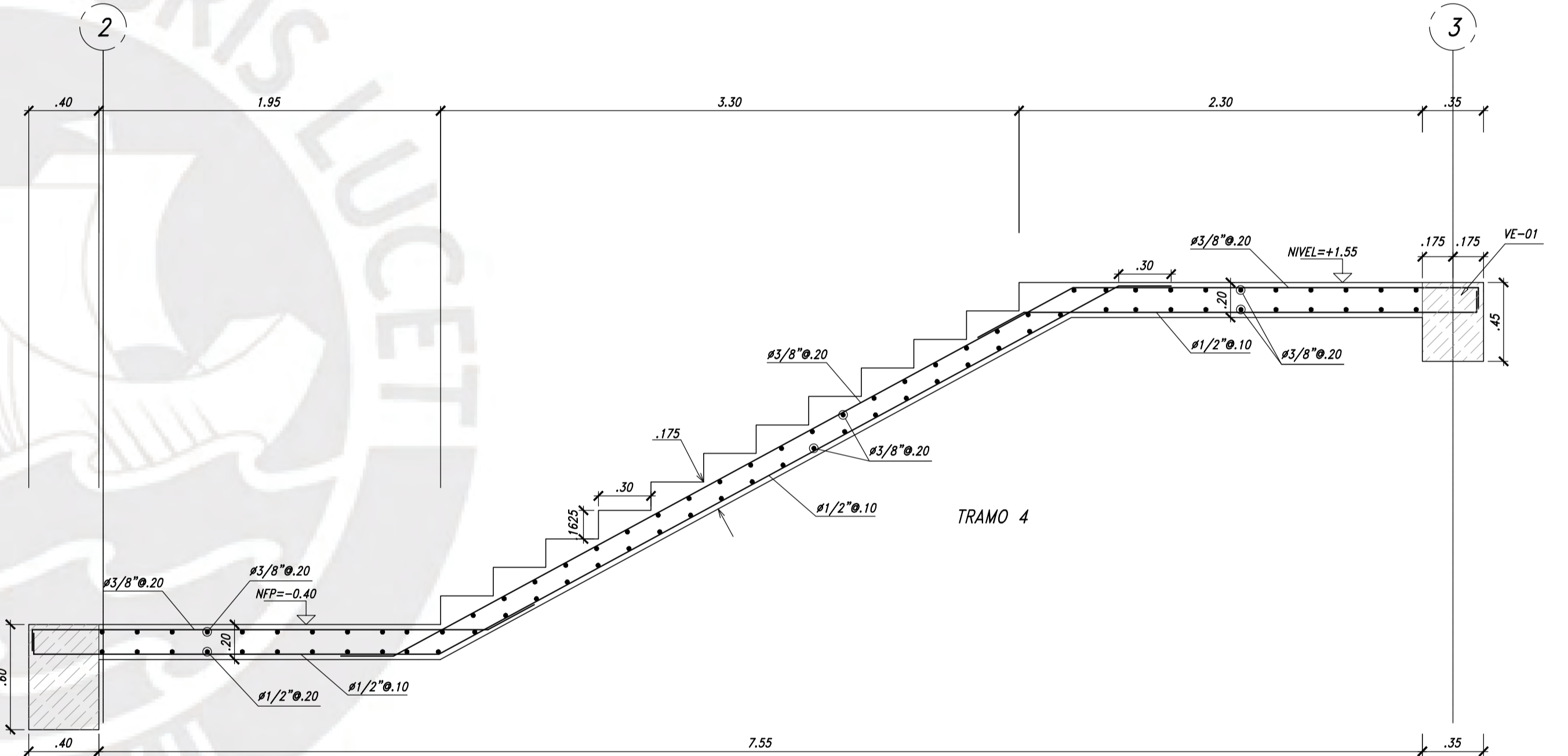
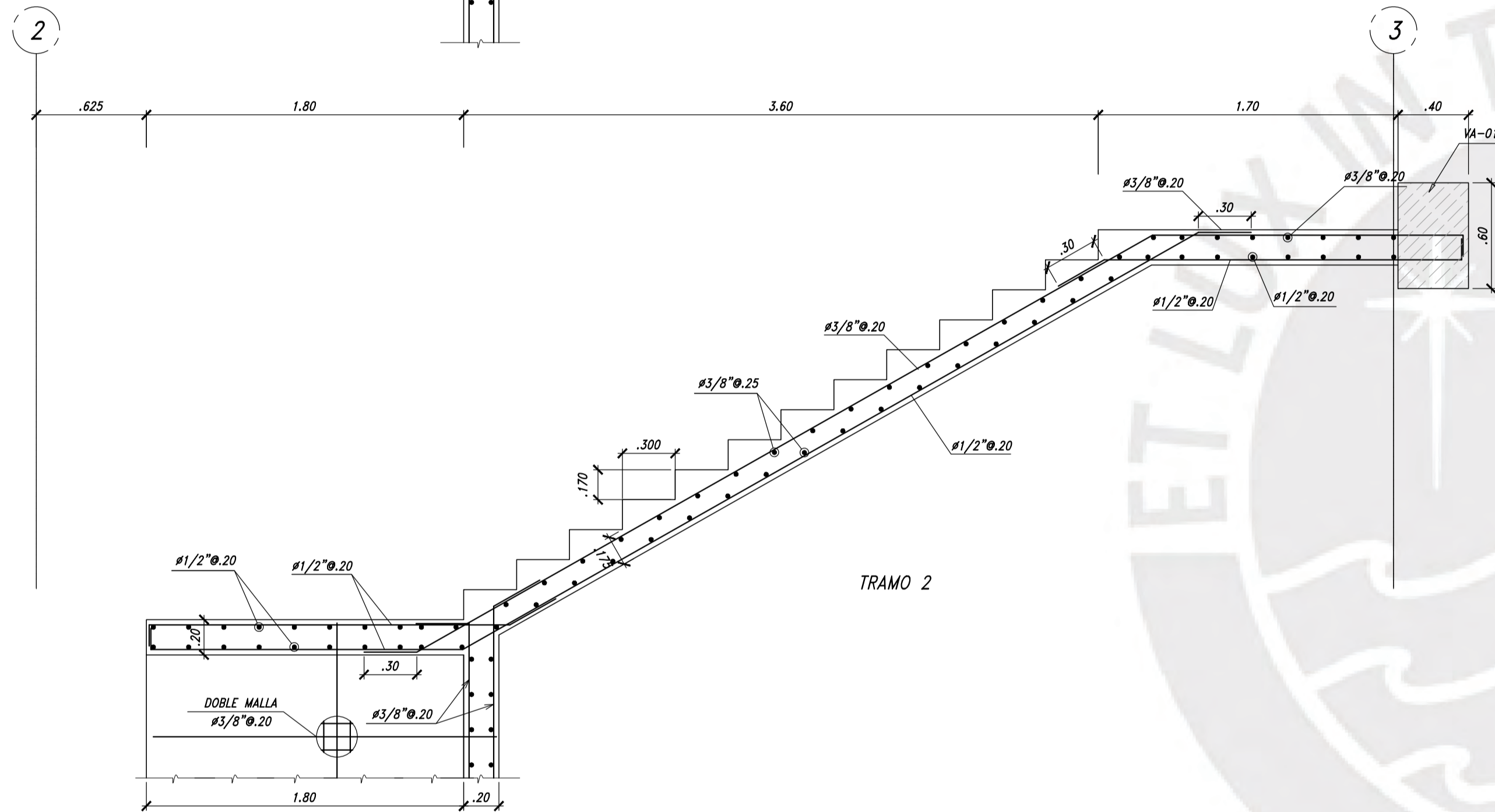
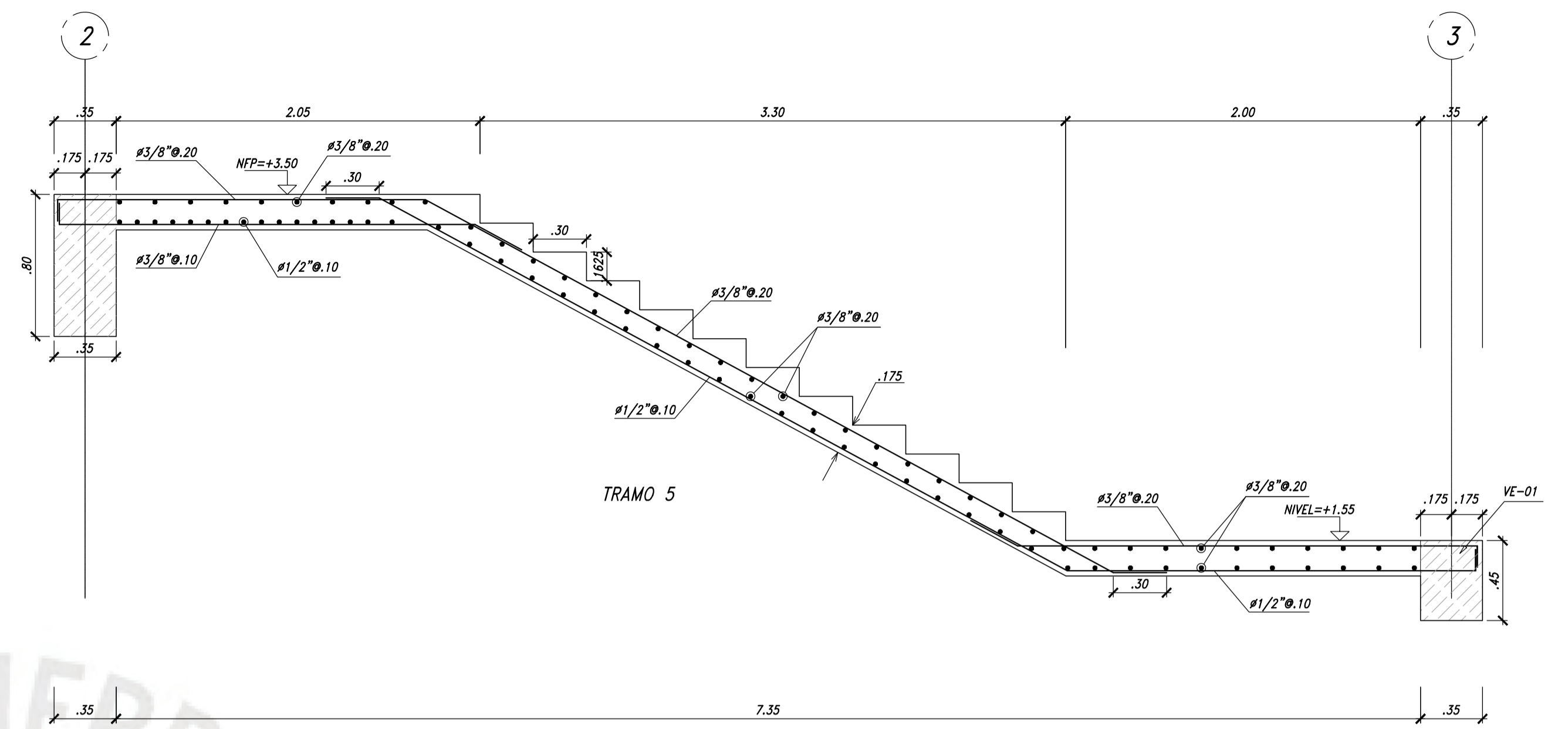
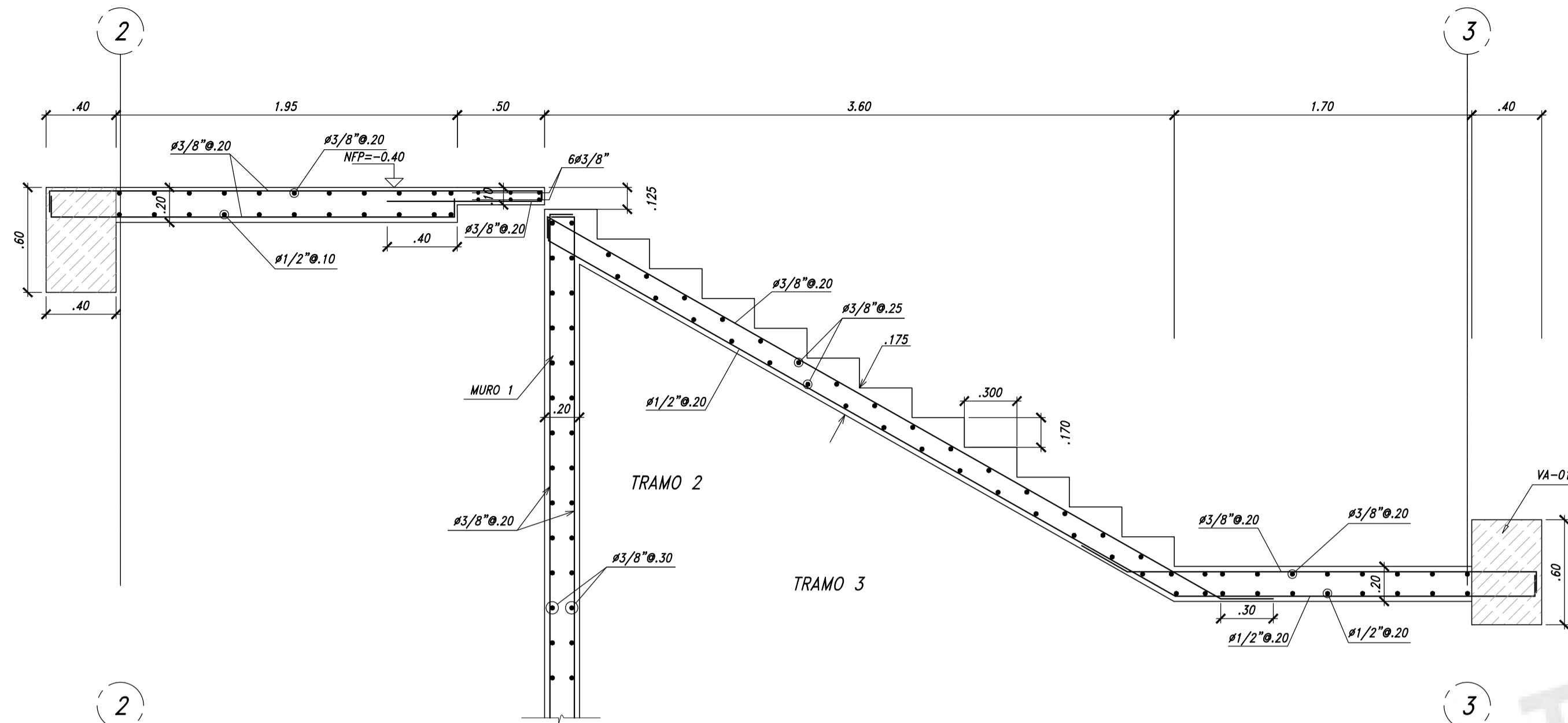


PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU			
PROPIEDAD:	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		LAMINA
PROYECTO:	EDIFICIO PARA AULAS-AISLADO		E-11
PLANO:	VIGAS DE ENCOFRADO 3 Y 4		
ESPECIALIDAD:	PROFESIONAL RESPONSABLE:	ESCALA:	DIBUJO:
ESTRUCTURAS	LUIS CANO Y GERSON LIBERATO	INDICADA	LC&GL
			FECHA:
			NOVIEMBRE 2020

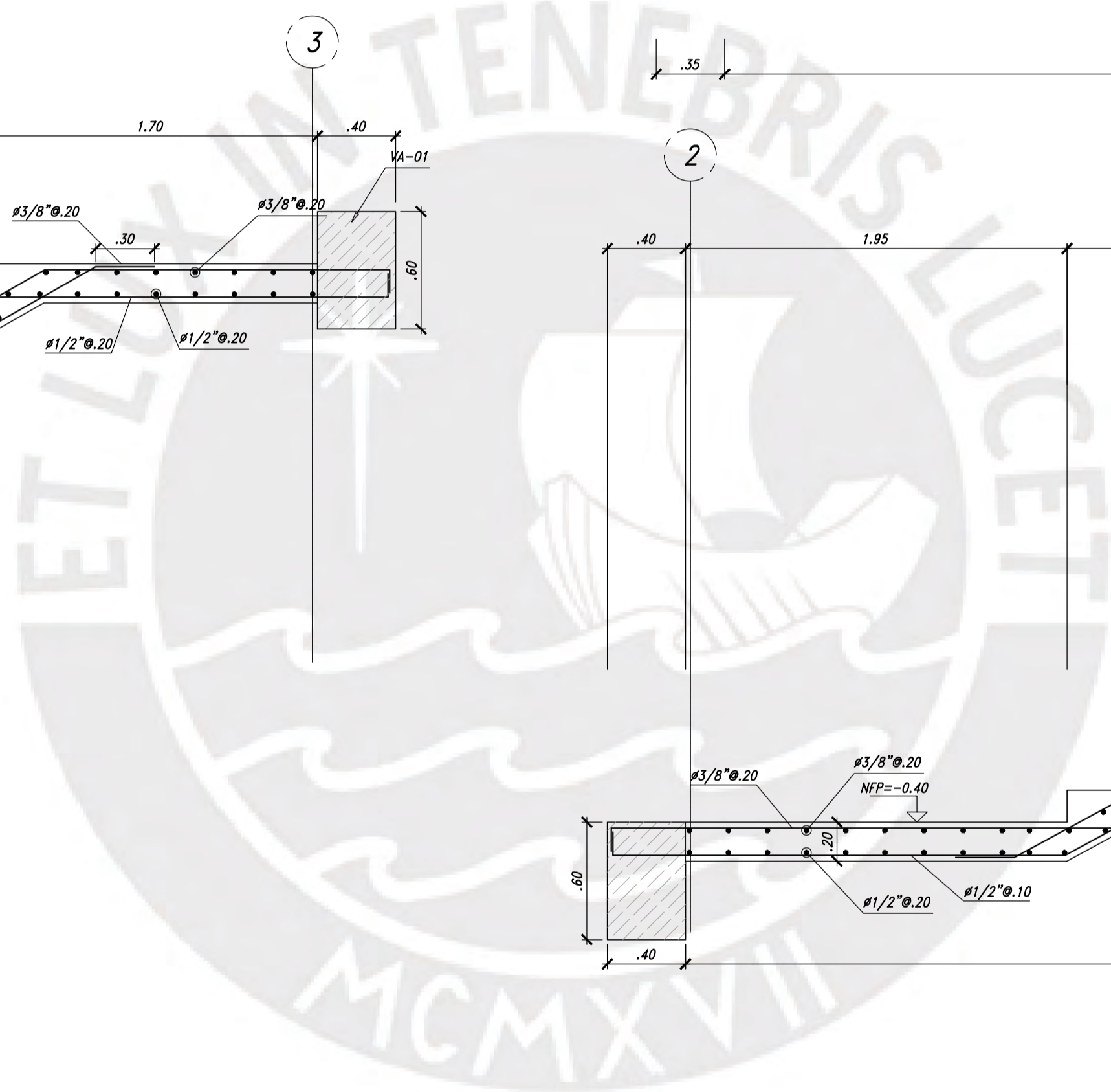
RED:0.400\YELLOW:0.200\GREEN:0.300\CYAN:0.150\BLUE:0.250\MAGENTA:0.200\WHITE:0.500\8:0.100\9:0.100\11:0.170\22:0.220\33:0.250\44:0.320\55:0.500\66:0.800



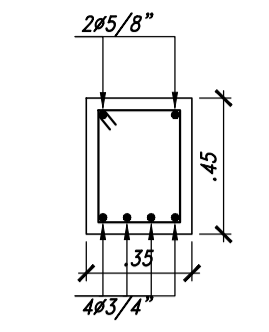
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU			
PROPIEDAD:	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL		LAMINA
PROYECTO:	EDIFICIO PARA AULAS-AISLADO		E-12
PLANO:	VIGAS DE ENCOFRADO AZOTEA		
ESPECIALIDAD:	PROFESIONAL RESPONSABLE:	ESCALA:	DIBUJO:
ESTRUCTURAS	LUIS CANO Y GERSON LIBERATO	INDICADA	LC&GL
			FECHA:
			NOVIEMBRE 2020



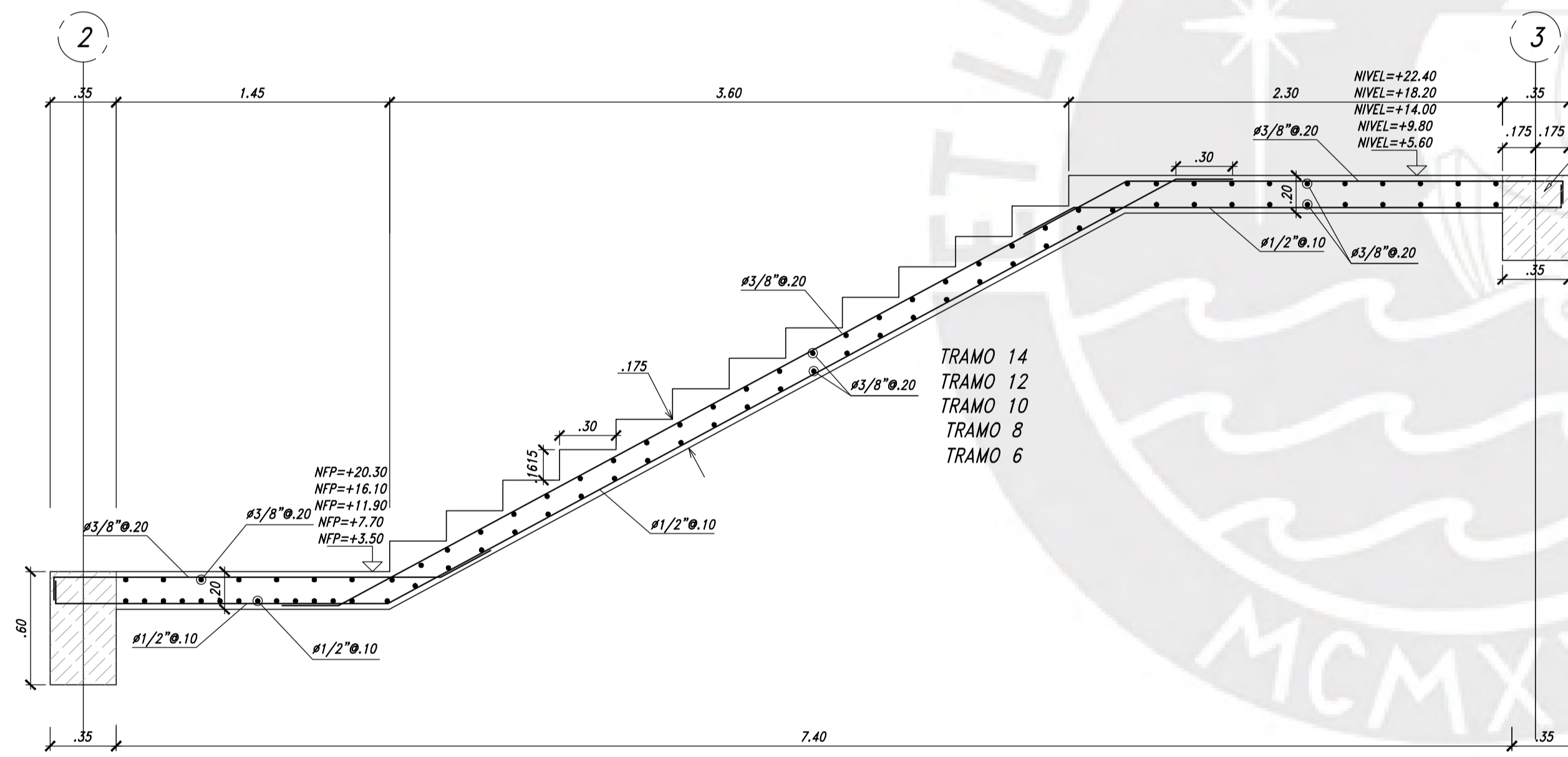
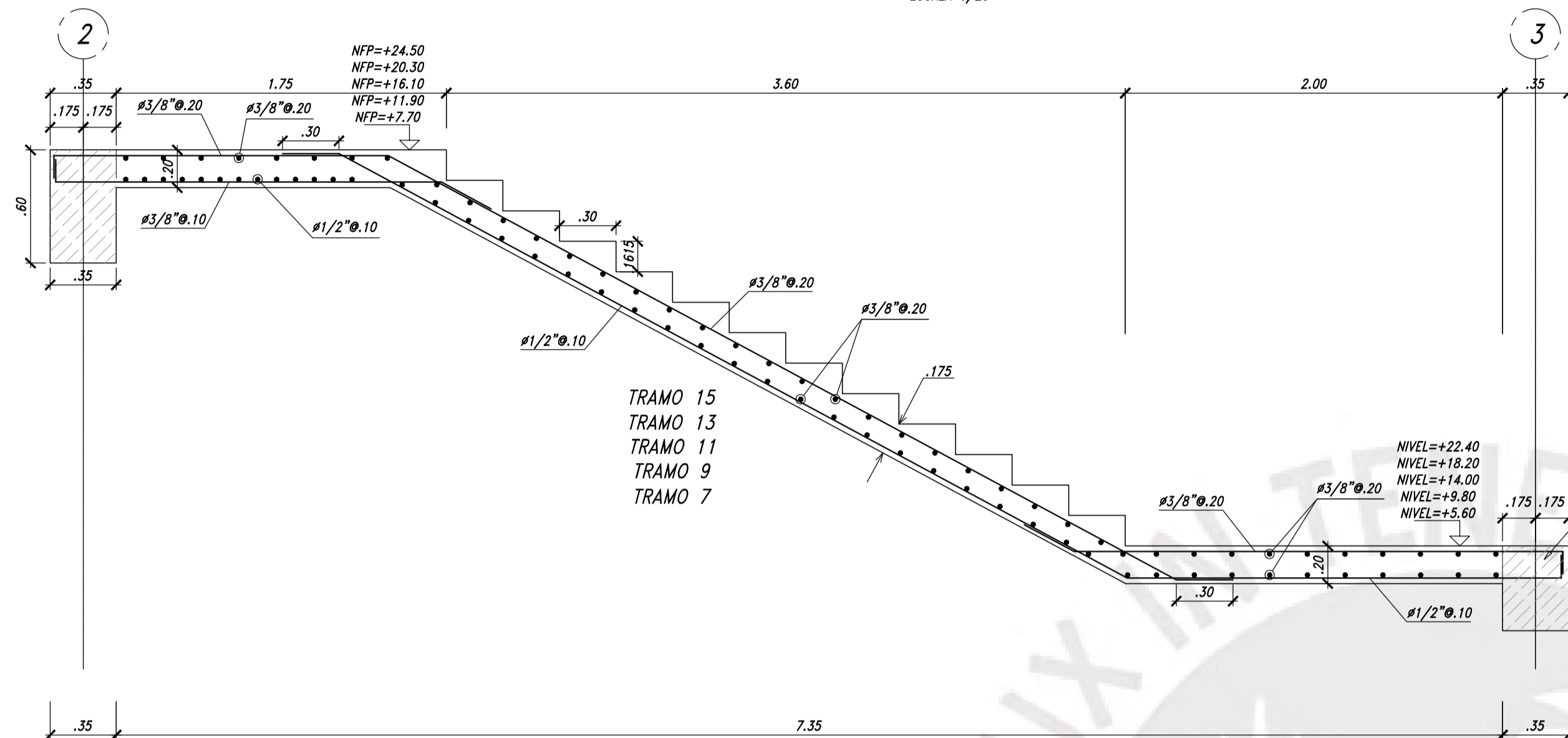
ESCALERA
ESCALA 1/25




PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU				
PROPIEDAD:	FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL			LAMINA
PROYECTO:	EDIFICIO PARA AULAS-AISLADO			E-13
PLANO:	ESCALERA (I)			
ESPECIALIDAD:	PROFESIONAL RESPONSABLE:	ESCALA:	DIBUJO:	FECHA:
ESTRUCTURAS	LUIS CANO Y GERSON LIBERATO	INDICADA	LC&GL	NOVIEMBRE 2020



#3/8" x 100.05; 600.10;
 500.15; R100.25
VE-01
 ESCALA 1/25



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU				
	PROPIEDAD: FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL			LAMINA
	PROYECTO: EDIFICIO PARA AULAS-AISLADO			E-14
	PLANO: ESCALERA (II)			
ESPECIALIDAD: ESTRUCTURAS	PROFESIONAL RESPONSABLE: LUIS CANO Y GERSON LIBERATO	ESCALA: INDICADA	DIBUJO: LC&GL	FECHA: NOVIEMBRE 2020



ANEXO 03
ANALISIS SISMICO Y RESULTADOS - EDIFICIO
CONVENCIONAL

Verificaciones de irregularidad de altura:

PARA "X"		
Ia		
De rigidez	no	1
Extrema de rigidez	no	1
De resistencia	no	1
Extrema de resistencia	no	1
De masa o peso	no	1
Geométrica vertical	no	1
Discontinuidad en sist. Resis.	no	1
Disc. Ext. en sist. Resis.	no	1

Verificaciones de irregularidad de altura:

PARA "Y"		
Ia		
De rigidez	no	1
Extrema de rigidez	no	1
De resistencia	no	1
Extrema de resistencia	no	1
De masa o peso	no	1
Geométrica vertical	no	1
Discontinuidad en sist. Resis.	no	1
Disc. Ext. en sist. Resis.	no	1

Verificaciones de irregularidad de planta:

Ip		
Torsional	no	1
Torsional extrema	no	1
Esquinas entrantes	no	1
Discontinuidad del diafragma	no	1
Sistemas no paralelos	no	1

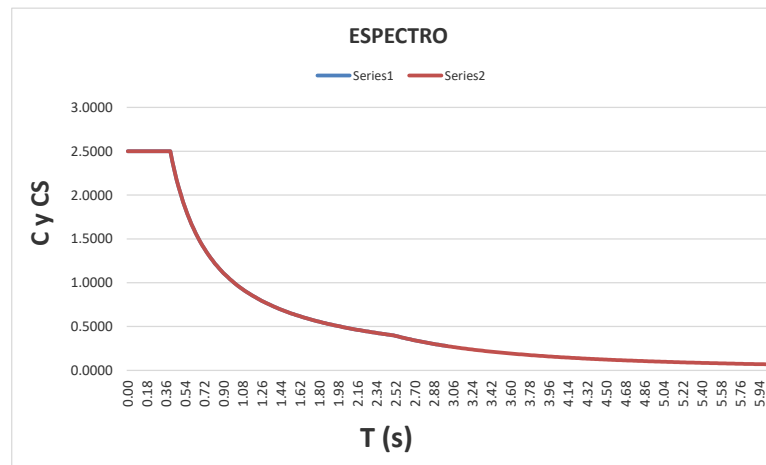
Verificaciones de irregularidad de planta:

Ip		
Torsional	no	1
Torsional extrema	no	1
Esquinas entrantes	no	1
Discontinuidad del diafragma	no	1
Sistemas no paralelos	no	1

ESPECTRO

Categoría	Zona	Tipo suelo	Sistema	Ro	Ia	Ip	R	Z	U	S	Tp	T _L	T
PARA "X"	A	Z4	Muros	6	1	1	6	0.45	1.5	1	0.4	2.5	0.208
PARA "Y"			Muros	6	1	1	6	0.45	1.5	1	0.4	2.5	0.360

Factor para el SAP: $\frac{1.1036 \text{ PARA "X"} \cdot Z \cdot U \cdot 9.81}{R}$
 $\frac{1.1036 \text{ PARA "Y"} \cdot Z \cdot U \cdot 9.81}{R}$



Proyecto : EDIFICIO CONVENCIONAL

Fecha : 7/06/2020

PROPIEDADES

Nivel	Area (m2)	ton/m2	Peso(ton)	Masa
AZOTEA	731.26	0.80	588.30	59.97
PISO 5	731.26	1.05	770.87	78.58
PISO 4	731.26	1.05	770.87	78.58
PISO 3	731.26	1.05	770.87	78.58
PISO 2	731.26	1.04	762.48	77.73
PISO 1	1221.36	1.02	1250.98	127.52
			4914.37	500.95



Proyecto : EDIFICIO CONVENCIONAL
 Fecha : 7/06/2020

ANALISIS SÍSMICO

ANALISIS SISMICO X-X

Num. Pisos: 6.00
Peso Total (P): 4914.37 Ton

Coefficientes ZUCS

	Z4	Z =	0.45	Tp=	0.40
	Factor de Importancia	U =	1.50	TL=	2.50
	Factor de Amplificación Sísmica	C =	2.50	Tx=	0.21 <i>Resultado ETABS</i>
	Factor de Suelo	S =	1.00	C=	0.66 <i>mínimo</i>
	Sistema Resistente	R =	6.00		

ZUCS/R: **28.13%** (Porcentaje del Peso) Factor Análisis Dinámico
Z.U.g / R = **1.104**

V = (ZUCS/R)P = **1382.17 Tn**
 k = 1.00

Piso	hi (m)	Pi (Tn)	P.h ^k (Tn.m2)	ai	Fi (Tn)
AZOTEA	4.20	588.30	2,470.87	0.1161	160.43
PISO 5	4.20	770.87	3,237.64	0.1521	210.22
PISO 4	4.20	770.87	3,237.64	0.1521	210.22
PISO 3	4.20	770.87	3,237.64	0.1521	210.22
PISO 2	3.90	762.48	2,973.69	0.1397	193.08
PISO 1	4.90	1250.98	6,129.80	0.2880	398.00
			21,287.29	1.0000	1382.17

ANALISIS SISMICO Y-Y

Num. Pisos: 6.00
Peso Total (P): 4914.37 Ton

Coefficientes ZUCS

	Z4	Z =	0.45	Tp=	0.40
	Factor de Importancia	U =	1.50	TL=	2.50
	Factor de Amplificación Sísmica	C =	2.50	Ty=	0.36 <i>Resultado Etabs</i>
	Factor de Suelo	S =	1.00	C=	0.66 <i>mínimo</i>
	Sistema Resistente	R =	6.00		

ZUCS/R: **28.13%** (Porcentaje del Peso) Factor Análisis Dinámico
Z.U.g / R = **1.104**

(ZUCS/R)P = **1382.17 Tn**
 k = 1.00

Piso	H (m)	P (Tn)	P.h ^k (Tn.m2)	ai	Fi (Tn)
AZOTEA	4.20	588.30	2,470.87	0.1161	160.43
PISO 5	4.20	770.87	3,237.64	0.1521	210.22
PISO 4	4.20	770.87	3,237.64	0.1521	210.22
PISO 3	4.20	770.87	3,237.64	0.1521	210.22
PISO 2	3.90	762.48	2,973.69	0.1397	193.08
PISO 1	4.90	1250.98	6,129.80	0.2880	398.00
			21,287.29	1.0000	1382.17

Proyecto : EDIFICIO CONVENCIONAL

Fecha : 7/06/2020

ANÁLISIS DINÁMICO

DESPLAZAMIENTOS RELATIVOS:

Según la Norma Sismorresistente E. 030

SISMO XX

ΔREL (max) = 0.007

Story	Item	Load	Point	X	Y	Z	ΔX	ΔREL	RESULTADO
AZOTEA	Diaph D6 X	QX Max	101.00	44.10	14.35	25.60	0.00	0.0023	OK
PISO 5	Diaph D5 X	QX Max	101.00	44.10	14.35	21.40	0.00	0.0023	OK
PISO 4	Diaph D4 X	QX Max	101.00	44.10	14.35	17.20	0.00	0.0023	OK
PISO 3	Diaph D3 X	QX Max	101.00	44.10	14.35	13.00	0.00	0.0020	OK
PISO 2	Diaph D2 X	QX Max	101.00	44.10	14.35	8.80	0.00	0.0014	OK
PISO 1	Diaph D1 X	QX Max	22.00	38.80	17.10	4.90	0.00	0.0001	OK
							MAX	0.0023	

Según la Norma Sismorresistente E. 030

SISMO YY

ΔREL (max) = 0.007

Story	Item	Load	Point	X	Y	Z	ΔY	ΔREL	RESULTADO
AZOTEA	Diaph D6 Y	QY Max	9.00	55.10	3.20	25.60	0.00	0.0046	OK
PISO 5	Diaph D5 Y	QY Max	9.00	55.10	3.20	21.40	0.00	0.0056	OK
PISO 4	Diaph D4 Y	QY Max	9.00	55.10	3.20	17.20	0.00	0.0062	OK
PISO 3	Diaph D3 Y	QY Max	9.00	55.10	3.20	13.00	0.00	0.0060	OK
PISO 2	Diaph D2 Y	QY Max	9.00	55.10	3.20	8.80	0.00	0.0039	OK
PISO 1	Diaph D1 Y	QY Max	160.00	0.00	1.15	4.90	0.00	0.0007	OK
							MAX	0.0062	

Proyecto : EDIFICIO CONVENCIONAL

Fecha : 7/06/2020

IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO

SISMO XX

Story	Item	Load	DESPLAZ "X"	V"X"	K"X"	RESPECTO AL PISO SUPERIOR	PROM. DE LOS 3 PISOS SUPERIORES
AZOTEA	Diaph D6 X	QX Max	0.041	267.34	6463.74		
PISO 5	Diaph D5 X	QX Max	0.032	494.56	15326.08	2.371	OK
PISO 4	Diaph D4 X	QX Max	0.023	654.28	28700.33	1.873	OK
PISO 3	Diaph D3 X	QX Max	0.014	764.30	56183.91	1.958	OK
PISO 2	Diaph D2 X	QX Max	0.006	826.42	146918.38	2.615	OK
PISO 1	Diaph D1 X	QX Max	0.001	862.95	1420492.35	9.669	OK
							3.951
							3.338
							4.398
							18.384

SISMO YY

Story	Item	Load	DESPLAZ "Y"	V"Y"	K"Y"	RESPECTO AL PISO SUPERIOR	PROM. DE LOS 3 PISOS SUPERIORES
AZOTEA	Diaph D6 Y	QY Max	0.090	222.37	2474.63		
PISO 5	Diaph D5 Y	QY Max	0.074	399.17	5379.59	2.174	OK
PISO 4	Diaph D4 Y	QY Max	0.055	532.19	9613.41	1.787	OK
PISO 3	Diaph D3 Y	QY Max	0.035	626.65	18139.41	1.887	OK
PISO 2	Diaph D2 Y	QY Max	0.015	682.96	45865.37	2.528	OK
PISO 1	Diaph D1 Y	QY Max	0.003	728.62	257416.92	5.612	OK
							3.672
							3.115
							4.153
							10.490

IRREGULARIDAD DE RESISTENCIA - PISO DEBIL

Story	Load	Loc	VX	VERIFICACION %	
AZOTEA	SISXX	Bottom	267.34		
PISO 5	SISXX	Bottom	494.56	185.00	OK
PISO 4	SISXX	Bottom	654.28	132.29	OK
PISO 3	SISXX	Bottom	764.30	116.81	OK
PISO 2	SISXX	Bottom	826.42	108.13	OK
PISO 1	SISXX	Bottom	862.95	104.42	OK

Story	Load	Loc	VY	VERIFICACION	
AZOTEA	SISYY	Bottom	222.37		
PISO 5	SISYY	Bottom	399.17	179.51	OK
PISO 4	SISYY	Bottom	532.19	133.32	OK
PISO 3	SISYY	Bottom	626.65	117.75	OK
PISO 2	SISYY	Bottom	682.96	108.99	OK
PISO 1	SISYY	Bottom	728.62	106.69	OK

IRREGULARIDAD DE MASA O PESO

Story	PESO SISMICO	VERIFICACION
AZOTEA	588.30	OK
PISO 5	770.87	OK
PISO 4	770.87	OK
PISO 3	770.87	OK
PISO 2	762.48	OK
PISO 1	1250.98	NO APLICA

Proyecto : EDIFICIO CONVENCIONAL

Fecha : 7/06/2020

IRREGULARIDAD TORSIONAL

Según la Norma Sismorresistente E. 030

$\Delta REL (max) = 0.007$

SISMO XX

NIVEL	Δ MAXIMO EXTREMO	Δ PROM. EXT.	$(\Delta \text{ MAX. EXT.}/\Delta \text{ PROM. EXT.})$	Δ ENTREPISO	0.5 Δ PERMISIBLE	VERIFICACION
AZOTEA	0.00205	0.00202	1.017	0.0023	0.0035	OK
PISO 5	0.00217	0.00211	1.029	0.0023	0.0035	OK
PISO 4	0.00214	0.00204	1.047	0.0023	0.0035	OK
PISO 3	0.00189	0.00177	1.066	0.0020	0.0035	OK
PISO 2	0.00120	0.00112	1.074	0.0014	0.0035	OK
PISO 1	0.00014	0.00014	1.030	0.0001	0.0035	OK

SISMO YY

NIVEL	Δ MAXIMO EXTREMO	Δ PROM. EXT.	$(\Delta \text{ MAX. EXT.}/\Delta \text{ PROM. EXT.})$	Δ ENTREPISO	0.5 Δ PERMISIBLE	VERIFICACION
AZOTEA	0.00413	0.00348	1.187	0.0046	0.0035	OK
PISO 5	0.00512	0.00419	1.222	0.0056	0.0035	OK
PISO 4	0.00578	0.00463	1.250	0.0062	0.0035	OK
PISO 3	0.00557	0.00437	1.276	0.0060	0.0035	OK
PISO 2	0.00338	0.00268	1.262	0.0039	0.0035	OK
PISO 1	0.00059	0.00063	0.943	0.0007	0.0035	OK



Proyecto : EDIFICIO CONVENCIONAL

Fecha : 7/06/2020

Fuerza Cortante	V dinámico (Tn.)	V estático (Tn.)
Sismo XX	862.95	1382.17
Sismo YY	728.62	1382.17

V dinámico / V estático	
Sismo XX	0.62
Sismo YY	0.53

80% V est XX 1105.73

80% V est YY 1105.73

Factor de Amplificación	
Sismo XX	1.28
Sismo YY	1.52



Proyecto : EDIFICIO CONVENCIONAL
Fecha : 7/06/2020

JUNTA SÍSMICA

Junta X-X

R = 6.00
h total = 20.70 m
D max = 4.31 cm

Dmax = 0.00959

S >	2.88	cm
S >	6.21	cm
S >	3.00	cm

Límites para la junta

Junta sísmica = 6.21 cm

Junta Y-Y


R = 6.00
h total = 20.70 m
D max = 11.06 cm

Dmax = 0.02458

S >	7.37	cm
S >	6.21	cm
S >	3.00	cm

Límites para la junta

Junta sísmica = 7.37 cm



ANEXO 02
ANALISIS SISMICO Y RESULTADOS - EDIFICIO
AISLADO

Verificaciones de irregularidad de altura:

		PARA "X"	la
De rigidez	no	1	1
Extrema de rigidez	no	1	1
De resistencia	no	1	1
Extrema de resistencia	no	1	1
De masa o peso	no	1	1
Geométrica vertical	no	1	1
Discontinuidad en sist. Resis.	no	1	1
Disc. Ext. en sist. Resis.	no	1	1

Verificaciones de irregularidad de altura:

		PARA "Y"	la
De rigidez	no	1	1
Extrema de rigidez	no	1	1
De resistencia	no	1	1
Extrema de resistencia	no	1	1
De masa o peso	no	1	1
Geométrica vertical	no	1	1
Discontinuidad en sist. Resis.	no	1	1
Disc. Ext. en sist. Resis.	no	1	1

Verificaciones de irregularidad de planta:

		Ip
Torsional	no	1
Torsional extrema	no	1
Esquinas entrantes	no	1
Discontinuidad del diafragma	no	1
Sistemas no paralelos	no	1

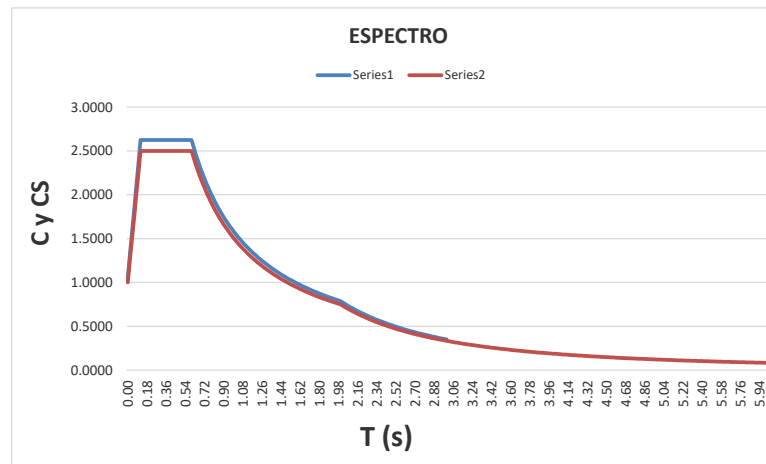
Verificaciones de irregularidad de planta:

		Ip
Torsional	no	1
Torsional extrema	no	1
Esquinas entrantes	no	1
Discontinuidad del diafragma	no	1
Sistemas no paralelos	no	1

ESPECTRO

	Categoría	Zona	Tipo suelo	Sistema	Ro	la	Ip	R	Z	U	S	Tp	T _L	T
PARA "X"	A	Z4	S2	AISLADO	1	1	1	1	0.45	1	1.05	0.6	2	2.62
PARA "Y"				AISLADO	1	1	1	1	0.45	1	1.05	0.6	2	2.61

Factor para el SAP: 6.6218 PARA "X" 6.6218 PARA "Y" $Factor\ para\ SAP = \frac{Z * U * 9.81}{R}$



Proyecto : EDIFICIO AISLADO

Fecha : 7/06/2020

PROPIEDADES

Nivel	Area (m2)	ton/m2	Peso(ton)	Masa
AZOTEA	731.00	0.71	517.69	52.77
PISO 5	731.00	0.90	656.03	66.87
PISO 4	731.00	0.90	656.03	66.87
PISO 3	731.00	0.90	656.03	66.87
PISO 2	731.00	0.89	652.80	66.54
PISO TEC.	580.53	1.09	630.23	64.24
			3768.81	384.18



Proyecto : EDIFICIO AISLADO

Fecha : 7/06/2020

ANÁLISIS ESTÁTICO - PREDIMENSIONAMIENTO

NIVEL	P(ton)	M(ton*s2/m)	h(m)	P*h^kx	P*h^ky
AZOTEA	517.69	52.77	20.7	1.22E+11	1.16E+11
PISO5	656.03	66.87	16.5	9.45E+10	8.97E+10
PISO4	656.03	66.87	12.3	5.00E+10	4.75E+10
PISO3	656.03	66.87	8.1	2.02E+10	1.92E+10
PISO2	652.80	66.54	3.9	4.11E+09	3.93E+09
PISO TECNICO	630.23	64.24			
TOTAL	3768.8067	384.18009		2.908E+11	2.7587E+11

Tbasefija	0.798 s	Z	0.45
Tobj	2.2 s	S	1
Kobj	2426.55 tn/m		
Tobj	2.50 s		
βeff	20.00%	BM	1.50

TIPO DE AIS.	factor	N° aisl	factor*N° aisl	Kt(tn/m)	KporAisl(tn/m)
AIS 1	1.00	21	21	2079.90	99.04
AIS 2					
AIS 3					
DES 1	0.50	7	3.5	346.65	49.52
DES 2					
TOTAL		28	24.5	2426.55	

	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
T _p (s)	0.30	0.40	0.60	1.00
T _L (s)	3.00	2.50	2.00	1.60

ANALISIS ESTATICO CON Tobj

Tobj	TL	Tp	C	Sam=(SMC)CSg(m/s2)
2.50	0.4	2.5	0.40	2.65

DM(cm)	27.955
--------	--------

DTM-x(cm)	32.148
DTM-y(cm)	34.422

1.15DM(cm)	32.148
------------	--------

DTMx(cm)	28.403
DTMy(cm)	34.422

b(mm)	12400
d(mm)	55130

YT(m)	12.40
XT(m)	55.13

CRx(m)	26.86
CRy(m)	7.71

CMx(m)	27.04
CMy(m)	7.83

PARA SISMO X

Yx1(m)	7.71
Yx2(m)	4.69
Yx(m)	7.71

PARA SISMO Y

Yy1(m)	26.86
Yy2(m)	28.27
Yy(m)	28.27

ex(mm)	745.184
--------	---------

ey(mm)	2933.796
--------	----------

Pt	1.161
----	-------

ra(mm)	16312.26
N	28.00

Σ(xi2+yi2)(mm)	1.00E+10
----------------	----------

Proyecto : EDIFICIO AISLADO

Fecha : 7/06/2020

Titulo: ANÁLISIS KMÁX

β_{eff}	22.45%		BM	1.549					
	Ccr(ton*s/m)	1969.24	C(ton*s/m)	520.86					
λ MAX									
TIPO DE AIS.	N° aisl	factor*N° aisl	β_{max}	factor*amort	KporAisl(tn/m)	Kl(tn/m)	C(ton*s/m)	C(ton*s/m)	
AIS 1	21	21.00	0.16	3.36	103.00	2163.00	340.06	16.19	
DES 1	7	2.81	0.64	1.79	51.50	360.50	180.80	25.83	
	28	23.81	1.44	5.15		2523.50	520.86		

ANALISIS ESTATICO

Tx y Ty	TL	Tp	C	SaM=(SMC)CSg(m/s2)
2.622	0.4	2.5	0.36	2.41
2.605	0.4	2.5	0.37	2.44

DMx(cm)	27.071
DMy(cm)	27.071

DTM-x(cm)	31.131
DTM-y(cm)	33.963

1.15DMx(cm)	31.131
1.15DMy(cm)	31.131

DTMx(cm)	27.712
DTMy(cm)	33.963

b(mm)	12400
d(mm)	55130

YT(m)	12.40
XT(m)	55.13

CRx(m)	26.93
CRy(m)	7.26

CMx(m)	27.41
CMy(m)	7.81

PARA SISMO X	
Yx1(m)	7.26
Yx2(m)	5.14
Yx(m)	7.26

PARA SISMO Y	
Yy1(m)	26.93
Yy2(m)	28.20
Yy(m)	28.20

ex(mm)	1170.000
--------	----------

ey(mm)	3236.500
--------	----------

Pt	1.161
----	-------

ra(mm)	16312.26
N	28.00

$\Sigma(xi^2+yi^2)$ (mm)	1.00E+10
--------------------------	----------

DESPLAZAMIENTO LATERAL MINIMO - ANALISIS DINAMICO

D'M-x(cm)	25.90
D'M-y(cm)	25.89

D'TM-x(cm)	26.51
D'TM-y(cm)	32.48

Dmin"X"(cm)	21.21
Dmin"Y"(cm)	25.98

DESPLAZAMIENTO ETABS - D'TM

D"X"(cm)	25.83	OK!
D"Y"(cm)	30.95	OK!

FUERZA CORTANTE EN PISO TECNICO - ETABS - Ra=1

Vbx(ton)	592.60
Vby(ton)	658.49

FUERZA CORTANTE ESTATICO

Vbx(ton)	683.13
Vby(ton)	683.13

Proyecto : EDIFICIO AISLADO

Fecha : 7/06/2020

Título: ANÁLISIS KMÁX

FUERZA CORTANTE MINIMO SOBRE SISTEMA AISLAMIENTO

Vstx(ton)	630.43
Vsty(ton)	630.43

P(ton)	3768.81
Ps(ton)	3138.58

Ra	2.00
----	------

Vsx(ton)	315.22
Vsy(ton)	315.22

DISTRIBUCION DE FUERZA CORTANTE MINIMA EN CADA DIAFRAGMA

F1x(ton)	26.351
F1y(ton)	26.351

kx	2.508
ky	2.502

$\Sigma(pjhkx)(mm)$	2.91E+11
$\Sigma(pjhky)(mm)$	2.76E+11

F2x(ton)	4.460
F2y(ton)	4.494
F3x(ton)	21.885
F3y(ton)	21.967
F4x(ton)	54.169
F4y(ton)	54.248
F5x(ton)	102.458
F5y(ton)	102.444
F6x(ton)	132.243
F6y(ton)	132.062

FUERZA CORTANTE ESTATICO SUPER ESTRUCTURA R=2

SISMO X-X

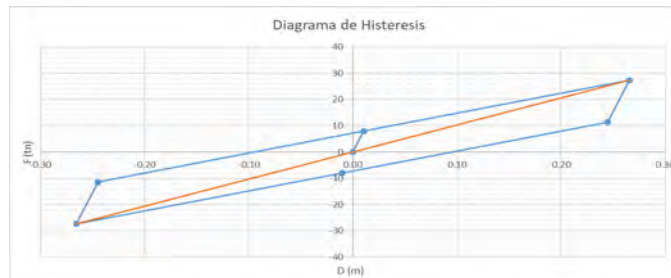
STORY	LOC	Vest
AZOTEA	Bottom	132.24
PISO5	Bottom	234.70
PISO4	Bottom	288.87
PISO3	Bottom	310.76
PISO2	Bottom	315.22

SISMO Y-Y

STORY	LOC	Vest
AZOTEA	Bottom	132.06
PISO5	Bottom	234.51
PISO4	Bottom	288.75
PISO3	Bottom	310.72
PISO2	Bottom	315.22

PROPIEDADES AISLADOR 1 λ MAX

ξ_{eff} o β_{eff}	0.160
K_{eff} (ton/m)	103.000
D_{max} (m)	0.2655
F_{max} (ton)	27.343
α	10.000
$2\pi\zeta\delta$	0.2669
D_y (m)	0.010451
K_2 o K_d (ton/m)	76.052
K_1 o K_e (ton/m)	760.524
Q_d o Q (ton)	7.154
F_y (ton)	7.949



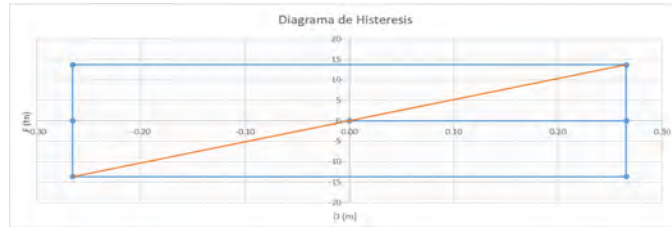
Proyecto : EDIFICIO AISLADO

Fecha : 7/06/2020

Título: ANÁLISIS KMÁX

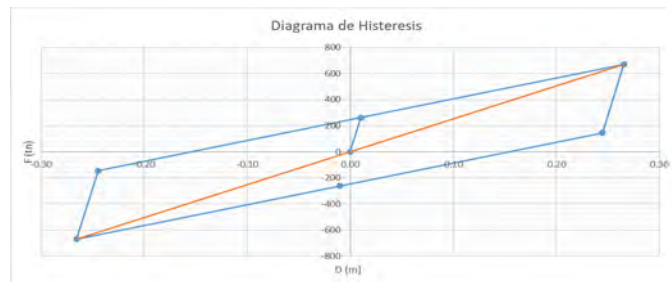
PROPIEDADES DESLIZADOR 1 λ MAX

ξ_{eff} o β_{eff}	0.637
K_{eff} (ton/m)	51.500
D_{max} (m)	0.2655
F_{max} (ton)	13.671
$\mu\%$	11.420
W (ton)	119.720
Q_d o Q (ton)	13.671



PROPIEDADES GLOBAL λ MAX

BM	1.549
ξ_{eff} o β_{eff}	0.225
K_{eff} (ton/m)	2523.500
D_{max} (m)	0.2655
F_{max} (ton)	669.901
α	15.733
$2\pi\xi_D$	0.3745
D_y (m)	0.010
K_2 o K_d (ton/m)	1597.100
K_1 o K_e (ton/m)	25127.715
Q_d o Q (ton)	245.927
F_y (ton)	262.619



Proyecto : EDIFICIO AISLADO

Fecha : 7/06/2020

Título: ANÁLISIS KMÁX

ANÁLISIS DINÁMICO

DESPLAZAMIENTOS RELATIVOS:

Según la Norma Sismorresistente E. 031

SISMO XX

ΔREL (max) = 0.0035

Story	Item	Load	ΔX	ΔREL	RESULTADO
AZOTEA	Diaph D6 X	QX Max	0.00067	0.00067	OK
PISO 5	Diaph D5 X	QX Max	0.00141	0.00141	OK
PISO 4	Diaph D4 X	QX Max	0.00215	0.00215	OK
PISO 3	Diaph D3 X	QX Max	0.00283	0.00283	OK
PISO 2	Diaph D2 X	QX Max	0.00256	0.00256	OK
			MAX	0.00283	

Según la Norma Sismorresistente E. 031

SISMO YY

ΔREL (max) = 0.0035

Story	Item	Load	ΔY	ΔREL	RESULTADO
AZOTEA	Diaph D6 Y	QY Max	0.00143	0.00143	OK
PISO 5	Diaph D5 Y	QY Max	0.00183	0.00183	OK
PISO 4	Diaph D4 Y	QY Max	0.00253	0.00253	OK
PISO 3	Diaph D3 Y	QY Max	0.00304	0.00304	OK
PISO 2	Diaph D2 Y	QY Max	0.00248	0.00248	OK
			MAX	0.00304	

Proyecto : EDIFICIO AISLADO

Fecha : 7/06/2020

Título: ANÁLISIS KMÁX

IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ - PISO BLANDO R=1

SISMO XX

Story	Item	Load	DESPLAZ "X"	V"X"	K"X"	RESPECTO AL PISO SUPERIOR	PROM. DE LOS 3 PISOS SUPERIORES
AZOTEA	Diaph D6 X	QX Max	0.28	93.78	335.73		
PISO 5	Diaph D5 X	QX Max	0.28	205.69	743.89	2.216 OK	
PISO 4	Diaph D4 X	QX Max	0.27	309.20	1142.77	1.536 OK	3.175 OK
PISO 3	Diaph D3 X	QX Max	0.26	405.76	1551.49	1.358 OK	2.094 OK
PISO 2	Diaph D2 X	QX Max	0.25	497.75	1993.98	1.285 OK	1.740 OK
PISO TEC.	Diaph D1 X	QX Max	0.24	592.60	2480.66	1.244 OK	1.587 OK

SISMO YY

Story	Item	Load	DESPLAZ "Y"	V"Y"	K"Y"	RESPECTO AL PISO SUPERIOR	PROM. DE LOS 3 PISOS SUPERIORES
AZOTEA	Diaph D6 Y	QY Max	0.29	95.37	332.94		
PISO 5	Diaph D5 Y	QY Max	0.28	207.05	738.33	2.218 OK	
PISO 4	Diaph D4 Y	QY Max	0.27	309.39	1134.42	1.536 OK	3.177 OK
PISO 3	Diaph D3 Y	QY Max	0.26	404.36	1542.85	1.360 OK	2.098 OK
PISO 2	Diaph D2 Y	QY Max	0.25	494.95	1985.04	1.287 OK	1.744 OK
PISO TEC.	Diaph D1 Y	QY Max	0.24	658.49	2756.27	1.389 OK	1.774 OK

Proyecto : EDIFICIO AISLADO

Fecha : 7/06/2020

Título: ANÁLISIS KMÁX

IRREGULARIDAD DE RESISTENCIA - PISO DEBIL R=1

Story	Load	Loc	VX	VERIFICACION %	
AZOTEA	SISXX	Bottom	93.78		
PISO 5	SISXX	Bottom	205.69	219.35	OK
PISO 4	SISXX	Bottom	309.20	150.32	OK
PISO 3	SISXX	Bottom	405.76	131.23	OK
PISO 2	SISXX	Bottom	497.75	122.67	OK
PISO TEC.	SISXX	Bottom	592.60	119.06	OK

Story	Load	Loc	VY	VERIFICACION	
AZOTEA	SISYY	Bottom	95.37		
PISO 5	SISYY	Bottom	207.05	217.10	OK
PISO 4	SISYY	Bottom	309.39	149.43	OK
PISO 3	SISYY	Bottom	404.36	130.70	OK
PISO 2	SISYY	Bottom	494.95	122.40	OK
PISO TEC.	SISYY	Bottom	658.49	133.04	OK

IRREGULARIDAD DE MASA O PESO

Story	PESO SISMICO	VERIFICACION
AZOTEA	517.69	OK
PISO 5	656.03	OK
PISO 4	656.03	OK
PISO 3	656.03	OK
PISO 2	652.80	OK
PISO TEC.	630.23	OK

Proyecto : EDIFICIO AISLADO
 Fecha : 7/06/2020
 Título: ANÁLISIS KMÁX

IRREGULARIDAD TORSIONAL

Según la Norma Sismorresistente E. 031

$\Delta REL (max) =$

0.0035

SISMO XX

NIVEL	Δ MAXIMO EXTREMO	Δ PROM. EXT.	$(\Delta \text{ MAX. EXT.}/\Delta \text{ PROM. EXT.})$	Δ ENTREPISO	0.5 Δ PERMISIBLE	VERIFICACION
AZOTEA	0.0009	0.0009	1.0000	0.0007		
PISO 5	0.0018	0.0018	1.0000	0.0014	0.0018	OK
PISO 4	0.0027	0.0026	1.0385	0.0022	0.0018	OK
PISO 3	0.0035	0.0034	1.0294	0.0028	0.0018	OK
PISO 2	0.0034	0.0034	1.0000	0.0026	0.0018	OK

SISMO YY

NIVEL	Δ MAXIMO EXTREMO	Δ PROM. EXT.	$(\Delta \text{ MAX. EXT.}/\Delta \text{ PROM. EXT.})$	Δ ENTREPISO	0.5 Δ PERMISIBLE	VERIFICACION
AZOTEA	0.0018	0.0016	1.1250	0.0014	0.0018	OK
PISO 5	0.0028	0.0025	1.1200	0.0018	0.0018	OK
PISO 4	0.0044	0.0040	1.1000	0.0025	0.0018	OK
PISO 3	0.0040	0.0037	1.0811	0.0030	0.0018	OK
PISO 2	0.0036	0.0033	1.0909	0.0025	0.0018	OK

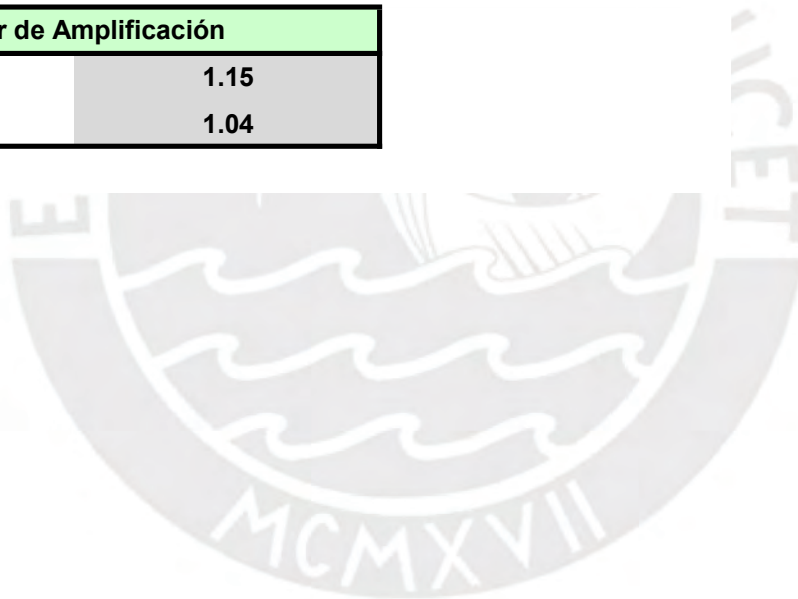
Proyecto : EDIFICIO AISLADO
Fecha : 7/06/2020
Título: ANÁLISIS KMÁX

Fuerza Cortante	V dinámico (Tn.)	V estático (Tn.)
Sismo XX	592.60	683.13
Sismo YY	658.49	683.13

V dinámico / V estático	
Sismo XX	0.87
Sismo YY	0.96

100% V est XX 683.13
100% V est YY 683.13

Factor de Amplificación	
Sismo XX	1.15
Sismo YY	1.04



Proyecto : EDIFICIO AISLADO
Fecha : 7/06/2020
Título: ANÁLISIS KMÍN

JUNTA SISMICA

Junta X-X

R = 1.00
h total = 20.70 m
D max = 30.40 cm

Dmax = 30.40

S >	20.27	cm
S >	6.21	cm
S >	3.00	cm

Límites para la junta

Junta sísmica = 20.27 cm

Junta Y-Y

R = 1.00
h total = 20.70 m
D max = 37.78 cm

Dmax = 37.78

S >	25.19	cm
S >	6.21	cm
S >	3.00	cm

Límites para la junta

Junta sísmica = 25.19 cm



Proyecto : EDIFICIO AISLADO

Fecha : 7/06/2020

Título: ANÁLISIS KMÍN

UBICACION	TIPO DE DISPOSITIVO	CARGA MUERTA "CM"(ton)	CARGA VIVA "CV"(ton)	CARGA SERV. "CM+0.5CV"
S-001	SL1	-88.27	-9.96	-93.25
S-002	AS1	-102.96	-16.08	-111.00
S-003	AS1	-110.22	-16.41	-118.43
S-004	AS1	-134.05	-24.94	-146.52
S-005	AS1	-127.96	-29.96	-142.94
S-006	AS1	-119.27	-27.60	-133.07
S-007	SL1	-145.66	-34.74	-163.03
S-008	AS1	-111.31	-25.67	-124.14
S-009	SL1	-146.36	-34.89	-163.81
S-010	AS1	-121.26	-27.68	-135.11
S-011	AS1	-125.99	-28.94	-140.46
S-012	SL1	-96.47	-16.69	-104.81
S-013	SL1	-114.87	-29.31	-129.53
S-014	AS1	-113.51	-34.50	-130.76
S-015	AS1	-121.00	-38.84	-140.41
S-016	AS1	-140.74	-51.30	-166.39
S-017	AS1	-146.18	-58.34	-175.34
S-018	AS1	-154.86	-62.82	-186.27
S-019	AS1	-151.54	-62.15	-182.62
S-020	AS1	-154.14	-62.86	-185.57
S-021	AS1	-150.64	-61.87	-181.58
S-022	AS1	-148.15	-59.48	-177.90
S-023	AS1	-137.20	-52.75	-163.58
S-024	AS1	-95.24	-27.61	-109.05
S-025	SL1	-83.80	-18.74	-93.17
S-026	AS1	-89.74	-22.81	-101.14
S-027	AS1	-91.80	-23.62	-103.61
S-028	SL1	-68.359	-11.9724	-74.3452

Proyecto : EDIFICIO AISLADO

Fecha : 7/06/2020

Título: ANÁLISIS KMÍN

UBICACION	TIPO DE DISPOSITIVO	Pu "1.4CM+1.7CV"	Pmáx "1.59CM+1.25CV+SMC"	Pmin "0.563CM-SMC"
S-001	SL1	-140.50	-203.58	-0.74
S-002	AS1	-171.48	-245.65	-5.66
S-003	AS1	-182.20	-272.87	-5.04
S-004	AS1	-230.06	-334.06	-15.91
S-005	AS1	-230.08	-316.09	-22.83
S-006	AS1	-213.90	-301.03	-17.03
S-007	SL1	-262.99	-349.72	-33.37
S-008	AS1	-199.47	-278.02	-17.78
S-009	SL1	-264.22	-355.01	-30.85
S-010	AS1	-216.83	-311.59	-13.47
S-011	AS1	-225.58	-327.71	-5.31
S-012	SL1	-163.42	-226.55	-4.34
S-013	SL1	-210.65	-267.41	-16.77
S-014	AS1	-217.57	-263.26	-24.77
S-015	AS1	-235.42	-282.80	-34.00
S-016	AS1	-284.24	-332.39	-48.67
S-017	AS1	-303.82	-365.00	-43.41
S-018	AS1	-323.59	-406.77	-33.78
S-019	AS1	-317.81	-385.09	-42.05
S-020	AS1	-322.65	-404.10	-34.39
S-021	AS1	-316.08	-386.26	-39.54
S-022	AS1	-308.54	-385.77	-33.78
S-023	AS1	-281.76	-332.41	-35.83
S-024	AS1	-180.28	-222.03	-29.59
S-025	SL1	-149.17	-212.50	-9.06
S-026	AS1	-164.41	-233.08	-7.83
S-027	AS1	-168.68	-234.97	-11.20
S-028	SL1	-116.06	-170.53	-5.18



Proyecto: EDIFICIO AISLADO

Fecha : 7/06/2020

ACELERACION "X" - TIEMPO HISTORIA(m/s2)

Story	Load Case/Combo	UX
AZOTEA	TH_MAYO70	2.81
PISO5	TH_MAYO70	1.98
PISO4	TH_MAYO70	1.94
PISO3	TH_MAYO70	2.57
PISO2	TH_MAYO70	2.44

PROMEDIO
3.32
2.45
1.94
2.33
2.53

Story	Load Case/Combo	UX
AZOTEA	TH_MOQ01	3.62
PISO5	TH_MOQ01	2.51
PISO4	TH_MOQ01	1.96
PISO3	TH_MOQ01	3.06
PISO2	TH_MOQ01	3.39

Story	Load Case/Combo	UX
AZOTEA	TH_OCT66	2.79
PISO5	TH_OCT66	2.36
PISO4	TH_OCT66	1.46
PISO3	TH_OCT66	1.69
PISO2	TH_OCT66	1.57

Story	Load Case/Combo	UX
AZOTEA	TH_OCT74	3.37
PISO5	TH_OCT74	2.49
PISO4	TH_OCT74	1.87
PISO3	TH_OCT74	2.58
PISO2	TH_OCT74	2.64

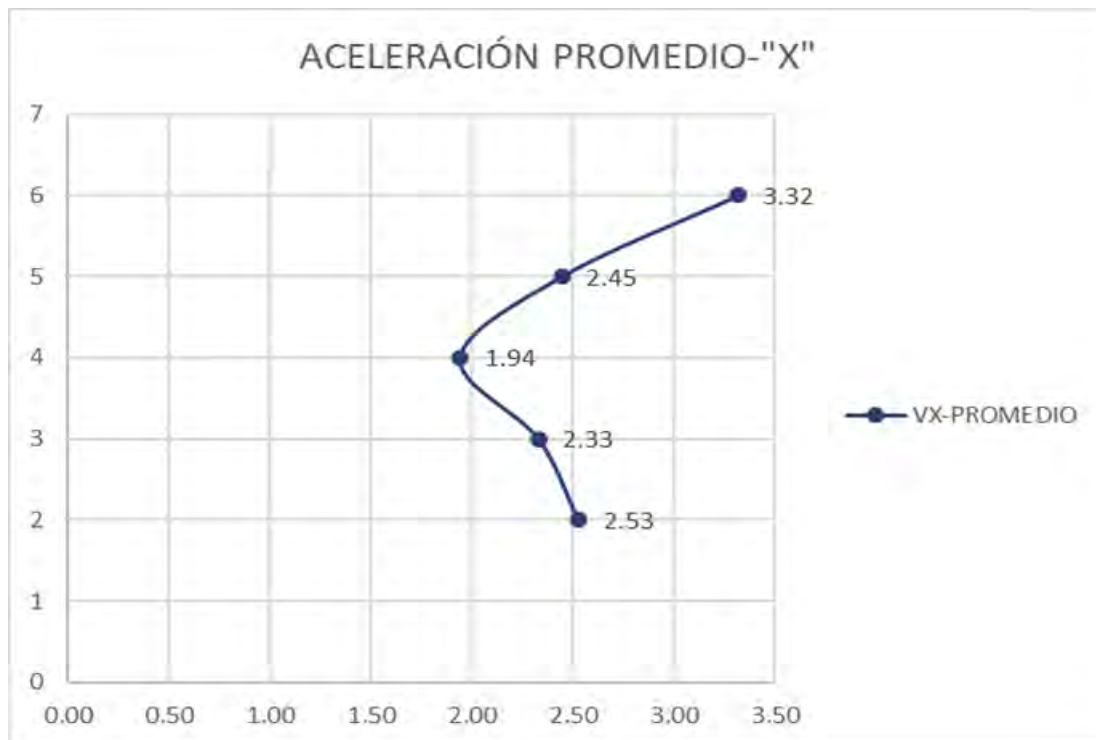
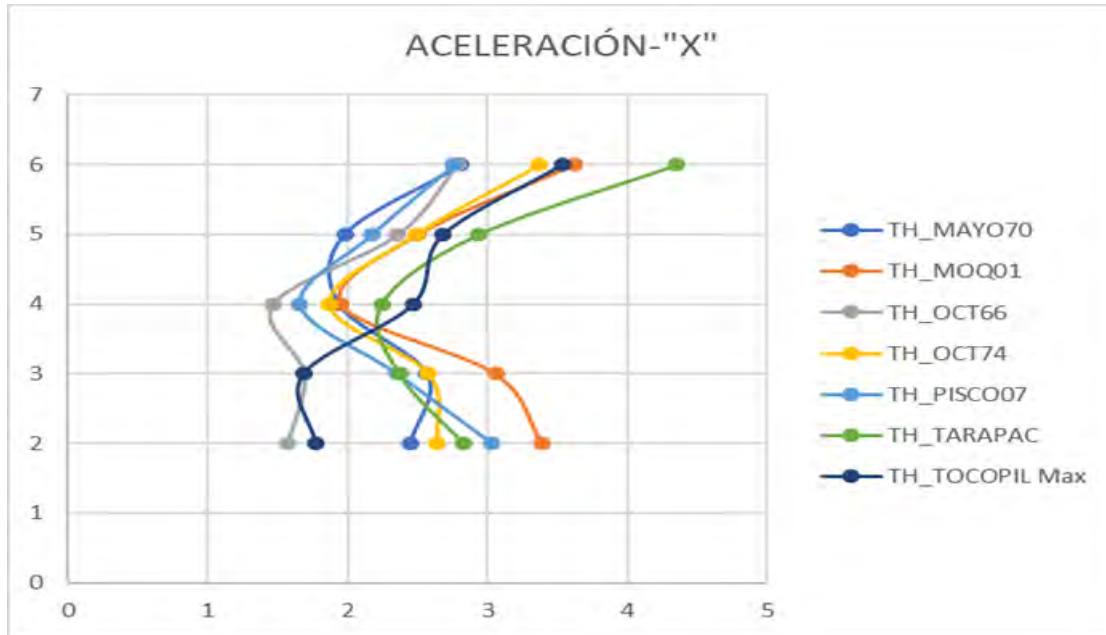
Story	Load Case/Combo	UX
AZOTEA	TH_PISCO07	2.76
PISO5	TH_PISCO07	2.17
PISO4	TH_PISCO07	1.66
PISO3	TH_PISCO07	2.36
PISO2	TH_PISCO07	3.03

Story	Load Case/Combo	UX
AZOTEA	TH_TARAPAC	4.35
PISO5	TH_TARAPAC	2.94
PISO4	TH_TARAPAC	2.25
PISO3	TH_TARAPAC	2.37
PISO2	TH_TARAPAC	2.83

Story	Load Case/Combo	UX
AZOTEA	TH_TOCOPI Max	3.53
PISO5	TH_TOCOPI Max	2.69
PISO4	TH_TOCOPI Max	2.47
PISO3	TH_TOCOPI Min	1.68
PISO2	TH_TOCOPI Min	1.78

Proyecto: EDIFICIO AISLADO

Fecha : 7/06/2020



Proyecto EDIFICIO AISLADO

Fecha : 7/06/2020

ACELERACION "Y" - TIEMPO HISTORIA(m/s²)

Story	Load Case/Combo	UY
AZOTEA	TH_MAYO70	3.29
PISO5	TH_MAYO70	2.07
PISO4	TH_MAYO70	1.48
PISO3	TH_MAYO70	1.71
PISO2	TH_MAYO70	2.19

PROMEDIO
3.30
2.27
1.88
2.08
2.30

Story	Load Case/Combo	UY
AZOTEA	TH_MOQ01	3.06
PISO5	TH_MOQ01	1.96
PISO4	TH_MOQ01	1.50
PISO3	TH_MOQ01	1.93
PISO2	TH_MOQ01	2.67

Story	Load Case/Combo	UY
AZOTEA	TH_OCT66	3.02
PISO5	TH_OCT66	2.10
PISO4	TH_OCT66	1.95
PISO3	TH_OCT66	2.40
PISO2	TH_OCT66	2.57

Story	Load Case/Combo	UY
AZOTEA	TH_OCT74	3.42
PISO5	TH_OCT74	2.66
PISO4	TH_OCT74	2.31
PISO3	TH_OCT74	1.92
PISO2	TH_OCT74	2.23

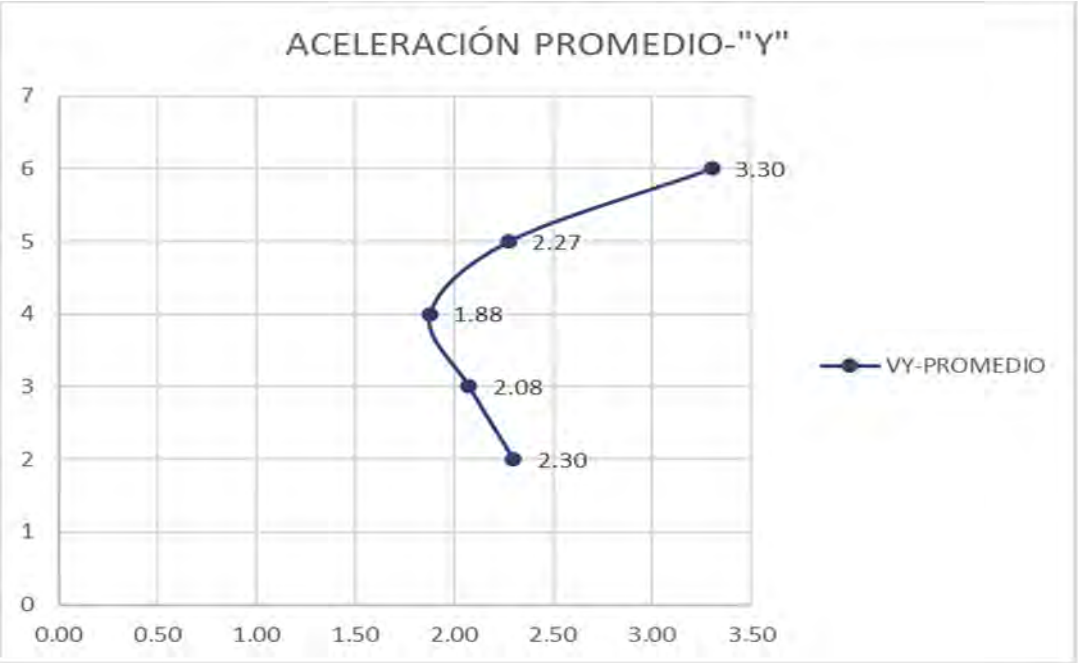
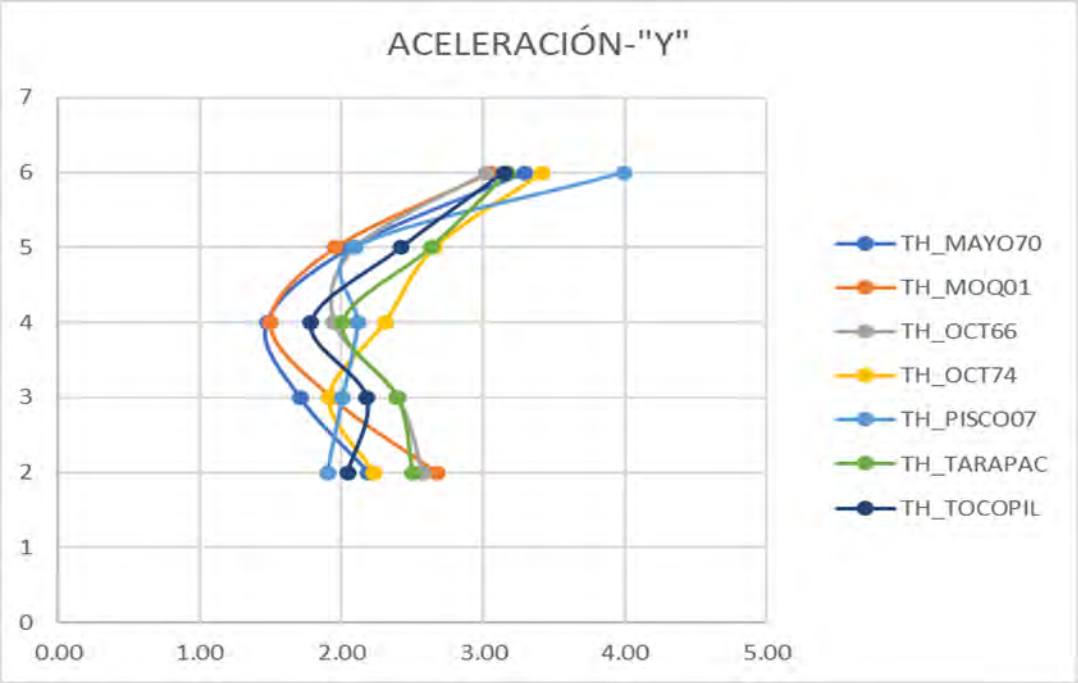
Story	Load Case/Combo	UY
AZOTEA	TH_PISCO07	3.99
PISO5	TH_PISCO07	2.09
PISO4	TH_PISCO07	2.12
PISO3	TH_PISCO07	2.01
PISO2	TH_PISCO07	1.90

Story	Load Case/Combo	UY
AZOTEA	TH_TARAPAC	3.17
PISO5	TH_TARAPAC	2.63
PISO4	TH_TARAPAC	2.01
PISO3	TH_TARAPAC	2.40
PISO2	TH_TARAPAC	2.50

Story	Load Case/Combo	UY
AZOTEA	TH_TOCOPIL Max	3.15
PISO5	TH_TOCOPIL Max	2.42
PISO4	TH_TOCOPIL Max	1.78
PISO3	TH_TOCOPIL Min	2.18
PISO2	TH_TOCOPIL Min	2.04

Proyecto EDIFICIO AISLADO

Fecha : 7/06/2020



Proyecto EDIFICIO AISLADO

Fecha : 7/06/2020

DESPLAZAMIENTOS RELATIVOS "X" - TIEMPO HISTORIA

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift
AZOTEA	TH_MAYO70	X	0.00098
PISO5	TH_MAYO70	X	0.00165
PISO4	TH_MAYO70	X	0.00237
PISO3	TH_MAYO70	X	0.00282
PISO2	TH_MAYO70	X	0.00264

PROMEDIO
0.00129
0.00223
0.00283
0.00297
0.00247

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift
AZOTEA	TH_MOQ01	X	0.00134
PISO5	TH_MOQ01	X	0.00229
PISO4	TH_MOQ01	X	0.00278
PISO3	TH_MOQ01	X	0.00317
PISO2	TH_MOQ01	X	0.00250

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift
AZOTEA	TH_OCT66	X	0.00115
PISO5	TH_OCT66	X	0.00216
PISO4	TH_OCT66	X	0.00281
PISO3	TH_OCT66	X	0.00288
PISO2	TH_OCT66	X	0.00229

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift
AZOTEA	TH_OCT74	X	0.00126
PISO5	TH_OCT74	X	0.00222
PISO4	TH_OCT74	X	0.00273
PISO3	TH_OCT74	X	0.00278
PISO2	TH_OCT74	X	0.00218

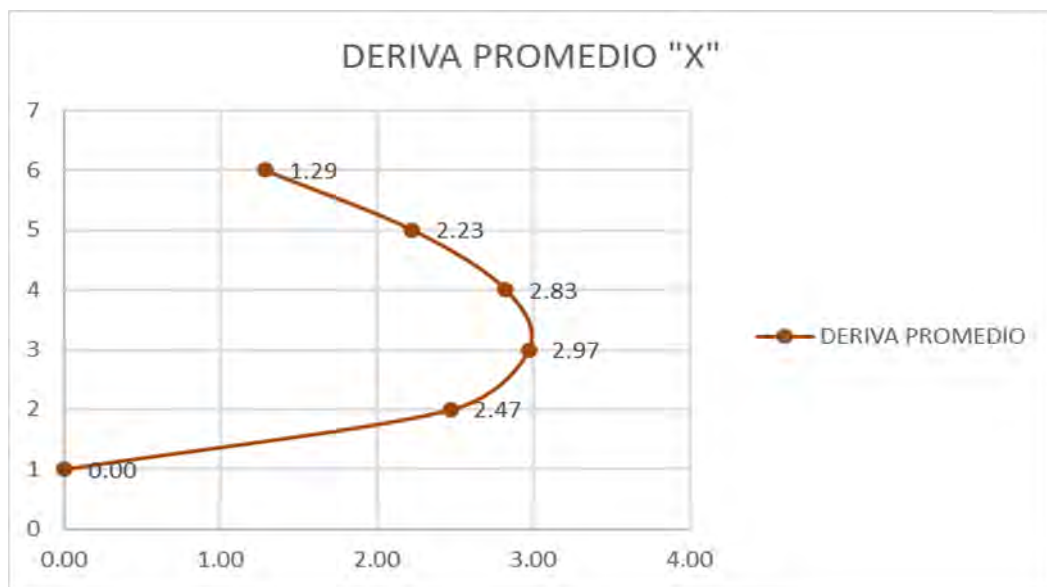
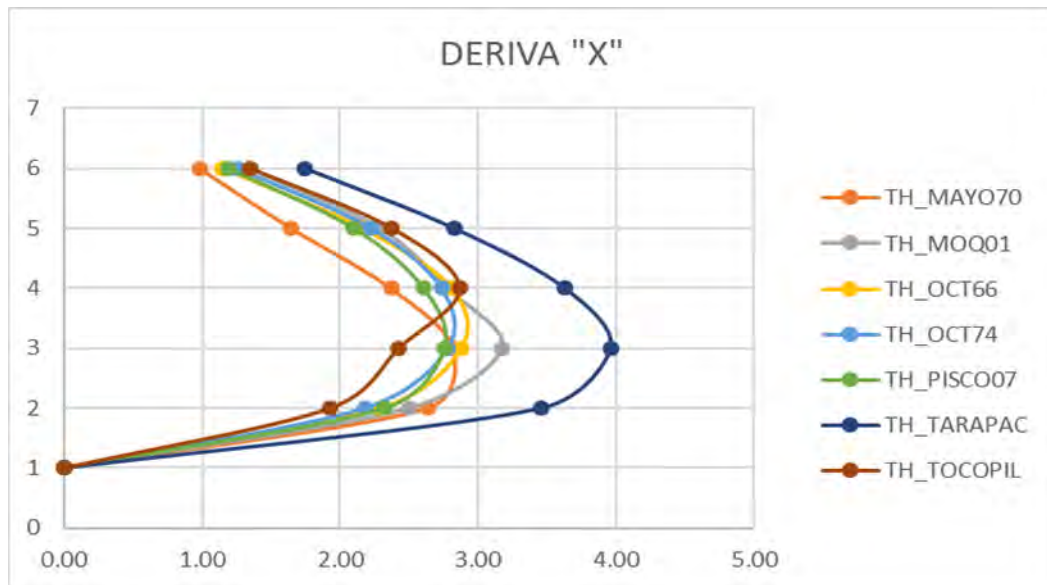
Story	Load Case/Combo	Direction	Drift
AZOTEA	TH_PISCO07	X	0.00119
PISO5	TH_PISCO07	X	0.00210
PISO4	TH_PISCO07	X	0.00260
PISO3	TH_PISCO07	X	0.00275
PISO2	TH_PISCO07	X	0.00232

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift
AZOTEA	TH_TARAPAC	X	0.00174
PISO5	TH_TARAPAC	X	0.00283
PISO4	TH_TARAPAC	X	0.00363
PISO3	TH_TARAPAC	X	0.00396
PISO2	TH_TARAPAC	X	0.00346

Story	Load Case/Combo	Direction	Drift
AZOTEA	TH_TOCOPIL Max	X	0.00135
PISO5	TH_TOCOPIL Max	X	0.00238
PISO4	TH_TOCOPIL Max	X	0.00287
PISO3	TH_TOCOPIL Min	X	0.00243
PISO2	TH_TOCOPIL Min	X	0.00193

Proyecto EDIFICIO AISLADO

Fecha : 7/06/2020



Proyecto EDIFICIO AISLADO

Fecha : 7/06/2020

DESPLAZAMIENTOS RELATIVOS "Y" - TIEMPO HISTORIA

	Story	Load Case/Combo	Direction	Drift
6	AZOTEA	TH_MAYO70	Y	0.00232
5	PISO5	TH_MAYO70	Y	0.00303
4	PISO4	TH_MAYO70	Y	0.00324
3	PISO3	TH_MAYO70	Y	0.00297
2	PISO2	TH_MAYO70	Y	0.00223

PROMEDIO
0.00209
0.00285
0.00340
0.00348
0.00271

	Story	Load Case/Combo	Direction	Drift
6	AZOTEA	TH_MOQ01	Y	0.00215
5	PISO5	TH_MOQ01	Y	0.00285
4	PISO4	TH_MOQ01	Y	0.00317
3	PISO3	TH_MOQ01	Y	0.00301
2	PISO2	TH_MOQ01	Y	0.00230

	Story	Load Case/Combo	Direction	Drift
6	AZOTEA	TH_OCT66	Y	0.00217
5	PISO5	TH_OCT66	Y	0.00295
4	PISO4	TH_OCT66	Y	0.00352
3	PISO3	TH_OCT66	Y	0.00379
2	PISO2	TH_OCT66	Y	0.00299

	Story	Load Case/Combo	Direction	Drift
6	AZOTEA	TH_OCT74	Y	0.00199
5	PISO5	TH_OCT74	Y	0.00273
4	PISO4	TH_OCT74	Y	0.00324
3	PISO3	TH_OCT74	Y	0.00335
2	PISO2	TH_OCT74	Y	0.00276

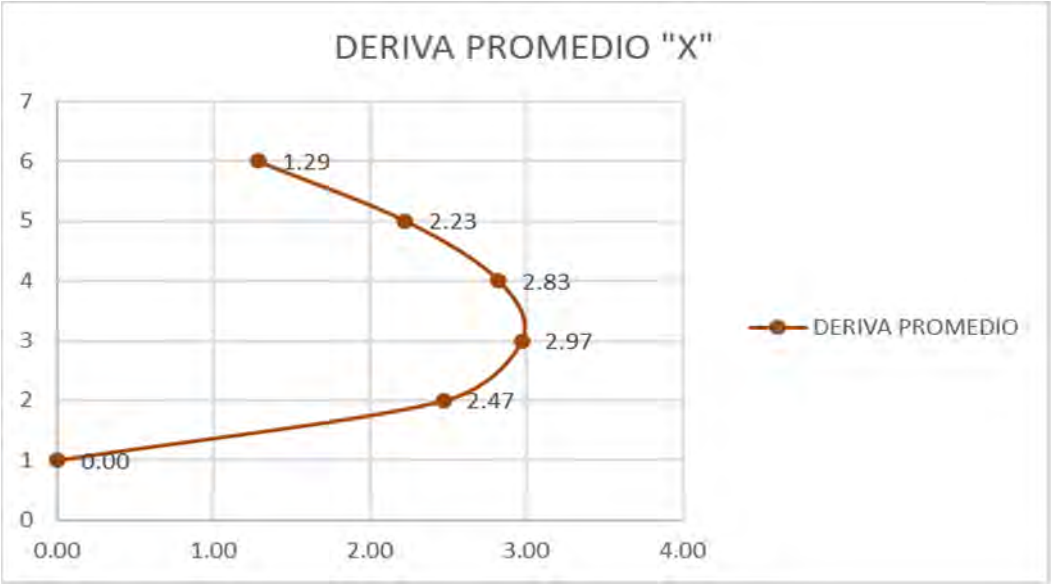
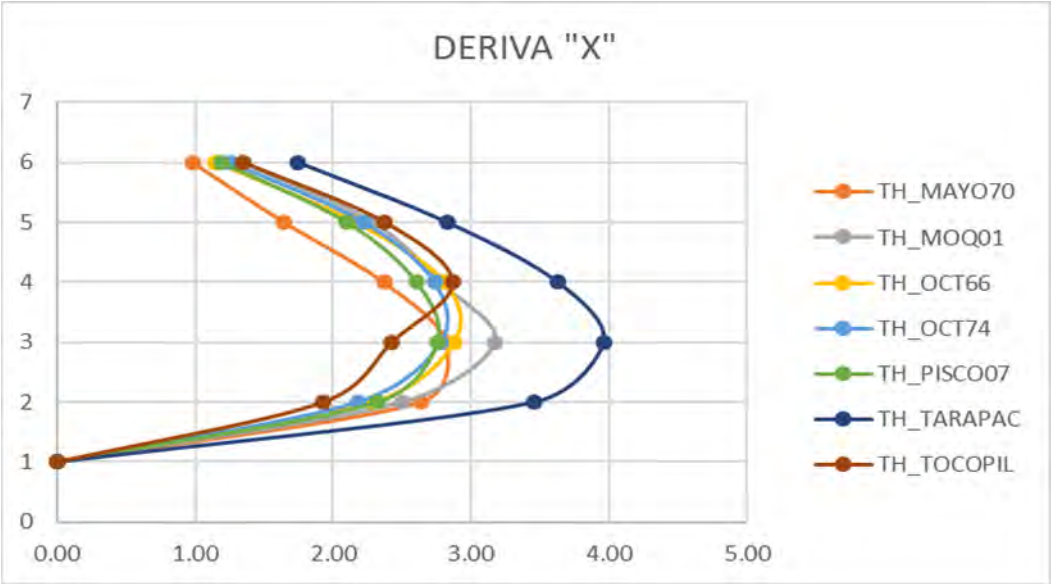
	Story	Load Case/Combo	Direction	Drift
6	AZOTEA	TH_PISCO07	Y	0.00171
5	PISO5	TH_PISCO07	Y	0.00226
4	PISO4	TH_PISCO07	Y	0.00307
3	PISO3	TH_PISCO07	Y	0.00344
2	PISO2	TH_PISCO07	Y	0.00274

	Story	Load Case/Combo	Direction	Drift
6	AZOTEA	TH_TARAPAC	Y	0.00178
5	PISO5	TH_TARAPAC	Y	0.00264
4	PISO4	TH_TARAPAC	Y	0.00351
3	PISO3	TH_TARAPAC	Y	0.00377
2	PISO2	TH_TARAPAC	Y	0.00300

	Story	Load Case/Combo	Direction	Drift
6	AZOTEA	TH_TOCOPIL Max	Y	0.00249
5	PISO5	TH_TOCOPIL Max	Y	0.00347
4	PISO4	TH_TOCOPIL Max	Y	0.00410
3	PISO3	TH_TOCOPIL Min	Y	0.00404
2	PISO2	TH_TOCOPIL Min	Y	0.00298

Proyecto EDIFICIO AISLADO

Fecha : 7/06/2020





ANEXO 05
METRADOS Y PRESUPUESTO

PRESUPUESTO N°01

Presupuesto	0000001	EDIFICIO EDUCATIVO DE 5 NIVELES SIN AISLAMIENTO SISMICO				
Subpresupuesto	002	PRESUPUESTO ESTRUCTURAS				
Cliente				Costo al		30/11/2020
Lugar	LIMA - LIMA - LIMA					
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.	
02	ESTRUCTURAS				3,058,488.90	
02.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				557,026.25	
02.01.01	EXCAVACIONES				207,696.66	
02.01.01.01	CORTE C/MAQUINARIA EN TERRENO NORMAL	m3	5,405.10	37.32	201,744.21	
02.01.01.02	EXCAVACION PARA CIMENTOS HASTA h=1.4m, TERRENO NORMAL	m3	408.66	14.57	5,952.45	
02.01.02	ELIMINACION DE DESMONTE				341,713.26	
02.01.03.01	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/VOLQUETE Y CARGADOR HASTA 10 KM	m3	7,778.01	43.93	341,713.26	
02.01.03	RELLENO Y COMPACTACION				7,247.24	
02.01.03.01	RELLENO Y COMPACTACION	m2	99.53	72.81	7,247.24	
02.01.04	NIVELACION INTERIOR Y APISONADO				7,616.34	
02.01.04.01	NIVELACION INTERIOR Y APISONADO	m2	1,266.64	6.01	7,616.34	
02.02	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				7,504.10	
02.02.01	SOLIDADOS				7,504.10	
02.02.01.01	SOLIDADO DE ZAPATAS MEZCLA 1:12 C:H ESPESOR=2"	m2	317.41	23.64	7,504.10	
02.03	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				2,493,958.54	
02.03.01	ZAPATAS				166,620.11	
02.03.01.01	CONCRETO PREMEZCLADO EN ZAPATAS F'c=210 KG/CM2	m3	295.96	265.22	78,492.04	
02.03.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ZAPATAS	m2	308.00	48.56	14,955.94	
02.03.01.03	ACERO DE REFUERZO	kg	12,989.88	5.63	73,172.13	
02.03.02	AISLADORES SISMICOS				0.00	
02.03.02.01	AISLADORES SISMICOS TIPO A.S.1	und		17,000.00	0.00	
02.03.02.02	DESILIZADORES SISMICOS TIPO S.L.1	und		11,900.00	0.00	
02.03.03	DADOS DE CONCRETO				0.00	
02.03.05.01	CONCRETO EN DADOS DE CONCRETO f'c=210 Kg/cm2	m3		301.36	0.00	
02.03.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE DADOS DE CONCRETO	m2		83.29	0.00	
02.03.05.03	ACERO DE REFUERZO	kg		5.63	0.00	
02.03.06	VIGAS EN PISO DE AISLADORES				0.00	
02.03.06.01	CONCRETO PREMEZCLADO EN VIGAS EN PISO F'c 210 kg/cm2	m3		301.36	0.00	
02.03.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS EN PISO	m2		83.63	0.00	
02.03.06.03	ACERO DE REFUERZO	kg		5.63	0.00	
02.03.07	LOSAS ALIGERADAS				606,863.45	
02.03.07.01	CONCRETO PREMEZCLADO PARA ALIGERADOS F'c=210 KG/ CM2	m3	335.76	301.36	101,184.65	
02.03.07.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA ALIGERADA	m2	4,028.18	99.90	402,415.94	
02.03.07.03	ACERO DE REFUERZO	kg	12,727.67	5.63	71,695.12	
02.03.11	LOSAS MACIZAS				15,783.87	
02.03.11.01	CONCRETO PREMEZCLADO LOSAS MACIZAS f'c=210 kg/cm2	m3	13.63	301.36	4,108.05	
02.03.11.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA MACIZA	m2	97.49	66.81	6,513.37	
02.03.11.03	ACERO DE REFUERZO	kg	916.46	5.63	5,162.44	
02.03.08	MUROS REFORZADOS				153,235.90	
02.03.08.01	MUROS DE SOTANO				153,235.90	
02.03.08.01.01	CONCRETO PRE MEZCLADO f'c=210 Kg/cm2 - MUROS DE CONTENCIÓN	m3	175.79	373.76	65,702.97	
02.03.08.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MUROS DE CONTENCIÓN	m2	616.77	67.21	41,452.70	
02.03.08.01.03	ACERO DE REFUERZO	kg	8,180.39	5.63	46,080.23	
02.03.08.02	MUROS DE CONCRETO, TABIQUES DE CONCRETO Y PLACAS				0.00	
02.03.08.02.01	CONCRETO PREMEZCLADO MUROS Y TABIQUES f'c=210 kg/cm2	m3		334.26	0.00	
02.03.08.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MUROS Y TABIQUES	m2		70.45	0.00	
02.03.08.02.03	ACERO DE REFUERZO	kg		5.63	0.00	
02.03.09	COLUMNAS				289,827.78	
02.03.09.01	CONCRETO PRE MEZCLADO f'c=210 Kg/cm2 - COLUMNAS	m3	154.42	324.86	50,166.75	
02.03.09.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNAS	m2	905.36	84.94	76,902.12	
02.03.09.03	ACERO DE REFUERZO	kg	28,893.77	5.63	162,758.91	
02.03.10	VIGAS				597,763.34	
02.03.10.01	CONCRETO PREMEZCLADO VIGAS F'c 210 kg/cm2	m3	393.84	324.89	127,951.86	
02.03.10.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS	m2	2,272.95	83.63	190,088.35	
02.03.10.03	ACERO DE REFUERZO	kg	49,657.84	5.63	279,723.14	
02.03.11	PLACAS				599,324.39	
02.03.11.01	CONCRETO PRE MEZCLADO f'c=210 Kg/cm2 - PLACAS	m3	421.74	334.26	140,968.20	
02.03.11.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PLACAS	m2	2,241.48	70.45	157,916.83	
02.03.11.03	ACERO DE REFUERZO	kg	53,335.49	5.63	300,439.37	
02.03.12	ESCALERAS				64,539.71	
02.03.12.01	CONCRETO PREMEZCLADO ESCALERA f'c=210 kg/cm2	m3	43.43	324.89	14,108.94	
02.03.12.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESCALERAS	m2	278.31	100.39	27,940.08	
02.03.12.03	ACERO DE REFUERZO	kg	3,992.66	5.63	22,490.69	

PRESUPUESTO N°02

Presupuesto	0000002	EDIFICIO EDUCATIVO DE 5 NIVELES CON AISLAMIENTO SISMICO				
Subpresupuesto	002	PRESUPUESTO ESTRUCTURAS				
Cliente				Costo al		30/11/2020
Lugar	LIMA - LIMA - LIMA					
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.	
02	ESTRUCTURAS				3,772,550.17	
02.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				704,369.02	
02.01.01	EXCAVACIONES				278,197.97	
02.01.01.01	CORTE C/MAQUINARIA EN TERRENO NORMAL	m3	7,345.12	37.32	274,155.04	
02.01.01.02	EXCAVACION PARA CIMIENTOS HASTA h=1.4m, TERRENO NORMAL	m3	277.56	14.57	4,042.93	
02.01.02	ELIMINACION DE DESMONTE				418,611.47	
02.01.03.01	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/VOQUETE Y CARGADOR HASTA 10 KM	m3	9,528.35	43.93	418,611.47	
02.01.03	RELLENO Y COMPACTACION				4,822.51	
02.01.03.01	RELLENO Y COMPACTACION	m2	66.23	72.81	4,822.51	
02.01.04	NIVELACION INTERIOR Y APISONADO				7,559.58	
02.01.04.01	NIVELACION INTERIOR Y APISONADO	m2	1,257.20	6.01	7,559.58	
02.02	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				6,254.41	
02.02.01	SOLADOS				6,254.41	
02.02.01.01	SOLADO DE ZAPATAS MEZCLA 1:12 C:H ESPESOR=2"	m2	264.55	23.64	6,254.41	
02.03	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				3,061,926.74	
02.03.01	ZAPATAS				83,470.40	
02.03.01.01	CONCRETO PREMEZCLADO EN ZAPATAS F'c=210 KG/CM2	m3	158.57	265.22	42,064.29	
02.03.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ZAPATAS	m2	330.74	48.56	16,060.04	
02.03.01.03	ACERO DE REFUERZO	kg	4,501.33	5.63	25,356.06	
02.03.02	AISLADORES SISMICOS				476,000.00	
02.03.02.01	AISLADORES SISMICOS TIPO A.S.1	und	21.00	18,700.00	392,700.00	
02.03.02.02	DESILIZADORES SISMICOS TIPO S.L.1	und	7.00	11,900.00	83,300.00	
02.03.03	DADOS DE CONCRETO				160,105.87	
02.03.05.01	CONCRETO EN DADOS DE CONCRETO f'c=210 Kg/cm2	m3	73.92	301.36	22,276.45	
02.03.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE DADOS DE CONCRETO	m2	147.84	83.29	12,314.30	
02.03.05.03	ACERO DE REFUERZO	kg	3,944.64	5.63	22,220.20	
02.03.06	VIGAS EN PISO DE AISLADORES				103,294.92	
02.03.06.01	CONCRETO PREMEZCLADO EN VIGAS EN PISO F'c=210 kg/cm2	m3	76.22	301.36	22,970.78	
02.03.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS EN PISO	m2	469.98	83.63	39,304.75	
02.03.06.03	ACERO DE REFUERZO	kg	7,281.97	5.63	41,019.40	
02.03.07	LOSAS ALIGERADAS				494,948.81	
02.03.07.01	CONCRETO PREMEZCLADO PARA ALIGERADOS F'c=210 KG/CM2	m3	289.43	301.36	87,222.27	
02.03.07.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA ALIGERADA	m2	3,490.98	99.90	348,749.81	
02.03.07.03	ACERO DE REFUERZO	kg	10,469.84	5.63	58,976.73	
02.03.11	LOSAS MACIZAS				92,285.60	
02.03.11.01	CONCRETO PREMEZCLADO LOSAS MACIZAS f'c=210 kg/cm2	m3	92.14	301.36	27,668.04	
02.03.11.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA MACIZA	m2	490.04	66.81	32,741.12	
02.03.11.03	ACERO DE REFUERZO	kg	5,641.11	5.63	31,776.45	
02.03.08	MUROS REFORZADOS				246,675.26	
02.03.08.01	MUROS DE SOTANO				242,235.95	
02.03.08.01.01	CONCRETO PRE MEZCLADO f'c=210 Kg/cm2 - MUROS DE CONTENCIÓN	m3	277.18	373.76	103,598.48	
02.03.08.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MUROS DE CONTENCIÓN	m2	1,046.96	67.21	70,365.15	
02.03.08.01.03	ACERO DE REFUERZO	kg	12,120.04	5.63	68,272.32	
02.03.08.02	MUROS DE CONCRETO, TABIQUES DE CONCRETO Y PLACAS				4,439.31	
02.03.08.02.01	CONCRETO PREMEZCLADO MUROS Y TABIQUES f'c=210 kg/cm2	m3	3.04	334.26	1,015.60	
02.03.08.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MUROS Y TABIQUES	m2	31.75	70.45	2,236.99	
02.03.08.02.03	ACERO DE REFUERZO	kg	210.67	5.63	1,186.72	
02.03.09	COLUMNAS				592,297.87	
02.03.09.01	CONCRETO PRE MEZCLADO f'c=210 Kg/cm2 - COLUMNAS	m3	246.35	324.86	80,030.53	
02.03.09.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNAS	m2	1,370.94	84.94	116,448.91	
02.03.09.03	ACERO DE REFUERZO	kg	70,267.65	5.63	395,818.43	
02.03.10	VIGAS				749,704.14	
02.03.10.01	CONCRETO PREMEZCLADO VIGAS F'c=210 kg/cm2	m3	477.41	324.89	155,105.55	
02.03.10.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS	m2	2,770.27	83.63	231,679.26	
02.03.10.03	ACERO DE REFUERZO	kg	64,427.24	5.63	362,919.33	
02.03.11	PLACAS				0.00	
02.03.11.01	CONCRETO PRE MEZCLADO f'c=210 Kg/cm2 - PLACAS	m3		334.26	0.00	
02.03.11.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PLACAS	m2		70.45	0.00	
02.03.11.03	ACERO DE REFUERZO	kg		5.63	0.00	
02.03.12	ESCALERAS				63,143.87	
02.03.12.01	CONCRETO PREMEZCLADO ESCALERA f'c=210 kg/cm2	m3	41.83	324.89	13,590.34	
02.03.12.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESCALERAS	m2	267.00	100.39	26,804.53	
02.03.12.03	ACERO DE REFUERZO	kg	4,038.52	5.63	22,749.00	

Análisis de precios unitarios de partidas

Presupuesto

COMPARACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE UN EDIFICIO PARA AULAS DE CINCO PISOS CON Y SIN AISLADOR SÍSMICO

Subpresupuesto	001	PRESUPUESTO ESTRUCTURAS					Fecha	25/02/2021
Partida	02.01.01.01	EXCAVACIÓN MASIVA PARA SOTANOS CON EXCAVADORA 115-165 HP						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 430.0000	EQ. 430.0000			Costo unitario directo por : M3	37.32	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0019	29.54	0.05		
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0372	17.36	0.65		
						0.70		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	0.70	0.04		
3011700010001	EXCAVADORA SOBRE ORUGAS 115-165 HP	HM	1.0000	0.0190	251.21	4.77		
3012200040001	CAMION VOLQUETE 6X4 330 HP 15 M3	HM	6.0000	0.1120	284.07	31.82		
						36.62		
Partida	02.01.01.02	EXCAVACIÓN PARA CIMIENTOS HASTA H=1.40 m, TERRENO NORMAL C/EQ						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 120.0000	EQ. 120.0000			Costo unitario directo por : M3	14.57	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0667	24.33	1.62		
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.2000	17.36	3.47		
						5.09		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	5.09	0.25		
03011700020012	EXCAVADORA SOBRE LLANTAS 58HP 1YD3	HM	1.0000	0.0670	137.57	9.22		
						9.47		
Partida	02.01.03.01	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE CARGUIO C/EQ 125HP /VOLQ 15M3 D=5KM						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 345.0000	EQ. 345.0000			Costo unitario directo por : M3	43.93	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0030	29.54	0.09		
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0640	17.36	1.11		
						1.20		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.20	0.04		
03011600010003	CARGADOR SOBRE LLANTAS DE 125-155 HP 3 yd3	HM	1.0000	0.0320	198.02	6.34		
03012200030001	CAMION VOLQUETE 6X4 330 HP 15 M3	HM	6.0000	0.1280	284.07	36.36		
						42.73		
Partida	02.01.03.01	RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL PRESTAMO CON PLANCHA 4.0 HP						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 22.0000	EQ. 22.0000			Costo unitario directo por : M3	72.81	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.		
	Mano de Obra							
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0364	29.54	1.07		
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.7273	17.36	12.63		
0101010006	OPERADOR DE EQUIPO MEDIANO	hh	1.0000	0.3636	25.14	9.14		
						22.84		
	Materiales							
0207040007	MATERIAL DE RELLENO	M3		1.0500	35.60	37.38		
0207070001	AGUA	M3		0.1200	7.99	0.96		
						38.34		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	22.84	0.69		
0301100008	COMPACTADOR VIB. TIPO PLANCHA 5.8 HP	HM	1.0000	0.3640	30.08	10.95		
						11.63		

Análisis de precios unitarios de partidas

Presupuesto

COMPARACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE UN EDIFICIO PARA AULAS DE CINCO PISOS CON Y SIN AISLADOR SÍSMICO

Subpresupuesto	001	PRESUPUESTO ESTRUCTURAS				Fecha	25/02/2021
Partida	02.01.04.01	NIVELACION Y COMPACTADO TERRENO NORMAL (con plancha)					
Rendimiento	m2/DÍA	MO. 110.0000	EQ. 110.0000		Costo unitario directo por : M2	6.01	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0073	29.54	0.22	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0730	17.36	1.27	
0101010006	OPERADOR DE EQUIPO MEDIANO	hh	1.0000	0.0730	25.14	1.84	
						3.32	
	Materiales						
0207070001	AGUA	M3		0.0500	7.99	0.40	
						0.40	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	3.32	0.10	
0301100008	COMPACTADOR VIB. TIPO PLANCHA 5.8 HP	HM	1.0000	0.0730	30.08	2.20	
						2.30	
Partida	02.02.01.01	CONCRETO PARA SOLADOS, e=0.05m C:H, 1:12					
Rendimiento	m2/DÍA	MO. 120.0000	EQ. 120.0000		Costo unitario directo por : M3	23.64	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0130	29.54	0.38	
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.1330	24.33	3.24	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0670	19.22	1.29	
0101010005	PEON	hh	8.0000	0.5330	17.36	9.25	
0101010010	OPERADOR DE EQUIPO MEDIANO	hh	1.0000	0.0670	25.14	1.68	
						15.84	
	Materiales						
0201010022	ACEITE MOTOR GASOLINERO MULTIGRADO	GL		0.0010	49.51	0.05	
0201020012	GRASA MULTIPLG EP	lb		0.0020	10.38	0.02	
0201030001	GASOLINA 84 OCTANOS	GL		0.0300	9.69	0.29	
0207030001	HORMIGON	M3		0.0650	38.30	2.49	
0207070001	AGUA	M3		0.0080	7.99	0.06	
0243010003	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5 KG)	BLS		0.1520	21.80	3.31	
						6.23	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	15.84	0.79	
0301290006	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11-12 P3	HM	1.0000	0.0670	11.59	0.78	
						1.57	
Partida	02.03.01.01	CONCRETO PREMEZCLADO f_c=210 KG/CM2 - CIMIENTO REFORZADO					
Rendimiento	m3/DÍA	MO. 60.0000	EQ. 60.0000		Costo unitario directo por : M3	265.22	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0130	29.54	0.38	
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.2670	24.33	6.50	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.1330	19.22	2.56	
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.5330	17.36	9.25	
0101010010	OPERADOR DE EQUIPO MEDIANO	hh	1.0000	0.1330	25.14	3.34	
						22.03	
	Materiales						
02190110010	CONCRETO PRE MEZCLADO f _c =210 KG/CM2	M3		1.0200	237.00	241.74	
						241.74	
	Equipos						
0301010043	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	22.03	0.66	
0301210006	VIBRADOR PARA CONCRETO 4 HP 1.50"	HM	1.0000	0.1330	5.88	0.78	
						1.44	

Análisis de precios unitarios de partidas

Presupuesto

COMPARACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE UN EDIFICIO PARA AULAS DE CINCO PISOS CON Y SIN AISLADOR SÍSMICO

Subpresupuesto	001	PRESUPUESTO ESTRUCTURAS				Fecha	25/02/2021
Partida	02.03.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL, CIMIENTOS REFORZADOS					
Rendimiento	m2/DÍA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000		Costo unitario directo por : M2	48.56	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0400	29.54	1.18	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.4000	24.33	9.73	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.4000	18.91	7.56	
						18.48	
	Materiales						
0204120010	CLAVOS 3"	KG		0.2000	3.79	0.76	
0204120011	CLAVOS 4"	KG		0.1000	3.79	0.38	
0231010003	MADERA TORNILLO (LARGA)	P2		2.5000	5.80	14.50	
						15.64	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	18.48	0.55	
						0.55	
	Subpartidas						
010105010101	DESENCOFRADO DE CIMENTO	M2		1.0000	13.89	13.89	
						13.89	
Partida	02.03.05.01	CONCRETO PREMEZCLADO f_c=210 KG/CM2 - DADOS DE CONCRETO					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 60.0000	EQ. 60.0000		Costo unitario directo por : M3	301.36	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0133	29.54	0.39	
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.2667	24.33	6.49	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.1333	19.22	2.56	
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.5333	17.36	9.26	
0101010010	OPERADOR DE EQUIPO MEDIANO	hh	1.0000	0.1333	25.14	3.35	
						22.06	
	Materiales						
02190110010	CONCRETO PRE MEZCLADO f _c =210 KG/CM2	M3		1.0200	237.00	241.74	
02190510001	SERVICIO DE BOMBA DE CONCRETO	M3		1.0000	36.12	36.12	
						277.86	
	Equipos						
0301010043	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	22.06	0.66	
0301210006	VIBRADOR PARA CONCRETO 4 HP 1.50"	HM	1.0000	0.1330	5.88	0.78	
						1.44	
Partida	02.03.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE DADOS DE CONCRETO					
Rendimiento	M2/DÍA	MO. 9.0000	EQ. 9.0000		Costo unitario directo por : M2	83.29	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0889	29.54	2.63	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.8889	24.33	21.63	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.8889	19.22	17.08	
						41.34	
	Materiales						
0204120009	CLAVOS 2"	KG		0.1500	3.79	0.57	
0204120010	CLAVOS 3"	KG		0.2000	3.79	0.76	
0218010005	PERNO HEXAGONAL 1/2" x 50 cm	UND		0.0600	6.86	0.41	
0222130006	SIKA FORM METAL (BALDE DE 16 L)	UND		0.0010	159.53	0.16	
0231010003	MADERA TORNILLO (LARGA)	P2		3.4200	5.80	19.84	
0231010009	TRIPLAY LUPUNA 4 x 8 x 18 mm	PLN		0.0450	85.00	3.83	
0272010087	TUBO PVC 3M SEL 3/4"	UND		0.1500	2.29	0.34	
						25.90	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	41.34	1.24	
						1.24	
	Subpartidas						

Análisis de precios unitarios de partidas

Presupuesto

COMPARACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE UN EDIFICIO PARA AULAS DE CINCO PISOS CON Y SIN AISLADOR SÍSMICO

Subpresupuesto

001 PRESUPUESTO ESTRUCTURAS

Fecha

25/02/2021

010105010101

DESENCOFRADO DE DADOS (CARAVISTA)

M2

1.0000

14.82

14.82

14.82



Análisis de precios unitarios de partidas

Presupuesto

COMPARACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE UN EDIFICIO PARA AULAS DE CINCO PISOS CON Y SIN AISLADOR SÍSMICO

Subpresupuesto	001	PRESUPUESTO ESTRUCTURAS		Fecha	25/02/2021			
Partida	02.03.06.01	CONCRETO PREMEZCLADO f_c=210 KG/CM2 - VIGAS DE AISLAMIENTO						
Rendimiento	m3/DÍA	MO. 60.0000	EQ. 60.0000		Costo unitario directo por : M3		301.36	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	
	Mano de Obra						Parcial \$/.	
0101010002	CAPATAZ			hh	0.1000	0.0133	29.54	0.39
0101010003	OPERARIO			hh	2.0000	0.2667	24.33	6.49
0101010004	OFICIAL			hh	1.0000	0.1333	19.22	2.56
0101010005	PEON			hh	4.0000	0.5333	17.36	9.26
0101010010	OPERADOR DE EQUIPO MEDIANO			hh	1.0000	0.1333	25.14	3.35
								22.06
	Materiales							
02190110010	CONCRETO PRE MEZCLADO f _c =210 KG/CM2			M3		1.0200	237.00	241.74
02190510001	SERVICIO DE BOMBA DE CONCRETO			M3		1.0000	36.12	36.12
								277.86
	Equipos							
0301010043	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3.0000	22.06	0.66
0301210006	VIBRADOR PARA CONCRETO 4 HP 1.50"			HM	1.0000	0.1330	5.88	0.78
								1.44
Partida	02.03.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS DE AISLAMIENTO						
Rendimiento	m2/DÍA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000		Costo unitario directo por : M2		83.63	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	
	Mano de Obra						Parcial \$/.	
0101010002	CAPATAZ			hh	0.1000	0.0800	29.54	2.36
0101010003	OPERARIO			hh	1.0000	0.8000	24.33	19.46
0101010004	OFICIAL			hh	1.0000	0.8000	19.22	15.38
								37.20
	Materiales							
02041200009	CLAVOS 2"			KG		0.3500	3.79	1.33
02041200010	CLAVOS 3"			KG		0.2000	3.79	0.76
0218010005	PERNO HEXAGONAL 1/2" x 50 cm			UND		0.0200	6.86	0.14
0222130006	SIKA FORM METAL (BALDE DE 15KG)			UND		0.0010	159.53	0.16
0231010003	MADERA TORNILLO (LARGA)			P2		3.4900	5.80	20.24
0231010009	TRIPLAY LUPUNA 4 x 8 x 18 mm			PLN		0.0450	85.00	3.83
0272010087	TUBO PVC 3M SEL 3/4"			UND		0.1500	2.29	0.34
								26.79
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3.0000	37.20	1.12
								1.12
	Subpartidas							
010105010101	DESENCOFRADO DE VIGAS (CARAVISTA)			M2		1.0000	18.52	18.52
								18.52
Partida	02.03.07.01	CONCRETO PREMEZCLADO f_c=210 KG/CM2 - LOSA ALIGERADA						
Rendimiento	m3/DÍA	MO. 60.0000	EQ. 60.0000		Costo unitario directo por : M3		301.36	
Código	Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	
	Mano de Obra						Parcial \$/.	
0101010002	CAPATAZ			hh	0.1000	0.0133	29.54	0.39
0101010003	OPERARIO			hh	2.0000	0.2667	24.33	6.49
0101010004	OFICIAL			hh	1.0000	0.1333	19.22	2.56
0101010005	PEON			hh	4.0000	0.5333	17.36	9.26
0101010010	OPERADOR DE EQUIPO MEDIANO			hh	1.0000	0.1333	25.14	3.35
								22.06
	Materiales							
02190110010	CONCRETO PRE MEZCLADO f _c =210 KG/CM2			M3		1.0200	237.00	241.74
02190510001	SERVICIO DE BOMBA DE CONCRETO			M3		1.0000	36.12	36.12
								277.86
	Equipos							
0301010043	HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3.0000	22.06	0.66
0301210006	VIBRADOR PARA CONCRETO 4 HP 1.50"			HM	1.0000	0.1330	5.88	0.78

Análisis de precios unitarios de partidas

Presupuesto

COMPARACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE UN EDIFICIO PARA AULAS DE CINCO PISOS CON Y SIN AISLADOR SÍSMICO

Subpresupuesto

001

PRESUPUESTO ESTRUCTURAS

Fecha

25/02/2021

1.44



Análisis de precios unitarios de partidas

Presupuesto

COMPARACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE UN EDIFICIO PARA AULAS DE CINCO PISOS CON Y SIN AISLADOR SÍSMICO

Subpresupuesto	001	PRESUPUESTO ESTRUCTURAS				Fecha	25/02/2021
Partida	02.03.11.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA PARA LOSA ALIGERADA					
Rendimiento	m2/DÍA	MO. 9.0000	EQ. 9.0000		Costo unitario directo por : M2	99.90	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0889	29.54	2.63	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.8889	24.33	21.63	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.8889	19.22	17.08	
						41.34	
	Materiales						
02000010010	CLAVOS 3"	KG		0.1000	3.79	0.38	
02041200011	CLAVOS 4"	KG		0.1000	3.79	0.38	
0231010003	MADERA TORNILLO (LARGA)	P2		2.7000	5.80	15.66	
0231010009	TRIPLAY LUPUNA 4 x 8 x 18 mm	PLN		0.0450	85.00	3.83	
0231010010	LADRILLO DE POLIESTIRENO PARA TECHO 30 x 120 x 15 mm	UND		2.0833	9.50	19.79	
						40.03	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	41.34	2.07	
						2.07	
	Subpartidas						
010105010101	DESENCOFRADO DE LOSA ALIGERADA (CARAVISTA)	M2		1.0000	16.46	16.46	
						16.46	
Partida	02.03.11.01	CONCRETO PREMEZCLADO f _c =210 KG/CM2 - LOSA MACIZA					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 60.0000	EQ. 60.0000		Costo unitario directo por : M3	301.36	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0133	29.54	0.39	
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.2667	24.33	6.49	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.1333	19.22	2.56	
0101010005	PEON	hh	4.0000	0.5333	17.36	9.26	
0101010010	OPERADOR DE EQUIPO MEDIANO	hh	1.0000	0.1333	25.14	3.35	
						22.06	
	Materiales						
02190110010	CONCRETO PRE MEZCLADO f _c =210 KG/CM2	M3		1.0200	237.00	241.74	
02190510001	SERVICIO DE BOMBA DE CONCRETO	M3		1.0000	36.12	36.12	
						277.86	
	Equipos						
0301010043	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	22.06	0.66	
0301210006	VIBRADOR PARA CONCRETO 4 HP 1.50"	HM	1.0000	0.1330	5.88	0.78	
						1.44	
Partida	02.03.11.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA MACIZA					
Rendimiento	M2/DÍA	MO. 15.0000	EQ. 15.0000		Costo unitario directo por : M2	66.81	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0533	29.54	1.58	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.5333	24.33	12.98	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.5333	19.22	10.25	
						24.80	
	Materiales						
0204120009	CLAVOS 2"	KG		0.2000	3.79	0.76	
0204120010	CLAVOS 3"	KG		0.2000	3.79	0.76	
0231010003	MADERA TORNILLO (LARGA)	P2		3.2000	5.80	18.56	
0231010009	TRIPLAY LUPUNA 4 x 8 x 18 mm	PLN		0.0750	85.00	6.38	
						26.45	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	24.80	0.74	
						0.74	
	Subpartidas						
010105010101	DESENCOFRADO DE LOSA MACIZA (CARAVISTA)	M2		1.0000	14.82	14.82	

Análisis de precios unitarios de partidas

Presupuesto

COMPARACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE UN EDIFICIO PARA AULAS DE CINCO PISOS CON Y SIN AISLADOR SÍSMICO

Subpresupuesto

001

PRESUPUESTO ESTRUCTURAS

Fecha

25/02/2021

14.82



Análisis de precios unitarios de partidas

Presupuesto

COMPARACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE UN EDIFICIO PARA AULAS DE CINCO PISOS CON Y SIN AISLADOR SÍSMICO

Subpresupuesto	001	PRESUPUESTO ESTRUCTURAS				Fecha	25/02/2021
Partida	02.03.08.01.01	CONCRETO PREMEZCLADO f_c=210 KG/CM2 - MUROS DE CONTENCIÓN					
Rendimiento	m3/DÍA	MO. 25.0000	EQ. 25.0000		Costo unitario directo por : M3	373.76	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0320	29.54	0.95	
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.6400	24.33	15.57	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	19.22	6.15	
0101010005	PEON	hh	4.0000	1.2800	17.36	22.22	
0101010010	OPERADOR DE EQUIPO MEDIANO	hh	1.0000	0.3200	25.14	8.04	
						52.93	
	Materiales						
02190110010	CONCRETO PRE MEZCLADO f _c =210 KG/CM2	M3		1.1867	237.00	281.24	
02190510001	SERVICIO DE BOMBA DE CONCRETO	M3		1.0000	36.12	36.12	
						317.36	
	Equipos						
0301010043	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	52.93	1.59	
0301210006	VIBRADOR PARA CONCRETO 4 HP 1.50"	HM	1.0000	0.3190	5.88	1.88	
						3.46	
Partida	02.03.08.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO CARAVISTA PARA MUROS DE CONTENCIÓN					
Rendimiento	M2/DÍA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000		Costo unitario directo por : M2	67.21	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0800	29.54	2.36	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	24.33	19.46	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.8000	19.22	15.38	
						37.20	
	Materiales						
0204120009	CLAVOS 2"	KG		0.2000	3.79	0.76	
0204120010	CLAVOS 3"	KG		0.2000	3.79	0.76	
0222130006	SIKA FORM METAL (BALDE DE 15KG)	UND		0.0010	159.53	0.16	
0231010003	MADERA TORNILLO (LARGA)	P2		2.5000	5.80	14.50	
0231010009	TRIPLAY LUPUNA 4 x 8 x 18 mm	PLN		0.0450	85.00	3.83	
						20.00	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	37.20	1.12	
						1.12	
	Subpartidas						
010105010101	DESENCOFRADO DE MURO DE CONTENCIÓN (CARAVISTA)	M2		1.0000	8.89	8.89	
						8.89	
Partida	02.03.08.02.01,	CONCRETO PREMEZCLADO f_c=210 KG/CM2 - MUROS Y TABIQUES					
Rendimiento	m3/DÍA	25.0000	EQ. 25.0000		Costo unitario directo por : M3	334.26	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0320	29.54	0.95	
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.6400	24.33	15.57	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.3200	19.22	6.15	
0101010005	PEON	hh	4.0000	1.2800	17.36	22.22	
0101010010	OPERADOR DE EQUIPO MEDIANO	hh	1.0000	0.3200	25.14	8.04	
						52.93	
	Materiales						
02190110010	CONCRETO PRE MEZCLADO f _c =210 KG/CM2	M3		1.0200	237.00	241.74	
02190510001	SERVICIO DE BOMBA DE CONCRETO	M3		1.0000	36.12	36.12	
						277.86	
	Equipos						
0301010043	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	52.93	1.59	
0301210006	VIBRADOR PARA CONCRETO 4 HP 1.50"	HM	1.0000	0.3190	5.88	1.88	
						3.46	

Análisis de precios unitarios de partidas

Presupuesto

COMPARACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE UN EDIFICIO PARA AULAS DE CINCO PISOS CON Y SIN AISLADOR SÍSMICO

Subpresupuesto	001	PRESUPUESTO ESTRUCTURAS				Fecha	25/02/2021
Partida	02.03.08.02.02,	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN MUROS Y PLACAS					
Rendimiento	M2/DÍA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000		Costo unitario directo por : M2	70.45	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0800	29.54	2.36	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	24.33	19.46	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.8000	19.22	15.38	
						37.20	
	Materiales						
0204120009	CLAVOS 2"	KG		0.2700	3.79	1.02	
0204120010	CLAVOS 3"	KG		0.2000	3.79	0.76	
0218010005	PERNO HEXAGONAL 1/2" x 50 cm	UND		0.0600	6.86	0.41	
0222130006	SIKA FORM METAL (BALDE DE 15KG)	UND		0.0010	159.53	0.16	
0231010003	MADERA TORNILLO (LARGA)	P2		2.5000	5.80	14.50	
0231010009	TRIPLAY LUPUNA 4 x 8 x 18 mm	PLN		0.0450	85.00	3.83	
0272010087	TUBO PVC 3M SEL 3/4"	UND		0.1500	2.29	0.34	
						21.02	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	37.20	1.12	
						1.12	
	Subpartidas						
010105010101	DESENCOFRADO DE MUROS Y TABIQUES	M2		1.0000	11.11	11.11	
						11.11	
Partida	02.03.09.01	CONCRETO PREMEZCLADO f_c=210 KG/CM² - COLUMNAS					
Rendimiento	m3/DÍA	MO. 30.0000	EQ. 30.0000		Costo unitario directo por : M3	324.86	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0267	29.54	0.79	
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.5333	24.33	12.98	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.2667	19.22	5.13	
0101010005	PEON	hh	4.0000	1.0667	17.36	18.52	
0101010010	OPERADOR DE EQUIPO MEDIANO	hh	1.0000	0.2667	25.14	6.70	
						44.11	
	Materiales						
02190110010	CONCRETO PRE MEZCLADO f _c =210 KG/CM ²	M3		1.0200	237.00	241.74	
02190510001	SERVICIO DE BOMBA DE CONCRETO	M3		1.0000	36.12	36.12	
						277.86	
	Equipos						
0301010043	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	44.11	1.32	
0301210006	VIBRADOR PARA CONCRETO 4 HP 1.50"	HM	1.0000	0.2670	5.88	1.57	
						2.89	
Partida	02.03.09.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN COLUMNAS					
Rendimiento	M2/DÍA	MO. 9.0000	EQ. 9.0000		Costo unitario directo por : M2	84.94	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0889	29.54	2.63	
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.8889	24.33	21.63	
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.8889	19.22	17.08	
						41.34	
	Materiales						
0204120009	CLAVOS 2"	KG		0.1500	3.79	0.57	
0204120010	CLAVOS 3"	KG		0.2000	3.79	0.76	
0218010005	PERNO HEXAGONAL 1/2" x 50 cm	UND		0.0600	6.86	0.41	
0222130006	SIKA FORM METAL (BALDE DE 15KG)	UND		0.0010	159.53	0.16	
0231010003	MADERA TORNILLO (LARGA)	P2		3.4200	5.80	19.84	
0231010009	TRIPLAY LUPUNA 4 x 8 x 18 mm	PLN		0.0450	85.00	3.83	
0272010087	TUBO PVC 3M SEL 3/4"	UND		0.1500	2.29	0.34	

Análisis de precios unitarios de partidas

Presupuesto

COMPARACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE UN EDIFICIO PARA AULAS DE CINCO PISOS CON Y SIN AISLADOR SÍSMICO

Subpresupuesto	001	PRESUPUESTO ESTRUCTURAS		Fecha	25/02/2021
					25.90
		Equipos			
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	3.0000	41.34	1.24
					1.24
		Subpartidas			
010105010101	DESENCOFRADO DE COLUMNA (CARAVISTA)	M2	1.0000	16.46	16.46
					16.46



Análisis de precios unitarios de partidas

Presupuesto

COMPARACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE UN EDIFICIO PARA AULAS DE CINCO PISOS CON Y SIN AISLADOR SÍSMICO

Subpresupuesto **001** **PRESUPUESTO ESTRUCTURAS** Fecha **25/02/2021**

Partida **02.03.10.01** **CONCRETO PREMEZCLADO f_c=210 KG/CM² - VIGAS**
 Rendimiento **m³/DÍA** **MO. 30.0000** **EQ. 30.0000** Costo unitario directo por : M3 **324.89**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0270	29.54	0.80
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.5330	24.33	12.97
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.2670	19.22	5.13
0101010005	PEON	hh	4.0000	1.0670	17.36	18.52
0101010010	OPERADOR DE EQUIPO MEDIANO	hh	1.0000	0.2670	25.14	6.71
44.13						
Materiales						
02190110010	CONCRETO PRE MEZCLADO f _c =210 KG/CM ²	M3		1.0200	237.00	241.74
02190510001	SERVICIO DE BOMBA DE CONCRETO	M3		1.0000	36.12	36.12
277.86						
Equipos						
0301010043	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	44.13	1.32
0301210006	VIBRADOR PARA CONCRETO 4 HP 1.50"	HM	1.0000	0.2670	5.88	1.57
2.89						

Partida **02.03.10.02** **ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS**
 Rendimiento **m²/DÍA** **MO. 10.0000** **EQ. 10.0000** Costo unitario directo por : M2 **83.63**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0800	29.54	2.36
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	24.33	19.46
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.8000	19.22	15.38
37.20						
Materiales						
02041200009	CLAVOS 2"	KG		0.3500	3.79	1.33
02041200010	CLAVOS 3"	KG		0.2000	3.79	0.76
0218010005	PERNO HEXAGONAL 1/2" x 50 cm	UND		0.0200	6.86	0.14
0222130006	SIKA FORM METAL (BALDE DE 15KG)	UND		0.0010	159.53	0.16
0231010003	MADERA TORNILLO (LARGA)	P2		3.4900	5.80	20.24
0231010009	TRIPLAY LUPUNA 4 x 8 x 18 mm	PLN		0.0450	85.00	3.83
0272010087	TUBO PVC 3M SEL 3/4"	UND		0.1500	2.29	0.34
26.79						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	37.20	1.12
1.12						
Subpartidas						
010105010101	DESENCOFRADO DE VIGAS (CARAVISTA)	M2		1.0000	18.52	18.52
18.52						

Partida **02.03.12.01** **CONCRETO PREMEZCLADO f_c=210 KG/CM² - ESCALERA**
 Rendimiento **m³/DÍA** **MO. 30.0000** **EQ. 30.0000** Costo unitario directo por : M3 **324.89**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0270	29.54	0.80
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.5330	24.33	12.97
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.2670	19.22	5.13
0101010005	PEON	hh	4.0000	1.0670	17.36	18.52
0101010010	OPERADOR DE EQUIPO MEDIANO	hh	1.0000	0.2670	25.14	6.71
44.13						
Materiales						
02190110010	CONCRETO PRE MEZCLADO f _c =210 KG/CM ²	M3		1.0200	237.00	241.74
02190510001	SERVICIO DE BOMBA DE CONCRETO	M3		1.0000	36.12	36.12
277.86						
Equipos						
0301010043	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	44.13	1.32

Análisis de precios unitarios de partidas

Presupuesto

COMPARACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE UN EDIFICIO PARA AULAS DE CINCO PISOS CON Y SIN AISLADOR SÍSMICO

Subpresupuesto

001 PRESUPUESTO ESTRUCTURAS

Fecha

25/02/2021

0301210006

VIBRADOR PARA CONCRETO 4 HP 1.50"

HM

1.0000

0.2670

5.88

1.57

2.89



Análisis de precios unitarios de partidas

Presupuesto

COMPARACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE UN EDIFICIO PARA AULAS DE CINCO PISOS CON Y SIN AISLADOR SÍSMICO

Subpresupuesto **001** **PRESUPUESTO ESTRUCTURAS** Fecha **25/02/2021**

Partida **02.03.12.02** **ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL PARA ESCALERAS**
 Rendimiento **m2/DÍA** MO. **8.0000** EQ. **8.0000** Costo unitario directo por : M2 **100.39**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.1000	29.54	2.95
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.0000	24.33	24.33
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	1.0000	19.22	19.22
46.50						
Materiales						
02041200009	CLAVOS 2"	KG		0.1000	3.79	0.38
02041200010	CLAVOS 3"	KG		0.0800	3.79	0.30
0231010003	MADERA TORNILLO (LARGA)	P2		5.7400	5.80	33.29
33.97						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	46.50	1.40
1.40						
Subpartidas						
010105010101	DESENCOFRADO DE ESCALERA (CARAVISTA)	M2		1.0000	18.52	18.52
18.52						

Partida **02.03.01.03** **ACERO fy=4200 KG/CM2**
 Rendimiento **KG/DÍA** MO. **200.0000** EQ. **200.0000** Costo unitario directo por : KG **5.63**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0040	29.54	0.12
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0400	24.33	0.97
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0400	19.22	0.77
1.86						
Materiales						
0204010001	ALAMBRE NEGRO N°16	KG		0.0200	5.34	0.11
0204030001	ACERO CORRUGADO fy 4200 KG/CM2 GRADO 60	KG		1.0500	2.91	3.05
0272040053	PERNO HEXAGONAL 1/2" x 50 cm	UND		0.0100	6.86	0.07
3.23						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.86	0.06
0301020003	CIZALLA PARA CORTAR FIERRO DE 30"	UND		0.1000	4.90	0.49
0.55						

Análisis de precios unitarios de subpartidas

Presupuesto

COMPARACIÓN TÉCNICA Y ECONÓMICA DE UN EDIFICIO PARA AULAS DE CINCO PISOS CON Y SIN AISLADOR SÍSMICO

Partida	DESENCOFRADO DE CIMIENTO REFORZADO		Costo unitario directo por : m2				13.89	
Rendimiento	m2/DIA	MO. 32.0000	EQ. 32.0000	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra							
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.2500	19.22	4.81	
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.5000	17.36	8.68	
							13.49	
	Equipos							
0301010043	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	13.49	0.40	
							0.40	
Partida	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE DADOS DE CONCRETO		Costo unitario directo por : m2				14.82	
Rendimiento	m2/DIA	MO. 30.0000	EQ. 30.0000	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra							
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.2667	19.22	5.13	
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.5333	17.36	9.26	
							14.38	
	Equipos							
0301010043	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	14.38	0.43	
							0.43	
Partida	DESENCOFRADO DE VIGAS DE AISLAMIENTO		Costo unitario directo por : m2				18.52	
Rendimiento	m2/DIA	MO. 24.0000	EQ. 24.0000	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra							
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.3333	19.22	6.41	
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.6667	17.36	11.57	
							17.98	
	Equipos							
0301010043	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	17.98	0.54	
							0.54	
Partida	DESENCOFRADO DE LOSA ALIGERADA		Costo unitario directo por : m2				16.46	
Rendimiento	m2/DIA	MO. 27.0000	EQ. 30.0000	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra							
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.2963	19.22	5.69	
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.5926	17.36	10.29	
							15.98	
	Equipos							
0301010043	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	15.98	0.48	
							0.48	
Partida	DESENCOFRADO DE LOSA MACIZA		Costo unitario directo por : m2				14.82	
Rendimiento	m2/DIA	MO. 30.0000	EQ. 30.0000	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra							
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.2667	19.22	5.13	
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.5333	17.36	9.26	
							14.38	
	Equipos							
0301010043	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	14.38	0.43	
							0.43	
Partida	DESENCOFRADO DE MUROS DE CONTENCIÓN		Costo unitario directo por : m2				8.89	
Rendimiento	m2/DIA	MO. 50.0000	EQ. 50.0000	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra							
0101010004	OFICIAL		hh	1.0000	0.1600	19.22	3.08	

0101010005	PEON		hh	2.0000	0.3200	17.36	5.56 8.63
		Equipos					
0301010043	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO	3.0000		8.63	0.26 0.26



METRADO ESTRUCTURAS - EDIFICIO SIN AISLAMIENTO SÍSMICO

METRADO: MOVIMIENTO DE TIERRAS Y OBRAS DE CONCRETO SIMPLE **FECHA DE PRESENTACIÓN:** 25/02/2021
PLANO DE REF.: E-02
REFERENCIA: EDIFICIO PARA AULAS - CONVENCIONAL

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANT.	DIMENSIONES				PARCIAL
				LARGO (m)	ANCHO (m)	ÁREA (m2)	ALTURA (m)	
01.00.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS							
01.01.00	Excavación	m3						6222.41
01.01.01	Excavación Masiva	m3	1			1257.00	4.30	5405.10
01.01.02	Excavación localizada	m3						408.66
	Z-1	m3	1			37.30	2.05	76.47
	Z-2	m3	1	2.80	4.40	12.32	1.25	15.40
	Z-3	m3	6	2.00	2.50	5.00	1.05	31.50
	Z-4	m3	1			15.05	1.25	18.81
	Z-5	m3	4	1.20	1.40	1.68	1.05	7.06
	Z-6	m3	1	1.50	2.50	3.75	1.25	4.69
	Z-7	m3	4	2.70	3.50	9.45	1.25	47.25
	Z-8	m3	3	2.30	2.80	6.44	1.25	24.15
	Z-9	m3	1	2.80	3.80	10.64	1.25	13.30
	Z-10	m3	1			22.88	1.45	33.18
	Z-11	m3	1			22.88	1.45	33.18
	Cimiento Corrido	m3	141	1.00	0.70	0.70	1.05	103.69
01.02.00	Relleno con material seleccionado	m3						99.53
	Z-1	m3	1			30.53	0.90	27.48
	Z-2	m3	1	2.80	4.40	11.66	0.30	3.50
	Z-3	m3	6	2.00	2.50	4.72	0.30	8.50
	Z-4	m3	1			13.00	0.30	3.90
	Z-5	m3	4	1.20	1.40	1.46	0.30	1.75
	Z-6	m3	1	1.50	2.50	2.89	0.30	0.87
	Z-7	m3	4	2.70	3.50	9.05	0.30	10.86
	Z-8	m3	3	2.30	2.80	6.16	0.30	5.54
	Z-9	m3	1	2.80	3.80	10.10	0.30	3.03
	Z-10	m3	1			19.24	0.30	5.77
	Z-11	m3	1			19.24	0.30	5.77
	Cimiento Corrido	m3	141	1.00	0.70	0.40	0.40	22.57
01.03.00	Eliminación de material excedente	m3						7778.01
	<i>Factor de esponjamiento</i>	25%						7778.01
01.04.00	Nivelación y apisonado	m2						1266.64
02.00.00	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE							
02.01.00	Solado (Concreto f'c = 100 Kg /cm2)	m2						317.41
	Z-1	m2	1			37.30		37.30
	Z-2	m2	1	2.8	4.4	12.32		12.32
	Z-3	m2	6	2	2.5	5.00		30.00
	Z-4	m2	1			15.05		15.05
	Z-5	m2	4	1.2	1.4	1.68		6.72
	Z-6	m2	1	1.5	2.5	3.75		3.75
	Z-7	m2	4	2.7	3.5	9.45		37.80
	Z-8	m2	3	2.3	2.8	6.44		19.32
	Z-9	m2	1	2.8	3.8	10.64		10.64
	Z-10	m2	1			22.88		22.88
	Z-11	m2	1			22.88		22.88
	Cimiento Corrido	m2	141.075	1	0.7	0.70		98.75

METRADO ESTRUCTURAS - EDIFICIO SIN AISLAMIENTO SÍSMICO

METRADO: OBRAS DE CONCRETO ARMADO
 PLANO DE REF.: E-01, E-02, E-03, E-04, E-05, E-06, E-07, E-08, E-09, E-10, E-11, E-12
 REFERENCIA: EDIFICIO PARA AULAS - CONVENCIONAL

FECHA DE PRESENTACIÓN: 25/02/2021

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	CONCRETO $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$				ENCOFRADO				ACERO $f_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$											
			LARGO	ANCHO	ALTURA	PARCIAL	LARGO	ANCHO	PARCIAL	DIAM.	Nº VECES	LONG.	PARCIAL	EQUIVALENCIA DIÁMETROS (PULG) - DENSIDAD LINEAL (KG/M) (ASTM A615)								PARCIAL
			(m)	(m)	(m)	(m3)	(m)	(m)	(m2)	(pulg)	(unidad)	(m)	(m)	1/4 0.250	8 mm 0.395	3/8 0.562	1/2 0.994	5/8 1.552	3/4 2.235	1 3.973	(Kg)	
V-19		6	3.150	0.350	0.600	3.97	3.150	1.150	21.735	1	3	14.000	252.000							189.081	1001.196	1001.20
		6								3/4	3	4.700	84.600									189.08
		6								3/8	25	1.580	237.000			132.720						132.72
		6	8.450	0.350	0.800	14.20	8.450	1.550	78.585	3/4	3	3.850	69.300									154.89
		6								5/8	1	2.700	16.200					25.142				25.14
		6								5/8	1	3.800	22.800					35.386				35.39
		6								3/4	2	4.100	49.200									109.96
		6								3/4	3	10.850	195.300									436.496
		6								3/8	2	9.850	118.200			66.192						66.19
		6								3/8	57	1.980	677.160			379.210						379.21
V-20		6	2.800	0.350	0.600	3.53	2.800	1.150	19.320	1	4	13.150	315.600									1253.879
		6								3/4	3	4.750	85.500									191.093
		6								3/8	23	1.580	218.040			122.102						122.10
		6	7.350	0.350	1.050	16.21	7.350	2.050	90.405	3/4	2	4.650	55.800									124.713
		6								3/4	4	3.550	85.200									190.422
		6								3/4	2	3.450	41.400									92.529
		6								1	2	3.450	41.400									164.482
		6								3/4	2	3.950	47.400									105.939
		6								3/8	4	9.300	223.200			124.992						124.99
		6								3/8	47	2.480	699.360			391.642						391.64
V-21		2	11.400	0.350	0.800	6.38	11.400	1.550	35.340	1	3	14.850	89.100									353.994
		2								3/4	3	14.850	89.100									199.139
		2								1	2	7.200	28.800									114.422
		2								1	2	3.800	15.200									60.390
		2								1	2	4.300	17.200									68.336
		2								3/4	2	3.800	15.200									33.972
		2								3/8	2	13.75	55.000									30.800
		2								3/8	85	1.98	336.600			188.496						188.50
V-22		2	2.200	0.350	0.800	1.23	2.200	1.550	6.820	1	3	14.000	84.000									333.732
		2								1	5	5.100	51.000									202.623
		2								1	2	7.700	30.800									122.368
		2								3/8	2	12.900	51.600									28.896
		2								3/8	22	1.980	87.120			48.787						48.79
		2	7.350	0.350	1.050	5.40	7.350	2.050	30.135	3/4	4	3.450	27.600									61.686
		2								3/4	4	3.250	26.000									58.110
		2								1	2	3.950	15.800									62.773
		2								3/8	2	9.300	37.200			20.832						20.83
		2								3/8	47	2.480	233.120			130.547						130.55
V-23		1	4.025	0.350	0.800	1.13	4.025	1.550	6.239	1	4	6.250	25.000									99.325
		1								1	3	2.950	8.850									35.161
		1								3/4	2	2.950	5.900									13.187
		1								3/8	2	5.200	10.400			5.824						5.82
		1								3/8	34	1.980	67.320			37.699						37.70
V-24		1	35.050	0.350	0.800	9.81	35.050	1.550	54.328	1	4	40.400	161.600									642.037
		1								1	2	3.450	6.900									27.414
		1								1	4	2.950	11.800									46.881
		1								3/4	2	2.950	5.900									13.19
		1								3/8	2	39.250	78.500			43.960						43.96
		1								3/8	275	1.980	544.500			304.920						304.92
V-25		1	5.150	0.300	0.800	1.24	5.150	1.500	7.725	3/4	4	6.650	26.600									59.451
		1								3/8	2	5.600	11.200			6.272						6.27
		1								3/8	38	1.880	71.440			40.006						40.01
V-26		1	51.225	0.350	0.800	14.34	51.225	1.550	79.399	3/4	6	56.300	337.800									754.983
		1								3/8	2	55.200	110.400			61.824						61.82
		1								3/8	390	1.980	772.200			432.432						432.43
V-27		1	2.800	0.350	0.600	0.59	2.800	1.150	3.220	1	2	12.450	24.900									98.928
		1								3/4	2	4.500	9.000									20.12
		1								3/8	23	1.580	36.340			20.350						20.35
		1	6.550	0.350	0.800	1.83	6.550	1.550	10.153	3/4	1	3.050	3.050									6.817
		1								1	2	9.650	19.300									76.679
		1								3/8	2	8.57	17.140			9.598						9.60
		1								3/8	44	1.980	87.120			48.787						48.79

METRADO ESTRUCTURAS - EDIFICIO SIN AISLAMIENTO SÍSMICO

METRADO: OBRAS DE CONCRETO ARMADO
 PLANO DE REF.: E-01, E-02, E-03, E-04, E-05, E-06, E-07, E-08, E-09, E-10, E-11, E-12
 REFERENCIA: EDIFICIO PARA AULAS - CONVENCIONAL

FECHA DE PRESENTACIÓN: 25/02/2021

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	CONCRETO $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$				ENCOFRADO			ACERO $f_y=4200\text{Kg/cm}^2$											
			LARGO	ANCHO	ALTURA	PARCIAL	LARGO	ANCHO	PARCIAL	DIAM.	Nº VECES	LONG.	PARCIAL	Equivalencia diámetros (pulg) - densidad lineal (Kg/m) (ASTM A615)							PARCIAL
			(m)	(m)	(m)	(m3)	(m)	(m)	(m2)	(pulg)	(unidad)	(m)	(m)	1/4 0.250	8 mm 0.395	3/8 0.560	1/2 0.994	5/8 1.552	3/4 2.235	1 3.973	(Kg)
V-28		1	3.150	0.350	0.600	0.66	3.150	1.150	3.623	3/4	3	12.500	37.500							83.813	83.81
		1								3/4	2	4.500	9.000							20.115	20.12
		1								3/8	23	1.580	36.340			20.350					20.35
		1	6.950	0.350	0.800	1.95	6.950	1.550	10.773	3/4	3	9.350	28.050							62.692	62.69
		1								5/8	2	3.200	6.400				9.933			9.93	
		1								3/8	2	8.57	17.140						9.598	9.60	
		1								3/8	44	1.980	87.120			48.787				48.79	
V-29		1	8.000	0.350	0.800	2.24	8.000	1.550	12.400	1	4	11.700	46.800							185.936	185.94
		1								1	2	3.250	6.500							25.825	25.82
		1								3/4	1	3.300	3.300							7.376	7.38
		1								3/4	2	2.950	5.900							13.187	13.19
		1								3/8	2	10.510	21.020			11.771				11.77	
		1								3/8	65	1.980	128.700			72.072				72.07	
V-30		1	2.600	0.350	0.800	0.73	2.600	1.550	4.030	1	3	11.700	35.100							139.452	139.45
		1								3/4	3	2.950	8.850							19.780	19.78
		1								1	3	5.600	16.800							66.746	66.75
		1								3/4	2	3.050	6.100							13.634	13.63
		1								3/8	2	10.450	20.900			11.704				11.70	
		1								3/8	26	1.980	51.480			28.829				28.83	
		1	5.050	0.350	1.050	1.86	5.050	2.050	10.353	3/4	4	3.050	12.200							27.267	27.27
		1								3/4	5	2.950	14.750							32.966	32.97
		1								1	3	8.000	24.000							95.352	95.35
		1								3/8	2	6.900	13.800			7.728				7.73	
		1								3/8	38	2.480	94.240			52.774				52.77	
V-31		3	3.150	0.350	0.600	1.98	3.150	1.150	10.868	3/4	3	14.000	126.000							281.610	281.61
		3								3/4	3	4.700	42.300							94.541	94.54
		3								3/8	25	1.580	118.500			66.360				66.36	
		3	8.450	0.350	0.800	7.10	8.450	1.550	39.293	5/8	3	4.100	36.900							57.27	57.27
		3								5/8	2	4.100	24.600					57.269	38.179	38.18	
		3								3/4	3	10.850	97.650							218.248	218.25
		3								3/8	2	9.850	59.100			33.096				33.10	
		3								3/8	57	1.980	338.580			189.605				189.60	
V-32		3	2.800	0.350	0.600	1.76	2.800	1.150	9.660	1	2	13.150	78.900							313.470	313.47
		3								3/4	3	4.750	42.750							95.546	95.55
		3								3/8	23	1.580	109.020			61.051				61.05	
		3	7.350	0.350	1.050	8.10	7.350	2.050	45.203	3/4	2	4.850	29.100							65.039	65.04
		3								3/4	1	3.350	10.050							22.462	22.46
		3								3/4	1	3.550	10.650							23.803	23.80
		3								3/4	2	3.950	23.700							52.970	52.97
		3								3/4	2	3.250	19.500							43.583	43.58
		3								3/4	1	3.450	10.350							23.132	23.13
		3								1	2	10.350	62.100							246.723	246.72
		3								3/8	4	9.300	111.600			62.496				62.50	
		3								3/8	47	2.480	349.680			195.821				195.82	
V-33		1	11.400	0.350	0.800	3.19	11.400	1.550	17.670	3/4	6	14.850	89.100							199.139	199.14
		1								1	2	6.700	13.400							53.238	53.24
		1								3/4	2	3.200	6.400							14.304	14.30
		1								1	2	3.800	7.600							30.195	30.19
		1								3/4	1	3.500	3.500							7.823	7.82
		1								3/8	2	13.75	27.500			15.400				15.40	
		1								3/8	85	1.98	168.300			94.248				94.25	
V-34		1	2.200	0.350	0.800	0.62	2.200	1.550	3.410	1	3	14.000	42.000							166.866	166.87
		1								1	3	5.100	15.300							60.787	60.79
		1								3/8	2	12.900	25.800			14.448				14.45	
		1								3/8	22	1.980	43.560			24.394				24.39	
		1	7.350	0.350	1.050	2.70	7.350	2.050	15.068	3/4	4	3.450	13.800							30.843	30.84
		1								3/4	4	2.950	11.800							26.373	26.37
		1								3/4	3	10.300	30.900							69.062	69.06
		1								3/4	4	9.300	37.200							83.142	83.14
		1								3/8	2	9.300	18.600			10.416				10.42	
		1								3/8	47	2.480	116.560			65.274				65.27	

METRADO ESTRUCTURAS - EDIFICIO SIN AISLAMIENTO SÍSMICO

METRADO: OBRAS DE CONCRETO ARMADO
 PLANO DE REF.: E-01, E-02, E-03, E-04, E-05, E-06, E-07, E-08, E-09, E-10, E-11, E-12
 REFERENCIA: EDIFICIO PARA AULAS - CONVENCIONAL

FECHA DE PRESENTACIÓN: 25/02/2021

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	CONCRETO $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$				ENCOFRADO				ACERO $f_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$															
			LARGO	ANCHO	ALTURA	PARCIAL	LARGO	ANCHO	PARCIAL	DIAM.	Nº VECES	LONG.	PARCIAL	Equivalencia diámetros (pulg) - densidad lineal (Kg/m) (ASTM A615)						PARCIAL						
			(m)	(m)	(m)	(m3)	(m)	(m)	(m2)	(pulg)	(unidad)	(m)	(m)	1/4 0.250	3/8 0.395	1/2 0.560	5/8 0.994	1 1.552	3/4 2.235	1 3.973	(Kg)					
VE-01		3	4.125	0.300	0.400	1.49	4.125	0.700	8.663	5/8	4	5.055	60.660								94.144				94.14	
		3								3/8	35	1.080	113.400													63.50
VE-02		2	8.000	0.300	0.400	1.92	8.000	0.700	11.200	5/8	6	8.330	99.960													155.14
		2								3/8	60	1.080	129.600													72.58
VE-03		4	5.150	0.300	0.400	2.47	5.150	0.700	14.420	5/8	2	6.080	48.640													75.49
		4								3/4	3	6.080	72.960													163.07
		4								3/8	41	1.080	177.120													99.19
VE-04		4	2.000	0.300	0.400	0.96	2.000	0.700	5.600	5/8	4	2.805	44.880													69.65
		4								3/8	19	1.080	82.080													45.96
VIGA A-A (TECHOS)		5	51.270	0.200	0.600	30.76	51.270	1.000	256.350	5/8	4	55.670	1113.400													1728.00
		5								3/8	407	1.260	2564.100													1435.90
VIGA B-B (TECHOS)		5	40.000	0.300	0.200	12.00	40.000	0.300	60.000	1/2	4	42.450	849.000													843.91
		5								1/4	296	0.730	1080.400	270.100												270.10
03.03.00	COLUMNAS					154.42			905.36																	28893.77
C-1 (Z-1)		1	25.600	0.400	1.150	11.78	24.400	1.500	36.600	3/4	20	27.050	541.000													1209.14
		1					20.800	1.500	31.200	3/8	193	6.588	1271.484													712.03
C-1 (Z-6)		1	25.000	0.400	1.150	11.50	23.800	1.500	35.700	3/4	20	26.250	525.000													1173.38
		1					20.200	1.500	30.300	3/8	191	6.588	1258.308													704.65
C-2		10	25.000	0.350	0.800	70.00	23.800	0.900	214.200	3/4	16	26.250	4200.000													9387.000
		10					20.200	1.400	282.800	3/8	181	4.449	8052.690													4509.51
C-3		4	25.000	0.350	1.150	40.25	23.800	1.600	152.320	3/4	20	26.250	2100.000													4693.500
		4					21.400	1.050	89.880	3/8	190	6.208	4718.080													2642.12
C-4		4	4.300	0.300	0.750	3.87	4.100	0.800	13.120	3/4	12	5.350	256.800													573.948
		4					3.700	1.300	19.240	3/8	31	3.448	427.552													239.43
C-5		20	4.300	0.300	0.600	15.48				3/4	8	5.350	856.000													1913.16
		20								3/8	31	2.524	1564.880													876.33
C-6		4	4.300	0.300	0.300	1.55				3/4	4	5.350	85.600													191.32
		4								3/8	31	0.983	121.892													68.26
03.04.00	PLACAS					421.74			2241.48																	53335.49
PL-1		1	1.000	6.770	25.600	173.31	34.900	24.400	851.560	1/2	105	22.225	2333.625													2319.62
		1								3/8	140	14.796	2071.440													1160.01
		1								1	50	14.200	710.000													2820.83
		1								3/4	98	14.200	1391.600													3110.23
		1								1/2	66	14.200	937.200													931.58
		1								3/8	28	14.200	397.600													222.66
		1								3/4	148	8.400	1243.200													2778.55
		1								1/2	66	8.400	554.400													551.07
		1								3/8	28	8.400	235.200													131.71
		1								3/4	50	4.450	222.500													497.29
		1								5/8	98	4.450	436.100													676.83
		1								1/2	66	4.450	293.700													291.94
		1								3/8	28	4.450	124.600													69.78
		1								3/8	152	50.634	7696.368													4309.97
PL-2		2	1.000	0.665	25.000	33.25	4.500	23.800	214.200	3/8	136	4.038	1098.336													615.07
		2								3/4	24	13.400	643.200													1437.55
		2								3/8	12	13.400	321.600													180.10
		2								3/4	16	8.400	268.800													600.77
		2								3/8	14	8.400	235.200													131.71
		2								5/8	16	4.450	142.400													221.005
		2								3/8	14	4.450	124.600													69.78
		2								3/8	150	6.892	2067.600													1157.86
PL-3		1	1.000	2.043	25.000	51.08	9.800	23.800	233.240	1/2	102	8.364	853.128													848.01
		1								3/8	136	2.154	292.944													164.049
		1								1	22	13.400	294.800													1171.24
		1								3/4	28	13.400	375.200													838.57
		1								1/2	18	13.400	241.200													239.75
		1								3/8	8	13.400	107.200													60.03
		1								3/4	50	8.400	420.000													938.70
		1								1/2	18	8.400	151.200													150.293

METRADO ESTRUCTURAS - EDIFICIO SIN AISLAMIENTO SÍSMICO

METRADO: OBRAS DE CONCRETO ARMADO
PLANO DE REF.: E-01, E-02, E-03, E-04, E-05, E-06, E-07, E-08, E-09, E-10, E-11, E-12
REFERENCIA: EDIFICIO PARA AULAS - CONVENCIONAL

FECHA DE PRESENTACIÓN: 25/02/2021

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	CONCRETO Fc=210 Kg/cm2				ENCOFRADO				ACERO fy=4200Kg/cm2													
			LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	PARCIAL (m3)	LARGO (m)	ANCHO (m)	PARCIAL (m2)	DIAM. (pulg)	N° VECES (unidad)	LONG. (m)	PARCIAL (m)	Equivalencia diámetros (pulg) - densidad lineal (Kg/m) (ASTM A615)							PARCIAL (Kg)			
														1/4 0.250	8 mm 0.395	3/8 0.560	1/2 0.994	5/8 1.552	3/4 2.235	1 3.973				
	PISO TÍPICO EJE 2-3_C-D	4	5.150	0.035	12.625	9.10	5.150	7.350	151.410	8 mm	13	22.145	1151.540		454.858									454.86
		4								3/8	13	75.659	3934.268			2203.190								2203.19
		4								1/2	13	1.954	101.608				100.998							101.00
	PISO TÍPICO EJE 2-3_D-L	4	40.000	0.035	18.375	102.90	40.000	7.350	1176.000	3/8	18	13.369	962.568			539.038								539.04
		4								1/2	18	2.004	144.288			143.422								143.42
	PISO TÍPICO EJE 3-4_D-L	4	40.000	0.035	3.125	17.50	40.000	1.250	200.000	8 mm	3	18.990	227.880		90.013									90.01
		4								3/8	3	80.662	967.944			542.049								542.05
		4								1/2	3	3.958	47.496				47.211							47.21
	PISO TÍPICO - ENCOFRADO BORDE DE LOSA	4					145.950	0.200	116.760															
	AZOTEA EJE 1-2_A-L	1	51.280	0.035	8.500	15.26	51.275	3.400	174.335	8 mm	9	6.169	55.521		21.931									21.93
		1								3/8	9	83.926	755.334			422.987								422.99
	AZOTEA EJE 2-3_A-B (Escalera)	1	4.125	0.035	18.000	2.60	4.125	7.100	29.288	3/8	18	4.975	89.550			50.148								50.15
		1								3/8	18	4.975	89.550			50.148								50.15
	AZOTEA EJE 2-3_B-C	1	2.050	0.035	18.375	1.32	2.050	7.350	15.068	3/8	6	5.646	33.876			18.971								18.97
		1								3/8	13	6.260	81.380			45.573								45.57
	AZOTEA EJE 2-3_C-D	1	5.150	0.035	12.625	2.28	5.150	7.350	37.853	8 mm	13	3.343	43.459		17.166									17.17
		1								3/8	13	5.500	71.500			40.040								40.04
	AZOTEA EJE 2-3_D-L	1	40.000	0.035	18.375	25.73	40.000	7.350	294.000	8 mm	18	3.501	63.018		24.892									24.89
		1								3/8	18	64.407	1159.326			649.223								649.22
	AZOTEA EJE 3-4_D-L	1	40.000	0.035	3.125	4.38	40.000	1.250	50.000	8 mm	3	6.748	20.244		7.996									8.00
		1								3/8	3	64.290	192.870			108.007								108.01
03.05.012	LOSAS MACIZAS					13.63			97.49															916.46
	LOSA MACIZA 1-1'_C-D	5	1.150	2.480	0.200	2.85	1.150	2.480	14.260	3/8	20	1.865	186.500			104.440								104.44
		5								3/8	9	3.100	139.500			78.120								78.12
	LOSA MACIZA 1-1'_K-L	5	1.150	2.530	0.200	2.91	1.150	2.530	14.548	3/8	20	1.865	186.500			104.440								104.44
		5								3/8	9	3.200	144.000			80.640								80.64
	LOSAS MACIZAS 2-3_A-B	1	4.075	1.750	0.200	1.43	4.075	1.750	7.131	3/8	21	8.200	172.200			96.432								96.43
		1								3/8	28	2.705	75.740			42.414								42.41
	LOSAS MACIZAS 2-3_C-D (Cuarto de máquinas ascensor)	2	2.075	5.600	0.200	2.32	2.075	5.600	11.620															
		2	5.150	2.000	0.200	4.12	5.150	2.000	20.600	3/8	26	2.785	144.820			81.099								81.10
		2								1/2	26	2.785	144.820				143.951							143.95
		2								3/8	10	5.950	119.000			66.640								66.64
		2								1/2	10	5.950	119.000				118.286							118.29
03.06.00	AZOTEA - ENCOFRADO BORDE DE LOSA	1					146.640	0.200	29.328															
	MUROS					175.79			616.77															8180.39
	PANTALLA	133.18	1.000	0.300	4.400	175.79				3/8	34	1.637	7412.340			4150.910								4150.91
		1					4.200	146.850	616.770	3/8	1066	5.700	6076.200			3402.672								3402.67
		1								3/8	533	2.100	1119.300			626.808								626.81
03.07.00	ESCALERA					43.43			278.31															3992.66
	SOTANO-PISO 1 TRAMO 1	1	1.000	1.787	2.038	3.64	6.447	2.038	13.136	1/2	10	8.995	89.950											89.41
		1					0.963	2.038	1.961	1/2	10	4.975	49.750											49.45
		1					1.788	2.038	3.642	1/2	10	3.055	30.550											30.37
		1							1.787	1/2	10	3.025	30.250											30.07
		1								3/8	44	2.038	89.650			50.204								50.20
		1								3/8	11	4.947	54.417			30.474								30.47
		1								3/8	12	4.647	55.764			31.228								31.23
	SOTANO-PISO 1 TRAMO 2	1	1.000	1.769	2.038	3.60	1.950	2.038	3.973	1/2	20	3.000	60.000											59.64
		1					5.845	2.038	11.909	3/8	10	7.130	71.300			39.928								39.93
		1							3.538	3/8	10	6.900	69.000			38.640								38.64
		1								3/8	10	2.765	27.650			15.484								15.48
		1								3/8	38	2.038	77.425			43.358								43.36
		1								3/8	10	4.947	49.470			27.703								27.70
		1								1/2	16	4.647	74.352			73.906								73.91
	PISO 1-PISO 2 TRAMO 1	1	1.000	1.759	2.038	3.58	1.950	2.038	3.973	3/8	10	2.770	27.700			15.512								15.51
		1					7.880	2.038	16.056	1/2	20	6.890	137.800			136.973								136.97
		1							3.518	3/8	10	7.140	71.400			39.984								39.98
		1								1/2	20	3.000	60.000			59.640								59.64
		1								3/8	39	2.038	79.463			44.499								44.50

METRADO ESTRUCTURAS - EDIFICIO SIN AISLAMIENTO SÍSMICO

METRADO: OBRAS DE CONCRETO ARMADO
PLANO DE REF.: E-01, E-02, E-03, E-04, E-05, E-06, E-07, E-08, E-09, E-10, E-11, E-12
REFERENCIA: EDIFICIO PARA AULAS - CONVENCIONAL

FECHA DE PRESENTACIÓN: 25/02/2021

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	CONCRETO $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$				ENCOFRADO			ACERO $f_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$												
			LARGO	ANCHO	ALTURA	PARCIAL	LARGO	ANCHO	PARCIAL	DIAM.	N° VECES	LONG.	PARCIAL	Equivalencia diámetros (pulg) - densidad lineal (Kg/m) (ASTM A615)							PARCIAL	
			(m)	(m)	(m)	(m3)	(m)	(m)	(m2)					1/4	8 mm	3/8	1/2	5/8	3/4	1		(Kg)
									(pulg)	(unidad)	(m)	(m)	0.250	0.395	0.560	0.994	1.552	2.235	3.973	(Kg)		
		1							3/8	11	4.947	54.417			30.474						30.47	
		1							3/8	10	4.647	46.470			26.023						26.02	
	PISO 1-PISO 2 TRAMO 2	1	1.000	1.759	2.038	3.58	1.950	2.038	3.973	3/8	10	3.000	30.000		16.800						16.80	
		1					7.844	2.038	15.982	1/2	20	7.130	142.600			141.744					141.74	
		1							3.518	3/8	10	7.140	71.400		39.984						39.98	
		1								3/8	10	6.900	69.000		38.640						38.64	
		1								3/8	20	2.763	55.250		30.940						30.94	
		1								3/8	38	2.038	77.425		43.358						43.36	
		1								3/8	2	2.038	4.075		2.282						2.28	
		1								1/2	2	2.038	4.075			4.051					4.05	
		1								3/8	8	4.947	39.576		22.163						22.16	
		1								1/2	14	4.647	65.058			64.668					64.67	
	PISO TÍPICO TRAMO 1	4	1.000	1.780	2.038	14.51	2.113	2.038	17.217	1/2	20	6.930	554.400			551.074					551.07	
		4					7.879	2.038	64.214	3/8	10	2.470	98.800		55.328						55.33	
		4							14.240	3/8	10	7.478	299.120		167.507						167.51	
		4								1/2	20	3.000	240.000			238.560					238.56	
		4								3/8	42	2.038	342.300		191.688						191.69	
		4								3/8	11	4.947	217.668		121.894						121.89	
		4								3/8	10	4.647	185.880		104.093						104.09	
	PISO TÍPICO TRAMO 2	4	1.000	1.780	2.038	14.51	2.113	2.038	17.217	3/8	10	7.470	298.800		167.328						167.33	
		4					7.879	2.038	64.214	1/2	20	3.000	240.000			238.560					238.56	
		4							14.240	3/8	10	6.940	277.600		155.456						155.46	
		4								3/8	20	2.465	197.200		110.432						110.43	
		4								3/8	45	2.038	366.750		205.380						205.38	
		4								3/8	7	4.947	138.516		77.569						77.57	
		4								1/2	13	4.647	241.644			240.194					240.19	
TOTAL							1848.19						10846.02		270.10	775.37	62566.01	8354.71	6349.29	54906.93	33479.08	171610.63



METRADO ESTRUCTURAS - EDIFICIO CON AISLAMIENTO SÍSMICO

METRADO: MOVIMIENTO DE TIERRAS Y OBRAS DE CONCRETO SIMPLE **FECHA DE PRESENTACIÓN:** 25/02/2021
PLANO DE REF.: E-02
REFERENCIA: EDIFICIO PARA AULAS - AISLADO

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNID.	CANT.	DIMENSIONES				PARCIAL
				LARGO (m)	ANCHO (m)	ÁREA (m2)	ALTURA (m)	
01.00.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS							
01.01.00	Excavación	m3						7622.68
01.01.01	Excavación Masiva	m3	1			1266.40	5.80	7345.12
01.01.02	Excavación localizada	m3						277.56
	Z-1	m3	1	2.20	2.50	5.50	1.05	5.78
	Z-2	m3	1	4.60	2.40	11.04	1.15	12.70
	Z-3	m3	1	2.80	2.80	7.84	1.15	9.02
	Z-4	m3	3	2.30	2.70	6.21	1.05	19.56
	Z-5	m3	4	2.40	2.80	6.72	1.15	30.91
	Z-6	m3	2	2.00	2.40	4.80	1.05	10.08
	Z-7	m3	4	1.20	1.40	1.68	1.05	7.06
	Z-8	m3	1	2.20	2.50	5.50	1.05	5.78
	Z-9	m3	1	4.50	2.50	11.25	1.15	12.94
	Z-10	m3	4	2.50	3.00	7.50	1.15	34.50
	Z-11	m3	1	2.20	3.10	6.82	1.05	7.16
	Z-12	m3	3	2.20	2.70	5.94	1.15	20.49
	Cimiento Corrido	m3	152.78	1.00	0.70	0.70	0.95	101.60
01.02.00	Relleno con material seleccionado	m3						66.23
	Z-1	m3	1	2.20	2.50	5.18	0.30	1.55
	Z-2	m3	1	4.60	2.40	10.40	0.30	3.12
	Z-3	m3	1	2.80	2.80	7.52	0.30	2.26
	Z-4	m3	3	2.30	2.70	5.89	0.30	5.30
	Z-5	m3	4	2.40	2.80	6.40	0.30	7.68
	Z-6	m3	2	2.00	2.40	4.48	0.30	2.69
	Z-7	m3	4	1.20	1.40	1.46	0.30	1.75
	Z-9	m3	1	4.50	2.50	10.61	0.30	3.18
	Z-10	m3	4	2.50	3.00	7.18	0.30	8.62
	Z-11	m3	1	2.20	3.10	6.50	0.30	1.95
	Z-12	m3	3	2.20	2.70	5.62	0.40	6.74
	Cimiento Corrido	m3	153	1.00	0.70	0.35	0.40	21.39
01.03.00	Eliminación de material excedente	m3						9528.35
	Factor de esponjamiento	25%						
01.04.00	Nivelación y apisonado	m2						1257.20
02.00.00	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE							
02.01.00	Solado (Concreto f'c = 100 Kg /cm2)	m2						264.55

METRADO ESTRUCTURAS - EDIFICIO CON AISLAMIENTO SÍSMICO

METRADO: OBRAS DE CONCRETO ARMADO
PLANO DE REF.: E-01, E-02, E-03, E-04, E-05, E-06, E-07, E-08, E-09, E-10, E-11, E-12, E-13, E-14
REFERENCIA: EDIFICIO PARA AULAS - AISLADO

FECHA DE PRESENTACIÓN: 25/02/2021

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	CONCRETO Fc=210 Kg/cm2				ENCOFRADO			ACERO fy=4200Kg/cm2															
			LARGO	ANCHO	ALTURA	PARCIAL	LARGO	ANCHO	PARCIAL	DIAM.	Nº VECES	LONG.	PARCIAL	Equivalencia diámetros (pulg) - densidad lineal (Kg/m) (ASTM A615)						PARCIAL					
			(m)	(m)	(m)	(m3)	(m)	(m)	(m2)					1/4	8 mm	3/8	1/2	5/8	3/4		1	(Kg)			
									(pulg)	(unidad)	(m)	(m)	0.250	0.395	0.560	0.994	1.552	2.235	3.973						
03.00.00	OBRAS DE CONCRETO ARMADO																								
03.01.00	ZAPATAS					158.57																			4501.33
	Z-1	1	2.200	2.500	0.600	3.30	9.400	0.600	5.640	5/8	17	2.40	40.80												63.32
		1								5/8	19	2.10	39.90												61.92
	Z-2	1	4.600	2.450	0.700	7.89	14.100	0.700	9.870	3/4	23	2.35	54.05												120.80
		1								5/8	12	2.35	28.20												43.77
		1								3/4	12	4.50	54.00												120.69
		1								5/8	12	4.50	54.00												83.81
	Z-3	1	2.800	2.800	0.700	5.49	11.300	0.800	9.040	3/4	28	2.75	77.00												172.10
		1								5/8	9	2.75	24.75												38.41
		1								3/4	29	2.70	78.30												175.00
		1								5/8	10	2.70	27.00												41.90
	Z-4	3	2.300	2.700	0.600	11.18	10.000	0.600	18.000	3/4	12	2.60	93.60												209.20
		3								3/4	14	2.20	92.40												206.51
	Z-5	4	2.400	2.800	0.700	18.82	10.400	0.700	29.120	3/4	12	2.70	129.60												289.66
		4								3/4	14	2.30	128.80												287.87
	Z-6	2	2.000	2.400	0.600	5.76	8.800	0.600	10.560	5/8	11	2.30	50.60												78.53
		2								5/8	14	1.90	53.20												82.57
	Z-7	4	1.200	1.400	0.600	4.03	5.200	0.600	12.480	5/8	8	1.30	41.60												64.56
		4								5/8	9	1.10	39.60												61.46
	Z-8	1	2.200	2.500	0.600	3.30	9.400	0.600	88.360	5/8	22	2.40	52.80												81.95
		1								5/8	19	2.10	39.90												61.92
	Z-9	1	4.500	2.500	0.700	7.88	14.000	0.700	9.800	3/4	23	2.40	55.20												123.37
		1								5/8	11	2.40	26.40												40.97
		1								3/4	13	4.40	57.20												127.84
		1								5/8	13	4.40	57.20												88.77
	Z-10	4	2.500	3.000	0.700	21.00	11.000	0.700	30.800	3/4	14	2.90	162.40												362.96
		4								3/4	15	2.40	144.00												321.84
	Z-11	1	2.200	3.100	0.600	4.09	10.600	0.600	6.360	5/8	22	3.00	66.00												102.43
		1								5/8	31	2.10	65.10												101.04
	Z-12	3	2.200	2.700	0.600	10.69	9.800	0.600	17.640	5/8	22	2.60	171.60												266.32
		3								5/8	27	2.10	170.10												264.00
	Cimiento Corrido_4-4	1	3.050	0.600	0.500	0.92	6.200	0.500	3.100	3/8	4	3.05	12.20												6.83
	Cimiento Corrido_5-5	1	3.025	0.500	0.500	0.76	7.150	0.500	3.575	3/8	4	3.03	12.10												6.78
	Cimiento Corrido - Muros	152.78	1.000	0.700	0.500	53.47	1.000	0.500	76.390	3/8	4	1	611.120												342.23
03.02.00	VIGAS					553.64																			71709.21
03.02.01	VIGAS SISTEMA DE AISLAMIENTO					76.22																			7281.97
	VA-1	2	60.250	0.400	0.600	28.92	60.250	1.600	192.800	5/8	6	74.350	892.200												1384.69
		2								3/4	4	3.200	25.600												57.22
		2								5/8	2	2.150	8.600												13.35
		2								3/4	9	3.400	61.200												136.78
		2								5/8	11	3.400	74.800												116.09
		2								3/4	2	3.700	14.800												33.08
		2								5/8	2	3.700	14.800												22.97
	VA-2	2	5.500	0.400	0.600	1.32	5.500	1.600	8.800	3/8	435	1.680	1461.600												818.50
		1								5/8	6	9.000	54.000												83.81
		1								3/4	8	3.550	28.400												63.47
	VA-3	1	5.600	0.400	0.600	1.34	5.600	1.600	8.960	5/8	6	9.100	54.600												84.74
		1								3/4	8	3.550	28.400												63.47
		1								3/8	44	1.680	73.920												41.40
	VA-4	2	9.800	0.400	0.600	4.70	9.800	1.600	31.360	5/8	6	13.700	164.400												255.15
		2								5/8	4	3.950	31.600												49.04
		2								3/8	76	1.680	255.360												143.00
	VA-5	2	3.950	0.400	0.600	1.90	3.950	1.600	12.640	5/8	6	7.500	90.000												139.68
		2								3/4	2	3.650	14.600												32.63
		2								3/8	35	1.680	117.600												65.86

METRADO ESTRUCTURAS - EDIFICIO CON AISLAMIENTO SÍSMICO

METRADO: OBRAS DE CONCRETO ARMADO
PLANO DE REF.: E-01, E-02, E-03, E-04, E-05, E-06, E-07, E-08, E-09, E-10, E-11, E-12, E-13, E-14
REFERENCIA: EDIFICIO PARA AULAS - AISLADO

FECHA DE PRESENTACIÓN: 25/02/2021

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	CONCRETO $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$				ENCOFRADO			ACERO $f_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$											
			LARGO	ANCHO	ALTURA	PARCIAL	LARGO	ANCHO	PARCIAL	DIAM.	N° VECES	LONG.	PARCIAL	Equivalencia diámetros (pulg) - densidad lineal (Kg/m) (ASTM A615)							PARCIAL
			(m)	(m)	(m)	(m3)	(m)	(m)	(m2)					1/4	8 mm	3/8	1/2	5/8	3/4	1	
(m)	(m)	(m)	(m3)	(m)	(m)	(m2)	(pulg)	(unidad)	(m)	(m)	0.250	0.395	0.560	0.994	1.552	2.235	3.973	(Kg)			
V-10		1	6.000	0.300	0.600	1.08	6.000	1.100	6.600	5/8	4	8.050	32.200						49.974	49.97	
		1								5/8	1	2.350	2.350					3.647	3.65		
		1								3/8	38	1.480	56.240			31.494				31.49	
V-11		1	6.550	0.450	0.600	1.77	6.550	1.250	8.188	1	6	9.75	58.500							232.421	232.42
		1								1	2	3.600	7.200							28.606	28.61
		1								1	4	3.000	12.000							47.676	47.68
		1								3/4	4	3.600	14.400				32.184			32.18	
		1								3/8	44	2.910	128.040			71.702				71.70	
V-12		1	6.550	0.450	0.900	2.65	6.550	1.850	12.118	1	8	10.05	80.400							319.429	319.43
		1								1	4	4.150	16.600							65.952	65.95
		1								1	4	3.550	14.200							56.417	56.42
		1								3/4	4	4.150	16.600					37.101		37.10	
		1								3/4	4	3.550	14.200					31.737		31.74	
		1								1/2	4	8.500	34.000							33.80	
		1								3/8	44	4.180	183.920			102.995		33.796		103.00	
V-13		2	3.450	0.450	0.450	1.40	6.550	0.950	12.445	1	4	14.550	116.400							462.457	462.46
		2								3/4	2	6.200	24.800							55.428	55.43
		2								1	2	6.200	24.800							98.530	98.53
		2								3/4	2	8.650	34.600							77.331	77.33
		2								3/8	30	2.460	147.600			82.656				82.66	
		2	6.550	0.450	0.900	5.31	6.550	1.850	24.235	1	4	10.000	80.000							317.840	317.84
		2								3/4	4	4.15	33.200							74.202	74.20
		2								1	4	3.55	28.400							112.833	112.83
		2								3/4	2	4.15	16.600							37.101	37.10
		2								3/4	3	3.55	21.300							47.606	47.61
		2								1/2	4	8.5	68.000					67.592		67.59	
		2								3/8	44	4.22	371.360			207.962				207.96	
V-14		4	6.550	0.450	0.900	10.61	6.550	1.850	48.470	1	9	10.050	361.800							1437.431	1437.43
		4								1	5	4.150	83.000							329.759	329.76
		4								1	8	3.550	113.600							451.333	451.33
		4								1	2	4.000	32.000							127.136	127.14
		4								1/2	4	8.500	136.000							135.184	135.18
		4								3/8	44	4.220	742.720			415.923				415.92	
V-15		2	6.550	0.450	0.900	5.31	6.550	1.850	24.235	1	8	10.050	160.800							638.858	638.86
		2								1	6	4.150	49.800							197.855	197.86
		2								1	8	3.550	56.800							225.666	225.67
		2								1/2	4	8.500	68.000							67.592	67.59
		2								3/8	44	4.220	371.360			207.962				207.96	
V-16		1	3.450	0.450	0.450	0.70	3.450	0.950	3.278	1	4	14.550	58.200							231.229	231.23
		1								3/4	2	8.050	16.100							35.984	35.98
		1								1	4	6.200	24.800							98.530	98.53
		1								3/8	30	2.420	72.600			40.656				40.66	
		1	6.550	0.450	0.900	2.65	6.550	1.850	12.118	1	6	3.550	21.300							84.625	84.62
		1								3/4	2	3.550	7.100							15.869	15.87
		1								3/4	3	4.150	12.450							27.826	27.83
		1								3/8	44	4.220	185.680			103.981				103.98	
V-17		1	3.450	0.450	0.450	0.70	3.450	0.950	3.278	1	2	14.400	28.800							114.422	114.42
		1								3/4	2	14.400	28.800							64.368	64.37
		1								1	2	8.650	17.300							68.733	68.73
		1								1	2	6.150	12.300							48.868	48.87
		1								3/4	2	6.150	12.300							27.491	27.49
		1								3/8	30	2.420	72.600			40.656				40.66	
		1	6.550	0.450	0.600	1.77	6.550	1.250	8.188	1	3	3.400	10.200							40.525	40.52
		1								1	2	4.000	8.000							31.784	31.78
		1								3/4	1	4.000	4.000							8.940	8.94
		1								3/4	4	3.400	13.600							30.396	30.40
		1								3/8	44	3.020	132.880			74.413				74.41	
V-18		1	13.600	0.300	0.600	2.45	13.600	0.300	4.080	5/8	4	16.400	65.600							101.811	101.81
		1								5/8	2	2.650	5.300							8.226	8.23
		1								5/8	1	3.350	3.350							5.199	5.20
		1								3/8	89	1.480	131.720			73.763				73.76	

METRADO ESTRUCTURAS - EDIFICIO CON AISLAMIENTO SÍSMICO

METRADO: OBRAS DE CONCRETO ARMADO
PLANO DE REF.: E-01, E-02, E-03, E-04, E-05, E-06, E-07, E-08, E-09, E-10, E-11, E-12, E-13, E-14
REFERENCIA: EDIFICIO PARA AULAS - AISLADO

FECHA DE PRESENTACIÓN: 25/02/2021

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	CONCRETO $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$				ENCOFRADO			ACERO $f_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$										
			LARGO	ANCHO	ALTURA	PARCIAL	LARGO	ANCHO	PARCIAL	DIAM.	N° VECES	LONG.	PARCIAL	Equivalencia diámetros (pulg) - densidad lineal (Kg/m) (ASTM A615)						PARCIAL
			(m)	(m)	(m)	(m3)	(m)	(m)	(m2)					1/4	8 mm	3/8	1/2	5/8	3/4	
(m)	(m)	(m)	(m3)	(m)	(m)	(m2)	(pulg)	(unidad)	(m)	(m)	0.250	0.395	0.560	0.994	1.552	2.235	3.973	(Kg)		
V-28		6	11.600	0.350	0.600	14.62	11.600	1.150	80.040	1	6	14.000	504.000						2002.392	2002.39
		6								1	2	4.100	49.200						195.472	195.47
		6								3/4	2	4.100	49.200						109.962	109.96
		6								3/8	79	1.580	748.920		419.395					419.40
V-29		6	3.150	0.350	0.600	3.97	3.150	1.150	21.735	1	3	14.000	252.000						1001.196	1001.20
		6								1	3	4.250	76.500						303.935	303.93
		6								1	3	4.500	81.000						321.813	321.81
		6								3/8	22	1.580	208.560		116.794					116.79
		6	8.450	0.350	0.800	14.20	8.450	1.550	78.585	3/4	4	10.850	260.400						581.994	581.99
		6								3/4	2	2.800	33.600						75.096	75.10
		6								3/4	2	3.400	40.800						91.188	91.19
		6								3/4	2	4.500	54.000						120.690	120.69
		6								3/8	2	9.800	117.600						65.856	65.86
		6								3/8	57	1.980	677.160						379.210	379.21
V-30		2	3.850	0.350	0.450	1.21	3.850	0.850	6.545	1	3	15.500	93.000						369.489	369.49
		2								3/4	5	5.800	58.000						129.630	129.63
		2								3/4	3	2.500	15.000						33.525	33.53
		2								3/8	32	1.280	81.920		45.875					45.88
		2	8.450	0.350	0.800	4.73	8.450	1.550	26.195	3/4	4	10.850	86.800						193.998	194.00
		2								1	1	4.300	8.600							34.168
		2								3/4	2	3.400	13.600						30.396	30.40
		2								1	2	2.800	11.200							44.498
		2								3/4	2	4.500	18.000						40.230	40.23
		2								3/4	2	3.450	13.800						30.843	30.84
		2								3/8	2	9.700	38.800							21.728
		2								3/8	55	1.980	217.800						121.968	121.97
V-31		2	3.150	0.350	0.450	0.99	3.150	1.150	7.245	1	3	15.500	93.000						369.489	369.49
		2								3/4	5	5.800	58.000						129.630	129.63
		2								3/4	3	2.550	15.300						34.196	34.20
		2								3/8	32	1.280	81.920		45.875					45.88
		2	8.450	0.350	0.800	4.73	8.450	1.550	26.195	3/4	4	10.850	86.800						193.998	194.00
		2								3/4	1	3.900	7.800							17.433
		2								3/4	1	4.100	8.200							18.327
		2								3/8	56	1.580	176.960							99.098
V-20		2	9.200	0.350	0.600	3.86	9.200	1.150	21.160	3/4	3	56.3	337.800						754.983	754.98
		2								3/4	3	5.500	33.000							73.755
		2								3/4	3	6.350	38.100							85.154
		2								3/8	72	1.580	227.520		127.411					127.41
		2	41.500	0.350	0.850	24.69	41.500	1.650	136.950	3/4	3	46.400	278.400						622.224	622.22
		2								5/8	3	3.200	19.200				29.798			29.80
		2								3/8	2	45.250	181.000						101.360	101.36
		2								3/8	317	2.080	1318.720						738.483	738.48
V-21		4	5.150	0.300	0.600	3.71	5.150	1.100	22.660	5/8	5	6.650	133.000						206.416	206.42
		4								3/8	35	1.48	207.200						116.032	116.03
V-22		2	9.200	0.350	0.600	3.86	9.200	1.150	21.160	3/4	3	56.3	337.800						754.983	754.98
		2								3/4	3	5.500	33.000							73.755
		2								3/4	3	6.350	38.100							85.154
		2								3/8	72	1.580	227.520		127.411					127.41
		2	41.500	0.350	0.850	24.69	41.500	1.650	136.950	3/4	3	46.400	278.400						622.224	622.22
		2								5/8	4	3.200	25.600							39.731
		2								3/4	1	3.200	6.400							14.304
		2								5/8	1	2.250	4.500							6.984
		2								3/8	2	45.250	181.000						101.360	101.36
		2								3/8	317	2.080	1318.720						738.483	738.48
V-23		2	5.100	0.350	0.600	2.14	5.100	1.150	11.730	3/4	5	6.710	67.100						149.969	149.97
		2								3/8	38	1.580	120.080							67.245

METRADO ESTRUCTURAS - EDIFICIO CON AISLAMIENTO SÍSMICO

METRADO: OBRAS DE CONCRETO ARMADO
PLANO DE REF.: E-01, E-02, E-03, E-04, E-05, E-06, E-07, E-08, E-09, E-10, E-11, E-12, E-13, E-14
REFERENCIA: EDIFICIO PARA AULAS - AISLADO

FECHA DE PRESENTACIÓN: 25/02/2021

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	CONCRETO $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$				ENCOFRADO			ACERO $f_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$											
			LARGO	ANCHO	ALTURA	PARCIAL	LARGO	ANCHO	PARCIAL	DIAM.	N° VECES	LONG.	PARCIAL	Ecuivalencia diámetros (pulg) - densidad lineal (Kg/m) (ASTM A615)							PARCIAL
			(m)	(m)	(m)	(m3)	(m)	(m)	(m2)					1/4	8 mm	3/8	1/2	5/8	3/4	1	
(m)	(m)	(m)	(m3)	(m)	(m)	(m2)	(pulg)	(unidad)	(m)	(m)	0.250	0.395	0.560	0.994	1.552	2.235	3.973	(Kg)			
V-24		2	5.200	0.350	0.600	2.18	5.200	1.150	11.960	3/4	5	6.100	61.000						136.335	136.34	
		2								3/8	38	1.580	120.080							67.24	
V-25		4	10.100	0.350	0.600	8.48	10.100	1.150	46.460	3/4	5	12.500	250.000						558.750	558.75	
		4								3/4	1	4.200	16.800						37.548	37.55	
		4								5/8	2	2.300	18.400							28.56	
		4								5/8	1	2.900	11.600						18.003	18.00	
		4								5/8	1	3.400	13.600						21.107	21.11	
		4								3/4	1	3.400	13.600							30.40	
		4								3/8	67	1.580	423.440						30.396	30.40	
V-26		2	3.850	0.350	0.450	1.21	3.850	0.850	6.545	3/4	4	14.000	112.000						250.320	250.32	
		2								3/4	4	5.800	46.400						103.704	103.70	
		2								3/4	3	2.500	15.000						33.525	33.53	
		2								3/8	32	1.280	81.920						45.875	45.88	
		2	6.950	0.350	0.800	3.89	6.950	1.550	21.545	3/4	3	9.350	56.100						125.384	125.38	
		2								1	1	4.300	8.600							34.168	
		2								3/4	2	2.800	11.200						25.032	25.03	
		2								3/4	1	3.400	6.800						15.198	15.20	
		2								3/4	1	3.400	6.800						15.198	15.20	
		2								3/8	2	8.250	33.000						18.480	18.48	
		2								3/8	53	1.980	209.880						117.533	117.53	
V-27		2	3.850	0.350	0.450	1.21	3.850	0.850	6.545	1	3	15.500	93.000							369.489	
		2								3/4	5	5.800	58.000						129.630	129.63	
		2								3/4	3	2.500	15.000						33.525	33.53	
		2								1	1	4.3	8.600							34.168	
		2								3/8	32	1.280	81.920						45.875	45.88	
		2	8.450	0.350	0.800	4.73	8.450	1.550	26.195	3/4	4	10.850	86.800						193.998	194.00	
		2								1	2	2.800	11.200							44.498	
		2								3/4	2	3.400	13.600						30.396	30.40	
		2								3/4	2	4.500	18.000						40.230	40.23	
		2								3/4	1	3.900	7.800						17.433	17.43	
		2								3/8	2	9.700	38.800						21.728	21.73	
		2								3/8	67	1.980	265.320						148.579	148.58	
V-28		6	11.600	0.350	0.600	14.62	11.600	1.150	80.040	1	5	14.000	420.000							1668.660	
		6								1	2	4.100	49.200							195.472	
		6								3/4	1	4.100	24.600						54.981	54.98	
		6								3/8	79	1.580	748.920						419.395	419.40	
V-29		6	3.150	0.350	0.600	3.97	3.150	1.150	21.735	1	3	14.000	252.000							1001.196	
		6								1	3	4.250	76.500							303.935	
		6								1	2	4.100	49.200							195.472	
		6								3/8	22	1.580	208.560						116.794	116.79	
		6	8.450	0.350	0.800	14.20	8.450	1.550	78.585	3/4	4	10.850	260.400						581.994	581.99	
		6								3/4	1	3.000	18.000						40.230	40.23	
		6								3/4	1	4.100	24.600						54.981	54.98	
		6								3/8	2	9.800	117.600						65.856	65.86	
		6								3/8	57	1.980	677.160						379.210	379.21	
V-30		2	3.850	0.350	0.450	1.21	3.850	0.850	6.545	1	3	15.500	93.000							369.489	
		2								3/4	5	5.800	58.000						129.630	129.63	
		2								3/4	3	2.500	15.000						33.525	33.53	
		2								3/8	32	1.280	81.920						45.875	45.88	
		2	8.450	0.350	0.800	4.73	8.450	1.550	26.195	3/4	4	10.850	86.800						193.998	194.00	
		2								1	1	4.300	8.600							34.168	
		2								3/4	2	2.800	11.200						25.032	25.03	
		2								3/4	1	3.400	6.800						15.198	15.20	
		2								3/4	2	4.500	18.000						40.230	40.23	
		2								3/4	1	3.900	7.800						17.433	17.43	
		2								3/8	2	9.700	38.800						21.728	21.73	
		2								3/8	55	1.980	217.800						121.968	121.97	

METRADO ESTRUCTURAS - EDIFICIO CON AISLAMIENTO SÍSMICO

METRADO: OBRAS DE CONCRETO ARMADO
PLANO DE REF.: E-01, E-02, E-03, E-04, E-05, E-06, E-07, E-08, E-09, E-10, E-11, E-12, E-13, E-14
REFERENCIA: EDIFICIO PARA AULAS - AISLADO

FECHA DE PRESENTACIÓN: 25/02/2021

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	CONCRETO $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$				ENCOFRADO				ACERO $f_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$											
			LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	PARCIAL (m3)	LARGO (m)	ANCHO (m)	PARCIAL (m2)	DIAM. (pulg)	N° VECES (unidad)	LONG. (m)	PARCIAL (m)	Equivalencia diámetros (pulg) - densidad lineal (Kg/m) (ASTM A615)						PARCIAL (Kg)		
														1/4 0.250	8 mm 0.395	3/8 0.560	1/2 0.994	5/8 1.552	3/4 2.235		1 3.973	
V-41		1	3.150	0.350	0.600	0.66	3.150	1.150	3.623	3/4	3	14.000	42.000							93.870	93.87	
		1								3/4	3	4.250	12.750							28.496	28.50	
		1								1	2	4.100	8.200								32.579	32.58
		1								3/8	22	1.580	34.760	19.466								19.47
		1	8.450	0.350	0.800	2.37	8.450	1.550	13.098	3/4	3	10.850	32.550								72.749	72.75
		1								3/4	1	3.400	3.400								7.599	7.60
		1								3/8	2	9.800	19.600								10.976	10.98
		1								3/8	57	1.980	112.860								63.202	63.20
V-42		1	3.850	0.350	0.450	0.61	3.850	0.850	3.273	1	3	15.500	46.500								184.745	184.74
		1								3/4	4	5.800	23.200								51.852	51.85
		1								3/4	2	2.500	5.000								11.175	11.18
		1								3/8	32	1.280	40.960	22.938								22.94
		1	8.450	0.350	0.800	2.37	8.450	1.550	13.098	3/4	4	10.850	43.400								96.999	97.00
		1								3/4	2	3.900	7.800								17.433	17.43
		1								3/4	1	4.100	4.100								9.164	9.16
		1								3/8	2	9.700	19.400								10.864	10.86
		1								3/8	55	1.980	108.900								60.984	60.98
V-43		1	3.150	0.350	0.450	0.50	3.150	1.150	3.623	1	3	15.500	46.500								184.745	184.74
		1								3/4	4	5.800	23.200								51.852	51.85
		1								3/4	2	2.500	5.000								11.175	11.18
		1								3/8	32	1.280	40.960	22.938								22.94
		1	8.450	0.350	0.800	2.37	8.450	1.550	13.098	3/4	4	10.850	43.400								96.999	97.00
		1								3/4	1	3.900	3.900								8.717	8.72
		1								3/4	1	4.100	4.100								9.164	9.16
		1								3/8	56	1.580	88.480								49.549	49.55
VIGA A-A (TECHOS)		5	51.270	0.200	0.600	30.76	51.270	1.000	256.350	5/8	4	55.670	1113.400								1727.997	1728.00
		5								3/8	407	1.260	2564.100								1435.896	1435.90
VIGA B-B (TECHOS)		5	40.000	0.300	0.200	12.00	40.000	0.300	60.000	1/2	4	42.450	849.000								843.906	843.91
		5								1/4	296	0.730	1080.400	270.100								270.10
VIGA A-A (SOTANO)		2	1.800	0.300	0.200	0.22	1.800	0.300	1.080	1/2	4	1.800	14.400								14.314	14.31
		2								1/4	17	0.780	26.520	6.630								6.63
VIGA B-B - 3-4 (SOTANO)		8	2.750	0.300	0.500	3.30	2.750	0.900	19.800	5/8	4	3.350	107.200								166.374	166.37
		8								3/8	19	1.250	190.000								106.400	106.40
VIGA B-B - 1-2 (SOTANO)		8	3.200	0.300	0.500	3.84	3.200	0.900	23.040	5/8	4	3.350	107.200								166.374	166.37
		8								3/8	24	1.250	240.000								134.400	134.40
VIGA PERIMETRAL DE MURO		1	166.080	0.200	0.600	19.93	164.880	0.800	131.904	3/4	10	184.400	1844.000								4121.340	4121.34
		1								3/8	1656	2.020	3345.120								1873.267	1873.27
03.03.00	COLUMNAS					246.35			1370.94													70267.65
C-1		28	0.800	0.400	3.850	34.50	2.400	3.850	258.720	1	18	5.750	2898.000								11513.754	11513.75
		28								3/8	35	4.670	4576.600								2562.896	2562.90
		28	0.800	0.350	20.700	162.29	2.300	16.500	1062.600	1	18	18.150	9147.600								36343.415	36343.41
		28								3/8	170	4.670	22229.200								12448.352	12448.35
C-2		4	0.750	0.300	6.550	5.90	1.500	6.650	39.900	3/4	12	5.750	276.000								616.860	616.86
		4					0.600	4.050	9.720	3/8	35	2.630	368.200								206.192	206.19
C-3		31	0.350	0.600	6.350	41.34				3/4	8	7.700	1909.600								4267.956	4267.96
		31								3/8	42	2.670	3476.340								1946.750	1946.75
C-4		3	0.350	0.350	6.350	2.33				3/4	4	7.700	92.400								206.514	206.51
		3								5/8	2	7.700	46.200								71.702	71.70
		3								3/8	42	1.180	148.680								83.261	83.26
03.04.00	DADOS					73.92			147.84													3944.64
DADOS SISTEMA DE AISLAMIENTO		28	1.000	1.200	1.000	33.60	4.400	0.350	43.120	3/4	24	0.900	604.800								1351.728	1351.73
		28					1.200	1.100	36.960	3/8	7	4.000	784.000	439.040								439.04
DADOS PISO TÉCNICO		28	1.000	1.200	1.200	40.32	4.400	0.550	67.760	3/4	24	1.100	739.200								1652.112	1652.11
		28								3/8	8	4.000	896.000								501.760	501.76
03.05.00	LOSAS					381.57			3981.02													16110.95
03.05.01	LOSAS ALIGERADAS					289.43			3490.98													10469.84
	SOTANO - EJE 1'-2 A-D	1	1.950	0.035	17.000	1.16	1.950	6.800	13.260	3/8	34	2.783	94.622								52.988	52.99
	SOTANO - EJE 1'-2 D-L	1	3.350	0.035	82.000	9.61	3.350	32.800	109.880	3/8	164	1.212	198.768								111.310	111.31
		1								3/8	82	3.870	317.340								177.710	177.71

METRADO ESTRUCTURAS - EDIFICIO CON AISLAMIENTO SÍSMICO

METRADO: OBRAS DE CONCRETO ARMADO
PLANO DE REF.: E-01, E-02, E-03, E-04, E-05, E-06, E-07, E-08, E-09, E-10, E-11, E-12, E-13, E-14
REFERENCIA: EDIFICIO PARA AULAS - AISLADO

FECHA DE PRESENTACIÓN: 25/02/2021

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	CONCRETO Fc=210 Kg/cm2				ENCOFRADO				ACERO fy=4200Kg/cm2											
			LARGO (m)	ANCHO (m)	ALTURA (m)	PARCIAL (m3)	LARGO (m)	ANCHO (m)	PARCIAL (m2)	DIAM. (pulg)	Nº VECES (unidad)	LONG. (m)	PARCIAL (m)	Equivalencia diámetros (pulg) - densidad lineal (Kg/m) (ASTM A615)						PARCIAL (Kg)		
														1/4 0.250	8 mm 0.395	3/8 0.560	1/2 0.994	5/8 1.552	3/4 2.235		1 3.973	
	SOTANO - EJE 1-2_L-P	1	4.575	0.035	37.125	5.94	4.575	14.850	67.939	3/8	74	1.410	104.340				58.430					58.43
		1								3/8	37	5.150	190.550				106.708					106.71
		1								3/8	37	3.175	117.475				65.786					65.79
	SOTANO - EJE 2-3_L-P	1	14.850	0.035	19.500	10.14	14.850	7.800	115.830	3/8	20	15.975	319.500				178.920					178.92
		1								3/8	40	1.900	76.000				42.560					42.56
		1								3/8	40	2.500	100.000				56.000					56.00
		1								3/8	20	2.450	49.000				27.440					27.44
		1								3/8	20	3.150	63.000				35.280					35.28
		1								1/2	20	4.100	82.000						81.508			81.51
	SOTANO - EJE 3-4_D-L	1	2.900	0.035	101.000	10.25	2.900	40.400	117.160	3/8	202	1.210	244.420				136.875					136.88
		1								3/8	101	3.420	345.420				193.435					193.44
	SOTANO - EJE 3-4_L-N	1	2.900	0.035	2.875	0.29	2.900	1.150	3.335	3/8	6	1.210	7.260				4.066					4.07
		1								3/8	3	3.420	10.260				5.746					5.75
		1	4.125	0.035	9.625	1.39	4.125	3.850	15.881	3/8	20	1.410	28.200				15.792					15.79
		1								3/8	10	4.700	47.000				26.320					26.32
		1								3/8	10	2.725	27.250				15.260					15.26
	SOTANO - EJE 3-4_N-P	1	4.125	0.035	27.500	3.97	4.125	11.000	45.375	3/8	56	1.410	78.960				44.218					44.22
		1								3/8	28	4.700	131.600				73.696					73.70
		1								3/8	28	2.725	76.300				42.728					42.73
	PISO TÍPICO EJE 1-2_A-B	4	4.080	0.035	8.500	4.86	4.075	3.400	55.420	3/8	9	4.400	158.400				88.704					88.70
		4								1/2	9	4.128	148.608						147.716			147.72
	PISO TÍPICO EJE 1-2_B-C	4	2.050	0.035	8.500	2.44	2.050	3.400	27.880	3/8	9	2.400	86.400				48.384					48.38
		4								1/2	9	9.310	335.160						333.149			333.15
	PISO TÍPICO EJE 1-2_C-K	4	39.900	0.035	8.500	47.48	39.900	3.400	542.640	3/8	9	85.377	3073.572				1721.200					1721.20
		4								1/2	9	13.678	492.408						489.454			489.45
	PISO TÍPICO EJE 1-2_K-L	4	5.250	0.035	8.500	6.25	5.250	3.400	71.400	3/8	9	10.763	387.468				216.982					216.98
		4								1/2	9	4.610	165.960						164.964			164.96
	PISO TÍPICO EJE 2-3_B-C	4	2.050	0.035	18.375	5.27	2.050	7.350	60.270	3/8	6	5.646	135.504				75.882					75.88
		4								3/8	13	2.400	124.800				69.888					69.89
		4								1/2	13	3.860	200.720						199.516			199.52
	PISO TÍPICO EJE 2-3_C-D	4	5.150	0.035	11.875	8.56	5.150	7.350	151.410	8 mm	12	22.145	1062.960				419.869					419.87
		4								3/8	12	75.659	3631.632				2033.714					2033.71
		4								1/2	12	1.954	93.792						93.229			93.23
	PISO TÍPICO EJE 2-3_D-L	4	40.000	0.035	18.375	102.90	40.000	7.350	1176.000	3/8	18	13.369	962.568				539.038					539.04
		4								1/2	18	2.004	144.288						143.422			143.42
	PISO TÍPICO EJE 3-4_D-L	4	40.000	0.035	3.125	17.50	40.000	1.250	200.000	8 mm	3	18.990	227.880			90.013						90.01
		4								3/8	3	80.662	967.944				542.049					542.05
		4								1/2	3	3.958	47.496						47.211			47.21
	PISO TÍPICO - ENCOFRADO BORDE DE LOSA	4					145.950	0.200	116.760	0												
	AZOTEA EJE 1-2_A-L	1	51.280	0.035	8.500	15.26	51.275	3.400	174.335	8 mm	9	6.169	55.521			21.931						21.93
		1								3/8	9	83.926	755.334				422.987					422.99
	AZOTEA EJE 2-3_A-B (Escalera)	1	4.125	0.035	18.000	2.60	4.125	7.100	29.288	3/8	18	4.975	89.550				50.148					50.15
		1								3/8	18	4.975	89.550				50.148					50.15
	AZOTEA EJE 2-3_B-C	1	2.050	0.035	18.375	1.32	2.050	7.350	15.068	3/8	6	5.646	33.876				18.971					18.97
		1								3/8	13	6.260	81.380				45.573					45.57
	AZOTEA EJE 2-3_C-D	1	5.150	0.035	11.875	2.14	5.150	7.350	37.853	8 mm	12	3.343	40.116			15.846						15.85
		1								3/8	12	5.500	66.000				36.960					36.96
	AZOTEA EJE 2-3_D-L	1	40.000	0.035	18.375	25.73	40.000	7.350	294.000	8 mm	18	3.501	63.018			24.892						24.89
		1								3/8	18	64.407	1159.326				649.223					649.22
	AZOTEA EJE 3-4_D-L	1	40.000	0.035	3.125	4.38	40.000	1.250	50.000	8 mm	3	6.748	20.244			7.996						8.00
		1								3/8	3	64.290	192.870				108.007					108.01
03.05.02	LOSAS MACIZAS					92.14			490.04													5641.11
	SOTANO EJE 1-2_C-D	1	5.150	4.650	0.200	4.79	5.150	4.650	23.948	3/8	26	9.680	251.680				140.941					140.94
		1								3/8	26	5.365	139.490				78.114					78.11
		1								3/8	19	6.365	120.935				67.724					67.72
		1								3/8	19	6.665	126.635				70.916					70.92
	SOTANO EJE 1-2_K-L	1	5.150	4.650	0.200	4.79	5.150	4.650	23.948	3/8	26	14.200	369.200				206.752					206.75
		1								3/8	26	5.335	138.710				77.678					77.68
		1								3/8	19	6.365	120.935				67.724					67.72
		1								3/8	19	6.665	126.635				70.916					70.92

METRADO ESTRUCTURAS - EDIFICIO CON AISLAMIENTO SÍSMICO

METRADO: OBRAS DE CONCRETO ARMADO
PLANO DE REF.: E-01, E-02, E-03, E-04, E-05, E-06, E-07, E-08, E-09, E-10, E-11, E-12, E-13, E-14
REFERENCIA: EDIFICIO PARA AULAS - AISLADO

FECHA DE PRESENTACIÓN: 25/02/2021

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	CONCRETO $f_c=210 \text{ Kg/cm}^2$				ENCOFRADO			ACERO $f_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$														
			LARGO	ANCHO	ALTURA	PARCIAL	LARGO	ANCHO	PARCIAL	DIAM.	N° VECES	LONG.	PARCIAL	Equivalencia diámetros (pulg) - densidad lineal (Kg/m) (ASTM A615)							PARCIAL			
			(m)	(m)	(m)	(m3)	(m)	(m)	(m2)					(pulg)	(unidad)	(m)	(m)	1/4	8 mm	3/8		1/2	5/8	3/4
													0.250	0.395	0.560	0.994	1.552	2.235	3.973					
	SOTANO-PISO 1 TRAMO 3	1	1.000	1.320	1.800	2.38	5.610	1.800	10.098	3/8	9	4.854	43.686			24.464								24.464
		1					1.320	2.000	2.640	1/2	18	6.425	115.650											114.956
		1								3/8	9	2.759	24.831			13.905								13.905
		1								3/8	38	1.975	75.050			42.028								42.028
		1								1/2	13	1.975	25.675											25.521
		1								3/8	9	2.987	26.883			15.054								15.054
		1								3/8	9	0.932	8.388			4.697								4.697
		1								3/8	9	2.529	22.761			12.746								12.746
	PISO 1-PISO 2 TRAMO 1	1	1.000	1.800	1.975	3.56	9.994	1.975	19.738	3/8	10	3.020	30.200			16.912								16.912
		1							1.800	1/2	20	7.140	142.800											141.943
		1								3/8	10	7.142	71.420			39.995								39.995
		1								1/2	20	3.003	60.060											59.700
		1								3/8	39	1.975	77.025			43.134								43.134
		1								3/8	21	3.950	82.950			46.452								46.452
	PISO 1-PISO 2 TRAMO 2	1	1.000	1.759	1.975	3.47	9.794	1.975	19.343	3/8	10	3.000	30.000			16.800								16.800
		1							3.518	1/2	20	7.130	142.600											141.744
		1								3/8	10	7.140	71.400			39.984								39.984
		1								3/8	10	6.900	69.000			38.640								38.640
		1								3/8	20	2.763	55.250			30.940								30.940
		1								3/8	38	1.975	75.050			42.028								42.028
		1								3/8	2	1.975	3.950			2.212								2.212
		1								1/2	2	1.975	3.950											3.926
		1								3/8	8	3.950	31.600			17.696								17.696
		1								1/2	14	3.950	55.300											54.968
	PISO TÍPICO TRAMO 1	4	1.000	1.780	1.975	14.06	9.992	1.975	78.933	1/2	20	6.930	554.400											551.074
		4							14.240	3/8	10	2.470	98.800			55.328								55.328
		4								3/8	10	7.478	299.120			167.507								167.507
		4								1/2	20	3.000	240.000											238.560
		4								3/8	42	1.975	331.800			185.808								185.808
		4								3/8	11	3.950	173.800			97.328								97.328
		4								3/8	10	3.950	158.000			88.480								88.480
	PISO TÍPICO TRAMO 2	4	1.000	1.780	1.975	14.06	9.857	1.975	77.866	3/8	10	7.470	298.800			167.328								167.328
		4							14.240	1/2	20	3.000	240.000											238.560
		4								3/8	10	6.940	277.600			155.456								155.456
		4								3/8	20	2.465	197.200			110.432								110.432
		4								3/8	45	1.975	355.500			199.080								199.080
		4								3/8	7	3.950	110.600			61.936								61.936
		4								1/2	13	3.950	205.400											204.168
TOTAL							1736.100		10416.489						276.73	580.55	61493.98	9519.30	10424.24	35770.84	64837.37		182903.02	