

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



TESIS

**“ANÁLISIS COMPARATIVO ANALÍTICO ENTRE UN SISTEMA
MDL Y DE ALBAÑILERÍA ARMADA PARA UNA EDIFICACIÓN
MULTIFAMILIAR DE 5 NIVELES, TACNA 2022”**

PARA OPTAR:

TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

Bach. RAYSA NOHELIA DURAND MALDONADO

TACNA - PERÚ

2024

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS

**“ANÁLISIS COMPARATIVO ANALÍTICO ENTRE UN SISTEMA
MDL Y DE ALBAÑILERÍA ARMADA PARA UNA EDIFICACIÓN
MULTIFAMILIAR DE 5 NIVELES, TACNA 2022”**

Tesis sustentada y aprobada el 16 de abril de 2024; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE : Mtro. EDGAR HIPOLITO CHAPARRO QUISPE

SECRETARIO : Mtro. EVER RUDY ANCCO HUANACUNI

VOCAL : Mtro. GIANCARLOS JAVIER MACHACA FRIAS

ASESOR : Mtro. DINA MARLENE COTRADO FLORES

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo Raysa Nohelia Durand Maldonado, egresada, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificada con DNI 71309510, así como Dina Marlene Cotrado Flores con DNI 00795268; declaramos en calidad de autor y asesor que:

1. Soy autor de la *tesis* titulada: *Análisis comparativo analítico entre un sistema MDL y de albañilería armada para una edificación multifamiliar de 5 niveles, Tacna 2022*, la cual presento para optar el Título Profesional de *Ingeniero Civil*.
2. La tesis es completamente original y no ha sido objeto de plagio, total ni parcialmente, habiéndose respetado rigurosamente las normas de citación y referencias para todas las fuentes consultadas.
3. Los datos presentados en los resultados son auténticos y no han sido objeto de manipulación, duplicación ni copia.

En virtud de lo expuesto, asumimos frente a *La Universidad* toda responsabilidad que pudiera derivarse de la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la *tesis*, así como por los derechos asociados a la obra.

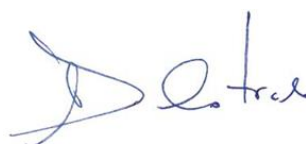
En consecuencia, nos comprometemos ante *La Universidad* y a terceros a asumir cualquier perjuicio que pueda surgir como resultado del incumplimiento de lo aquí declarado, o que pudiera ser atribuido al contenido de la tesis, incluyendo cualquier obligación económica que debiera ser satisfecha a favor de terceros debido a acciones legales, reclamos o disputas resultantes del incumplimiento de esta declaración.

En caso de descubrirse fraude, piratería, plagio, falsificación o la existencia de una publicación previa de la obra, aceptamos todas las consecuencias y sanciones que puedan derivarse de nuestras acciones, acatando plenamente la normatividad vigente.

Tacna, 16 de abril de 2024



Raysa Nohelia Durand Maldonado
DNI 71309510



Dina Marlene Cotrado Flores
DNI 00795268

DEDICATORIA

Este trabajo de tesis está dedicado a mi madre, Gaby Maldonado, quien ha sido mi apoyo incondicional a lo largo de mi vida. Agradezco su amor, dedicación y sacrificios que me han llevado hasta este punto. También dedico este trabajo a mis hermanos, Diana, Jessica y Ramiro, por su cariño, aliento y confianza en mis capacidades. Agradezco a todos mis seres queridos, amigos y familiares, por su amor, aliento y comprensión en cada paso que he dado. Reconozco a mi compañero especial, quien me ha brindado amor, comprensión y apoyo constante. A todos ellos, dedico este trabajo con profundo agradecimiento por su presencia y apoyo fundamental en mi trayectoria.

Raysa Nohelia Durand Maldonado

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a todos aquellos que han sido parte fundamental en el desarrollo y culminación de mi tesis. Agradezco a mi universidad, profesores y docentes por brindarme conocimientos y habilidades. Un agradecimiento especial va a mi asesora de tesis, Ingeniera Dina Cotrado Ale, por su guía experta. A mi familia, especialmente a mi madre y hermanos, les agradezco por su amor y apoyo incondicional. Por último, agradezco a mi compañero de vida por su amor y comprensión. Mi más sincero agradecimiento a todos por su presencia y apoyo inquebrantable.

Raysa Nohelia Durand Maldonado

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|------|
| PÁGINA DE JURADOS | ii |
| DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD | iii |
| DEDICATORIA | iv |
| AGRADECIMIENTO | v |
| ÍNDICE GENERAL..... | vi |
| ÍNDICE DE TABLAS | viii |
| ÍNDICE DE ANEXOS..... | xi |
| RESUMEN..... | xii |
| ABSTRACT..... | xiii |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 2 |
| 1.1. Descripción del problema..... | 2 |
| 1.2. Formulación del problema..... | 2 |
| 1.2.1. Problema general..... | 2 |
| 1.2.2. Problemas específicos | 2 |
| 1.3. Justificación e importancia..... | 3 |
| 1.3.1. Desde el punto de vista social | 3 |
| 1.3.2. Desde el punto de vista económico | 3 |
| 1.3.3. Desde el punto de vista científico..... | 3 |
| 1.4. Objetivos..... | 3 |
| 1.4.1. Objetivo general..... | 3 |
| 1.4.2. Objetivos específicos | 3 |
| 1.5. Hipótesis | 4 |
| 1.5.1. Hipótesis general | 4 |
| 1.5.2. Hipótesis específicas | 4 |
| CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO | 5 |
| 2.1. Antecedentes del estudio..... | 5 |
| 2.1.1. A nivel internacional | 5 |
| 2.1.2. A nivel nacional | 6 |
| 2.1.3. A nivel local..... | 7 |
| 2.2. Bases teóricas | 7 |
| 2.2.1. Análisis Estructural | 7 |
| 2.2.2. Modelos estructurales (softwares) | 15 |

| | |
|--|----|
| 2.3. Definición de términos | 16 |
| CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO | 18 |
| 3.1. Diseño de investigación | 18 |
| 3.1.1. Tipo de Investigación | 18 |
| 3.1.2. Diseño de investigación | 18 |
| 3.2. Población y/o muestra de estudio | 18 |
| 3.3. Operacionalización de variables | 19 |
| 3.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos..... | 19 |
| 3.5. Procesamiento y análisis de datos..... | 20 |
| CAPÍTULO IV: RESULTADOS | 21 |
| 4.1. Análisis y diseño estructural como sistema MDL | 21 |
| 4.1.1. Propiedades de los materiales | 21 |
| 4.1.2. Cargas | 21 |
| 4.1.3. Estimación del peso de la edificación | 23 |
| 4.1.4. Tratamiento estructural | 23 |
| 4.1.5. Diseño de elementos estructurales | 25 |
| 4.2. Análisis y diseño estructural como sistema AA | 37 |
| 4.2.1. Propiedades de los materiales | 37 |
| 4.2.2. Cargas | 38 |
| 4.2.3. Estimación del peso de la edificación | 39 |
| 4.2.4. Tratamiento estructural | 40 |
| 4.2.5. Diseño de elementos estructurales | 41 |
| 4.3. Evaluación de costos como sistema MDL..... | 58 |
| 4.4. Evaluación de costos como sistema AA | 58 |
| CAPÍTULO V: DISCUSIÓN..... | 59 |
| CONCLUSIONES | 62 |
| RECOMENDACIONES..... | 63 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 64 |
| ANEXOS..... | 66 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Operacionalización de variables de investigación | 19 |
| Tabla 2. Propiedades del concreto | 21 |
| Tabla 3. Propiedades del acero | 21 |
| Tabla 4. Cargas muertas | 21 |
| Tabla 5. Cargas vivas | 22 |
| Tabla 6. Factores sísmicos | 22 |
| Tabla 7. Fuerzas cortantes | 24 |
| Tabla 8. Desplazamientos y distorsiones..... | 24 |
| Tabla 9. Periodos de la estructura | 25 |
| Tabla 10. Cálculo de acero obtenido | 31 |
| Tabla 11. Parámetros de diseño para momento M_u3 y V_u2 | 31 |
| Tabla 12. Propiedades del concreto | 37 |
| Tabla 13. Propiedades del acero | 37 |
| Tabla 14. Cargas muertas | 38 |
| Tabla 15. Cargas vivas | 38 |
| Tabla 16. Factores sísmicos | 38 |
| Tabla 17. Fuerzas cortantes | 40 |
| Tabla 18. Desplazamientos y distorsiones..... | 41 |
| Tabla 19. Periodos de la estructura | 41 |
| Tabla 20. Verificación por fisuración en la dirección Y del piso 1 | 48 |
| Tabla 21. Verificación por fisuración en la dirección Y del piso 2..... | 48 |
| Tabla 22. Verificación por fisuración en la dirección Y del piso 3..... | 49 |
| Tabla 23. Verificación por fisuración en la dirección Y del piso 4..... | 49 |
| Tabla 24. Tabla de análisis de incidencia del presupuesto total entre los dos sistemas | 57 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1. Transmisión de cargas verticales..... | 12 |
| Figura 2. Ubicación del proyecto Carmín | 19 |
| Figura 3. Espectro de respuesta sísmica | 23 |
| Figura 4. Modelamiento estructural..... | 24 |
| Figura 5. Ubicación del muro M-1 y diagrama de esfuerzo axial..... | 26 |
| Figura 6. Diagrama de momento para MDL M-1 | 27 |
| Figura 7. Esquema de acero en el muro M-1..... | 27 |
| Figura 8. Diagrama de interacción de muro M-01 | 28 |
| Figura 9. Esquema con el acero colocado según diseño | 28 |
| Figura 10. Ubicación de la viga 0,15 x 0,35 m y diagrama de momento flector | 29 |
| Figura 11. Diagrama de momento flector para viga | 29 |
| Figura 12. Refuerzo de acero longitudinal de acero en viga | 30 |
| Figura 13. Esquema de acero en viga según diseño | 30 |
| Figura 14. Planta de losa de primer entpiso | 32 |
| Figura 15. Diagrama de momento flector para losa | 32 |
| Figura 16. Refuerzo longitudinal de acero en losa | 32 |
| Figura 17. Detalle típico de losa de entpiso. | 33 |
| Figura 18. Presión del suelo con la combinación: Presión 1 (CM+CV): $1,56 \text{ kg/cm}^2 < 2,50 \text{ kg/cm}^2$ | 33 |
| Figura 19. Presión del suelo con la combinación: Presión 2 (CM+CV+0.80SX): $2,42 \text{ kg/cm}^2 < 3,25 \text{ kg/cm}^2$ | 34 |
| Figura 20. Presión del suelo con la combinación: Presión 3 (CM+CV-0,80 SX): $2,58 \text{ kg/cm}^2 < 3,25 \text{ kg/cm}^2$ | 34 |
| Figura 21. Presión del suelo con la combinación: Presión 4 (CM+CV+0,80 SY): $2,78 \text{ kg/cm}^2 < 3,25 \text{ kg/cm}^2$ | 35 |
| Figura 22. Presión del suelo con la combinación: Presión 5 (CM+CV-0,80 SY): $2,66 \text{ kg/cm}^2 < 3,25 \text{ kg/cm}^2$ | 35 |
| Figura 23. Acero calculado de la platea de cimentación | 36 |
| Figura 24. Detalle general de losa de cimentación. | 36 |
| Figura 25. Diagrama de momentos flectores en vigas de cimentación. | 36 |
| Figura 26. Detalle de sección de viga de cimentación según diseño. | 37 |
| Figura 27. Espectro de respuesta sísmica | 39 |
| Figura 28. Modelamiento estructural..... | 40 |

| | |
|---|----|
| Figura 29. Ubicación del muro más esforzado (MY2) | 43 |
| Figura 30. Ubicación de viga 0,39 x 0,30 m y diagrama de momento flector | 50 |
| Figura 31. Diagrama de momento para viga | 51 |
| Figura 32. Refuerzo longitudinal de acero en viga | 51 |
| Figura 33. Detalle de acero de viga analizada VP-01 0,39x0,30 m..... | 52 |
| Figura 34. Diagrama de momentos flectores para losa maciza de primer entrecimso ... | 52 |
| Figura 35. Refuerzo longitudinal de acero en losa maciza de primer entrecimso | 53 |
| Figura 36. Detalle de acero en losa maciza de primer entrecimso | 53 |
| Figura 37. Presión del suelo con la combinación: Presión 1 (CM + CV): $1,84 \text{ kg/cm}^2 < 2,50 \text{ kg/cm}^2$ | 54 |
| Figura 38. Presión del suelo con la combinación: Presión 2 (CM + CV + 0,80 SX): $2,99 \text{ kg/cm}^2 < 3,25 \text{ kg/cm}^2$ | 54 |
| Figura 39. Presión del suelo con la combinación: Presión 3 (CM + CV – 0,80 SX): $2,99 \text{ kg/cm}^2 < 3,25 \text{ kg/cm}^2$ | 55 |
| Figura 40. Presión del suelo con la combinación: Presión 4 (CM + CV + 0,80 SY): $3,16 \text{ kg/cm}^2 < 3,25 \text{ kg/cm}^2$ | 55 |
| Figura 41. Presión del suelo con la combinación: Presión 5 (CM+CV-0.80SY): $2,64 \text{ kg/cm}^2 < 3,25 \text{ kg/cm}^2$ | 56 |
| Figura 42. Acero calculado de la platea de cimentación | 56 |
| Figura 43. Detalle general de losa de cimentación | 57 |
| Figura 44. Diagrama de momentos flectores en vigas de cimentación | 57 |
| Figura 45. Detalle de sección de viga de cimentación según diseño | 57 |

ÍNDICE DE ANEXOS

| | |
|---|----|
| Anexo 1. Matriz de consistencia | 67 |
| Anexo 2. Presupuestos | 68 |
| Anexo 3. Planos..... | 70 |
| Anexo 4. Ficha técnica de Bloques de concreto | 71 |

RESUMEN

La presente tesis tiene como objetivo principal realizar el análisis comparativo entre un sistema estructural de muros de ductilidad limitada y uno de albañilería armada para una edificación multifamiliar de cinco niveles situada en Tacna, ocupando un área de 274,51 m². El terreno presenta un tipo de suelo compuesto por grava arenosa, mal y bien gradada, con partículas de canto rodado de lecho de río. El diseño de la construcción del primer sistema estructural propuesto implicó el uso de losas sólidas en todos los niveles y una cimentación superficial que consta de una losa de cimentación, vigas y muros de concreto armado de diferentes espesores, específicamente 0,10 m, 0,125 m y 0,15 m. Por otro lado, el segundo sistema estructural también emplea losas sólidas en todos los pisos y cuenta con una cimentación superficial que consta de una losa de cimentación, vigas y muros de albañilería con espesores de 0,09 m, 0,19 m y 0,39 m, respectivamente. El predimensionamiento de los elementos estructurales se realizó mediante hojas de cálculo en Excel, y el análisis sísmico tanto estático como dinámico, se llevó a cabo en el programa ETABS 20.3.0, cumpliendo los requisitos establecidos en la norma técnica N.T.P. E.030 para el diseño sismorresistente. Además, los elementos estructurales se diseñaron conforme a la norma técnica N.T.P. E.060 para concreto armado y la N.T.P. E.070 para albañilería. Finalmente, se concluyó que ambos sistemas estructurales presentan un adecuado comportamiento sismorresistente en cumplimiento de la normativa vigente del Reglamento Nacional de Edificaciones, asimismo, se evidenció que el sistema de muros de ductilidad limitada presentó una mayor rigidez y menores distorsiones de entrepiso respecto al sistema de albañilería.

Palabras clave: análisis estructural; cargas dinámicas; cargas estáticas; configuración estructural; metrados de cargas; predimensionamiento; sistema estructural.

ABSTRACT

The main objective of this thesis is to determine a comparative analysis between a structural system of shear walls of limited ductility and a reinforced masonry system for a five-story multifamily building located in Tacna, occupying an area of 274,51 m². The site has a soil type composed of sandy gravel, poorly and well graded with riverbed boulder particles. The construction design of the first proposed structural system involved the use of solid slabs at all levels and a superficial foundation is used that consists of a foundation slab, beams and reinforced concrete walls of different thicknesses, specifically 0,10 m, 0,125 m and 0,15 m. On the other hand, the second structural system also uses solid slabs on all floors and has a shallow foundation consisting of a foundation slab, beams and masonry walls with thicknesses of 0,09 m, 0,19 m and 0,39 m, respectively. The pre-sizing of the structural elements was performed using Excel spreadsheets, and the static and dynamic seismic analysis was carried out in the ETABS 20.3.0 program, complying with the requirements established in the N.T.P. E.030 technical standard for seismic-resistant design. In addition, the structural elements were designed in accordance with technical standard N.T.P. E.060 for reinforced concrete and N.T.P. E.070 for masonry. Finally, it was concluded that both structural systems have an adequate seismic-resistant behavior in compliance with the current regulations of the National Building Regulations, and it was also shown that the limited ductility wall system had greater rigidity and less interstory distortions compared to the masonry system.

Keywords: structural analysis; dynamic loads; static loads; structural configuration; load measurements; pre-dimensioning; structural system.

INTRODUCCIÓN

El aumento desordenado y rápido de la población ha generado la necesidad de construir más viviendas, tanto unifamiliares como multifamiliares. En consecuencia, se ha observado una alta demanda de edificios de cuatro niveles o más, por ello, se sugiere analizar y diseñar sistemas estructurales que involucren muros de ductilidad limitada y albañilería armada para comparar su comportamiento sísmico y estructural.

Tanto en las construcciones de muros de ductilidad limitada como en las construcciones de albañilería armada, la fuerza generada por los terremotos es absorbida por los propios muros. Por lo tanto, es crucial llevar a cabo un análisis sísmico y un diseño estructural preciso. Se diseñaron losas macizas y cimentaciones superficiales, como una platea de cimentación, para este propósito. Las normas utilizadas en el diseño incluyeron la Norma E.020 (cargas), la Norma E.030 (Diseño Sismo resistente), la Norma E.050 para los suelos y las cimentaciones, la Norma E.060 para el concreto armado y, por último, la Norma E.070 para la albañilería.

Esta tesis está organizada en cinco capítulos que se describen a continuación:

El capítulo I, titulado "Planteamiento del problema", aborda la descripción y formulación del problema, la justificación, los objetivos generales y específicos, y finalmente la hipótesis planteada.

En el capítulo II, denominado "Marco teórico", se presentan los antecedentes del estudio, que sirven como base de referencia de investigaciones previas, así como los fundamentos teóricos y la definición de los términos que se utilizarán en la tesis.

En el capítulo III, llamado "Marco metodológico", desarrolla los aspectos metodológicos que sustentan esta tesis, detallando el tipo de investigación, el diseño, la población y la muestra, la operacionalización, las técnicas e instrumentos utilizados, y la evaluación y análisis de la información.

En el capítulo IV, denominado "Resultados", se presentan los análisis sísmicos y el diseño de los dos sistemas estructurales, así como de los muros de ductilidad limitada y la albañilería armada.

En el capítulo V, titulado "Discusión", se lleva a cabo una discusión sobre los resultados del análisis sísmico y el diseño estructural de los dos sistemas estructurales.

Finalmente, se presentan las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

El Perú, se encuentra ubicado en una zona geográfica con elevada actividad sísmica, es decir, que se encuentra expuesto a este peligro latente, el cual trae pérdidas humanas y materiales. Es por ello que las edificaciones en nuestro país deben ser diseñadas para resistir estos fenómenos naturales.

En el caso de edificaciones multifamiliares son importantes porque salvaguardan la vida de varias familias, además de ser regularmente simétricas y de características similares entre departamentos, esto se puede optimizar al momento de construir así como al momento de realizar los cálculos estructurales de la edificación, estos generalmente buscan seguridad y ahorro económico, es por ello que esta investigación busca formar un precedente dentro de un banco de proyectos que estén por desarrollarse conociéndose los beneficios y dificultades de ambos sistemas estructurales de albañilería armada y muros de ductilidad limitada.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Qué se obtiene de realizar el análisis comparativo analítico entre una edificación multifamiliar de 5 niveles de MDL versus otra de albañilería armada en la ciudad de Tacna 2022?

1.2.2. Problemas específicos

- a. ¿Cómo predimensionar estructuralmente una edificación multifamiliar de 5 niveles de MDL y de albañilería armada en la ciudad de Tacna, 2022?
- b. ¿Qué se obtiene de realizar el análisis sísmico de una edificación multifamiliar de 5 niveles de MDL y de albañilería armada en la ciudad de Tacna, 2022?
- c. ¿Qué se obtiene de realizar el análisis de costos y presupuestos de una edificación multifamiliar de 5 niveles de MDL y de albañilería armada en la ciudad de Tacna, 2022?

1.3. Justificación e importancia

1.3.1. Desde el punto de vista social

El proyecto de vivienda multifamiliar de 5 niveles, ubicado en el Sector Copare A-2-6, distrito Tacna, provincia y departamento de Tacna, es un tipo de edificación que está en auge debido a que las personas cada vez están más optando por esta modalidad de vivienda debido a la escasa venta de lotes cercanos al centro de la ciudad.

1.3.2. Desde el punto de vista económico

Al comparar ambos sistemas estructurales de albañilería armada y muros de ductilidad limitada se obtendrá un presupuesto del casco estructural el cual determinará cuál es más económico construir, lo que será beneficioso para el propietario.

1.3.3. Desde el punto de vista científico

Se obtendrá datos del comportamiento estructural y económico de ambos sistemas los cuales formarán parte de un precedente para futuras construcciones que optarán por el sistema más seguro y eficiente.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Realizar el análisis comparativo analítico entre una edificación multifamiliar de 5 niveles de MDL versus otra de albañilería armada en la ciudad de Tacna 2022.

1.4.2. Objetivos específicos

- a. Predimensionar estructuralmente una edificación multifamiliar de 5 niveles de MDL y de albañilería armada en la ciudad de Tacna, 2022.
- b. Realizar el análisis sísmico de una edificación multifamiliar de 5 niveles de MDL y de albañilería armada en la ciudad de Tacna, 2022.
- c. Realizar el análisis de costos y presupuestos de una edificación multifamiliar de 5 niveles de MDL y de albañilería armada en la ciudad de Tacna, 2022.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

Del análisis comparativo analítico entre una edificación multifamiliar de 5 niveles de MDL versus otra de albañilería armada en la ciudad de Tacna 2022, se obtiene una variación sustancial analítica entre ambos sistemas.

1.5.2. Hipótesis específicas

- a. Al predimensionar estructuralmente una edificación multifamiliar de 5 niveles de MDL y de albañilería armada en la ciudad de Tacna, 2022, se obtienen dimensiones similares en densidad.
- b. La edificación multifamiliar de 5 niveles construida con sistemas de muros de ductilidad limitada (MDL) en la ciudad de Tacna en 2022 presenta un mejor desempeño estructural y resistencia sísmica en comparación con la edificación de albañilería armada.
- c. La edificación de muros de ductilidad limitada (MDL) en la ciudad de Tacna en 2022 muestra una mayor eficiencia en términos de costos de construcción y tiempo de ejecución en comparación con la edificación de albañilería armada de 5 niveles.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio

2.1.1. A nivel internacional

Astroza y Schmidt (2004), indican en su artículo sobre "*Capacidad de deformación de muros de albañilería confinada para distintos niveles de desempeño*", que la mayoría de viviendas construidas de bajo costo son de albañilería confinada, este está presente en varios países latinoamericanos, identificando una problemática muy común debido que se debe a su buen comportamiento sísmico, su relativo bajo costo de material y a que no requiere una inspección especializada, a diferencia de la albañilería armada que tiene una distribución de acero en su interior, se concluye en su investigación valores límites de distorsión angular asociado a sus niveles de desempeño, predominando una falla por corte y con una fracción defectuosa de 20 %, los resultados son los siguientes, para un estado de servicio 0,05 %, operacional 0,10 %, daño controlado 0,17 %, resistencia 0,22 % y último 0,44 %. Otras conclusiones importantes es la relación directa con la presencia de carga vertical, que, al aumentarse, se obtiene una deformación mayor, de similar caso con la esbeltez de los muros, y la presencia de refuerzo horizontal, estos estudios se basan en resultados experimentales de Chile, México y Venezuela.

Chillagana (2013), presento la Tesis "*Sistemas constructivos de muros de ductilidad limitada aplicados en viviendas de Quito bajo el reglamento del ACI 318-08 y la norma ecuatoriana de la construcción*". Los resultados obtenidos fueron los siguientes: el sistema estructural analizado demostró tener una rigidez lateral adecuada, ya que los desplazamientos relativos entre los pisos se mantuvieron por debajo de los valores máximos permitidos por la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2011. El uso del sistema de ductilidad limitada implicó un tiempo de construcción más corto, una menor necesidad de mano de obra y un menor costo total en comparación con el sistema tradicional, con una reducción aproximada del 15 %. El período del sistema estructural, siguiendo el primer método propuesto por la Norma Ecuatoriana de la Construcción, fue de $T = 0,039$ s, lo cual es un factor importante en el cálculo de las fuerzas sísmicas, ya que afecta al cortante basal estático. En el diseño por flexo compresión de los dos muros analizados, se observó que los valores de P_u (1,29 Tn) y M_u (4,08 Tn-m) para el muro del eje 8, así como los valores de P_u (9,91 Tn) y M_u (2,55 Tn-m) para el muro del eje H, se encontraban dentro del rango del diagrama de

interacción, lo cual indica una gran capacidad resistente. Por lo tanto, se pudo comprobar que el espesor de la sección propuesta era el adecuado.

2.1.2. A nivel nacional

Quiroz (2016), presentó su tesis titulada "*Evaluación de sistemas de muros de ductilidad limitada y albañilería confinada con plateas de cimentación en Juliaca*". Su conclusión fue la siguiente: en primer lugar, tanto el sistema de muros de ductilidad limitada como el de albañilería confinada demuestran un comportamiento estructural adecuado y real ante la amenaza sísmica, ya que cumplen con los requisitos de diseño sísmico y estructural establecidos por el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) de Perú, incluyendo la consideración de la interacción suelo-estructura. En segundo lugar, en términos de costos, tiempo de construcción e impactos socioeconómicos, el sistema de muros de ductilidad limitada presenta más ventajas en comparación con el sistema de albañilería confinada. En tercer lugar, al considerar la interacción suelo-estructura y la flexibilidad de la base de cimentación tanto para el sistema de muros de ductilidad limitada como para el de albañilería confinada, se observa una reducción en las fuerzas actuantes, lo que indica que el suelo absorbe parte de los esfuerzos en los elementos estructurales. El modelo Dinámico D.D. Barkan - O.A. Savinov muestra un comportamiento intermedio entre los modelos convencionales y el de la Norma Rusa. En cuarto lugar, en términos de costos, el sistema de albañilería confinada es S/ 58 773,62 más caro que el sistema de muros de ductilidad limitada. Además, la construcción de dos edificios típicos utilizando el sistema de muros de ductilidad limitada requiere 48 días hábiles, mientras que un solo edificio típico construido con albañilería confinada requiere 96 días hábiles. En quinto lugar, es evidente que el sistema de muros de ductilidad limitada presenta más ventajas al ser un sistema industrializado, lo que garantiza tiempos de construcción más cortos, costos directos e indirectos menores, así como mayor calidad en las viviendas. Estas ventajas podrían ser aprovechadas por la inversión privada.

Según Cayatopa (2019), en su tesis "*Análisis económico comparativo entre sistemas con albañilería confinada y armada en un edificio residencial – Chiclayo*" indica que para cumplir con el objetivo principal primero se elaboraron estudios preliminares correspondientes a la revisión de la propuesta arquitectónica, el levantamiento topográfico, y al estudio de mecánica de suelos para posterior realizar la configuración estructural y su análisis, observándose también una irregularidad en planta de discontinuidad del diafragma, con ello se procede al metrado y al cálculo del costo

directo el cual se concluye que la albañilería armada representa un 96 % de costo frente a la albañilería confinada recomendándose esta por ser más económica.

2.1.3. A nivel local

Cotrado (2017), llevó a cabo una investigación titulada "*Desarrollo de curvas de fragilidad para muros de ductilidad limitada de 10 cm de espesor, basadas en pruebas experimentales, período 2011-2015*". En esta investigación, se concluye lo siguiente: el muro de ductilidad limitada MDL-05 demostró una resistencia superior a los demás muros. Su curva promedio alcanzó una resistencia de 41 tn y un desplazamiento máximo de 50 mm. Por otro lado, el muro de ductilidad limitada MDL-17 presentó una resistencia más baja, con una resistencia máxima de 10 tn y un desplazamiento máximo de 7 mm. Las curvas de fragilidad de componentes estructurales y no estructurales resultan ser una herramienta valiosa para establecer límites permisibles de distorsión en diferentes estados de daño. Este estudio proporciona información relevante para futuras investigaciones sobre vulnerabilidad sísmica en edificaciones con muros de ductilidad limitada. Asimismo, los resultados de este estudio contribuyen a la elaboración de proyectos en ciudades de Perú. Para mitigar el riesgo sísmico en edificaciones con muros de ductilidad limitada, se recomienda limitar la deriva máxima a 0,004 y el número de pisos a cuatro. Además, el área de acero en los muros debe ser de al menos $3/8$ ".

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Análisis estructural

Según Arqhys (2012), el análisis estructural se entiende como el estudio del comportamiento de una estructura; aquí, la estructura es información y, a través de su análisis, puede ver cómo funciona bajo ciertas condiciones. Por lo tanto, por ejemplo, debe analizar una estructura si desea saber cómo se deforma antes de una hipótesis de carga, pero para eso debe tener una estructura diseñada previamente. El análisis valida o invalida las decisiones de diseño, cuando no hay procedimientos de cálculo capaces de definir la estructura.

Además, si el análisis requiere que se decida la estructura, el procedimiento para determinar todos sus parámetros, "el diseño", no puede dejar el análisis en sí y, como el objetivo del diseño es obtener valores mínimos, necesitará un cálculo diferente en el análisis general, aunque utiliza las consecuencias del mismo.

2.2.1.1. Configuración estructural

Según el autor Rivera (2014), se conoce como configuración estructural a la distribución y ubicación que se le da a todos los elementos resistentes de una estructura, es decir, columnas, paredes, losas, núcleos de escaleras, entre otros. Pero todos los elementos no estructurales, como el diseño de las paredes divisorias, la geología del sector, el clima, las regulaciones de diseño urbano, así como su carga ocupacional, también deben tenerse en cuenta dentro de este concepto.

La configuración estructural puede considerarse como el aspecto más importante en todo el proyecto estructural. Dado que un sistema estructural bien seleccionado tiende a perdonar verdaderamente el descuido del análisis, un proceso de construcción mediocre o pobre detallado. Estas conclusiones se extraen de la experiencia obtenida en eventos sísmicos pasados, donde se muestra que los edificios bien estructurados y detallados han funcionado satisfactoriamente, incluso sin haber sido sometidos a análisis y cálculos profundos. Su importancia radica en el hecho de que, si el diseño arquitectónico no se complementa entre sí con un criterio óptimo y razonable en el diseño estructural, la estructura puede comportarse mal antes de un terremoto, a pesar de que se han utilizado métodos de análisis complejos y muy detallados. Llevado a cabo del ingeniero.

El problema del diseño estructural surge a partir de la dificultad de enseñar "los criterios estructurales", debido a que estos se originan a partir de la intuición de un comportamiento eficiente de la configuración estructural. Lo único que puede explicarse en los libros y en las aulas son los fundamentos teóricos, los requisitos específicos y, en el mejor de los casos, impartir las enseñanzas de experiencias pasadas. Para lograr una buena configuración estructural es importante asimilar el conocimiento teórico, observar el comportamiento de las estructuras y tener en cuenta las causas por las cuales los edificios se han derrumbado. Es por esto que una selección adecuada del sistema estructural, una simetría razonable en ambas direcciones, una buena selección del material y componentes no estructurales es de mayor importancia que cualquier técnica de análisis realizada. Por estas razones, se recomienda que desde la concepción del proyecto trabajen juntos entre el arquitecto y el ingeniero estructural, entendiendo cómo las decisiones pueden afectar el comportamiento sismorresistente de la estructura a construir. De esta forma, no será necesario buscar soluciones estructurales muy complicadas para resolver el problema producido debido a concepciones arquitectónicas inadecuadas ni poner en riesgo la seguridad sísmica del proyecto.

2.2.1.2. Sistema estructural

Según Aguado (1994), los sistemas estructurales son las estructuras compuestas por varios miembros, que soportan los edificios y también tienen la función de soportar las cargas que actúan sobre ellos al transmitirlos al suelo.

Lo principal en este elemento es hacerlo lo suficientemente fuerte como para soportar las cargas que le transmiten los elementos de soporte, como techos, entrepisos, otras paredes superiores, etc. Para lograr la resistencia necesaria, el grosor de la pared, se debe tener en cuenta la calidad de los materiales con los que está construido, la altura y el tipo de carga que soportará. Las paredes de carga reciben y transmiten cargas linealmente.

Según el material con el que están contruidos, pueden estar hechos de hormigón armado, piedras naturales, ladrillos de barro y bloques de mortero. Estos últimos son los más utilizados, debido al alto costo del hormigón, y las piedras están en desuso.

Cuando los muros de carga están contruidos con ladrillos, tienen espesores de la longitud de un ladrillo (citarón), es decir, aproximadamente 0,25 m, aunque para cargas ligeras se usa la forma de cítara, que tiene un ancho de 0,12 m.

Cuando se trata de bloques, el grosor será de 0,20 m, que es el ancho estándar de un bloque. En ambos casos, los elementos se unen con una mezcla aglutinante de cemento, arena y recebo, o cemento, cal y arena, o cemento y arena (Aguado, 1994).

a. Clasificación de los sistemas estructurales

De acuerdo con Aguado (1994), los sistemas estructurales se pueden clasificar de la siguiente manera:

- Estructuras de acero

Son aquellos que los elementos de soporte, tanto verticales (columnas) como horizontales (vigas), están hechos de perfiles de acero laminado, como ángulos, canales, vigas I, etc.

Son elementos prefabricados que se preparan en un taller y están listos para su instalación. En comparación con otros sistemas estructurales, esto es más barato debido al ahorro del tiempo de ejecución. La unión de los elementos entre sí se hace remachada, soldada o con pernos y/o pasadores.

- Estructuras de hormigón armado

Los miembros del hormigón armado están constituidos por hormigón y barras de acero (cabillas) que son el refuerzo. Su función principal es resistir las tensiones de compresión, y la de refuerzo, resistir las fuerzas de tensión, pero ambos materiales funcionan como una unidad.

- Estructuras de madera

En esto, los elementos estructurales son de madera. Requiere una gran capacidad para lograr sus uniones, ensamblajes y conexiones, dependiendo del tipo de madera utilizada, así como una gran precisión para el ensamblaje.

El ensamblaje de estas estructuras es bastante rápido, porque no es necesario un gran equipo de elevación debido a la ligereza del ensamblaje. Se utilizan en edificios industriales y otros edificios que tienen un destino provisional.

2.2.1.3. Predimensionamiento

Según lo citado por Loa (2017), el proceso de predimensionamiento implica asignar dimensiones a los componentes estructurales siguiendo las recomendaciones de la práctica de Ingeniería Civil y las directrices establecidas por la Norma Técnica Peruana E-060. Estas directrices se basan en cargas moderadas, consideraciones sísmicas, control de deflexiones y grietas, así como en dimensiones que aseguran una buena resistencia y rigidez lateral de la estructura. Es importante tener en cuenta que las dimensiones siempre deben cumplir con los requisitos arquitectónicos y de otras disciplinas, y también serán evaluadas durante el proceso de diseño final.

a. Vigas

Los haces están dimensionados previamente considerando un canto que está entre una décima y una doceava parte de luz libre. Esta consideración mínima permite evitar desviaciones excesivas y ayudar a la rigidez lateral del edificio. Para el ancho debe tomarse entre 30 y 50 % del peralte, además el Estándar E-060 recomienda que el ancho sea de al menos 25 cm para vigas sísmicas.

b. Losas

Las telas típicas son de 6 x 6 m, que por razones económicas se eligen para losas aligeradas, excepto en el área del jardín donde se colocan losas sólidas para evitar la filtración de agua. El dimensionamiento de losas sólidas se realiza dividiendo el perímetro de la tela por 180.

c. Columnas

Las columnas con una carga axial mayor a $0,1 f'c * Ag$ están dimensionadas previamente según las cargas de servicio. Si hay una carga axial más baja, se considera como vigas y se dimensionan de esta manera. En esta estructura hay una cantidad suficiente de muros de corte en ambas direcciones, cuidando la responsabilidad sísmica para que no haya momentos.

d. Muros de corte

Es posible diseñar los edificios siempre y cuando su sistema estructural esté compuesto por paredes. Según la normativa, estas paredes deberían representar al menos el 80 % de la resistencia sísmica basal. Para las paredes de las cajas de ascensores y escaleras, se puede considerar un espesor de 30 cm. Después de realizar el análisis sísmico, se comprueba si estos espesores son suficientes para controlar las deformaciones laterales y las tensiones.

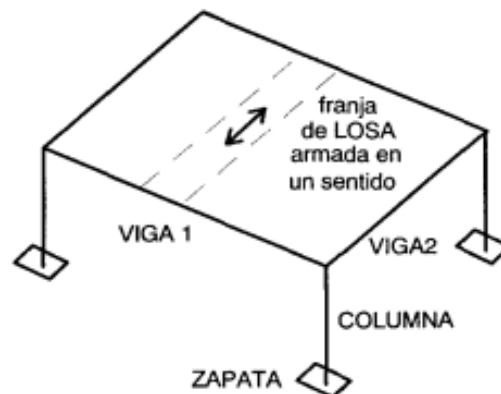
e. Escaleras

El Reglamento Nacional de Construcción establece que el tamaño mínimo requerido para el ancho de una escalera es de 1,20 metros, sin contar los pasamanos. Además, los descansos intermedios deben tener una longitud mínima de 0,90 metros a lo largo de las líneas de paso. También es importante asegurarse de que la suma de la huella (paso) y el doble de la contrahuella (contrapaso) no exceda los 64 cm.

2.2.1.4. Metrado de cargas

Según San Bartolomé (1994), el metrado de carga es una técnica con la cual se estiman las cargas actuantes sobre los diferentes elementos estructurales que componen el edificio. Este proceso es aproximado ya que los efectos hiperestáticos producidos por los momentos de flexión generalmente se descuidan, a menos que sean muy importantes.

Como regla general, al medir cargas, se debe considerar la forma en que un elemento descansa sobre otro; por ejemplo, en la Figura 1, las cargas existentes en un nivel se transmiten a través de la losa del techo hacia las vigas (o paredes) que lo sostienen, luego, estas vigas cuando descansan sobre las columnas, transfieren su carga; luego, las columnas transmiten la carga hacia sus elementos de soporte que son los zapatos; finalmente, las cargas comienzan a actuar en el piso de los cimientos.

Figura 1*Transmisión de cargas verticales**Nota. Adaptado de San Bartolomé, 1994.*

2.2.1.5. Tipos de cargas

San Bartolomé (1994) sostiene que, en general, las cargas (o solicitudes) que pueden actuar en un edificio se clasifican en los siguientes tipos: cargas estáticas, cargas dinámicas y otras solicitudes. Estos cargos se definen de la siguiente manera:

- a. Cargas Estáticas. Son aquellos que se aplican lentamente sobre la estructura, lo que provoca tensiones y deformaciones que alcanzan sus valores máximos junto con la carga máxima. Prácticamente, estas solicitudes no producen vibraciones en la estructura y, a su vez, se clasifican en:
 - Cargas Permanentes o Muertas. Son cargas gravitacionales que actúan durante la vida útil de la estructura, tales como: el peso de la estructura en sí y el peso de los elementos agregados a la estructura (acabados, particiones, maquinaria para ascensores y cualquier otro dispositivo de servicio que permanezca fijo en la estructura).
 - Carga Viva o Sobrecarga. Son cargas gravitacionales de carácter móvil, que podrían actuar esporádicamente en los entornos del edificio. Entre estas solicitudes se encuentra: el peso de los ocupantes, los muebles, la nieve, el agua, el equipo extraíble, el puente grúa, etc. Las magnitudes de estas cargas dependen del uso al que estén destinados los entornos.
- b. Cargas Dinámicas. Son aquellos cuya magnitud, dirección y significado varían rápidamente con el tiempo, por lo que los esfuerzos y

desplazamientos que se originan en la estructura también cambian con el tiempo. Cabe señalar que el momento en que se produce la respuesta estructural máxima no coincide necesariamente con el de la solicitud máxima. Estos cargos se clasifican en:

- Vibraciones Causadas por Maquinaria. Cuando las máquinas vibratorias no se han aislado de la estructura principal, sus vibraciones pueden afectar tanto la estructura de soporte como las estructuras vecinas.
 - Viento. El viento es un fluido en movimiento; sin embargo, para simplificar el diseño, se supone que actúa como una carga estática en las estructuras convencionales, pero, para estructuras muy flexibles (puentes colgantes, chimeneas, etc.) es necesario verificar que su período natural de vibración no coincida con ese de ráfagas de viento, de lo contrario, podría producirse resonancia de la estructura.
 - Terremotos. Las ondas sísmicas generan aceleraciones en las masas de la estructura y, por lo tanto, fuerzas de inercia que varían con el tiempo; sin embargo, las estructuras convencionales pueden analizarse utilizando cargas estáticas equivalentes a las producidas por el terremoto.
- c. Cargas impulsivas. Son aquellos que tienen corta duración (dt), por ejemplo: explosiones. Después de que esta solicitud culmina, se produce el movimiento en vibración libre de la estructura.

Las cargas estáticas mínimas que deben adoptarse para el diseño estructural se especifican en el Estándar peruano de carga E-020; del mismo modo, se proporcionan cargas estáticas equivalentes producidas por el viento, mientras que las cargas sísmicas se especifican en las normas de diseño resistente a sismos (E.031. Estas cargas se denominan "cargas de servicio" porque son las que realmente actúan en el edificio, sin causando fallas o fisuras visibles, a diferencia de las "últimas cargas" que son cargas ficticias obtenidas al amplificar por ciertos factores las "cargas de servicio", con el fin de diseñar en condiciones de "rotura" a los diferentes elementos estructurales. El propósito de esta sección es complementar el Estándar E.020, agregando algunos cargos de uso común que se incluyeron en el Estándar de "Cargas" del Reglamento anterior, así como aclarando algunos conceptos del Estándar actual. En nuestro país, las fuerzas generadas por los terremotos son más significativas que las ocasionadas por el viento, a menos que la estructura sea extremadamente liviana (como, por ejemplo, aquellas con techos de metal y placas de asbesto, cemento o calamina) o que

el edificio se encuentre en una zona de baja actividad sísmica, pero con vientos fuertes (como en áreas selváticas). Dado que el objetivo de este libro es analizar los escenarios convencionales, no se abordarán los efectos causados por el viento.

2.2.1.6. Estimación del periodo fundamental de vibración

Según el artículo 28.4. de la normativa E.030 Diseño sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones indica lo siguiente:

El período fundamental de vibración para cada dirección se estima con la ecuación 1:

$$T = \frac{h_n}{C_T} \quad (1)$$

Donde:

$C_T = 35$ Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente:

- a. Pórticos de concreto armado sin muros de corte.
- b. Pórticos dúctiles de acero con uniones resistentes a momentos, sin arriostramiento.

$C_T = 45$ Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean:

- a. Pórticos de concreto armado con muros en las cajas de ascensores y escaleras.
- b. Pórticos de acero arriostrados.

$C_T = 60$ Para edificios de albañilería y para todos los edificios de concreto armado duales, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada.

2.2.1.7. Determinación de los desplazamientos laterales

Según el artículo 31 de la E.030 (RNE), indica 31.1. que, para estructuras regulares, los desplazamientos laterales se calculan multiplicando por 0,75 R los resultados obtenidos del análisis lineal y elástico con las sollicitaciones sísmicas reducidas. Para estructuras irregulares, los desplazamientos laterales se calculan multiplicando por 0,85 R los resultados obtenidos del análisis lineal elástico. Para el cálculo de los desplazamientos

laterales no se consideran los valores mínimos de C/R ni el cortante mínimo en la base especificado.

2.2.1.8. Determinación de las distorsiones

La distorsión es calculada según el artículo 32 deriva del artículo 31 de la E.030 (RNE) el cual indica que los desplazamientos laterales obtenidos anteriormente se deben de restar primeramente entre el piso superior e inferior y dividir por la altura de entrepiso.

2.2.2. Modelos estructurales (softwares)

El análisis estructural de una obra civil o de un edificio es una de las partes más importantes de un proyecto de construcción, ya que a través de él nos aseguramos de que nuestra estructura resista las cargas y acciones a las que será sometida en su vida útil (Blog Structuralia, 2019).

Además, un buen dimensionamiento de la estructura tendrá un impacto en el presupuesto del proyecto, ya que, si el trabajo es demasiado grande, se necesitará más material y, por lo tanto, los costos aumentarán.

En este sentido, el cálculo de estructuras actualmente no se entiende sin el uso de programas informáticos que facilitan enormemente las operaciones. Por lo tanto, el conocimiento y la gestión del software utilizado serán necesarios si desea centrarse en este campo.

Según Structuralia (2019), a continuación, se mencionan algunos de los software más interesantes y utilizados para el diseño y cálculo de estructuras:

- a. Cypecad: Es uno de los programas más utilizados por su fiabilidad y simplicidad en el modelado y la entrada de datos. Es capaz de diseñar, calcular y dimensionar estructuras metálicas y de hormigón, así como verificar uniones soldadas y atornilladas. En cuanto a la presentación de la documentación generada, incluye todo lo necesario para la entrega del proyecto: planos de construcción, cálculo y memoria descriptiva.
- b. Sap2000: Programa de elementos finitos que tiene una interfaz gráfica 3D orientada a objetos. Debido a su fiabilidad, potencia informática y versatilidad, se utiliza para dimensionar puentes, presas, edificios y todo tipo de infraestructura. También cabe destacar la amplia selección de plantillas disponibles, la generación de mallas de cálculo automático o la facilidad para definir vistas personalizadas. La misma compañía tiene un software

específico para análisis estructural y dimensionamiento de edificios llamado ETABS.

- c. Midas: Este software está especialmente diseñado para el cálculo y diseño de infraestructura de obras civiles, resolviendo problemas de ingeniería estructural, geotécnica y mecánica. Entre las ventajas que nos brinda está el uso de algoritmos de elementos avanzados, un aumento significativo en la velocidad de análisis y el uso ilimitado de elementos, nudos o combinaciones de carga.
- d. Autodesk Robot: Con el apoyo de una empresa especializada como Autodesk, se considera una de las más completas del mercado. Cuenta con tecnología MEF y es capaz de calcular juntas de acero, estructuras de madera o secciones de ensamblaje, entre otras cosas. Con el uso cada vez más extendido de la metodología de Modelado de información de construcción, debe destacarse su gran interoperabilidad con Revit, uno de los programas BIM más utilizados, mejorando significativamente los flujos de trabajo.
- e. Tekla Structures: Finalmente, vamos a destacar el programa Tekla Structures que, aunque no es capaz de dimensionar la estructura, gracias a la enorme cantidad de materiales que puede modelar es muy útil. Además, desde un enfoque BIM, está diseñado para todo tipo de estructuras, como estadios de fútbol, plataformas marítimas, puentes o rascacielos.

2.3. Definición de términos

2.3.1. Análisis estructural

Se entiende como el estudio del comportamiento de una estructura; aquí, la estructura es información y, a través de su análisis, puede ver cómo funciona bajo ciertas condiciones (Arqhys, 2012).

2.3.2. Cargas dinámicas:

Son aquellos cuya magnitud, dirección y significado varían rápidamente con el tiempo, por lo que los esfuerzos y desplazamientos que se originan en la estructura también cambian con el tiempo (San Bartolomé, 1994).

2.3.3. Cargas estáticas

Son aquellos que se aplican lentamente sobre la estructura, lo que provoca tensiones y deformaciones que alcanzan sus valores máximos junto con la carga máxima (San Bartolomé, 1994).

2.3.4. Configuración estructural

Distribución y ubicación que se le da a todos los elementos resistentes de una estructura, es decir, columnas, paredes, losas, núcleos de escaleras, entre otros (Rivera, 2014).

2.3.5. Metrados de cargas

Es una técnica con la cual se estiman las cargas actuantes sobre los diferentes elementos estructurales que componen el edificio (San Bartolomé, 1994).

2.3.6. Predimensionamiento

Implica en asignar dimensiones iniciales a los elementos estructurales utilizando pautas de la práctica de Ingeniería Civil y las consideraciones establecidas en la Norma Técnica Peruana E.060 (Loa, 2017).

2.3.7. Sistema estructural

Son las estructuras compuestas por varios miembros, que soportan los edificios y también tienen la función de soportar las cargas que actúan sobre ellos al transmitirlos al suelo (Aguado, 1994).

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación es básica, debido a que el estudio toma como base las teorías previamente descritas, sobre las cuales permanece y contrasta con la realidad problemática generando nuevos aportes.

3.1.2. Diseño de investigación

El diseño de investigación es prospectivo, dado que la investigación tiene un enfoque en la realización de una propuesta de mejora, la misma que puede ser puesta en práctica.

Por otro lado, también presenta un diseño no experimental, dado que el estudio no realizará modificación alguna de las condiciones físicas de las estructuras, limitándose a realizar propuestas y sugerencias de mejoras.

Finalmente, la investigación tiene un diseño transversal, dado que el estudio se realiza en un momento determinado en el tiempo.

3.2. Población y/o muestra de estudio

La población de estudio está representada por edificaciones de muros de ductilidad limitada (MDL) y albañilería armada.

El estudio se enfoca en evaluar la edificación de departamentos del Carmín, correspondiendo ésta a la muestra de estudio.

La ubicación del proyecto, como se señala en la Figura 2, se sitúa en la Urb. El Carmín Mz. E Lts. 03, 04, 05, 06, 07, 08 y 09, del Sector COPARE Lt. A-2-6 del distrito, provincia y región de Tacna. El área de construcción es de 274,51 m².

Figura 2*Ubicación del proyecto Carmín*

3.3. Operacionalización de variables

Tabla 1*Operacionalización de variables de investigación*

| Variable | Definición operacional | Dimensiones | Indicador |
|--|---|---|--|
| Variable independiente. Sistema constructivo MDL (muros de ductilidad limitada) y de albañilería armada | Edificación de concreto armado y albañilería | Estructura | - Tipo de suelo - Propiedades de los materiales - Planos |
| Variable dependiente. Análisis y diseño estructural | Es el comportamiento de una estructura ante un sismo severo | -Análisis sísmico -Análisis por cargas verticales -Diseño estructural | - Esfuerzos - Deformaciones - Periodos |

3.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

Las técnicas a emplear es la observación, la misma que requiere visita de campo para la toma de datos.

A partir de dicha técnica, el instrumento es la ficha de observación, en la cual se ha tomado registro de diferentes medidas e información que permite conocer en una mejor escala las características de la edificación en evaluación.

3.5. Procesamiento y análisis de datos

Los softwares a utilizar son:

- a. Etabs 20.3.0.
- b. AutoCAD 2022.
- c. Microsoft Excel 2019.
- d. Microsoft Word 2019.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Análisis y diseño estructural como sistema MDL

A continuación, se presentan los parámetros utilizados y el desarrollo del análisis estructural para la presente edificación analizada en la tesis.

4.1.1. Propiedades de los materiales

Tabla 2

Propiedades del concreto

| Propiedad | Material 1 | Material 2 |
|---|------------|------------|
| Resistencia del concreto: $f'c$ (kg/cm ²) | 210 | 175 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 217 370,65 | 198 431,35 |
| Módulo de Poisson | 0,15 | 0,15 |
| Peso específico (kg/m ³) | 2 400 | 2 400 |

Tabla 3

Propiedades del acero

| Propiedad | Material 1 | Material 2 |
|--|------------|------------|
| Resistencia del acero: f_y (kg/cm ²) | 4 200 | 4 200 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 2,00 E+06 | 2,00 E+06 |
| Peso específico (kg/m ³) | 7 850 | 7 850 |

4.1.2. Cargas

4.1.2.1. Cargas muertas

Se han considerado los pesos señalados en la Tabla 4:

Tabla 4

Cargas muertas

| Descripción | Peso (kg/cm ²) |
|-----------------------|----------------------------|
| Losa Maciza E=12,5 cm | 300 |
| Losa Maciza E=20 cm | 480 |
| Piso Terminado | 50 |

4.1.2.2. Cargas vivas

Las cargas de la Tabla 5 fueron definidas conforme al Reglamento Nacional de Edificaciones E.020.

Tabla 5

Cargas vivas

| Descripción | Peso (kg/cm ²) |
|-------------|----------------------------|
| Vivienda | 200 |
| Azotea | 100 |

4.1.2.3. Cargas de sismo

Para la generación del Espectro Sísmico de Aceleraciones según el Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma E.030-2018, se usarán los siguientes coeficientes:

Tabla 6

Factores sísmicos

| Descripción | Valor |
|---------------------------------------|-------|
| Factor de zona (Z) | 0,45 |
| Factor de uso (U) | 1 |
| Factor de amplificación sísmica (C) | 2,5 |
| Factor de suelo (S) | 1,05 |
| Coefficiente básico de reducción (Ro) | 4 |
| Irregularidad en altura (Ia) | 1 |
| Irregularidad en planta (Ip) | 0,9 |
| Coefficiente de reducción sísmica (R) | 3,6 |

El espectro sísmico se muestra en la Figura 3, siendo insertado en el software Etabs:

Figura 3

Espectro de respuesta sísmica



Nota. Espectro de respuesta sísmica en función de los parámetros sismorresistente Z (factor de zona), U (uso), C (amplificación sísmica), S (factor de suelo), R (factor de reducción sísmica).

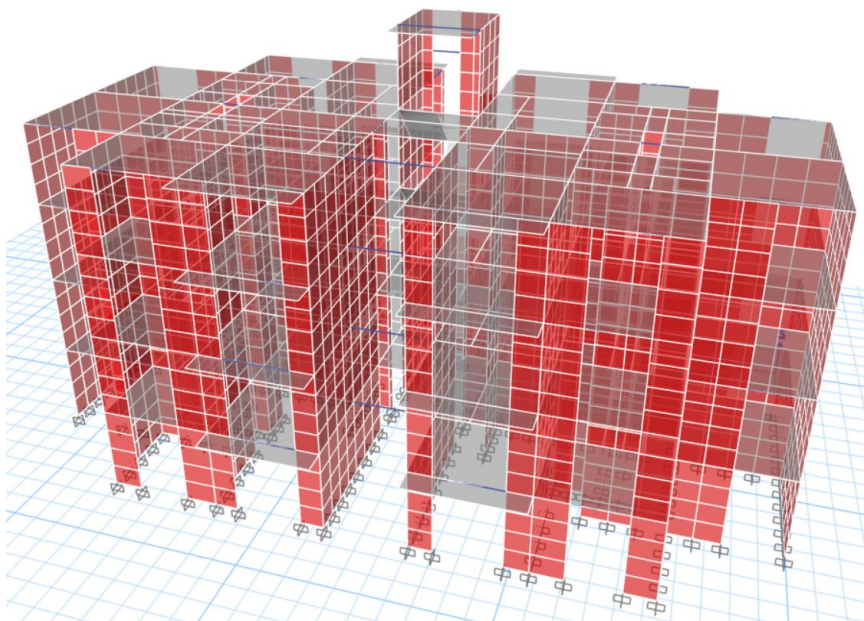
4.1.3. Estimación del peso de la edificación

El peso (P), se calculará adicionando a la carga permanente y total de la edificación un 25 % de la carga viva.

4.1.4. Tratamiento estructural

4.1.4.1. Modelaje estructural

La Figura 4 muestra el modelamiento estructural en Etabs, realizado para la edificación:

Figura 4*Modelamiento estructural*

Nota. Modelo matemático con elementos tipo áreas y barras en Etabs.

4.1.4.2. Cortante basal mínimo

Tabla 7*Fuerzas cortantes*

| Cortante | Vest | 90 %Vest | Vdin | Factor |
|-----------------|-------------|-----------------|-------------|---------------|
| Vx | 317,76 | 285,98 | 239,96 | 11,919 |
| W | 317,76 | 285,98 | 227,63 | 12,564 |

4.1.4.3. Desplazamientos máximos permisibles

Tabla 8*Desplazamientos y distorsiones*

| Nivel | Desp Máx (cm) | | Desp máx. relat. (cm) | | Distorsión | |
|--------------|----------------------|----------|------------------------------|----------|-------------------|----------|
| | X | Y | X | Y | X | Y |
| 5 | 0,9342 | 0,2997 | 0,8591 | 0,2079 | 0,0032 | 0,0008 |
| 4 | 0,2562 | 0,3040 | 0,1812 | 0,2122 | 0,0007 | 0,0008 |
| 3 | 0,1458 | 0,1804 | 0,1458 | 0,1804 | 0,0005 | 0,0007 |
| 2 | 0,2017 | 0,2430 | 0,1266 | 0,1512 | 0,0005 | 0,0006 |
| 1 | 0,0751 | 0,0918 | 0,0751 | 0,0918 | 0,0003 | 0,0003 |

4.1.4.4. Periodos de la estructura

Tabla 9

Periodos de la estructura

| Mode | Period (s) | UX | UY | Sum UX | Sum UY |
|------|------------|------|------|--------|--------|
| 1 | 0,12 | 0,72 | 0,01 | 0,7 | 0 |
| 2 | 0,11 | 0,01 | 0,68 | 0,7 | 0,7 |
| 3 | 0,10 | 0,00 | 0,00 | 0,7 | 0,7 |
| 4 | 0,08 | 0,03 | 0,01 | 0,8 | 0,7 |
| 5 | 0,07 | 0,00 | 0,05 | 0,8 | 0,7 |
| 6 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,8 | 0,7 |
| 7 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,8 | 0,7 |
| 8 | 0,04 | 0,00 | 0,07 | 0,8 | 0,8 |
| 9 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 0,8 | 0,8 |
| 10 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,8 | 0,8 |
| 11 | 0,03 | 0,17 | 0,00 | 0,9 | 0,8 |
| 12 | 0,03 | 0,00 | 0,01 | 0,9 | 0,8 |
| 13 | 0,03 | 0,00 | 0,00 | 0,9 | 0,8 |
| 14 | 0,02 | 0,05 | 0,00 | 1 | 0,8 |
| 15 | 0,03 | 0,00 | 0,15 | 1 | 1 |

4.1.5. Diseño de elementos estructurales

Los elementos de concreto armado se diseñarán con el Diseño por Resistencia, o también llamado Diseño a la Rotura. Lo que se pretende es proporcionar a los elementos una resistencia adecuada según lo que indique la N.T.E E.060, utilizando factores de cargas y factores de reducción de resistencia.

Los elementos de albañilería armada se diseñarán por sismo severo, resistencia al corte global, fuerzas internas ante sismo severo y verificación del agrietamiento en pisos superiores según lo que indique la N.T.E E.070.

Primero se tiene el metrado de las cargas de servicio, las cuales se amplifican mediante los llamados factores de carga. Luego se aplica la siguiente combinación de cargas:

$$\text{Combo 1} = 1,4 D + 1,7 L \quad (2)$$

$$\text{Combo 2} = 1,25 (D + L) + SX \quad (3)$$

$$\text{Combo 3} = 1,25 (D + L) - SX \quad (4)$$

$$\text{Combo 4} = 1,25 (D + L) + SY \quad (5)$$

$$\text{Combo 5} = 1,25 (D + L) - SY \quad (6)$$

$$\text{Combo 6} = 0,9 D + 1,0 SX \quad (7)$$

$$\text{Combo 7} = 0,9 D - 1,0 SX \quad (8)$$

$$\text{Combo 8} = 0,9 D + 1,0 SY \quad (9)$$

$$\text{Combo 9} = 0,9 D - 1,0 SY \quad (10)$$

Estas combinaciones se encuentran especificadas en la N.T.E. E.060 y de esta manera se está analizando la estructura en su etapa última. La resistencia de diseño proporcionada por un elemento deberá tomarse como la resistencia nominal (resistencia proporcionada considerando el refuerzo realmente colocado) multiplicada por un factor ϕ de reducción de resistencia, según el tipo de sollicitación a la que esté sometido el elemento.

Estos factores de reducción de resistencia se indican en la N.T.E. E.060. Algunos de estos son:

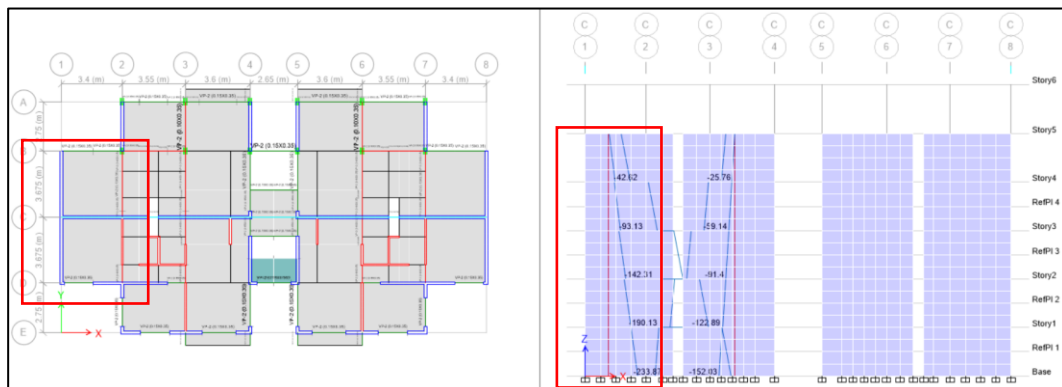
- a. Flexión : 0,90
- b. Cortante : 0,85
- c. Flexocompresión : 0,70

4.1.5.1. Diseño de muros de ductilidad limitada

Analizaremos el muro M-1 señalado en la Figura 5, la cual se muestra a continuación:

Figura 5

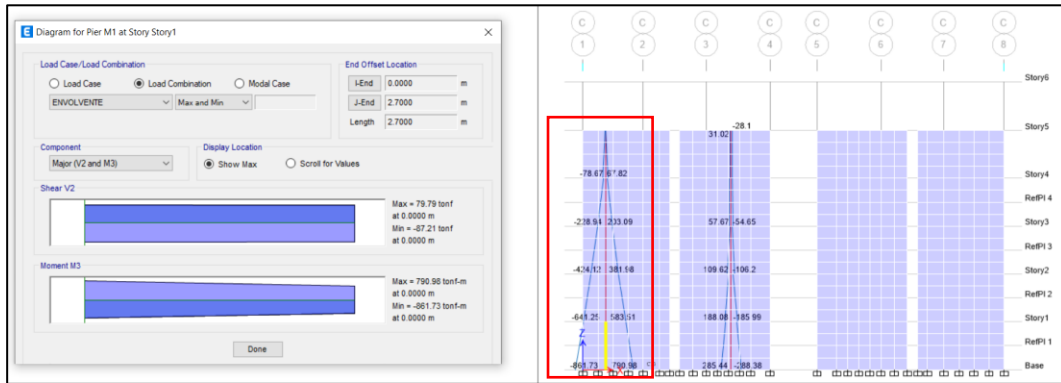
Ubicación del muro M-1 y diagrama de esfuerzo axial



Nota. Se observa un esfuerzo axial último de 233,87 tonf sobre el muro M-1.

Figura 6

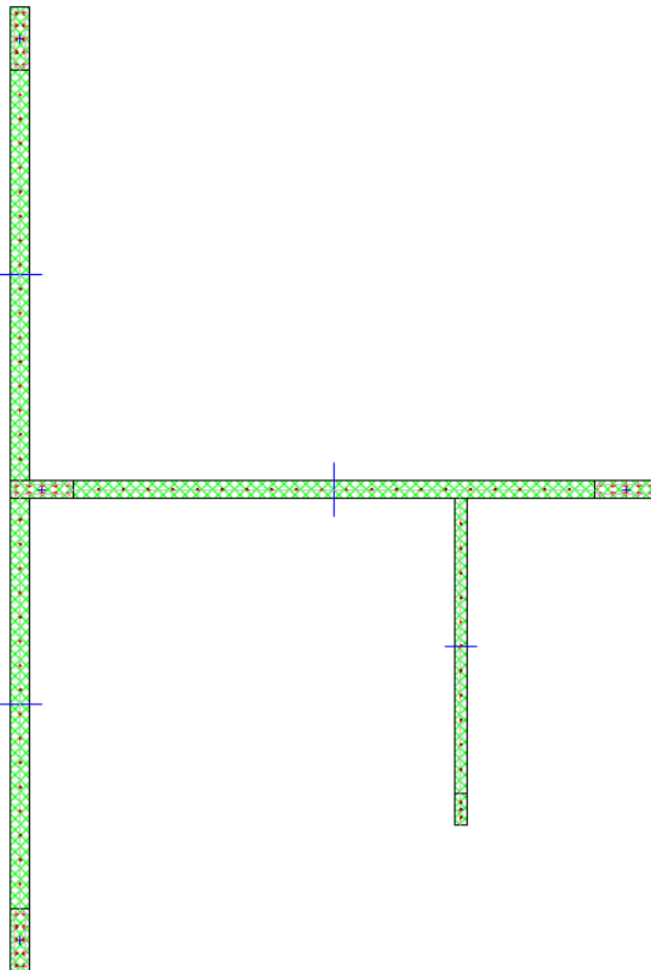
Diagrama de momento para MDL M-1



Nota. Diagramas de corte y momento flector de la envolvente del muro M-1.

Figura 7

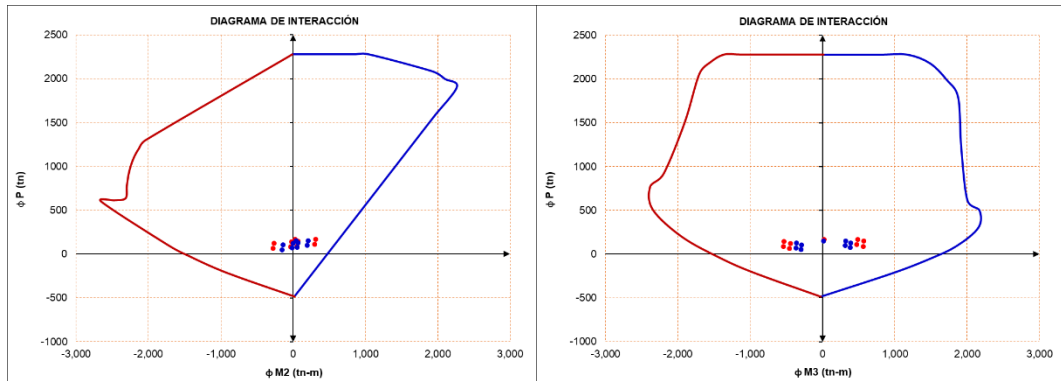
Esquema de acero en el muro M-1



Nota. Esquema elaborado en Etabs para la elaboración de los diagramas de interacción.

Figura 8

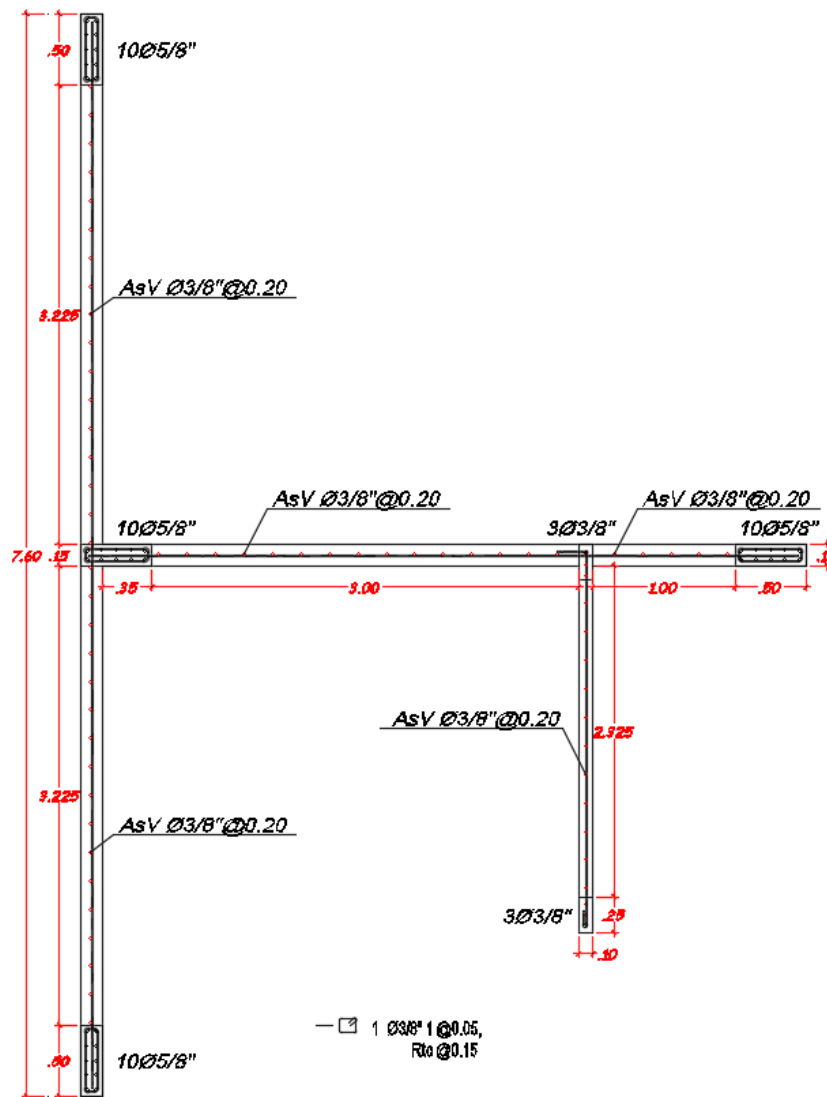
Diagrama de interacción de muro M-01



Nota. Diagrama obtenido del modelamiento de la sección de muro de ductilidad limitada a analizar en Etabs y Excel.

Figura 9

Esquema con el acero colocado según diseño

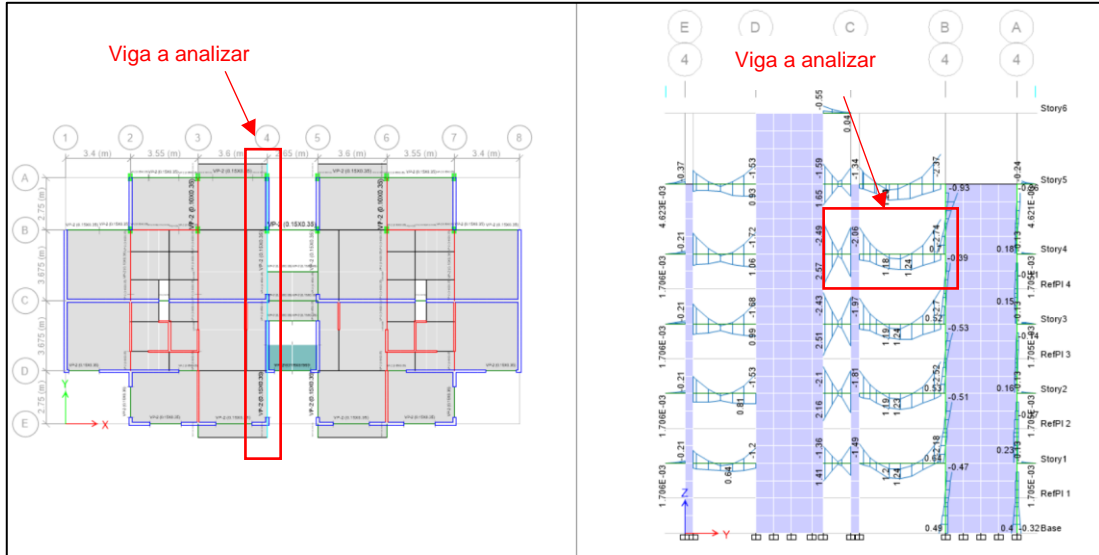


4.1.5.2. Diseño de vigas

Analizaremos la Viga 0,15 x 0,35 m más esforzadas de toda la estructura. La Figura 10 indica que esta viga se encuentra en el eje 4-4 del cuarto piso.

Figura 10

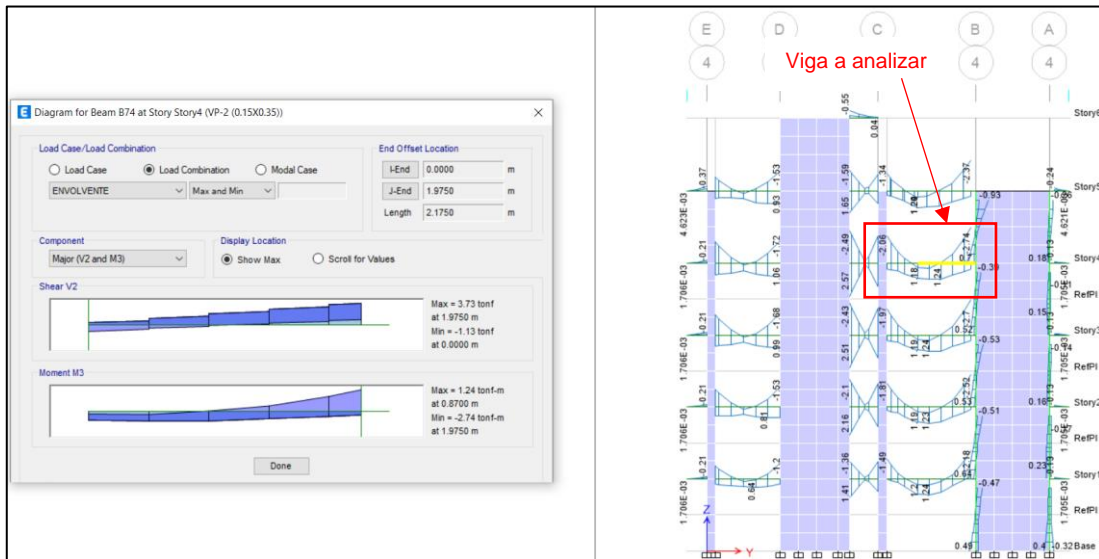
Ubicación de la viga 0,15 x 0,35 m y diagrama de momento flector



Nota. Viga a analizar en el eje 4-4 entre los ejes B-B del cuarto piso.

Figura 11

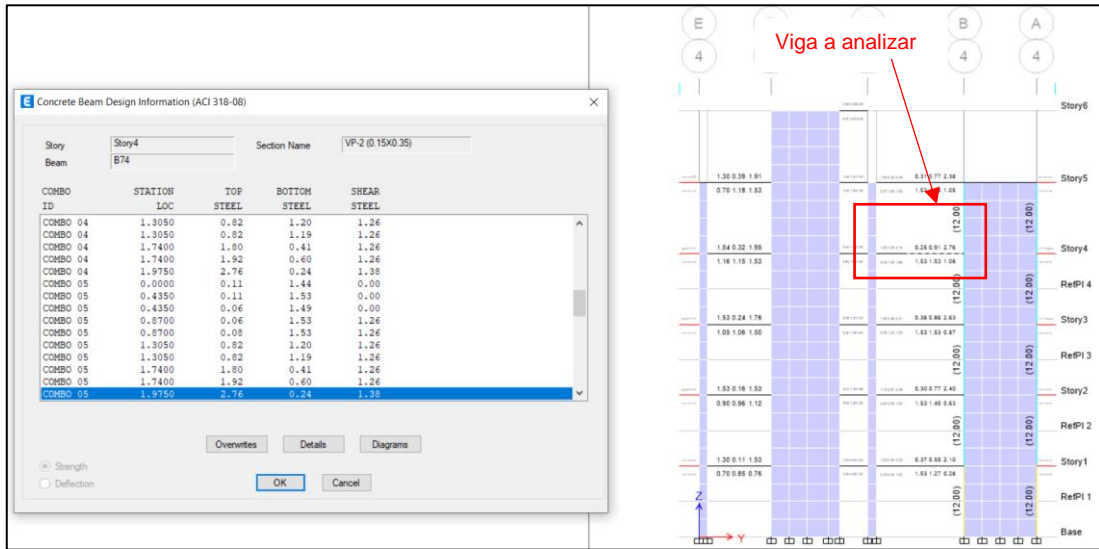
Diagrama de momento flector para viga



Nota. Viga a analizar en el eje 4-4 entre los ejes B-B del cuarto piso.

Figura 12

Refuerzo de acero longitudinal de acero en viga



Nota. Viga a analizar en el eje 4-4 entre los ejes B-B del cuarto piso.

Figura 13

Esquema de acero en viga según diseño

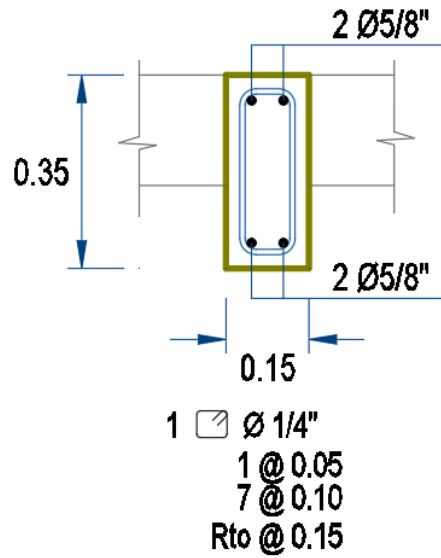


Tabla 10*Cálculo de acero obtenido*

| Beam Element Details (Summary) | | Section properties | | Material properties | |
|--------------------------------|--------------------|---------------------|-------|--|-------------|
| Level | Story 3 | b (m) | 0,15 | Ec (tonf/m ²) | 1 984 313,5 |
| Element | B74 | h (m) | 0,35 | f'c (tonf/m ²) | 1 750 |
| Unique Name | 201 | b _f (m) | 0,15 | Lt.Wt Factr (Unitless) | 1 |
| Section ID | VP-2 (0,15 x 0,35) | d _s (m) | 0 | fy (tonf/m ²) | 42 000 |
| Combo ID | COMBO 05 | d _{ct} (m) | 0,045 | fy _s (tonf/m ²) | 42 000 |
| Station Loc | 1,975 | d _{cb} (m) | 0,045 | | |
| Length (m) | 2,175 | | | | |
| LLRF | 1 | | | | |
| Type | Non Sway | | | | |

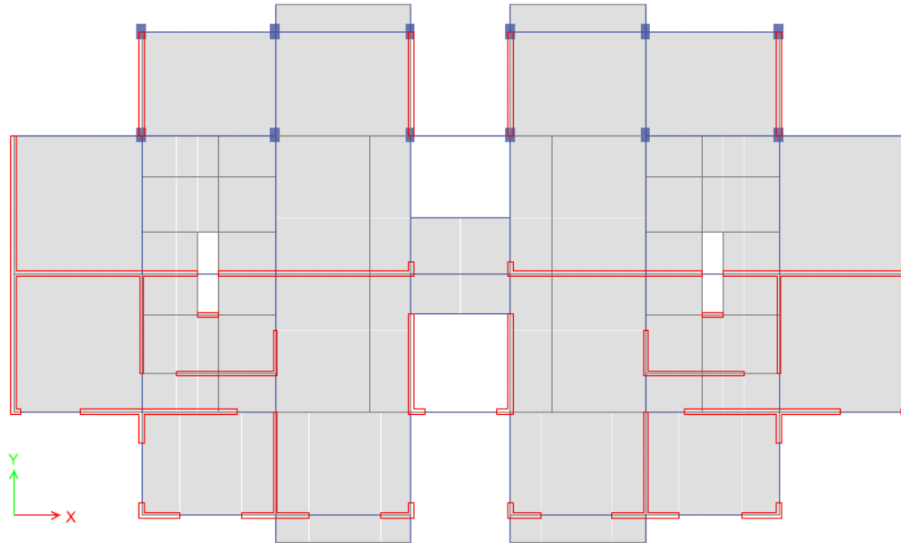
Tabla 11*Parámetros de diseño para momento Mu3 y Vu2*

| Design code parameters | | Design moment and Flexural Reinforcement for Moment, Mu3 | | | Shear Force and Reinforcement for Shear, Vu2 | |
|------------------------|------|--|---------------|------------------|--|-------|
| | | Description | Top (+2 Axis) | Bottom (-2 Axis) | Description | Value |
| φT | 0,9 | Design-Moment tonf-m | -2,74 | | Shear Vu 2 tonf | 3,73 |
| φCTied | 0,65 | Design+Moment tonf-m | | 0 | Shear Vc tonf | 2,41 |
| φCSpiral | 0,75 | -Moment Rebar cm ² | 2,76 | 0 | Shear Vs tonf | 1,32 |
| φVns | 0,75 | +Moment Rebar cm ² | 0,18 | 0,18 | Shear Vp tonf | 2,05 |
| φVs | 0,6 | Minimum Rebar cm ² | 1,53 | 0,24 | Rebar Av/S cm ² /m | 1,38 |
| φVjoint | 0,85 | Required Rebar cm ² | 2,76 | 0,24 | | |

4.1.5.3. Diseño de losas macizas

Figura 14

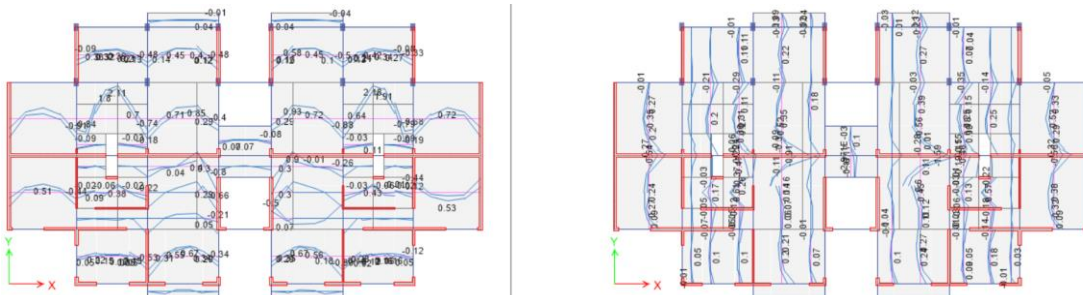
Planta de losa de primer entrepiso



Nota. Planta de primer piso del modelo en Etabs.

Figura 15

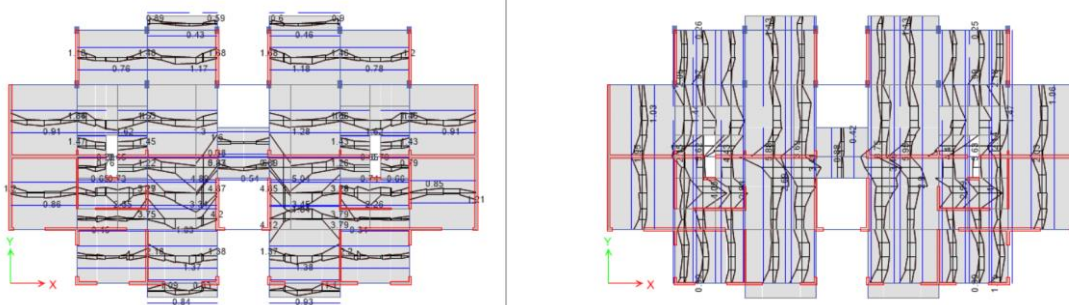
Diagrama de momento flector para losa



Nota. Planta del primer piso mostrando los diagramas de momento flector horizontal (a la izquierda) y vertical (a la derecha) en las todas las losas macizas.

Figura 16

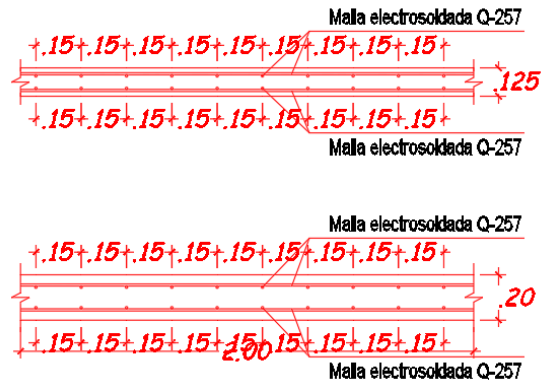
Refuerzo longitudinal de acero en losa



Nota. Planta del primer piso mostrando los refuerzos horizontales (a la izquierda) y refuerzos verticales (a la derecha) en las todas las losas macizas.

Figura 17

Detalle típico de losa de entrepiso



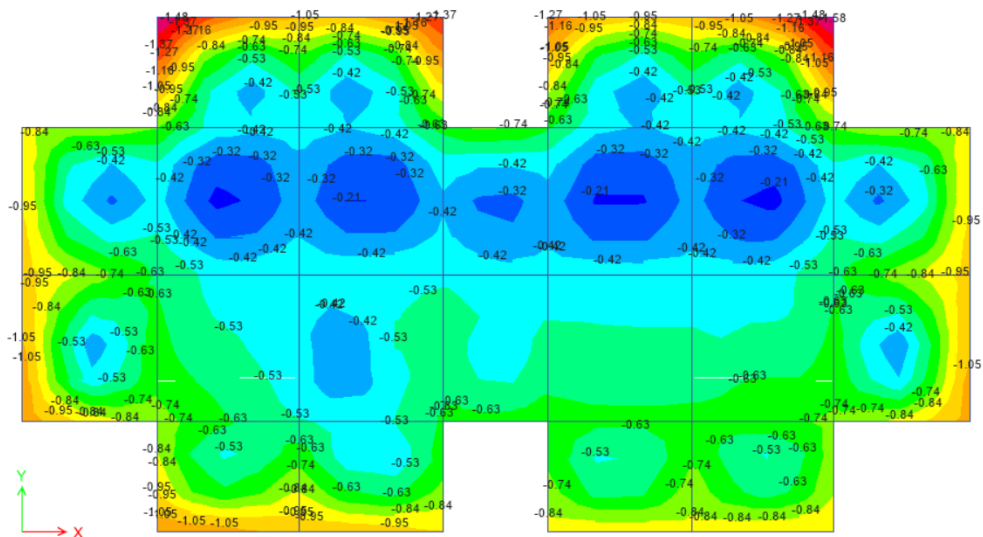
4.1.5.4. Diseño de platea de cimentación

Dado el comportamiento sismorresistente de la Estructura vertical (columnas y muros de ductilidad limitada), se tienen que conformar cimentaciones que deben soportar las cargas gravitacionales y las cargas de sismo.

La capacidad portante es de $2,50 \text{ kg/cm}^2$, por lo que se procederá a la verificación de las presiones como se muestra en las Figuras 18, 19, 20, 21 y 22:

Figura 18

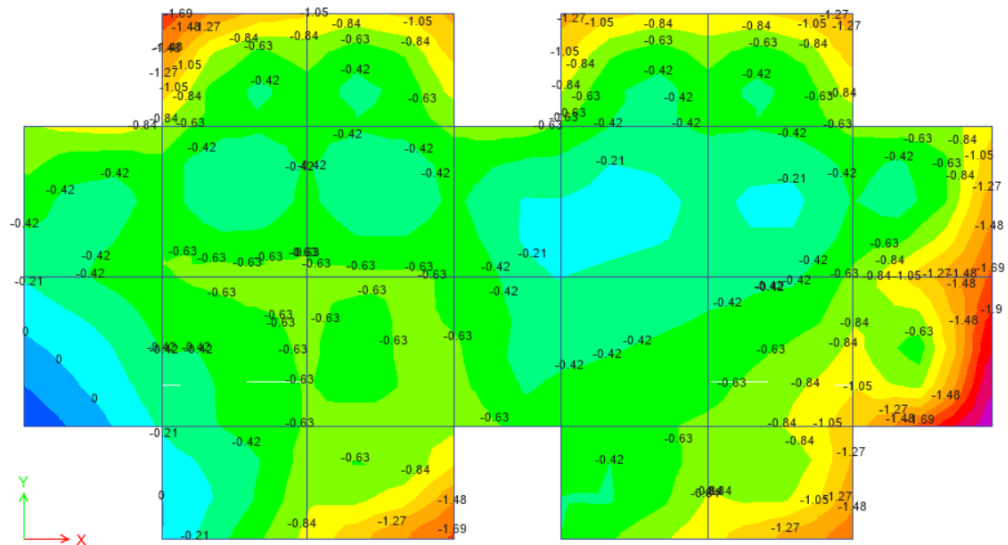
Presión del suelo con la combinación: Presión 1 (CM+CV): $1,56 \text{ kg/cm}^2 < 2,50 \text{ kg/cm}^2$



Nota. Diagrama de presiones por cargas de servicio, como se observa en el gráfico ninguna supera la presión admisible de $2,50 \text{ kg/cm}^2$.

Figura 19

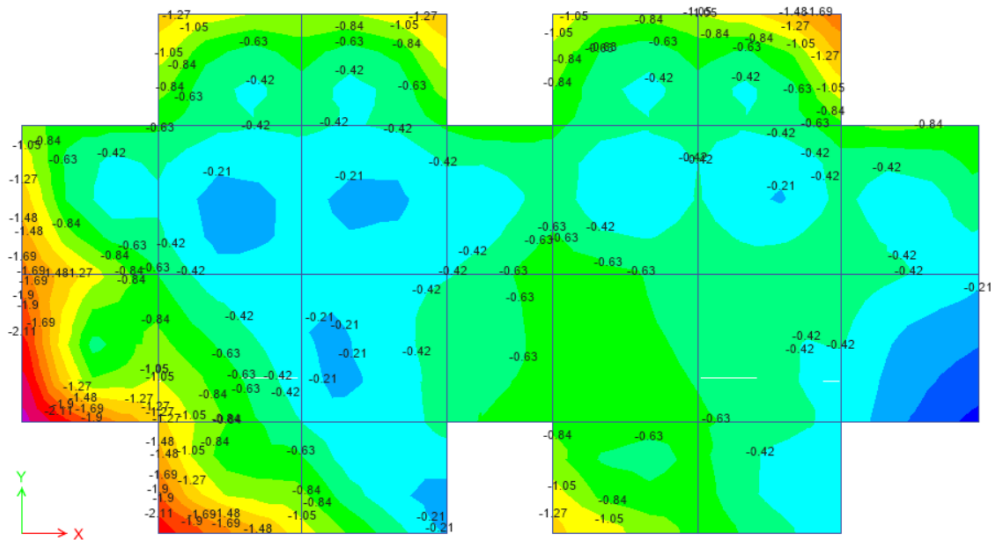
Presión del suelo con la combinación: Presión 2 (CM+CV+0.80SX): 2,42 kg/cm² < 3,25 kg/cm²



Nota. Diagrama de presiones por cargas de sismo en +X, como se observa en el gráfico ninguna supera la presión admisible de 2,50 kgf/cm². Se consideró la capacidad portante incrementada al 30 % según el artículo 15.2.4. de la E.060 y el factor de 0,80 Sx del artículo 15.2.5.

Figura 20

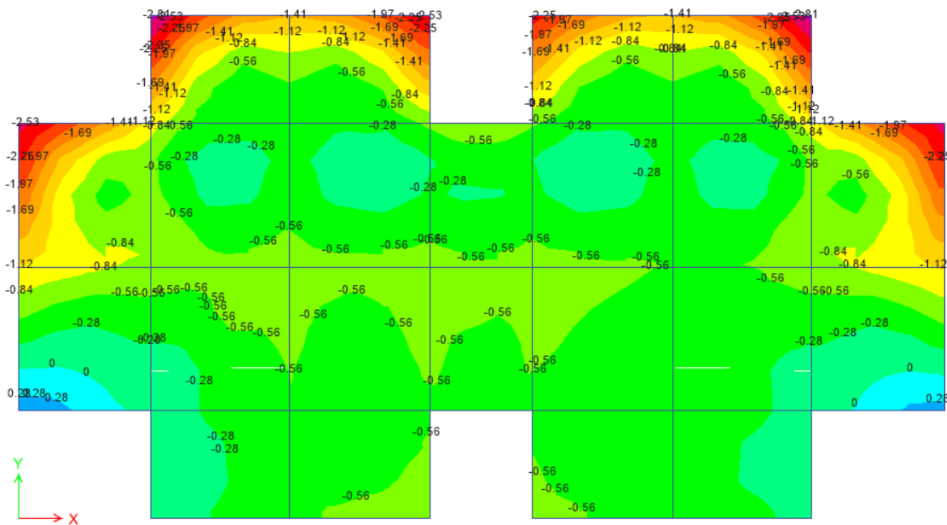
Presión del suelo con la combinación: Presión 3 (CM+CV-0,80 SX): 2,58 kg/cm² < 3,25 kg/cm²



Nota. Diagrama de presiones por cargas de sismo en -X, como se observa en el gráfico ninguna supera la presión admisible de 3,25 kgf/cm². Se consideró la capacidad portante incrementada al 30 % según el artículo 15.2.4. de la E.060 y el factor de 0,80 Sx del artículo 15.2.5.

Figura 21

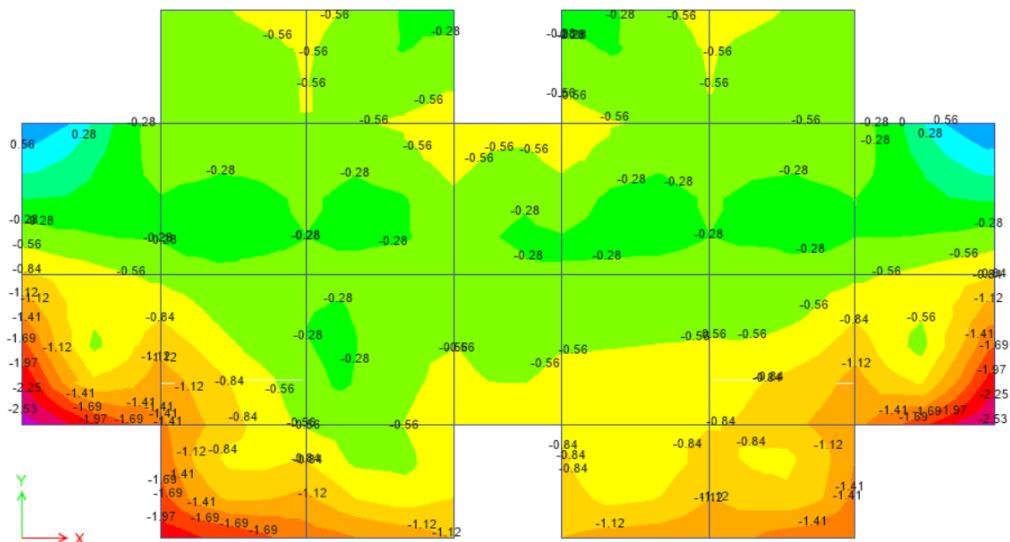
Presión del suelo con la combinación: Presión 4 (CM+CV+0,80 SY): 2,78 kg/cm² < 3,25 kg/cm²



Nota. Diagrama de presiones por cargas de sismo en +Y, como se observa en el gráfico ninguna supera la presión admisible de 3,25 kgf/cm². La capacidad portante incrementada al 30 % según el artículo 15.2.4. de la E.060 y el factor de 0,80 Sx del artículo 15.2.5.

Figura 22

Presión del suelo con la combinación: Presión 5 (CM+CV-0,80 SY): 2,66 kg/cm² < 3,25 kg/cm²

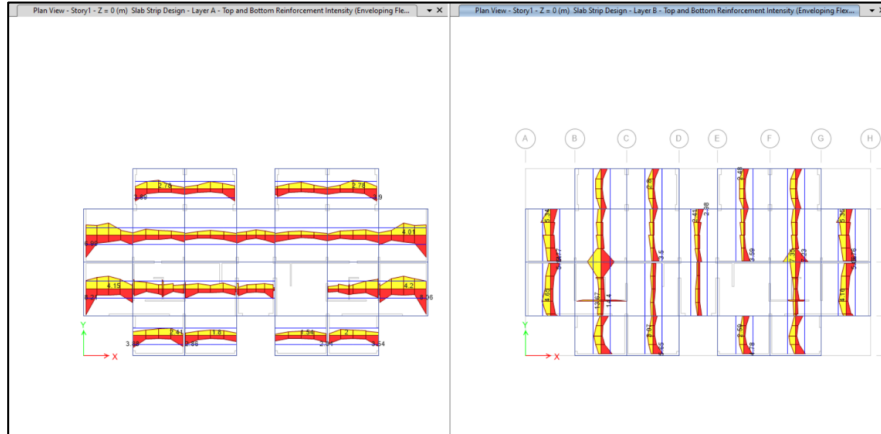


Nota. Diagrama de presiones por cargas de sismo en -Y, como se observa en el gráfico ninguna supera la presión admisible de 3,25 kgf/cm². Se consideró la capacidad portante incrementada al 30 % según el artículo 15.2.4. de la E.060 y el factor de 0,80 Sx del artículo 15.2.5.

A continuación, la Figura 23 muestra el acero calculado de la platea de cimentación:

Figura 23

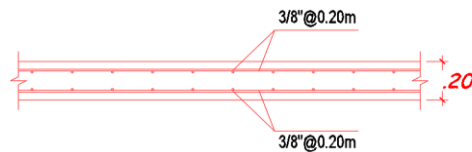
Acero calculado de la platea de cimentación



Nota. Acero calculado por elementos finitos en la platea de cimentación horizontal (a la izquierda) y vertical (a la derecha).

Figura 24

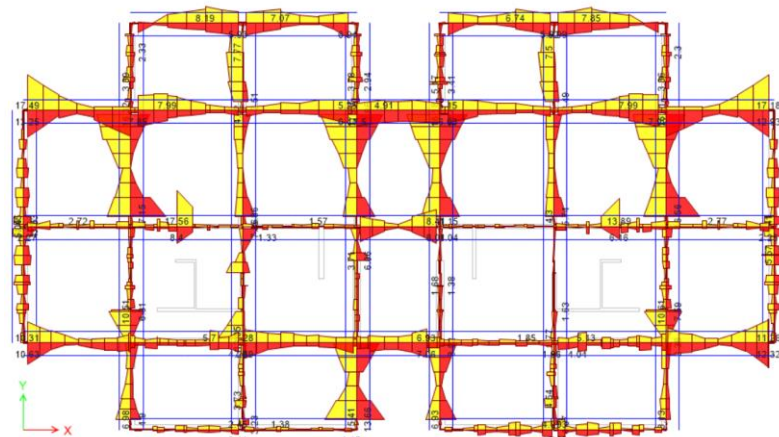
Detalle general de losa de cimentación



Seguidamente, la Figura 25 presenta el diseño de la viga de cimentación:

Figura 25

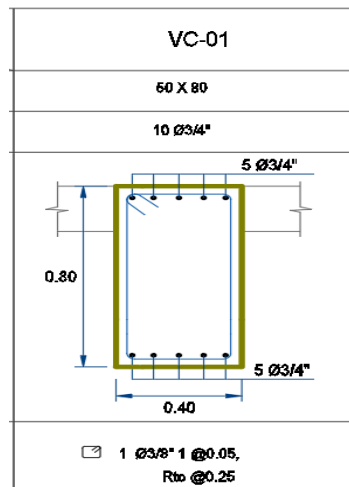
Diagrama de momentos flectores en vigas de cimentación



Nota. Diagrama de momentos flector en vigas de la platea de cimentación, en ambas direcciones.

Figura 26

Detalle de sección de viga de cimentación según diseño



4.2. Análisis y diseño estructural como sistema AA

A continuación, se presentan los parámetros utilizados y el desarrollo del análisis estructural para la presente edificación analizada en la tesis.

4.2.1. Propiedades de los materiales

Tabla 12

Propiedades del concreto

| Propiedades | Material 1 | Material 2 |
|---|------------|------------|
| Resistencia del concreto: $f'c$ (kg/cm ²) | 210 | 175 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 217 370,65 | 198 431,35 |
| Módulo de Poisson | 0,15 | 0,15 |
| Peso específico (kg/m ³) | 2 400 | 2 400 |

Tabla 13

Propiedades del acero

| Propiedades | Material 1 | Material 2 |
|--|------------|------------|
| Resistencia del acero: f_y (kg/cm ²) | 4 200 | 4 200 |
| Módulo de elasticidad (kg/cm ²) | 2,00 E+06 | 2,00 E+06 |
| Peso específico (kg/cm ³) | 7 850 | 7 850 |

4.2.2. Cargas

4.2.2.1. Cargas muertas

Se han considerado los pesos mostrados en la Tabla 14:

Tabla 14

Cargas muertas

| Descripción | Peso (kg/cm²) |
|-----------------------|---------------------------------|
| Losa Maciza E=12,5 cm | 300 |
| Losa Maciza E=20 cm | 480 |
| Piso Terminado | 50 |

4.2.2.2. Cargas vivas

La Tabla 15 muestra las cargas vivas que fueron consideradas de acuerdo con el Reglamento Nacional de Edificaciones E.020.

Tabla 15

Cargas vivas

| Descripción | Peso (kg/cm²) |
|--------------------|---------------------------------|
| Vivienda | 200 |
| Azotea | 100 |

4.2.2.3. Cargas de sismo

La Tabla 16 señala los coeficientes del Espectro Sísmico de Aceleraciones según el Reglamento Nacional de Edificaciones – Norma E.030 – 2018:

Tabla 16

Factores sísmicos

| Descripción | Valor |
|---------------------------------------|--------------|
| Factor de zona (Z) | 0,45 |
| Factor de uso (U) | 1 |
| Factor de amplificación sísmica (C) | 2,5 |
| Factor de suelo (S) | 1,05 |
| Coefficiente básico de reducción (Ro) | 6 |

(continúa)

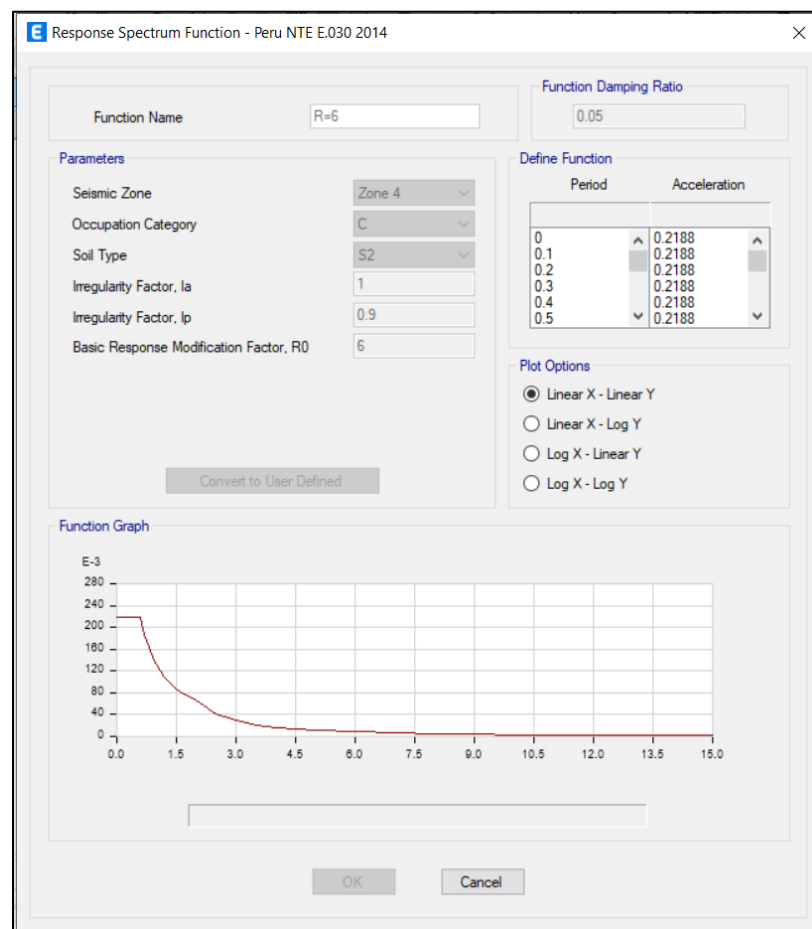
Tabla 16 (continuación)

| Descripción | Valor |
|---------------------------------------|-------|
| Irregularidad en altura (I_a) | 1 |
| Irregularidad en planta (I_p) | 0,9 |
| Coefficiente de reducción sísmica (R) | 5,4 |

Siendo el espectro sísmico el mostrado a continuación, en la Figura 27, según los parámetros anteriormente indicados:

Figura 27

Espectro de respuesta sísmica



Nota. Espectro de respuesta sísmica en función de los parámetros sismorresistente Z (factor de zona), U (uso), C (amplificación sísmica), S (factor de suelo), R (factor de reducción sísmica).

4.2.3. Estimación del peso de la edificación

El peso (P), se calculará adicionando a la carga permanente y total de la edificación un 25 % de la carga viva.

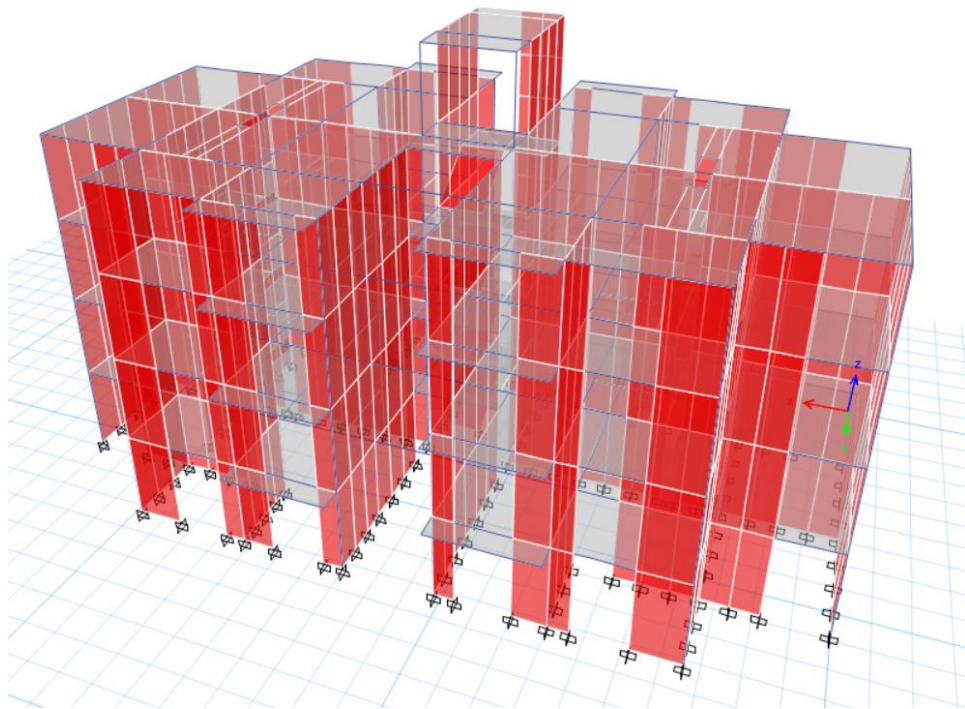
4.2.4. Tratamiento estructural

4.2.4.1. Modelaje estructural

La Figura 28 muestra el modelamiento estructural en el software Etabs, realizado para la edificación:

Figura 28

Modelamiento estructural



Nota. Modelo matemático con elementos tipo áreas y barras en el software Etabs.

4.2.4.2. Cortante basal mínimo

Tabla 17

Fuerzas cortantes

| Cortante | Vest | 90 % Vest | Vdin | Factor |
|-----------------|-------------|------------------|-------------|---------------|
| Vx | 240,98 | 216,88 | 194,91 | 1,1128 |
| W | 240,98 | 216,88 | 194,76 | 1,1136 |

4.2.4.3. Desplazamientos máximos permisibles

Tabla 18

Desplazamientos y distorsiones

| Nivel | Desp Máx (cm) | | Desp máx. Relat. (cm) | | Distorsión | |
|-------|---------------|--------|-----------------------|--------|------------|--------|
| | X | Y | X | Y | X | Y |
| 5 | 0,9026 | 0,3804 | 0,6858 | 0,1963 | 0,0025 | 0,0007 |
| 4 | 0,4849 | 0,4682 | 0,2681 | 0,2840 | 0,0010 | 0,0011 |
| 3 | 0,2957 | 0,2341 | 0,2957 | 0,2341 | 0,0011 | 0,0009 |
| 2 | 0,5262 | 0,4034 | 0,3094 | 0,2192 | 0,0011 | 0,0008 |
| 1 | 0,2168 | 0,1841 | 0,2168 | 0,1841 | 0,0008 | 0,0007 |

4.2.4.4. Periodos de la estructura

Tabla 19

Periodos de la estructura

| Mode | Period (s) | UX | UY | Sum UX | Sum UY |
|------|------------|------|------|--------|--------|
| 1 | 0,18 | 0,79 | 0,00 | 0,8 | 0 |
| 2 | 0,14 | 0,00 | 0,79 | 0,8 | 0,8 |
| 3 | 0,12 | 0,00 | 0,00 | 0,8 | 0,8 |
| 4 | 0,09 | 0,02 | 0,00 | 0,8 | 0,8 |
| 5 | 0,05 | 0,14 | 0,00 | 1 | 0,8 |
| 6 | 0,05 | 0,00 | 0,08 | 1 | 0,9 |
| 7 | 0,05 | 0,00 | 0,01 | 1 | 0,9 |
| 8 | 0,04 | 0,00 | 0,02 | 1 | 0,9 |
| 9 | 0,04 | 0,00 | 0,01 | 1 | 0,9 |
| 10 | 0,04 | 0,00 | 0,01 | 1 | 0,9 |
| 11 | 0,04 | 0,00 | 0,01 | 1 | 0,9 |
| 12 | 0,04 | 0,00 | 0,00 | 1 | 0,9 |
| 13 | 0,03 | 0,00 | 0,02 | 1 | 1 |
| 14 | 0,03 | 0,04 | 0,00 | 1 | 1 |
| 15 | 0,02 | 0,00 | 0,03 | 1 | 1 |

4.2.5. Diseño de elementos estructurales

Diseño por sismo moderado, resistencia al corte global, fuerzas internas ante sismo severo y verificación del agrietamiento en pisos superiores:

- L = Longitud total del muro (m)
- P_g = Carga axial de gravedad = $p_d + 0,50 p_l$
- V_e, M_e = Fuerza cortante y momento flector por sismo moderado
- $1/3 \leq \alpha = V_e L / M_e \leq 1,0$ Factor de reducción de la resistencia al corte por esbeltez
- $V_m = 0,5 v'm \alpha t L + 0,23 P_g$ = Resistencia a fuerza cortante
- $t = 0,19$ m = Espesor efectivo de los muros
- $v'm$ = Resistencia a corte puro de la albañilería = $8,45 \text{ kg/cm}^2$
- $2,0 \leq V_m 1 / V_e 1 \leq 3,0$ Factor amplificación para pasar a condición de sismo severo
- $V_u = V_e (V_m 1 / V_e 1)$ = Fuerza cortante última ante sismo severo
- $M_u = M_e (V_m 1 / V_e 1)$ = Momento flector último ante sismo severo
- VE = Cortante de entrepiso ante sismo severo

Cabe resaltar que el factor de carga " $V_m 1 / V_e 1$ " se calcula sólo para el primer piso de cada muro. Una vez realizados los cálculos, deberá verificarse lo siguiente:

- Ningún muro debe agrietarse ante el sismo moderado: $V_e \leq 0,55 V_m$. De no cumplirse esta expresión, donde puede aceptarse hasta 5 % de error, deberá cambiarse la calidad de la albañilería, el espesor del muro, o convertirlo en placa de concreto armado; en los dos últimos casos, deberá reanalizarse el edificio.
- En cualquier piso, la resistencia global a fuerza cortante ($\sum V_m$) deberá ser mayor o igual a la fuerza cortante producida por el sismo severo (VE). De no cumplirse esta expresión, deberá cambiarse en algunos muros la calidad de la albañilería, su espesor, o convertirlos en placas de concreto armado, reanalizando al edificio en los dos últimos casos. Cuando se tenga exceso de resistencia ($\sum V_m > VE$), se podrá dejar de confinar algunos muros internos.
- Cuando $\sum V_m > 3 VE = R VE$, culmina el diseño y se coloca refuerzo mínimo.

Esta expresión indica que todos los muros del edificio se comportarán elásticamente ante el sismo severo.

- Todo muro de un piso superior que tenga $V_U \geq V_m$, se agrietará por corte, y se diseñará como un muro del primer piso. En esta expresión puede admitirse hasta 5 % de error.

4.2.5.1. Diseño de muros de albañilería armada

a. Espesor efectivo mínimo

El espesor efectivo t mínimo es:

$$t \geq \frac{h}{20} \quad (11)$$

Para esta edificación, la altura de piso a piso es de 2,70 m, los muros tienen una viga de arriostre de 0,30 m de peralte, por lo tanto, la altura libre h es 2,40 m, entonces, se tiene que:

$$\rightarrow t \geq \frac{2,40}{20} = 0,12 \text{ m}$$

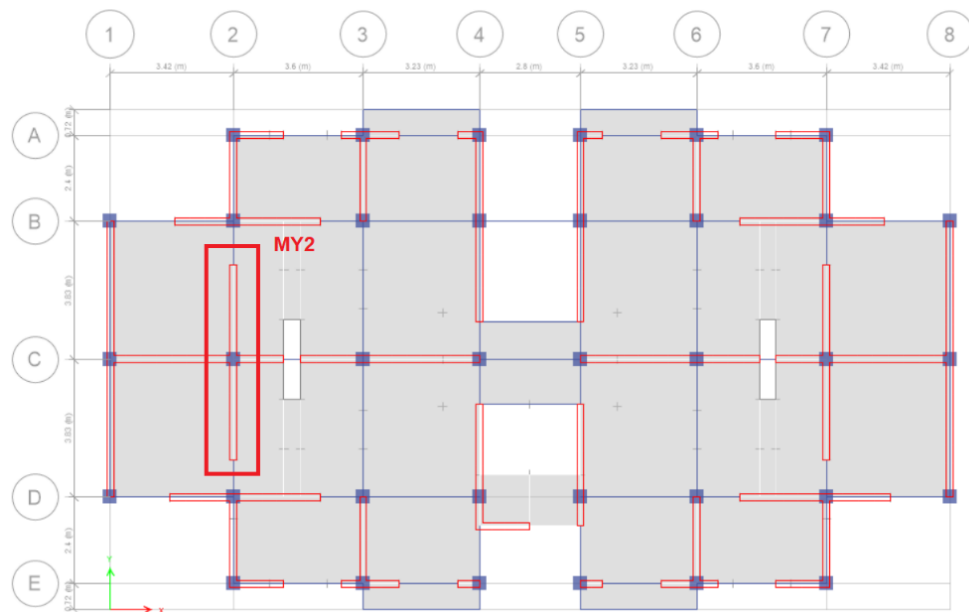
Para la edificación se ha elegido un espesor efectivo de 0,19 m mayor al mínimo de 0,12 m.

b. Esfuerzo axial máximo

Para la verificación se elegirá el muro más esforzado, la Figura 29 señala la ubicación de este elemento:

Figura 29

Ubicación del muro más esforzado (MY2)



Nota. Se observa la ubicación del muro MY2 a analizar en el programa Etabs.

Para el muro MY2, las cargas de gravedad actuantes son en el primer nivel son:

$$P_{CM} = 32,52 \text{ tn}$$

$$P_{CVS} = 6,62 \text{ tn}$$

Con estas cargas, se obtiene que $P_m = P_{CM} + P_{CVS} = 39,14 \text{ tn}$

El esfuerzo axial máximo σ_m deberá cumplir con las limitaciones determinadas mediante las ecuaciones 12, 13 y 14:

$$\sigma_{m \text{ act.}} = \frac{P_m}{L * t} = \frac{39,14}{5,19 * 0,19} = 3,97 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \quad (12)$$

$$\sigma_{m1} \leq 0,2 * f'_m * \left(1 - \frac{h^2}{35 * t}\right) \quad (13)$$

$$\sigma_{m2} \leq 0,15 * f'_m \quad (14)$$

Los muros de albañilería armada tienen una resistencia a la compresión de 71,4 kg/cm², entonces, se tiene:

$$\sigma_{m1} \leq 0,2 * 71,4 * \left(1 - \frac{2,40^2}{35 * 0,19}\right) = 12,42 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_{m2} \leq 0,15 * 71,4 = 10,71 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\rightarrow \sigma_{m \text{ max. resist.}} = 10,71 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\sigma_{m \text{ act.}} = 3,97 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Se observa que el esfuerzo máximo actuante es menor al esfuerzo axial máximo, por lo tanto, el espesor de los muros de 0,19 m es correcto.

c. Densidad mínima de muros reforzados

En la densidad de muros, se debe cumplir lo establecido en la ecuación 15:

$$\frac{\Sigma L * t}{Ap} \geq \frac{Z * U * S * N}{56} \quad (15)$$

$$\Sigma L \geq \frac{Z * U * S * N}{56} * \frac{Ap}{t}$$

$$\Sigma L \geq \frac{0,45 * 1 * 1,05 * 4}{56} * \frac{274,51}{0,19}$$

$$\Sigma L \geq 48,76 \text{ m}$$

Sumando el producto de la longitud de cada muro, se obtiene:

$$\Sigma LMX = 51,37 \text{ m}$$

$$\Sigma LMY = 55,96 \text{ m}$$

Se observa que para ambas direcciones la suma de longitudes de muros es mayor al mínimo, por lo tanto, la cantidad de muros es correcta.

d. Resistencia al agrietamiento diagonal

La fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal de la albañilería V_m se calcula mediante la ecuación 16:

$$V_m = 0,5 * v'_m * \alpha * t * L + 0,23 * P_g \quad (16)$$

Donde el valor de P_g es la carga sísmica, es decir, considerando para este caso el 25% de la carga viva de piso y el 25% de la carga viva de azotea, v'_m es la resistencia característica a corte de la albañilería y α es el factor de reducción de reducción al corte por efectos de esbeltez.

$$P_g = P_{CM} + 0,25 * P_{CVS} = 34,1 \text{ tn}$$

$$v'_m = 8,45 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

Para calcular el factor α , se debe calcular la fuerza V_e y el momento flector M_e asociados al muro M1, los cuales se generan cuando el factor de zona Z se reduce a la mitad en un sismo moderado, entonces el valor de α para este muro es:

$$V_e = 14,54 \text{ tn}$$

$$M_e = 66,15 \text{ tn.m}$$

$$\rightarrow \alpha = \frac{V_e * L}{M_e} = \frac{14,54 * 5,19}{66,15} = 1,14$$

Este valor debe estar comprendido entre 1/3 y 1, por lo tanto, $\alpha = 1,0$ y el valor de V_m es:

$$V_m = 0,5 * (8,45 * 10) * 1,0 * 0,19 * 5,19 + 0,23 * 34,1 = 49,51 \text{ tn}$$

Para evitar que los muros se fisuren ante los sismos moderados, ya que son los más frecuentes, la norma establece que la fuerza cortante elástica V_e sea menor que $0,55 * V_m$ para todos los muros de la estructura, para este caso se verificara para el muro MY2.

$$0,55 * V_m = 0,55 * 49,51 = 27,23 \text{ tn}$$

$$\rightarrow V_e = 14,54 \text{ tn} \leq 27,23 \text{ tn}$$

Se observa se cumple el requisito exigido por la norma E.070.

e. Resistencia al corte del edificio

Con el objetivo de proporcionar una adecuada resistencia y rigidez al edificio, en cada entrespiso y en cada dirección principal del edificio, se deberá cumplir que la resistencia al corte sea mayor que la fuerza cortante producida por el sismo severo, como se indica en la ecuación 17:

$$\Sigma V_{mi} \geq V_{Ei} \quad (17)$$

Para esta edificación, se tienen los siguientes resultados para el primer nivel:

$$\Sigma V_{mX-X} = 482,82 \text{ tn} \geq V_{Ei} = 432,80 \text{ tn}$$

$$\Sigma V_{mY-Y} = 620,93 \text{ tn} \geq V_{Ei} = 432,54 \text{ tn}$$

Se observa que, para ambas direcciones, se cumple este requisito exigido por la norma E.070.

f. Diseño por flexión de los muros

Para todos los muros portantes se debe cumplir lo indicado en la ecuación 18:

$$\varphi * M_n \geq M_u \quad (18)$$

Donde φ es el factor de reducción de la capacidad resistente y se calcula como:

$$0,65 \leq \varphi = 0,85 - 0,2 * P_u/P_o \leq 0,85$$

$$P_{u1} = 1,25 * P_m$$

$$P_o = 0,1 * f' m * t * L$$

Reemplazando valores, para el muro MY2 se tiene:

$$P_{u1} = 1,25 * 39,14 = 48,93 \text{ tn}$$

$$P_o = 0,1 * (71,4 * 10) * 0,19 * 5,19 = 70,41 \text{ tn}$$

$$\rightarrow \varphi = 0,85 - 0,2 * \frac{P_{u1}}{P_o} = 0,85 - 0,2 * \frac{48,93}{70,41} = 0,71 \leq 0,85$$

$$\therefore \varphi = 0,71$$

El momento ultimo M_u es igual a:

$$M_u = 1,25 * M_e = 1,25 * 66,15 = 82,69 \text{ tn.m}$$

El momento resistente M_n se calcula como:

$$M_n = A_s * f_y * D + P_{u2} * L/2$$

$$D = 0,8 * L = 0,8 * 5,19 = 4,15 \text{ m}$$

$$P_{u2} = 0,9 * P_g = 0,9 * 34,1 = 30,69 \text{ tn}$$

El muro MY2 tiene un núcleo de $2\phi 1/2''$ en el extremo inferior y $2\phi 1/2''$ como núcleo en el extremo superior, estos generan un momento resistente mínimo de:

$$A_s = 2 * 1,29 = 2,58 \text{ cm}^2$$

$$\rightarrow M_n = 2,58 * (4\ 200 * \frac{1}{1\ 000}) * 4,15 + 30,69 * \frac{5,19}{2} = 124,61 \text{ tn.m}$$

$$\therefore \varphi * M_n = 88,47 \text{ tn.m} \geq M_u = 82,69 \text{ tn.m}$$

Se observa que el acero propuesto es correcto. Se colocará como malla central acero mínimo, es decir, $1\phi 3/8''@0,20$.

g. Diseño por cortante de los muros

El diseño por fuerza cortante se realizará para el cortante V_{uf} asociado al mecanismo de falla por flexión producido en el primer piso. El diseño se realizará suponiendo que el 100 % de la cortante es absorbida por el refuerzo horizontal. El valor V_{uf} considera un factor de amplificación de 1,25 que contempla el ingreso de refuerzo vertical en la zona de endurecimiento. Para este muro se obtiene una fuerza cortante ultima de:

$$V_{uf} = 1,25 * V_e * \frac{M_n}{M_u} = 27,39 \text{ tn}$$

El área de acero necesario es:

$$A_{sh} = \frac{V_{uf} * s}{f_y * L} = \frac{(27,39 * 1\ 000) * 40}{4\ 200 * (5,19 * 100)} = 0,50 \text{ cm}^2$$

Entonces se usará, $1\phi 3/8''@0,40$ en todos los muros.

h. Verificación de la necesidad de rellenar todos los alveolos

Según la Norma E070 vigente, en el artículo 28 capítulo 28.1 requisito h, menciona que para edificaciones de uno o dos pisos cuyo esfuerzo cortante ante sismos severos no exceda de $0,5 * V_m/A_n$, podrán ser construidos de albañilería parcialmente rellena. Para este muro se tiene que:

$$0,5 * \frac{V_m}{A_n} = 0,5 * \frac{49,51}{0,99} = 25,01 \frac{tn}{m^2} = 2,50 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\sigma_{act.} = \frac{V_u}{t * L} = \frac{18,18}{0,19 * 5,19} = 18,44 \frac{tn}{m^2} = 1,84 \frac{kg}{cm^2}$$

Ya que el esfuerzo cortante actuante producido por el sismo severo es mayor, la norma vigente considera que se debe construir con albañilería totalmente rellena.

En ese sentido, las Tablas 20, 21, 22 y 23 comprenden las verificaciones en dirección Y de los muros analizados:

Tabla 20

Verificación por fisuración en la dirección Y del piso 1

| MURO | L (m) | t (m) | Pg (Tn) | Ve (Tn) | Me (Tn-m) | α | Vm (Tn) | 0,55 Vm (Tn) | Vm1/Ve1 | Verif. Ve < 0,55 Vm |
|------|-------|-------|---------|---------|---------------|----------|---------|--------------|---------|---------------------|
| MX01 | 1,59 | 0,19 | 5,92 | 2,56 | 3,67 | 1,00 | 14,13 | 7,77 | 3,00 | NO |
| MX02 | 1,59 | 0,19 | 8,53 | 2,03 | 5,85 | 0,55 | 9,00 | 4,95 | 3,00 | NO |
| MX03 | 0,79 | 0,19 | 16,06 | 0,98 | 2,33 | 0,33 | 5,81 | 3,19 | 3,00 | NO |
| MX04 | 0,79 | 0,19 | 15,92 | 0,97 | 2,35 | 0,33 | 5,78 | 3,18 | 3,00 | NO |
| MX05 | 1,59 | 0,19 | 8,51 | 2,03 | 5,84 | 0,55 | 9,01 | 4,96 | 3,00 | NO |
| MX06 | 1,59 | 0,19 | 5,88 | 2,57 | 3,67 | 1,00 | 14,12 | 7,76 | 3,00 | NO |
| MX07 | 4,22 | 0,19 | 21,30 | 13,04 | 56,04 | 0,98 | 38,16 | 20,99 | 2,93 | NO |
| MX08 | 4,22 | 0,19 | 21,29 | 13,04 | 56,04 | 0,98 | 38,16 | 20,99 | 2,93 | NO |
| MX09 | 1,40 | 0,19 | 9,84 | 2,50 | 3,81 | 0,92 | 12,59 | 6,92 | 3,00 | NO |
| MX10 | 5,01 | 0,19 | 25,96 | 22,00 | 44,03 | 1,00 | 46,19 | 25,40 | 2,10 | NO |
| MX11 | 5,19 | 0,19 | 35,58 | 22,06 | 55,17 | 1,00 | 49,85 | 27,41 | 2,26 | NO |
| MX12 | 5,19 | 0,19 | 77,30 | 27,59 | 135,03 | 1,00 | 59,44 | 32,69 | 2,15 | NO |
| MX13 | 5,01 | 0,19 | 25,90 | 22,00 | 44,02 | 1,00 | 46,17 | 25,40 | 2,10 | NO |
| MX14 | 4,22 | 0,19 | 20,71 | 12,32 | 51,83 | 1,00 | 38,64 | 21,25 | 3,00 | NO |
| MX15 | 4,22 | 0,19 | 20,70 | 12,32 | 51,83 | 1,00 | 38,64 | 21,25 | 3,00 | NO |
| MX16 | 1,59 | 0,19 | 5,90 | 2,59 | 3,70 | 1,00 | 14,12 | 7,77 | 3,00 | NO |
| MX17 | 1,59 | 0,19 | 8,46 | 2,05 | 5,90 | 0,55 | 9,00 | 4,95 | 3,00 | NO |
| MX18 | 0,79 | 0,19 | 2,47 | 0,42 | 0,43 | 0,77 | 5,46 | 3,00 | 3,00 | NO |
| MX19 | 0,79 | 0,19 | 2,50 | 0,42 | 0,43 | 0,77 | 5,47 | 3,01 | 3,00 | NO |
| MX20 | 1,59 | 0,19 | 8,43 | 2,05 | 5,90 | 0,55 | 8,99 | 4,94 | 3,00 | NO |
| MX21 | 1,59 | 0,19 | 5,85 | 2,59 | 3,70 | 1,00 | 14,11 | 7,76 | 3,00 | NO |
| | | | | | $\Sigma Vm =$ | 482,82 | > | VE1 = | 432,8 | OK |

Tabla 21

Verificación por fisuración en la dirección Y del piso 2

| MURO | L (m) | t (m) | Pg (Tn) | Ve (Tn) | Me (Tn-m) | α | Vm (Tn) | 0.55Vm (Tn) | Vm1/ Ve1 | Verif. Ve<0,55Vm |
|------|----------|----------|------------|------------|---------------|----------|------------|----------------|-------------|---------------------|
| MX01 | 1,59 | 0,19 | 4,17 | 1,28 | 1,04 | 1,00 | 13,72 | 7,55 | 3,00 | NO |
| MX02 | 1,59 | 0,19 | 6,10 | 1,16 | 1,51 | 1,00 | 14,17 | 7,79 | 3,00 | NO |
| MX03 | 0,79 | 0,19 | 12,26 | 0,32 | 0,53 | 0,48 | 5,84 | 3,21 | 3,00 | NO |
| MX04 | 0,79 | 0,19 | 12,14 | 0,31 | 0,54 | 0,45 | 5,67 | 3,12 | 3,00 | NO |
| MX05 | 1,59 | 0,19 | 6,10 | 1,16 | 1,51 | 1,00 | 14,17 | 7,79 | 3,00 | NO |
| MX06 | 1,59 | 0,19 | 4,18 | 1,29 | 1,05 | 1,00 | 13,72 | 7,55 | 3,00 | NO |
| MX07 | 4,22 | 0,19 | 14,53 | 7,89 | 19,37 | 1,00 | 37,22 | 20,47 | 3,00 | NO |
| MX08 | 4,22 | 0,19 | 14,53 | 7,90 | 19,38 | 1,00 | 37,22 | 20,47 | 3,00 | NO |
| MX09 | 1,40 | 0,19 | 7,79 | 0,95 | 0,66 | 1,00 | 13,03 | 7,17 | 3,00 | NO |
| MX10 | 5,01 | 0,39 | 36,59 | 38,64 | 51,64 | 1,00 | 90,97 | 50,03 | 2,88 | NO |
| MX11 | 5,19 | 0,39 | 46,10 | 34,46 | 59,41 | 1,00 | 96,12 | 52,87 | 3,00 | NO |
| MX12 | 5,19 | 0,39 | 72,89 | 37,03 | 107,14 | 1,00 | 102,28 | 56,25 | 2,87 | NO |
| MX13 | 5,01 | 0,39 | 36,59 | 38,64 | 51,64 | 1,00 | 90,97 | 50,03 | 2,88 | NO |
| MX14 | 4,22 | 0,19 | 14,09 | 7,30 | 17,34 | 1,00 | 37,12 | 20,41 | 3,00 | NO |
| MX15 | 4,22 | 0,19 | 14,09 | 7,30 | 17,33 | 1,00 | 37,12 | 20,41 | 3,00 | NO |
| MX16 | 1,59 | 0,19 | 4,16 | 1,26 | 1,03 | 1,00 | 13,72 | 7,55 | 3,00 | NO |
| MX17 | 1,59 | 0,19 | 6,05 | 1,15 | 1,50 | 1,00 | 14,16 | 7,79 | 3,00 | NO |
| MX18 | 0,79 | 0,19 | 1,56 | 0,44 | 0,28 | 1,00 | 6,70 | 3,69 | 3,00 | NO |
| MX19 | 0,79 | 0,19 | 1,57 | 0,44 | 0,28 | 1,00 | 6,70 | 3,69 | 3,00 | NO |
| MX20 | 1,59 | 0,19 | 6,04 | 1,15 | 1,50 | 1,00 | 14,15 | 7,78 | 3,00 | NO |
| MX21 | 1,59 | 0,19 | 4,16 | 1,26 | 1,03 | 1,00 | 13,72 | 7,55 | 3,00 | NO |
| | | | | | $\Sigma Vm =$ | 678,48 | > | VE2 = | 412,44 | OK |

Tabla 22

Verificación por fisuración en la dirección Y del piso 3

| MURO | L (m) | t (m) | Pg (Tn) | Ve (Tn) | Me (Tn-m) | α | Vm (Tn) | 0.55Vm (Tn) | Vm1/ Ve1 | Verif. Ve<0,55Vm |
|------|----------|----------|------------|------------|---------------|----------|------------|----------------|-------------|---------------------|
| MX01 | 1,59 | 0,19 | 2,79 | 0,83 | 0,52 | 1,00 | 13,41 | 7,37 | 3,00 | NO |
| MX02 | 1,59 | 0,19 | 4,05 | 0,99 | 1,01 | 1,00 | 13,70 | 7,53 | 3,00 | NO |
| MX03 | 0,79 | 0,19 | 8,35 | 0,37 | 0,47 | 0,62 | 5,86 | 3,23 | 3,00 | NO |
| MX04 | 0,79 | 0,19 | 8,25 | 0,37 | 0,47 | 0,62 | 5,84 | 3,21 | 3,00 | NO |
| MX05 | 1,59 | 0,19 | 4,05 | 0,99 | 1,01 | 1,00 | 13,70 | 7,53 | 3,00 | NO |
| MX06 | 1,59 | 0,19 | 2,79 | 0,83 | 0,53 | 1,00 | 13,41 | 7,37 | 3,00 | NO |
| MX07 | 4,22 | 0,19 | 9,12 | 5,04 | 6,82 | 1,00 | 35,97 | 19,79 | 3,00 | NO |
| MX08 | 4,22 | 0,19 | 9,12 | 5,05 | 6,83 | 1,00 | 35,97 | 19,79 | 3,00 | NO |
| MX09 | 1,40 | 0,19 | 5,76 | 0,37 | 0,24 | 1,00 | 12,56 | 6,91 | 3,00 | NO |
| MX10 | 5,01 | 0,39 | 24,20 | 31,31 | 29,43 | 1,00 | 88,12 | 48,46 | 2,88 | NO |
| MX11 | 5,19 | 0,39 | 30,62 | 26,23 | 29,61 | 1,00 | 92,56 | 50,91 | 3,00 | NO |
| MX12 | 5,19 | 0,39 | 48,18 | 28,13 | 50,08 | 1,00 | 96,60 | 53,13 | 2,87 | NO |
| MX13 | 5,01 | 0,39 | 24,19 | 31,31 | 29,42 | 1,00 | 88,11 | 48,46 | 2,88 | NO |
| MX14 | 4,22 | 0,19 | 8,81 | 4,66 | 6,06 | 1,00 | 35,90 | 19,75 | 3,00 | NO |
| MX15 | 4,22 | 0,19 | 8,81 | 4,65 | 6,05 | 1,00 | 35,90 | 19,75 | 3,00 | NO |
| MX16 | 1,59 | 0,19 | 2,79 | 0,81 | 0,51 | 1,00 | 13,41 | 7,37 | 3,00 | NO |
| MX17 | 1,59 | 0,19 | 4,01 | 0,98 | 0,99 | 1,00 | 13,69 | 7,53 | 3,00 | NO |
| MX18 | 0,79 | 0,19 | 1,02 | 0,44 | 0,28 | 1,00 | 6,58 | 3,62 | 3,00 | NO |
| MX19 | 0,79 | 0,19 | 1,02 | 0,44 | 0,28 | 1,00 | 6,58 | 3,62 | 3,00 | NO |
| MX20 | 1,59 | 0,19 | 4,00 | 0,98 | 0,99 | 1,00 | 13,68 | 7,53 | 3,00 | NO |
| MX21 | 1,59 | 0,19 | 2,79 | 0,80 | 0,51 | 1,00 | 13,41 | 7,37 | 3,00 | NO |
| | | | | | $\Sigma Vm =$ | 654,94 | > | VE3 = | 316,80 | OK |

Tabla 23

Verificación por fisuración en la dirección Y del piso 4

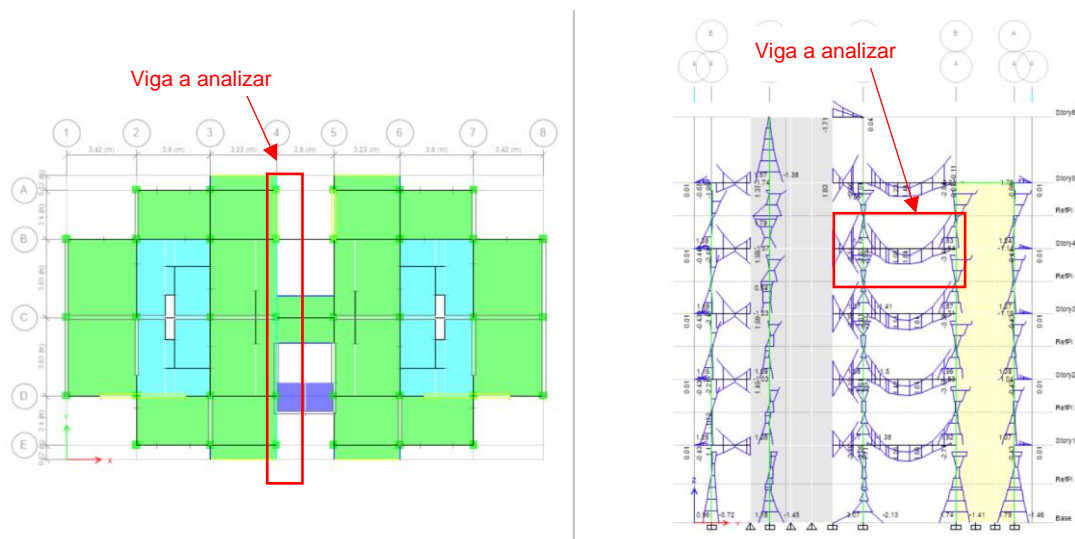
| MURO | L (m) | t (m) | Pg (Tn) | Ve (Tn) | Me (Tn-m) | α | Vm (Tn) | 0.55Vm (Tn) | Vm1/Ve1 | Verif. Ve<0,55Vm |
|------|-------|-------|---------|---------|---------------|----------|---------|-------------|---------|------------------|
| MX01 | 1,59 | 0,19 | 1,41 | 0,31 | 0,18 | 1,00 | 13,09 | 7,20 | 3,00 | NO |
| MX02 | 1,59 | 0,19 | 1,94 | 0,67 | 0,47 | 1,00 | 13,21 | 7,27 | 3,00 | NO |
| MX03 | 0,79 | 0,19 | 4,34 | 0,17 | 0,18 | 0,75 | 5,73 | 3,15 | 3,00 | NO |
| MX04 | 0,79 | 0,19 | 4,29 | 0,19 | 0,20 | 0,75 | 5,75 | 3,16 | 3,00 | NO |
| MX05 | 1,59 | 0,19 | 1,93 | 0,67 | 0,47 | 1,00 | 13,21 | 7,26 | 3,00 | NO |
| MX06 | 1,59 | 0,19 | 1,39 | 0,32 | 0,18 | 1,00 | 13,08 | 7,20 | 3,00 | NO |
| MX07 | 4,22 | 0,19 | 4,13 | 1,84 | 2,36 | 1,00 | 34,83 | 19,15 | 3,00 | NO |
| MX08 | 4,22 | 0,19 | 4,11 | 1,86 | 2,36 | 1,00 | 34,82 | 19,15 | 3,00 | NO |
| MX09 | 1,40 | 0,19 | 3,70 | 2,53 | 0,65 | 1,00 | 12,09 | 6,65 | 3,00 | NO |
| MX10 | 5,01 | 0,39 | 11,55 | 19,25 | 14,48 | 1,00 | 85,21 | 46,86 | 2,88 | NO |
| MX11 | 5,19 | 0,39 | 15,12 | 14,60 | 11,51 | 1,00 | 88,99 | 48,95 | 3,00 | NO |
| MX12 | 5,19 | 0,39 | 23,57 | 15,68 | 15,94 | 1,00 | 90,94 | 50,02 | 2,87 | NO |
| MX13 | 5,01 | 0,39 | 11,52 | 19,25 | 14,48 | 1,00 | 85,20 | 46,86 | 2,88 | NO |
| MX14 | 4,22 | 0,19 | 3,94 | 1,66 | 2,25 | 1,00 | 34,78 | 19,13 | 3,00 | NO |
| MX15 | 4,22 | 0,19 | 3,93 | 1,66 | 2,25 | 1,00 | 34,78 | 19,13 | 3,00 | NO |
| MX16 | 1,59 | 0,19 | 1,41 | 0,28 | 0,17 | 1,00 | 13,09 | 7,20 | 3,00 | NO |
| MX17 | 1,59 | 0,19 | 1,92 | 0,64 | 0,44 | 1,00 | 13,21 | 7,26 | 3,00 | NO |
| MX18 | 0,79 | 0,19 | 0,29 | 0,34 | 0,21 | 1,00 | 6,41 | 3,52 | 3,00 | NO |
| MX19 | 0,79 | 0,19 | 0,28 | 0,35 | 0,21 | 1,00 | 6,41 | 3,52 | 3,00 | NO |
| MX20 | 1,59 | 0,19 | 1,91 | 0,63 | 0,44 | 1,00 | 13,20 | 7,26 | 3,00 | NO |
| MX21 | 1,59 | 0,19 | 1,40 | 0,28 | 0,17 | 1,00 | 13,09 | 7,20 | 3,00 | NO |
| | | | | | $\Sigma Vm =$ | 631,10 | > | VE3 = | 169,38 | OK |

4.2.5.2. Diseño de vigas

Analizaremos la Viga 0,39 x 0,30 m más esforzadas de toda la estructura. La Figura 30 señala la ubicación de la viga en el eje 4-4 del cuarto piso:

Figura 30

Ubicación de viga 0,39 x 0,30 m y diagrama de momento flector



Nota. Viga a analizar en el eje 4-4 entre los ejes B-B del cuarto piso.

Figura 31

Diagrama de momento para viga

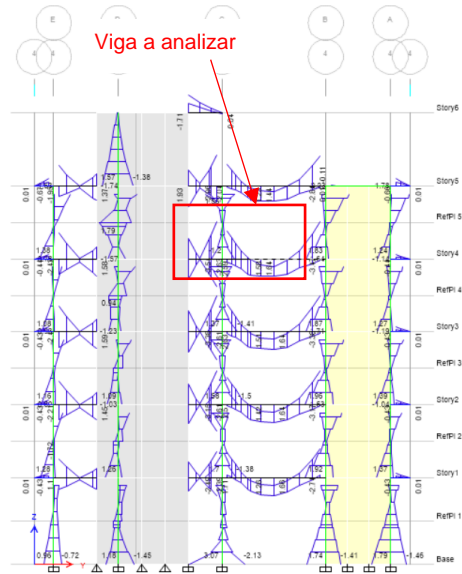
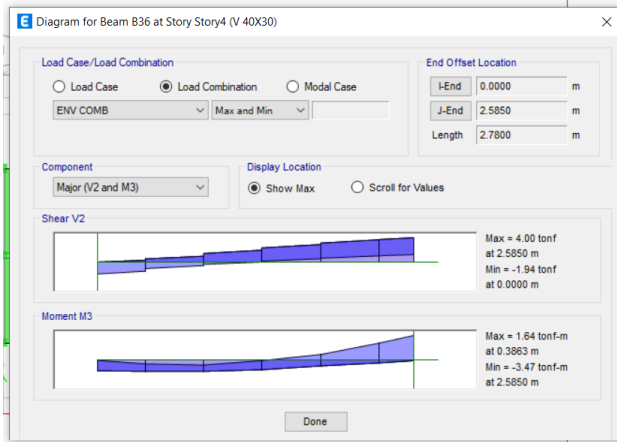


Figura 32

Refuerzo longitudinal de acero en viga

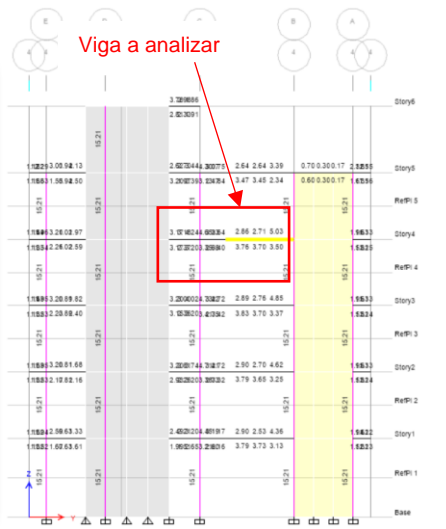
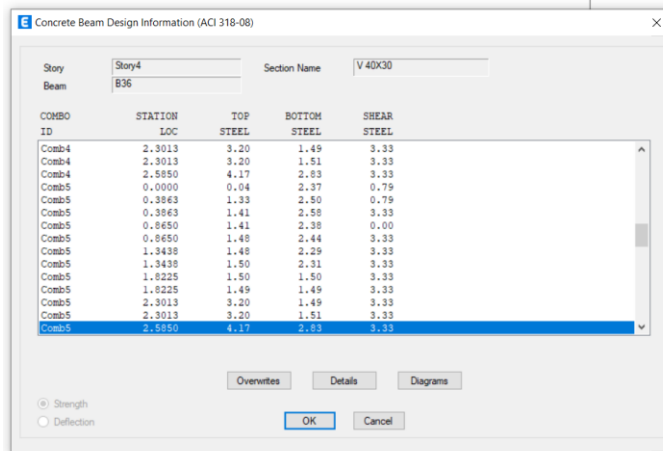
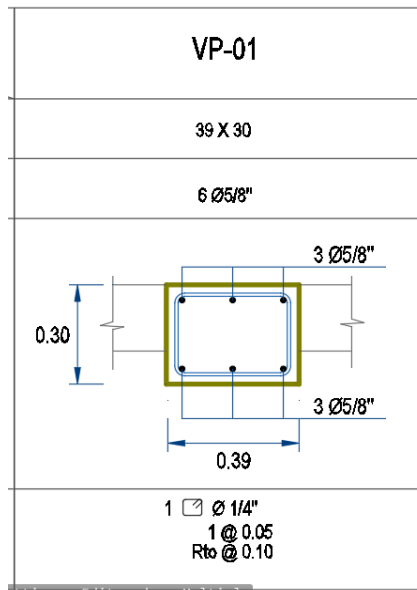


Figura 33

*Detalle de acero de viga
analizada VP-01 0,39x0,30 m*

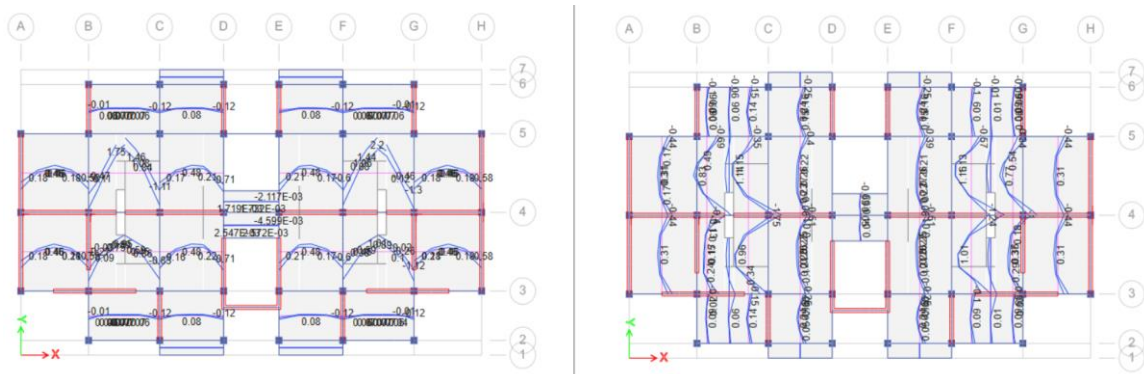


Nota. Según el artículo 27.3 de la norma E.070 indica que para el diseño de vigas usar estribos de 6 mm como mínimo.

4.2.5.3. Diseño de losas macizas

Figura 34

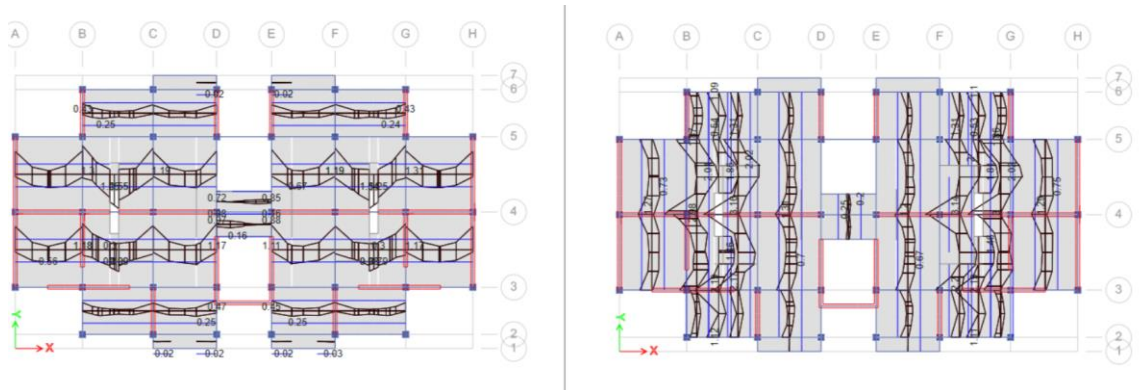
Diagrama de momentos flectores para losa maciza de primer entpiso



Nota. Planta del primer piso mostrando los diagramas de momento flector horizontal (a la izquierda) y vertical (a la derecha) en las todas las losas macizas.

Figura 35

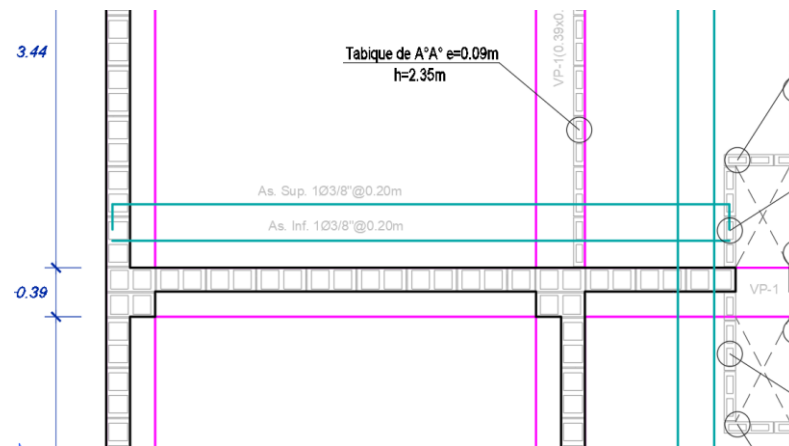
Refuerzo longitudinal de acero en losa maciza de primer entrepiso



Nota. Planta del primer piso mostrando los refuerzos horizontales (a la izquierda) y refuerzos verticales (a la derecha) en las todas las losas macizas.

Figura 36

Detalle de acero en losa maciza de primer entrepiso

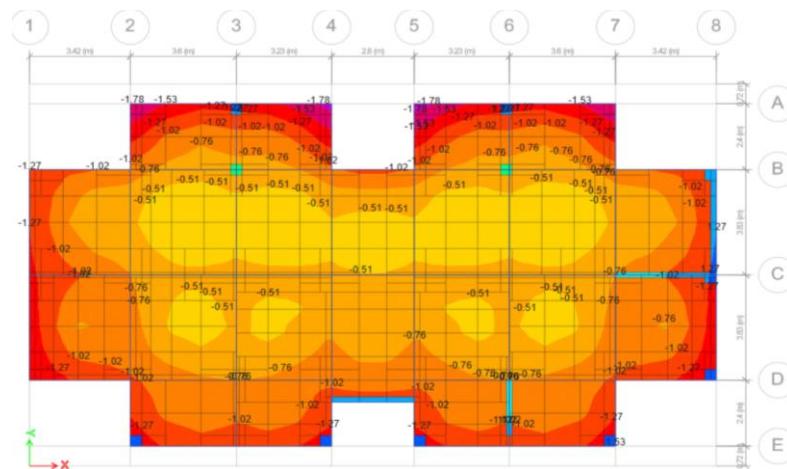


4.2.5.4. Diseño de platea de cimentación

Dado el comportamiento sismorresistente de la Estructura vertical (columnas y muros de ductilidad limitada), se tienen que conformar cimentaciones que deben soportar las cargas gravitacionales y las cargas de sismo. La capacidad portante es de $2,50 \text{ kg/cm}^2$, por lo que se procederá a la verificación de las presiones, graficada en las Figuras 37, 38, 39, 40 y 41 que se muestran a continuación:

Figura 37

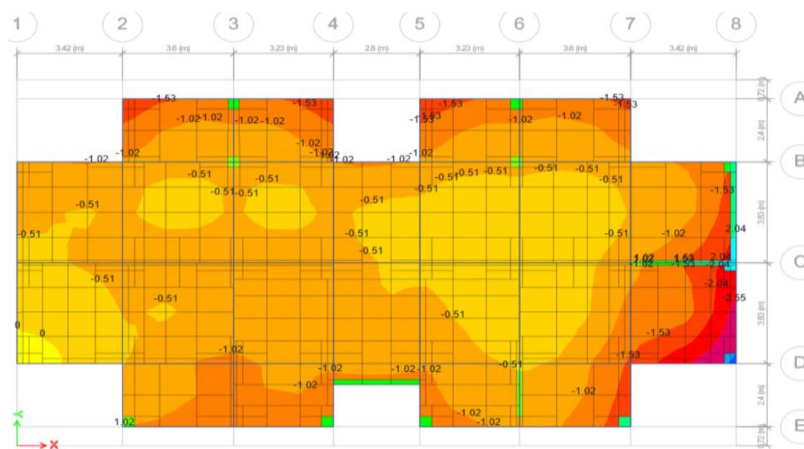
*Presión del suelo con la combinación: Presión 1 (CM + CV):
1,84 kg/cm² < 2,50 kg/cm²*



Nota. Diagrama de presiones por cargas de servicio, como se observa en el gráfico ninguna supera la presión admisible de 2,50 kgf/cm².

Figura 38

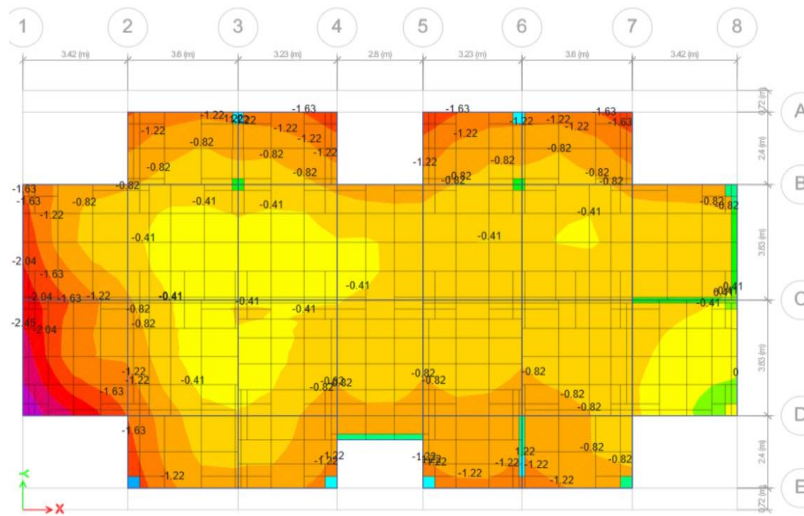
*Presión del suelo con la combinación: Presión 2 (CM + CV +
0,80 SX): 2,99 kg/cm² < 3,25 kg/cm²*



Nota. Diagrama de presiones por cargas de sismo en +X, como se observa en el gráfico ninguna supera la presión admisible de 2,50 kgf/cm². Se tomó la capacidad portante incrementada al 30 % según el artículo 15.2.4. de la E.060 y el factor de 0,80 Sx del artículo 15.2.5

Figura 39

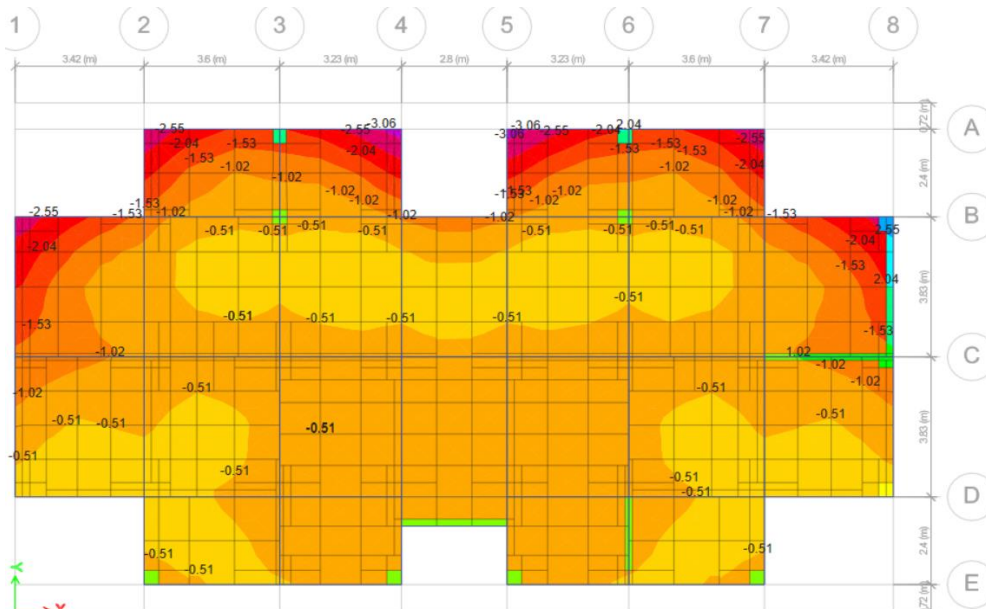
Presión del suelo con la combinación: Presión 3 (CM + CV – 0,80 SX): $2,99 \text{ kg/cm}^2 < 3,25 \text{ kg/cm}^2$



Nota. Diagrama de presiones por cargas de sismo en -X, como se observa en el gráfico ninguna supera la presión admisible de $3,25 \text{ kgf/cm}^2$. Se consideró La capacidad portante incrementada al 30 % según el artículo 15.2.4. de la E.060 y el factor de $0,80 S_x$ del artículo 15.2.5.

Figura 40

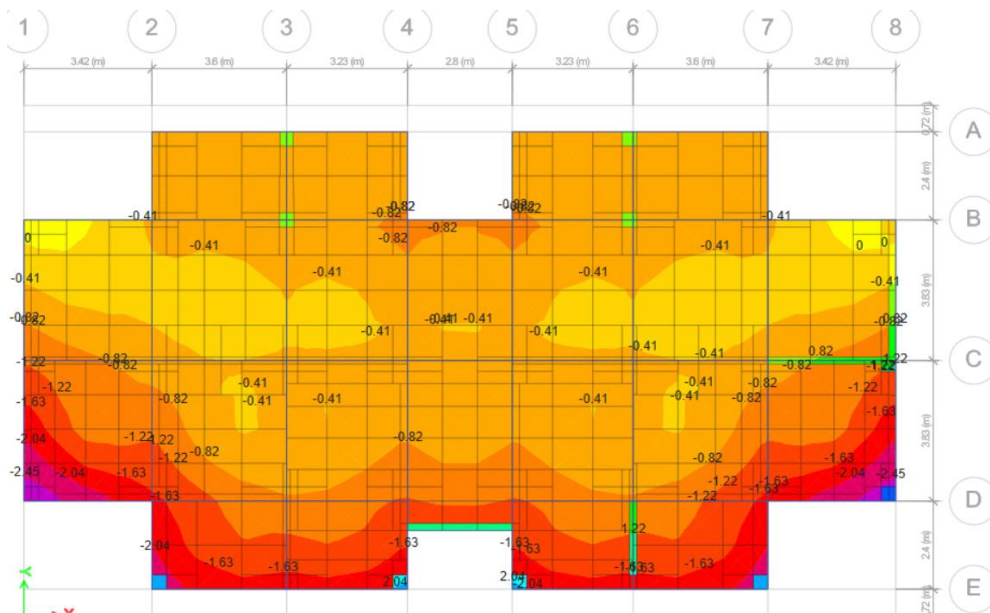
Presión del suelo con la combinación: Presión 4 (CM + CV + 0,80 SY): $3,16 \text{ kg/cm}^2 < 3,25 \text{ kg/cm}^2$



Nota. Diagrama de presiones por cargas de sismo en +Y, como se observa en el gráfico ninguna supera la presión admisible de $3,25 \text{ kgf/cm}^2$. Se consideró la capacidad portante incrementada al 30% según el artículo 15.2.4. de la E.060 y el factor de $0,80 S_x$ del artículo 15.2.5.

Figura 41

Presión del suelo con la combinación: Presión 5 (CM+CV-0.80SY): 2,64 kg/cm² < 3,25 kg/cm²

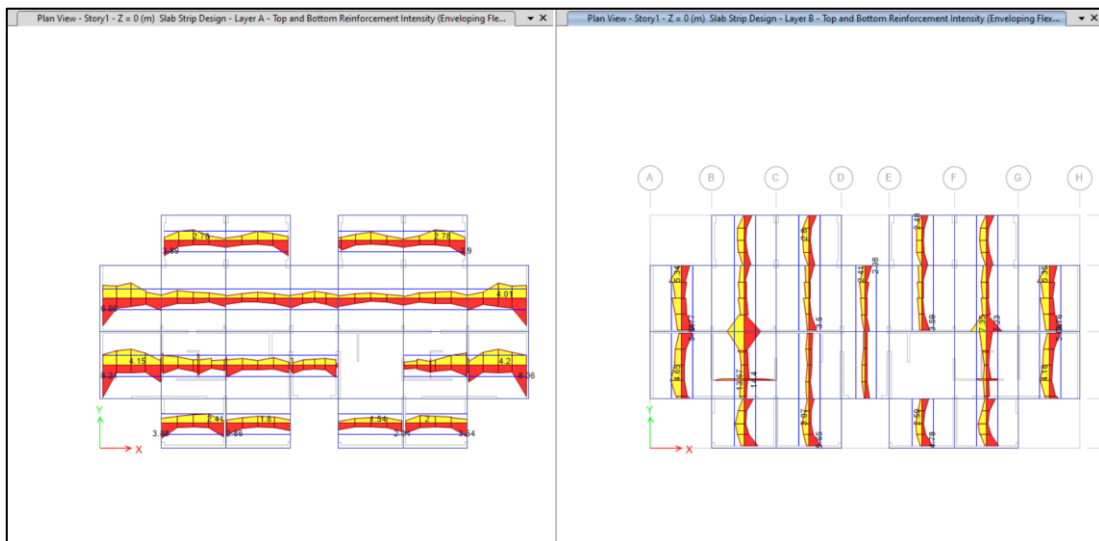


Nota. Diagrama de presiones por cargas de sismo en -Y, como se observa en el gráfico ninguna supera la presión admisible de 3,25 kgf/cm². La capacidad portante incrementada al 30 % según el artículo 15.2.4. de la E.060 y el factor de 0,80 Sx del artículo 15.2.5.

Por lo tanto, la Figura 42 muestra el acero calculado de la platea de cimentación:

Figura 42

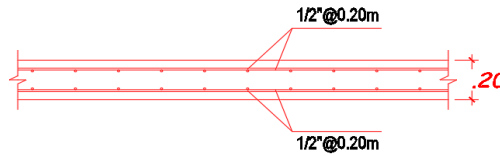
Acero calculado de la platea de cimentación



Nota. Acero calculado por elementos finitos en la platea de cimentación horizontal (a la izquierda) y vertical (a la derecha).

Figura 43

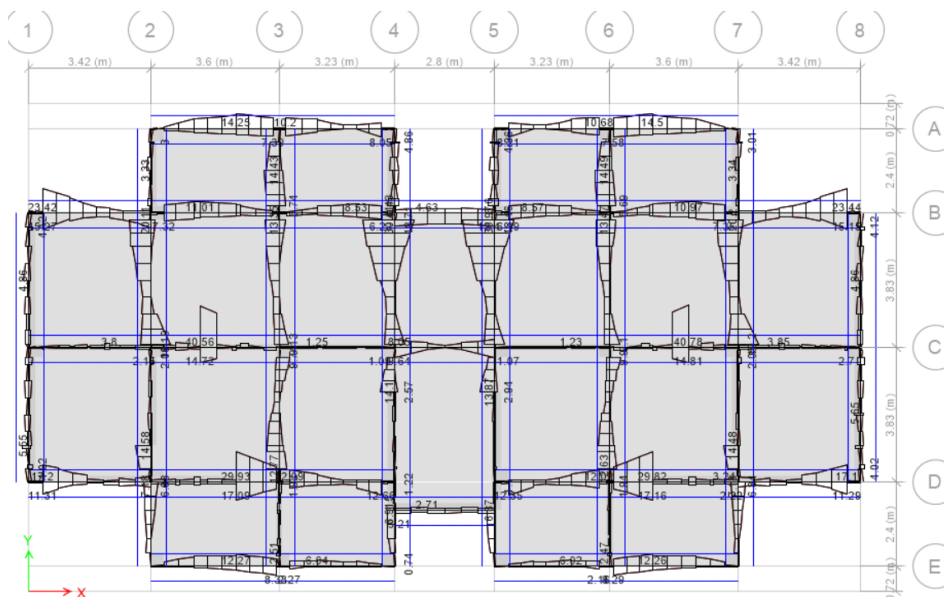
Detalle general de losa de cimentación



Seguidamente, la Figura 44 presenta el diseño de la viga de cimentación:

Figura 44

Diagrama de momentos flectores en vigas de cimentación



Nota. Diagrama de momentos flector en vigas de la platea de cimentación, en ambas direcciones.

Figura 45

Detalle de sección de viga de cimentación según diseño

| ZONA | TIPO | VC-01 |
|-------|-------------|------------------------------|
| Nivel | Sección | 36 X 80 |
| | As Continuo | 10 Ø3/4" |
| | | |
| | Estribo | 1 Ø3/8" 1 @ 0.05, Rto @ 0.25 |

4.3. Evaluación de costos como sistema MDL

Una vez concluido el análisis y diseño se presenta el resumen del presupuesto de la edificación como sistema de muros de ductilidad limitada en el Anexo 2 donde el presupuesto total es de S/ 1 012 118,83 (un millón doce mil ciento dieciocho con 83/100 soles).

4.4. Evaluación de costos como sistema AA

Una vez concluido el análisis y diseño se presenta el resumen del presupuesto de la edificación como sistema de albañilería armada en el Anexo 2 donde el presupuesto total es de S/ 1 287 759,97 (un millón doscientos ochenta y siete con setecientos cincuenta y nueve con 97/100 soles).

En la Tabla 24 se muestra el análisis comparativo del costo entre Sistema MDL y Sistema AA:

Tabla 24

Tabla de análisis de incidencia del presupuesto total entre los dos sistemas

| Descripción | Monto | Incidencia Total |
|----------------------------|------------------|-------------------------|
| Sistema MDL | S/ 1 012 118, 83 | |
| Sistema Albañilería Armada | S/ 1 287 759,97 | -S/ 275 641,14 |

Nota. Se observa en la tabla 24 que, la incidencia total entre los dos sistemas es de S/ 275 641,14 (doscientos setenta y cinco mil seiscientos cuarenta y uno con 14/100 soles). El sistema de albañilería armada representa un incremento de 27,23 % en relación al presupuesto del sistema de muros de ductilidad limitada.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

De acuerdo al objetivo general:

“Realizar el análisis comparativo analítico entre una edificación multifamiliar de 5 niveles de MDL versus otra de albañilería armada en la ciudad de Tacna 2022”.

Se determinó que la edificación a base de muros de ductilidad limitada (MDL) presenta un mejor comportamiento sismorresistente en comparación con la edificación a base de muros de albañilería armada. Este resultado se atribuye principalmente a la mayor rigidez de la estructura construida con muros de ductilidad limitada, lo que le confiere una mejor capacidad de resistir y absorber las fuerzas sísmicas.

La rigidez de la edificación a base de muros de ductilidad limitada se logra gracias a la incorporación de elementos estructurales como refuerzos de acero y sistemas de amarre, que aumentan su capacidad para soportar cargas laterales. Esta mayor rigidez permite que la estructura distribuya y disipe la energía generada durante un evento sísmico de manera más efectiva, reduciendo así la probabilidad de colapso o daños estructurales severos.

Además del mejor comportamiento sismorresistente, la edificación de muros de ductilidad limitada presenta otras ventajas significativas en comparación con la edificación de albañilería armada. Uno de estos beneficios es su proceso constructivo más acelerado, lo que implica tiempos de ejecución más cortos y, potencialmente, menores costos asociados. Esto se debe a que los muros de ductilidad limitada se prefabrican y se instalan en el sitio de construcción, lo que permite una mayor eficiencia y reducción de los plazos de obra.

De acuerdo al objetivo específico 1:

“Consistió en realizar el predimensionamiento estructural de una edificación multifamiliar de 5 niveles tanto en el sistema de muros de ductilidad limitada (MDL) como en el sistema de albañilería armada, siguiendo las normativas vigentes en la ciudad de Tacna 2022”.

Para lograrlo, se aplicaron las siguientes normativas: E.020 Cargas, E.060 Concreto armado, E.070 Albañilería.

El predimensionamiento estructural implica realizar una estimación inicial de las dimensiones de los elementos estructurales principales de la edificación, considerando

las cargas gravitatorias, las cargas sísmicas y las características de los materiales utilizados en cada sistema constructivo.

En el caso del sistema de muros de ductilidad limitada (MDL), se tomaron en cuenta los lineamientos establecidos en la normativa E.060 Concreto armado para el diseño de los elementos de concreto, así como los requisitos específicos de resistencia y rigidez para los muros de ductilidad limitada.

Por otro lado, para el sistema de albañilería armada, se siguieron las pautas y requerimientos establecidos en la normativa E.070 Albañilería, que contempla aspectos como el dimensionamiento de los muros, el refuerzo de las juntas y las consideraciones sísmicas necesarias para garantizar la resistencia y la seguridad estructural de la edificación.

El cumplimiento de las normativas existentes es esencial para garantizar que la edificación cumpla con los estándares de seguridad y resistencia establecidos. El predimensionamiento proporciona una estimación inicial de las dimensiones y características de los elementos estructurales, permitiendo una evaluación preliminar de la viabilidad y el desempeño de la edificación en relación con las cargas y los requisitos estructurales establecidos en las normativas.

De acuerdo al objetivo específico 2:

“Realizar el análisis sísmico de una edificación multifamiliar de 5 niveles de MDL y de albañilería armada en la ciudad de Tacna, 2022”.

Se utilizó el programa Etabs de los cuales se obtuvieron los siguientes resultados, la edificación a base de muros de ductilidad limitada presentó una distorsión máxima de entrepiso de 0,0007 en dirección X-X y 0,0008 en dirección Y-Y, el cual presentó un incremento de 14 % en relación a la dirección corta; mientras que para la edificación a base de muros de albañilería armada presentó una distorsión máxima de entrepiso de 0,0010 en dirección X-X y 0,0011 en dirección Y-Y, el cual presentó un incremento de 11 % en relación a la dirección corta en el piso cuatro. Todos los valores de distorsión máxima de entrepiso se encuentran dentro del rango máximo especificado en la Norma Técnica Peruana E030 “Diseño sismorresistente”.

Se tomaron en cuenta los requisitos para el diseño de los elementos estructurales indicados en el capítulo 21 “Disposiciones especiales para el diseño sísmico” establecidos en la Norma E.060. El resultado del cálculo obtenido se consideró muros

estructurales de espesor de 0,10 m, 0,125 m y 0,15 m para el sistema de muros de ductilidad limitada y el capítulo 16 “Requisitos mínimos para el diseño” establecidos en la norma E.070. El resultado del cálculo obtenido se consideró muros portantes de espesor de 0,09 m, 0,19 m y 0,39 m para el sistema de albañilería armada.

Basado en el objetivo específico 3 de la tesis, que consistió en realizar el análisis de costos y presupuestos para una edificación multifamiliar de 5 niveles utilizando el sistema de muros de ductilidad limitada (MDL) y de albañilería armada en la ciudad de Tacna 2022, se obtuvieron resultados significativos.

Los análisis de costos y presupuestos desempeñan un papel crucial en la planificación y el desarrollo de proyectos de construcción, ya que permiten evaluar la viabilidad económica de las distintas opciones constructivas y tomar decisiones informadas.

Tras llevar a cabo el análisis, se determinó que la edificación a base de muros de albañilería armada presenta un incremento del 27,23 % en relación al presupuesto de la misma edificación construida con el sistema de muros de ductilidad limitada (MDL). Esto significa que la utilización de albañilería armada resulta en un mayor costo total para la construcción de la edificación multifamiliar de 5 niveles en comparación con el uso de muros de ductilidad limitada.

Esta diferencia en los costos puede atribuirse a varios factores. En primer lugar, el sistema de muros de ductilidad limitada, al ser muros de concreto armado muy delgados y requerir menos trabajo in situ, puede resultar en una mayor eficiencia y reducción de los tiempos de construcción. Esto se traduce en menores costos de mano de obra y una aceleración en el proceso constructivo.

Por otro lado, la utilización de albañilería armada puede implicar un mayor consumo de materiales y una mayor complejidad en el proceso constructivo, lo cual influye en los costos totales. Además, es posible que los materiales específicos requeridos para la albañilería armada, como los bloques y el refuerzo, tengan un mayor costo en comparación con los materiales utilizados en el sistema de muros de ductilidad limitada.

Estos hallazgos son relevantes para la toma de decisiones en la etapa de diseño y construcción de la edificación multifamiliar. El conocimiento de la diferencia de costos entre los sistemas constructivos de MDL y albañilería armada permite a los profesionales y a los promotores del proyecto evaluar y seleccionar la opción más adecuada en función de las restricciones presupuestarias y los objetivos del proyecto.

CONCLUSIONES

La edificación con muros de ductilidad limitada mostró un mejor comportamiento sismorresistente en comparación con la edificación de albañilería armada. Esto se debe principalmente a la mayor rigidez de la estructura construida con muros de ductilidad limitada, lo que le confiere una mejor capacidad para resistir y absorber las fuerzas sísmicas. La rigidez de la edificación con muros de ductilidad limitada se logra mediante la incorporación de elementos estructurales como refuerzos de acero y sistemas de amarre. Esta mayor rigidez permite que la estructura distribuya y disipe la energía generada durante un evento sísmico de manera más efectiva, reduciendo así la probabilidad de colapso o daños estructurales severos.

La densidad de un sistema de albañilería armada es mayor al de un sistema de muros de ductilidad limitada, debido a ello se usaron muros de 19 cm y 39 cm distinto a lo que sucede con muros de ductilidad limitada, donde se colocaron espesores de 10 cm y 15 cm.

El análisis sísmico realizado utilizando el programa Etabs mostró que ambas edificaciones cumplen con los requisitos establecidos en la Norma Técnica Peruana E030 "Diseño sismorresistente". Los valores de distorsión máxima de entrepiso se encontraron dentro del rango máximo especificado, lo que indica que ambas estructuras son capaces de resistir las fuerzas sísmicas esperadas.

El análisis de costos y presupuestos reveló que la edificación con muros de albañilería armada tiene un incremento del 27,23 % en comparación con la misma edificación construida con muros de ductilidad limitada. Esto se debe a la mayor eficiencia y reducción de tiempos de construcción del sistema de muros de ductilidad limitada, así como a posibles mayores costos de materiales y complejidad constructiva asociados con la albañilería armada.

RECOMENDACIONES

Se recomienda a las empresas constructoras priorizar el uso de muros de ductilidad limitada (MDL) en lugar de albañilería armada. Dado que el análisis comparativo mostró que la edificación con MDL presenta un mejor comportamiento sismorresistente, se evitan excentricidades cuando las edificaciones son irregulares en planta o altura y en tiempos de construcción más cortos, se recomienda considerar este sistema constructivo en futuros proyectos de edificación multifamiliar en la ciudad de Tacna.

Se recomienda a los proyectistas asegurarse de cumplir con las normativas vigentes, como la E.060 Concreto armado y la E.070 Albañilería, al realizar el predimensionamiento estructural de la edificación. Esto garantizará que la estructura cumpla con los estándares de seguridad y resistencia establecidos.

Se recomienda a los proyectistas utilizar programas de análisis estructural como ETABS para evaluar el comportamiento sísmico de las edificaciones. Esto te ayudará a obtener resultados precisos y a garantizar que los valores de distorsión máxima de entrepiso se encuentren dentro de los rangos especificados en la Norma Técnica Peruana E.030 "Diseño sismorresistente".

Se recomienda a las empresas constructoras considerar los beneficios adicionales del sistema de muros de ductilidad limitada, como su proceso constructivo más rápido y potencialmente menores costos asociados. Estos aspectos pueden influir en la viabilidad económica del proyecto y en la toma de decisiones durante la etapa de diseño y construcción.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguado, F. (1994). *Introducción a la Construcción* (Editorial Pueblo y Educación, Ed.; 1st ed.).
- Aguilar, J., y Aguilar, C. (2017). *Evaluación y reforzamiento estructural del edificio de la escuela profesional de obstetricia*. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.
- Ancco, E. (2018). *Influencia de espectros determinísticos y probabilísticos para la evaluación del peligro sísmico en estructuras de la región de Tacna*. Universidad Privada de Tacna.
- Arapa, R. (2017). *Análisis y diseño estructural en concreto armado del edificio multifamiliar de siete niveles en el centro poblado de Jayllihuaya*. Universidad Nacional del Altiplano.
- Arqhys artículos. (2012). Diseño Estructural en General. *Arqhys*.
- Astroza, M., y Schmidt, A. (2004). Capacidad de deformación de muros de albañilería confinada para distintos niveles de desempeño. In *Revista de Ingeniería Sísmica* (Vol. 70).
- Blog Structuralia. (2019). *Cinco software utilizados para el diseño y cálculo de estructuras en edificación y obra civil*.
- Cabrera N, Caterbetti R, y Scarzo E. (2018). *Producción de ánodos de grafito para protección catódica*. Universidad Nacional de Cuyo.
- Cayatopa, K. (2019). *Análisis económico comparativo entre sistemas con albañilería confinada y armada en un edificio residencial – Chiclayo*. Universidad César Vallejo.
- Chillagana, J. (2013). *Sistemas constructivos de muros de ductilidad limitada aplicados en viviendas de Quito bajo el reglamento del ACI 318-08 y la norma ecuatoriana de la construcción*. Universidad Central del Ecuador.
- Cotrado, D. (2017). *Desarrollo de curvas de fragilidad para muros de ductilidad limitada de 10 cm de espesor, basadas en pruebas experimentales, período 2011-2015*. Universidad Privada de Tacna.

- Cruz, I., y Dieguez, V. (2016). *Análisis y diseño estructural en concreto armado para una vivienda multifamiliar aplicando la nueva norma de diseño sismorresistente en la Urbanización Soliluz - Trujillo*. Universidad Privada Antenor Orrego.
- Dirección General de Política de Inversiones. (2012). *Pautas Generales para la Evaluación Ex Post de Proyectos de Inversión Pública*.
- EcuRed. (2019). *Grafito, definición y propiedades*.
https://www.ecured.cu/Grafito#Propiedades_f.C3.ADsicadas.
- Flores, F. (2018). *Análisis y diseño estructural de un edificio utilizando normativa peruana, chilena y norteamericana*. Universidad Continental.
- García, J., Castellanos, N., y Moreno, V. (2015). *Proyecto de diseño estructural para la construcción de un centro comunitario de desarrollo de proyectos productivos en el sector de la Comuna 4 de Soacha*. Universidad Católica de Colombia.
- Gomel, F. (2017). *Diseño Sísmico Basado en Desplazamientos de Estructuras Aporticadas de Concreto Armado*. Universidad Privada de Tacna.
- Juntamay, S., y Santamaría, E. (2020). *Cálculo y diseño estructural para la construcción del edificio "Parqueadero Municipal el Aguacate."* Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.
- Loa, G. (2017). *Diseño estructural de un edificio de concreto armado de seis pisos y dos sótanos*. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Moreta, J. (2015). *Evaluación estructural mediante el Fema 154 del NEC y propuesta de reforzamiento del centro educativo Juan Pablo I del D.M.Q.* Universidad Central del Ecuador.
- Ospino, L., Valencia, D., Sanchez, A., y Perez, J. (2017). *Gestión de Alcance, Tiempo y Costo*.
- Quiroz, C. (2016). *Evaluación de sistemas de muros de ductilidad limitada y albañilería confinada con plateas de cimentación en Juliaca*. Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez.
- Rivera, V. (2014). *Definición e Importancia de La Configuración Estructural*. In <https://es.scribd.com/document/233720979/Definicion-e-Importancia-de-La-Configuracion-Estructural>.
- San Bartolomé, Á. (1994). *Metrado de Cargas Verticales* (Pontificia Universidad Católica del Perú, Ed.).

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de consistencia

| Problema | Objetivos | Hipótesis | Variables | Indicador | Indicadores |
|--|--|--|--|---|---|
| Problema General ¿Qué se obtiene de realizar el análisis comparativo analítico entre una edificación multifamiliar de 5 niveles de MDL versus otra de albañilería armada en la ciudad de Tacna 2022? | Objetivo General Realizar el análisis comparativo analítico entre una edificación multifamiliar de 5 niveles de MDL versus otra de albañilería armada en la ciudad de Tacna 2022. | Hipótesis General Del análisis comparativo analítico entre una edificación multifamiliar de 5 niveles de MDL versus otra de albañilería armada en la ciudad de Tacna 2022, se obtiene una variación sustancial analítica entre ambos sistemas. | Variable Independiente Sistema constructivo MDL (muros de ductilidad limitada) y de albañilería armada | - Tipo de suelo - Propiedades de los materiales - Planos | Tipo de Investigación: Investigación Básica Diseño de Investigación: No experimental |
| Problemas específicos a. ¿Cómo predimensionar estructuralmente una edificación multifamiliar de 5 niveles de MDL y de albañilería armada en la ciudad de Tacna, 2022? b. ¿Qué se obtiene de realizar el análisis sísmico de una edificación multifamiliar de 5 niveles de MDL y de albañilería armada en la ciudad de Tacna, 2022? c. ¿Qué se obtiene de realizar el análisis de costos y presupuestos de una edificación multifamiliar de 5 niveles de MDL y de albañilería armada en la ciudad de Tacna, 2022? | Objetivos específicos a. Predimensionar estructuralmente una edificación multifamiliar de 5 niveles de MDL y de albañilería armada en la ciudad de Tacna, 2022. b. Realizar el análisis sísmico de una edificación multifamiliar de 5 niveles de MDL y de albañilería armada en la ciudad de Tacna, 2022. c. Realizar el análisis de costos y presupuestos de una edificación multifamiliar de 5 niveles de MDL y de albañilería armada en la ciudad de Tacna, 2022. | Hipótesis específicas a. Al predimensionar estructuralmente una edificación multifamiliar de 5 niveles de MDL y de albañilería armada en la ciudad de Tacna, 2022, se obtienen dimensiones similares en densidad. b. La edificación multifamiliar de 5 niveles construida con sistemas de muros de ductilidad limitada (MDL) en la ciudad de Tacna en 2022 presenta un mejor desempeño estructural y resistencia sísmica en comparación con la edificación de albañilería armada. c. La edificación de muros de ductilidad limitada (MDL) en la ciudad de Tacna en 2022 muestra una mayor eficiencia en términos de costos de construcción y tiempo de ejecución en comparación con la edificación de albañilería armada de 5 niveles. | Variable Dependiente - Análisis y diseño estructural - Análisis Económico | - Esfuerzos - Deformaciones - Periodos - Análisis de precios unitarios - Costos de los materiales - Presupuestos | |

Anexo 2: Presupuestos

Presupuesto como sistema MDL

| Item | Descripción | Unidad | Metrado | Precio | Parcial | Subtotal | Total |
|----------------------|---|----------------|-----------|--------|------------|------------|---------------------|
| 01 | TRABAJOS PRELIMINARES | | | | | | 627,98 |
| 01.01 | LIMPIEZA DE TERRENO PREVIO A OBRA | m ² | 261,66 | 0,79 | 206,71 | | |
| 01.02 | TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR | m ² | 261,66 | 1,61 | 421,27 | | |
| 02 | MOVIMIENTO DE TIERRAS | | | | | | 2 574,34 |
| 02.01 | EXCAVACIONES | | | | | 1 989,47 | |
| 02.01.01 | EXCAVACION MANUAL PARA VIGAS DE CIMENTACION | m ³ | 41,91 | 47,47 | 1 989,47 | | |
| 02.02 | ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE | | | | | 584,87 | |
| 02.02.01 | ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE | m ³ | 50,29 | 11,63 | 584,87 | | |
| 03 | OBRAS DE CONCRETO SIMPLE | | | | | | 8 365,27 |
| 03.01 | SOLADO DE CONCRETO C:H 1:12, E=10 cm. | m ² | 261,66 | 31,97 | 8 365,27 | | |
| 04 | OBRAS DE CONCRETO ARMADO | | | | | | 1 000 551,24 |
| 04.01 | LOSA DE CIMENTACION | | | | | 120 776,82 | |
| 04.01.01 | CONCRETO f'c=210 kg/cm ² EN LOSA DE CIMENTACION | m ³ | 192,07 | 468,76 | 90 034,73 | | |
| 04.01.02 | ACERO EN LOSA DE CIMENTACION GRADO 60 | kg | 5 246,09 | 5,86 | 30 742,09 | | |
| 04.02 | VIGAS DE CIMENTACION | | | | | 85 898,90 | |
| 04.02.01 | CONCRETO f'c=210 kg/cm ² EN VIGAS DE CIMENTACION | m ³ | 62,11 | 484,69 | 30 104,10 | | |
| 04.02.02 | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS DE CIMENTACION | m ² | 319,44 | 61,59 | 19 674,31 | | |
| 04.02.03 | ACERO EN VIGA DE CIMENTACION GRADO 60 | kg | 6 260,05 | 5,77 | 36 120,49 | | |
| 04.03 | MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA | | | | | 679 512,33 | |
| 04.03.01 | CONCRETO f'c=175 kg/cm ² EN MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA | m ³ | 279,92 | 456,23 | 127 707,90 | | |
| 04.03.02 | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA | m ² | 3 997,15 | 103,93 | 415 423,80 | | |
| 04.03.03 | ACERO EN MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA GRADO 60 | kg | 24 397,25 | 5,59 | 136 380,63 | | |
| 04.04 | VIGAS | | | | | 7 851,88 | |
| 04.04.01 | CONCRETO F'C=175 KG/CM2 EN VIGAS | m ³ | 3,38 | 458,95 | 1 551,25 | | |
| 04.04.02 | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS | m ² | 39,57 | 95,56 | 3 781,31 | | |
| 04.04.03 | ACERO EN VIGAS GRADO 60 | kg | 415,73 | 6,06 | 2 519,32 | | |
| 04.05 | LOSAS MACIZAS | | | | | 96 245,63 | |
| 04.05.01 | CONCRETO F'C=175 KG/CM2 EN LOSAS MACIZAS | m ³ | 131,50 | 456,13 | 59 981,10 | | |
| 04.05.02 | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN LOSAS MACIZAS | m ² | 252,44 | 59,21 | 14 946,97 | | |
| 04.05.03 | ACERO EN LOSAS MACIZAS GRADO 60 | kg | 3 500,42 | 6,09 | 21 317,56 | | |
| 04.06 | ESCALERAS | | | | | 5 303,50 | |
| 04.06.01 | CONCRETO F'C=175 KG/CM2 EN ESCALERAS | m ³ | 3,85 | 458,95 | 1 766,96 | | |
| 04.06.02 | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN ESCALERAS | m ² | 30,76 | 94,52 | 2 907,44 | | |
| 04.06.03 | ACERO EN ESCALERAS GRADO 60 | kg | 112,54 | 5,59 | 629,10 | | |
| 04.07 | TABIQUERIA | | | | | 4 962,18 | |
| 04.07.01 | CONCRETO F'C=175 KG/CM2 EN TABIQUERIAS | m ³ | 6,45 | 456,23 | 2 942,68 | | |
| 04.07.02 | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN TABIQUERIAS | m ² | 15,42 | 103,93 | 1 602,60 | | |
| 04.07.03 | ACERO EN TABIQUERIAS GRADO 60 | kg | 74,58 | 5,59 | 416,90 | | |
| COSTO DIRECTO | | | | | | | 1 012 118,83 |

Son: **UN MILLÓN DOCE MIL CIENTO DIECIOCHO CON 83/100 NUEVOS SOLES**

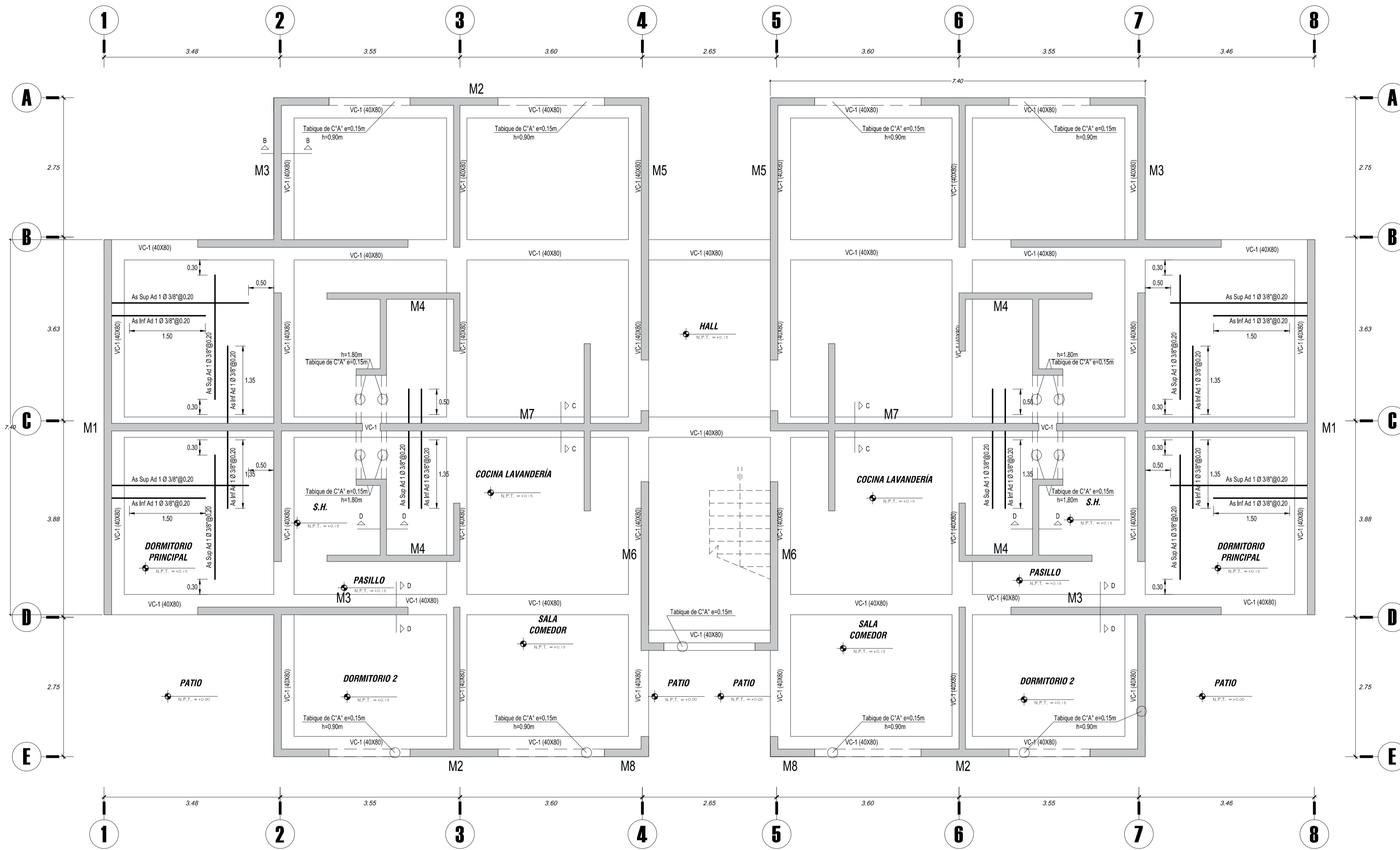
Presupuesto como sistema de albañilería armada

| Item | Descripción | Unidad | Metrado | Precio | Parcial | Subtotal | Total |
|----------------------|---|----------------|----------|--------|------------|------------|---------------------|
| 05 | TRABAJOS PRELIMINARES | | | | | | 627,98 |
| 05.01 | LIMPIEZA DE TERRENO PREVIO A OBRA | m ² | 261,66 | 0,79 | 206,71 | | |
| 05.02 | TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR | m ² | 261,66 | 1,61 | 421,27 | | |
| 06 | MOVIMIENTO DE TIERRAS | | | | | | 2 574,34 |
| 06.01 | EXCAVACIONES | | | | | 1 989,47 | |
| 06.01.01 | EXCAVACION MANUAL PARA VIGAS DE CIMENTACION | m3 | 41,91 | 47,47 | 1 989,47 | | |
| 06.02 | ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE | | | | | 584,87 | |
| 06.02.01 | ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE | m3 | 50,29 | 11,63 | 584,87 | | |
| 07 | OBRAS DE CONCRETO SIMPLE | | | | | | 8 365,27 |
| 07.01 | SOLADO DE CONCRETO C:H 1:12,E=10 cm. | m ² | 261,66 | 31,97 | 8 365,27 | | |
| 08 | OBRAS DE CONCRETO ARMADO | | | | | | 319 422,96 |
| 08.01 | LOSA DE CIMENTACION | | | | | 120 776,82 | |
| 08.01.01 | CONCRETO f'c=210 kg/cm ² EN LOSA DE CIMENTACION | m ³ | 192,07 | 468,76 | 90 034,73 | | |
| 08.01.02 | ACERO EN LOSA DE CIMENTACION GRADO 60 | kg | 5 246,09 | 5,86 | 30 742,09 | | |
| 08.02 | VIGAS DE CIMENTACION | | | | | 85 898,90 | |
| 08.02.01 | CONCRETO f'c=210 kg/cm ² EN VIGAS DE CIMENTACION | m ³ | 62,11 | 484,69 | 30 104,10 | | |
| 08.02.02 | ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN VIGAS DE CIMENTACION | m ² | 319,44 | 61,59 | 19 674,31 | | |
| 08.02.03 | ACERO EN VIGA DE CIMENTACION GRADO 60 | kg | 6 260,05 | 5,77 | 36 120,49 | | |
| 08.03 | VIGAS | | | | | 15 024,51 | |
| 08.03.01 | CONCRETO f'c=175 kg/cm ² EN VIGAS | m ³ | 6,42 | 458,95 | 2 946,46 | | |
| 08.03.02 | ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN VIGAS | m ² | 78,40 | 95,56 | 7 491,90 | | |
| 08.03.03 | ACERO EN VIGAS GRADO 60 | kg | 756,79 | 6,06 | 4 586,15 | | |
| 08.04 | LOSAS MACIZAS | | | | | 92 419,23 | |
| 08.04.01 | CONCRETO f'c=175 kg/cm ² EN LOSAS MACIZAS | m ³ | 125,40 | 456,13 | 57 198,70 | | |
| 08.04.02 | ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN LOSAS MACIZAS | m ² | 242,56 | 59,21 | 14 361,98 | | |
| 08.04.03 | ACERO EN LOSAS MACIZAS GRADO 60 | kg | 3 425,05 | 6,09 | 20 858,55 | | |
| 08.05 | ESCALERAS | | | | | 5 303,50 | |
| 08.05.01 | CONCRETO f'c=175 kg/cm ² EN ESCALERAS | m ³ | 3,85 | 458,95 | 1 766,96 | | |
| 08.05.02 | ENCOFRADO Y DEENCOFRADO EN ESCALERAS | m ² | 30,76 | 94,52 | 2 907,44 | | |
| 08.05.03 | ACERO EN ESCALERAS GRADO 60 | kg | 112,54 | 5,59 | 629,10 | | |
| 09 | MUROS Y TABIQUES | | | | | | 956 769,42 |
| 09.01 | MURO PORTANTE DE BLOQUETAS DE CONCRETO DE 19X3 | m ² | 3 423,13 | 195,98 | 670 865,02 | | |
| 09.02 | MURO PORTANTE DE BLOQUETAS DE CONCRETO DE 19X3 | m ² | 1 512,34 | 177,86 | 268 984,79 | | |
| 09.03 | MURO TABIQUE DE BLOQUETAS DE CONCRETO DE 9X39X1 | m ² | 120,45 | 140,47 | 16 919,61 | | |
| COSTO DIRECTO | | | | | | | 1 287 759,97 |

Son: **UN MILLÓN DOSCIENTOS OCHENTA Y SIETE MIL SETECIENTOS CINCUENTA Y NUEVE CON 97/100 NUEVOS SOLES**

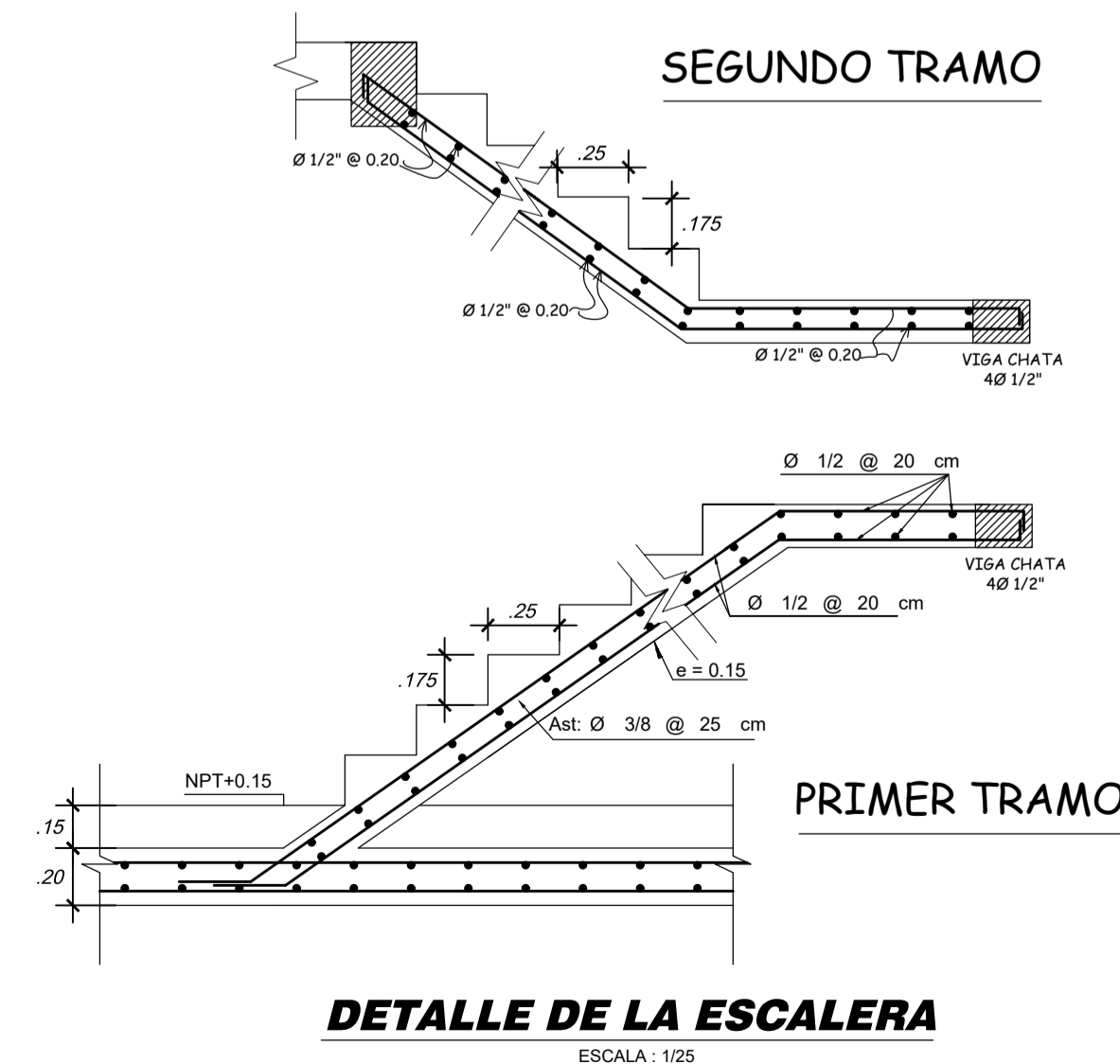
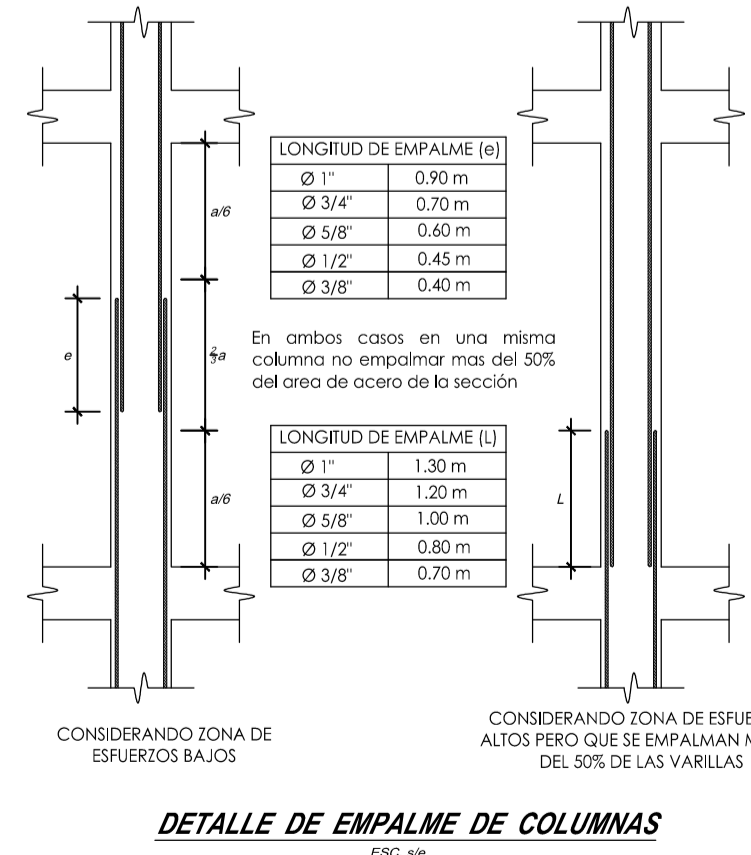
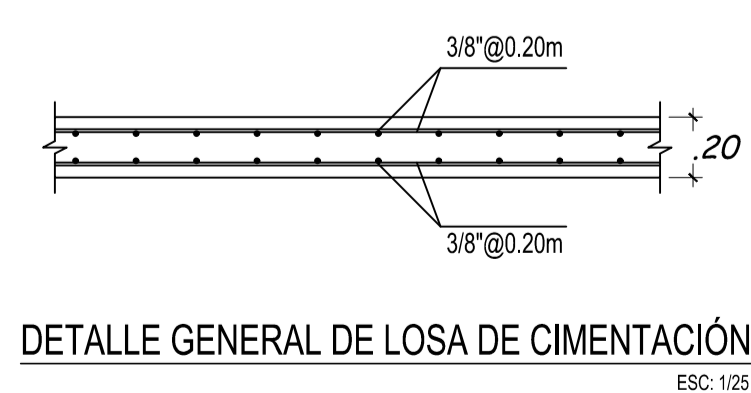
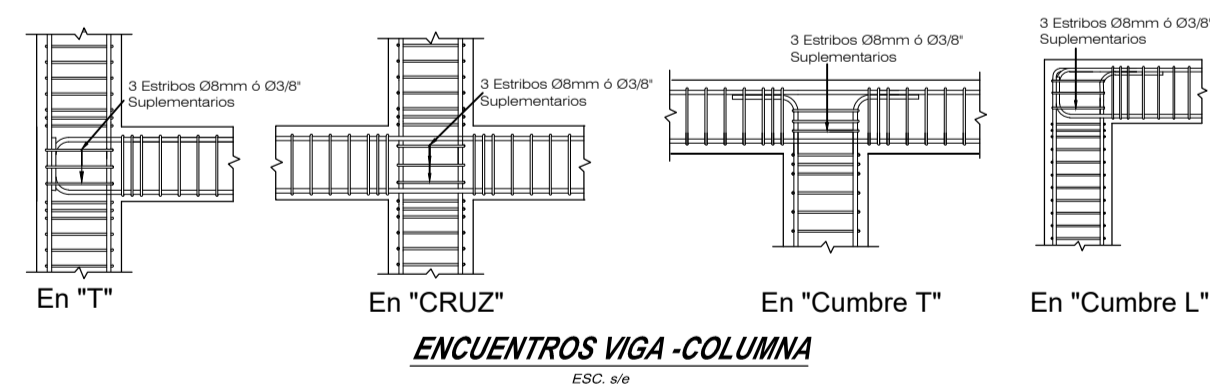
Anexo 3. Planos

Anexo 4. Ficha técnica de bloques de concreto



PLANTA DE CIMENTACIONES

ESCALA: 1/50



LEYENDA

N.P.F. = NIVEL FALSO PISO
 NFZ. = NIVEL FONDO ZAPATA
 N.F.C. = NIVEL FONDO CIMIENTO
 N.F.S.Z. = NIVEL FONDO SOLADO DE ZAPATA
 N.F.V. = NIVEL FONDO VIGA DE CIMENTACIÓN

CUADRO DE VIGA DE CIMENTACIÓN

| ZONA | TIPO | VC-01 |
|---------|-------------|----------------------------|
| Nivel | Sección | 50 X 80 |
| | As Continuo | 10 Ø3/4" |
| Estribo | | 5 Ø3/4" |
| | | 1 Ø3/8" 1 Ø0,05, Rto @0,25 |

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

| | |
|--|---|
| CONCRETO ARMADO | $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ |
| CONCRETO | $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ |
| COLUMNETAS Y VIGAS DE AMARRE | $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ |
| FIERRO CORRUGADO | $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ |
| SUELO | $\sigma_t = 2.92 \text{ kg/cm}^2$ |
| CONCRETO SIMPLE | $f_c = 140 \text{ Kg/cm}^2 + 30\% \text{ P.G. (10" Máx)}$ |
| CIMIENTO CORRIDO | $f_c = 140 \text{ Kg/cm}^2 + 30\% \text{ P.M. (3" Máx)}$ |
| SOBRECIMIENTO | Mezcla Cemento/Hormigón |
| SOLADO | 1:12 + 30% de Piedra Grande (8" Máx) |
| RECURBIENTOS | 5 cm. |
| LOSA DE CIMENTACIÓN | 4 cm. |
| PLACAS, MUROS, COLUMNAS Y VIGAS PERALTADAS | 3 cm. |
| VIGAS PERALTADAS Y COLUMNAS (e=15) | 2.5 cm. |
| VIGAS CHATAS | 2 cm. |
| LOSAS Y ALIGERADO | 2 cm. |
| ALBAÑILERÍA CONFINADA | |
| LADRILLO TIPO HERCULES I ó SIMILAR, $f_m = 65 \text{ kg/cm}^2$ | |
| TABICUERIA | |
| LADRILLO TIPO BLOCKER II ó SIMILAR | 1 / 5 |
| MORTERO CEMENTO/ARENA | 1.0 cm (Min.) |
| ESPOSOR JUNTA ENTRE HILADAS | 1.0 cm (Min.) |
| ALTERNATIVAMENTE SE PUEDE USAR, TABICUERIA TIPO P-10 | |

NOTA: Para la platea de cimentación usar concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

ANÁLISIS SÍSMICO

SEGUIN NORMA E.030-2018 "DISEÑO SISMORRESISTENTE"

Espectro Sísmico
 Factor de zona = 0.45 (Zona 4)
 Factor de uso = 1.00 (Vivienda)
 Factor de suelo = 1.05 (Suelo Intermedio)
 Periodo fundamental $T_p = 0.60 \text{ s}$
 gravedad = 9.81 m/s^2

Factor de amplificación sísmica FAD
 $T < T_p$ $C = 2.5$
 $T_p < T < T_L$ $C = 2.5 (T_p / T)$
 $T > T_L$ $C = 2.5 (T_p^* T_L / T^2)$

Pseudoceleración Espectral
 $S_a = Z \cdot U \cdot S \cdot g / R$
 $R_x = 3.40$ (Muros de Ductilidad Limitada / Irregular en planta)
 $R_y = 3.40$ (Muros de Ductilidad Limitada / Irregular en planta)

Desplazamientos elásticos estructura:
 $D_{xx} = 0.0008 < 0.007$ (4" Nivel)
 $D_{yy} = 0.0010 < 0.007$ (4" Nivel)
 $D_{xx} = 0.0007 < 0.007$ (3" Nivel)
 $D_{yy} = 0.0010 < 0.007$ (3" Nivel)
 $D_{xx} = 0.0008 < 0.007$ (2" Nivel)
 $D_{yy} = 0.0009 < 0.007$ (2" Nivel)
 $D_{xx} = 0.0004 < 0.007$ (1" Nivel)
 $D_{yy} = 0.0004 < 0.007$ (1" Nivel)

Período Fundamental de Vibración
 Modo 1 = 0.13 seg. (0.70 eje Y)
 Modo 4 = 0.08 seg. (0.30 eje X)

Edificación: Fuerzas Cortantes para Diseño
 Peso de la edificación = 1 049.37 ton
 Cortante dinámico directo $XX = 182.03 \text{ ton}$
 Cortante dinámico directo $YY = 221.16 \text{ ton}$
 Cortante basal estático $XX = 309.53 \text{ ton}$
 Cortante basal estático $YY = 309.53 \text{ ton}$
 Cortante dinám. de diseño $XX = 278.58 \text{ ton}$
 Cortante dinám. de diseño $YY = 278.58 \text{ ton}$
 escalamiento $xx = 1.53$
 escalamiento $yy = 1.26$

CONDICIONES DE CIMENTACIÓN

El Estudio de Mecánica de Suelos fue elaborado por el Ing. Andy Jose Rivera Sagastegui, con CIP N° 75160, obteniéndose los siguientes datos:

TIPO DE CIMENTACIÓN:
 Zapatas aisladas y cimientos corridos

ESTRATO DE APOYO A LA CIMENTACIÓN:
 Gavias mal graduadas con arena y pocos finos no plasticos (GP)

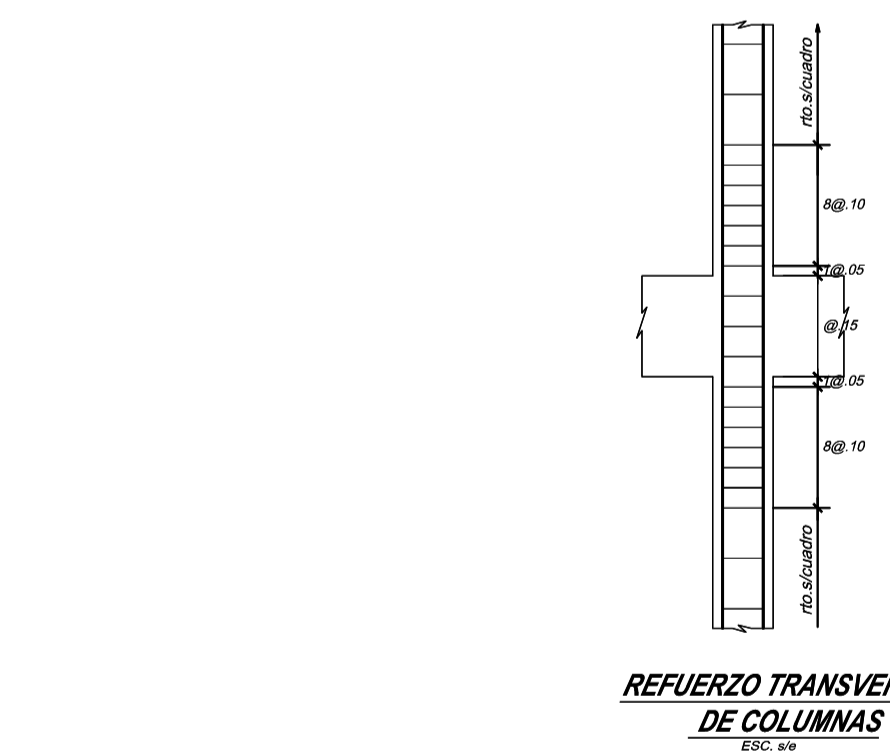
PROFUNDIDAD DE LA CIMENTACIÓN:
 2.00m (profundidad respecto del nivel de la superficie original del terreno)

PRESIÓN ADMISIBLE CONSIDERADA:
 $\sigma = 2.92 \text{ kg/cm}^2$

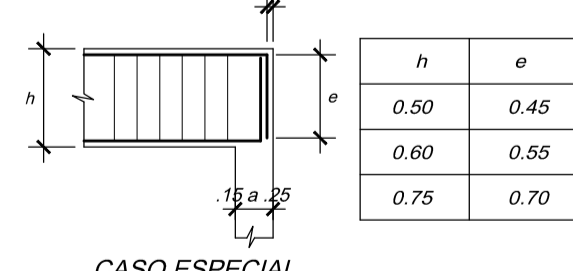
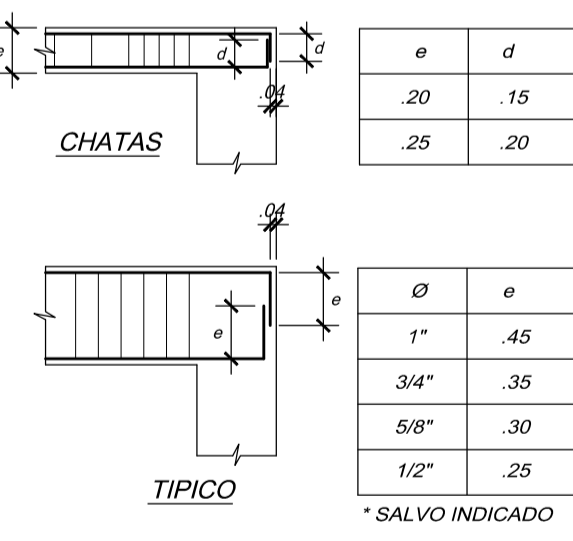
AGRESIVIDAD DEL SUELO A LA CIMENTACIÓN:
 Moderadamente agresivo (usar cemento tipo IP ó HS)

RECOMENDACIONES ADICIONALES:
 1) No debe cimentarse sobre turba, suelo orgánico, tierra vegetal, desmonte, relleno sanitario o relleno artificial, estos materiales inadecuados deberán ser removidos en su totalidad antes de construir la edificación y ser reemplazados con materiales adecuados debidamente compactados.
 2) En caso de que a la profundidad indicada se encuentre material suelto ó relleno profundizar excavación por lo menos 30cm. en terreno natural y vacear falsa zapata.
 3) En donde se requiera rellenar para conformar el falso piso se deberá usar afirmado compactado al 95% de proctor modificado. La compactación deberá ser con plancha vibradora en capas no mas de 20cm.

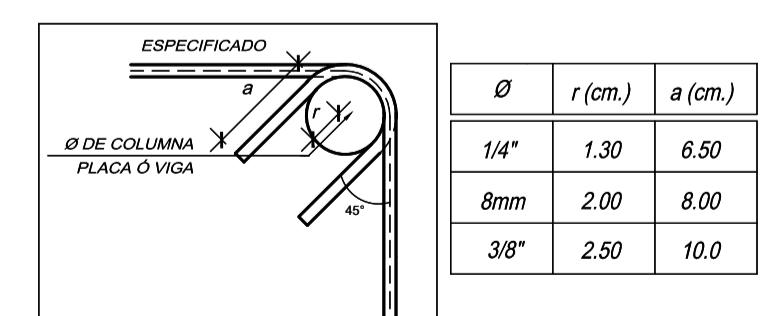
DETALLE COLUMNAS, COLUMNETAS Y VIGUETAS



REFUERZO TRANSVERSAL DE COLUMNAS



DETALLE DE DOBLADO DE ESTRIBOS EN COLUMNAS Y VIGAS



DETALLE DE ANCLAJE



Logo of Universidad Técnica del Sur

RESE: "ANÁLISIS COMPARATIVO ANALÍTICO ENTRE UN SISTEMA MDL Y DE ALBAÑILERÍA ARMADA PARA UNA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR DE 5 NIVELES, TACNA 2022"

REGISTRO: BACH. ING. RAYSA NOHELIA DURAND MALDONADO

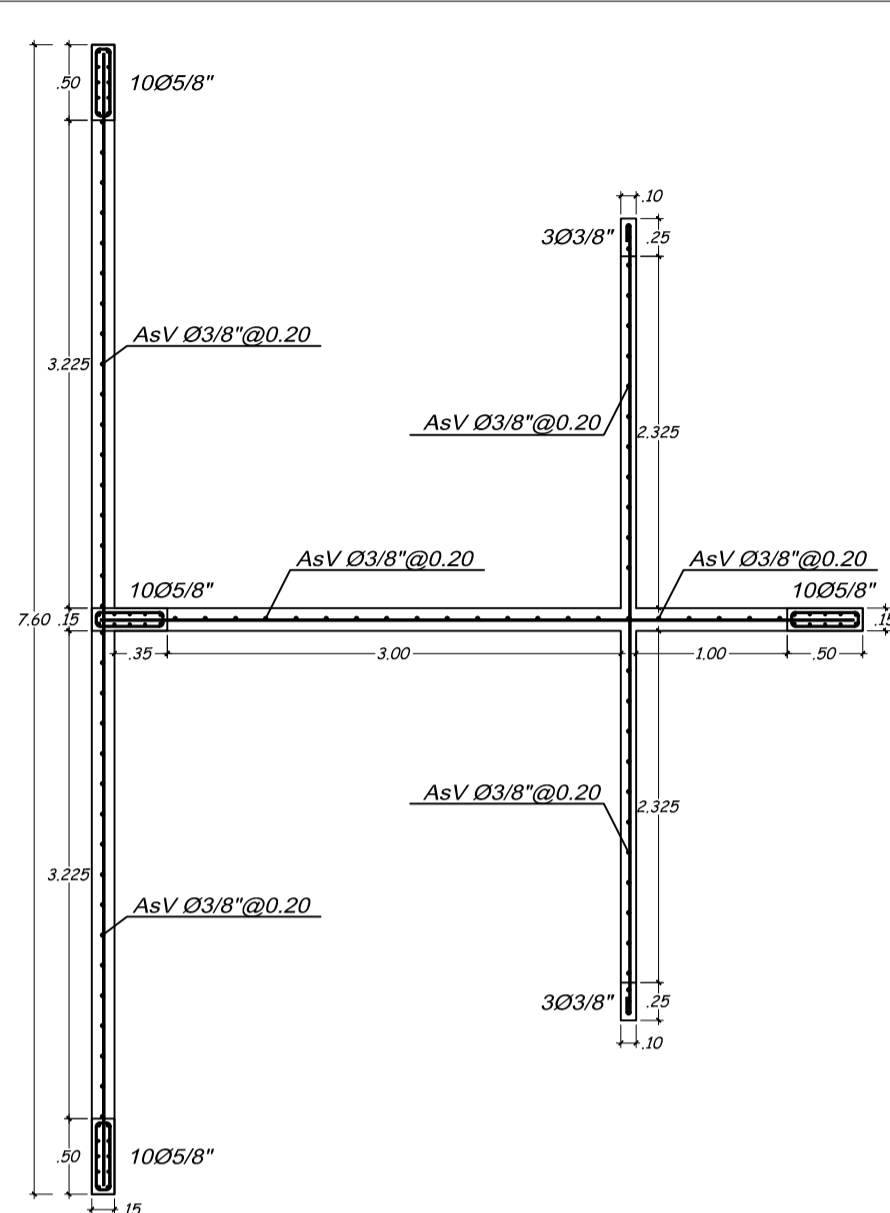
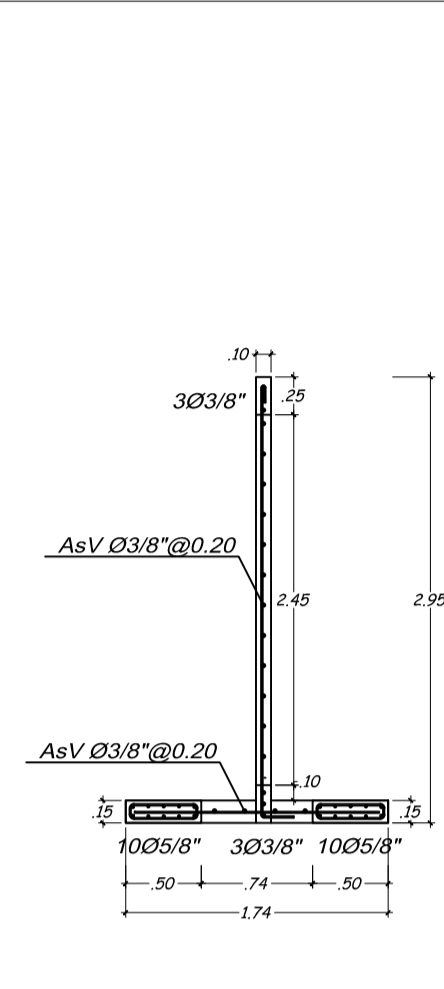
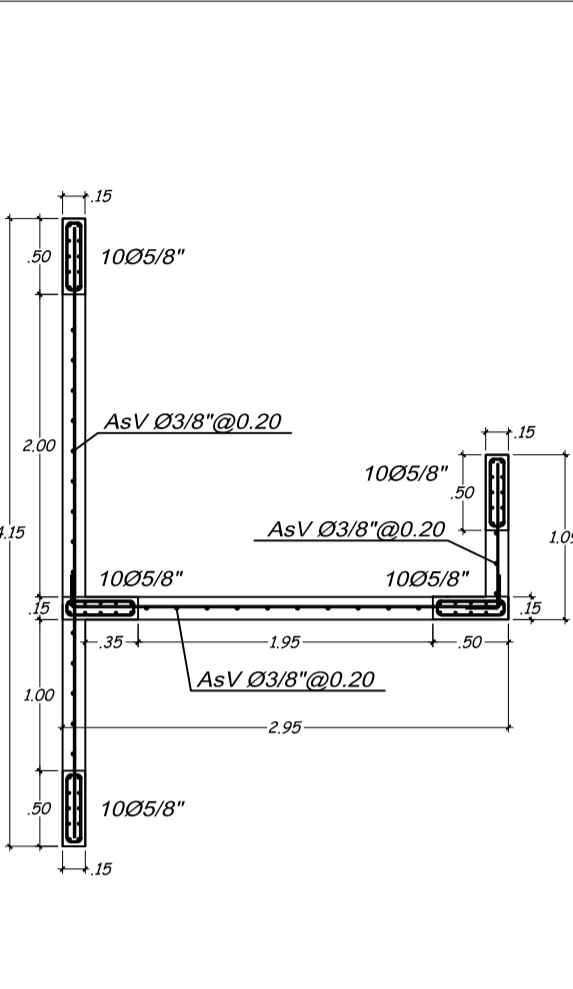
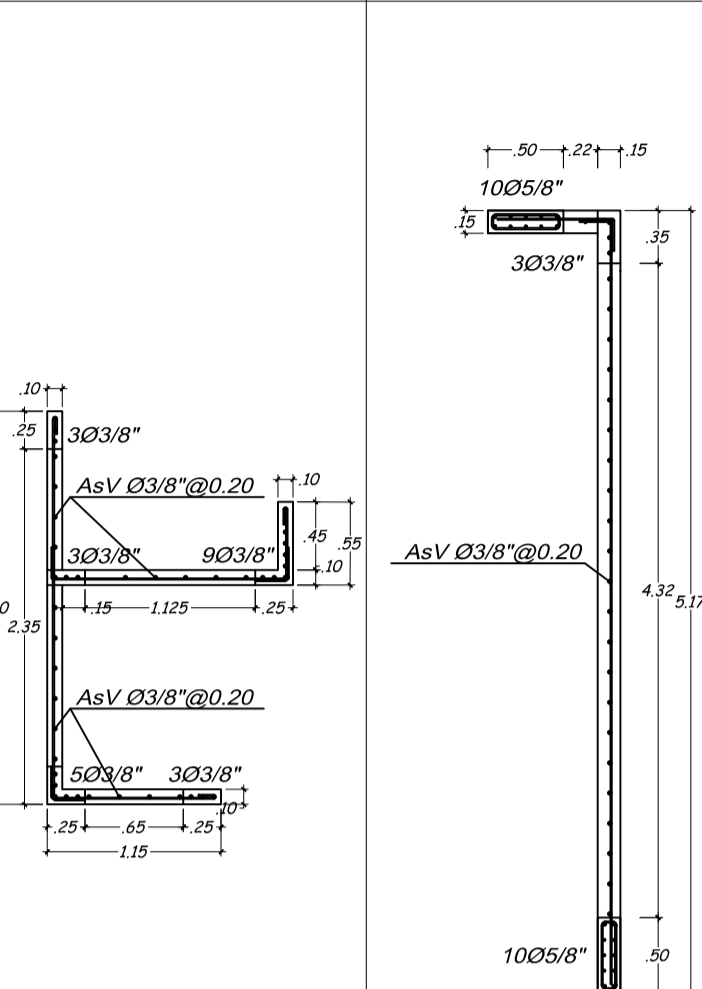
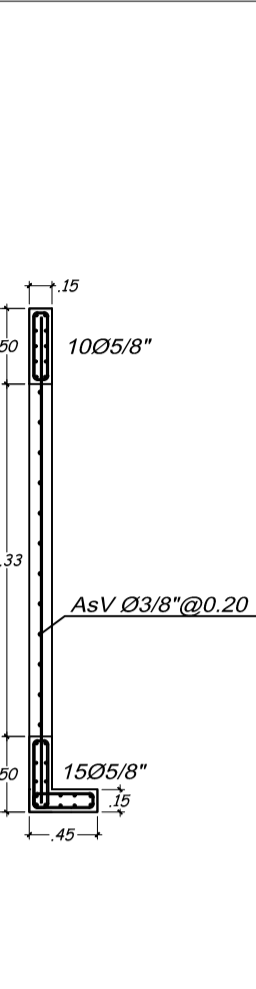
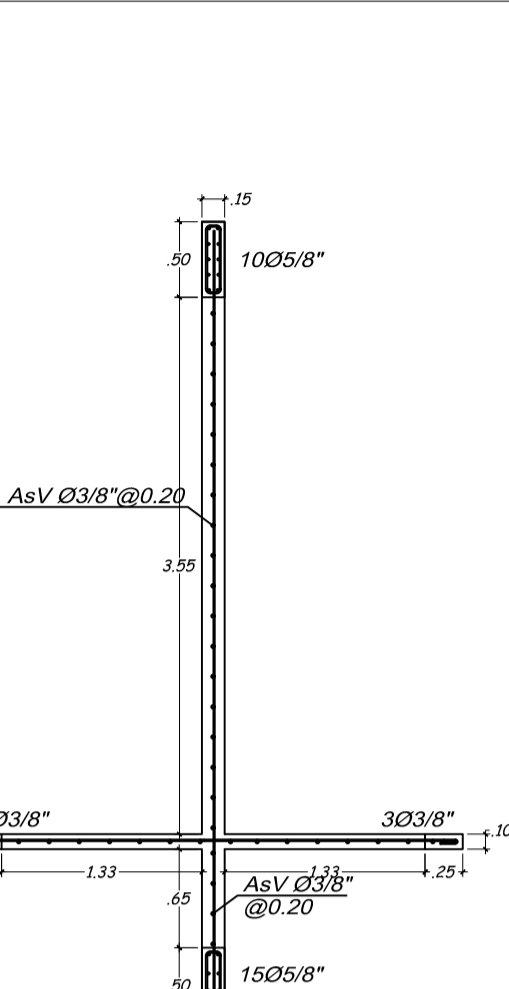
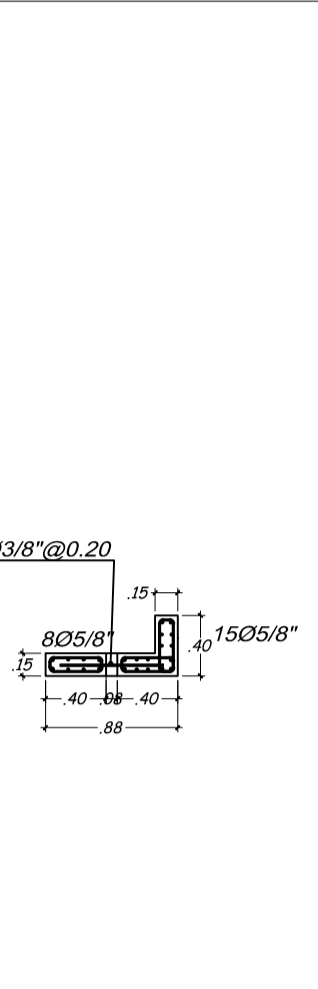
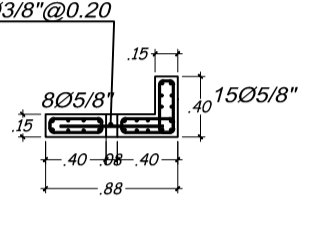
PLANO: CIMENTACIONES

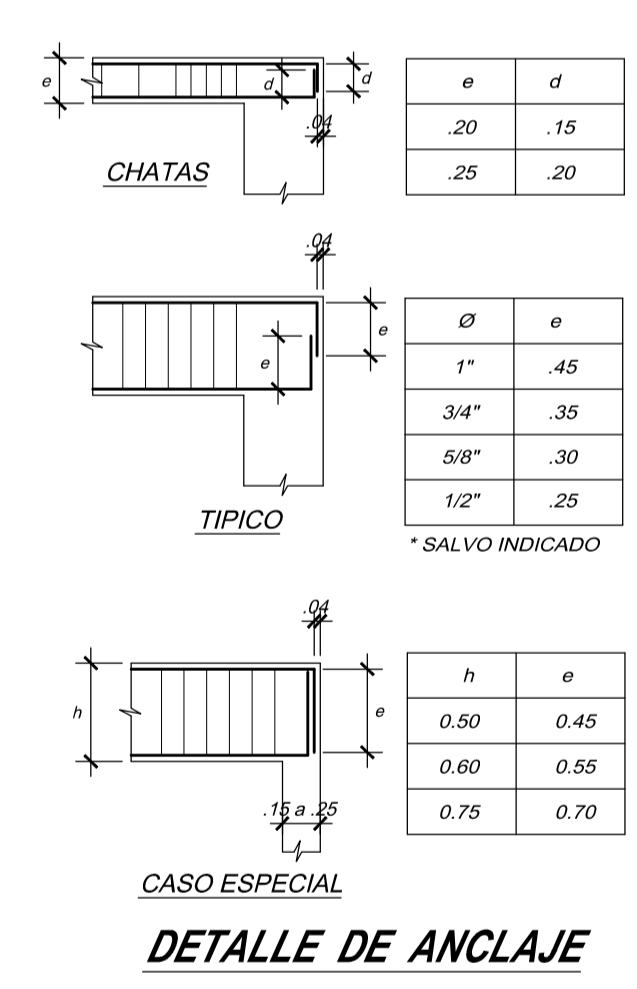
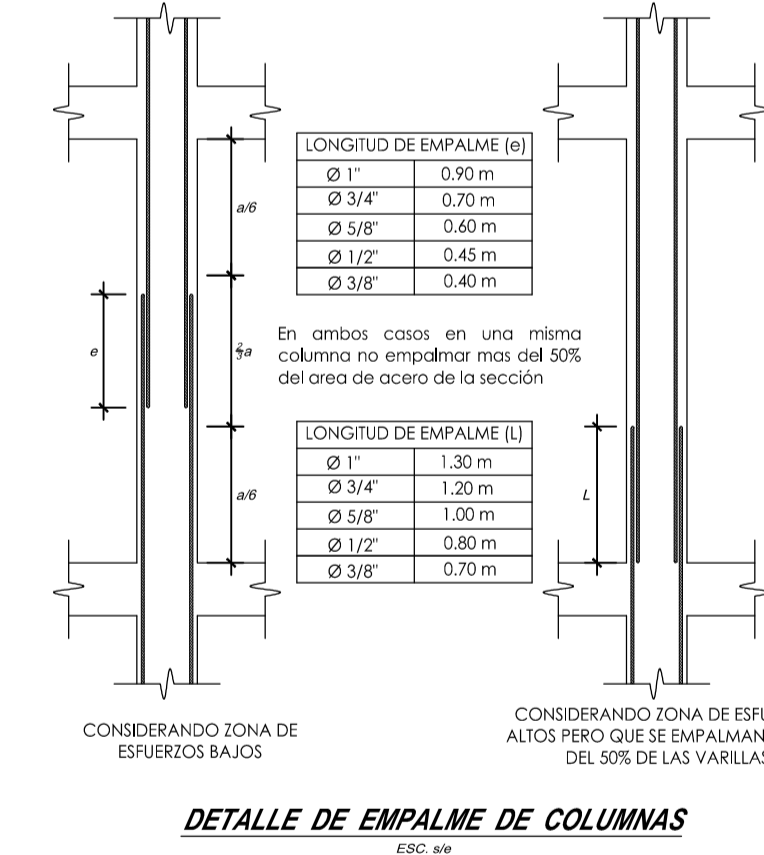
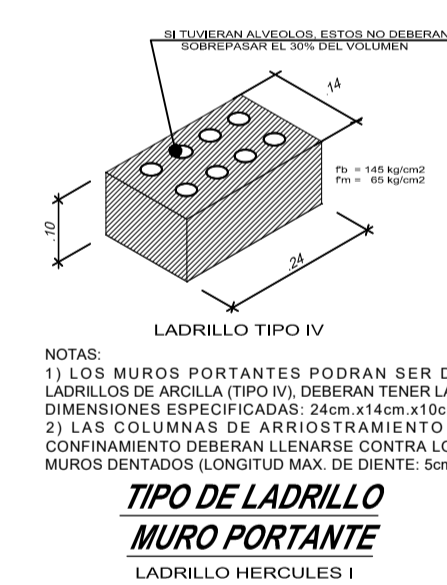
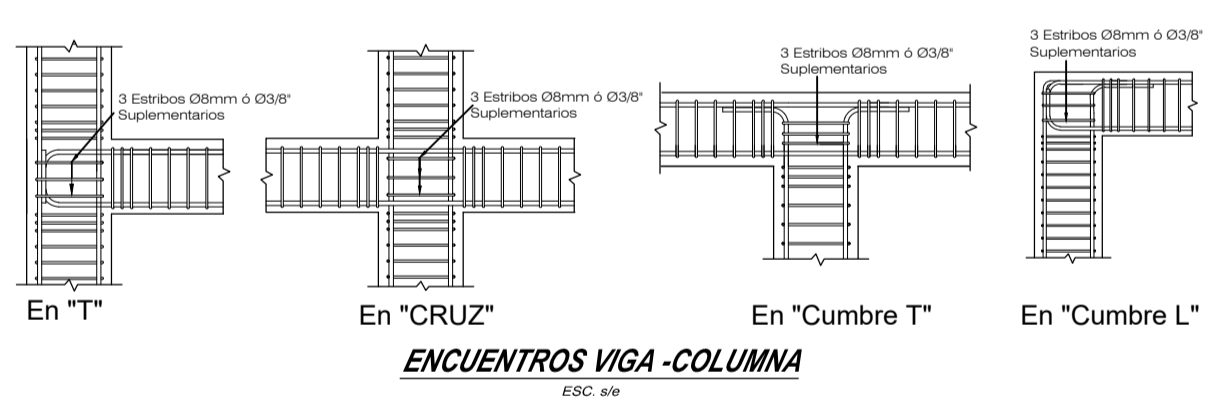
FECHA: AGOSTO DEL 2023 ESCALA: INDICADA DIBUJO: FINA

M-01

CUADRO DE MUROS DE DUCTILIDAD LIMITADA

ESC: 1/25

| ZONA | TIPO | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 | M7 | M8 |
|-----------------------|----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 2 3 4 5 | Sección | Según gráfico | Según gráfico | Según gráfico | Según gráfico | Según gráfico | Según gráfico | Según gráfico | Según gráfico |
| | As Continuo | Según desarrollo | Según desarrollo | Según desarrollo | Según desarrollo | Según desarrollo | Según desarrollo | Según desarrollo | Según desarrollo |
| | As Transversal |  |  |  |  |  |  |  |  |
| | | <p>1 Ø3/8" 1 @0.05, Rb @0.15</p> | <p>1 Ø3/8" 1 @0.05, Rb @0.15</p> | <p>1 Ø3/8" 1 @0.05, Rb @0.15</p> | <p>1 Ø3/8" 1 @0.05, Rb @0.15</p> | <p>1 Ø3/8" 1 @0.05, Rb @0.15</p> | <p>1 Ø3/8" 1 @0.05, Rb @0.15</p> | <p>1 Ø3/8" 1 @0.05, Rb @0.15</p> | <p>1 Ø3/8" 1 @0.05, Rb @0.15</p> |



CONDICIONES DE CIMENTACIÓN

El Estudio de Mecánica de Suelos fue elaborado por el Ing. Andy Jose Rivera Sagastegui, con CIP N° 75160, obteniéndose los siguientes datos:

TIPO DE CIMENTACIÓN: Zapatas aisladas y cimientos corridos.

ESTRATO DE APOYO A LA CIMENTACIÓN: Gavas mal graduadas con arena y pocos finos no plasticos (GP)

PROFUNDIDAD DE LA CIMENTACIÓN: 2.00m (profundidad respecto del nivel de la superficie original del terreno)

PRESIÓN ADMISIBLE CONSIDERADA: $\sigma = 2.92 \text{ kg/cm}^2$

AGRESIVIDAD DEL SUELO A LA CIMENTACIÓN: Moderadamente agresivo (usar cemento tipo IP ó HS)

RECOMENDACIONES ADICIONALES:

- No debe cimentarse sobre turba, suelo orgánico, tierra vegetal, desmonte, relleno sanitario o relleno artificial, estos materiales inadecuados deberán ser removidos en su totalidad antes de construir la edificación y ser reemplazados con materiales adecuados debidamente compactados.
- En caso de que a la profundidad indicada se encuentre material suelto ó relleno profundizar excavación por lo menos 30cm, en terreno natural y vacear falsa zapata.
- En donde se requiera rellenar para conformar el falso piso se deberá usar afirmado compactado al 95% de proctor modificado. La compactación deberá ser con plancha vibradora en capas no más de 20cm.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

CONCRETO ARMADO

CONCRETO: $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$

COLUMNETAS Y VIGAS DE AMARRE: $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$

FIERRO CORRUGADO: $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

SUELO: $\sigma_t = 2.92 \text{ kg/cm}^2$

CONCRETO SIMPLE

CIMENTO CORRIDO: $f_c = 140 \text{ Kg/cm}^2 + 30\% \text{ P.G. (10" Máx)}$

SOBRECIMIENTO: $f_c = 140 \text{ Kg/cm}^2 + 30\% \text{ P.M. (3" Máx)}$

SOLIDADO: Mezcla Cemento:Horngón: 1:12 + 30% de Piedra Grande (8" Máx)

RECUBRIMIENTOS

LOSA DE CIMENTACIÓN: 5 cm.

PLACAS, MUROS, COLUMNAS Y VIGAS PERALTADAS: 4 cm.

VIGAS PERALTADAS Y COLUMNAS (e=15): 3 cm.

VIGAS CHATAS: 2.5 cm.

LOSAS Y ALIGERADO: 2 cm.

ALBAÑILERÍA CONFINADA

LADRILLO TIPO HERCULES I ó SIMILAR, $f_m = 65 \text{ kg/cm}^2$

TABUQUERIA

LADRILLO TIPO BLOCKER II ó SIMILAR: 1/5

MORTERO (CEMENTO/ARENA): 1.0 cm (Mín.)

ESPESOR JUNTA ENTRE HILADAS: 1.0 cm (Mín.)

ALTERNATIVAMENTE SE PUEDE USAR, TABUQUERIA TIPO P-10

ANÁLISIS SÍSMICO
SEGUN NORMA E.030-2018 "DISEÑO SISMORRESISTENTE"

Espectro Sísmico

Factor de zona = 0.45 (Zona 4)

Factor de uso = 1.00 (Vivienda)

Factor de suelo = 1.05 (Suelo Intermedio)

Periodo fundamental $T_p = 0.60s$

gravedad = 9.81 m/s²

Factor de amplificación sísmica FAD

$T < T_p$ C = 2.5

$T_p < T < T_L$ C = 2.5 (T_p / T)

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

Pseudoaceleración Espectral

$S_a = 2.0 \text{ U.S.C.g / R}$

$R_x = 3.40$ (Muros de Ductilidad Limitada / Irregular en planta)

$R_y = 3.40$ (Muros de Ductilidad Limitada / Irregular en planta)

Desplazamientos inelásticos estructura:

$D_{xx} = 0.0006 < 0.007$ (4° Nivel)

$D_{yy} = 0.0010 < 0.007$ (4° Nivel)

$D_{xx} = 0.0007 < 0.007$ (3° Nivel)

$D_{yy} = 0.0010 < 0.007$ (3° Nivel)

$D_{xx} = 0.0006 < 0.007$ (2° Nivel)

$D_{yy} = 0.0009 < 0.007$ (2° Nivel)

$D_{xx} = 0.0004 < 0.007$ (1° Nivel)

$D_{yy} = 0.0004 < 0.007$ (1° Nivel)

Periodo Fundamental de Vibración

Modo 1 = 0.13 seg. (0.70 eje Y)

Modo 4 = 0.08 seg. (0.30 eje X)

Edificación: Fuerzas Cortantes para Diseño

Peso de la edificación = 1 049.37 ton

Cortante dinámico directo XX = 182.03 ton

Cortante dinámico directo YY = 221.16 ton

Cortante basal estático XX = 309.53 ton

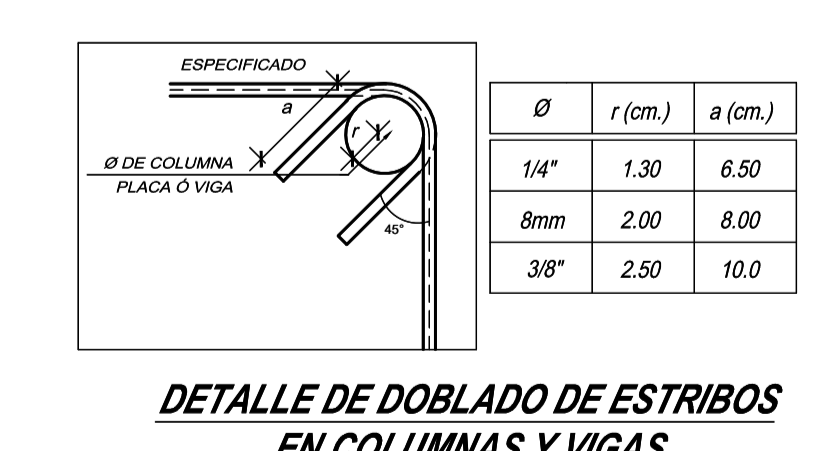
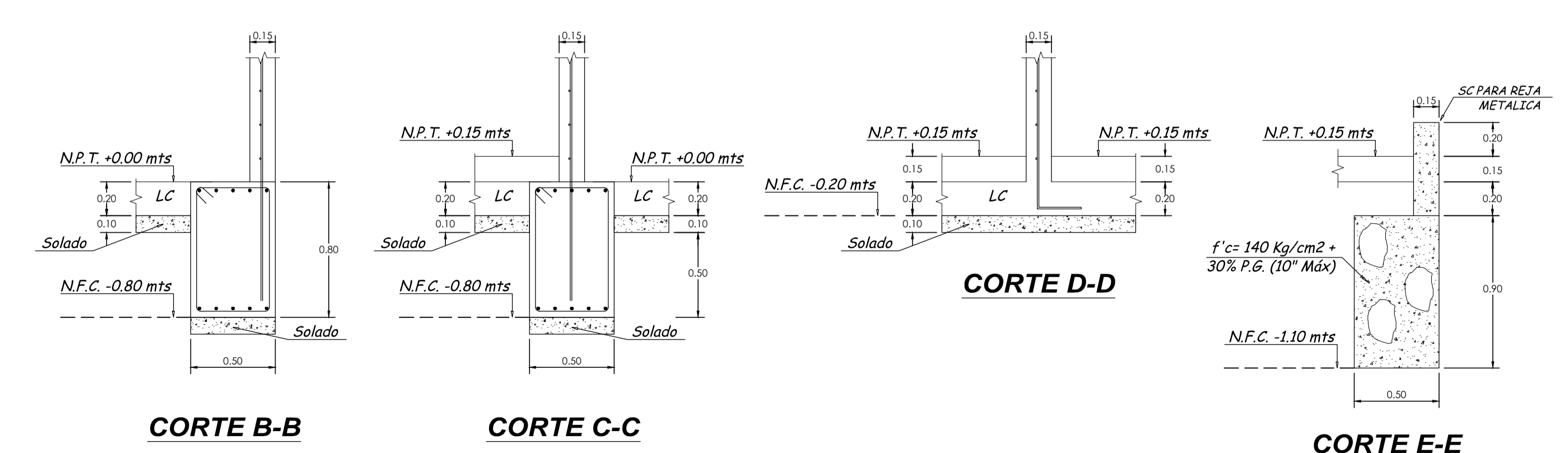
Cortante basal estático YY = 309.53 ton

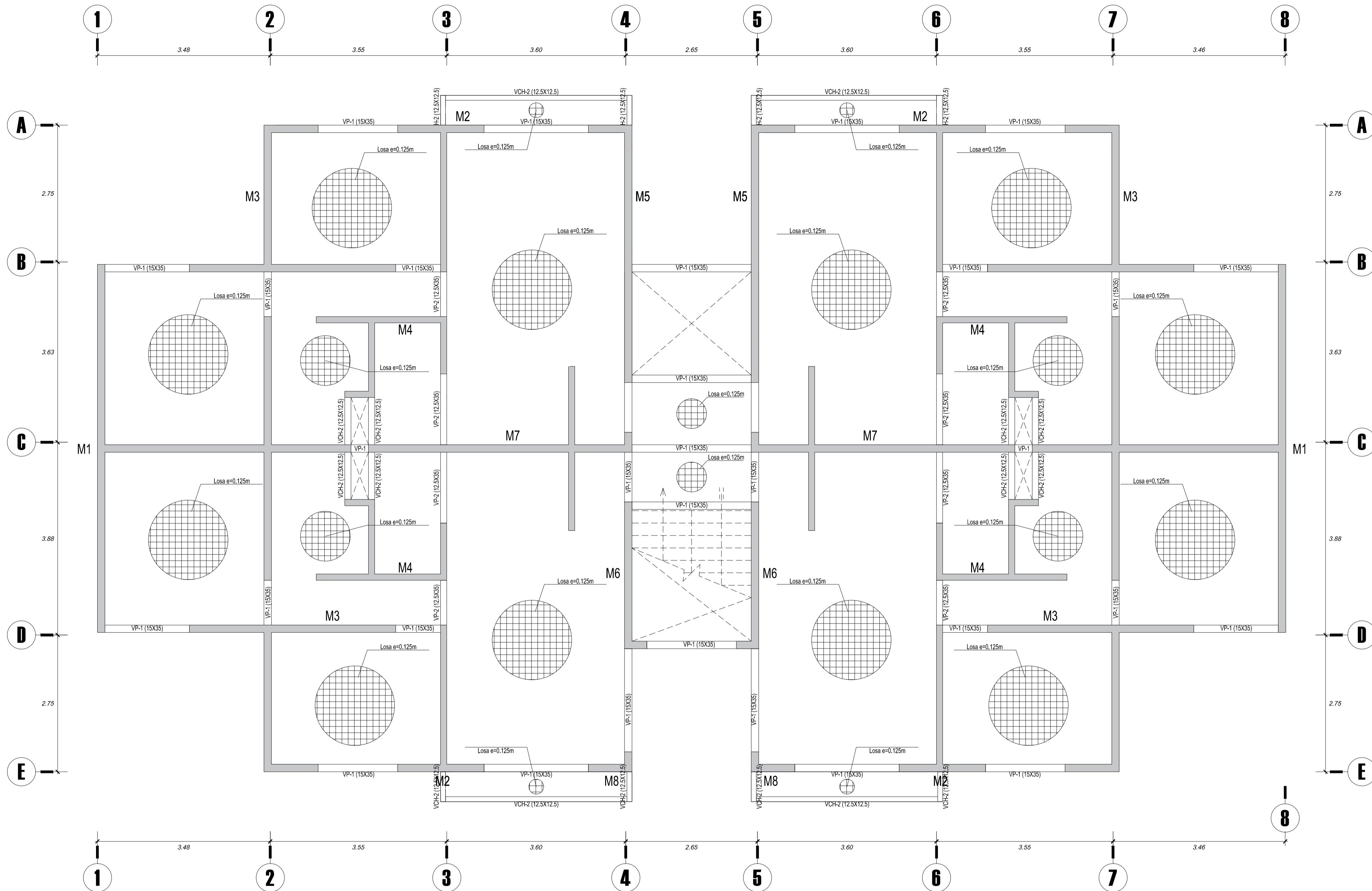
Cortante dinám. de diseño XX = 278.58 ton

Cortante dinám. de diseño YY = 278.58 ton

escalamiento xx = 1.53

escalamiento yy = 1.26

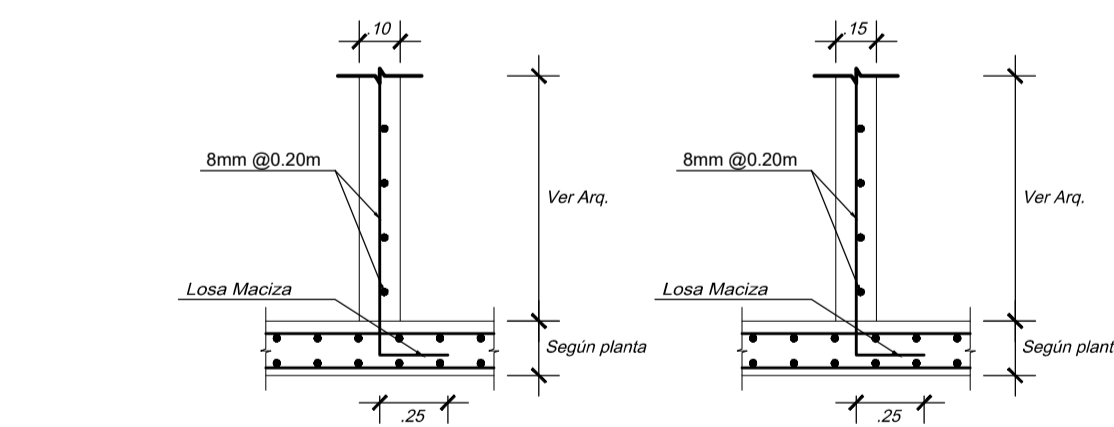




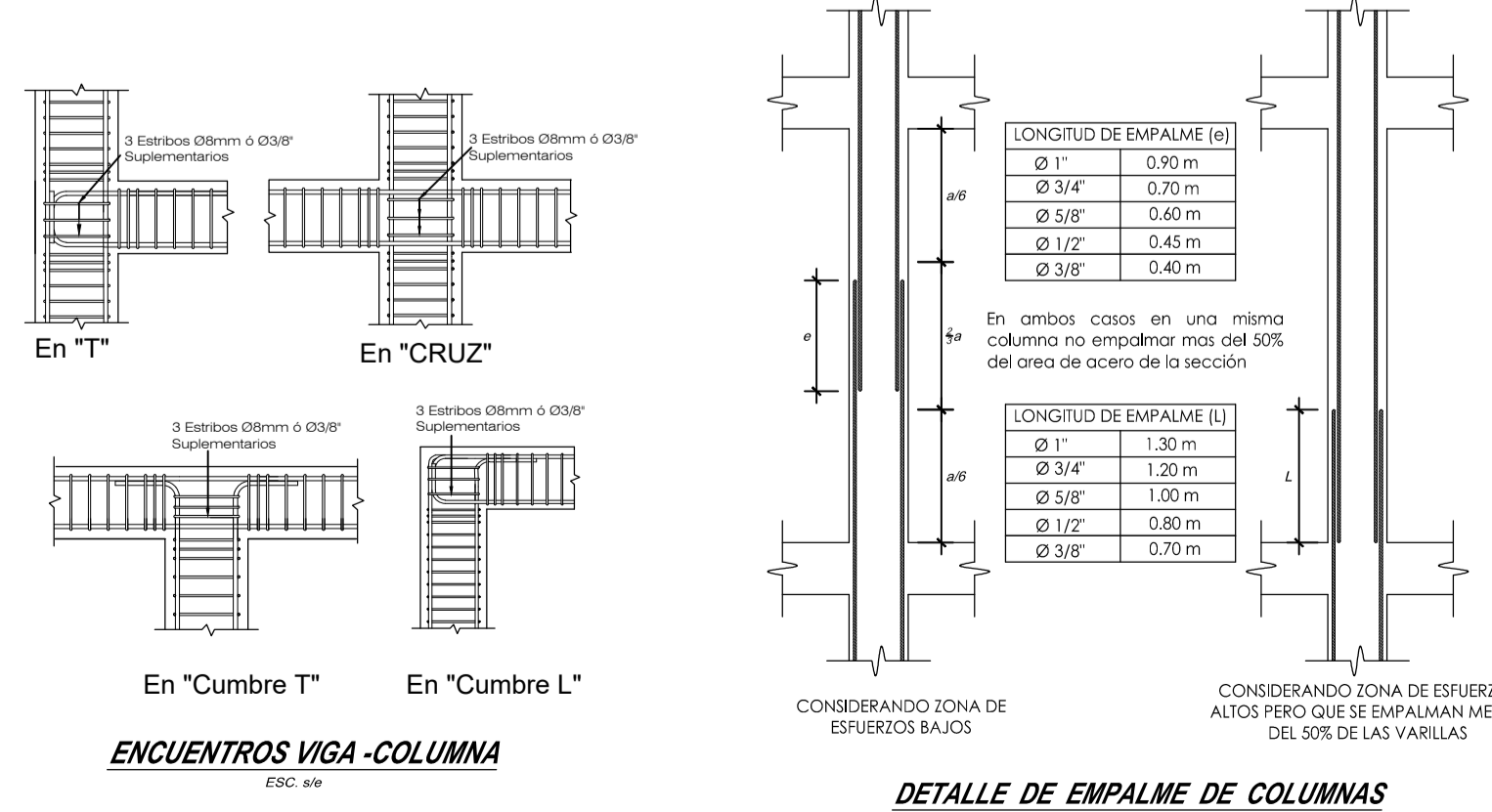
PLANTA ALIGERADO 4TO NIVEL
 ESCALA: 1/50

CUADRO DE VIGAS
 ESC: 1/25

| ZONA | TIPO | VP-01 | VP-02 | VCH-01 | VCH-02 |
|-----------------------|-------------|----------|-----------|-----------|-------------|
| Nivel | Sección | 15 X 35 | 12.5 X 35 | 12.5 X 20 | 12.5 X 12.5 |
| | As Continuo | 4 Ø3/8" | 2 Ø3/4" | 2 Ø3/8" | 2 Ø3/8" |
| 1 2 3 4 5 | Estribo | | | | |
| | | 1 Ø 1/4" | 1 Ø 0.05 | 1 Ø 0.10 | Rto @ 0.15 |
| | | 1 Ø 1/4" | 1 Ø 0.05 | 1 Ø 0.10 | Rto @ 0.15 |
| | | 1 Ø 1/4" | 1 Ø 0.05 | 1 Ø 0.10 | Rto @ 0.10 |
| | | 1 Ø 1/4" | 1 Ø 0.05 | 1 Ø 0.10 | Rto @ 0.10 |



DETALLES DE TABIQUERÍA
 ESC: 1/25



ANÁLISIS SÍSMICO
 SEGÚN NORMA E.030-2018 "DISEÑO SISMORRESISTENTE"

Espectro Sísmico
 Factor de zona = 0.45 (Zona 4)
 Factor de uso = 1.00 (Vivienda)
 Factor de suelo = 1.05 (Suelo Intermedio)
 Período fundamental $T_p = 0.60s$
 gravedad = 9.81 m/s²

Factor de amplificación sísmica FAD
 $T < T_p$ C = 2.5
 $T_p < T \leq T_L$ C = 2.5 (T_p / T)
 $T > T_L$ C = 2.5 (T_p * T_L / T²)

Pseudoaceleración Espectral
 $S_a = Z \cdot U \cdot S_c \cdot g / R$
 $R_x = 3.40$ (Muros de Ductilidad Limitada / Irregular en planta)
 $R_y = 3.40$ (Muros de Ductilidad Limitada / Irregular en planta)

Desplazamientos inelásticos estructura:
 $D_{xx} = 0.0006 < 0.007$ (4° Nivel)
 $D_{yy} = 0.0010 < 0.007$ (4° Nivel)
 $D_{xx} = 0.0007 < 0.007$ (3° Nivel)
 $D_{yy} = 0.0010 < 0.007$ (3° Nivel)
 $D_{xx} = 0.0006 < 0.007$ (2° Nivel)
 $D_{yy} = 0.0009 < 0.007$ (2° Nivel)
 $D_{xx} = 0.0004 < 0.007$ (1° Nivel)
 $D_{yy} = 0.0004 < 0.007$ (1° Nivel)

Período Fundamental de Vibración
 Modo 1 = 0.13 seg. (0.70 eje Y)
 Modo 4 = 0.08 seg. (0.30 eje X)

Edificación: Fuerzas Cortantes para Diseño
 Peso de la edificación = 1 049.37 ton
 Cortante dinámico directo XX = 182.03 ton
 Cortante dinámico directo YY = 221.16 ton
 Cortante basal estático XX = 309.53 ton
 Cortante basal estático YY = 309.53 ton
 Cortante dinám. de diseño XX = 278.58 ton
 Cortante dinám. de diseño YY = 278.58 ton
 escalamiento xx = 1.53
 escalamiento yy = 1.26

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

CONCRETO ARMADO
 CONCRETO $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$
 COLUMNETAS Y VIGAS DE AMARRE $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$
 FIERRO CORRUGADO $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
 SUELO $q_t = 2.92 \text{ kg/cm}^2$

CONCRETO SIMPLE
 $f_c = 140 \text{ Kg/cm}^2 + 30\% \text{ P.G. (10" Máx)}$
CIMENTO CORRIDO $f_c = 140 \text{ Kg/cm}^2 + 30\% \text{ P.M. (3" Máx)}$
SOBRECIMENTO Mezcla Cemento:Horngón
 1:12 + 30% de Piedra Grande (8" Máx)

RECUBRIMIENTOS
 LOSA DE CIMENTACIÓN 5 cm.
 PLACAS, MUROS, COLUMNAS Y VIGAS PERALTADAS 4 cm.
 VIGAS PERALTADAS y COLUMNAS (e=15) 3 cm.
 VIGAS CHATAS 2.5 cm.
 LOSAS Y ALIGERADO 2 cm.

ALBAÑILERÍA CONFINADA
 LADRILLO TIPO HERCULES I ó SIMILAR, $f_m = 65 \text{ kg/cm}^2$

TABIQUERÍA
 LADRILLO TIPO BLOCKER II ó SIMILAR 1/5
 MORTERO (CEMENTO/ARENA) 1/5
 ESPESOR JUNTA ENTRE HILADAS 1.0 cm (Min.)
 ALTERNATIVAMENTE SE PUEDE USAR, TABIQUERÍA TIPO P-10

NOTA: Para la platea de cimentación usar concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

CONDICIONES DE CIMENTACIÓN

El Estudio de Mecánica de Suelos fue elaborado por el Ing. Andy Jose Rivera Sagastegui, con CIP N° 75160, obteniéndose los siguientes datos:

TIPO DE CIMENTACIÓN:
 Zapatas aisladas y cimientos corridos

ESTRATO DE APOYO A LA CIMENTACIÓN:
 Gavas mal graduadas con arena y pocos finos no plasticos (GP)

PROFUNDIDAD DE LA CIMENTACIÓN:
 2.00m (profundidad respecto del nivel de la superficie original del terreno)

PRESIÓN ADMISIBLE CONSIDERADA:
 $q = 2.92 \text{ kg/cm}^2$

AGRESIVIDAD DEL SUELO A LA CIMENTACIÓN:
 Moderadamente agresivo (usar cemento tipo IP ó HS)

RECOMENDACIONES ADICIONALES:
 1) No debe cimentarse sobre turba, suelo orgánico, tierra vegetal, desmonte, relleno sanitario o relleno artificial, estos materiales inadecuados deberán ser removidos en su totalidad antes de construir la edificación y ser reemplazados con materiales adecuados debidamente compactados.
 2) En caso de que a la profundidad indicada se encuentre material suelo ó relleno profundizar excavación por lo menos 30cm. en terreno natural y vacear falsa zapata.
 3) En donde se requiera rellenar para conformar el falso piso se deberá usar afirmado compactado al 95% de proctor modificado. La compactación deberá ser con plancha vibradora en capas no mas de 20cm.



EMPALMES TRASPALADOS PARA VIGAS, LOSAS Y ALIGERADOS

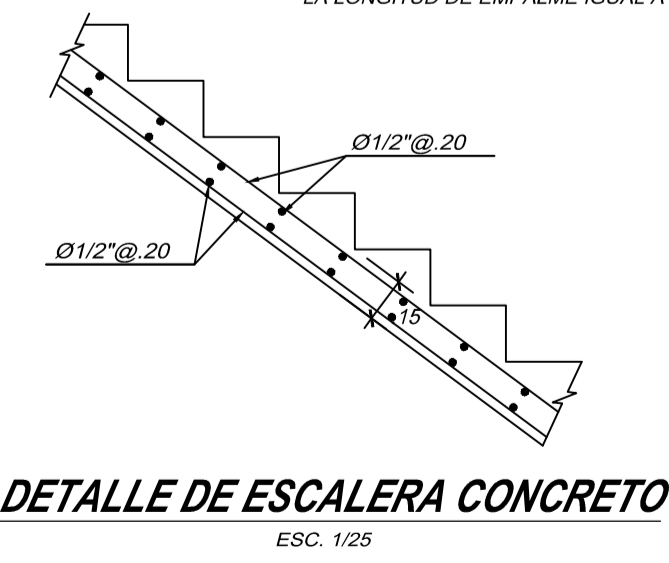
NOTA: (a) NO EMPALMAR MAS DEL 50% DEL AREA TOTAL EN UNA MISMA SECCION.
 (b) EN CASO DE NO EMPALMARSE EN LAS ZONAS INDICADAS o CON LOS PORCENTAJES ESPECIFICADOS, AUMENTAR LA LONGITUD EN UN 70% o CONSULTAR AL PROYECTISTA.
 (c) PARA ALIGERADOS Y VIGAS CHATAS EL ACERO INFERIOR SE EMPALMARA SOBRE LOS APOYOS SIENDO LA LONGITUD DE EMPALME IGUAL A 25 cms. PARA FIERROS DE 3/8" Y 3/5 cms. PARA 1/2" o 5/8".

VALORES DE a

| Ø | REFUERZO INFERIOR | REFUERZO SUPERIOR |
|------|-------------------|-------------------|
| 3/8" | 40 | 45 |
| 1/2" | 40 | 50 |
| 5/8" | 50 | 60 |
| 3/4" | 60 | 75 |

DETALLE DE ANCLAJE

| h | e |
|------|------|
| 0.50 | 0.45 |
| 0.60 | 0.55 |
| 0.75 | 0.70 |



DETALLE DE ESCALERA CONCRETO
 ESC: 1/25

DETALLE DE DOBLADO DE ESTRIBOS EN COLUMNAS Y VIGAS

| Ø | r (cm.) | a (cm.) |
|------|---------|---------|
| 1/4" | 1.30 | 6.50 |
| Ømm | 2.00 | 8.00 |
| 3/8" | 2.50 | 10.0 |

REPOSICIÓN DE VIGAS

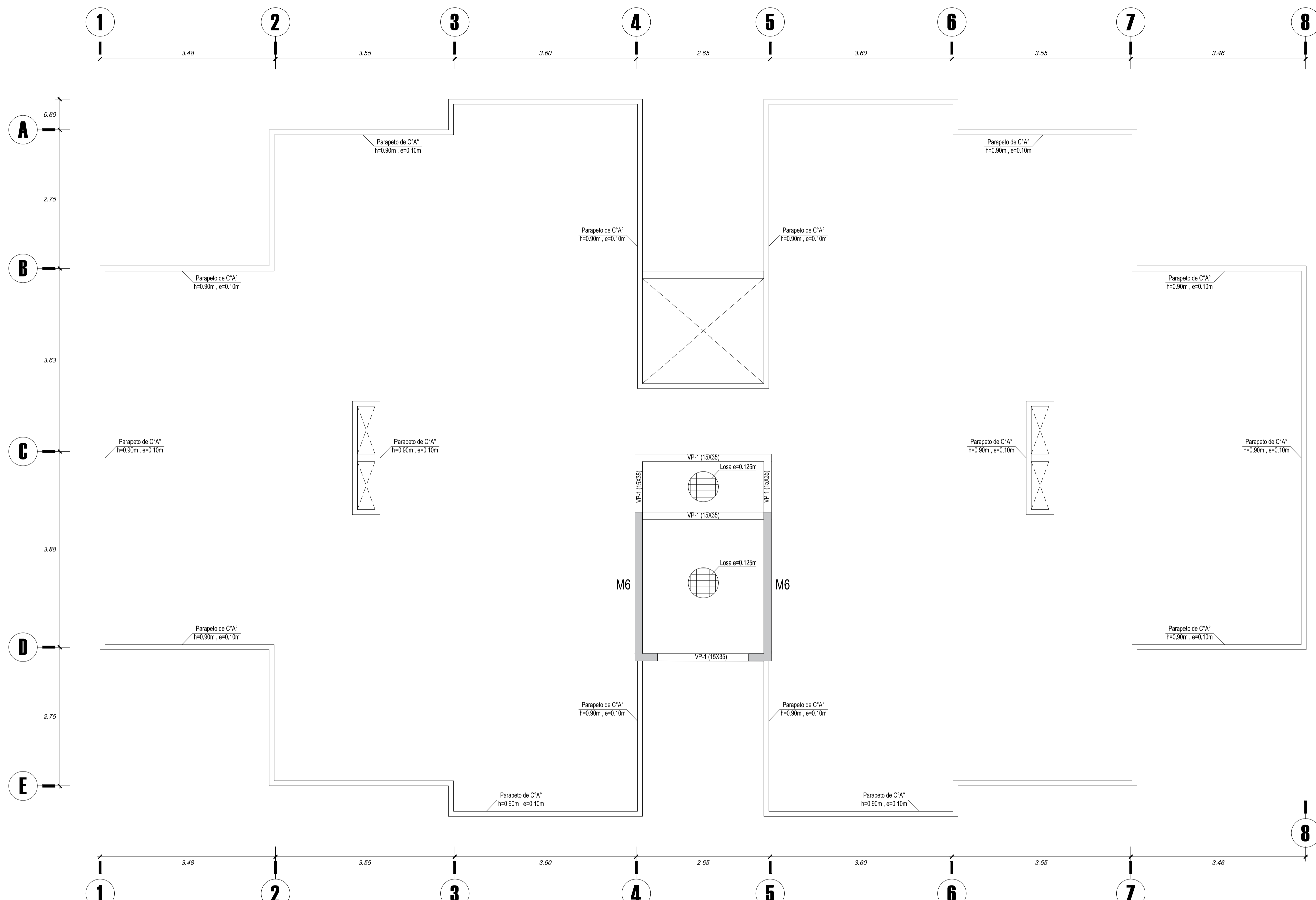
RES: "ANÁLISIS COMPARATIVO ANALÍTICO ENTRE UN SISTEMA MDL Y DE ALBAÑILERÍA ARMADA PARA UNA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR DE 5 NIVELES, TACNA 2022"

REGISTRO: BACH. ING. RAYSA NOHELIA DURAND MALDONADO

PLANO: ALIGERADOS 5TO NIVEL

FECHA: AGOSTO DEL 2023 ESCALA: INDICADA DIBUJO: RNDM

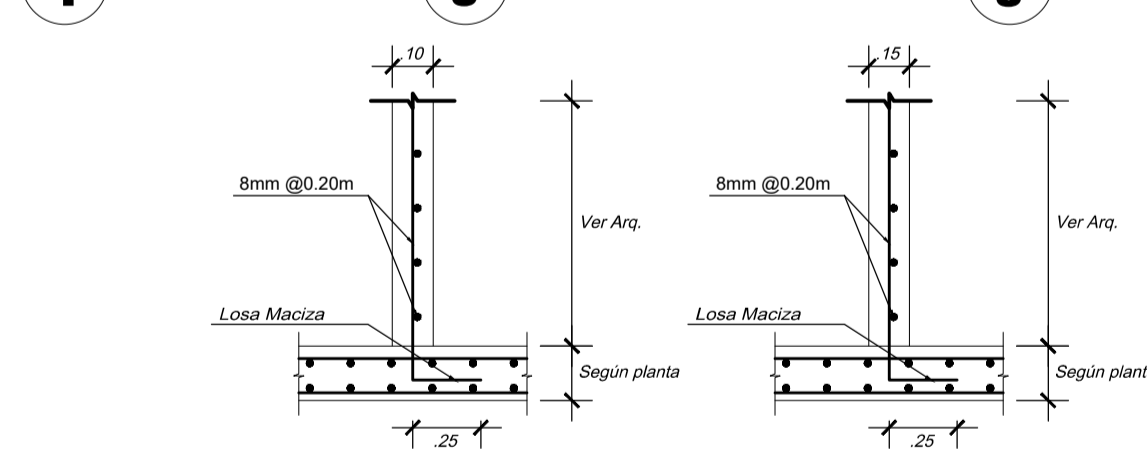
M-04



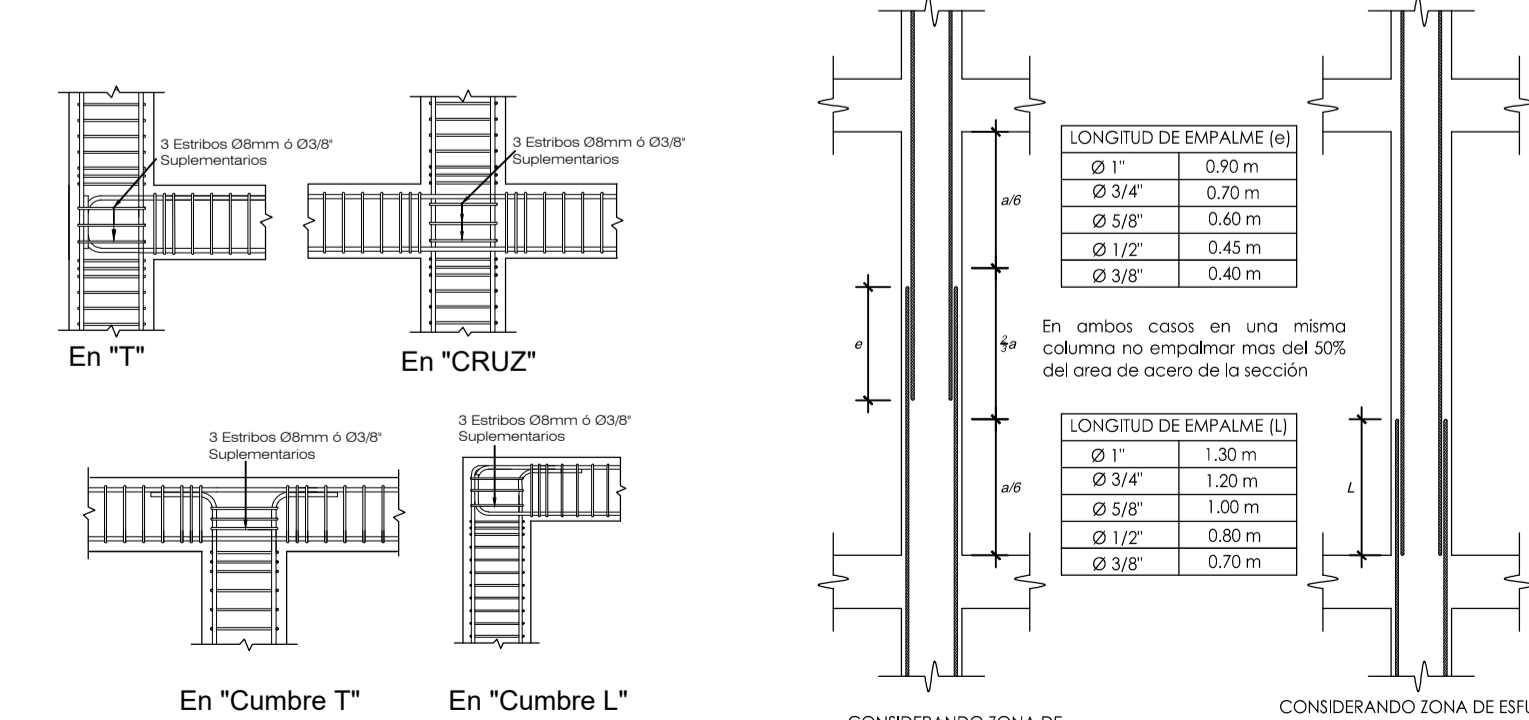
PLANTA AZOTEA
ESCALA: 1/50

CUADRO DE VIGAS
ESCALA: 1/25

| ZONA | TIPO | VP-01 | VP-02 | VCH-01 | VCH-02 |
|-------|-------------|--|--|------------------------------------|------------------------------------|
| Nivel | Sección | 15 X 35 | 12.5 X 35 | 12.5 X 20 | 12.5 X 12.5 |
| | As Continuo | 4.058' | 2.034' | 2.038' | 2.038' |
| 1 | Estribo | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |
| 4 | | | | | |
| 5 | | | | | |
| | Estribo | 1 Ø 1/4" 1 Ø 0.05 7 Ø 0.10 Rto @ 0.10 | 1 Ø 1/4" 1 Ø 0.05 7 Ø 0.10 Rto @ 0.15 | 1 Ø 1/4" 1 Ø 0.05 Rto @ 0.10 | 1 Ø 1/4" 1 Ø 0.05 Rto @ 0.10 |



DETALLES DE TABIQUERÍA
ESCALA: 1/25



ENCUENTROS VIGA-COLUMNA
ESCALA: 1/25

DETALLE DE EMPALME DE COLUMNAS
ESCALA: 1/25

ANÁLISIS SÍSMICO
SEGÚN NORMA E.030-2018 "DISEÑO SISMORRESISTENTE"

Espectro Sísmico
Factor de zona = 0.45 (Zona 4)
Factor de uso = 1.00 (Vivienda)
Factor de suelo = 1.05 (Suelo Intermedio)
Periodo fundamental $T_p = 0.60s$
gravedad = 9.81 m/s²

Factor de amplificación sísmica FAD
 $T < T_p$ C = 2.5
 $T_p < T \leq T_L$ C = 2.5 (T_p / T)
 $T > T_L$ C = 2.5 $(T_p * T_L / T^2)$

Pseudoaceleración Espectral
 $S_a = Z \cdot U \cdot S_c \cdot g / R$
 $R_x = 3.40$ (Muros de Ductilidad Limitada / Irregular en planta)
 $R_y = 3.40$ (Muros de Ductilidad Limitada / Irregular en planta)

Desplazamientos inelásticos estructura:
 $D_{xx} = 0.0006 < 0.007$ (4° Nivel)
 $D_{yy} = 0.0010 < 0.007$ (4° Nivel)
 $D_{xx} = 0.0007 < 0.007$ (3° Nivel)
 $D_{yy} = 0.0010 < 0.007$ (3° Nivel)
 $D_{xx} = 0.0006 < 0.007$ (2° Nivel)
 $D_{yy} = 0.0009 < 0.007$ (2° Nivel)
 $D_{xx} = 0.0004 < 0.007$ (1° Nivel)
 $D_{yy} = 0.0004 < 0.007$ (1° Nivel)

Periodo Fundamental de Vibración
Modo 1 = 0.13 seg. (0.70 eje Y)
Modo 4 = 0.08 seg. (0.30 eje X)

Edificación: Fuerzas Cortantes para Diseño
Peso de la edificación = 1 049.37 ton
Cortante dinámico directo XX = 182.03 ton
Cortante dinámico directo YY = 221.16 ton
Cortante basal estático XX = 309.53 ton
Cortante basal estático YY = 309.53 ton
Cortante dinám. de diseño XX = 278.58 ton
Cortante dinám. de diseño YY = 278.58 ton
escalamiento xx = 1.53
escalamiento yy = 1.26

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

CONCRETO ARMADO
CONCRETO $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$
COLUMNETAS Y VIGAS DE AMARRE $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$
FIERRO CORRUGADO $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
SUELO $\sigma_t = 2.92 \text{ kg/cm}^2$

CONCRETO SIMPLE
LOSA DE CIMENTACIÓN $f_c = 140 \text{ Kg/cm}^2 + 30\% \text{ P.G. (10" Máx)}$
CIEMENTO CORRIDO $f_c = 140 \text{ Kg/cm}^2 + 30\% \text{ P.M. (3" Máx)}$
SOBRECIMIENTO $f_c = 140 \text{ Kg/cm}^2 + 30\% \text{ P.M. (3" Máx)}$
SOLIDADO Mezcla Cemento:Horngón 1:12 + 30% de Piedra Grande (8" Máx)

RECUBRIMIENTOS
LOSA DE CIMENTACIÓN 5 cm.
PLACAS, MUROS, COLUMNAS Y VIGAS PERALTADAS 4 cm.
VIGAS PERALTADAS y COLUMNAS (e=15) 3 cm.
VIGAS CHATAS 2.5 cm.
LOSAS Y ALIGERADO 2 cm.

ALBAÑILERÍA CONFINADA
LADRILLO TIPO HERCULES I ó SIMILAR, $f_m = 65 \text{ kg/cm}^2$

TABIQUERÍA
LADRILLO TIPO BLOCKER II ó SIMILAR 1/5
MORTERO (CEMENTO/ARENA) 1/5
ESPESOR JUNTA ENTRE HILADAS 1.0 cm (Min.)
ALTERNATIVAMENTE SE PUEDE USAR, TABIQUERÍA TIPO P-10

NOTA: Para la platea de cimentación usar concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

CONDICIONES DE CIMENTACIÓN

El Estudio de Mecanica de Suelos fue elaborado por el Ing. Andy Jose Rivera Sagastegui, con CIP N° 75160, obteniendose los siguientes datos:

TIPO DE CIMENTACIÓN:
Zapatas aisladas y cimientos corridos

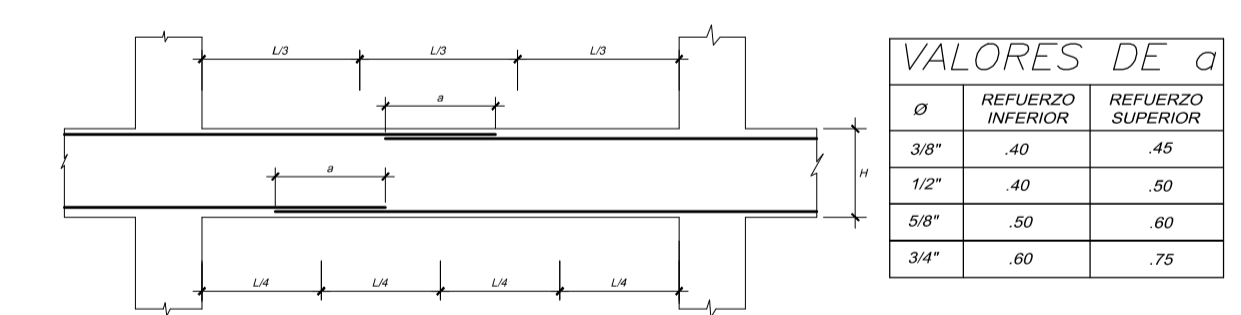
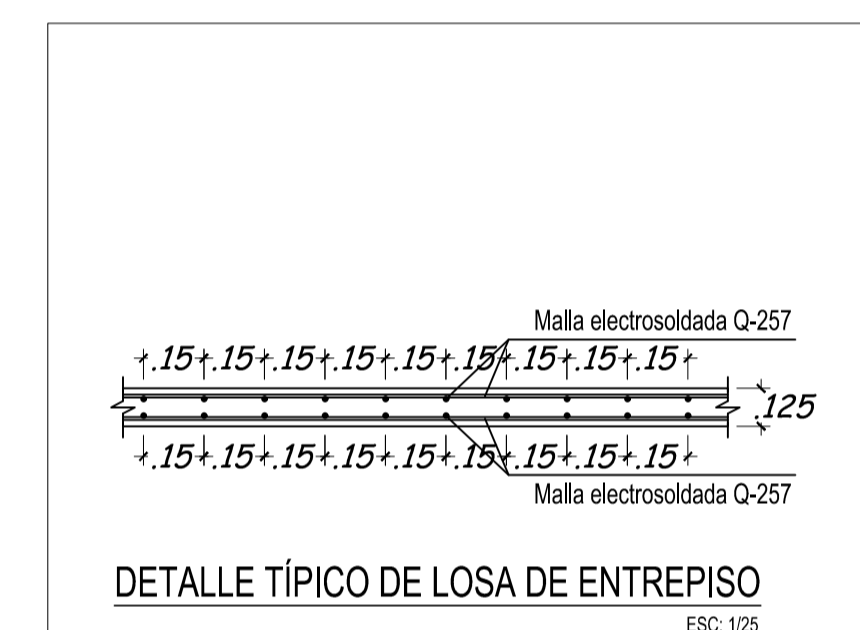
ESTRATO DE APOYO A LA CIMENTACIÓN:
Gavas mal graduadas con arena y pocos finos no plasticos (GP)

PROFUNDIDAD DE LA CIMENTACIÓN:
2.00m (profundidad respecto del nivel de la superficie original del terreno)

PRESIÓN ADMISIBLE CONSIDERADA:
 $\sigma = 2.92 \text{ kg/cm}^2$

AGRESIVIDAD DEL SUELO A LA CIMENTACIÓN:
Moderadamente agresivo (usar cemento tipo IP ó HS)

RECOMENDACIONES ADICIONALES:
1) No debe cimentarse sobre turba, suelo orgánico, tierra vegetal, desmonte, relleno sanitario o relleno artificial, estos materiales inadecuados deberán ser removidos en su totalidad antes de construir la edificación y ser reemplazados con materiales adecuados debidamente compactados.
2) En caso de que a la profundidad indicada se encuentre material suelto ó relleno profundizar excavación por lo menos 30cm. en terreno natural y vacear falsa zapata.
3) En donde se requiera rellenar para conformar el falso piso se debera usar afirmado compactado al 95% de proctor modificado. La compactación debera ser con plancha vibradora en capas no mas de 20cm.

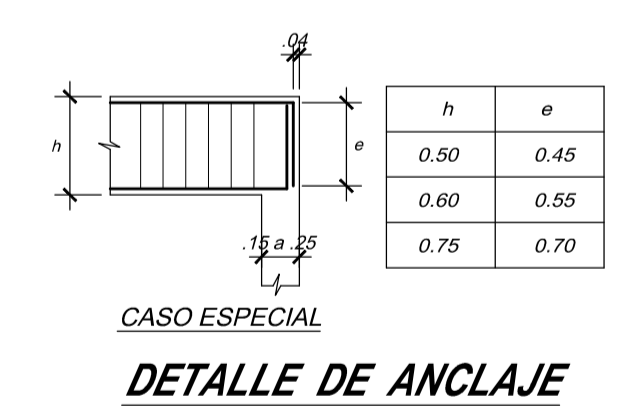


EMPALMES TRASPALADOS PARA VIGAS, LOSAS Y ALIGERADOS

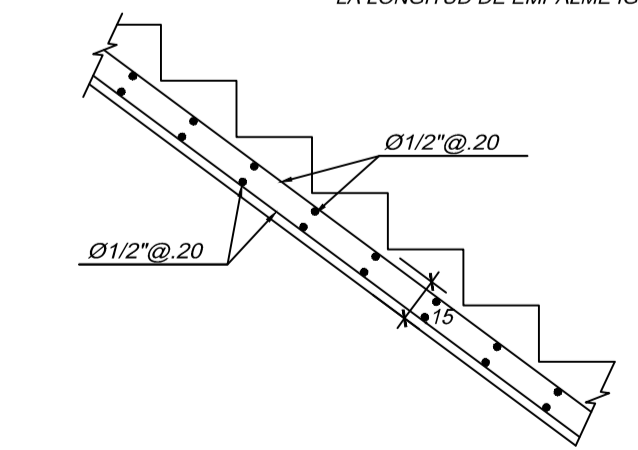
NOTA: (a) NO EMPALMAR MAS DEL 50 % DEL AREA TOTAL EN UNA MISMA SECCION.
(b) EN CASO DE NO EMPALMARSE EN LAS ZONAS INDICADAS o CON LOS PORCENTAJES ESPECIFICADOS, AUMENTAR LA LONGITUD EN UN 70 % o CONSULTAR AL PROYECTISTA.
(c) PARA ALIGERADOS Y VIGAS CHATAS EL ACERO INFERIOR SE EMPALMARA SOBRE LOS APOYOS SIENDO LA LONGITUD DE EMPALME IGUAL A 25 cms. PARA FIERROS DE 3/8" Y 3/5 cms. PARA 1/2" o 5/8".

| Ø | REFUERZO INFERIOR | REFUERZO SUPERIOR |
|------|-------------------|-------------------|
| 3/8" | .40 | .45 |
| 1/2" | .40 | .50 |
| 5/8" | .50 | .60 |
| 3/4" | .60 | .75 |

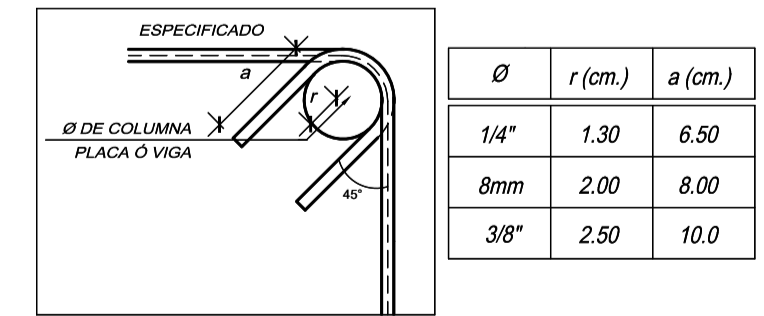
| h | e |
|------|------|
| 0.50 | 0.45 |
| 0.60 | 0.55 |
| 0.75 | 0.70 |



DETALLE DE ANCLAJE



DETALLE DE ESCALERA CONCRETO
ESCALA: 1/25



DETALLE DE DOBLADO DE ESTRIBOS EN COLUMNAS Y VIGAS

Logo of Universidad Técnica del Sur (UTS) and Universidad Nacional de Loja (UNL).

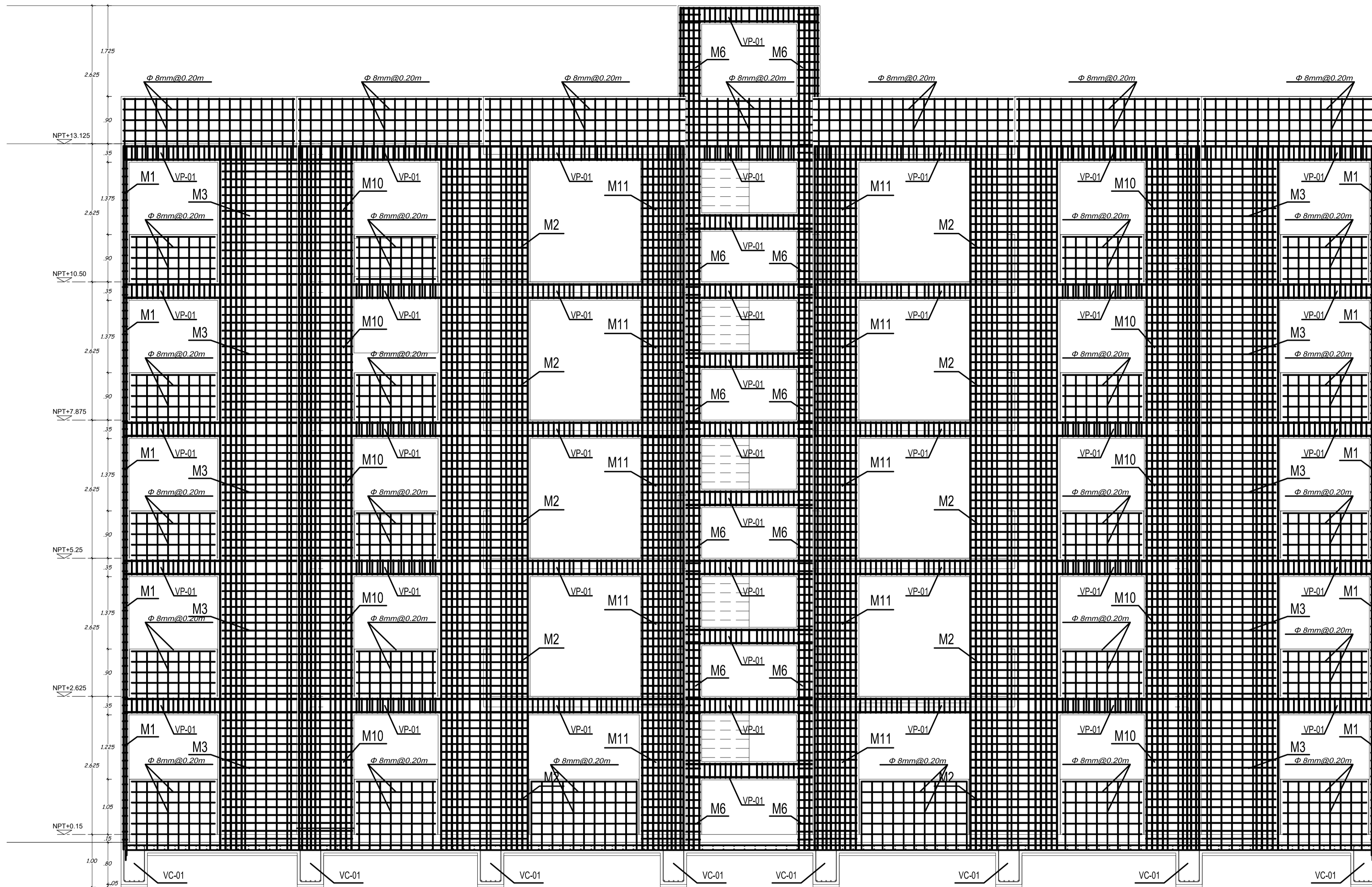
RESE: "ANÁLISIS COMPARATIVO ANALÍTICO ENTRE UN SISTEMA MDL Y DE ALBAÑILERÍA ARMADA PARA UNA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR DE 5 NIVELES, TACNA 2022"

REGISTRO: BACH. ING. RAYSA NOHELIA DURAND MALDONADO

PLANO: PARAPETOS DE AZOTEA

FECHA: AGOSTO DEL 2023 ESCALA: INDICADA DIBUJO: RNDM

M-05



ANÁLISIS SÍSMICO

SEGÚN NORMA E.030-2018 "DISEÑO SISMORRESISTENTE"

Especetro Sísmico
 Factor de zona = 0.45 (Zona 4)
 Factor de uso = 1.00 (Vivienda)
 Factor de suelo = 1.05 (Suelo Intermedio)
 Período fundamental $T_p = 0.60s$
 gravedad = 9.81 m/s²

Factor de amplificación sísmica FAD
 $T < T_p$ C = 2.5
 $T_p < T \leq T_L$ C = 2.5 (T_p / T)
 $T > T_L$ C = 2.5 (T_p / T_L) / T²

Pseudoaceleración Espectral
 $S_a = Z U S C_g / R$
 $R_x = 3.40$ (Muros de Ductilidad Limitada / Irregular en planta)
 $R_y = 3.40$ (Muros de Ductilidad Limitada / Irregular en planta)

Desplazamientos inelásticos estructura:
 $D_{xx} = 0.0006 < 0.007$ (4° Nivel)
 $D_{yy} = 0.0010 < 0.007$ (4° Nivel)
 $D_{xx} = 0.0007 < 0.007$ (3° Nivel)
 $D_{yy} = 0.0010 < 0.007$ (3° Nivel)
 $D_{xx} = 0.0006 < 0.007$ (2° Nivel)
 $D_{yy} = 0.0009 < 0.007$ (2° Nivel)
 $D_{xx} = 0.0004 < 0.007$ (1° Nivel)
 $D_{yy} = 0.0004 < 0.007$ (1° Nivel)

Período Fundamental de Vibración
 Modo 1 = 0.13 seg. (0.70 eje Y)
 Modo 4 = 0.08 seg. (0.30 eje X)

Edificación: Fuerzas Cortantes para Diseño
 Peso de la edificación = 1 049.37 ton
 Cortante dinámico directo XX = 182.03 ton
 Cortante dinámico directo YY = 221.16 ton
 Cortante basal estático XX = 309.53 ton
 Cortante basal estático YY = 309.53 ton
 Cortante dinám. de diseño XX = 278.58 ton
 Cortante dinám. de diseño YY = 278.58 ton
 escalamiento xx = 1.53
 escalamiento yy = 1.26

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

CONCRETO ARMADO
 CONCRETO $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$
 COLUMNETAS Y VIGAS DE AMARRE $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$
 FIERRO CORRUGADO $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
 SUELO $\sigma_t = 2.92 \text{ kg/cm}^2$

CONCRETO SIMPLE
 CEMENTO CORRIDO $f_c = 140 \text{ Kg/cm}^2 + 30\% \text{ P.G. (10" Máx)}$
 SOBRECIMENTO $f_c = 140 \text{ Kg/cm}^2 + 30\% \text{ P.M. (3" Máx)}$
 SOLADO Mezcla Cemento:Horngón: 1:12 + 30% de Piedra Grande (8" Máx)

RECUBRIMIENTOS
 LOSA DE CIMENTACIÓN 5 cm.
 PLACAS, MUROS, COLUMNAS Y VIGAS PERALTADAS 4 cm.
 VIGAS PERALTADAS Y COLUMNAS (e=15) 3 cm.
 VIGAS CHATAS 2.5 cm.
 LOSAS Y ALIGERADO 2 cm.

ALBAÑILERÍA CONFINADA
 LADRILLO TIPO HERCULES I ó SIMILAR, $f_m = 65 \text{ kg/cm}^2$

TABIQUERIA
 LADRILLO TIPO BLOCKER II ó SIMILAR 1/5
 MORTERO (CEMENTO/ARENA) 1/5
 ESPESOR JUNTA ENTRE HILADAS 1.0 cm (Min.)
 ALTERNATIVAMENTE SE PUEDE USAR, TABIQUERIA TIPO P-10

NOTA: Para la platea de cimentación usar concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

CONDICIONES DE CIMENTACIÓN

El Estudio de Mecánica de Suelos fue elaborado por el Ing. Andy Jose Rivera Sagastegui, con CIP N° 75160, obteniéndose los siguientes datos:

TIPO DE CIMENTACIÓN:
 Zapatas aisladas y cimientos corridos

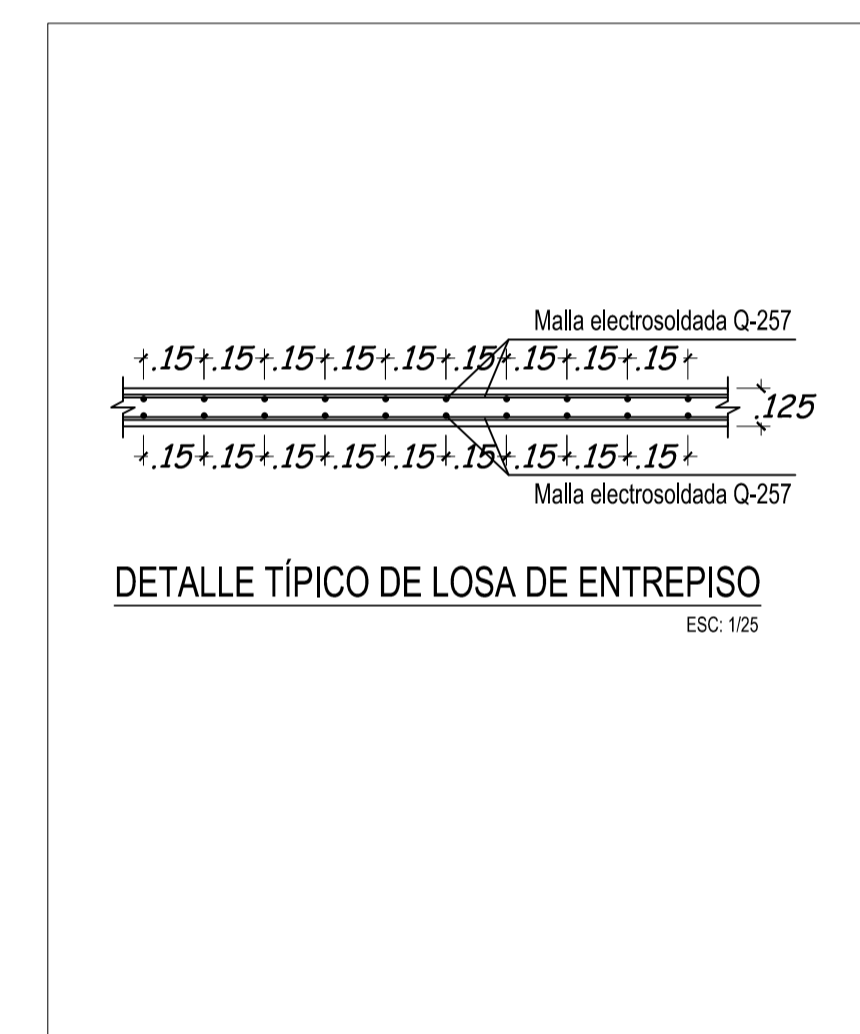
ESTRATO DE APOYO A LA CIMENTACIÓN:
 Gavas mal graduadas con arena y pocos finos no plasticos (GP)

PROFUNDIDAD DE LA CIMENTACIÓN:
 2.00m (profundidad respecto del nivel de la superficie original del terreno)

PRESIÓN ADMISIBLE CONSIDERADA:
 $\sigma = 2.92 \text{ kg/cm}^2$

AGRESIVIDAD DEL SUELO A LA CIMENTACIÓN:
 Moderadamente agresivo (usar cemento tipo IP ó HS)

RECOMENDACIONES ADICIONALES:
 1) No debe cimentarse sobre turba, suelo orgánico, tierra vegetal, desmonte, relleno sanitario o relleno artificial, estos materiales inadecuados deberán ser removidos en su totalidad antes de construir la edificación y ser reemplazados con materiales adecuados debidamente compactados.
 2) En caso de que a la profundidad indicada se encuentre material suelo ó relleno profundizar excavación por lo menos 30cm. en terreno natural y vacear falsa zapata.
 3) En donde se requiera rellenar para conformar el falso piso se deberá usar afirmado compactado al 95% de proctor modificado. La compactación deberá ser con plancha vibradora en capas no mas de 20cm.



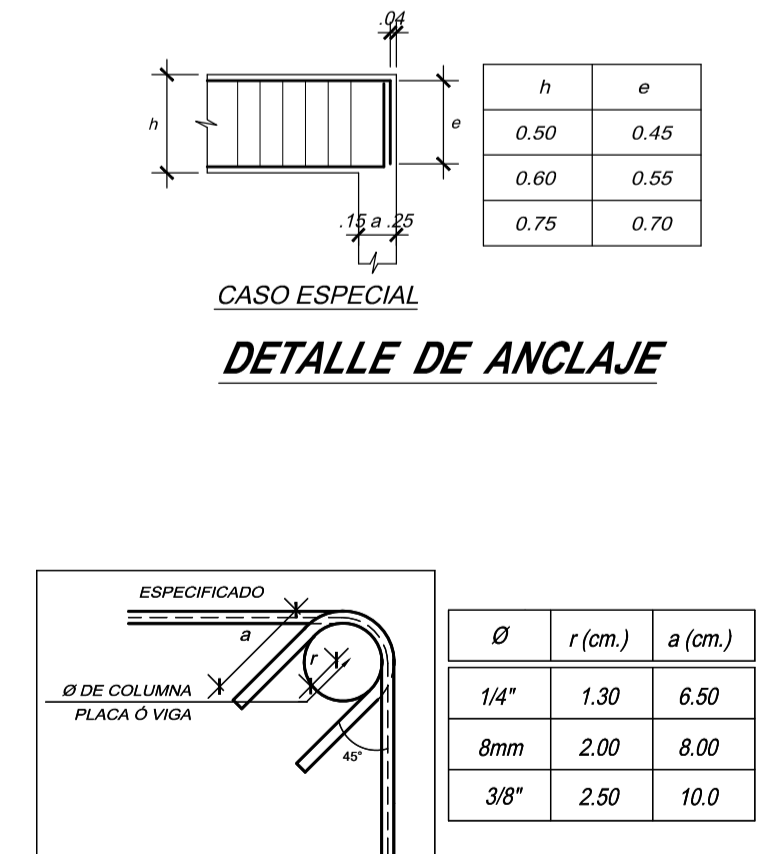
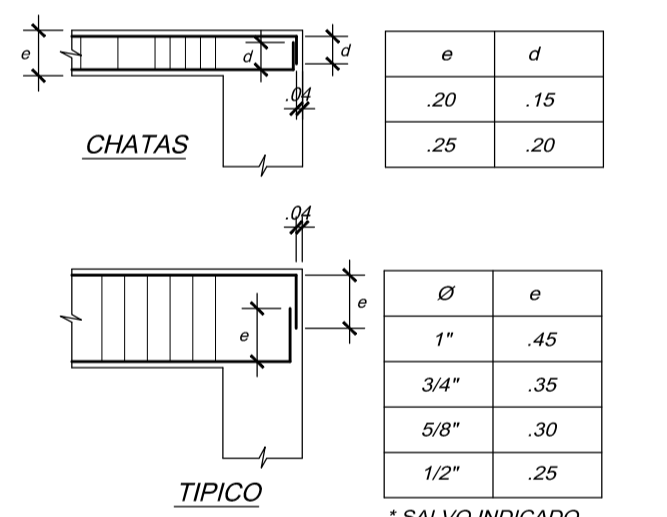
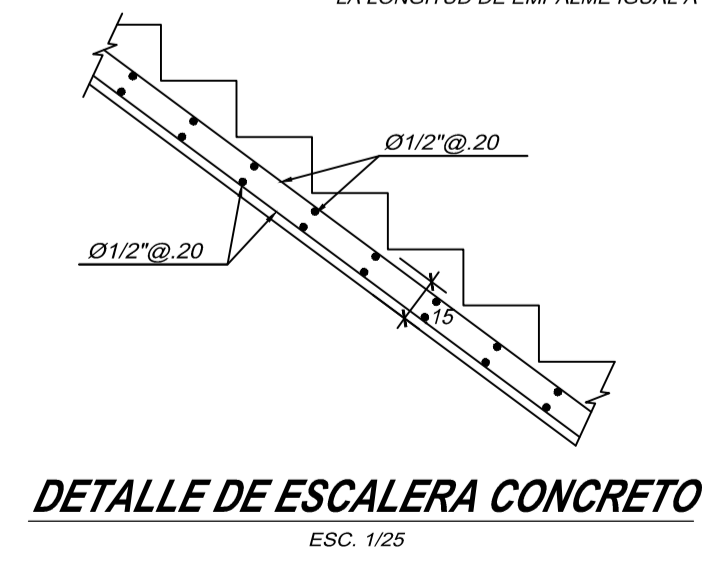
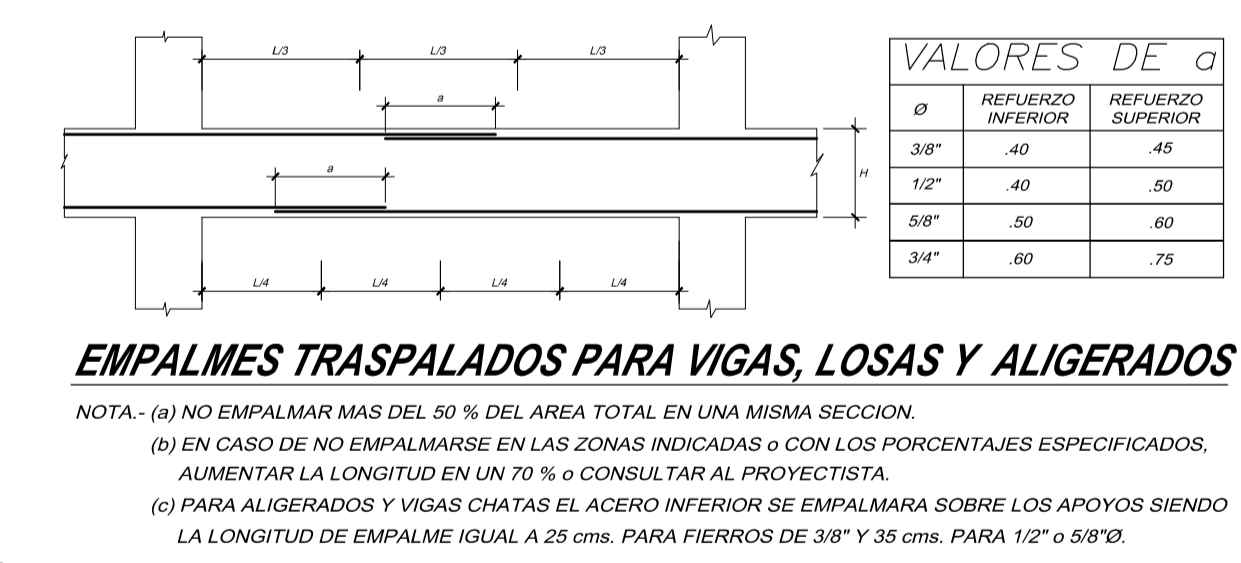
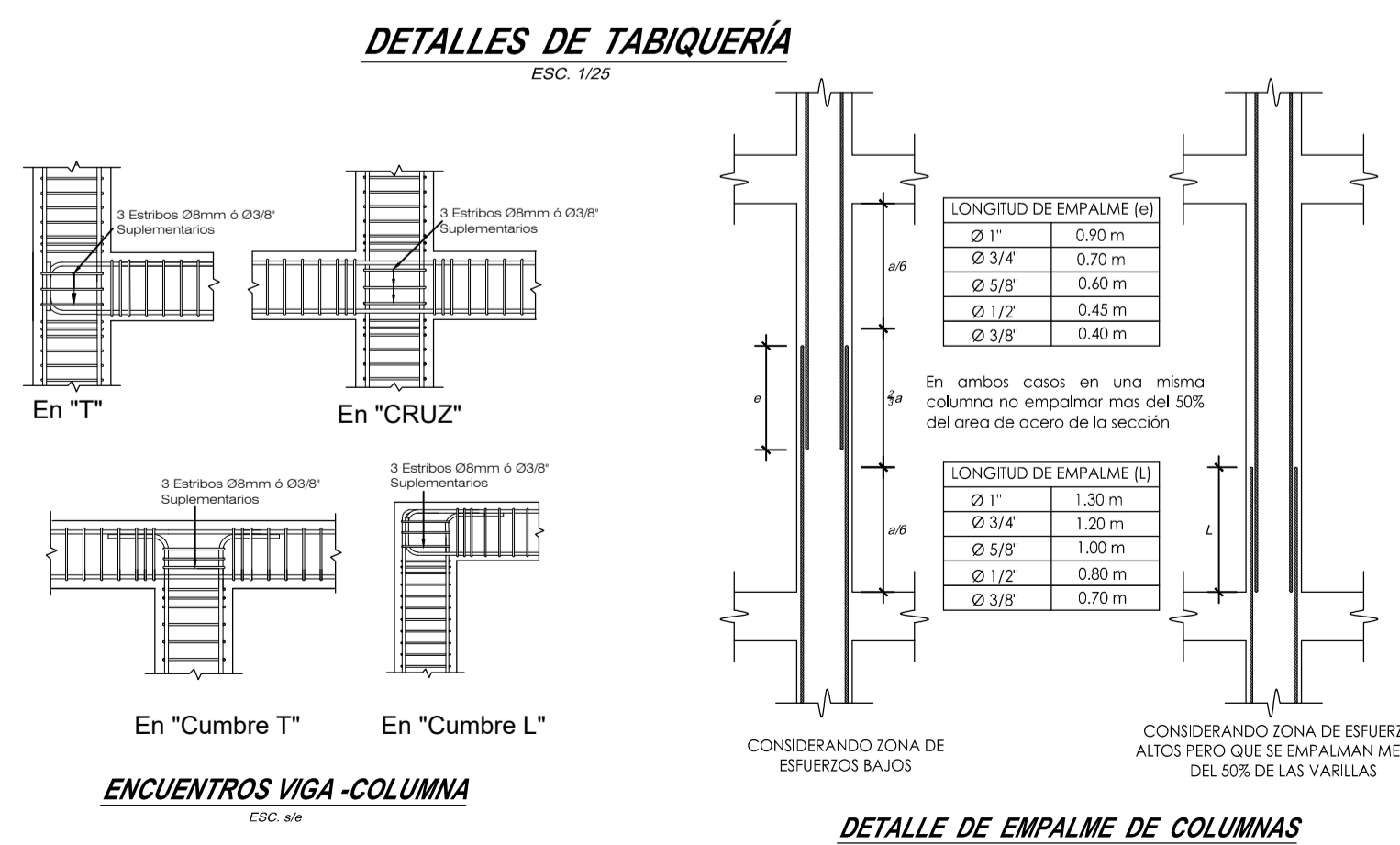
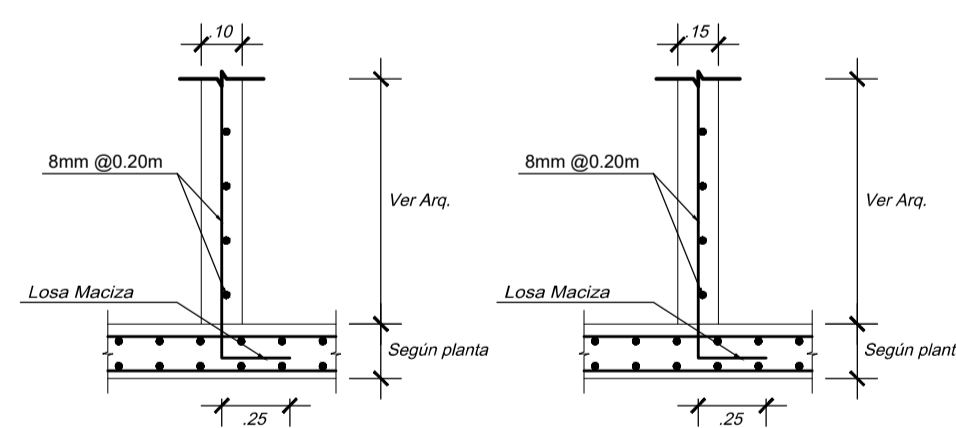
ELEVACIÓN

ESCALA: 1/50

CUADRO DE VIGAS

ESC: 1/25

| ZONA | TIPO | VP-01 | VP-02 | VCH-01 | VCH-02 |
|-----------------------|-------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Nivel | Sección | 15 X 35 | 12.5 X 35 | 12.5 X 20 | 12.5 X 12.5 |
| | As Continuo | 4.058' | 2.034' | 2.038' | 2.038' |
| 1 2 3 4 5 | Estribo | | | | |
| | | 1 \square ϕ 1/4" | 1 \square ϕ 1/4" | 1 \square ϕ 1/4" | 1 \square ϕ 1/4" |
| | | 1 \circ ϕ 0.05 | 1 \circ ϕ 0.05 | 1 \circ ϕ 0.05 | 1 \circ ϕ 0.05 |
| | | 7 \circ ϕ 0.10 | 7 \circ ϕ 0.10 | 7 \circ ϕ 0.10 | 7 \circ ϕ 0.10 |
| | | Rib ϕ 0.15 | Rib ϕ 0.15 | Rib ϕ 0.10 | Rib ϕ 0.10 |



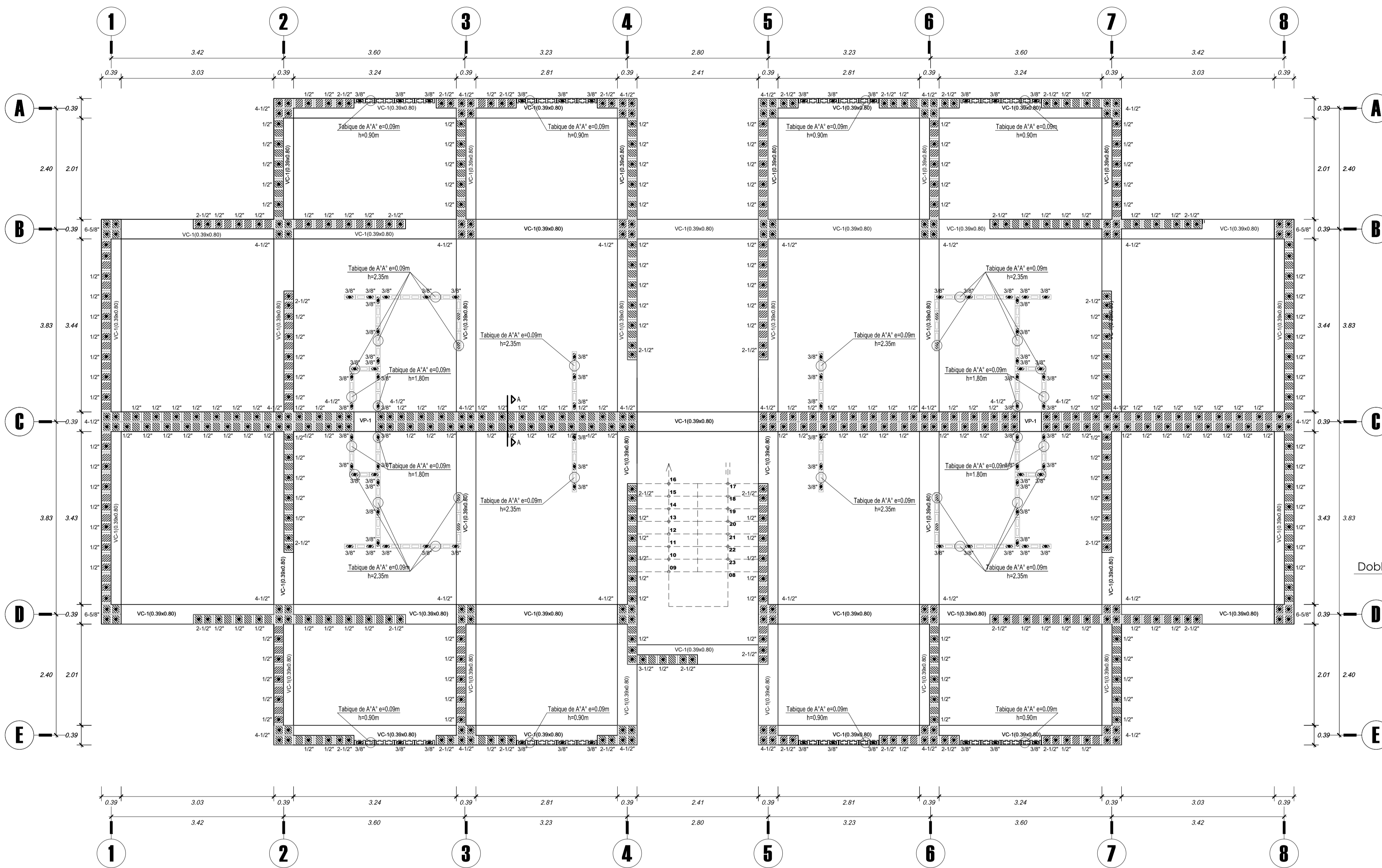
RESE: "ANÁLISIS COMPARATIVO ANALÍTICO ENTRE UN SISTEMA MDL Y DE ALBAÑILERÍA ARMADA PARA UNA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR DE 5 NIVELES, TACNA 2022"

REGISTRO: BACH. ING. RAYSA NOHELIA DURAND MALDONADO

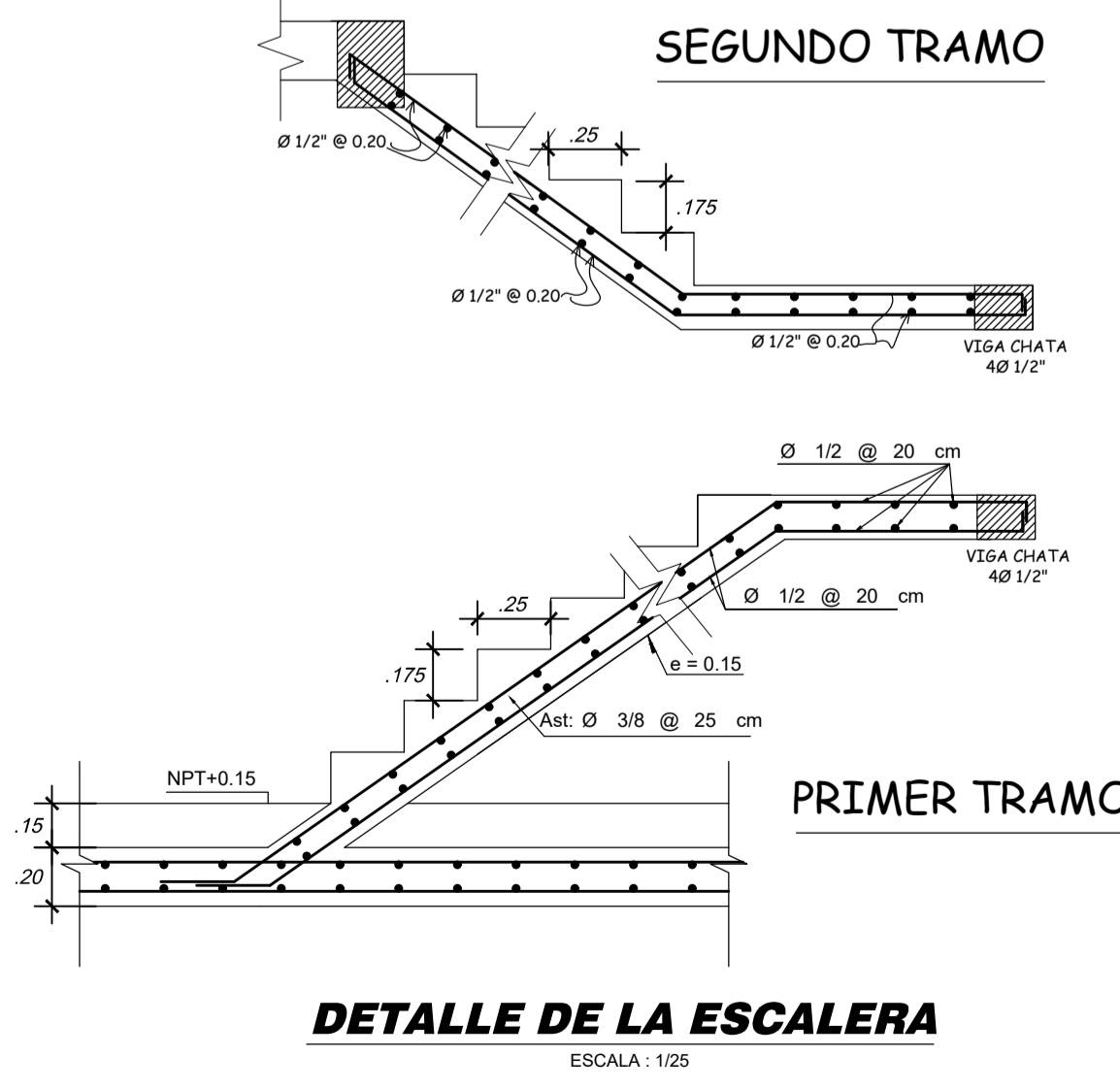
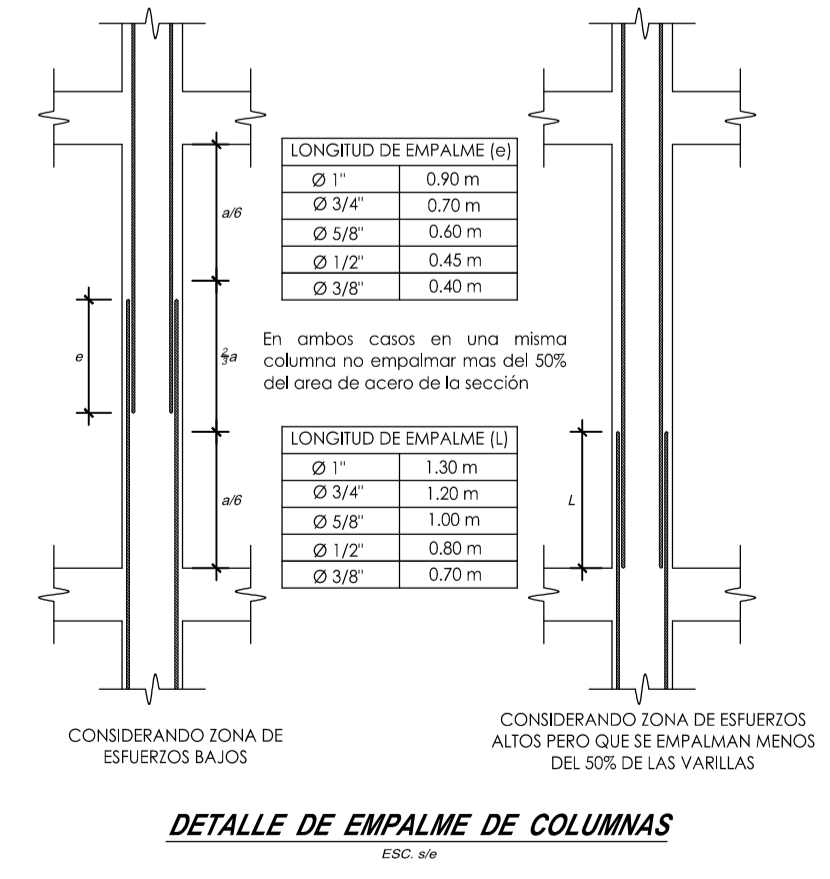
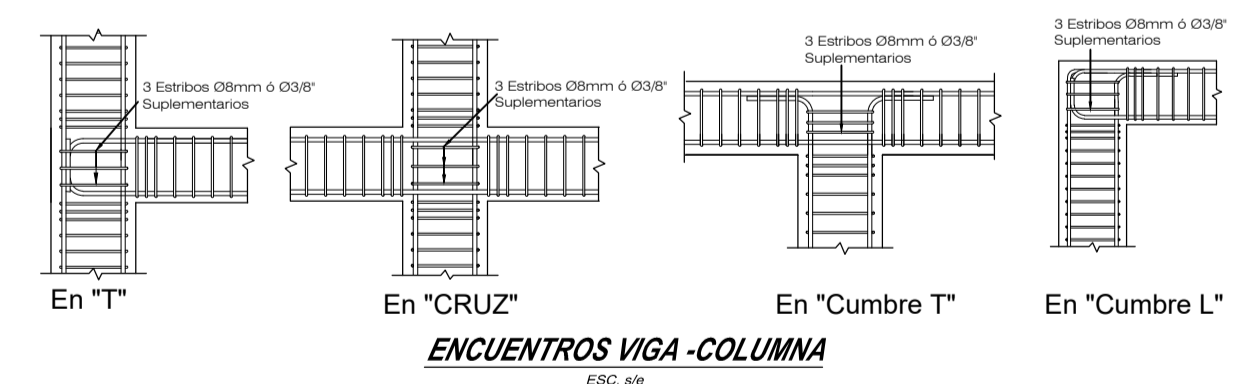
PLANO: ELEVACIÓN

FECHA: AGOSTO DEL 2023 ESCALA: INDICADA DIBUJO: RNDM

M-05



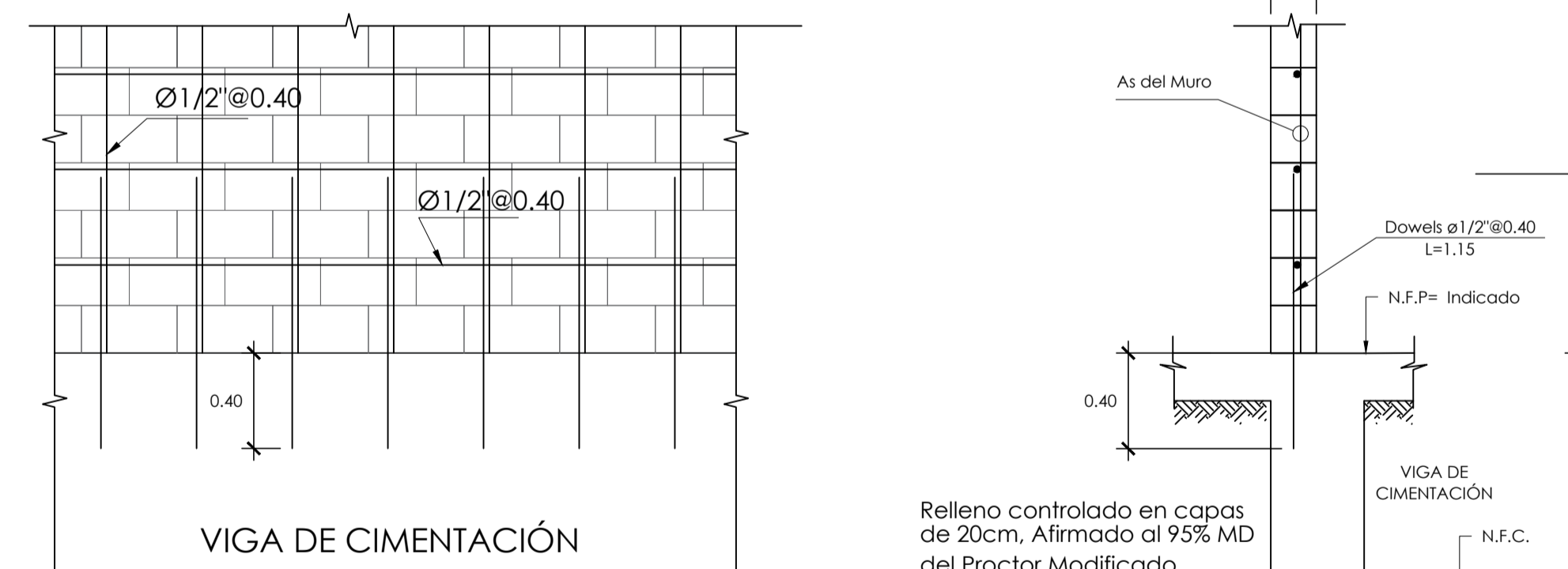
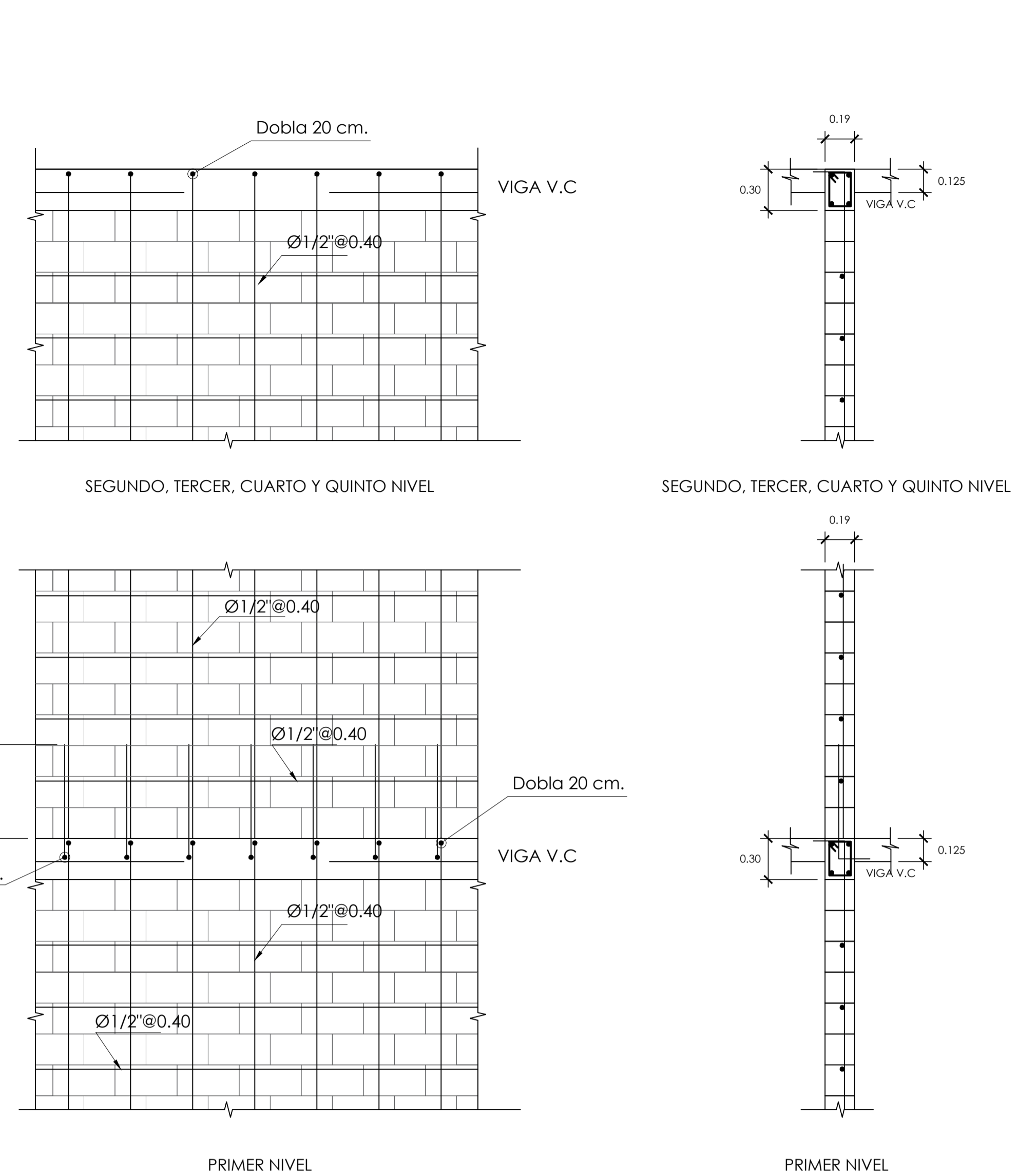
CIMENTACIONES
ESCALA: 1/50



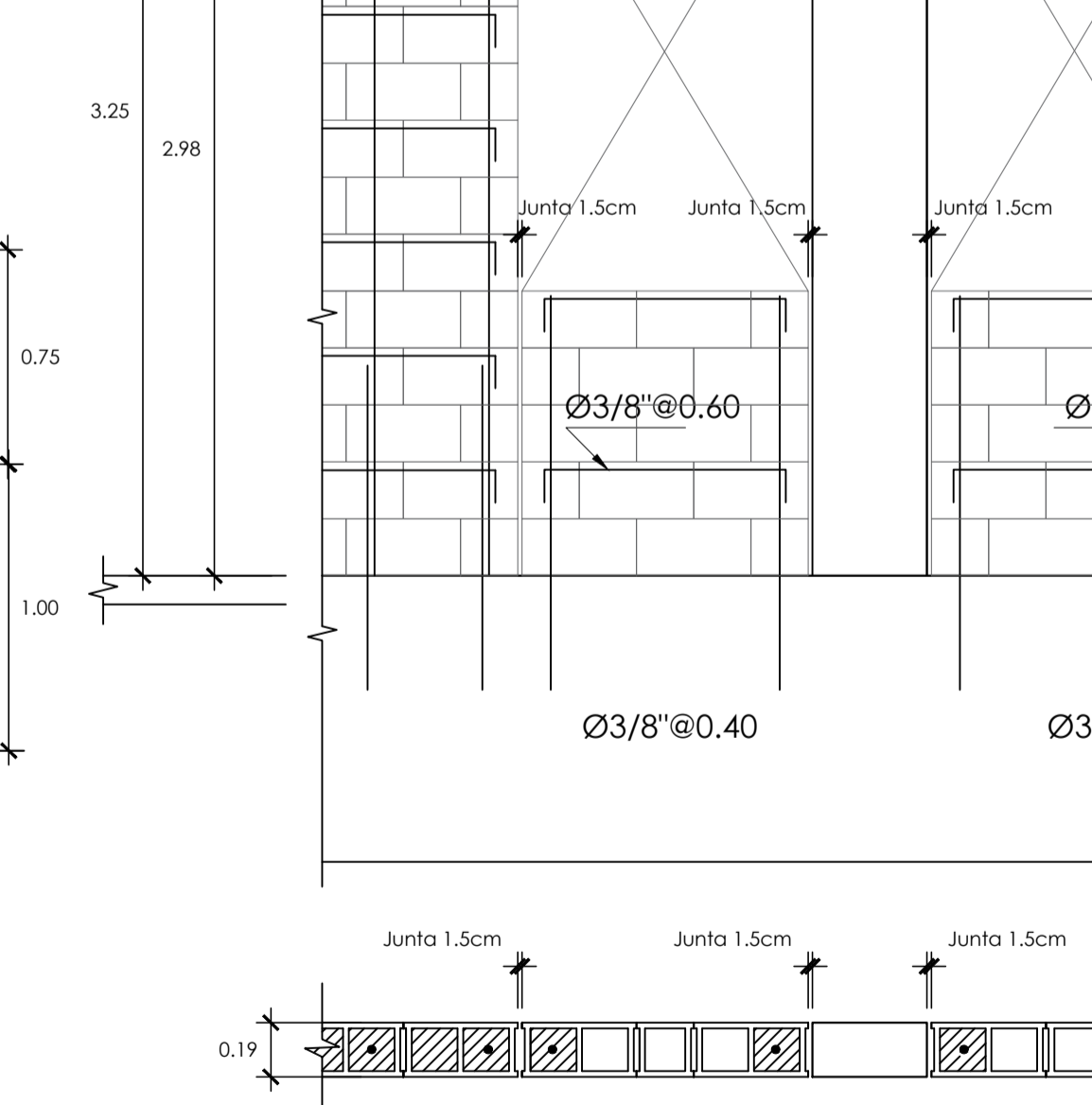
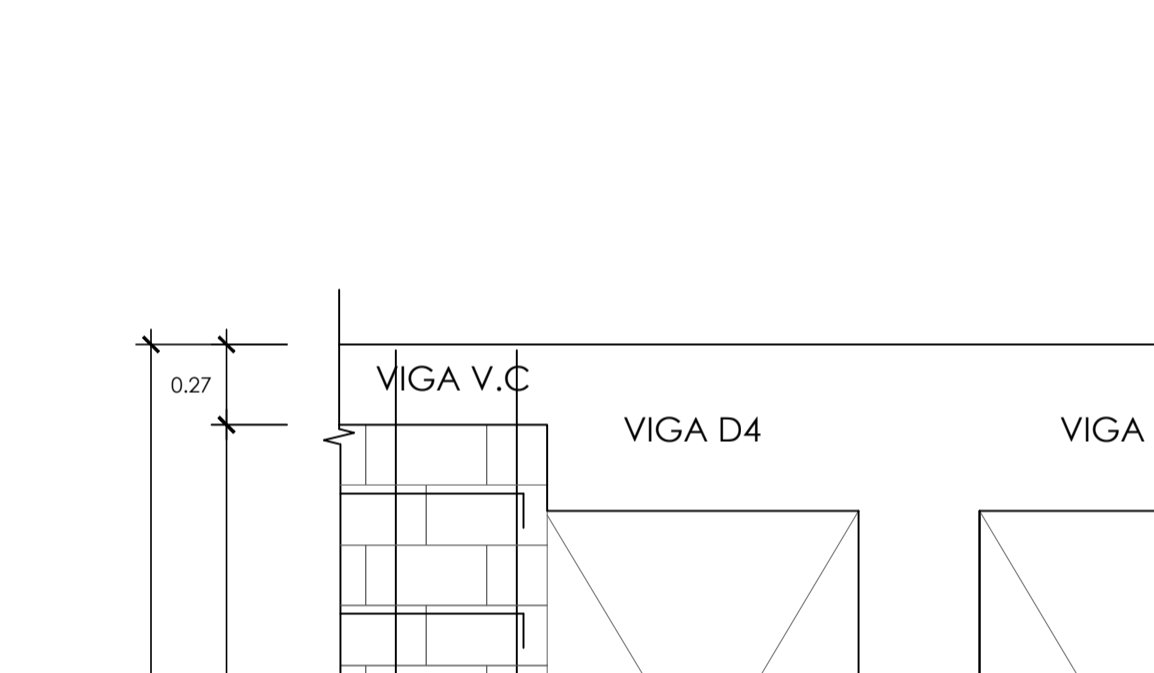
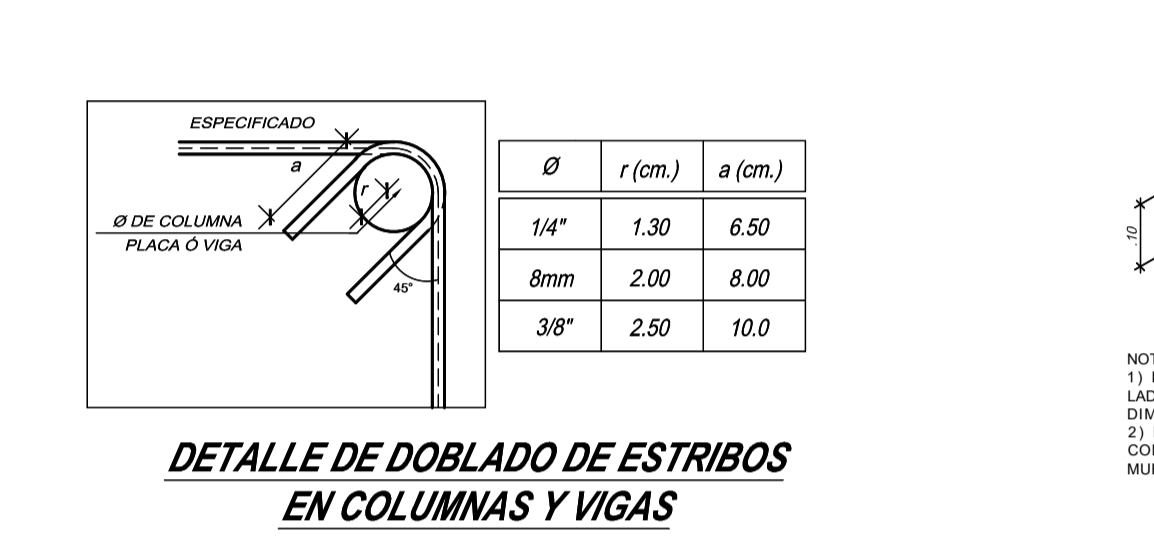
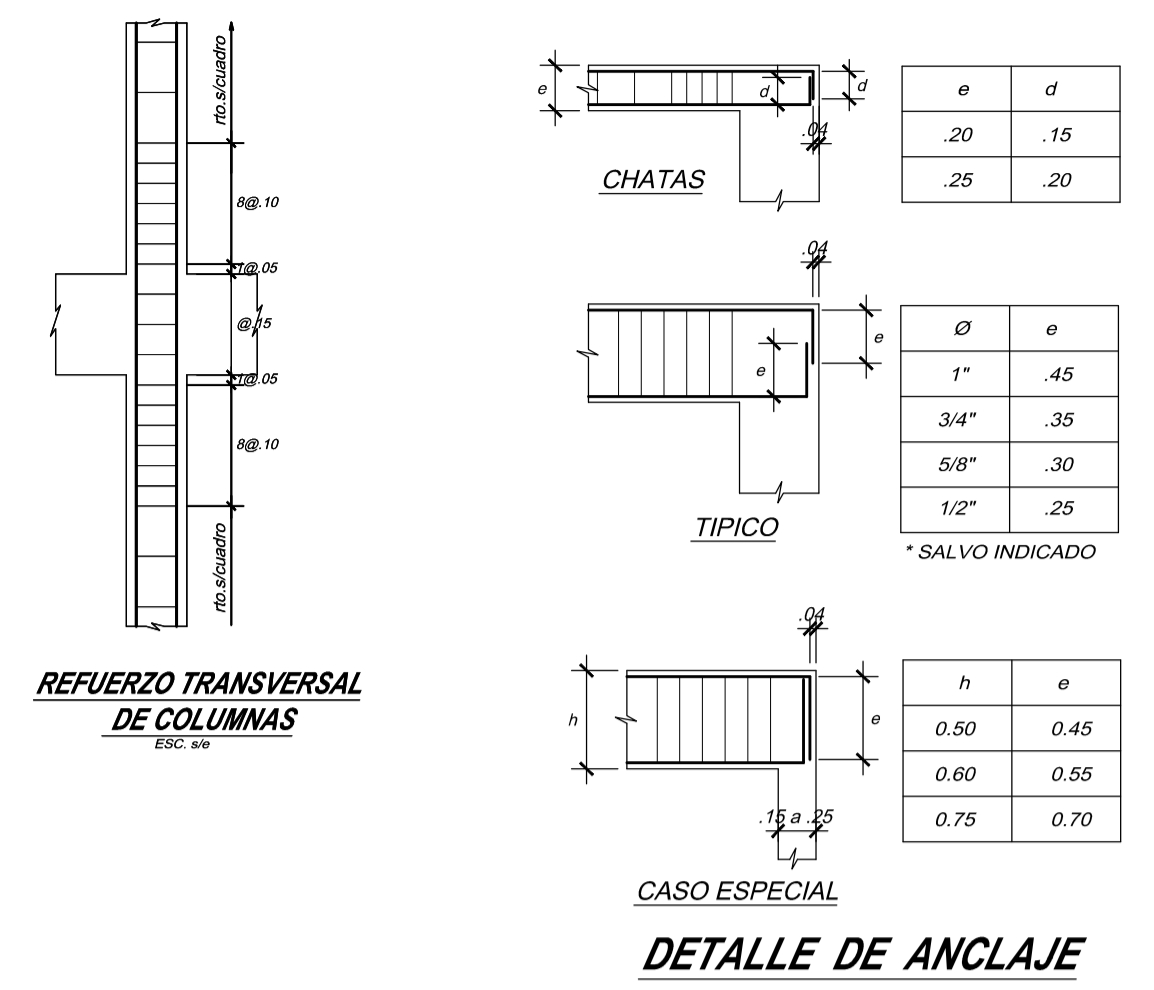
LEYENDA

N.F.P. = NIVEL FALSO PISO
 N.F.Z. = NIVEL FONDO ZAPATA
 N.F.C. = NIVEL FONDO CIMENTO
 N.F.S.Z. = NIVEL FONDO SOLADO DE ZAPATA
 N.F.V. = NIVEL FONDO VIGA DE CIMENTACION
 MURRO PORTANTE

| TIPO | VC-01 |
|-------------|----------|
| Sección | 39 X 80 |
| As Continuo | 10 Ø3/4" |



MURO DE ALBAÑILERIA ARMADA DE BLOQUES DE CONCRETO
Hmax. = 2.80, e=0.19
ESC: 1/25



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

CONCRETO ARMADO
 CONCRETO: Fc = 175 kg/cm2
 COLUMNETAS Y VIGAS DE AMARRE: Fc = 175 kg/cm2
 FIERRO CORRUGADO: fy = 4200 kg/cm2
 SUELO: ot = 2.92 kg/cm2

CONCRETO SIMPLE
 CEMENTO CORRIDO: Fc = 140 Kg/cm2 + 30% P.G. (10" Máx)
 SOBRECIMENTOS: Fc = 140 Kg/cm2 + 30% P.M. (3" Máx)
 SOLADO: Mezcla Cemento-Hormigón: fy = 4200 kg/cm2
 1:12 + 30% de Piedra Grande (8" Máx)

RECURRIMIENTOS
 LOSA DE CIMENTACION: 5 cm.
 PLACAS, MUROS, COLUMNAS Y VIGAS PERALTADAS: 4 cm.
 VIGAS PERALTADAS Y COLUMNAS (e=15): 3 cm.
 VIGAS CHATAS: 2.5 cm.
 LOSAS Y ALGERADO: 2 cm.

ALBAÑILERIA CONFINADA
 LADRILLO TIPO HERCULES I ó SIMILAR, fm = 65 kg/cm2

TABIQUERIA
 LADRILLO TIPO BLOCKER II ó SIMILAR
 MORTERO (CEMENTO/ARENA): 1 / 5
 ESPESOR JUNTA ENTRE HILADAS: 1.0 cm (Mín.)
 ALTERNATIVAMENTE SE PUEDE USAR TABIQUERIA TIPO P-10

NOTA: Para la platea de cimentación usar concreto f'c=210 kg/cm2.

ANÁLISIS SÍSMICO
SEGUN NORMA E.030-2018 "DISEÑO SISMORESISTENTE"

Espectro Sísmico
 Factor de zona = 0.45 (Zona 4)
 Factor de uso = 1.00 (Vivienda)
 Factor de suelo = 1.05 (Suelo Intermedio)
 Periodo fundamental Tp = 0.60s
 gravedad = 9.81 m/s2

Factor de amplificación sísmica FAD
 T > Tc C = 2.5
 T < Tc C = 2.5 (Tc / T)
 T > Tc C = 2.5 (Tc / T) / Tc

Pseudoadceleración Espectral
 Sa = 2.0 S.C.g / R
 R = 3.40 (Muros de Ductilidad Limitada / Irregular en planta)
 Ry = 3.40 (Muros de Ductilidad Limitada / Irregular en planta)

Desplazamientos Inelásticos estructura:
 Dxm = 0.008 + 0.007 (4" Nivel)
 Dym = 0.010 + 0.007 (4" Nivel)
 Dxm = 0.007 + 0.007 (3" Nivel)
 Dym = 0.010 + 0.007 (3" Nivel)
 Dxm = 0.006 + 0.007 (2" Nivel)
 Dym = 0.009 + 0.007 (2" Nivel)
 Dxm = 0.004 + 0.007 (1" Nivel)
 Dym = 0.004 + 0.007 (1" Nivel)

Periodo Fundamental de Vibración
 Modo 1 = 0.13 seg. (0.70 eje Y)
 Modo 4 = 0.08 seg. (0.30 eje X)

Edificación: Fuerzas Cortantes para Diseño
 Peso de la edificación = 1 049.37 ton
 Cortante dinámico directo XX = 182.03 ton
 Cortante dinámico directo YY = 221.16 ton
 Cortante basal estático XX = 309.03 ton
 Cortante dinám. de diseño YY = 278.58 ton
 Cortante dinám. de diseño XX = 278.58 ton
 escalamiento xx = 1.53
 escalamiento yy = 1.20

CONDICIONES DE CIMENTACION

El Estudio de Mecánica de Suelos fue elaborado por el Ing. Andy Jose Rivera Sagastegui, con CIP N° 75160, obteniéndose los siguientes datos:

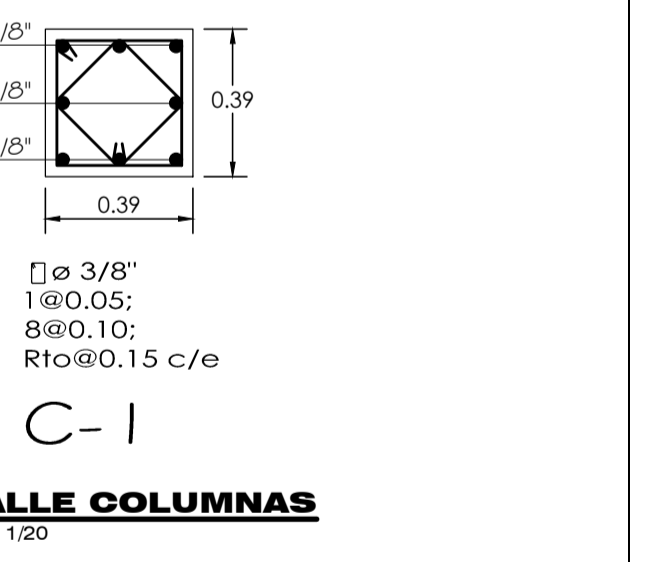
TIPO DE CIMENTACION:
 Zapatas aisladas y cimientos corridos
 Cajas más profundas con arena y pocos finos no plásticos (GP)

PROFUNDIDAD DE LA CIMENTACION:
 2.00m (profundidad respecto del nivel de la superficie original del terreno)

PRENSION ADMISIBLE CONSIDERADA:
 σ = 2.92 kg/cm2

AGRESIVIDAD DEL SUELO A LA CIMENTACION:
 Moderadamente agresivo (usar cemento tipo IP ó HS)

RECOMENDACIONES ADICIONALES:
 1) No debe cimentarse sobre turba, suelo orgánico, tierra vegetal, desmonte, relleno sanitario o relleno artificial; estos materiales inadecuados deberán ser removidos en su totalidad antes de construir la edificación y ser reemplazados con materiales adecuados debidamente compactados.
 2) En caso de que a la profundidad indicada se encuentre material suelto ó relleno profundizar excavación por lo menos 30cm. en terreno natural y vacear falsa zapata.
 3) En donde se requiera rellenar para conformar el falso piso se deberá usar afirmado compactado al 95% de proctor modificado. La compactación deberá ser con plancha vibradora en capas no más de 20cm.



Logo of Universidad de Tacna

PROYECTO: "ANÁLISIS COMPARATIVO ANALÍTICO ENTRE UN SISTEMA MDL Y DE ALBAÑILERÍA ARMADA PARA UNA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR DE 5 NIVELES, TACNA 2022"

PROFESOR: BACH. ING. RAYSA NOHELIA DURAND MALDONADO

ALUMNO: []

FECHA: AGOSTO DEL 2023

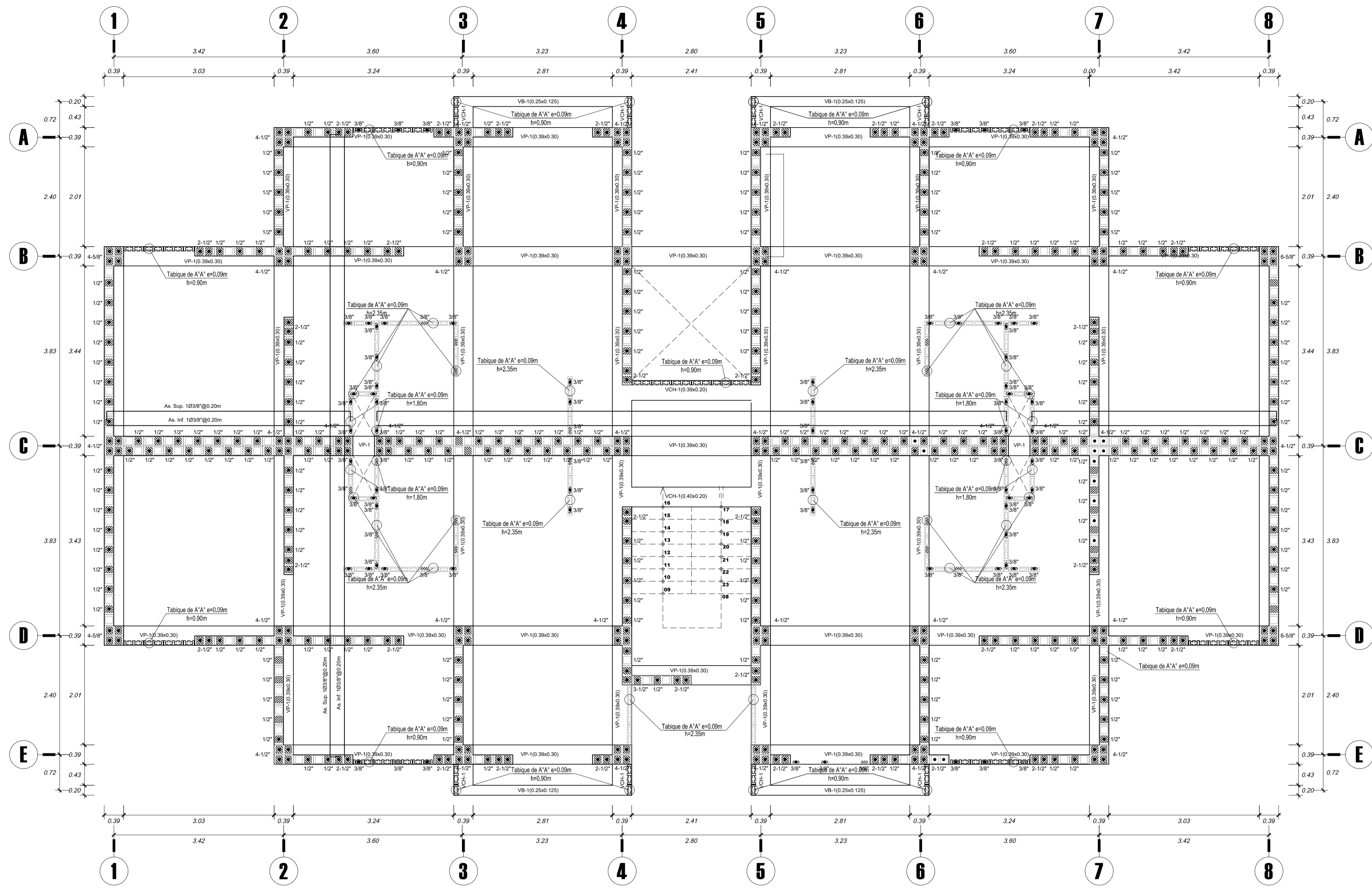
ESCALA: INDICADA

OPORTO: []

PROYECTO: []

CIMENTACIONES

AA-01



ANÁLISIS SÍSMICO

SEGUN NORMA E.030-2018 "DISEÑO SISMORRESISTENTE"

Espectro Sísmico
 Factor de zona = 0.45 (Zona 4)
 Factor de uso = 1.00 (Vivienda)
 Factor de suelo = 1.05 (Suelo Intermedio)
 Período fundamental $T_p = 0.60s$
 gravedad = 9.81 m/s^2

Factor de amplificación sísmica FAD
 $T < T_p$ $C = 2.5$
 $T_p < T < T_L$ $C = 2.5 (T_p / T)$
 $T > T_L$ $C = 2.5 (T_p \cdot T_L / T^2)$

Pseudoaceleración Espectral
 $S_a = Z \cdot U \cdot S \cdot C_g / R$
 $R_x = 3.40$ (Muros de Ductilidad Limitada / Irregular en planta)
 $R_y = 3.40$ (Muros de Ductilidad Limitada / Irregular en planta)

Desplazamientos inelásticos estructura:
 $D_{xx} = 0.0005 < 0.007$ (4° Nivel)
 $D_{yy} = 0.0010 < 0.007$ (4° Nivel)
 $D_{xx} = 0.0007 < 0.007$ (3° Nivel)
 $D_{yy} = 0.0010 < 0.007$ (3° Nivel)
 $D_{xx} = 0.0006 < 0.007$ (2° Nivel)
 $D_{yy} = 0.0009 < 0.007$ (2° Nivel)
 $D_{xx} = 0.0004 < 0.007$ (1° Nivel)
 $D_{yy} = 0.0004 < 0.007$ (1° Nivel)

Período Fundamental de Vibración
 Modo 1 = 0.13 seg. (0.70 eje Y)
 Modo 4 = 0.08 seg. (0.30 eje X)

Edificación: Fuerzas Cortantes para Diseño
 Peso de la edificación = 1 049.37 ton
 Cortante dinámico directo XX = 182.03 ton
 Cortante dinámico directo YY = 221.16 ton
 Cortante basal estático XX = 309.53 ton
 Cortante basal estático YY = 309.53 ton
 Cortante dinám. de diseño XX = 278.58 ton
 Cortante dinám. de diseño YY = 278.58 ton
 escalamiento xx = 1.53
 escalamiento yy = 1.26

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

CONCRETO ARMADO
 CONCRETO $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$
 COLUMNETAS Y VIGAS DE AMARRE $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$
 FIERRO CORRUGADO $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
 SUELO

CONCRETO SIMPLE
 CEMENTO CORRIDO $f_c = 140 \text{ kg/cm}^2 + 30\% \text{ P.G. } (10^\circ \text{ Máx})$
 SOBRECIMIENTO $f_c = 140 \text{ kg/cm}^2 + 30\% \text{ P.M. } (3^\circ \text{ Máx})$
 SOLADO Mezcla Cemento-Hormigón 1:12 + 30% de Piedra Grande (8" Máx)

RECURRIMIENTOS
 LOSA DE CIMENTACIÓN 5 cm.
 PLACAS, MUROS, COLUMNAS Y VIGAS PERALTADAS 4 cm.
 VIGAS PERALTADAS Y COLUMNAS (e=15) 3 cm.
 VIGAS CHATAS 2.5 cm.
 LOSAS Y ALIGERADA 2 cm.

ALBAÑILERÍA CONFINADA
 LADRILLO TIPO HERCULES I ó SIMILAR, $f_m = 65 \text{ kg/cm}^2$

TABIQUERÍA
 LADRILLO TIPO BLOCKER II ó SIMILAR 1 / 5
 MORTERO (CEMENTO/ARENA) 1.0 cm (Min.)
 ESPESOR JUNTA ENTRE HILADAS
 ALTERNATIVAMENTE SE PUEDE USAR, TABIQUERÍA TIPO P-10

NOTA: Para la platea de cimentación usar concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

CONDICIONES DE CIMENTACIÓN

El Estudio de Mecánica de Suelos fue elaborado por el Ing. Andy Jose Rivera Sagastegui, con CIP N° 75160, obteniéndose los siguientes datos:

TIPO DE CIMENTACIÓN:
 Zapatas aisladas y cimientos corridos

ESTRATO DE APOYO A LA CIMENTACIÓN:
 Gavas mal graduadas con arena y pocos finos no plasticos (GP)

PROFUNDIDAD DE LA CIMENTACIÓN:
 2.00m (profundidad respecto del nivel de la superficie original del terreno)

PRESIÓN ADMISIBLE CONSIDERADA:
 $\sigma = 2.92 \text{ kg/cm}^2$

AGRESIVIDAD DEL SUELO A LA CIMENTACIÓN:
 Moderadamente agresivo (usar cemento tipo IP ó HS)

RECOMENDACIONES ADICIONALES:
 1) No debe cimentarse sobre turba, suelo orgánico, tierra vegetal, desmonte, relleno sanitario o relleno artificial; estos materiales inadecuados deberán ser removidos en su totalidad antes de construir la edificación y ser reemplazados con materiales adecuados debidamente compactados.
 2) En caso de que a la profundidad indicada se encuentre material suelto ó relleno profundizar excavación por lo menos 30cm. en terreno natural y vacear falsa zapata.
 3) En donde se requiera rellenar para conformar el falso piso se deberá usar afirmado compactado al 95% de proctor modificado. La compactación deberá ser con plancha vibradora en capas no mas de 20cm.

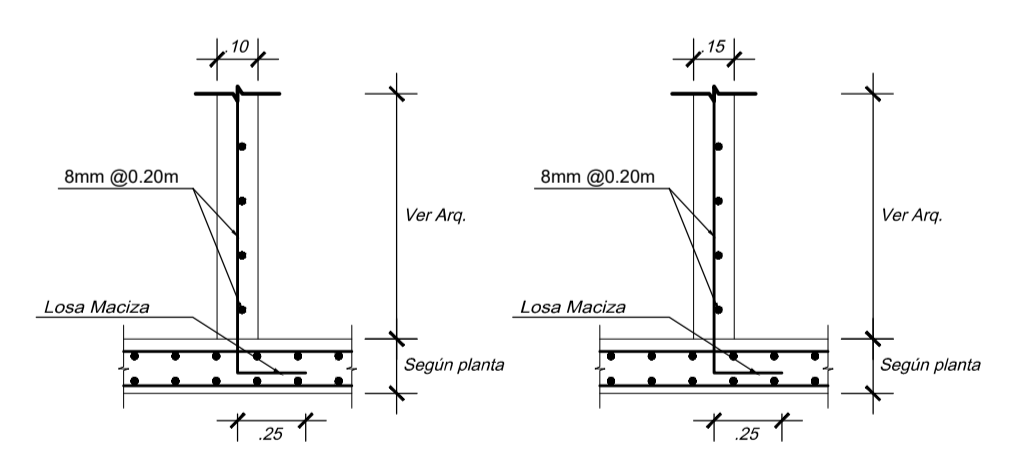
PLANTA DE ALIGERADOS

ESCALA: 1/50

CUADRO DE VIGAS

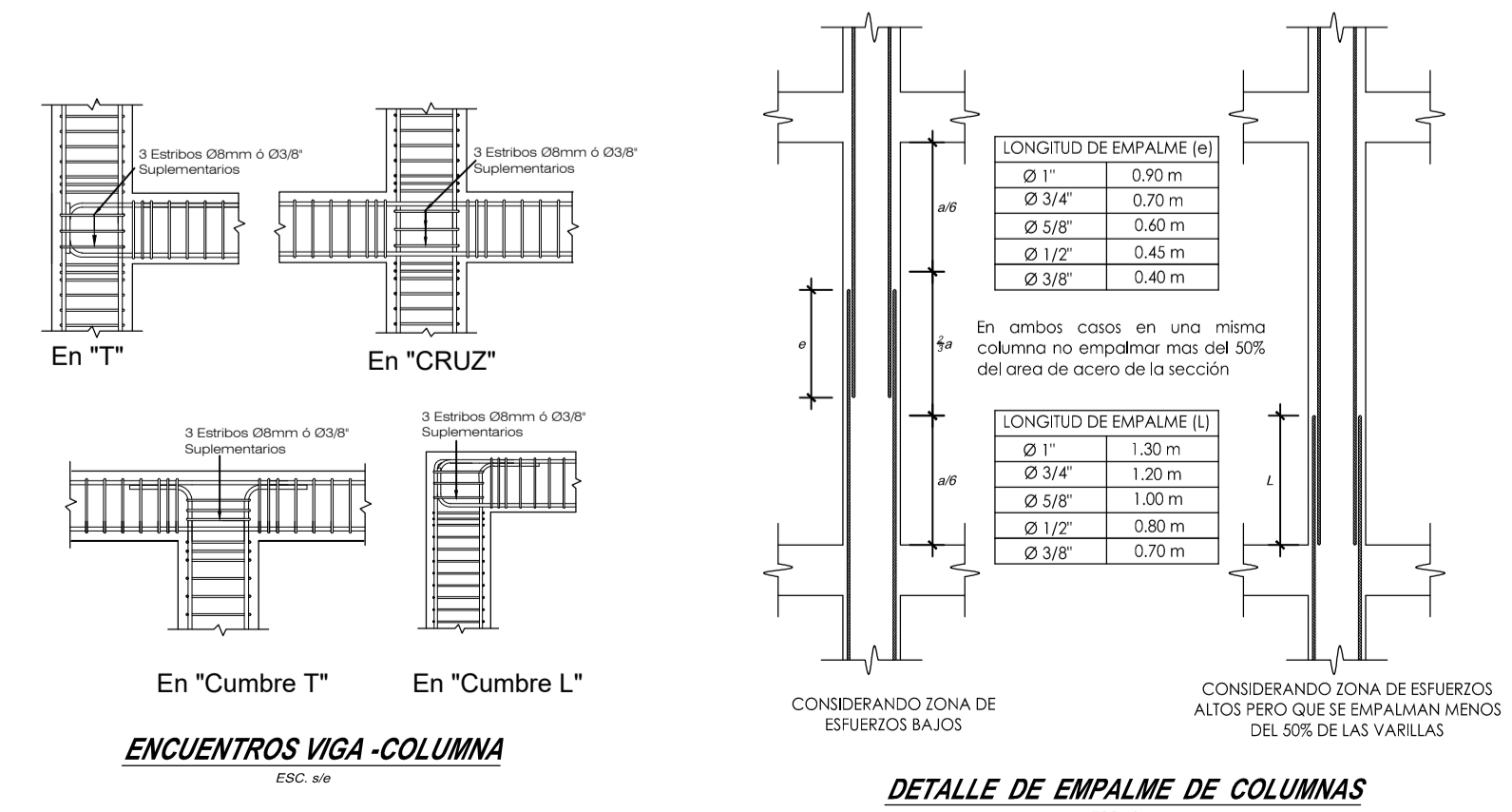
ESC: 1/25

| ZONA | TIPO | VP-01 | VCH-01 | VB-01 |
|-----------------------|-------------|---------|-----------|-----------|
| Nivel | Sección | 39 X 30 | 25 X 12.5 | 20 X 12.5 |
| | As Continuo | 6.05' | 3.05' | 2.05' |
| 1 2 3 4 5 | Estribo | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |



DETALLES DE TABIQUERÍA

ESC: 1/25

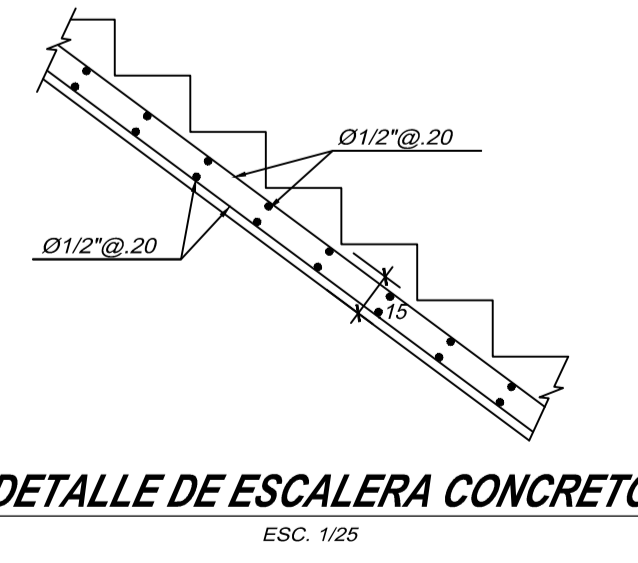


VALORES DE a

| Ø | REFUERZO INFERIOR | REFUERZO SUPERIOR |
|------|-------------------|-------------------|
| 3/8" | .40 | .45 |
| 1/2" | .40 | .50 |
| 5/8" | .50 | .60 |
| 3/4" | .60 | .75 |

EMPALMES TRASPALADOS PARA VIGAS, LOSAS Y ALIGERADOS

NOTA - (a) NO EMPALMAR MAS DEL 50% DEL AREA TOTAL EN UNA MISMA SECCION
 (b) EN CASO DE NO EMPALMARSE EN LAS ZONAS INDICADAS CON LOS PORCENTAJES ESPECIFICADOS, AUMENTAR LA LONGITUD EN UN 70% ó CONSULTAR AL PROYECTISTA.
 (c) PARA ALIGERADOS Y VIGAS CHATAS EL ACERO INFERIOR SE EMPALMARA SOBRE LOS APOYOS SIENDO LA LONGITUD DE EMPALME IGUAL A 25 cms. PARA FIERROS DE 3/8" Y 35 cms. PARA 1/2" o 5/8".



DETALLE DE ESCALERA CONCRETO

ESC: 1/25

REFUERZO TRANSVERSAL DE COLUMNAS

ESC: 1/25

CHATAS

| | |
|-----|-----|
| e | d |
| .20 | .15 |
| .25 | .20 |

TIPICO

| | |
|------|-----|
| Ø | e |
| 1" | .45 |
| 3/4" | .35 |
| 5/8" | .30 |
| 1/2" | .25 |

* SALVO INDICADO

CASO ESPECIAL

| | |
|------|------|
| h | e |
| 0.50 | 0.45 |
| 0.60 | 0.55 |
| 0.75 | 0.70 |

DETALLE DE ANCLAJE

DETALLE DE DOBLADO DE ESTRIBOS EN COLUMNAS Y VIGAS

| Ø | r (cm.) | a (cm.) |
|------|---------|---------|
| 1/4" | 1.30 | 6.50 |
| 8mm | 2.00 | 8.00 |
| 3/8" | 2.50 | 10.0 |

RES: "ANÁLISIS COMPARATIVO ANALÍTICO ENTRE UN SISTEMA MDL Y DE ALBAÑILERÍA ARMADA PARA UNA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR DE 5 NIVELES, TACNA 2022"

REGISTRO: BACH. ING. RAYSA NOHELIA DURAND MALDONADO

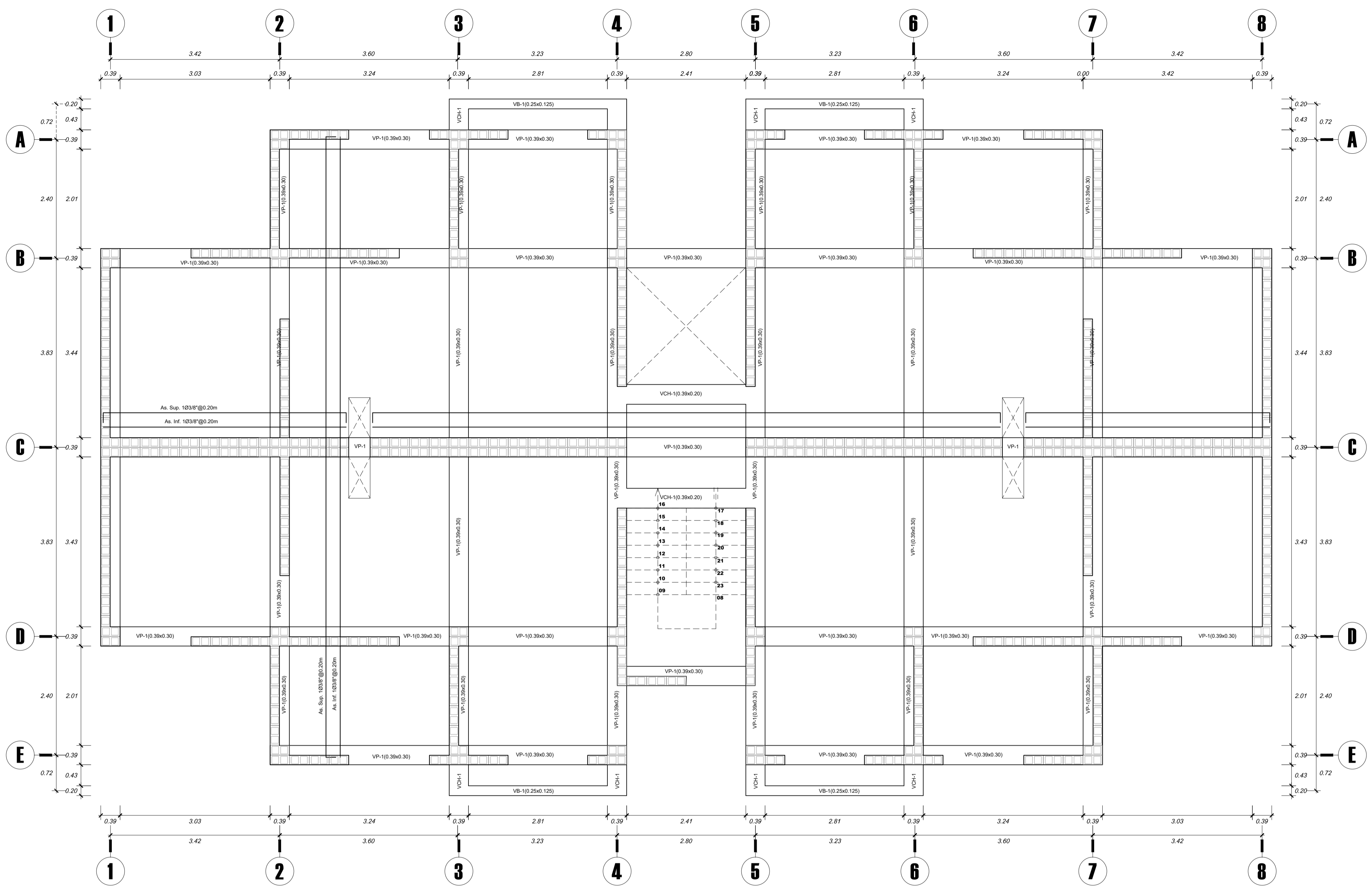
PLANO: CIMENTACIONES

FECHA: AGOSTO DEL 2023

ESCALA: INDICADA

SERIAL: FNDM

AA-01



ANÁLISIS SÍSMICO

SEGUN NORMA E.030-2018 "DISEÑO SISMORRESISTENTE"

Espectro Sísmico
 Factor de zona = 0.45 (Zona 4)
 Factor de uso = 1.00 (Vivienda)
 Factor de suelo = 1.05 (Suelo Intermedio)
 Período fundamental $T_p = 0.60s$
 gravedad = 9.81 m/s^2

Factor de amplificación sísmica FAD
 $T < T_p$ $C = 2.5$
 $T_p < T < 1.5 T_p$ $C = 2.5 (T_p / T)$
 $T > 1.5 T_p$ $C = 2.5 (T_p^2 / T^2)$

Pseudoaceleración Espectral
 $S_a = Z U S C_g / R$
 $R_x = 3.40$ (Muros de Ductilidad Limitada / Irregular en planta)
 $R_y = 3.40$ (Muros de Ductilidad Limitada / Irregular en planta)

Desplazamientos inelásticos estructura:
 $D_{xx} = 0.0005 < 0.007$ (4° Nivel)
 $D_{yy} = 0.0010 < 0.007$ (4° Nivel)
 $D_{xx} = 0.0007 < 0.007$ (3° Nivel)
 $D_{yy} = 0.0010 < 0.007$ (3° Nivel)
 $D_{xx} = 0.0006 < 0.007$ (2° Nivel)
 $D_{yy} = 0.0009 < 0.007$ (2° Nivel)
 $D_{xx} = 0.0004 < 0.007$ (1° Nivel)
 $D_{yy} = 0.0004 < 0.007$ (1° Nivel)

Período Fundamental de Vibración
 Modo 1 = 0.13 seg. (0.70 eje Y)
 Modo 4 = 0.08 seg. (0.30 eje X)

Edificación: Fuerzas Cortantes para Diseño
 Peso de la edificación = 1 049.37 ton
 Cortante dinámico directo $XX = 182.03 \text{ ton}$
 Cortante dinámico directo $YY = 221.16 \text{ ton}$
 Cortante basal estático $XX = 309.53 \text{ ton}$
 Cortante basal estático $YY = 309.53 \text{ ton}$
 Cortante dinám. de diseño $XX = 278.58 \text{ ton}$
 Cortante dinám. de diseño $YY = 278.58 \text{ ton}$
 escalamiento $xx = 1.53$
 escalamiento $yy = 1.26$

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

CONCRETO ARMADO
 CONCRETO $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$
 COLUMNETAS Y VIGAS DE AMARRE $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$
 FIERRO CORRUGADO $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
 SUELO $\sigma = 2.92 \text{ kg/cm}^2$

CONCRETO SIMPLE
 CEMENTO CORRIDO $f_c = 140 \text{ kg/cm}^2 + 30\% \text{ P.G. (10" Máx)}$
 SOBRECIMIENTO $f_c = 140 \text{ kg/cm}^2 + 30\% \text{ P.M. (3" Máx)}$
 SOLADO Mezcla Cemento-Hormigón $1:12 + 30\% \text{ de Piedra Grande (8" Máx)}$

RECURRIMIENTOS
 LOSA DE CIMENTACIÓN 5 cm.
 PLACAS, MUROS, COLUMNAS Y VIGAS PERALTADAS 4 cm.
 VIGAS PERALTADAS Y COLUMNAS ($e = 15$) 3 cm.
 VIGAS CHATAS 2.5 cm.
 LOSAS Y ALIGERADO 2 cm.

ALBAÑILERÍA CONFINADA
 LADRILLO TIPO HERCULES I ó SIMILAR, $f_m = 65 \text{ kg/cm}^2$

TABIQUERÍA
 LADRILLO TIPO BLOCKER II ó SIMILAR 1 / 5
 MORTERO (CEMENTO/ARENA) 1.0 cm (Min.)
 ESPESOR JUNTA ENTRE HILADAS 1.0 cm (Min.)
 ALTERNATIVAMENTE SE PUEDE USAR, TABIQUERÍA TIPO P-10

NOTA: Para la platea de cimentación usar concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

CONDICIONES DE CIMENTACIÓN

El Estudio de Mecánica de Suelos fue elaborado por el Ing. Andy Jose Rivera Sagastegui, con CIP N° 75160, obteniéndose los siguientes datos:

TIPO DE CIMENTACIÓN:
 Zapatas aisladas y cimientos corridos

ESTRATO DE APOYO A LA CIMENTACIÓN:
 Gavas mal graduadas con arena y pocos finos no plasticos (GP)

PROFUNDIDAD DE LA CIMENTACIÓN:
 2.00m (profundidad respecto del nivel de la superficie original del terreno)

PRESIÓN ADMISIBLE CONSIDERADA:
 $\sigma = 2.92 \text{ kg/cm}^2$

AGRESIVIDAD DEL SUELO A LA CIMENTACIÓN:
 Moderadamente agresivo (usar cemento tipo IP ó HS)

RECOMENDACIONES ADICIONALES:
 1) No debe cimentarse sobre turba, suelo orgánico, tierra vegetal, desmonte, relleno sanitario o relleno artificial, estos materiales inadecuados deberán ser removidos en su totalidad antes de construir la edificación y ser reemplazados con materiales adecuados debidamente compactados.
 2) En caso de que a la profundidad indicada se encuentre material suelto ó relleno profundizar excavación por lo menos 30cm. en terreno natural y vacear falsa zapata.
 3) En donde se requiera rellenar para conformar el falso piso se deberá usar afirmado compactado al 95% de proctor modificado. La compactación deberá ser con plancha vibradora en capas no mas de 20cm.

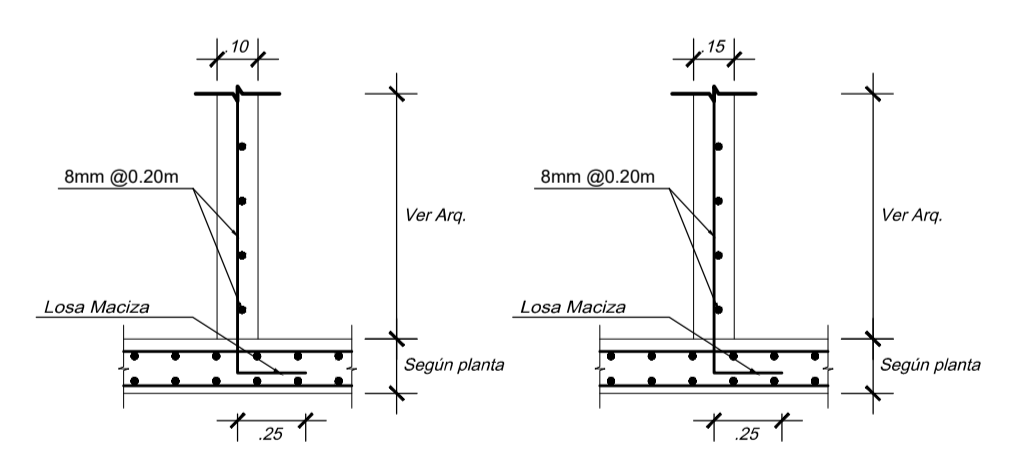
PLANTA DE ALIGERADOS

ESCALA: 1/50

CUADRO DE VIGAS

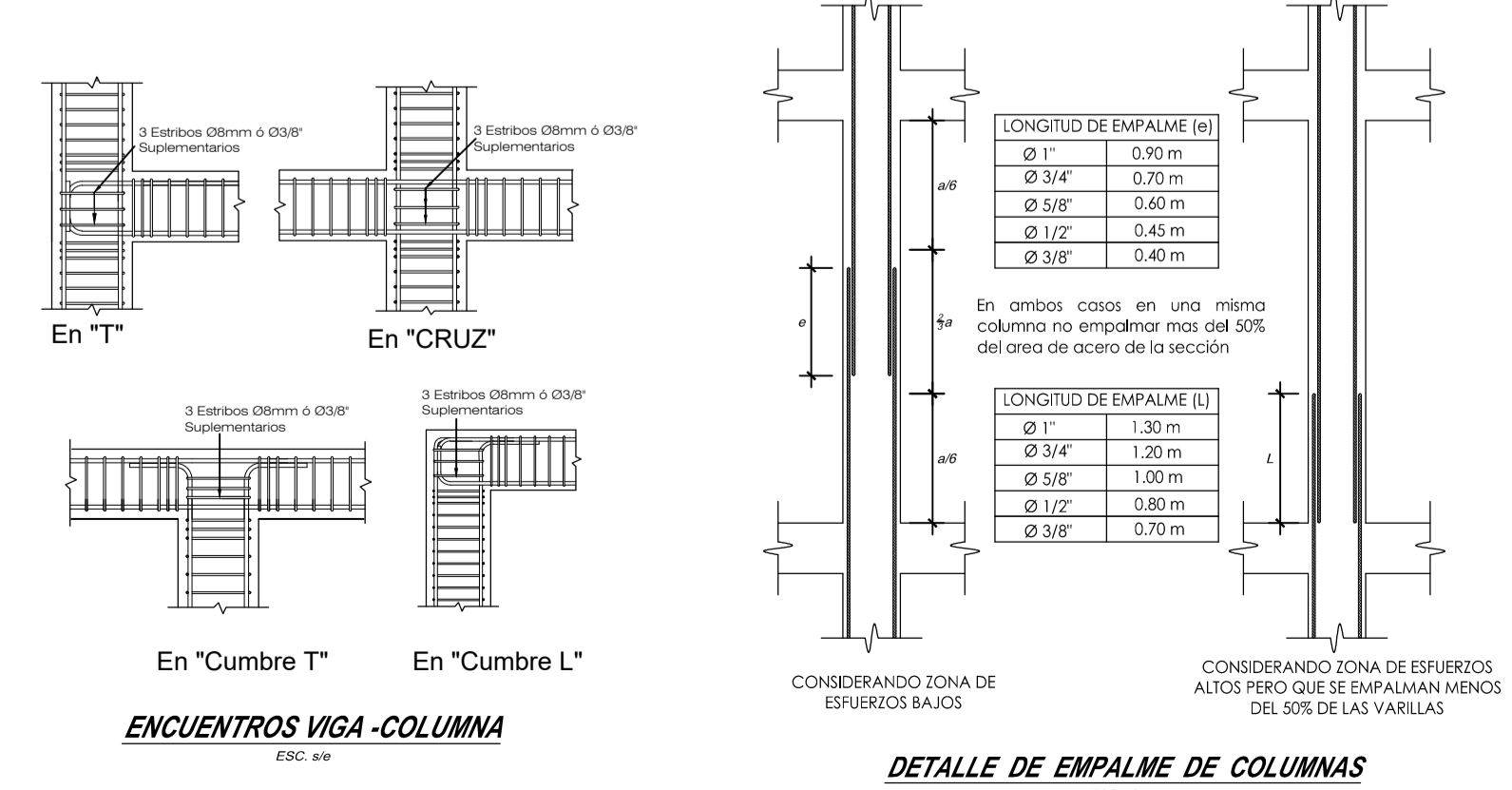
ESC: 1/25

| ZONA | TIPO | VP-01 | VCH-01 | VB-01 |
|-----------------------|-------------|--|--|--|
| Nivel | Sección | 39 X 30 | 25 X 12.5 | 20 X 12.5 |
| | As Continuo | 6.05ft | 3.05ft | 2.05ft |
| 1 2 3 4 5 | Estribo | | | |
| | | $1 \square \emptyset 14"$ 1 @ 0.05 Rto @ 0.10 | $1 \square \emptyset 14"$ 1 @ 0.05 Rto @ 0.10 | $1 \square \emptyset 14"$ 1 @ 0.05 Rto @ 0.10 |
| | | $3 \text{ Estribos } \emptyset 8\text{mm} \text{ ó } \emptyset 3/8"$ Suplementarios | $3 \text{ Estribos } \emptyset 8\text{mm} \text{ ó } \emptyset 3/8"$ Suplementarios | $3 \text{ Estribos } \emptyset 8\text{mm} \text{ ó } \emptyset 3/8"$ Suplementarios |
| | | | | |



DETALLES DE TABIQUERÍA

ESC: 1/25

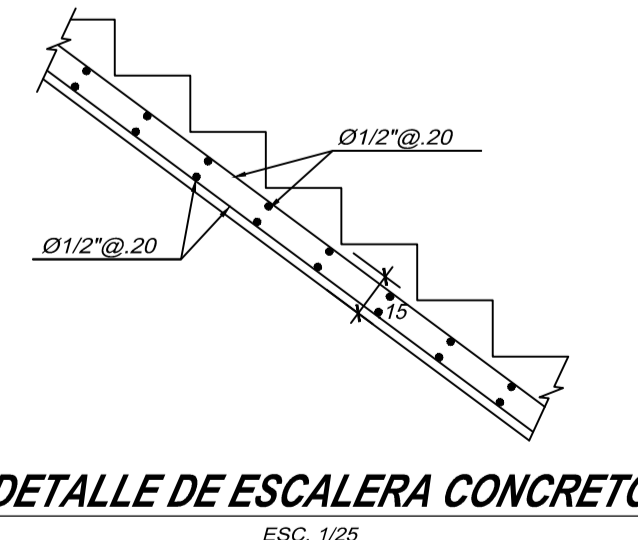


VALORES DE a

| \emptyset | REFUERZO INFERIOR | REFUERZO SUPERIOR |
|-------------|-------------------|-------------------|
| 3/8" | .40 | .45 |
| 1/2" | .40 | .50 |
| 5/8" | .50 | .60 |
| 3/4" | .60 | .75 |

EMPALMES TRASPALADOS PARA VIGAS, LOSAS Y ALIGERADOS

NOTA - (a) NO EMPALMAR MAS DEL 50% DEL AREA TOTAL EN UNA MISMA SECCION
 (b) EN CASO DE NO EMPALMARSE EN LAS ZONAS INDICADAS CON LOS PORCENTAJES ESPECIFICADOS, AUMENTAR LA LONGITUD EN UN 70% ó CONSULTAR AL PROYECTISTA.
 (c) PARA ALIGERADOS Y VIGAS CHATAS EL ACERO INFERIOR SE EMPALMARA SOBRE LOS APOYOS SIENDO LA LONGITUD DE EMPALME IGUAL A 25 cms. PARA FIERROS DE 3/8" Y 35 cms. PARA 1/2" ó 5/8".



| | e | d |
|--------|-----|-----|
| CHATAS | .20 | .15 |
| CHATAS | .25 | .20 |

| | \emptyset | e |
|--------|-------------|-----|
| TIPICO | 1" | .45 |
| TIPICO | 3/4" | .35 |
| TIPICO | 5/8" | .30 |
| TIPICO | 1/2" | .25 |

* SALVO INDICADO

| | h | e |
|---------------|------|------|
| CASO ESPECIAL | 0.50 | 0.45 |
| CASO ESPECIAL | 0.60 | 0.55 |
| CASO ESPECIAL | 0.75 | 0.70 |

DETALLE DE ANCLAJE

| \emptyset | r (cm.) | a (cm.) |
|-------------|---------|---------|
| 1/4" | 1.30 | 6.50 |
| 8mm | 2.00 | 8.00 |
| 3/8" | 2.50 | 10.0 |

DETALLE DE DOBLADO DE ESTRIBOS EN COLUMNAS Y VIGAS

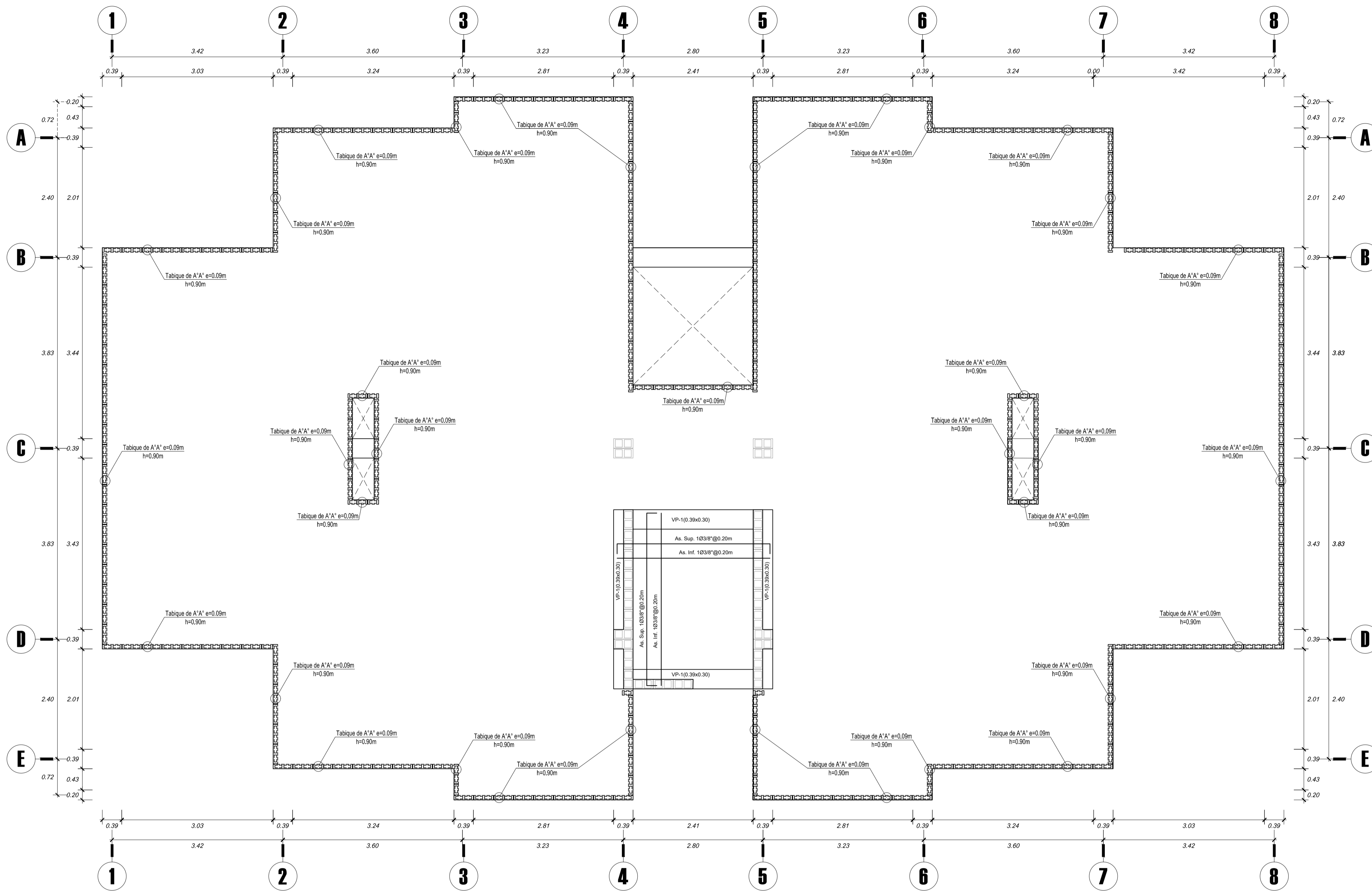
RES: "ANÁLISIS COMPARATIVO ANALÍTICO ENTRE UN SISTEMA MDL Y DE ALBAÑILERÍA ARMADA PARA UNA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR DE 5 NIVELES, TACNA 2022"

REGISTRO: BACH. ING. RAYSA NOHELIA DURAND MALDONADO

PLANO: CIMENTACIONES

FECHA: AGOSTO DEL 2023 ESCALA: INDICADA DIBUJO: FINIDA

AA-01



ANÁLISIS SÍSMICO

SEGUN NORMA E.030-2018 "DISEÑO SISMORRESISTENTE"

Espectro Sísmico
 Factor de zona = 0.45 (Zona 4)
 Factor de uso = 1.00 (Vivienda)
 Factor de suelo = 1.05 (Suelo Intermedio)
 Período fundamental $T_p = 0.60s$
 gravedad = 9.81 m/s^2

Factor de amplificación sísmica FAD
 $T < T_p$ $C = 2.5$
 $T_p < T < 1.5 T_p$ $C = 2.5 (T_p / T)$
 $T > 1.5 T_p$ $C = 2.5 (T_p^{0.7} / T)$

Pseudoadceleración Espectral
 $S_a = Z U S C_g / R$
 $R_x = 3.40$ (Muros de Ductilidad Limitada / Irregular en planta)
 $R_y = 3.40$ (Muros de Ductilidad Limitada / Irregular en planta)

Desplazamientos inelásticos estructura:
 $D_{xx} = 0.0006 < 0.007$ (4° Nivel)
 $D_{yy} = 0.0010 < 0.007$ (4° Nivel)
 $D_{xx} = 0.0007 < 0.007$ (3° Nivel)
 $D_{yy} = 0.0010 < 0.007$ (3° Nivel)
 $D_{xx} = 0.0006 < 0.007$ (2° Nivel)
 $D_{yy} = 0.0009 < 0.007$ (2° Nivel)
 $D_{xx} = 0.0004 < 0.007$ (1° Nivel)
 $D_{yy} = 0.0004 < 0.007$ (1° Nivel)

Período Fundamental de Vibración
 Modo 1 = 0.13 seg. (0.70 eje Y)
 Modo 4 = 0.08 seg. (0.30 eje X)

Edificación: Fuerzas Cortantes para Diseño
 Peso de la edificación = 1 049.37 ton
 Cortante dinámico directo $XX = 182.03 \text{ ton}$
 Cortante dinámico directo $YY = 221.16 \text{ ton}$
 Cortante basal estático $XX = 309.53 \text{ ton}$
 Cortante basal estático $YY = 309.53 \text{ ton}$
 Cortante dinám. de diseño $XY = 278.58 \text{ ton}$
 Cortante dinám. de diseño $YX = 278.58 \text{ ton}$
 escalamiento $xx = 1.53$
 escalamiento $yy = 1.26$

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

CONCRETO ARMADO
 CONCRETO $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$
 COLUMNETAS Y VIGAS DE AMARRE $f_c = 175 \text{ kg/cm}^2$
 FIERRO CORRUGADO $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
 SUELO $\sigma_t = 2.92 \text{ kg/cm}^2$

CONCRETO SIMPLE
 CEMENTO CORRIDO $f_c = 140 \text{ kg/cm}^2 + 30\% \text{ P.G. } (10^\circ \text{ Máx})$
 SOBRECIMIENTO $f_c = 140 \text{ kg/cm}^2 + 30\% \text{ P.M. } (3^\circ \text{ Máx})$
 SOLADO Mezcla Cemento-Hormigón $1:12 + 30\% \text{ de Piedra Grande } (8^\circ \text{ Máx})$

RECURRIMIENTOS
 LOSA DE CIMENTACIÓN 5 cm.
 PLACAS, MUROS, COLUMNAS Y VIGAS PERALTADAS 4 cm.
 VIGAS PERALTADAS Y COLUMNAS ($e = 15$) 3 cm.
 VIGAS CHATAS 2.5 cm.
 LOSAS Y ALIGERADO 2 cm.

ALBAÑILERÍA CONFINADA
 LADRILLO TIPO HERCULES I ó SIMILAR, $f_m = 65 \text{ kg/cm}^2$

TABIQUERIA
 LADRILLO TIPO BLOCKER II ó SIMILAR 1 / 5
 MORTERO (CEMENTO/ARENA) 1.0 cm (Min.)
 ESPESOR JUNTA ENTRE HILADAS 1.0 cm (Min.)
 ALTERNATIVAMENTE SE PUEDE USAR, TABIQUERIA TIPO P-10

NOTA: Para la platea de cimentación usar concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$.

CONDICIONES DE CIMENTACIÓN

El Estudio de Mecánica de Suelos fue elaborado por el Ing. Andy Jose Rivera Sagastegui, con CIP N° 75160, obteniéndose los siguientes datos:

TIPO DE CIMENTACIÓN:
 Zapatas aisladas y cimientos corridos

ESTRATO DE APOYO A LA CIMENTACIÓN:
 Gavas mal graduadas con arena y pocos finos no plasticos (GP)

PROFUNDIDAD DE LA CIMENTACIÓN:
 2.00m (profundidad respecto del nivel de la superficie original del terreno)

PRESIÓN ADMISIBLE CONSIDERADA:
 $\sigma = 2.92 \text{ kg/cm}^2$

AGRESIVIDAD DEL SUELO A LA CIMENTACIÓN:
 Moderadamente agresivo (usar cemento tipo IP ó HS)

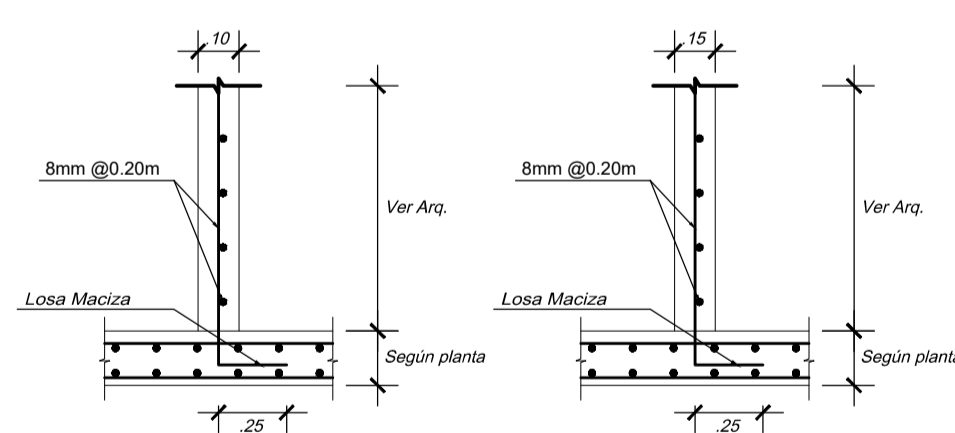
RECOMENDACIONES ADICIONALES:
 1) No debe cimentarse sobre turba, suelo orgánico, tierra vegetal, desmonte, relleno sanitario o relleno artificial; estos materiales inadecuados deberán ser removidos en su totalidad antes de construir la edificación y ser reemplazados con materiales adecuados debidamente compactados.
 2) En caso de que a la profundidad indicada se encuentre material suelto ó relleno profundizar excavación por lo menos 30cm. en terreno natural y vacear falsa zapata.
 3) En donde se requiera rellenar para conformar el falso piso se deberá usar afirmado compactado al 95% de proctor modificado. La compactación deberá ser con plancha vibradora en capas no mas de 20cm.

PLANTA DE ALIGERADOS

ESCALA: 1/50

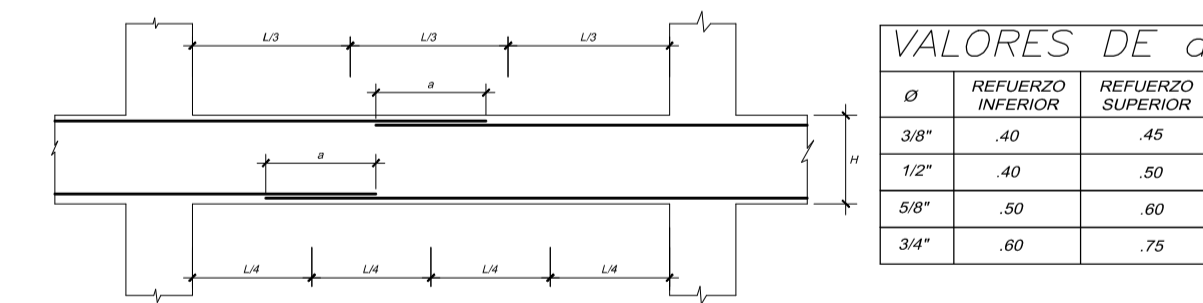
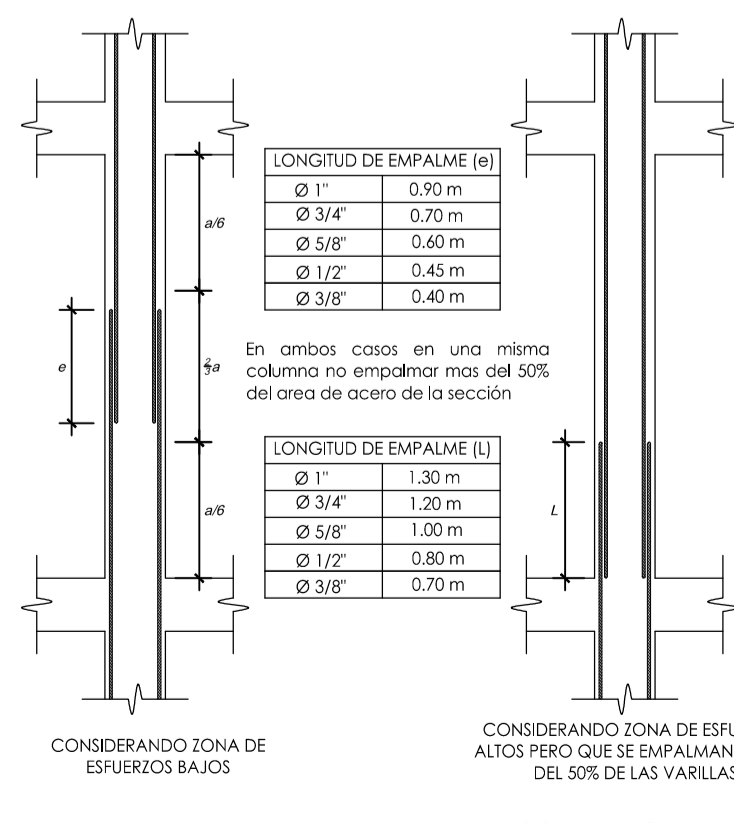
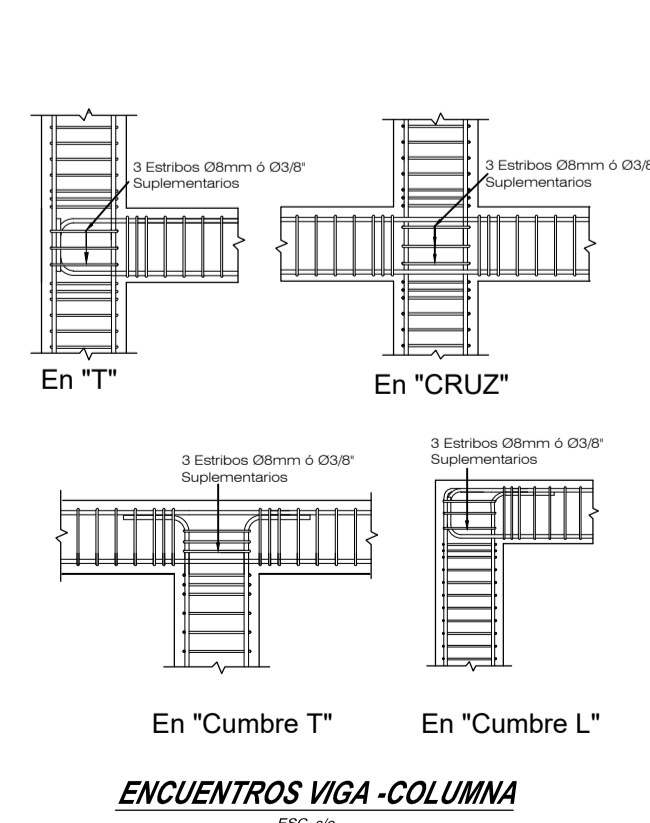
CUADRO DE VIGAS

| ZONA | TIPO | VP-01 | VCH-01 | VB-01 |
|-----------------------|-------------|---|---|---|
| Nivel | Sección | 39 X 30 | 25 X 12.5 | 20 X 12.5 |
| | As Continuo | 6.05ft | 3.05ft | 2.05ft |
| 1 2 3 4 5 | Estribo | | | |
| | | 1 \square $\phi 14'$ 1 \square $\phi 16'$ Rto $\phi 10$ | 1 \square $\phi 14'$ 1 \square $\phi 16'$ Rto $\phi 10$ | 1 \square $\phi 14'$ 1 \square $\phi 16'$ Rto $\phi 10$ |



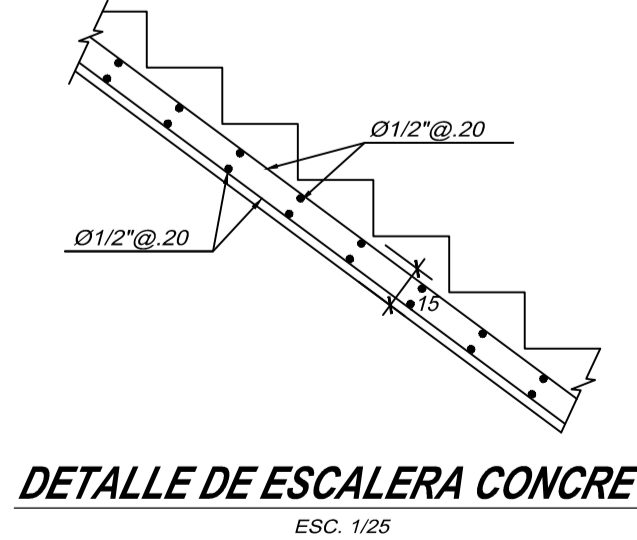
DETALLES DE TABIQUERIA

ESC. 1/25



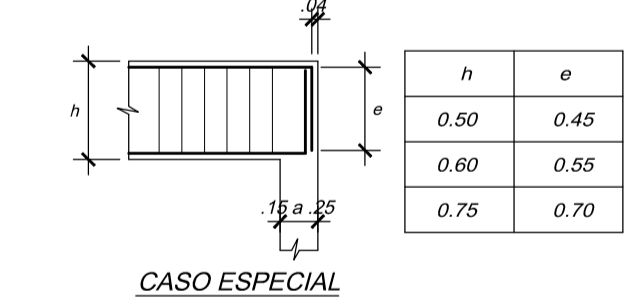
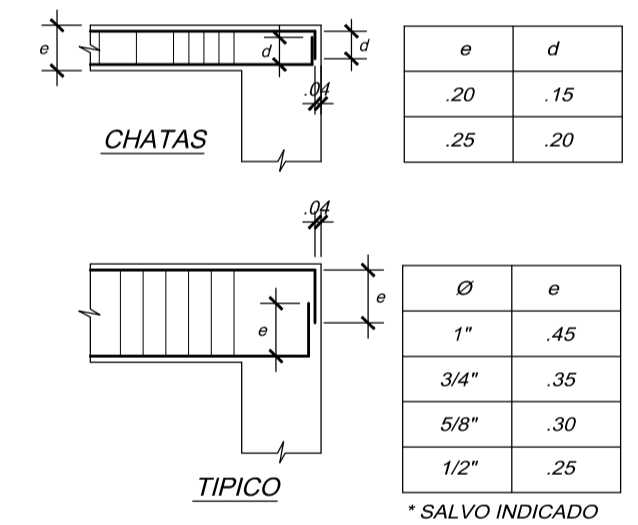
EMPALMES TRASPALADOS PARA VIGAS, LOSAS Y ALIGERADOS

NOTA: (a) NO EMPALMAR MAS DEL 50% DEL AREA TOTAL EN UNA MISMA SECCION
 (b) EN CASO DE NO EMPALMARSE EN LAS ZONAS INDICADAS CON LOS PORCENTAJES ESPECIFICADOS, AUMENTAR LA LONGITUD EN UN 70% ó CONSULTAR AL PROYECTISTA.
 (c) PARA ALIGERADOS Y VIGAS CHATAS EL ACERO INFERIOR SE EMPALMARA SOBRE LOS APOYOS SIENDO LA LONGITUD DE EMPALME IGUAL A 25 cms. PARA FIERROS DE 3/8" Y 35 cms. PARA 1/2" o 5/8".



DETALLE DE ESCALERA CONCRETO

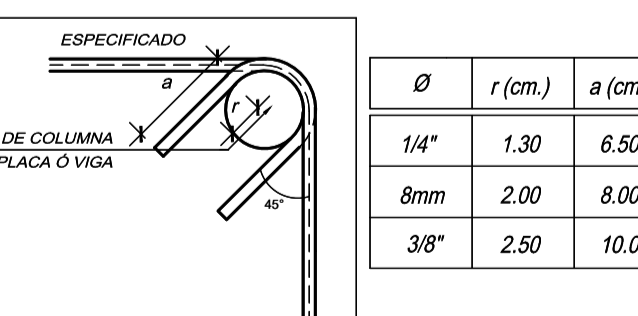
ESC. 1/25



DETALLE DE ANCLAJE

VALORES DE a

| ϕ | REFUERZO INFERIOR | REFUERZO SUPERIOR |
|--------|-------------------|-------------------|
| 3/8" | .40 | .45 |
| 1/2" | .40 | .50 |
| 5/8" | .50 | .60 |
| 3/4" | .60 | .75 |



DETALLE DE DOBLADO DE ESTRIBOS EN COLUMNAS Y VIGAS

RESE: "ANÁLISIS COMPARATIVO ANALÍTICO ENTRE UN SISTEMA MDL Y DE ALBAÑILERÍA ARMADA PARA UNA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR DE 5 NIVELES, TACNA 2022"

REGISTRO: BACH. ING. RAYSA NOHELIA DURAND MALDONADO

PLANO: CIMENTACIONES

FECHA: AGOSTO DEL 2023

ESCALA: INDICADA

SERIAL: FONDA

AA-01

Anexo 4. Ficha técnica de bloques de concreto



ESPECIFICACIÓN TÉCNICA



Página 1 de 1

PRODUCTO: BLOQUES DE CONCRETO - PARED

D-CC-EST-15
Versión 02

Descripción: Unidad de albañilería a base de cemento, agua, agregados, aditivos, con o sin pigmentos, de forma prismática, con dimensiones interiores modulares no mayores de 60 cm, sin armadura.

| Ensayo | Requisito | | | | | Norma de Referencia | Norma de Ensayo |
|--|---------------------------------|----------------------------------|-----------------------|----------------------------------|----------------------------------|---------------------|--|
| | Uso | Largo entero | Largo mitad | Ancho | Alto | | |
| DIMENSIONES | Bloque 19 | Estructural | 39 cm | 19 cm | 19 cm | NTP 399.602 | NTP 399.604 |
| | Bloque 14 | Estructural | 39 cm | 19 cm | 14 cm | | |
| | Bloque 12 | Estructural | 39 cm | 19 cm | 12 cm | | |
| | Bloque 9 | No Estructural | 39 cm | 19 cm | 9 cm | NTP 399.600 | |
| VARIACIÓN DIMENSIONAL | Espesor mín. de pared y tabique | | Largo, Ancho y Altura | | | NTP 399.602 | NTP 399.604 |
| | Bloque 19, 14 y 12 | 2.5 cm | ± 0.3 cm | | | NTP 399.600 | |
| ABSORCIÓN, Máx. | Promedio de 3 Unidades | | | | | NTP 399.602 | NTP 399.604 |
| | Bloque 19, 14 y 12 | ≤ 12% del peso seco | | | | NTP 399.600 | |
| RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN, Min. Respecto al área bruta | Promedio de 3 Unidades | | | Unidad Individual | | NTP 399.602 | NTP 399.604 |
| | Bloque 19, 14 y 12 | 7 MPa (71.4 kg/cm ²) | | 6 MPa (61.2 kg/cm ²) | | NTP 399.600 | |
| COLOR, TEXTURA Y APARIENCIA: | Bloque 9 | 4 MPa (40.8 kg/cm ²) | | | 3 MPa (30.6 kg/cm ²) | | |
| | Conforme a muestra aprobada | | | | | NTP 399.602 | Procedimiento interno: SGC-PRO-06-D1008 |

Usos

Bloque 19, 14 y 12, para uso estructural: albañilería armada, albañilería confinada, cercos perimétricos y tabiquería, etc.

Bloque 9, para uso no estructural: cercos perimétricos, tabiquería.

Este producto podrá ser liberado habiendo cumplido con todos los requisitos de esta especificación desde los 14 días desde su elaboración. Si por fines administrativos se requiere liberar a edades menores a 14 días, se tiene que contar con la autorización del Supervisor de Aseguramiento de la Calidad / Jefe o Superintendente de Gestión de Calidad.

| Generado por: | Revisado por: | Aprobado por: | Fecha: |
|---|--|---|------------|
| José Mena Nieves Supervisor de Aseguramiento de la Calidad | Gastañadui Ruiz, Fernando Superintendente de Gestión de Calidad. Alindor Sánchez Ramos / Luciano Jave Shirley Espinoza Berrú / Manuel Chunga Supervisores de Planta. | Fernando Gastañadui Ruiz Superintendente de Gestión de Calidad | 07/12/2016 |

Cambios respecto a la versión anterior:

Se incluyó el bloque mitad