REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Universidad Católica de Santa María

Facultad de Arquitectura e Ingenierías Civil y del Ambiente

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

"ANÁLISIS Y DISEÑO DE UN EDIFICIO DE 8 NIVELES CON 2 SÓTANOS CON SISTEMA DE AISLAMIENTO SÍSMICO"

Tesis presentada por el Bachiller:

Samanez Berlanga, Sergio Andree

Para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Civil

Asesor:

Ing. Rosas Espinoza, Jorge

Arequipa – Perú

2017

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍAS CIVIL Y DEL AMBIENTE
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

DICTAMEN DE BORRADOR DE TESIS

VISTO

El BORRADOR DE TESIS Titulado:

"ANALISIS Y DISEÑO DE UN EDIFICIO DE 8 NIVELES CON 2 SOTANOS CON SISTEMA DE AISLAMIENTO SISMICO"

Presentado por el (la) (los) Bachiller (es):

SERGIO ANDREE SAMANEZ BERLANGA

Nuestro DICTAMEN es:

APROBADO

OBSERVACIONES:

Arequipa, 31 de OCTUBRE del 2017

1938

Chávez
1732

2266

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM



UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

A mis padres por su apoyo, paciencia y tiempo; a los ingenieros docentes jurados de este trabajo por compartir su experiencia y conocimiento.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

INTRODUCCION:

El Perú es un país sísmico y por ende, toda estructura debe ser diseñada para resistir este tipo de solicitaciones. El objetivo de la ingeniería sismorresistente es la protección de la vida y así, su evolución sólo puede tender a la mejora del comportamiento sísmico de las edificaciones para reducir el riesgo de colapso. Por otro lado, se debe asegurar el funcionamiento de aquellas edificaciones vitales en caso de una emergencia, cambiando el objetivo de diseño para mantener la operatividad de este tipo de estructuras. Sin embargo, diseñar edificaciones convencionales que no sufran daños durante un sismo puede resultar muy costoso o difícil si la estructura planteada interfiere con los requerimientos arquitectónicos, mecánicos, etc. En consecuencia en los últimos años la ingeniería sismorresistente en todo el mundo ha enfocado muchos de sus esfuerzos a investigar e implementar métodos para mitigar la amenaza de las comunidades más vulnerables. Entre estos, los sistemas de Aislamiento Sísmico para el diseño y reforzamiento de estructuras han tomado gran auge, gracias a la ayuda de los softwares computacionales y la dinámica estructural hoy en día existen numerosos ejemplos de estructuras construidas o reforzadas en algunos de los países del mundo más propensos a la amenaza sísmica. (Korswagen Eguren, Arias Ricse, & Huaringa Huamaní, 2012, pág. 1).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

RESUMEN:

Nuestro país, al estar ubicado en la zona denominada Cinturón de Fuego del Pacífico, está expuesto a movimientos sísmicos de gran magnitud. En tal sentido, se ha decidido presentar este trabajo que trata del análisis estructural de un edificio aislado sísmicamente, el que estará destinado para oficinas y que está caracterizado por ser irregular; posee ocho niveles con dos sótanos y con sistema estructural a base de muros de concreto armado, y se encuentra emplazado sobre suelo rígido. Su sistema de aislamiento está conformado por 40 aisladores compuestos por láminas de caucho y acero, con núcleo de plomo. El análisis sísmico se realizó empleando los métodos Estático Equivalente y Dinámico Modal Espectral usando el programa computacional ETABS.

Asimismo, con el objetivo de observar las ventajas estructurales de la utilización de tal sistema, se modeló también el edificio como si estuviera sobre base fija, usando los resultados de diseño del sistema aislado, comparándose la deriva y las fuerzas cortantes en la base. (Hernández Morales, 2015, pág. 1).

Palabras Clave:

Aislamiento sísmico, diseño estructural, aisladores sísmicos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ABSTRACT:

Our country, being located in the area called "Pacific Ring of Fire", is exposed to large-scale seismic movements. In this sense, it has been decided to present this work that addresses the structural analysis of a seismically isolated building, which will be assigned to offices and that is characterized by being irregular; It has eight levels with two basements and a structural system based on reinforced concrete walls, and is located on a rigid ground. Its insulation system consists of 40 insulators composed of sheets of rubber and steel, with lead core. The seismic analysis was performed using the Dynamic Static and Dynamic Dynamic Spectral methods using the ETABS software.

In the same way, to observe the structural advantages of the use of said system, the building was also modeled as if it were a fixed base, using the design results of the isolated system, comparing the drift and the cutting forces in the base.

Keywords:

Seismic isolation, structural design, seismic isolators.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

INDICE DE CONTENIDO

1. CAPITULO I: INTRODUCCION Y ASPECTOS GENERALES 1

1.1. Planteamiento de la problemática 1

1.2. Planteamiento de la posible solución 1

1.3. Objetivos 1

1.3.1. Objetivo general 1

1.3.2. Objetivo específicos 2

1.4. Datos principales de la estructura a analizar 2

2. CAPITULO II: MARCO TEORICO 5

2.1. Generalidades de diseño antisísmico 5

2.2. Aislamiento Sísmico 6

2.2.1. Antecedentes históricos de la aislación sísmica 7

2.2.2. Tipos de aisladores 10

2.2.3. Comportamiento del sistema aislado 16

3. CAPITULO III: ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA EDIFICACION 19

3.1. Concepción estructural 19

3.1.1. Concepción Estructural para Cargas Muertas y Vivas 20

3.1.2. Concepción Estructural para Cargas Sísmicas 20

3.2. Calculo estructural 24

3.2.1. Calculo Estructural para Cargas Vivas y Cargas Muertas 24

3.2.2. Calculo Estructural para Cargas Sísmicas incluyendo Aisladores Sísmicos 35

3.3. Interpretación de Resultados con fines de diseño en Concreto Armado 72

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

4. CAPITULO IV: DISEÑO ESTRUCTURAL 77

4.1. Elementos para transmisión de cargas verticales 78

4.2. Elementos para transmisión de cargas laterales 87

4.3. Cimentación de la Estructura 114

4.4. Elementos Estructurales Adicionales 125

4.5. Aisladores Sísmicos 137

5. CAPITULO V: COSTO Y PRESUPUESTO 140

5.1. Metrado 140

5.2. Análisis de precios unitarios 142

5.3. Presupuesto 143

6. CAPITULO VI: PROGRAMACION DE OBRA 144

CONCLUSIONES 145

RECOMENDACIONES 149

BIBLIOGRAFIA 151

ANEXOS 154

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Niveles y áreas construidas. 4
Tabla 2: Factor de Zona Sísmica (UBC-97). 39
Tabla 3: Tipos de Perfiles de Suelos (UBC-97). 39
Tabla 4: Tipo de Fuente Sísmica (UBC-97). 40
Tabla 5: Factor N_a (UBC-97). 41
Tabla 6: Factor N_v (UBC-97). 41
Tabla 7: Coeficiente de Respuesta al MCE (UBC-97). 42
Tabla 8: Coeficiente C_{VD} (UBC-97). 42
Tabla 9: Coeficiente C_{AD} (UBC-97). 43
Tabla 10: Coeficiente C_{VM} (UBC-97). 43
Tabla 11: Coeficiente C_{AM} (UBC-97). 43
Tabla 12: Factores B_D y B_M (UBC-97) 44
Tabla 13: Factores de Reducción (UBC-97). 47
Tabla 14: Datos para el programa Etabs 2013. 62
Tabla 15: CV en Sótano 1. 67
Tabla 16: CV en Base Aisladores. 68
Tabla 17: CV en Nivel 1. 68
Tabla 18: CV en Nivel 2. 68
Tabla 19: CV en Nivel 3 – Nivel 8. 68
Tabla 20: CV en Azotea. 69
Tabla 21: Valores curva de pseudo-aceleraciones. 71
Tabla 22: Periodos y Participación de Masa. 72
Tabla 23: Desplazamientos máximos en X. 73
Tabla 24: Desplazamientos máximos en Y. 73
Tabla 25: Derivas en X. 74
Tabla 26: Derivas en Y. 74
Tabla 27: Momentos de Viga V-2. 82
Tabla 28: Cortante en Viga V-2. 84
Tabla 29: Fuerzas y Momentos en Top de Columna C-1. 93

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Tabla 30: Fuerzas y Momentos en Bot de Columna C-1. 93
Tabla 31: Verificación de Efecto Global de Esbeltez de Columna C-1 en X. 94
Tabla 32: Verificación de Efecto Global de Esbeltez de Columna C-1 en Y. 94
Tabla 33: Carga Axial, Momentos y Cortantes del Elemento de Placa P-1. 104
Tabla 34: Carga Axial, Momentos y Cortantes de Placa P-1. 111
Tabla 35: Fuerzas y Momentos de Zapata Z-1. 119
Tabla 36: Cargas Últimas en Zapata Z-1. 120
Tabla 37: Detalle de Montaje para Aisladores LRB (DIS). 137
Tabla 38: Comparación Fuerza Cortante Sísmica en X. 146
Tabla 39: Comparación Derivas en Y. 147

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Área y Perímetro del terreno del proyecto. 3
Figura 2: Ubicación del Proyecto. 4
Figura 3: Comportamiento ante un sismo. 6
Figura 4: a) Templo de Chokrak, b) Templo de Ponticapéa. 8
Figura 5: Corte típico de un aislador elastomérico. 12
Figura 6: Aislador HDR 13
Figura 7: Corte Típico de un Aislador LRB 14
Figura 8: Aislador Friccional. 15
Figura 9: Aislador FPS. 16
Figura 10: Aceleración Espectral de un sistema sin y con aislación. 17
Figura 11: Detalle Losa Aligerada. 24
Figura 12: CM – Losa Aligerada. 28
Figura 13: Combinación CV1 – Losa Aligerada. 28
Figura 14: Combinación CV2 – Losa Aligerada. 28
Figura 15: Combinación CV3 – Losa Aligerada. 28
Figura 16: Combinación CV4 – Losa Aligerada. 28
Figura 17: Combinación CV5 – Losa Aligerada. 28
Figura 18: Envolvente de DMF – Losa Aligerada. 29
Figura 19. Envolvente de DFC – Losa Aligerada. 29
Figura 20: Factores B_D y B_M. (Naeim & Kelly, 1999, pág. 73). 45
Figura 21: Dimensiones planas para el cálculo de D_{TD} y D_{TM}. 46
Figura 22: Diagrama de Flujo para el Diseño de Aisladores Sísmicos. 57
Figura 23: Distribución de los Aisladores LRB (Nivel Aislación) 58
Figura 24: Insertar propiedades de aisladores en Etabs-1. 63
Figura 25: Insertar propiedades de aisladores en Etabs-2. 63
Figura 26: Insertar propiedades de aisladores en Etabs-3. 64
Figura 27: Insertar propiedades de aisladores en Etabs-4. 65
Figura 28: Propiedades Lineales y No Lineales en Y y X. 66
Figura 29: Propiedades Lineales en Z 66
Figura 30: Curva de pseudo-aceleraciones. 72

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 31: Desplazamientos Máximos en X. 75
Figura 32: Derivas en X. 75
Figura 33: Desplazamientos Máximos en Y. 76
Figura 34: Derivas en Y. 76
Figura 35: Envolvente del DMF de Viga V-2. 81
Figura 36: Envolvente del DFC de Viga V-2. 84
Figura 37: Detalle de C-1 95
Figura 38: Diagrama de Interacción en X. 95
Figura 39: Diagrama de Interacción en Y. 96
Figura 40: Elemento de Placa P-1 a diseñar. 103
Figura 41: Distribución de Refuerzo del Elemento de Placa P-1. 105
Figura 42: Elemento de Placa P-1 en el programa ETABS. 106
Figura 43: Diagrama de Interacción en X del Elemento de Placa P-1. 106
Figura 44: Diagrama de Interacción en Y del Elemento de Placa P-1. 107
Figura 45: Placa P-1 en el programa ETABS. 110
Figura 46: Diagrama de Interacción en Y de Placa P-1. 112
Figura 47: Diagrama de Interacción en X de Placa P-1. 112
Figura 48: Distribución de Refuerzo Placa P-1 (Sótanos y Nivel 1) 113
Figura 49: Parámetros para el diseño por corte. 115
Figura 50: Parámetros para el diseño por punzonamiento. 116
Figura 51: Parámetros para el diseño por flexión. 118
Figura 52: Esquema de cargas VC-1. 123
Figura 53: DMF de VC-1. 123
Figura 54: DFC de VC-1. 123
Figura 55: Carga distribuida en muro de sótano. 128
Figura 56: DMF – Muro de Sótanos. 128
Figura 57: DFC – Muro de Sótanos. 128
Figura 58: Planta Escalera N°2. 130
Figura 59: Perfil Escalera N°2. 130
Figura 60: Esquema de Escalera N°2. 131
Figura 61: DMF - Escalera. 132

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Figura 62: DFC - Escalera. 132
Figura 63: Perfil de Rampa Vehicular N° 3. 134
Figura 64: CV Rampa Vehicular N° 3 para el Tramo 1. 135
Figura 65: DMF – Rampa Vehicular. 135
Figura 66: DFC – Rampa Vehicular. 135
Figura 67: Detalle de Montaje (DIS). 138
Figura 68: Detalle de Anclajes del Aislador 1. 139

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

1. CAPITULO I: INTRODUCCION Y ASPECTOS GENERALES

1.1. Planteamiento de la problemática:

"Los eventos sísmicos son fenómenos naturales que nos han acompañado desde siempre y que inevitablemente nos seguirán acompañando en el futuro".

Perú forma parte de la zona conocida como "Cinturón de Fuego del Pacifico" (zona altamente sísmica y volcánica) y está prácticamente ubicado sobre una falla geológica, el encuentro de la Placa de Nazca y la Placa Sudamericana. Razón por lo cual el país ha experimentado en los últimos 50 años importantes eventos sísmicos, que han provocado pérdidas humanas y materiales. (Jácobo Azabache & Quispe Siccha, 2014, pág. 7).

1.2. Planteamiento de la posible solución:

Ante esta complejidad de encontrar nuevas alternativas de diseño estructural que sean capaces de reaccionar positivamente ante los eventos sísmicos, en zonas altamente sísmicas como el Perú, la aislación sísmica que tuvieron excelentes desempeños en los sismos de Northridge (Los Angeles, 1994) y Kobe(Kobe, 1995) son las mejores carta de presentación de esta alternativa en cuanto a aumentar considerablemente el nivel de seguridad para las personas y la operabilidad de la estructura después de un sismo. (Jácobo Azabache & Quispe Siccha, 2014, pág. 8).

1.3. Objetivos:

Los objetivos generales y específicos del presente trabajo son los siguientes:

1.3.1. Objetivo General:

El objetivo general de este trabajo es desarrollar el **ANALISIS Y DISEÑO DE UN EDIFICIO DE 8 NIVELES CON 2 SOTANOS CON SISTEMA DE AISLAMIENTO SISMICO** y con ello demostrar que es factible su empleo en nuestra realidad regional y nacional.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

1.3.2. Objetivo Específicos:

Para el presente Proyecto se desarrollara los siguientes objetivos:

- Análisis Estructural mediante Software Computacional.
- Diseño de los Aisladores Sísmicos.
- Verificar la influencia de los Aisladores Sísmicos sobre los esfuerzos de la Estructura.
- Diseño estructural en concreto armado de la Edificación.

1.4. Datos principales de la estructura a analizar:

El edificio a estudiar está basado en el Proyecto Nasya II, el cual será utilizado como centro empresarial, el cual consta de 8 niveles y 2 sótanos con techos de concreto armado tipo losa aligerada en una dirección y armadura de concreto armado.

En el primer nivel se encuentra un Local Comercial, de doble altura, con los servicios higiénicos, el vestíbulo de ingreso a las oficinas con escaleras y dos ascensores, y en la parte posterior una escalera de evacuación. En el segundo nivel un vestíbulo de distribución donde llega los dos ascensores y la escalera de evacuación, repartiendo en dos pasillos hacia las 18 oficinas, 5 de las cuales incluyen una terraza, con baño propio orientadas hacia las dos calles y la parte lateral trasera del edificio y una escalera de evacuación adicional en la parte posterior. A partir del tercer nivel hasta el octavo es una planta típica con la misma distribución del segundo nivel, exceptuando las terrazas.

La ubicación de los aisladores sísmicos estará entre el 1er Nivel y el Sótano 1, excepto en las zonas de las caja de ascensores y escaleras y, los cuales estarán ubicados en el nivel de la cimentación.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Las dimensiones del terreno donde está ubicado el edificio son de:

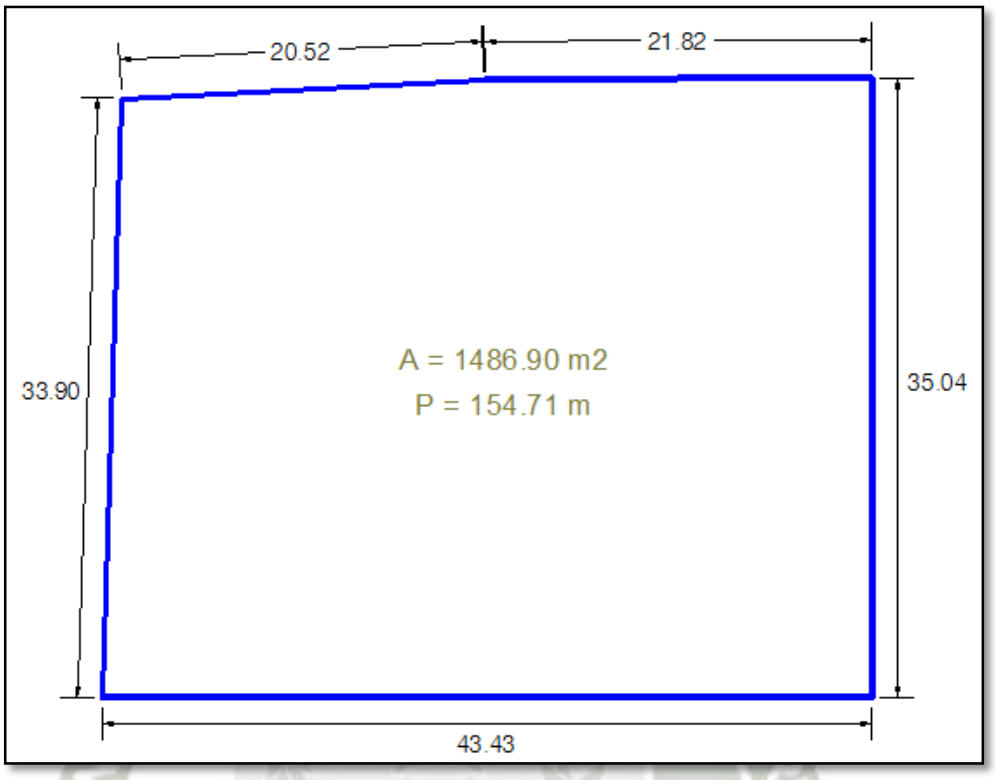


Figura 1: Área y Perímetro del terreno del proyecto.

El área del proyecto se encuentra ubicado en:

- Departamento: Arequipa
- Provincia: Arequipa
- Distrito: Yanahuara

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

La edificación se ubicara en la intersección de la Av. Ejercito con la Av. Lima.



Figura 2: Ubicación del Proyecto.

Las áreas construidas de los niveles son:

Sótano 2	1440.13 m2
Sótano 1	1440.13 m2
Nivel 1	1222.15 m2
Nivel 2	1044.27 m2
Nivel 3	1044.27 m2
Nivel 4	1044.27 m2
Nivel 5	1044.27 m2
Nivel 6	1044.27 m2
Nivel 7	1044.27 m2
Nivel 8	1044.27 m2
Azotea	73.68 m2
TOTAL	**11485.98 m2**

Tabla 1: Niveles y áreas construidas.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

2. CAPITULO II: MARCO TEORICO

2.1. Generalidades del Diseño Antisísmico:

Citando la Norma E.030 - Diseño Sismorresistente:

"La filosofía del diseño sismorresistente consiste en:

a. Evitar pérdidas humanas.

b. Asegurar la continuidad de los servicios básicos.

c. Minimizar los daños a la propiedad.

Se reconoce que dar protección completa frente a todos los sismos no es técnica ni económicamente factible para la mayoría de las estructuras. En concordancia con tal filosofía se establecen en esta Norma los siguientes principios para el diseño:

a. La estructura no debería colapsar, ni causar daños graves a las personas debido a movimientos sísmicos severos que puedan ocurrir en el sitio.

b. La estructura debería soportar movimientos sísmicos moderados, que puedan ocurrir en el sitio durante su vida de servicio, experimentando posibles daños dentro de límites aceptables." (E.030, 2009, págs. 8-9).

En otras palabras la filosofía del diseño sismorresistente convencional se basa en aumentar las capacidades de resistencia de los elementos estructurales, teniendo siempre en cuenta los criterios de ductilidad. Cuando sobre estas estructuras actúa un sismo, se generan altas aceleraciones, altos esfuerzos y sustanciales derivas, las mismas que pueden dañar la estructura sin llevarla al colapso.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

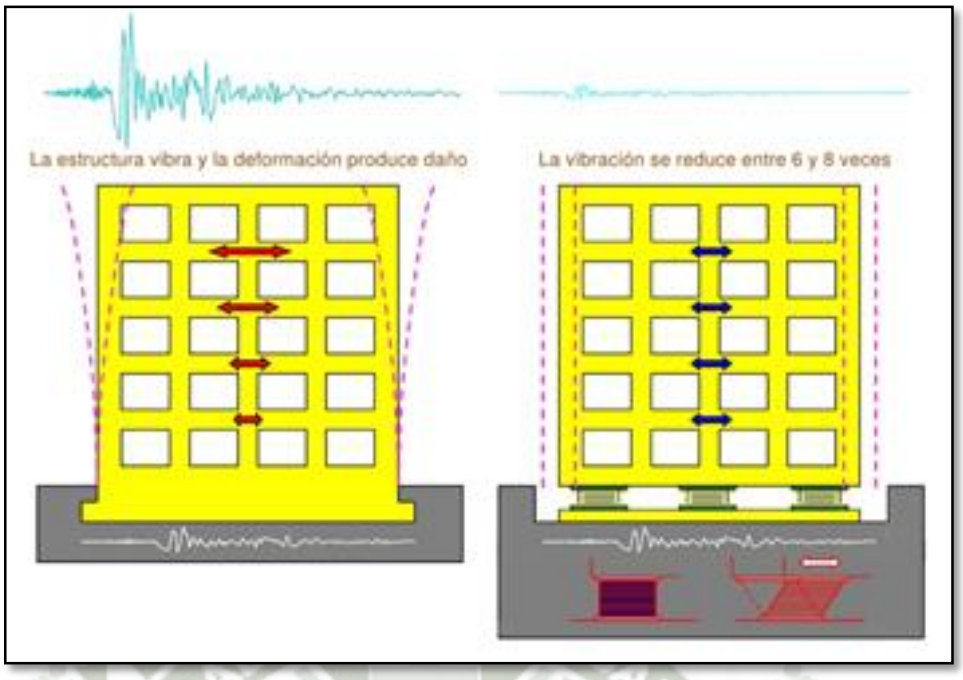


Figura 3: Comportamiento ante un sismo.

Por otra parte y en contraste con la filosofía de diseño convencional, el aislamiento sísmico se basa en reducir la demanda en lugar de aumentar la resistencia. No podemos controlar el propio terremoto, pero podemos modificar la demanda que hace a la estructura mediante la prevención de los movimientos que se transmiten desde la base hacia la superestructura.

2.2. Aislamiento Sísmico:

El aislamiento sísmico es una técnica de control que puede ser pasivo o combinado con sistemas de amortiguamiento u otras técnicas de control. Actualmente la tecnología de aislamiento es ampliamente usada en estructuras civiles, sus resultados, por demás satisfactorios, han logrado ser comprobados tanto en eventos reales como experimentales. Básicamente, el aislamiento sísmico es una técnica que consiste en desacoplar una estructura del suelo, colocando un mecanismo entre la cimentación de la estructura y el suelo; o entre la subestructura y la superestructura. Este dispositivo es muy flexible en la dirección horizontal, pero sumamente rígido en la dirección vertical.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Al ser la estructura muy flexible en la dirección horizontal, los edificios de pequeña a mediana altura experimentan grandes desplazamientos en su base; sin embargo, los desplazamientos en la superestructura se mantienen en el rango elástico con deformaciones mínimas, es decir, la respuesta que caracteriza a estos edificios, altas deformaciones y periodos cortos, se ve modificada.

De esta manera, los edificios aislados sísmicamente logran tener un comportamiento, por mucho, superior al de los edificios que no cuentan con dispositivos aisladores de base, es decir, luego de un sismo los edificios pueden ser habilitados inmediatamente, ya que equipos de gran sensibilidad no sufrirán mayores daños. Esto resulta fundamental, por ejemplo, en el caso de hospitales, centros de comunicación, o industrias donde a veces el equipo al interior del edificio supera con creces el precio de la estructura. (Meza Blandón & Sánchez García, 2010, pág. 8).

2.2.1. Antecedentes Históricos de la Aislación Sísmica:

El concepto de aislamiento sísmico en estructuras no es nuevo, se pueden hallar varios procedimientos utilizados en la antigüedad por los sumerios, griegos, romanos, bizantinos, etc.

Nombrando algunos ejemplos, un cierto tipo de aislamiento de base desarrollado en Knossos (Creta) 2000 A.C. consistía en colocar una capa de arena fina debajo de la cimentación de la estructura a fin de conseguir una especie de apoyo deslizante. Otro procedimiento similar se ha empleado en Chokrak, en donde se colocó la cimentación del templo sobre una capa gruesa de arcilla y de otras dos capas, una de piedras de medio tamaño y la segunda de piedras pequeñas. Tal vez el sistema más parecido a los que se utilizan en la actualidad se utilizó en los siglos VI-IV A.C. en el templo de Ponticapéa, que se realizó con barras de madera colocadas entre los muros y la cimentación. (Molinares & Barbat, 1994, pág. 5).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

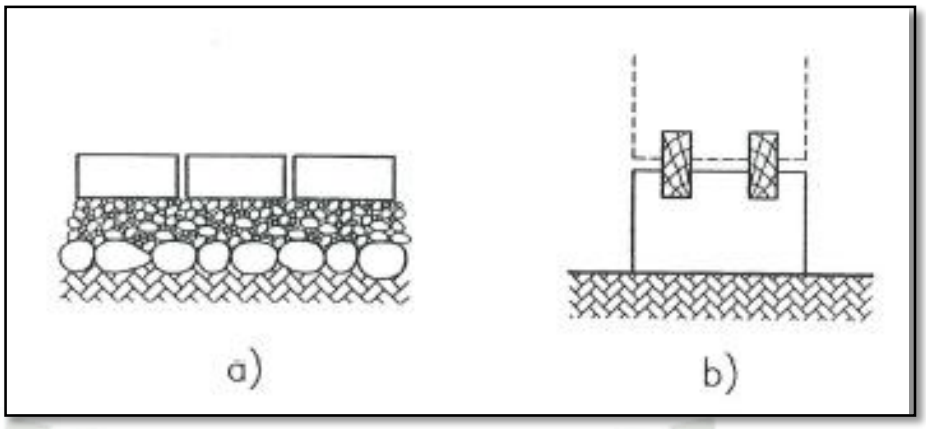


Figura 4: a) Templo de Chokrak, b) Templo de Ponticapéa.

En tiempos más actuales, el concepto de aislamiento sísmico ha sido desarrollado aproximadamente hace más de 100 años; pero recién fue utilizado de forma práctica en los últimos 40 años y su uso ha ido incrementándose en la última década por sus buenos resultados.

Durante muchos años el objetivo principal de los investigadores ha sido crear un mecanismo que sirva para desacoplar la estructura del suelo, para así poder reducir las fuerzas que son producidas por el sismo y como consecuencia de estos los daños.

Es por ello que el profesor inglés John Milne de la Universidad de Tokyo entre los 1876 y 1895, realizó varios experimentos de aislación sísmica, estos consistían en someter un movimiento sísmico a una estructura aislada sísmicamente. Los resultados de su primer experimento fueron presentados a la Asociación Británica de Avance de la Ciencia en 1885.

Este experimento consistía en un primer momento en colocar a la estructura sobre esferas de deslizamiento de 10 pulgadas de diámetro, pero este no tenía un buen desempeño frente a las cargas de viento, con lo cual se llegó a la conclusión después de muchos ensayos de que las esferas deberían tener ¼ de pulgada. Recién para 1996 James M. Kelly dio a conocer tres edificios aislados; de los cuales dos de ellos fueron construidas sobre esferas: un edificio en Sevastopol – Ucrania y un edificio en México; y el tercero fue construida sobre un capa de arena: Observatorio Sismológico de Beijing.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

En 1969 se construyó el primer edificio aislado con bloques de caucho: La escuela Pestalozzi en Yugoslavia.

En 1978 se construyó la primera estructura con aisladores sísmicos hechos con capas de caucho y acero, además de un núcleo de plomo en el centro para que colabore con la disipación de energía: viaducto de Toe-toe en North Island, en Nueva Zelanda. Además en 1981 se terminó el primer edificio con aquel disipador, el edificio William Clayton en Wellington, Nueva Zelanda. Estos tipos de aisladores fueron llamados LRB (Lead Rubber Bearing), son muy utilizados actualmente.

El primer edificio aislado (1985) en los Estados Unidos es Foothills Communities Law and Justice Center (FCLJC) ubicado en Los Ángeles. Utilizó los aisladores hechos de caucho con alto amortiguamiento natural.

En los Estados Unidos, la elaboración del código sobre el diseño con aisladores comenzó con la publicación de la Asociación de Ingenieros estructurales del Norte de California llamada "Tentative Seismic Isolation Design Requirements" (SEAOC 1986), la cual, se basaba principalmente en el diseño con métodos estáticos. Recién en 1990 el SEAOC decide incluirlo en el "Blue Book" como un apéndice con los requerimientos de "General Requirements for the Design and Construction of Seismic Isolated Structures". Luego 1991 es modificada e incluida como un apéndice no obligatorio del UBC (Uniform Building Code). Tanto los códigos SEAOC y el UBC se han ido actualizándolos periódicamente (SEAOC 1996, UBC 1994 y 1997). Últimamente se han basado fundamentalmente en el análisis dinámico de las estructuras.

Asimismo en 1995 el Concejo de Seguridad Sísmica para Edificios, incorporaron los requerimientos para el diseño de estructuras con aislación sísmica y disipación de energía en los requerimientos de NEHRP (National Earthquake Hazard Reduction Program).

Además, en 1997 se compatibiliza los documentos del SEAOC, UBC y NEHRP.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

El primer país sudamericano en incorporar los aisladores sísmicos es Chile, este desde el 2003 cuenta con la norma Chilena NCh2745 –2003, esta es una adaptación del código UBC y a su vez compatibilizada con la norma chilena NCh433.Of1996. (Korswagen Eguren, Arias Ricse, & Huaringa Huamaní, 2012, págs. 3-5).

El buen desempeño de las estructuras con aisladores sísmicos durante los sismos de California-1994, Kobe -1995, Chile 2010, entre otros; ha hecho que se incremente enormemente su uso, no solo en países que ya utilizan está tecnología por décadas sino también en aquellos que recién comienzan.

En el Perú el aislamiento sísmico es una tecnología nueva que cada vez está tomando más importancia, claro ejemplo de esto son los proyectos que están implementando este sistema antisísmico:

- Centro de Información e Investigación de la FIC-UNI (Lima)
- Nueva Sede Graña y Montero (Lima)
- Nuevo Campus UTEC (Lima)
- Hospital II-1 Santa Gema de Yurimaguas (Loreto)
- Edificio Multifamiliar Madre (Lima)
- Hospital Bellavista (San Martin).

2.2.2. Tipos de Aisladores Sísmicos:

Existen diversos tipos de sistemas de aislación basal, cada uno con características propias en cuanto a sus mecanismos de acción, materiales que lo componen, costos de implementación y estudios teóricos que los respaldan pero todos buscan el mismo fin, desacoplar la estructura del movimiento del suelo.

A. Aislador Elastomérico Convencional:

Los aisladores elastoméricos han ido evolucionando desde su creación para poder cumplir de mejor manera con los requerimientos deseados, llegando a la configuración actual la cual entrega la seguridad de que tendrá un buen

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

desempeño. Estos aisladores son apoyos elastoméricos laminados, intercalando un conjunto de láminas de goma con delgadas placas de acero unidas por un proceso de vulcanización; las láminas alternadas de goma pueden deformarse en un plano horizontal entregando la flexibilidad que permite al edificio moverse lateralmente bajo el movimiento producido por un sismo. Estos apoyos poseen una alta rigidez vertical inhibiendo la expansión lateral de la goma que resulta de la presión vertical de la estructura. Los aisladores elastoméricos laminados cuentan en sus extremos superior e inferior con dos placas de acero con las cuales se conecta a la superestructura en su parte superior y a la subestructura o fundación en su parte inferior.

En la mayoría de los diseños de aisladores elastoméricos se utiliza la geometría de un cilindro, ya que con esto las propiedades del aislador no se ven afectadas por la dirección de la carga horizontal aplicada, repartiéndose los esfuerzos uniformemente.

Dentro de los apoyos elastoméricos laminados podemos distinguir entre dos tipos principalmente: aisladores elastoméricos de bajo amortiguamiento (LDR) y los aisladores elastoméricos de alto amortiguamiento (HDR). (Arriagada Rosas, 2005, pág. 14).

a. Aislador Elastomérico de Bajo Amortiguamiento (LDR):

Éste tipo de dispositivos son los más simples dentro de los aisladores elastoméricos. Los aisladores elastoméricos de caucho natural de bajo amortiguamiento, han sido usados vinculados con dispositivos de amortiguamiento adicionales. La rigidez horizontal del aislador es controlada por el bajo módulo de corte del caucho.

El comportamiento del material en cortante es casi lineal hasta deformaciones por corte del orden de 100%, con amortiguamiento hasta 7%.

Las ventajas de los aisladores de caucho de bajo amortiguamiento son: la fácil manufactura, moldeado simple, y sus propiedades mecánicas no son

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

afectadas por la temperatura y el envejecimiento. La única desventaja es que por lo general van acompañados por sistemas de amortiguamiento adicional. (Lema Toapanta, 2013, pág. 28).

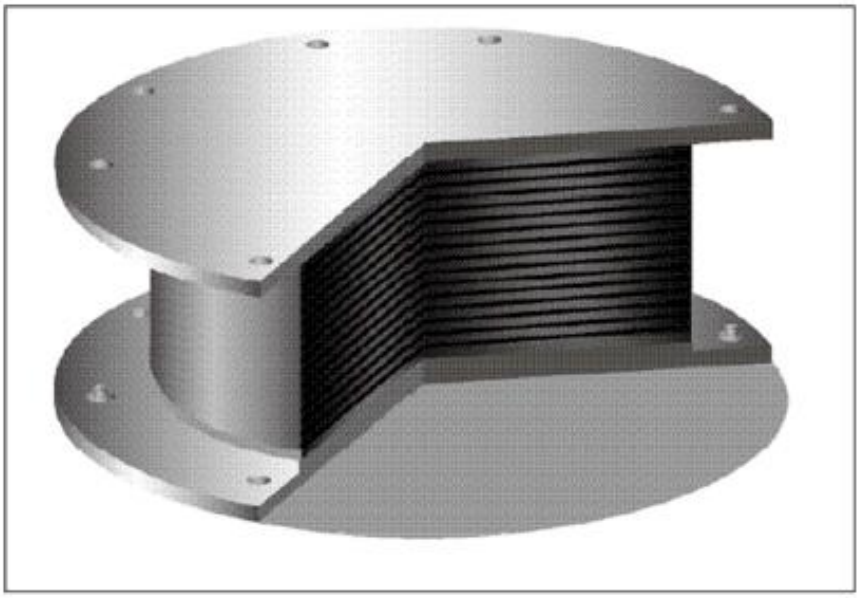


Figura 5: Corte típico de un aislador elastomérico.

b. Aislador Elastomérico de Alto Amortiguamiento (HDR):

Los HDR, son aisladores elastoméricos cuyas láminas de elastómeros son fabricados adicionando elementos como carbón, aceites y resinas, con el fin de aumentar el amortiguamiento de la goma hasta niveles cercanos al 10-15%. Este incremento en rigidez y amortiguamiento ha sido dirigido para producir un sistema que será, rígido para pequeñas solicitaciones, casi lineal y flexible para un nivel de diseño y que puede limitar los desplazamientos para niveles de solicitación mayor.

La relación de la deformación lateral entre el espesor de la lámina de caucho alcanza niveles de hasta el 300%. (Lema Toapanta, 2013, pág. 29).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA



Figura 6: Aislador HDR

B. Aislador Elastomérico Convencional con Núcleo de Plomo (LRB):

Este tipo de aisladores son similares a los anteriores, (compuestos por láminas de caucho y acero de forma intercalada) pero contiene un núcleo de plomo que permite aumentar el nivel de amortiguamiento del sistema hasta niveles cercanos al 15-30%, estos núcleos de plomo generalmente van ubicados en el centro, de modo que al deformarse lateralmente el aislador durante la acción de un sismo, el núcleo de plomo fluye, incurriendo en deformaciones plásticas, y disipando energía en forma de calor. Al término de la acción sísmica, la goma del aislador retorna la estructura a su posición original, mientras el núcleo de plomo se recristaliza, de esta forma el sistema queda listo para un nuevo evento sísmico.

La relación de la deformación lateral entre el espesor de la lámina de caucho alcanza niveles de hasta el 200%. (Lema Toapanta, 2013, pág. 30).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA



Figura 7: Corte Típico de un Aislador LRB

C. Aisladores Deslizantes:

Los aisladores deslizantes o también llamados deslizadores friccionales, utilizan una superficie de deslizamiento típicamente de acero inoxidable, sobre la que desliza una placa de acero revestida de Politetra Fluoro Etileno (PTFE), sobre la que se soporta la estructura. La superficie de deslizamiento permite el movimiento horizontal de la estructura de manera independiente del suelo. Éste sistema de aislación sísmica, permite disipar energía por medio de las fuerzas de rozamiento que se generan durante un sismo. El coeficiente de fricción del aislador depende de variables tales como: la temperatura de trabajo, la presión de contacto, la velocidad de movimiento, el estado de las superficies de contacto (limpieza, rugosidad, etc.) y el envejecimiento. Adicionalmente, estos sistemas requieren de mayor mantenimiento y cuidado, ya que cualquier modificación en las superficies deslizantes puede resultar en un coeficiente de fricción distinto al de diseño. (Lema Toapanta, 2013, págs. 30-31).

a. Aisladores Friccionales:

Los apoyos deslizantes planos, son los aisladores deslizantes más simples, que consisten básicamente en dos superficies, una adherida a la superestructura y la otra a la subestructura, poseen un bajo coeficiente de

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

fricción, permitiendo los movimientos horizontales y resistir las cargas verticales. Generalmente, llevan una capa de material elastomérico que facilita el movimiento del deslizador en caso de sismos. Por lo general, las superficies deslizantes son de acero inoxidable pulida espejo, y de un material polimérico de baja fricción. Este tipo de aislación puede requerir de disipadores de energía adicionales.

A fin de prevenir deformaciones residuales luego de un evento sísmico, los aisladores deslizantes planos, generalmente deben ser acompañados por mecanismos o sistemas restitutivos (típicamente aisladores elastoméricos con o sin núcleo de plomo), que regresen la estructura a su posición original luego de un sismo. (Lema Toapanta, 2013, pág. 31).

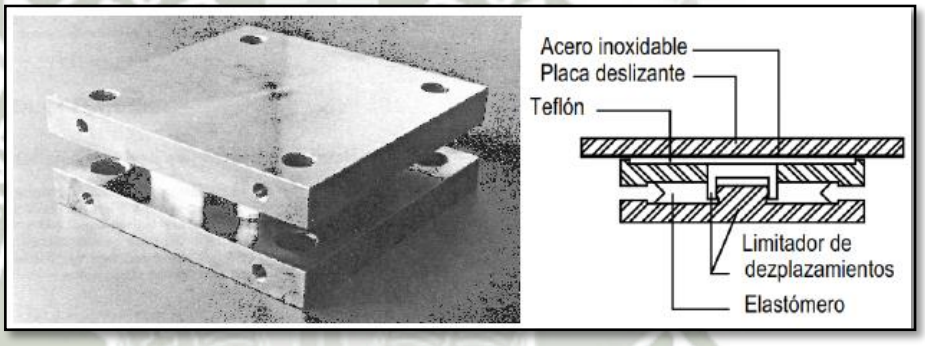


Figura 8: Aislador Friccional.

b. Aislador de Péndulo Friccional (FPS):

Es un sistema de aislamiento que combina el efecto de deslizamiento con una fuerza restitutiva generada por las cargas de gravedad y la geometría. Consiste en un deslizador conectado a la superestructura que se mueve sobre una superficie cóncava. El movimiento producido en la base debido al sismo producirá un desplazamiento en el deslizador, el cual disipará energía por fricción. Debido a la forma cóncava de la superficie de deslizamiento la fuerza vertical tendrá un componente tangencial que impulsará a centrar el sistema.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

El deslizador de acero está recubierto con un fluoropolímero de alta resistencia lo que le permite trabajar con presiones cercanas a 500 kg/ cm2. (Korswagen Eguren, Arias Ricse, & Huaringa Huamaní, 2012, pág. 13).

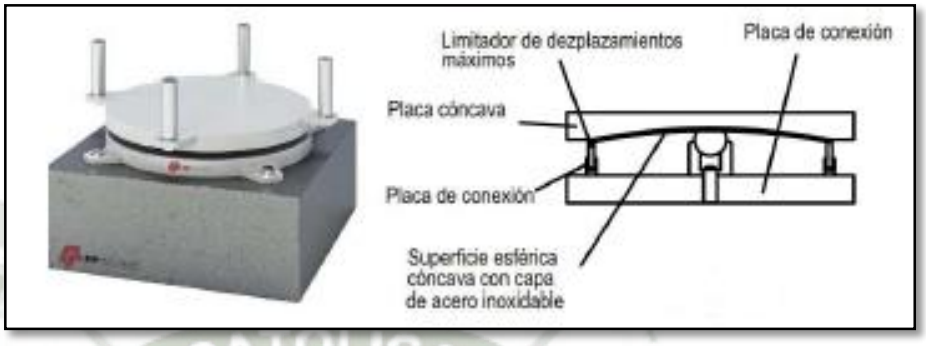


Figura 9: Aislador FPS.

Alrededor del mundo existen varias empresas que se han dedicado a fabricar este tipo de aisladores, una de las más importantes es la gigante japonesa Bridgestone, conocida mundialmente por la fabricación de neumáticos para vehículos. Otros proveedores son André (Inglaterra), Skellerup-Oiles (Nueva Zelanda), DIS (Estados Unidos), Algasism (Italia) y VULCO (Chile).

2.2.3. Comportamiento del Sistema Aislado:

En un Sistema Aislado, las fuerzas sísmicas se reducirán debido a que se flexibiliza la estructura. Esto se debe a que el incluir los aisladores sísmicos permite modificar el periodo de vibración. Cuando la estructura es más flexible o se esté utilizando el sistema aislado, nos da como resultado que la aceleración espectral y las fuerzas sísmicas sobre la estructuran disminuyen. Además de incrementar los desplazamientos debido a que la base es menos rígida.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

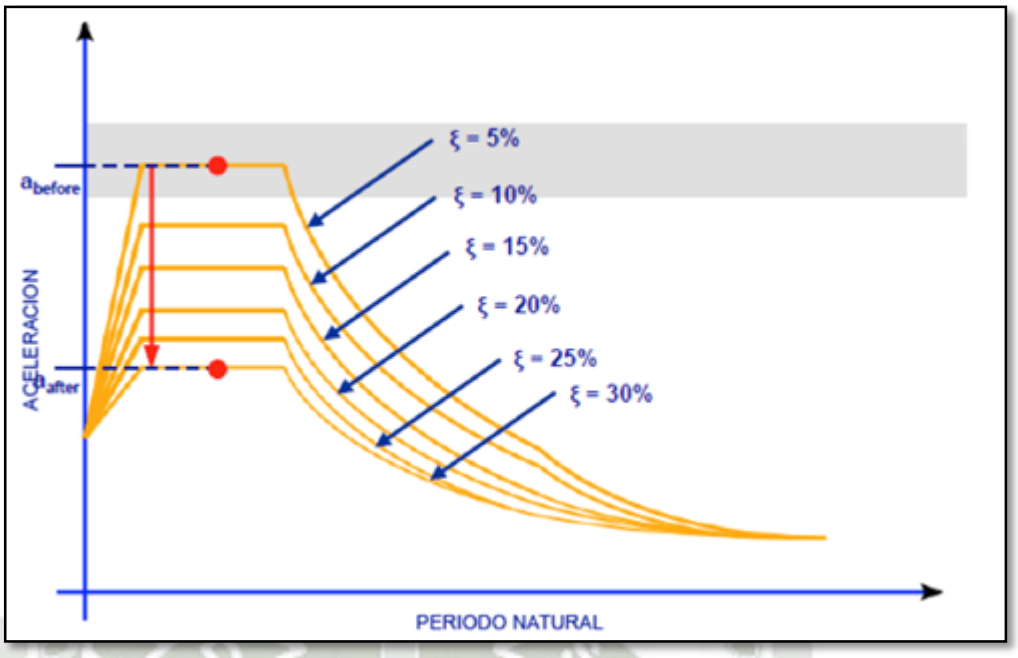


Figura 10: Aceleración Espectral de un sistema sin y con aislación.

El movimiento sísmico transmite energía a la estructura, está se transforma en energía elástica de movimiento y deformación ($E_{elástica}$) y en energía disipada ($E_{disipada}$). De acuerdo al principio de conservación de energía esta no se crea ni se destruye, solo se transforma, por lo tanto debe mantenerse el equilibrio de energía, obteniéndose la siguiente ecuación:

$$E_{entrada} = E_{elástica} + E_{disipada} \qquad \textbf{(1)}$$

La energía elástica está conformada por la energía almacenada de deformación elástica ($E_{potencial}$) y por energía de movimiento ($E_{cinemática}$):

$$E_{elástica} = E_{potencial} + E_{cinemática} \qquad \textbf{(2)}$$

Una estructura tiene dos maneras de disipar energía, una de ellas es mediante la energía de amortiguamiento ($E_{amortiguamiento}$) y la otra es la energía

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

de histerética ($E_{histerética}$), que se basa en la ductilidad, la formación de articulaciones plásticas y un consecuente daño estructural.

$$E_{disipada} = E_{amortiguamiento} + E_{histerética} \quad \textbf{(3)}$$

Sustituyendo (2) y (3) en (1):

$$E_{entrada} = E_{potencial} + E_{cinemática} + E_{amortiguamiento} + E_{histerética} \quad \textbf{(4)}$$

El principio fundamental del diseño sismorresistente se basa en que la capacidad de disipación de energía de las estructuras debe ser mayor que la demanda de energía histerética. En la actualidad lo que se busca es reducir la energía de entrada o incrementar su capacidad de disipación de energía.

La disminución de la energía de entrada se logra por medio del aislamiento sísmico y el incremento de la capacidad de disipación de energía de las estructuras se puede lograr por medio de dispositivos disipadores de energía. (Carmona Ramírez & Rosas Fetta, 2015, págs. 20-21).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

3. CAPITULO III: ANALISIS ESTRUCTURAL DE LA EDIFICACION.

3.1. Concepción Estructural:

Durante esta etapa se distribuirá los elementos estructurales, lo cual debe realizarse sobre la base del proyecto arquitectónico. Por norma se recomienda que las edificaciones cumplan con las siguientes características:

- **Simplicidad y Simetría**: se busca simplicidad en la estructuración porque se puede predecir mejor el comportamiento sísmico de la estructura y de esta manera se puede idealizar más acertadamente los elementos estructurales. La simetría también favorece a la simplicidad del diseño estructural y al proceso constructivo, pero sobre todo la simetría de la estructura en dos direcciones evita que se presente un giro en la planta estructural (efecto de torsión), los cuales son difíciles de evaluar y son muy destructivos.

- **Resistencia y Ductilidad**: se debe proveer a los elementos estructurales y a la estructura como un todo, de la resistencia adecuada de manera que pueda soportar los esfuerzos producidos por las cargas sísmicas y las cargas permanentes.

- **Hiperestaticidad y Monolitísmo**: las estructuras deben tener una disposición hiperestática, con lo cual lograrán una mayor capacidad resistente. También la estructura debe ser monolítica para poder cumplir con la hipótesis de trabajar como si fuese un solo elemento.

- **Uniformidad y Continuidad de la Estructura**: se debe buscar una estructura continua y uniforme tanto en planta como en elevación, de manera tal de no cambiar su rigidez bruscamente entre los niveles continuos, a la vez que se logra tener un mayor rendimiento en la construcción del proyecto.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- **Rigidez Lateral**: se debe proveer de elementos estructurales que aporten suficiente rigidez lateral en sus dos direcciones principales, ya que así se podrá resistir con mayor eficacia las cargas horizontales inducidas por el sismo.

- **Existencia de Diafragmas rígidos**: esto permite considerar en el análisis que la estructura se comporta como una unidad, gracias a una losa rígida a través de la cual se distribuyen las fuerzas horizontales hacia las placas y columnas de acuerdo a su rigidez lateral. (Rodríguez Rodríguez, 2007, págs. 6-7).

3.1.1. Concepción Estructural para Cargas Muertas y Vivas:

Considerando las recomendaciones ya mencionadas, se determinó que el sistema de soporte estructural para cargas muertas y vivas será a través de losas aligeradas, las cuales descansaran en vigas trasversales y estas a su vez lo hacen sobre columnas y placas. Todos estos elementos serán de concreto armado. (Muñoz Guerra, 2013, pág. 20).

3.1.2. Concepción Estructural para Cargas Sísmicas:

Se utilizaran como elementos resistentes a las solicitaciones sísmicas en la estructura columnas y placas apoyadas sobre aisladores sísmicos elastoméricos LRB, esto a nivel de la superestructura; a nivel de la subestructura, es decir de los sótanos, se añadirán muros de contención de concreto armado, para resistir tanto las cargas sísmicas como las presiones de la tierra. (Muñoz Guerra, 2013, pág. 20).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

PREDIMENSIONAMIENTO:

a. Losa Aligerada:

Todas serán losas aligeradas unidireccionales cuya máxima luz es de 4.05m entre los ejes 4 y 5.

Tomando en cuenta las recomendaciones de la norma de concreto armado para el control de deflexiones, predimensionamos el peralte "h" de acuerdo a la siguiente expresión:

$$h \geq \frac{ln}{25} \qquad \textbf{(5)}$$

Dando como resultado un peralte aproximadamente de 20 cm. Este espesor considera los 5 cm de concreto que se coloca por encima del ladrillo. En el Perú se fabrican ladrillos de sección cuadrada de 30x30 cm, con una altura variable de 12, 15, 20 y 25 cm., con lo cual el espesor de losa a escoger queda restringido a ciertos valores. (Rodríguez Rodríguez, 2007, pág. 12).

b. Vigas:

Para predimensionar las vigas se empleó el criterio que recomienda que el peralte debe ser del orden de 1/12 de la luz libre, mientras que el ancho, del orden de 1/3 a 1/2 del peralte de la viga.

La Norma Peruana recomienda que las vigas que formen parte de pórticos o elementos sismorresistentes no deberán tener un ancho menor a 25 cm. Tomando como base lo anterior, se predimensionaron las vigas en base a la luz más desfavorable:

- Para las vigas principales (V2 y V3) la luz máxima es de 7.58m, entonces:

$$h = \frac{7.58}{12} = 0.63m$$

Para estas vigas se decidió usar una sección de 70cm x 35cm.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- Y para las vigas secundarias (V4) la luz es de 7.65m:

$$h = \frac{7.65}{12} = 0.64m$$

Como estas vigas no conforman los pórticos se decidió usar una sección de 60cm x 25cm.

Además se colocaron vigas chatas en zonas de discontinuidades del aligerado debido a la presencia de ductos de ventilación.

c. Columnas:

Las columnas son elementos principalmente sometidos a esfuerzos de flexocompresión y cortante. Las columnas trabajarán principalmente bajo solicitaciones de carga vertical, las cargas de sismo son bajas ya que las placas serán las encargadas de tomar un 60% y 85% de éstas solicitaciones en X y en Y respectivamente. La columna más cargada (C1, Sótano 2) se ubica en la intersección de los ejes 4 y C, la cual con un análisis rápido soporta 813.53 Tnf.

Usando el criterio:

$$A = \frac{P}{0.45f´c} = \frac{813530}{0.45 * 280} = 6456.58\ cm2$$

Se decidió usar para esta columna una sección de 55cm x 120cm.

Y para la columna C2:

$$A = \frac{P}{0.45f´c} = \frac{249980}{0.45 * 280} = 1983.97\ cm2$$

Se decidió usar para esta columna una sección de 50cm x 50cm.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

d. Placas:

Las placas al igual que las columnas están sometidas a esfuerzos de flexocomprensión y cortante. Se colocan en las edificaciones para dar rigidez lateral. Se trata de ubicarlas de manera simétrica de tal forma que no originen problemas de torsión en el edificio. (Canales Quiñones, 2006, pág. 9).

Debido a que las placas serán las encargadas de absorber las cargas de sismo casi en su totalidad se les diseño con un espesor de 35cm, el mismo valor que la base de las vigas para que no haya discontinuidad de dimensiones.

La evaluación final del espesor de las placas sólo se obtiene luego de realizar un análisis sísmico.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

3.2. Cálculo Estructural:

3.2.1. Cálculo Estructural para Cargas Vivas y Muertas:

En este punto se determinaran las cargas vivas y muertas que actuaran en cada uno de los niveles de la edificación para así diseñar las losas aligeradas que conformaran los diafragmas rígidos de la estructura.

Losa Aligerada.

El diseño de una losa aligerada consiste en el diseño de un viga "T" de las siguientes características: viguetas de 0.10 m de ancho, espaciadas 0.40m (eje a eje) y tienen una losa superior de 0.05 m, entre las viguetas se colocan unidades de albañilería, en nuestro caso el aligerado tendrá una altura total de 0.20m, todas estas características se aprecian en la figura. (Retamozo Martinez, 2011, pág. 50).

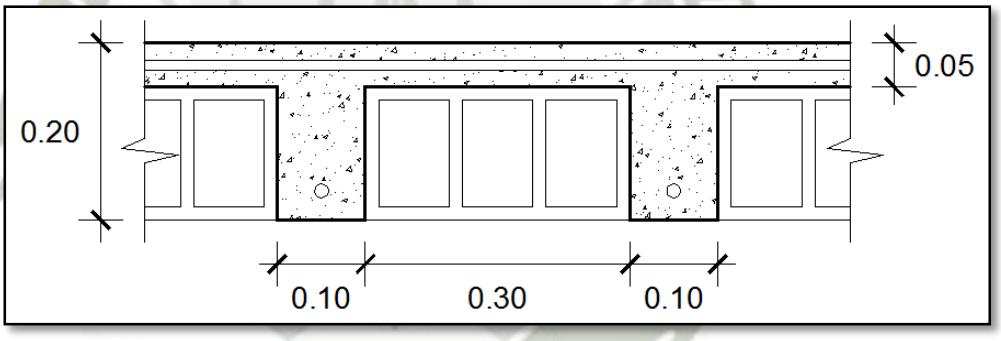


Figura 11: Detalle Losa Aligerada.

Las losas se diseñaron por flexión y por cortante considerando únicamente las cargas de gravedad, muertas y vivas, aplicadas sobre éstas. Por lo que sólo se amplificaron las cargas considerando la combinación: U = 1.4 CM + 1.7 CV.

Mediante el diseño por flexión se determinó el área de acero necesario para resistir los momentos flectores últimos, mientras que con el diseño por cortante se verificó si la sección de concreto de la vigueta fue la adecuada para resistir la

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

fuerza cortante de la sección crítica, ya que no se considera la contribución del refuerzo para resistir los esfuerzos cortantes.

A. Diseño por Flexión.

En el diseño por flexión primero se hallará el valor de "a" con la siguiente fórmula:

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 * |Mu|}{\emptyset * 0.85 * f'c * b}} \qquad (6)$$

a: altura del bloque de esfuerzo en compresión.

d: peralte efectivo.

Mu: Momento último del análisis.

Ø: factor de reducción de resistencia (Ø=0.90).

f´c: resistencia a la compresión del concreto.

b: base de la sección.

Cuando el valor de "a" sea mayor que el espesor de la losa superior (a > hf = 0.05 m), se deberá hacer un análisis de la contribución del alma y el ala por separado. Este caso aplica para momentos positivos.

El área de acero requerido para las condiciones dadas se hallara con:

$$As = \frac{Mu}{\emptyset * fy * \left(d - \frac{a}{2}\right)} \qquad (7)$$

As: área de acero requerido.

fy: esfuerzo de fluencia.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

El área de acero requerida deberá ser comparado con el área de acero mínimo dado por:

$$As\ min = \frac{0.7 * \sqrt{f´c} * b_w * d}{fy} \quad \textbf{(8)}$$

En los extremos se colocaran bastones cuyo momento de diseño será:

$$Mu = \frac{Wu * Ln^2}{24} \quad \textbf{(9)}$$

B. Diseño por Corte.

El diseño por corte estará dado por la inecuación:

$$\emptyset Vc \geq Vud \quad \textbf{(10)}$$

Donde "Vud" es el cortante último hallado en el análisis a una distancia "d" de la cara del apoyo. Y "ØVc" es la resistencia al corte del concreto, el cual se incrementa 10% debido a que las viguetas están juntas y se ayudan entre sí, dada por la siguiente formula:

$$\emptyset V_C = 1.1 * \left(\emptyset * 0.53 * \sqrt{f´c} * b_w * d\right) \quad \textbf{(11)}$$

Para el caso de corte se toma Ø = 0.85.

C. Ejemplo de Diseño de Losa Aligerada.

La losa diseñada como ejemplo será la ubicada entre los ejes 4–6 y D–E de los Niveles 3 al 8.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Las cargas actuantes son:

- Cargas Muertas:
  - Peso Propio: 0.30 Tnf/m2
  - Piso Terminado: 0.10 Tnf/m2
  - Tabiquería: 0.10 Tnf/m2

  TOTAL: 0.50 Tnf/m2

- Cargas Vivas:
  - Oficina: 0.25 Tnf/m2
  - Pasadizo: 0.40 Tnf/m2

Cargas por vigueta:

- Carga Muerta: 0.50 Tnf/m2 x 0.40 m = 0.20 Tnf/m
- Carga Viva:
  - Oficina: 0.25 Tnf/m2 x 0.40 m = 0.10 Tnf/m
  - Pasadizo: 0.40 Tnf/m2 x 0.40 m = 0.16 Tnf/m

Combinación de Carga:

$$Wu = 1.4\ CM + 1.7\ CV$$

Para lograr un correcto modelamiento del comportamiento de la losa aligerada debemos considerar la alternancia de la carga viva aplicada a la misma como se aprecia en los siguientes gráficos:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

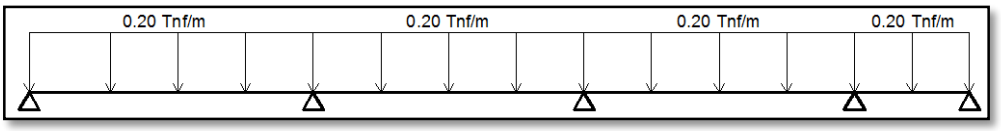


Figura 12: CM – Losa Aligerada.

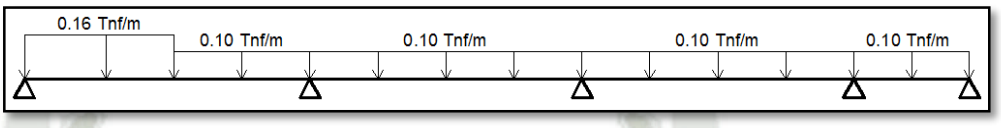


Figura 13: Combinación CV1 – Losa Aligerada.

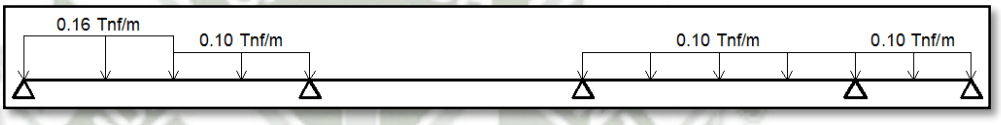


Figura 14: Combinación CV2 – Losa Aligerada.

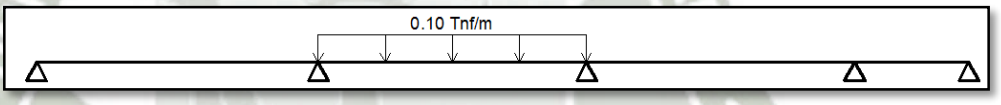


Figura 15: Combinación CV3 – Losa Aligerada.

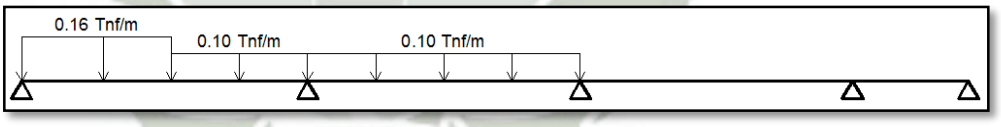


Figura 16: Combinación CV4 – Losa Aligerada.

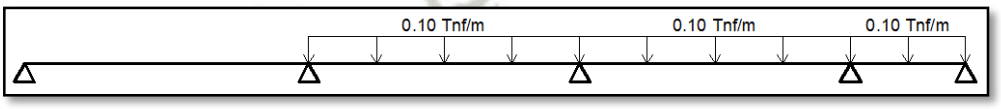


Figura 17: Combinación CV5 – Losa Aligerada.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Estos valores serán amplificados con sus respectivos coeficientes, y con las combinaciones mostradas se obtienen los siguientes diagramas de envolventes:

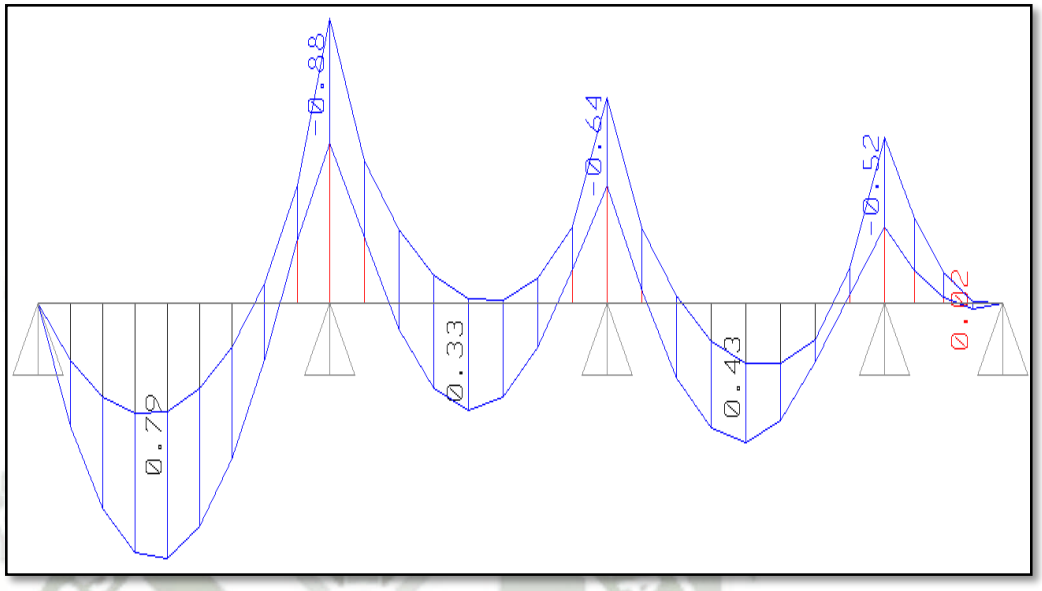


Figura 18: Envolvente de DMF – Losa Aligerada.

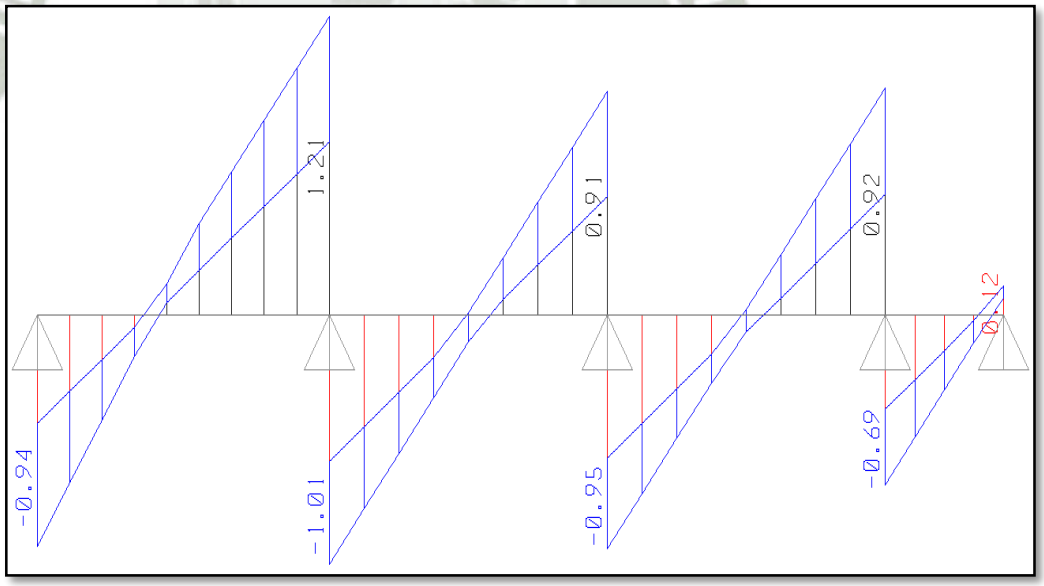


Figura 19. Envolvente de DFC – Losa Aligerada.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

a. Diseño por Flexión:

- **Momentos Negativos:**

  - **M = -0.88 Tnf.m = -88000 Kgf.cm**

    d = 17 cm

    b = 10 cm

$$a = 17 - \sqrt{17^2 - \frac{2 * |-88000|}{0.9 * 0.85 * 280 * 10}}$$

    a = 2.618 cm

    El área de acero requerida será:

$$As = \frac{88000}{0.9 * 4200 * \left(17 - \frac{2.618}{2}\right)}$$

    As = 1.48 cm2 (1 Ø 1/2” + 1 Ø 3/8”)

    Chequeando el acero mínimo:

$$As\ min = \frac{0.7 * \sqrt{280} * 10 * 17}{4200}$$

    As min = 0.47 cm2 (1 Ø 3/8”)

  - **M = -0.64 Tnf.m = -64000 Kgf.cm**

    d = 17 cm

    b = 10 cm

$$a = 17 - \sqrt{17^2 - \frac{2 * |-64000|}{0.9 * 0.85 * 280 * 10}}$$

    a = 1.859 cm

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

El área de acero requerida será:

$$As = \frac{64000}{0.9 * 4200 * \left(17 - \frac{1.859}{2}\right)}$$

As = 1.05 cm2 (1 Ø 1/2")

- **M = -0.52 Tnf.m = -52000 Kgf.cm**

  d = 17 cm

  b = 10 cm

$$a = 17 - \sqrt{17^2 - \frac{2 * |-52000|}{0.9 * 0.85 * 280 * 10}}$$

a = 1.494 cm

El área de acero requerida será:

$$As = \frac{52000}{0.9 * 4200 * \left(17 - \frac{1.494}{2}\right)}$$

As = 0.85 cm2 (1 Ø 1/2")

- **Momentos Positivos:**

  - **Primer Tramo: M = 0.79 Tnf.m = 79000 Kgf.cm**

    d = 17 cm

    b = 40 cm

$$a = 17 - \sqrt{17^2 - \frac{2 * |79000|}{0.9 * 0.85 * 280 * 40}}$$

a = 0.551 cm

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

El área de acero requerida será:

$$As = \frac{79000}{0.9 * 4200 * \left(17 - \frac{0.551}{2}\right)}$$

As = 1.25 cm2 (2 Ø 3/8")

- **Segundo Tramo: M = 0.33 Tnf.m = 33000 Kgf.cm**

  d = 17 cm

  b = 40 cm

$$a = 17 - \sqrt{17^2 - \frac{2 * |33000|}{0.9 * 0.85 * 280 * 40}}$$

  a = 0.228 cm

  El área de acero requerida será:

$$As = \frac{33000}{0.9 * 4200 * \left(17 - \frac{0.228}{2}\right)}$$

  As = 0.52 cm2 (1 Ø 3/8")

- **Tercer Tramo: M = 0.43 Tnf.m = 43000 Kgf.cm**

  d = 17 cm

  b = 40 cm

$$a = 17 - \sqrt{17^2 - \frac{2 * |43000|}{0.9 * 0.85 * 280 * 40}}$$

  a = 0.298 cm

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

El área de acero requerida será:

$$As = \frac{43000}{0.9 * 4200 * \left(17 - \frac{0.298}{2}\right)}$$

As = 0.68 cm2 (1 Ø 3/8")

- **Cuarto Tramo: M = 0.02 Tnf.m = 2000 Kgf.cm**

  Debido a que el momento último actuante es muy pequeño se descartó el diseño para este tramo.

- **Extremos de Losa Aligerada:**

  - **Extremo Izquierdo:**

    Wu = 1.4*0.20+1.7*0.16 = 0.55 Tnf/m

    Ln = 4.20 m

$$Mu-= \frac{0.55 * 4.2^2}{24}$$

    Mu = -0.41 Tnf.m

    d = 17 cm

    b = 10 cm

$$a = 17 - \sqrt{17^2 - \frac{2 * |-41000|}{0.9 * 0.85 * 280 * 10}}$$

    a = 1.153 cm

$$As = \frac{41000}{0.9 * 4200 * \left(17 - \frac{1.153}{2}\right)}$$

    As = 0.65 cm2 (1 Ø 3/8")

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- **Extremo Derecho:**

  Wu = 1.4*0.20+1.7*0.10 = 0.45 Tnf/m

  Ln = 4.00 m

$$Mu-= \frac{0.45 * 4^2}{24}$$

  Mu = -0.37 Tnf.m

  d = 17 cm

  b = 10 cm

$$a = 17 - \sqrt{17^2 - \frac{2 * |-37000|}{0.9 * 0.85 * 280 * 10}}$$

  a = 1.043 cm

$$As = \frac{37000}{0.9 * 4200 * \left(17 - \frac{1.043}{2}\right)}$$

  As = 0.59 cm2 (1 Ø 3/8")

b. Diseño por Corte:

d = 17 cm

b = 10 cm

Del DFC se obtiene:

Vu = 1.21 Tnf

Vud = 1.06 Tnf

La contribución del concreto será:

$$\emptyset V_C = 1.1 * \left(0.85 * 0.53 * \sqrt{280} * 10 * 17\right)$$

ØVc = 1.41 Tnf

$$1.41\ Tnf > 1.06\ Tnf$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Al cumplirse la inecuación la vigueta no requiere refuerzo o ensanche de sección ya que el concreto absorbe todo el cortante.

c. Acero de Temperatura:

En las losas orientadas en una dirección, es necesario colocar un refuerzo perpendicular a esta para poder resistir los cambios volumétricos del concreto debido a la contracción y temperatura. Este se diseñará con una cuantía de 0.0018, el cual se colocará sobre la losa de 0.05m (Acedo Chuquipiondo, 2013, pág. 52). El espaciamiento máximo del acero de temperatura será 40 cm ó cinco veces el espesor de la losa.

Ast = 0.0018 * b * t = 0.0018 * 100 * 5 = 0.90 cm2

Utilizando varillas de 1/4" el espaciamiento será:

S = 0.32 cm2/0.90 cm2 = 0.36 * 100 = 36 cm

El espaciamiento no debe exceder los siguientes valores:

$s\ max_1 = 5t = 5 * 5 = 25$ cm

$s\ max_2 = 40$cm

Por consiguiente se usará: **Ø1/4" @ 25 cm**

3.2.2. Calculo Estructural para Cargas Sísmicas incluyendo Aisladores Sísmicos.

En este capítulo se presenta el proceso de diseño de los aisladores, según lo establecido en la UBC-97 y a los procedimientos propuestos por la bibliografía consultada, cabe mencionar que el proceso es iterativo, siendo lo importante que el sistema de aislación cumpla con los objetivos planteados y con las verificaciones necesarias para asegurar un buen y seguro comportamiento. Al final de este capítulo se tendrá las características finales tanto de propiedades como de geometría para cada tipo de aislador.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Elegido el tipo de aislador, Aislador Elastomérico Con Núcleo De Plomo (LRB), se debe asegurar que estos satisfagan ciertos requerimientos para asegurar un comportamiento efectivo, los cuales son:

- Soportar el peso propio y sobrecargas de la estructura con un factor de seguridad adecuado.
- Tener una gran flexibilidad horizontal de modo de alargar el período fundamental de vibración de la estructura a una zona de menos aceleración espectral.
- Tener una rigidez vertical alta para evitar la amplificación vertical o el balanceo de la estructura.
- Proveer de un adecuado nivel de amortiguamiento de modo de reducir la demanda de deformación sobre el sistema de aislación.
- Ser capaz de soportar las deformaciones de corte que le serán impuestas por un sismo de gran magnitud.
- Mantener su estabilidad vertical antes movimientos sísmicos severos.
- El sistema de aislación debe asegurar una vida útil a lo menos igual al de la estructura o proveer de algún sistema que posibilite el recambio de los aisladores.
- La efectividad del sistema de aislación no debe estar limitada a la ocurrencia de un sismo severo, es decir, el sistema debe ser efectivo durante el sismo y después de él, para soportar las probables replicas.
- El sistema de aislación deberá permanecer efectivo a través de un rango normal de condiciones climáticas y ambientales. (Arriagada Rosas, 2005, pág. 63).

A. Análisis Estático:

Para todos los diseños de aislamiento sísmico es necesario realizar un análisis estático. Este establece un nivel mínimo para los desplazamientos de diseño y fuerzas. El análisis estático es útil tanto para el diseño preliminar del sistema de aislación y la estructura cuando el análisis dinámico es requerido y para la revisión del diseño.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

El sistema de aislamiento sísmico puede ser diseñado utilizando solamente el método estático de análisis sísmico si se cumplen todas las condiciones a continuación:

- La estructura se localiza al menos a 10 Km. de cualquier falla activa.
- La estructura se desplanta en terreno firme (tipo S_1 o S_B).
- La altura total de la estructura por encima del sistema de aislamiento es menor de 20 m o tiene cuatro pisos o menos.
- El periodo natural de vibración de la estructura aislada, Ta, es mayor o igual a 1.5 segundos y menor o igual a tres segundos, es decir, 1.5s < Ta < 3s.
- El periodo natural de vibración de la estructura aislada, Ta, es mayor a dos veces el periodo fundamental de vibración de la estructura empotrada, TE, es decir, Ta > 2TE.
- La estructura aislada sísmicamente cumple con todas las condiciones de regularidad.
- El sistema de aislamiento debe tener las siguientes características:
    - La rigidez efectiva del sistema de aislamiento para el desplazamiento total de diseño es mayor que una tercera parte de la rigidez efectiva al 20% del desplazamiento total de diseño.
    - El sistema de aislamiento debe ser capaz de proporcionar una fuerza restitutiva.
    - La curva carga-deformación del sistema de aislamiento es independiente de la velocidad de aplicación de carga.
    - La curva carga-deformación del sistema de aislamiento es independiente de las cargas verticales y de cargas laterales en ambas direcciones.
    - El sistema de aislamiento no limita el desplazamiento máximo total a menos de 1.5 veces el desplazamiento total de diseño. (Muñoz Guerra, 2013, págs. 29-30).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

a. Desplazamientos Mínimos de Diseño:

El sistema de aislamiento se diseñará y se construirá para resistir desplazamientos laterales mínimos, D_D, que actúan en la dirección de cada uno de los ejes de abscisas principales de la estructura de acuerdo con la fórmula:

$$D_D = \left(\frac{g}{4\pi^2}\right)\frac{C_{VD}T_D}{B_D} \qquad \textbf{(12)}$$

El desplazamiento máximo del sistema de aislamiento, D_M, en la dirección más crítica de respuesta horizontal se calculará de acuerdo con la fórmula (Muñoz Guerra, 2013, págs. 30-31):

$$D_M = \left(\frac{g}{4\pi^2}\right)\frac{C_{VM}T_M}{B_M} \qquad \textbf{(13)}$$

Donde:

g	= Gravedad (9.81 m/s^2)
C_{VD} y C_{VM}	= Coeficientes sísmicos
T_D y T_M	= Periodos efectivos de la estructura aislada
B_D y B_M	= Coeficientes de amortiguamiento

b. Periodos Efectivos del Sistema Aislado:

El período efectivo de la estructura aislada al desplazamiento de diseño, T_D, se determinará usando las características de la deformación del sistema de aislamiento de acuerdo con la fórmula:

$$T_D = 2\pi\sqrt{\frac{W}{K_{Dmin}g}} \qquad \textbf{(14)}$$

El período efectivo de la estructura aislada al desplazamiento máximo, TM, se determinará usando las características de la deformación del sistema de aislamiento de acuerdo con la fórmula (Muñoz Guerra, 2013, págs. 30-31):

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

$$T_M = 2\pi\sqrt{\frac{W}{K_{Mmin}g}} \qquad (15)$$

Donde:

K_{Dmin} y K_{Mmin} = rigidez horizontal efectiva mínima del sistema de aislamiento

c. Factor de Zona Sísmica (Z):

Los factores de zona sísmica varían desde 0.075 para la zona 1 hasta 0.40 para la zona 4, como se muestra en la siguiente tabla (UBC-97, Tabla 16-I).

Zona	**1**	**2A**	**2B**	**3**	**4**
Z	0.075	0.15	0.20	0.30	0.40

Tabla 2: Factor de Zona Sísmica (UBC-97).

d. Tipos de Perfiles de Suelo:

Los perfiles de suelo, que se definen desde S_A hasta S_E, se basan en la velocidad de propagación promedio de la onda de corte a 30.5 m del nivel del suelo (UBC-97, Tabla 16-J). (Muñoz Guerra, 2013, pág. 32).

Tipo de Perfil De Suelo	**Descripción**	**Velocidad de la Onda de Corte (m/s)**	**Prueba de Penetración Estándar**	**Esfuerzo de Corte sin Drenar (KPa)**
S_A	Roca Dura	>1500	-	-
S_B	Roca	760 a 1,500		
S_C	Suelo Muy Denso y Roca Blanda	360 a 760	>50	>100
S_D	Suelo Rígido	180 a 360	15 a 50	50 a 100
S_E	Suelo Blando	<180	<15	<50
S_F	Suelo que requiere evaluación especifica			

Tabla 3: Tipos de Perfiles de Suelos (UBC-97).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

e. Tipos de Fuente Sísmica:

Las fallas sísmicas están agrupadas en tres categorías basadas en la gravedad del riesgo sísmico, que estas implican. Las fallas capaces de producir terremotos de grandes magnitudes (M > 7.0) tienen una alta tasa de actividad sísmica, cuya tasa promedio anual de desplazamiento SR es de 5 mm o más, las clasificamos como fuentes de Tipo A. Fallas capaces de producir terremotos de moderadas magnitudes (M<6.5) con una baja tasa de actividad sísmica (SR< 2 mm) son clasificadas como fuentes del Tipo C, todas las demás fallas son clasificadas como fuentes del tipo B. (UBC-97, Tabla 16-U). (Muñoz Guerra, 2013, págs. 32-33).

Tipo de Fuente Sísmica	Descripción de Fuente Sísmica	Definición de Fuente Sísmica	
		Magnitud del Momento Máximo	Tasa de Desplazamiento (mm/año)
A	Fallas que son capaces de producir grandes eventos de magnitud y que tienen una alta tasa de actividad sísmica	$M \geq 7.0$	$SR \geq 5$
B	Todas las fallas distintas al tipo A y C	$M \geq 7.0$ $M < 7.0$ $M \leq 6.5$	$SR < 5$ $SR > 2$ $SR < 2$
C	Fallas que no son capaces de producir terremotos de gran magnitud y que tienen una tasa relativamente baja de la actividad sísmica	$M < 6.5$	$SR \leq 2$

Tabla 4: Tipo de Fuente Sísmica (UBC-97).

f. **Factores de Cercanía a la Fuente Sísmica:**

Dos factores son utilizados para modelar la amplificación del movimiento del suelo debido a los efectos de cercanía de la fuente sísmica. El primero es Na, el cual está pensado para un rango de periodos cortos correspondientes a un segmento de aceleraciones constantes del espectro de respuesta. El segundo factor, Nv, el cual corresponde a un rango de periodos medios o de segmentos de velocidad constante del espectro de respuesta. Estos factores de cercanía son funciones que dependen de la distancia más cercana a la fuente sísmica y del tipo de fuente sísmica.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

El UBC-97 define que la distancia más cercana es la que existe entre la proyección vertical de la falla en la superficie y el sitio de emplazamiento. La superficie de proyección vertical no incluye parte de la fuente a profundidades a 10 Km. o mayores, por lo tanto, un sitio de emplazamiento encima de una falla que tiene una profundidad mayor a 10 Km. no se considera una fuente sísmica. (Muñoz Guerra, 2013, págs. 33-34).

- Factor N_a (UBC-97, Tabla 16-S):

Tipo de Fuente Sísmica	Distancia más Cercana a la Fuente Sísmica Conocida		
	≤ 2 Km	5 Km	≥ 10 Km
A	1.5	1.2	1.0
B	1.3	1.0	1.0
C	1.0	1.0	1.0

Tabla 5: Factor N_a (UBC-97).

- Para N_v (UBC-97, Tabla 16-T):

Tipo de Fuente Sísmica	Distancia más Cercana a la Fuente Sísmica Conocida			
	≤ 2 Km	5 Km	10 Km	≥ 10 Km
A	2.0	1.6	1.2	1.0
B	1.6	1.2	1.0	1.0
C	1.0	1.0	1.0	1.0

Tabla 6: Factor N_v (UBC-97).

g. Coeficiente de Respuesta al Sismo Máximo Posible (MCE) M_M:

EL coeficiente de respuesta M_M está previsto para estimar la respuesta ante un desplazamiento máximo del sistema de aislamiento MCE basado en las características de los desplazamientos laterales mínimos DBE (Sismo Base de Diseño). (UBC-97, Tabla A-16-D). (Muñoz Guerra, 2013, pág. 34).

- **Sismo Máximo Posible (MCE).** Es el máximo nivel de movimiento de suelo que puede ser esperado en el sitio del edificio.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- **Sismo Base de Diseño (DBE).** Es aquel nivel de movimiento de suelo que tiene un 10% de probabilidad de comenzar a exceder en 50 años (sismo con un periodo de retorno de 475 años).

Intensidad de Movimiento DBE ZN_v	Coeficiente de Respuesta MCE M_M
0.075	2.67
0.15	2.0
0.2	1.75
0.3	1.5
0.4	1.25
≥ 0.50	1.2

Tabla 7: Coeficiente de Respuesta al MCE (UBC-97).

h. Coeficientes del Espectro Sísmico:

Estos coeficientes tienen el objetivo de definir las ordenadas mínimas del espectro para ser usadas en el diseño. Los términos C_{VD} y C_{AD} corresponden a los segmentos en donde se presenta velocidad constante y aceleración constante del espectro DBE, respectivamente; C_{VM} y C_{AM} representan la misma función para el espectro MCE. Para estructuras con aislamiento sísmico, C_{VD} y C_{AD} son iguales a C_V y C_A definidas para estructuras convencionales. En cambio los valores C_{VM} y C_{AM} están dados en el apéndice para Aislamiento Sísmico del UBC-97. (Muñoz Guerra, 2013, pág. 35).

- Coeficiente C_{VD} (UBC-97, Tabla 16-R):

Tipo de Perfil de Suelo	Factor de Zona Sísmica (Z)				
	Z = 0.075	Z = 0.15	Z = 0.20	Z = 0.30	Z = 0.40
S_A	0.06	0.12	0.16	0.24	$0.32N_v$
S_B	0.08	0.15	0.20	0.30	$0.40N_v$
S_C	0.13	0.25	0.32	0.45	$0.56N_v$
S_D	0.18	0.32	0.40	0.54	$0.64N_v$
S_E	0.26	0.50	0.64	0.84	$0.96N_v$
S_F	Requiere investigación geotécnica especifica				

Tabla 8: Coeficiente C_{VD} (UBC-97).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Coeficiente C_{AD} (UBC-97, Tabla 16-Q):

Tipo de Perfil de Suelo	Factor de Zona Sísmica (Z)				
	Z = 0.075	**Z = 0.15**	**Z = 0.20**	**Z = 0.30**	**Z = 0.40**
S_A	0.06	0.12	0.16	0.24	$0.32N_a$
S_B	0.08	0.15	0.20	0.30	$0.40N_a$
S_C	0.09	0.18	0.24	0.33	$0.40N_a$
S_D	0.12	0.22	0.28	0.36	$0.44N_a$
S_E	0.19	0.30	0.34	0.36	$0.36N_a$
S_F	Requiere investigación geotécnica especifica				

Tabla 9: Coeficiente C_{AD} (UBC-97).

- Coeficiente C_{VM} (UBC-97, Tabla A-16-G):

Tipo de Perfil de Suelo	Intensidad de Movimiento MCE (M_MZN_v)				
	M_MZN_v = 0.075	**M_MZN_v = 0.15**	**M_MZN_v = 0.20**	**M_MZN_v = 0.30**	**$M_MZN_v \geq$ 0.40**
S_A	0.06	0.12	0.16	0.24	$0.8M_MZN_v$
S_B	0.08	0.15	0.20	0.30	$1.0M_MZN_v$
S_C	0.13	0.25	0.32	0.45	$1.4M_MZN_v$
S_D	0.18	0.32	0.40	0.54	$1.6M_MZN_v$
S_E	0.26	0.50	0.64	0.84	$2.4M_MZN_v$
S_F	Requiere investigación geotécnica especifica				

Tabla 10: Coeficiente C_{VM} (UBC-97).

- Coeficiente C_{AM} (UBC-97, Tabla A-16-F):

Tipo de Perfil de Suelo	Intensidad de Movimiento MCE (M_MZN_a)				
	M_MZN_a = 0.075	**M_MZN_a = 0.15**	**M_MZN_a = 0.20**	**M_MZN_a = 0.30**	**$M_MZN_a \geq$ 0.40**
S_A	0.06	0.12	0.16	0.24	$0.8M_MZN_a$
S_B	0.08	0.15	0.20	0.30	$1.0M_MZN_a$
S_C	0.09	0.18	0.24	0.33	$1.0M_MZN_a$
S_D	0.12	0.22	0.28	0.36	$1.1M_MZN_a$
S_E	0.19	0.30	0.34	0.36	$0.9M_MZN_a$
S_F	Requiere investigación geotécnica especifica				

Tabla 11: Coeficiente C_{AM} (UBC-97).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

i. Coeficientes de Amortiguamiento:

El amortiguamiento efectivo en el sistema, β, en los niveles de respuesta DBE y el MCE (referidos tanto a β_D y β_M) se calculan a partir de:

$$\beta_D = \frac{1}{2\pi}\left(\frac{\text{Area total de la curva histérica}}{K_{Dmax} {D_D}^2}\right) \quad \textbf{(16)}$$

$$\beta_M = \frac{1}{2\pi}\left(\frac{\text{Area total de la curva histérica}}{K_{Mmax} {D_M}^2}\right) \quad \textbf{(17)}$$

Donde K_{Dmax} y K_{Mmax} es la rigidez efectiva. El factor de amortiguamiento B, (B_D y B_M) está dado en términos de β en forma tabular (UBC-97 Tabla A-16-C), con interpolación lineal para valores intermedios. (Muñoz Guerra, 2013, pág. 37)

Amortiguamiento Efectivo (β_D o β_M)	**Factor B_D o B_M**
≤ 2	0.8
5	1.0
10	1.2
15	1.35
20	1.5
30	1.7
40	1.9
≥ 50	2.0

Tabla 12: Factores B_D y B_M (UBC-97).

Una aproximación cercana a los valores de esta tabla está dada por:

$$\frac{1}{B} = 0.25(1 - \ln\beta) \quad \textbf{(18)}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Donde β está dado como una fracción del amortiguamiento critico (no como un porcentaje). Los valores de B a partir del código y la formula se muestran en la Figura 20.

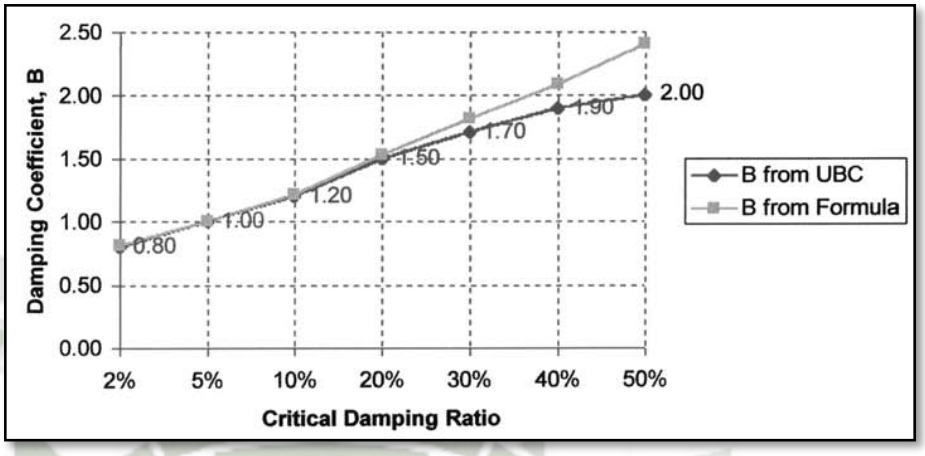


Figura 20: Factores B_D y B_M. (Naeim & Kelly, 1999, pág. 73).

j. Periodos Efectivos de Vibración:

Los periodos T_D y T_M que corresponden al DBE y al MCE respectivamente, se calculan a partir de:

$$T_D = 2\pi\sqrt{\frac{W}{K_{Dmin}g}} \qquad \textbf{(19)}$$

$$T_M = 2\pi\sqrt{\frac{W}{K_{Mmin}g}} \qquad \textbf{(20)}$$

Donde:

- W = Peso de la edificación
- g = Gravedad (9.81 m/s^2)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

k. Desplazamientos Totales de Diseño:

Los desplazamientos totales de diseño D_{TD} y D_{TM} (en los cuales se incluye torsión) están dados como:

$$D_{TD} = D_D\left(1 + y\frac{12e}{b^2 + d^2}\right) \quad \textbf{(21)}$$

$$D_{TM} = D_M\left(1 + y\frac{12e}{b^2 + d^2}\right) \quad \textbf{(22)}$$

Donde "e" es la excentricidad total incluido el 5% de excentricidad accidental, "y" es la distancia a la esquina en dirección perpendicular a la carga de sismo. (Muñoz Guerra, 2013, pág. 38)

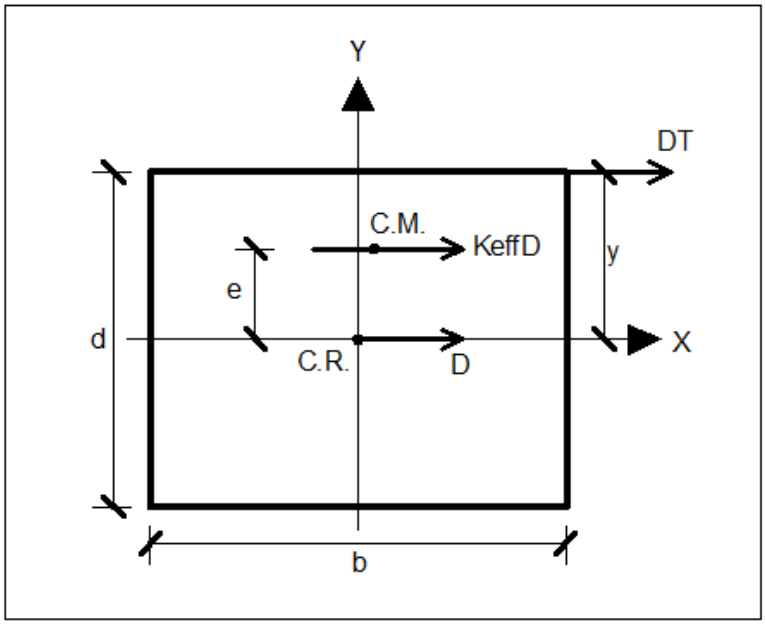


Figura 21: Dimensiones planas para el cálculo de D_{TD} y D_{TM}.

l. Fuerzas de Diseño:

La magnitud de las fuerzas de diseño que la superestructura y los elementos inferiores al nivel de aislamiento deben estar diseñados para desplazamientos de diseño D.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Los elementos por debajo del sistema de aislamiento son calculados usando la fórmula:

$$V_B = K_{Dmax} D_D \quad \textbf{(23)}$$

El nivel de resistencia para el diseño de elementos por encima del sistema de aislamiento en términos de la fuerza cortante mínima lateral debida al sismo está dado por la fórmula:

$$V_S = \frac{K_{Dmax} D_D}{R_I} \quad \textbf{(24)}$$

Donde R_I es factor de reducción en la fuerza de diseño (factor de ductilidad) que se encuentra en un rango que va de 1.4 a 2.0. En la siguiente tabla se muestran unos cuantos ejemplos de un sistema de cimentación fija con su correspondiente factor de reducción R. (UBC-97, Tabla A-16-E).

Sistema Estructural	R_I	R
Pórtico resistente al momento	2.0	8.5
Muro de corte	2.0	5.5
Pórtico arriostrado común	1.6	5.6
Pórtico arriostrado excéntrico	2.0	7.0

Tabla 13: Factores de Reducción (UBC-97).

Los factores de reducción para estructuras de cimentación fija son mucho más altos que para estructuras con sistema de aislamiento por varias razones, la principal es el cambio del periodo. Como la estructura fluye (en la zona de la interface de aislamiento), el periodo se alarga y la demanda de los elementos estructurales disminuye. Simultáneamente, el amortiguamiento en la estructura se incrementa ya que la acción histérica genera la fluencia del sistema estructural. En suma, el sobre esfuerzo y la redundancia tiende a extender la fluencia a otros elementos. En el caso de

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

una estructura aislada, solo el sobre esfuerzo y la redundancia son aplicables.

El factor R_I es menor en comparación con el factor R para el mismo sistema estructural. Nótese que las grandes demandas de ductibilidad pueden significar daño en componentes estructurales y no estructurales, así, el requerimiento de un bajo valor de R_I es equivalente al control de daños para una estructura aislada. (Muñoz Guerra, 2013, págs. 38-39).

m. Distribución vertical de la Fuerza:

La fuerza lateral en el nivel x, denotada por F_x, es calculada a partir del cortante basal V_S por:

$$F_X = V_S \frac{h_X w_X}{\sum_{i=1}^{N} w_i h_i} \qquad \textbf{(25)}$$

Donde w_x y w_i son los pesos en los niveles i o x y h_x y h_i son las respectivas alturas de las estructura por encima del nivel aislado.

Esta fórmula conduce a una distribución triangular de la fuerza. Mientras la teoría básica estaría cerca de una uniforme, una distribución triangular esta especificada para contribuciones de un modo superior generado por la no linealidad del sistema de aislamiento. (Muñoz Guerra, 2013, pág. 40).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

n. Resumen del Análisis Estático:

- Factor de Zona: $Z = 0.40$

- Perfil de Suelo: S_D

- Fuente Sísmica: A

- Factores de Cercanía a la Fuente Sísmica: $N_a = 1.0$
  $N_v = 1.0$

- Coeficiente de Respuesta al MCE: $M_M = 1.25$

- Coeficientes del Espectro Sísmico DBE: $C_{VD} = 0.64$
  $C_{AD} = 0.44$

- Coeficientes: $M_M Z N_v = 0.50$
  $M_M Z N_a = 0.50$

- Coeficientes del Espectro Sísmico MCE: $C_{VM} = 0.80$
  $C_{AM} = 0.55$

- Coeficientes de Amortiguamiento: β_D o $\beta_M = 15.0\ \%$
  B_D o $B_M = 1.35$

- Peso de la Superestructura: $W = 8999.86$ Tnf

- Periodos Efectivos de Vibración:
  La bibliografía recomienda asumir el periodo de la estructura aislada como 3 ó 4 veces el periodo de la estructura empotrada. La estructura

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

empotrada tiene un periodo T = 0.61 s, por lo tanto se asumió T_D = 2.14 s y T_M = 2.44 s.

De las Ecuaciones (14) y (15):

K_{Dmin} = 7945.68 Tnf/m

K_{Mmin} = 6083.41 Tnf/m

Asumimos una variación de 10% sobre las rigideces medias:

K_{Dmax} = 9711.38 Tnf/m

K_{Mmax} = 7435.28 Tnf/m

- Desplazamientos Mínimos de Diseño: D_D = 0.25 m
  D_M = 0.36 m

- Desplazamientos Totales de Diseño: D_{TD} = 0.29 m
  D_{TM} = 0.41 m

CRy = 16.39 m
CMy = 16.43 m
b = 36.56 m
d = 31.70 m
e = 1.87 m
y = 15.31 m

- Desplazamientos Mínimos de Diseño Permitidos:

$$D'_D = \frac{D_D}{\sqrt{1 + (T/T_D)^2}} \quad \textbf{(26)}$$

$$D'_M = \frac{D_M}{\sqrt{1 + (T/T_M)^2}} \quad \textbf{(27)}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Para:

T = 0.61 s

$D´_D$ = 0.24 m

$D´_M$ = 0.35 m

- Fuerzas de Diseño: V_B = 2442.50 Tnf

  Para R_I = 2 V_S = 1221.25 Tnf

B. Diseño del Aislador Elastomérico Con Núcleo De Plomo (LRB):

a. Procedimiento de Diseño de un Aislador:

Se presenta el procedimiento paso a paso del diseño de un aislador LRB, a partir de los datos obtenidos del análisis estático, como se mencionó este proceso es una compilación de la norma UBC-97 y de las diferentes bibliografías consultadas sobre diseño de estos dispositivos.

- **Paso 1:** Dimensionamiento del Diámetro del Aislador.

  El criterio de dimensionamiento se basa a partir del desplazamiento máximo total de los aisladores y la capacidad de carga máxima. Se escoge la más crítica. El primero indica:

$$D_i = 1.5 D_{TM} \quad \textbf{(28)}$$

El segundo criterio se basa en la carga máxima en cada aislador, la que se obtiene a partir de la combinación “1.25CM+1.25CV+CS”. También, por experiencia, se puede considerar inicialmente que la “CS” es el 30% de la “CM” y así usar la combinación “1.55CM + 1.25CV”. El esfuerzo axial permisible debe ser especificado en las características del aislador o se toma como valor referencial en 815 Tnf/m2.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

(Korswagen Eguren, Arias Ricse, & Huaringa Huamaní, 2012, pág. 44).

$$D_i = \sqrt{\frac{4P_{umax}}{\pi\sigma_{maxperm}}} \quad \textbf{(29)}$$

- **Paso 2:** Dimensionamiento del Núcleo de Plomo.

  Con la carga "P" que recibe cada aislador según condiciones de servicio (CM+0.25CV), se verifica que la relación Q_d/P se encuentre en el rango de 3% a 10%. Q_d es la fuerza histerética y es utilizado para el control de la amortiguación y la rigidez efectiva del sistema de aislamiento. El diámetro del núcleo de plomo se calcula a partir de la relación entre la fuerza de fluencia y el esfuerzo axial permisible en el núcleo de plomo (1020 Tnf/m2). La fuerza de fluencia es 10% mayor que la fuerza histerética. Entonces, el diámetro del núcleo de plomo se calcula (Korswagen Eguren, Arias Ricse, & Huaringa Huamaní, 2012, pág. 44):

$$D_l = \sqrt{\frac{4F_y}{\pi\sigma_y}} \quad \textbf{(30)}$$

$$F_y = 1.1Q_d \quad \textbf{(31)}$$

- **Paso 3:** Dimensionamiento de la Altura del Aislador.

  Se calcula a partir del desplazamiento máximo total y la deformación de corte de diseño. Esta última es equivalente a 250% según recomendaciones de los fabricantes. Para el diseño se toma el 150%. (Korswagen Eguren, Arias Ricse, & Huaringa Huamaní, 2012, págs. 44-45)

$$H_i = \frac{D_{TM}}{\gamma_s} \quad \textbf{(32)}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- **Paso 4:** Espesor Total de la Goma.

  Se calcula un valor para H_r, utilizando la deformación lateral por corte y el desplazamiento de diseño, con la siguiente relación:

$$H_r = \frac{D_D}{\gamma_s} \quad \textbf{(33)}$$

- **Paso 5:** Espesor de la Capa de Goma y del Espesor de la Plancha de Acero.

  Para la estimación del espesor tanto de la Capa de Goma como el de las Planchas de Acero que se usaran en los aisladores, se utilizaran las recomendaciones dadas en la guía de diseño del grupo Holmes. Donde para el espesor de las capas de gomas indica que usar espesores de 10 mm genera un buen confinamiento para el núcleo de plomo y es lo suficientemente delgado para proveer una alta capacidad de carga.

  En lo referente a la cantidad las capas de goma el manual de Holmes nos dice que este valor necesita ser configurado para que el periodo aislado se halle en el rango requerido, por lo que se tendrá que realizar un diseño por ensayo y error.

  Respecto al valor que se debe asociar al espesor de las planchas de acero no se tiene recomendaciones de pre dimensionamiento pero se puede proponer un valor y verificar que la tensión de trabajo no sobrepase el valor admisible. (Muñoz Guerra, 2013, pág. 59, adaptado).

$$\sigma_s = 1.5\frac{t_r}{t_s}\sigma_{ac} \quad \textbf{(34)}$$

$$\sigma_{adm} = 0.75\sigma_y \quad \textbf{(35)}$$

$$\sigma_s \leq \sigma_{adm} \quad \textbf{(36)}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- **Paso 6:** Altura total del Aislador.

  La altura total del aislador es la suma de las capas de goma y las planchas de acero que es la altura parcial del aislador h, más las placas de acero superior e inferior lo cual entrega la altura total del aislador H_i:

$$h = H_r + (n-1)t_s \quad \textbf{(37)}$$

$$H_i = h + 2t_{ext} \quad \textbf{(38)}$$

- **Paso 7:** Rigidez Post Fluencia.

$$K_2 = \frac{f_l G A}{H_r} \quad \textbf{(39)}$$

$f_l = 1.15$

G = Modulo de Corte de la Goma (Caucho), según el fabricante este valor esta entre 38 Tnf/m2 a 70 Tnf/m2

A = Área neta de la goma

- **Paso 8:** Rigidez Elástica o Rigidez Inicial.

  Como la rigidez elástica es difícil de calcular, las normas indican que la relación K_1/K_2 está en un rango de 6.5 a 10. El fabricante recomienda que para un modelado analítico bilineal usar:

$$K_1 = 10K_2 \quad \textbf{(40)}$$

- **Paso 9:** Desplazamiento de Fluencia.

$$D_y = \frac{Q_d}{K_1 + K_2} \quad \textbf{(41)}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- **Paso 10:** Fuerza de Fluencia.

$$F_y = Q_d + K_2 D_y \quad \textbf{(42)}$$

- **Paso 11:** Rigidez Efectiva.

$$K_{eff} = K_2 + \frac{Q_d}{D_{TM}} \quad \textbf{(43)}$$

- **Paso 12:** Modulo de Corte Efectivo.

$$G_{eff} = \frac{K_{eff} H_r}{A} \quad \textbf{(44)}$$

- **Paso 13:** Factor de Forma.

  Se recomienda que este valor sea mayor a 10 en los aisladores, ya que esto asegura que la rigidez vertical será la adecuada y no presentara valores bajos que no serían deseados.

$$S = \frac{D_i}{4t_r} \quad \textbf{(45)}$$

- **Paso 14:** Modulo de Compresión.

$$\frac{1}{E_C} = \left(\frac{1}{6GS^2} + \frac{4}{3K}\right) \quad \textbf{(46)}$$

Donde K = 1500 MPa = 152905.20 Tnf/m2

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- **Paso 15:** Rigidez Vertical y Frecuencia Vertical.

$$K_v = \frac{E_c A}{H_r} \quad \textbf{(47)}$$

$$f_v = f_h \sqrt{\frac{E_c}{G}} \quad \textbf{(48)}$$

En el cálculo de la frecuencia vertical, si su valor es menor a 10 Hz, se debe revisar el espesor de la capa de goma.

- **Paso 16:** Amortiguamiento Efectivo de cada Aislador y del Sistema.

$$\beta_{eff} = \frac{2Q\left(D_{TM} - D_y\right)}{\pi K_{eff} {D_{TM}}^2} \quad \textbf{(49)}$$

- **Paso 17:** Periodo Efectivo.

$$T_{eff} = \sqrt{\frac{4\pi^2 W}{K_{effT} g}} \quad \textbf{(50)}$$

El procedimiento iterativo se empieza a partir de la relación Q_d/P en donde se le asigna un valor entre el rango recomendado y a partir de este se determinan los diámetros de plomo y los parámetros de amortiguamiento y rigidez efectiva. El procedimiento termina cuando se han seleccionado los aisladores con características similares a las calculadas por medio de las fórmulas, donde los desplazamientos, periodos, amortiguamiento y capacidad de carga son los adecuados. (Korswagen Eguren, Arias Ricse, & Huaringa Huamaní, 2012, pág. 45).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

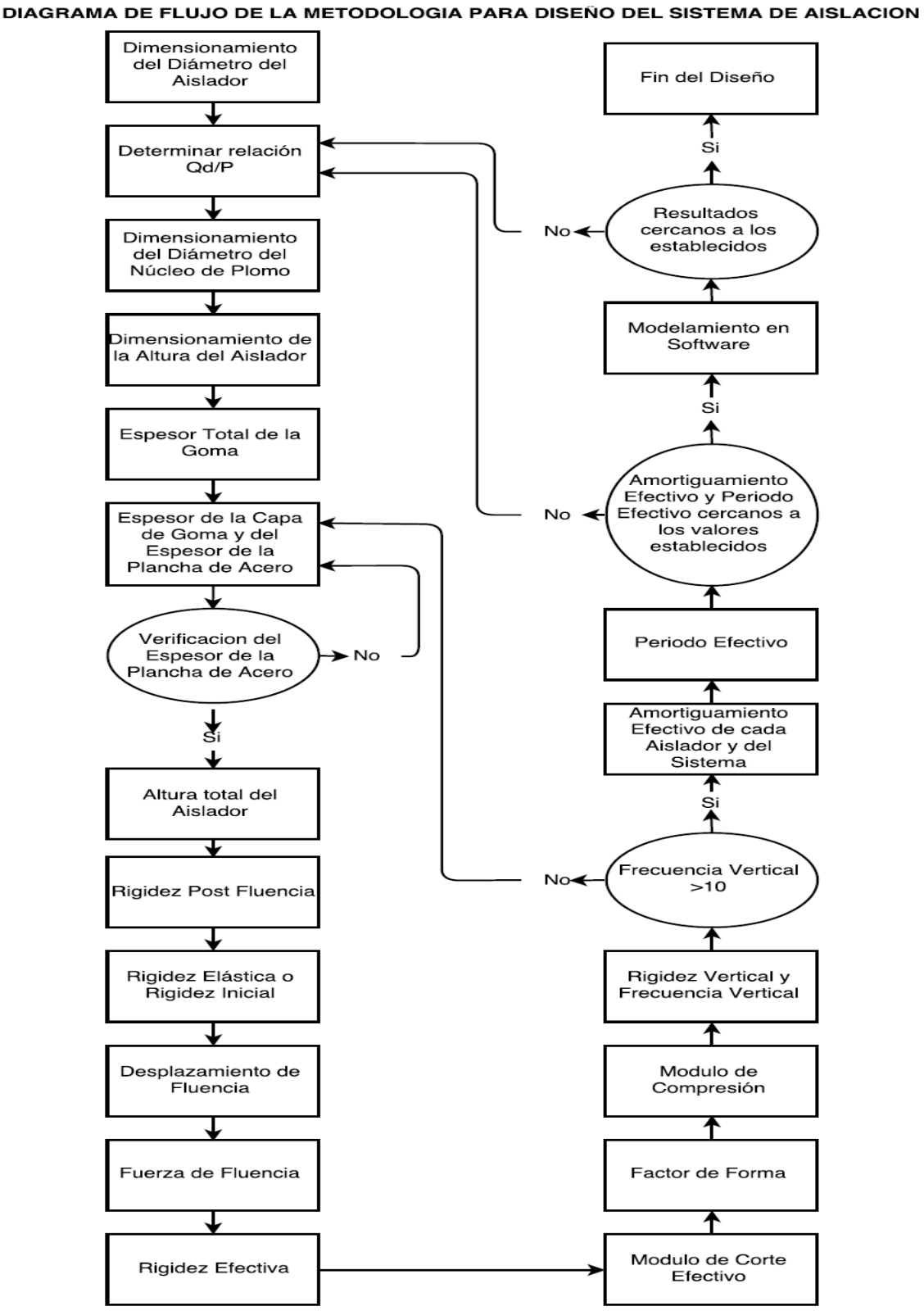


Figura 22: Diagrama de Flujo para el Diseño de Aisladores Sísmicos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

b. Resumen del Pre dimensionamiento de los Aisladores.

Se optó por definir cuatro diferentes aisladores LRB, dispuestos como se muestra en la siguiente figura, los nueve aisladores A3 faltantes correspondiente a la caja de ascensores, están ubicados en el nivel de aislación:

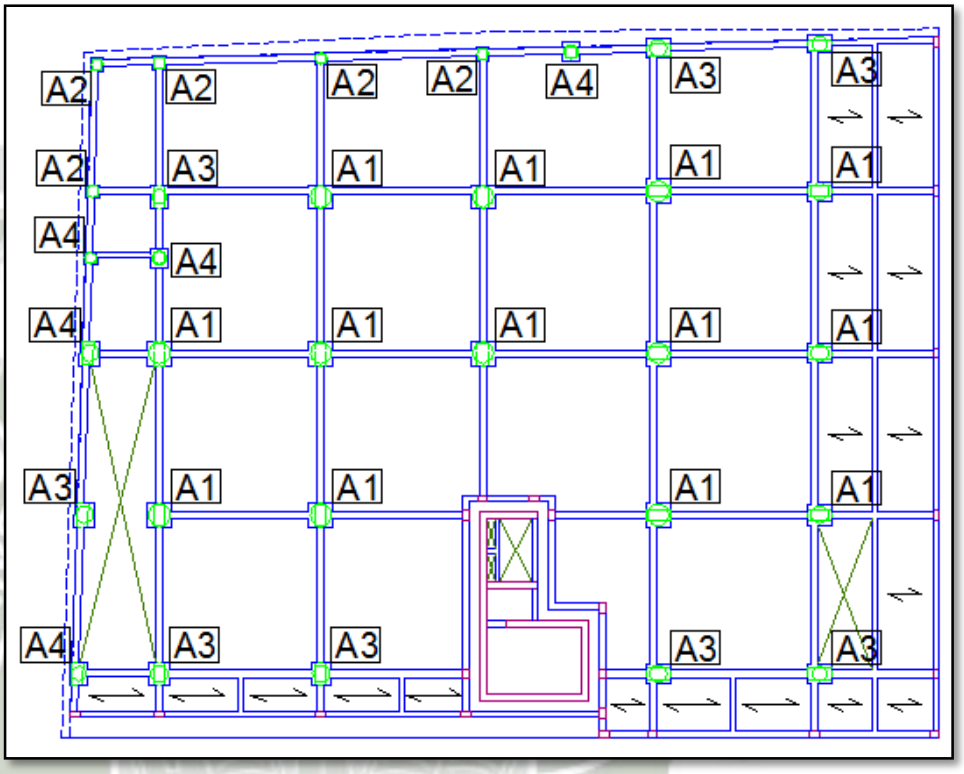


Figura 23: Distribución de los Aisladores LRB (Nivel Aislación)

- **Paso 1:** Dimensionamiento del Diámetro del Aislador.

	A1	**A2**	**A3**	**A4**	
D_i Formula (28)	0.62	0.62	0.62	0.62	m
P_{umax} "1.25CM+1.25CV+CS"	703.89	105.34	485.34	299.95	Tnf
D_i Formula (29)	1.05	0.41	0.86	0.68	m
Diámetro D_i	**1.05**	**0.65**	**0.85**	**0.70**	**m**

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- **Paso 2:** Dimensionamiento del Núcleo de Plomo.

	A1	A2	A3	A4	
P "CM + 0.25CV"	450.15	66.15	282.31	181.70	Tnf
Q_d (7.5%P)	33.76	4.96	21.17	13.63	Tnf
Fy	37.14	5.46	23.29	14.99	Tnf
D_l Formula (30)	0.215	0.083	0.171	0.137	m
D_l	**0.225**	**0.10**	**0.175**	**0.15**	**m**

- **Paso 3:** Dimensionamiento de la Altura del Aislador.

	A1	A2	A3	A4
D_{TM}	0.41 m			
Υ_s	150 %			
H_i	0.27 m			

- **Paso 4:** Espesor Total de la Goma.

	A1	A2	A3	A4
D_D	0.25 m			
Υ_s	150 %			
H_r	0.168 m			

- **Paso 5:** Espesor de la Capa de Goma y del Espesor de la Plancha de Acero.

  Para el espesor de la goma y la cantidad de capas:

	A1	A2	A3	A4
t_r	0.01 m	0.01 m	0.01 m	0.01 m
# de Capas de Goma	15	17	16	16
Nueva H_r	**0.15 m**	**0.17 m**	**0.16 m**	**0.16 m**

  Para el espesor de las planchas de acero:

	A1	A2	A3	A4
t_s	**0.005 m**			
Tensión Máx. Compresión σ_{ac}	815 Tnf/m2			
Tensión Máx. Tracción σ_s	2445 Tnf/m2			
Tensión de Fluencia σ_y	24000 Tnf/m2			
σ_{adm}	18000 Tnf/m2			
$\sigma_s \leq \sigma_{adm}$ =	OK			

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- **Paso 6:** Altura total del Aislador.

	A1	A2	A3	A4
Altura Neta del Aislador ($H_r + (n - 1)t_s$)	0.22 m	0.25 m	0.24 m	0.24 m
Esp. Placas Sup. e Inf.	0.044 m	0.025 m	0.038 m	0.032 m
Altura Total del Aislador	0.308 m	0.300 m	0.311 m	0.299 m

- **Paso 7:** Rigidez Post Fluencia.

	A1	A2	A3	A4	
G	38				Tnf/m2
K_2	240.68	83.28	148.42	100.28	Tnf/m2

- **Paso 8:** Rigidez Elástica o Rigidez Inicial.

	A1	A2	A3	A4	
K_1	2406.82	832.81	1484.15	1002.84	Tnf/m

- **Paso 9:** Desplazamiento de Fluencia.

	A1	A2	A3	A4
D_y	0.016 m	0.007 m	0.016 m	0.015 m

- **Paso 10:** Fuerza de Fluencia.

	A1	A2	A3	A4
F_y	37.51 Tnf	5.51 Tnf	23.53 Tnf	15.14 Tnf

- **Paso 11:** Rigidez Efectiva.

	A1	A2	A3	A4	
K_{eff}	322.64	95.32	199.81	133.36	Tnf/m

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- **Paso 12:** Modulo de Corte Efectivo.

	A1	A2	A3	A4	
G_{eff}	58.58	50.02	58.83	58.11	Tnf/m2

- **Paso 13:** Factor de Forma.

	A1	A2	A3	A4
S	26.25	16.25	21.25	17.50
>10	OK	OK	OK	OK

- **Paso 14:** Modulo de Compresión.

	A1	A2	A3	A4	
E_c	77827.28	46863.88	66695.74	55295.91	Tnf/m2

- **Paso 15:** Rigidez Vertical y Frecuencia Vertical.

	A1	A2	A3	A4	
K_v	428641.89	89310.64	226514.31	126895.00	Tnf/m
f_h	0.41	0.41	0.41	0.41	Hz
f_v	18.55	14.39	17.17	15.63	Hz
>10	OK	OK	OK	OK	

- **Paso 16:** Amortiguamiento Efectivo de cada Aislador y del Sistema.

	A1	A2	A3	A4
β_{eff}	0.16 %	0.08 %	0.16 %	0.15 %
β_{eff} Sistema	0.151 % ≈ 0.15 %			

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- **Paso 17:** Periodo Efectivo.

	A1	A2	A3	A4
K_{effT}	8734.50 Tnf/m			
T_{eff}	2.04 s ≈ 2.14 s			

- **Paso 18:** Datos para el Programa Etabs 2013:

	Aislador 1	Aislador 2	Aislador 3	Aislador 4	
U1					
Linear Properties					
Effective Stiffness (Kv)	428641.89	89310.64	226514.31	126895.00	Tnf/m
Effective Damping (βeff)	0.16	0.08	0.16	0.15	%
U2-U3					
Linear Properties					
Effective Stiffness (Keff)	322.64	95.32	199.81	133.36	Tnf/m
Effective Damping (βeff)	0.16	0.08	0.16	0.15	%
Shear Deformation Location					
Distance from End-J	0	0	0	0	
Nonlinear Properties					
Stiffness (K1 o Ke)	2406.82	832.81	1484.15	1002.84	Tnf/m
Yield Strenght (Fy)	37.51	5.51	23.53	15.14	Tnf
Post Yield Stiffness Ratio (Kd/Ke)	0.10	0.10	0.10	0.10	

Tabla 14: Datos para el programa Etabs 2013.

C. Modelamiento de la Estructura:

- Se definió la ubicación de los ejes principales que gobiernan al edificio.
- Se definieron las propiedades del concreto:
  - Resistencia a la compresión (*f'c*) de 2800 Tnf/m2
  - Módulo de Elasticidad Ec = 15000√(f´c) = 250998.01 kgf/cm2 = 2509980.07 Tnf/m2.
  - Módulo de Poisson U = 0.2
- Se definieron en el programa las secciones de columnas, vigas, vigas secundarias, placas y losas aligeradas predimensionadas.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- Se definió un entrepiso adicional para la ubicación de los aisladores elastoméricos, el cual actuara como el plano de aislamiento de la estructura.
- Dibujar la estructura.
- Se definieron los aisladores como elementos Link.
  - Vamos a las opciones: Define – Section Properties – Link/Support Properties.

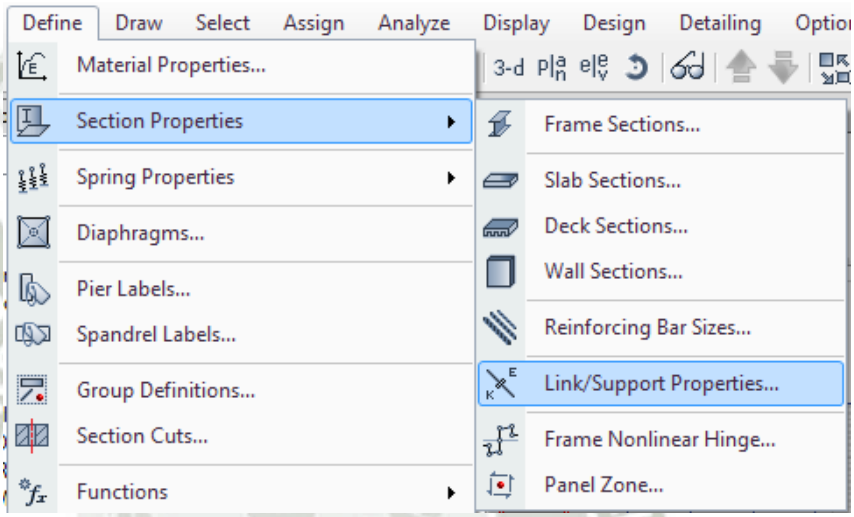


Figura 24: Insertar propiedades de aisladores en Etabs-1.

  - Accedemos a la ventana Define Link Properties.

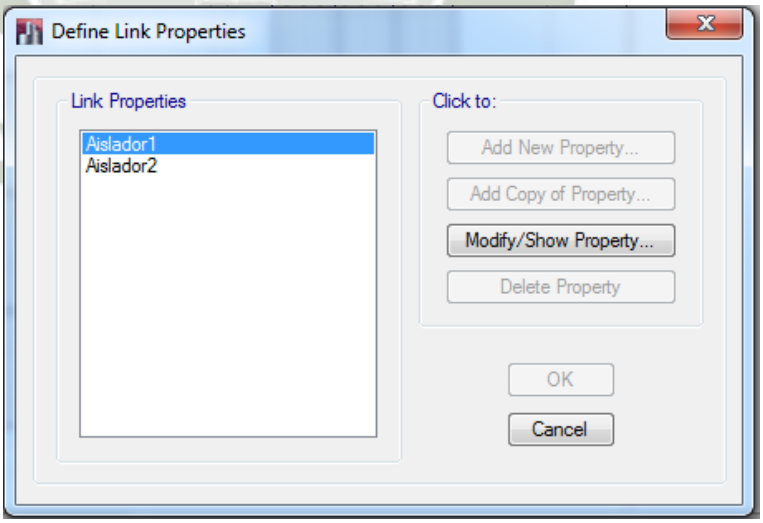


Figura 25: Insertar propiedades de aisladores en Etabs-2.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- Seleccionamos la opción Add New Property y accedemos a la ventana Link Property Data.

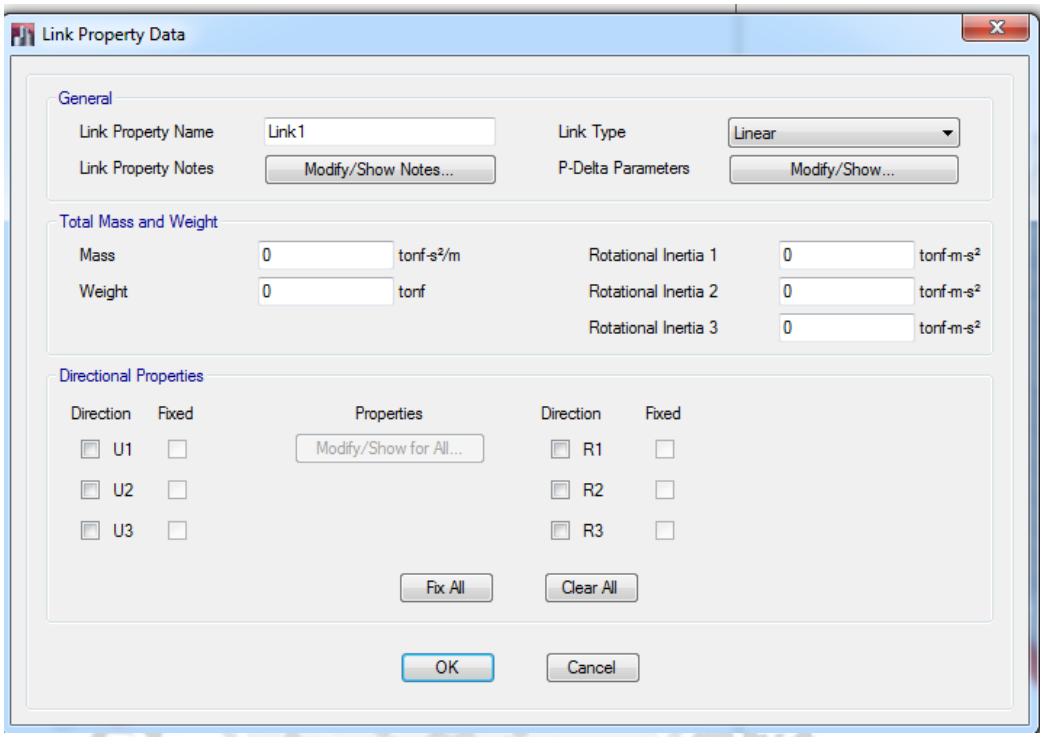


Figura 26: Insertar propiedades de aisladores en Etabs-3.

- En la sección General:en Link Propety Name colocamos el nombre al aislador, en Link Type seleccionamos Rubber Isolator. En la sección Directional Properties: en Direction activamos las 3 opciones U1 (dirección Z), U2 (dirección Y) y U3 (dirección X), y en NonLinear sólo activamos U2 y U3.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

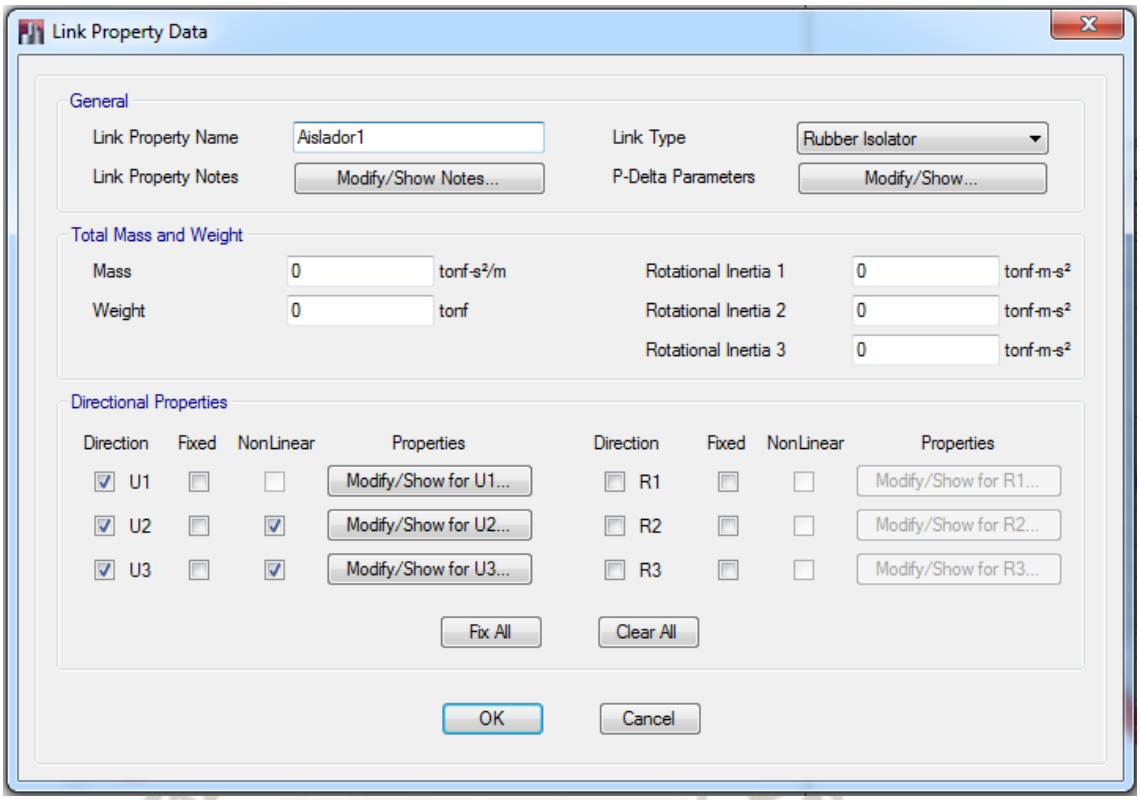


Figura 27: Insertar propiedades de aisladores en Etabs-4.

- En Properties están las opciones Modify/Show for U1, U2, U3, las cuales nos abrirán una ventana para colocar los datos calculados.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

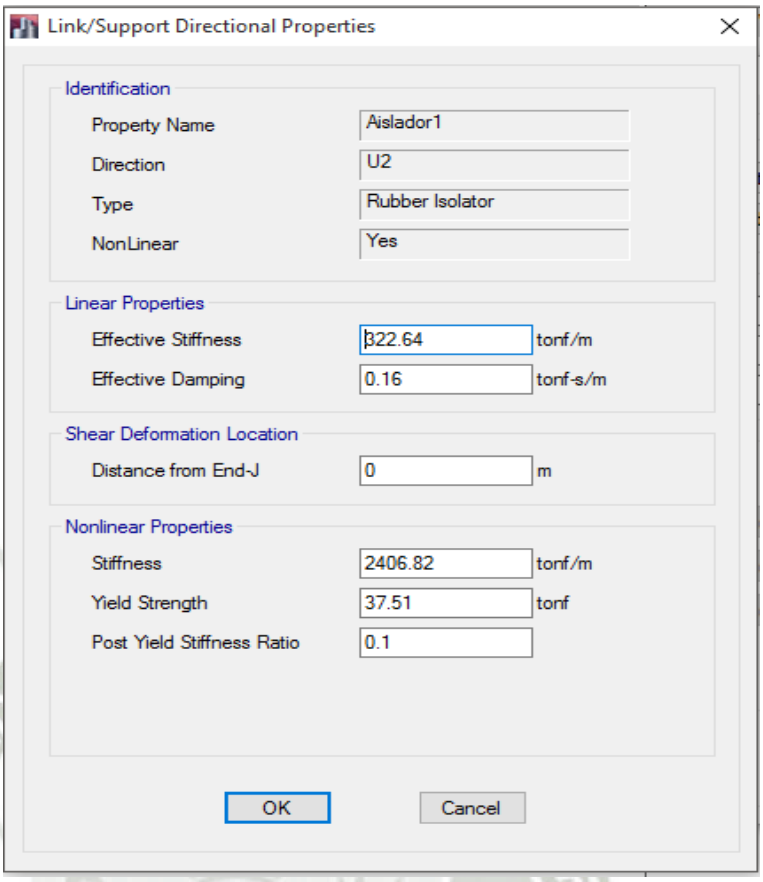


Figura 28: Propiedades Lineales y No Lineales en Y y X.

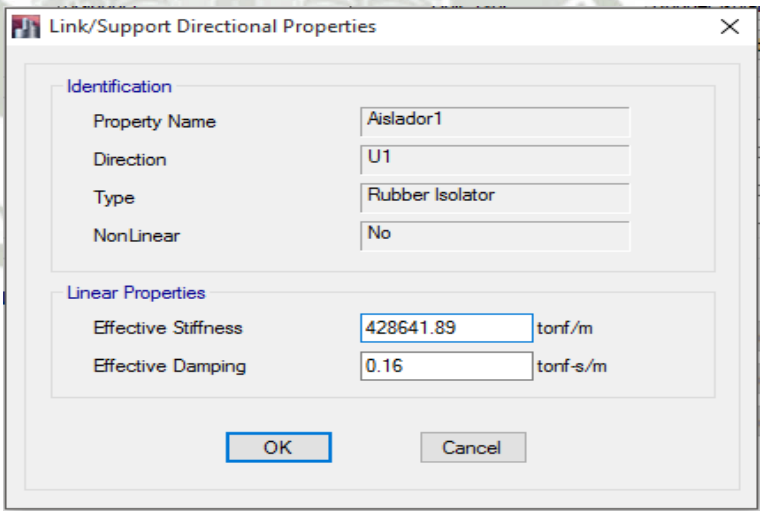


Figura 29: Propiedades Lineales en Z

- Realizar los mismos pasos para los Aisladores 2; 3 y 4.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- Se modeló la cimentación como empotrada en la base, ya que el sistema de aislamiento se ubicara entre el nivel del sótano 1 y el 1er nivel de la estructura.
- A los sótanos del edificio se les restringió los desplazamientos horizontales y la rotación vertical en sus plantas para poder modelar su comportamiento.
- Se asignaron brazos rígidos a los elementos viga.
- Se asignaron las cargas de diseño de acuerdo con lo establecido en la norma E.020:
  - Las cargas muertas consideradas fueron: de 0.1 Tnf/m2 correspondiente al piso terminado aplicado en las losas; y 1.25 Tnf/m, para la tabiquería del primer nivel, 0.60 Tnf/m, para la tabiquería de los demás niveles, y 0.26 Tnf/m para los alféizares y los parapetos, las cuales estarán aplicadas en las vigas.
  - Las cargas vivas consideradas fueron: para estacionamientos 0.25 Tnf/m2; para tiendas 0.50 Tnf/m2; para oficinas 0.25 Tnf/m2; para escaleras y corredores 0.40 Tnf/m2; y para la azotea 0.10 Tnf/m2. Las cuales están distribuidas de la siguiente forma:

Sótano 1

EJES	1-2	2-3	3-4	4-4´	4´-5	5-6	6-7
D-E	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
D-E	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
C-D	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
B-C	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
A-B	0.25	0.25	0.25	-	0.25	0.25	0.25
-A	0.25	0.25	0.25	-	0.25	0.25	0.25

Tabla 15: CV en Sótano 1.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Base Aisladores (±0.00)

EJES	1-2	2-3	3-4	4-4´	4´-5	5-6	6-7
D-E	-	-	-	-	-	-	0.25
D-E	-	-	-	-	-	-	0.25
C-D	-	-	-	-	-	-	0.25
B-C	-	-	-	-	-	-	0.25
A-B	-	-	-	-	-	-	0.25
-A	0.25	0.25	0.25	-	0.25	0.25	0.25

Tabla 16: CV en Base Aisladores.

Nivel 1

EJES	1-2	2-3	3-4	4-4´	4´-5	5-6	6-7
D-E	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	-
C-D	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	-
B-C	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	-
A-B	-	0.50	0.50	-	0.50	0.50	-
-A	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 17: CV en Nivel 1.

Nivel 2

EJES	1-2	2-3	3-4	4-4´	4´-5	5-6	6-7
D-E	0.25	0.25	0.25	0.25	0.40	0.25	-
C-D	0.25	0.25	0.25	0.25	0.40	0.25	-
B-C	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.25	-
A-B	0.25	0.25	0.25	-	0.40	0.25	-
-A	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 18: CV en Nivel 2.

Nivel 3 – Nivel 8

EJES	1-2	2-3	3-4	4-4´	4´-5	5-6	6-7
D-E	-	-	-	-	0.40	0.25	-
C-D	0.25	0.25	0.25	0.25	0.40	0.25	-
B-C	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.25	-
A-B	0.25	0.25	0.25	-	0.40	0.25	-
-A	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 19: CV en Nivel 3 – Nivel 8.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Azotea

EJES	1-2	2-3	3-4	4-4´	4´-5	5-6	6-7
D-E	-	-	-	-	0.10	0.10	-
C-D	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	-
B-C	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	-
A-B	0.10	0.10	0.10	-	0.10	0.10	-
-A	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 20: CV en Azotea.

- Se le indico al programa los requerimientos para el cálculo del peso de la edificación según lo establecido en la norma E-030.
- Se asignaron diafragmas rígidos a los diferentes niveles del edificio.
- Se asignaron la cantidad de los modos de vibración, los cuales fueron de 3 por cada nivel, teniendo la estructura 11 niveles por encima del nivel de aislación, se obtuvieron 33 modos de vibración en total.

D. Análisis Dinámico:

El análisis dinámico de estructuras con aislamiento sísmico puede realizarse mediante el método de análisis Modal-Espectral o ya sea por el método de análisis Tiempo-Historia.

- **Análisis Modal Espectral:**

  El análisis modal-espectral permite analizar mayor cantidad de casos que el análisis estático pudiendo analizarse superestructuras más flexibles y que presenten ciertas irregularidades en planta, pero todavía mantiene las restricciones para lo referente al sistema de aislación.

- **Análisis Tiempo-Historia:**

  El análisis tiempo historia puede usarse en consideración la altura, el tamaño, la geometría, la localización y debe usarse cuando se cumplan las limitaciones del método estático y del espectro de respuesta.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Para nuestro caso se decidió usar un análisis modal espectral, adaptando la Norma E-030 a una edificación con aislamiento.

a. **Aceleración Espectral.**

Según la Norma E-030 la aceleración espectral es definida por:

$$S_a = \frac{ZUCS}{R} g \qquad \textbf{(51)}$$

La norma esta con un amortiguamiento de 5%, por lo que el coeficiente de amortiguamiento es 1 (Tabla 12) y no se muestra en la fórmula, para nuestro sistema aislado se asignó un 15% de amortiguamiento y según la Tabla 12 su respectivo coeficiente es 1.35, entonces la formula quedaría:

$$S_a = \frac{ZUCS}{RB} g \qquad \textbf{(52)}$$

Donde:

- Factor de Zona: Z = 0.40
- Coeficiente de Uso e Importancia: U = 1.0
- Factor de Amplificación Sísmica: C = 0.684

$$C = 2.5\left(\frac{T_p}{T}\right) \; y \; C \leq 2.5 \qquad \textbf{(53)}$$

Para T_p = 0.60 s y T = 2.193 s

- Factor de Amplificación del Suelo: S = 1.2
- Coeficiente de Reducción Sísmica: R = 2
- Coeficiente de Amortiguamiento: B = 1.35
- Gravedad: g = 9.81 m/s2

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Con estos datos obtenemos el coeficiente de cortante de base para definir los casos estáticos:

$$Base\ Shear\ Coefficient = \frac{ZUCS}{RB} = 0.1216 \qquad \textbf{(54)}$$

Para la curva de pseudo-aceleraciones se obtuvo la siguiente tabla:

T	C	ZUCS/RB
0.00	2.500	0.44444
0.05	2.500	0.44444
0.10	2.500	0.44444
0.15	2.500	0.44444
0.20	2.500	0.44444
0.25	2.500	0.44444
0.30	2.500	0.44444
0.35	2.500	0.44444
0.40	2.500	0.44444
0.45	2.500	0.44444
0.50	2.500	0.44444
0.55	2.500	0.44444
0.60	2.500	0.44444
0.65	2.308	0.41026
0.70	2.143	0.38095
0.75	2.000	0.35556
0.80	1.875	0.33333
0.85	1.765	0.31373
0.90	1.667	0.29630
0.95	1.579	0.28070
1.00	1.500	0.26667
1.05	1.429	0.25397
1.10	1.364	0.24242
1.15	1.304	0.23188
1.20	1.250	0.22222
1.25	1.200	0.21333
1.30	1.154	0.20513
1.35	1.111	0.19753
1.40	1.071	0.19048
1.45	1.034	0.18391
1.50	1.000	0.17778
1.55	0.968	0.17204
1.60	0.938	0.16667
1.65	0.909	0.16162
1.70	0.882	0.15686
1.75	0.857	0.15238
1.80	0.833	0.14815
1.85	0.811	0.14414
1.90	0.789	0.14035
1.95	0.769	0.13675
2.00	0.750	0.13333
2.05	0.732	0.13008
2.10	0.714	0.12698
2.15	0.698	0.12403
2.20	0.682	0.12121
2.25	0.667	0.11852
2.30	0.652	0.11594
2.35	0.638	0.11348
2.40	0.625	0.11111
2.45	0.612	0.10884
2.50	0.600	0.10667
2.55	0.588	0.10458
2.60	0.577	0.10256
2.65	0.566	0.10063
2.70	0.556	0.09877
2.75	0.545	0.09697
2.80	0.536	0.09524
2.85	0.526	0.09357
2.90	0.517	0.09195
2.95	0.508	0.09040
3.00	0.500	0.08889
3.05	0.492	0.08743
3.10	0.484	0.08602
3.15	0.476	0.08466
3.20	0.469	0.08333
3.25	0.462	0.08205
3.30	0.455	0.08081
3.35	0.448	0.07960
3.40	0.441	0.07843
3.45	0.435	0.07729
3.50	0.429	0.07619
3.55	0.423	0.07512
3.60	0.417	0.07407
3.65	0.411	0.07306
3.70	0.405	0.07207
3.75	0.400	0.07111
3.80	0.395	0.07018
3.85	0.390	0.06926
3.90	0.385	0.06838
3.95	0.380	0.06751
4.00	0.375	0.06667
5.00	0.300	0.05333
6.00	0.250	0.04444
7.00	0.214	0.03810
8.00	0.188	0.03333

Tabla 21: Valores curva de pseudo-aceleraciones.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Con los datos de la tabla se obtuvo la gráfica siguiente:

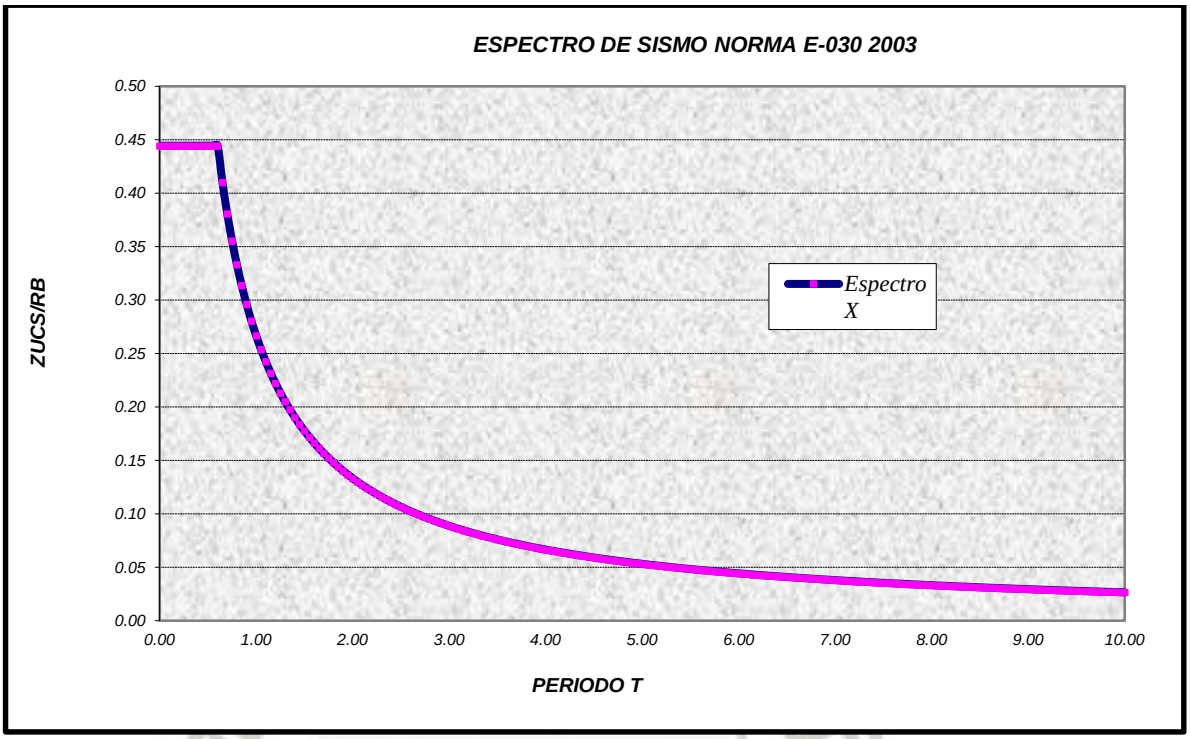


Figura 30: Curva de pseudo-aceleraciones.

3.3. Interpretación de Resultados con fines de Diseño en Concreto Armado.

Después de varias iteraciones en el programa ETABS obtenemos los resultados que se expondrán en forma de tablas con el fin de interpretar el comportamiento de la estructura aislada bajo los efectos de la carga sísmica.

Modo	Periodo (s)	UX	UY	RZ
1	2.193	0.9351	0.0028	0.0127
2	2.165	0.0002	0.8712	0.0659
3	2.000	0.0185	0.0814	0.8623

Tabla 22: Periodos y Participación de Masa.

De la Tabla 22 podemos observar que los periodos principales son los correspondientes a los Modos 1 y 2, con 2.193s y 2.165s respectivamente; siendo estos valores cercanos al periodo objetivo asignado. Además se observa que el primer modo corresponde a la dirección X con una participación de masa de 93.51 %, el segundo

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

modo corresponde a la dirección Y con 87.12 %, y el tercer modo corresponde a la dirección Z con 86.23 %.

Respecto a los desplazamientos tenemos:

Nivel	Carga	Desp. Max X (m)
Azotea	SX	0.223206
Nivel 8	SX	0.220125
Nivel 7	SX	0.216065
Nivel 6	SX	0.210875
Nivel 5	SX	0.204566
Nivel 4	SX	0.197234
Nivel 3	SX	0.189001
Nivel 2	SX	0.180012
Nivel 1	SX	0.161425
Sótano 1	SX	0.145367
Sótano 2	SX	0.142001

Tabla 23: Desplazamientos máximos en X.

Nivel	Carga	Desp. Max Y (m)
Azotea	SY	0.202532
Nivel 8	SY	0.198492
Nivel 7	SY	0.194169
Nivel 6	SY	0.189623
Nivel 5	SY	0.184869
Nivel 4	SY	0.179961
Nivel 3	SY	0.174971
Nivel 2	SY	0.170042
Nivel 1	SY	0.161391
Sótano 1	SY	0.145763
Sótano 2	SY	0.142842

Tabla 24: Desplazamientos máximos en Y.

Con los desplazamientos máximos mostrados en las Tablas 23 y 24 dados por el programa, se calcularan las derivas máximas, estas deben ser comparadas con la deriva limite dada por la norma que para el caso de estructuras de Concreto Armado es de 0.007.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Piso	Altura m	Desp. Max. X m	Desp. Max. Relat. X m	Deriva Estática Δe	Deriva Inelástica Δi	Deriva Limite Δca	Δi < Δca
Azotea	31.30	0.223206	0.081205	0.001100	0.00165	0.007	OK
Nivel 8	28.50	0.220125	0.078124	0.001450	0.00217	0.007	OK
Nivel 7	25.70	0.216065	0.074064	0.001854	0.00278	0.007	OK
Nivel 6	22.90	0.210875	0.068874	0.002253	0.00338	0.007	OK
Nivel 5	20.10	0.204566	0.062565	0.002619	0.00393	0.007	OK
Nivel 4	17.30	0.197234	0.055233	0.002940	0.00441	0.007	OK
Nivel 3	14.50	0.189001	0.047000	0.003210	0.00482	0.007	OK
Nivel 2	11.70	0.180012	0.038011	0.003645	0.00547	0.007	OK
Nivel 1	6.60	0.161425	0.019424	0.004226	0.00634	0.007	OK
SS1	2.80	0.145367	0.003366	0.001202	0.00180	0.007	OK
SS2	0.00	0.142001	0.000000	0.000000	0.00000	0.007	OK
				Max =	**0.00634**		

Tabla 25: Derivas en X.

Piso	Altura m	Desp. Max. Y m	Desp. Max. Relat. Y m	Deriva Estática Δe	Deriva Inelástica Δi	Deriva Limite Δca	Δi < Δca
Azotea	31.30	0.202532	0.059690	0.00144	0.00216	0.007	OK
Nivel 8	28.50	0.198492	0.055650	0.00154	0.00232	0.007	OK
Nivel 7	25.70	0.194169	0.051327	0.00162	0.00244	0.007	OK
Nivel 6	22.90	0.189623	0.046781	0.00170	0.00255	0.007	OK
Nivel 5	20.10	0.184869	0.042027	0.00175	0.00263	0.007	OK
Nivel 4	17.30	0.179961	0.037119	0.00178	0.00267	0.007	OK
Nivel 3	14.50	0.174971	0.032129	0.00176	0.00264	0.007	OK
Nivel 2	11.70	0.170042	0.027200	0.00170	0.00254	0.007	OK
Nivel 1	6.60	0.161391	0.018549	0.00411	0.00617	0.007	OK
SS1	2.80	0.145763	0.002921	0.00104	0.00156	0.007	OK
SS2	0.00	0.142842	0.000000	0.00000	0.00000	0.007	OK
				Max =	**0.00617**		

Tabla 26: Derivas en Y.

De las Tablas 25 y 26 se puede observar que todas las derivas son menores a 0.007 cumpliendo la condición dada por la norma. También su pueden mostrar los datos anteriores de forma gráfica:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

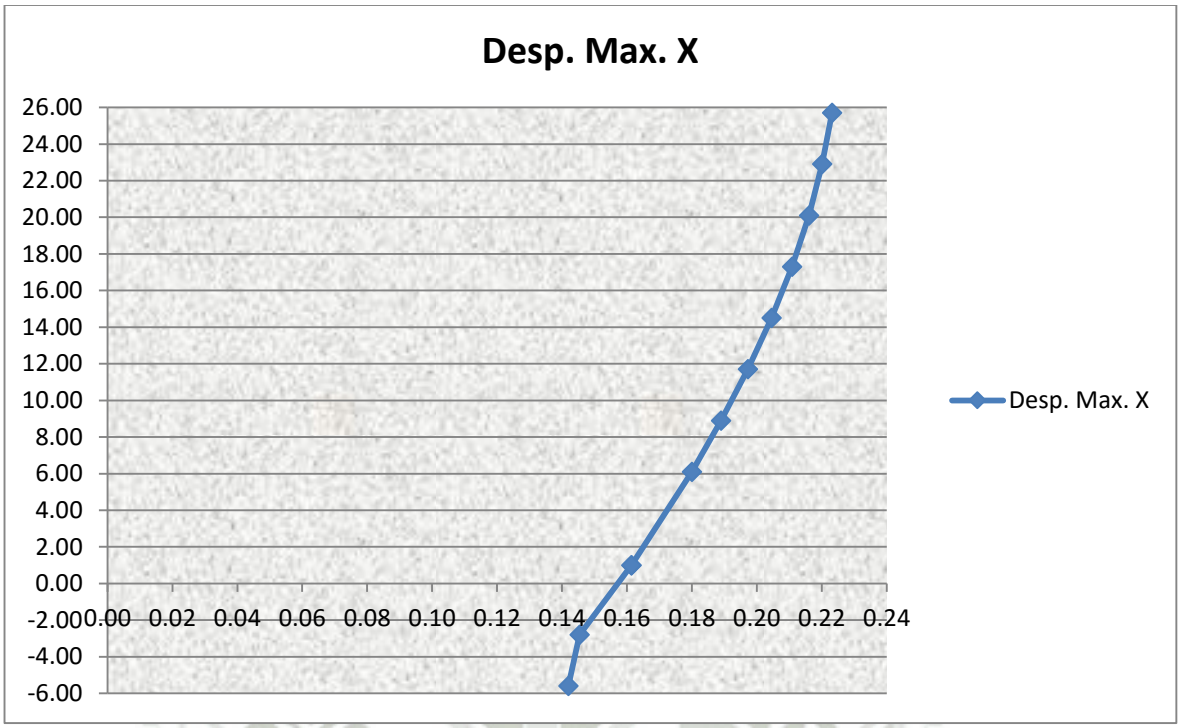


Figura 31: Desplazamientos Máximos en X.

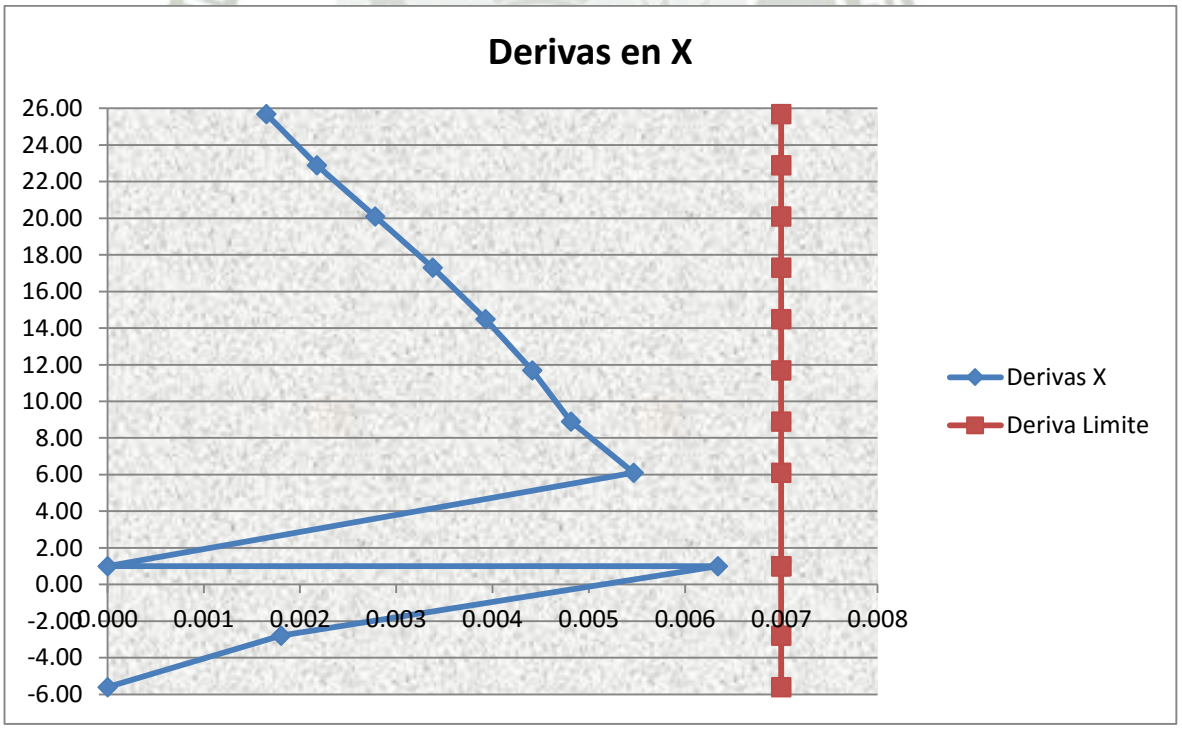


Figura 32: Derivas en X.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

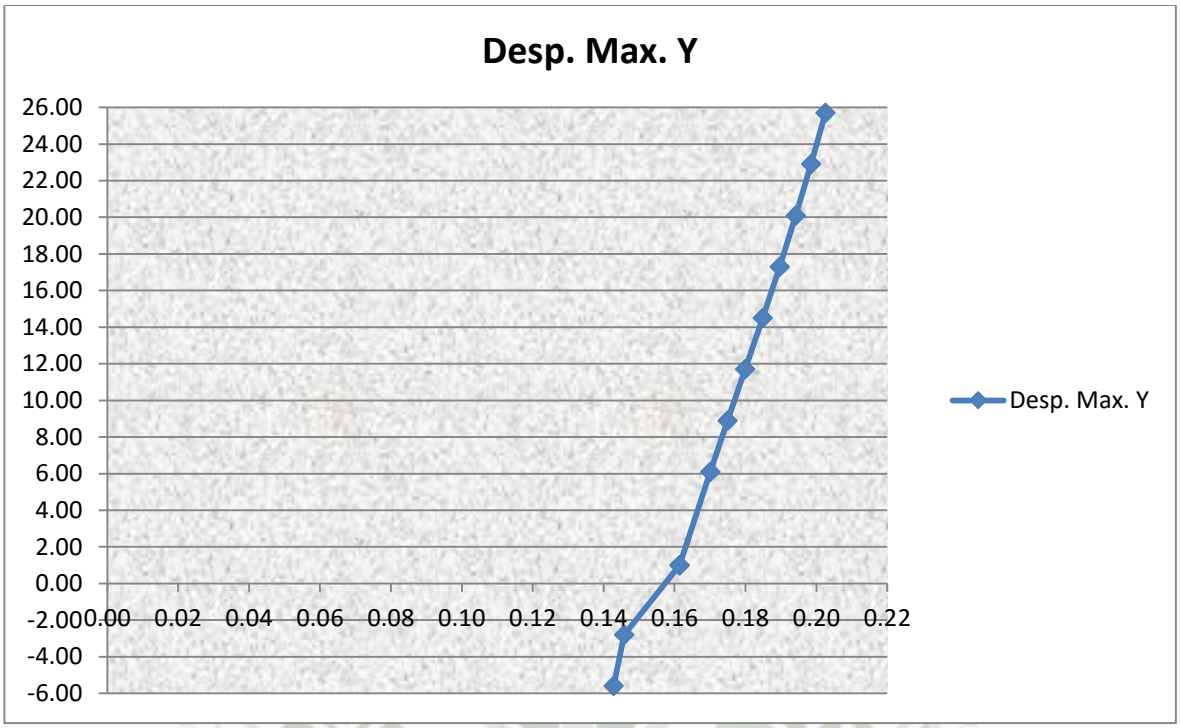


Figura 33: Desplazamientos Máximos en Y.

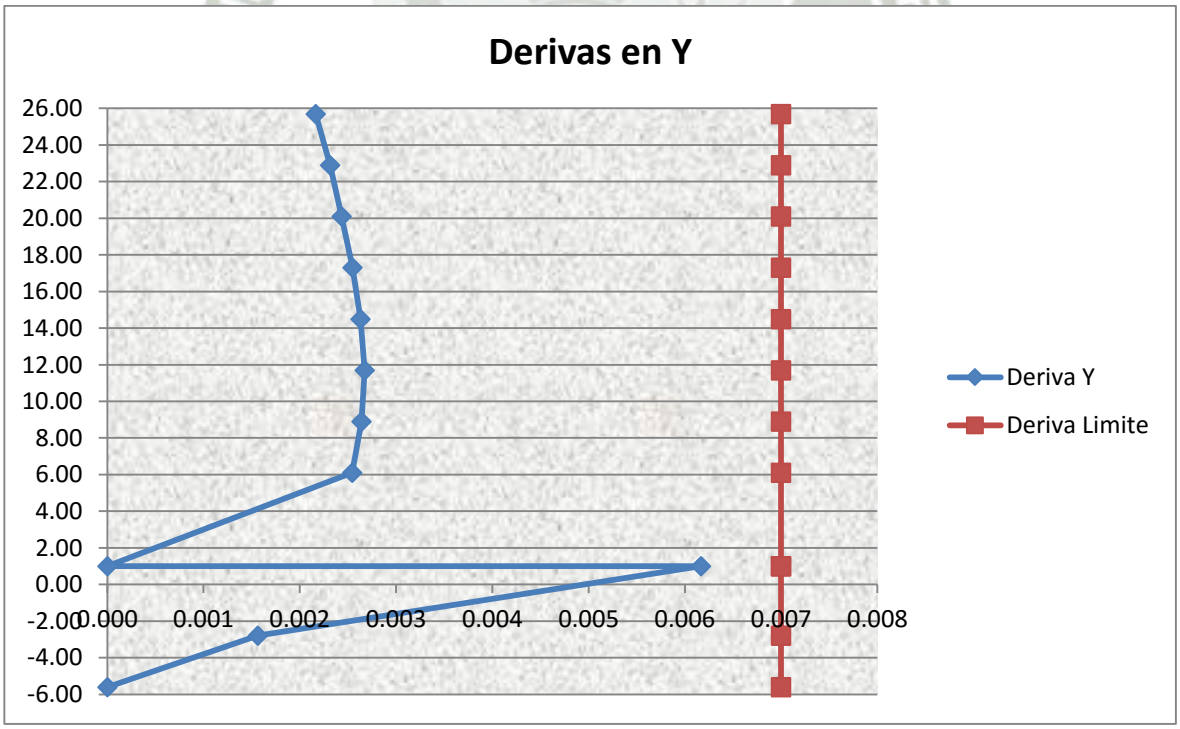


Figura 34: Derivas en Y.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

4. CAPITULO IV: DISEÑO ESTRUCTURAL

El principio de diseño indicado por la Norma de Concreto E-060 es el "Método por Resistencia", también llamado "Método de Rotura". El método de diseño a la rotura, requiere que las cargas aplicadas a la estructura sean incrementadas mediante factores de amplificación, y las resistencias nominales sean reducidas por factores de reducción de resistencia, "Ø".

$$\emptyset Rn \geq Ui \qquad \textbf{(55)}$$

Donde: Ø: factor de reducción de resistencia
Rn: resistencia nominal del elemento
Ui: carga amplificada aplicada al elemento

La NTE- 060 indica que la resistencia requerida (U), para cargas muertas (CM), cargas vivas (CV) y cargas de sismo (CS) deberá ser como mínimo:

$$U = 1.4CM + 1.7CV$$
$$U = 1.25(CM + CV) + CS$$
$$U = 0.9CM + CS$$

Asimismo la NTE- 060 indica que el factor de reducción de resistencia Ø deberá ser:

- Para flexión sin carga axial Ø = 0.90
- Para flexión con carga axial de tracción Ø = 0.90
- Para flexión con carga axial de comprensión y para comprensión sin flexión:
  - Elementos con refuerzo en espiral Ø = 0.75
  - Otros elementos Ø = 0.70
- Para cortante sin o con torsión Ø = 0.85
- Para aplastamiento en el concreto Ø = 0.70

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

4.1. Elementos para transmisión de cargas verticales:

Los elementos para transmisión de cargas verticales de una estructura son las losas, las vigas y las columnas; siendo el caso de diseño de las columnas tratado después. Como ya se desarrolló el diseño de las losas aligeradas se procederá al diseño de las vigas de la estructura. (Muñoz Guerra, 2013, pág. 91).

4.1.1. Vigas.

Las vigas son elementos cuya función principal es la de transmitir las cargas de gravedad hacia las placas y columnas; además cumplen con la función de absorber los esfuerzos generados por las deformaciones laterales de los pórticos en los que se encuentran producidos por los sismos. Las vigas serán diseñadas para resistir esfuerzos de flexión y corte, considerando el efecto de las cargas de gravedad y sismo, para ello consideraremos las siguientes combinaciones (Acedo Chuquipiondo, 2013, pág. 53):

$$U = 1.4\,CM + 1.7CV$$

$$U = 1.25\,(CM+CV) +/- CS$$

$$U = 0.9CM +/- CS$$

A. Diseño por Flexión.

Luego de obtener la envolvente de momento flector de la viga a diseñar, se procede a calcular el acero de refuerzo necesario, para ello primero calculamos el valor de "Ku" utilizando la siguiente expresión:

$$Ku = \frac{Mu}{b * d^2} \qquad \textbf{(56)}$$

Mu: momento ultimo

b: base de la sección

d: peralte efectivo de la sección

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Con el valor de "Ku" y haciendo uso de tablas, en las cuales para diferentes valores de "Ku" se tiene un valor de cuantía dependiendo de resistencia del concreto "f´c" (Tabla 10-3, Diseño en Concreto Armado), se halla el valor de la cuantía de acero "ρ" requerida.

Por último se procede a calcular el área de acero requerida por flexión con la ecuación:

$$As = \rho * b * d \qquad \textbf{(57)}$$

Como siempre, se debe comparar el acero requerido con el acero mínimo.

B. Diseño por Corte.

El diseño de las secciones transversales, de los elementos sujetos a fuerza cortante, se basa en que la fuerza cortante última en la sección crítica es resistida por la sección de concreto "Vc" más una contribución adicional proporcionada por el acero de refuerzo transversal (estribos) "Vs".

$$Vud \leq \emptyset(Vc + Vs) \qquad \textbf{(58)}$$

$$V_C = 0.53 * \sqrt{f´c} * b * d \qquad \textbf{(59)}$$

$$Vs = \frac{Vud}{\emptyset} - Vc \qquad \textbf{(60)}$$

Vud: cortante ultima a una distancia "d" de la cara del apoyo.

Según norma la fuerza cortante de diseño *Vu* de las vigas y columnas que resistan efectos sísmicos no debe ser menor que:

$$Vu = V_{isostatico} + \frac{M_{ni} + M_{nd}}{ln} \qquad \textbf{(61)}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Para calcular el espaciamiento entre estribos “s” se utiliza la siguiente formula:

$$s = \frac{Av * fy * d}{Vs} \quad \textbf{(62)}$$

Av: área del refuerzo transversal.

Se requiere tener una zona de confinamiento igual a dos veces el peralte de la viga, en la cual el espaciamiento máximo será el menor valor se las siguientes expresiones:

$$s1 = 0.25 * d \quad \textbf{(63)}$$

$$s2 = 8 * db \quad \textbf{(64)}$$

db: diámetro de varilla

$$s3 = 30\ cm \quad \textbf{(65)}$$

El primer estribo siempre deberá ubicarse 5 cm de la cara del apoyo.

Fuera de la zona de confinamiento el espaciamiento dependerá de la relación de “Vs” con “Vslim”, siendo este:

$$Vs^{lim} = 1.1 * \sqrt{f´c} * b * d \quad \textbf{(66)}$$

Cuando:

$$Vs < Vs^{lim} \quad \textbf{(67)}$$

La separación de estribos será el menor valor de:

$$s´1 = \frac{Av * fy * d}{Vs} \quad \textbf{(68)}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

$$s'2 = \frac{d}{2} \quad \textbf{(69)}$$

$$s'3 = 60\ cm \quad \textbf{(70)}$$

Y cuando:

$$Vs \geq Vs^{lim} \quad \textbf{(71)}$$

La separación de estribos será el menor valor de:

$$s'1 = \frac{Av * fy * d}{Vs} \quad \textbf{(72)}$$

$$s'2 = \frac{d}{4} \quad \textbf{(73)}$$

$$s'3 = 30\ cm \quad \textbf{(74)}$$

C. Ejemplo de Diseño de Viga.

La viga V-2 del eje C del Nivel 1 se usará como ejemplo. La viga tiene sección de 35cm x 70 cm.

a. Diseño por Flexión.

Los resultados obtenidos del análisis estructural con el programa Etabs muestra el siguiente diagrama:

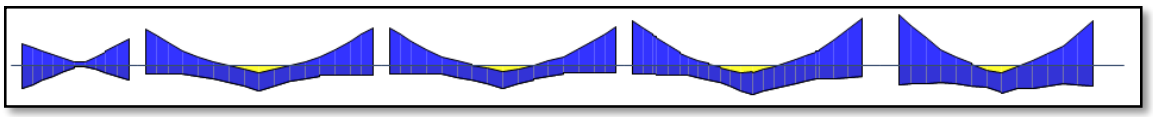


Figura 35: Envolvente del DMF de Viga V-2.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Cuyos valores son:

Tramo	1			2			3		
M- (Tnf.m)	-49.13	-	-32.66	-58.54	-	-54.35	-57.88	-	-58.02
M+ (Tnf.m)	36.19	-	41.27	9.49	32.69	10.71	9.16	29.76	7.86

Tramo	4			5		
Mu- (Tnf.m)	-62.74	-	-62.58	-62.76		-60.71
Mu+ (Tnf.m)	9.80	32.07	12.77	21.16	32.63	22.30

Tabla 27: Momentos de Viga V-2.

Se procederá a diseñar el Tramo 5, ya que este presenta los mayores momentos actuantes.

El acero mínimo requerido por norma será:

$$As\ min = \frac{0.7 * \sqrt{280} * 35 * 64}{4200}$$

As min = 6.25 cm2

- **Momentos Negativos:**

  - **M = - 62.76 Tnf.m**

    d = 62 cm (2 capas de refuerzo)

$$Ku = \frac{62.76 * 10^5}{35 * 62^2}$$

Ku = 46.65 Kgf/cm2

Entonces: ρ = 1.41 %

El área de acero requerida será:

$$As = 0.0141 * 35 * 62$$

As = 30.60 cm2 (6 Ø 1”)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- **M = - 60.71 Tnf.m**

  d = 62 cm (2 capas de refuerzo)

$$Ku = \frac{60.71 * 10^5}{35 * 62^2}$$

  Ku = 45.12 Kgf/cm2

  Entonces: ρ = 1.36 %

  El área de acero requerida será:

$$As = 0.0136 * 35 * 62$$

  As = 29.44 cm2 (6 Ø 1")

- **Momento Positivo:**

- **M = 32.63 Tnf.m**

  d = 64 cm

$$Ku = \frac{32.63 * 10^5}{35 * 64^2}$$

  Ku = 22.76 Kgf/cm2

  Entonces: ρ = 0.64 %

  El área de acero requerida será:

$$As = 0.0064 * 35 * 64$$

  As = 14.30 cm2 (3 Ø 1")

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

b. Diseño por Corte.

Los resultados obtenidos del análisis estructural con el programa Etabs muestra el siguiente diagrama:

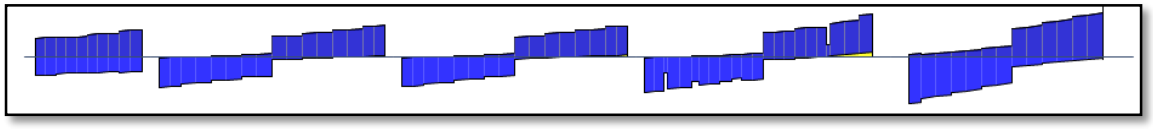


Figura 36: Envolvente del DFC de Viga V-2.

Cuyos valores son:

Tramo	1		2		3		4		5	
Vu (Tnf)	-12.81	17.78	-20.32	20.57	-19.92	20.29	-23.630	28.28	-31.50	32.89

Tabla 28: Cortante en Viga V-2.

Del DFC se obtiene:

Vu = 32.89 Tnf

Vud = 27.32 Tnf

La fuerza cortante de diseño *Vu* de las vigas que resistan efectos sísmicos no debe ser menor que:

Para As+ = 2 Ø 1” = 10.20 cm2 → Mni = 23.68 Tnf.m

Para As- = 6 Ø 1” = 30.60 cm2 → Mns = 62.79 Tnf.m

$$Vu = 21.69 + \frac{62.79 + 23.68}{6.375} = 35.25\ Tnf$$

Entonces Vu de diseño será 35.25 Tnf

La contribución del concreto será:

$$V_c = 0.53 * \sqrt{280} * 35 * 64$$

Vc = 19.87 Tnf

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

$$Vs = \frac{35.25}{0.85} - 19.87$$

Vs = 21.61 Tnf

- **Espaciamiento en la Zona de Confinamiento:**

  Utilizando estribos de 3/8", el espaciamiento requerido en la zona de confinamiento será:

$$s = \frac{(2 * 0.71) * 4200 * 64}{21610}$$

s = 17.66 cm

El espaciamiento "s" máximo será el menor valor de:

$$s1 = 0.25 * 64 = 16\ cm$$

$$s2 = 8 * 2.54 = 20.32\ cm$$

$$s3 = 30\ cm$$

- **Espaciamiento fuera de la Zona de Confinamiento:**

$$Vs^{lim} = 1.1 * \sqrt{280} * 35 * 64$$

Vs lim = 41.23 Tnf

$$21.61\ Tnf < 41.23\ Tnf$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Entonces el espaciamiento "s´" máximo será el menor valor de:

$$s´2 = \frac{64}{2} = 32\ cm$$

$$s´3 = 60\ cm$$

La distribución de estribos será:

Ø 3/8" : 1 @ 5.00 cm , 9 @ 15.00 cm , Rst. @ 25.00 cm

Uniformizando el diseño para todas las vigas principales la distribución de estribos finalmente quedaría de la siguiente manera:

Ø 3/8" : 1 @ 5.00cm , 13 @ 10.00cm , 5 @ 15.00cm , Rst. @ 25.00cm

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

4.2. Elementos para transmisión de cargas laterales

Para el caso de la estructura en estudio los elementos de transmisión de carga lateral son las columnas y las placas, cuyo diseño será desarrollado a continuación.

4.2.1. Columnas.

Las columnas son elementos estructurales verticales que trabajan principalmente a compresión, también soportan los momentos flectores generados por los demás elementos estructurales en los dos sentidos. El diseño de las columnas será por flexocompresión y por corte, también se procederá a verificar la flexión biaxial, y la esbeltez de la columna.

Las columnas soportarán además de su peso propio, las sobrecargas, las cargas de las vigas peraltadas, losas aligeradas y todo elemento estructural que este dentro de su área de tributaria. (Retamozo Martinez, 2011, pág. 71).

A. Efecto Local de Esbeltez.

El efecto local de esbeltez en una columna se puede despreciar si:

$$\frac{k * lu}{r} \leq 34 - 12 * \left(\frac{M1}{M2}\right) \qquad \textbf{(75)}$$

Donde:

k: factor de longitud efectiva.

lu: longitud sin soporte lateral.

r: radio de giro de la sección transversal.

M1: el menor momento amplificado de uno de los extremos, debe tomarse como positivo si el elemento presenta curvatura simple y negativo si tiene curvatura doble.

M2: el mayor momento amplificado de uno de los extremos, siempre positivo.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

De no cumplirse la condición anterior, el efecto de esbeltez se deberá calcular con la siguiente fórmula:

$$\delta 1 = \frac{Cm}{1 - \frac{Pu}{0.75 * Pc}} \geq 1.0 \qquad \textbf{(76)}$$

Donde:

Pu: Carga axial amplificada.

Pc: Carga crítica de pandeo.

Cm: factor que relaciona el diagrama real de momentos con un diagrama equivalente de momento uniforme.

B. Efecto Global de Esbeltez.

El factor "δg" se calcula en forma conjunta para todo el entrepiso en cada dirección de análisis, usando la siguiente expresión:

$$\delta g = \frac{1}{1 - Q} \qquad \textbf{(77)}$$

Q: es el índice de estabilidad del edificio, calculado con:

$$Q = \frac{(\sum Pu) * \Delta u}{Vu * h} \qquad \textbf{(78)}$$

∑Pu: es la sumatoria de todas las cargas verticales amplificadas en el entrepiso considerado.

Δu: Deformación relativa entre el nivel superior y el inferior del entrepiso.

Vu: Fuerza cortante amplificada a nivel de entrepiso.

h: Altura del entrepiso considerado.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

De acuerdo al índice de estabilidad los entrepisos se clasificarán en:

- Si el índice Q es menor que 0.06, se podrá considerar que el entrepiso está arriostrado lateralmente, y los efectos globales de Segundo Orden pueden despreciarse (δg = 1).
- Si el índice Q está comprendido entre 0.06 y 0.25, los efectos globales deben considerarse, y se calculara "δg" con el valor de Q obtenido.
- Si el índice Q es mayor que 0.25, deberá cambiarse la sección de la columna o realizarse un análisis de Segundo Orden. (Aparicio Candia & Pinto Rodríguez, 2009, pág. 71).

C. Diseño por Flexocompresión Uniaxial.

Para realizar el diseño por flexocompresión se deberá construir varios diagramas de interacción para cada columna y para cada dirección, los diagramas de interacción definen los límites de resistencia de la sección (área de acero y área bruta de la sección), para las fuerzas axiales y momentos flectores generados por las acciones de gravedad y sísmicas luego de amplificarlas por las diversas combinaciones, si los puntos se encuentran dentro de la curva de diseño , entonces la sección y la cantidad de acero es la adecuada. Las curvas de diseño del diagrama de interacción se generan variando la ubicación del eje neutro en la sección para una determinada distribución de acero, luego se procede a calcular por equilibrio la resistencia nominal de la sección para ese caso, determinándose un punto, y así sucesivamente hasta completar la curva. (Retamozo Martinez, 2011, pág. 71).

Se recomienda por norma que la cuantía de acero de refuerzo longitudinal mínimo sea del 1% y como máximo el 6% del área bruta de la sección de concreto. Se recomienda no trabajar con cuantías mayores al 4%, teniendo un diseño más económico y más fácil de construir.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

D. Diseño por Flexión Biaxial.

Cuando se tiene una carga axial actuando en un punto, tal que se produzcan simultáneamente excentricidades en las dos direcciones de la columna, el problema del diseño es complejo, pues aun cuando se puede seguir trabajando con un bloque rectangular equivalente de compresiones, la posición del eje neutro no es simple de determinar pues la inclinación de este no es perpendicular a la excentricidad resultante. (Aparicio Candia & Pinto Rodríguez, 2009, pág. 63).

La N.T.E. E-060 acepta la ecuación de Bresler como método aproximado para el diseño biaxial.

$$\frac{1}{Pu} = \frac{1}{Pux} + \frac{1}{Puy} - \frac{1}{\emptyset Pon} \qquad \textbf{(79)}$$

Pu: resistencia última a carga axial en flexión biaxial.

Pux: resistencia última bajo la acción de momento únicamente en X (ey = 0).

Puy: resistencia última bajo la acción de momento únicamente en Y (ex = 0).

Pon: resistencia última bajo la acción de carga axial únicamente (ex = ey = 0), que se calcula mediante:

$$Pon = 0.85 * f'c * (Ag - Ast) + fy * Ast \qquad \textbf{(80)}$$

Esta ecuación es válida siempre que se cumpla:

$$Pu \geq 0.1 * \emptyset Pon \qquad \textbf{(81)}$$

En caso contrario la norma E-060 indica:

$$\frac{Mux}{\emptyset Mnx} + \frac{Muy}{\emptyset Mny} \leq 1.0 \qquad \textbf{(82)}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

E. Diseño por Corte.

Se busca que la falla sea por flexión y no por fuerza cortante, para poder obtener un comportamiento más dúctil por parte de la columna. Para lograr esto, la fuerza cortante última se calcula con los momentos nominales (Mn) en los extremos de la luz libre, correspondiente a la fuerza axial Pu que dé como resultado el mayor momento nominal posible, es decir (Rodríguez Rodríguez, 2007, pág. 81):

$$Vu = \frac{(Mni + Mns)}{hn} \quad \textbf{(83)}$$

Mni y Mns: son los momentos nominales inferior y superior en los extremos de la altura libre "hn" del elemento.

La resistencia del concreto está dada por la ecuación:

$$Vc = 0.53 * \sqrt{f'c} * b * d * \left(1 + \frac{Pu}{140 * Ag}\right) \quad \textbf{(84)}$$

Ag: área bruta de la sección.

La contribución en la resistencia aportada por el refuerzo transversal (Vs) se calcula de la misma forma que para el diseño de Vigas.

$$Vs = \frac{Vu}{\emptyset} - Vc \quad \textbf{(85)}$$

Igualmente se requiere tener una zona de confinamiento cuya longitud será el máximo valor de:

$$lo1 = \frac{hn}{6} \quad \textbf{(86)}$$

$$lo2 = mayor\ dimensión\ de\ la\ sección \quad \textbf{(87)}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

$$lo3 = 50\ cm \quad \textbf{(88)}$$

Dentro de la zona de confinamiento los estribos se colocarán con un espaciamiento "s" que no exceda del menor de los siguientes valores:

$$s1 = 8 * dbl \quad \textbf{(89)}$$

$$s2 = \frac{menor\ dimensión\ de\ la\ sección}{2} \quad \textbf{(90)}$$

$$s3 = 10\ cm \quad \textbf{(91)}$$

También el primer estribo siempre deberá ubicarse 5 cm de la cara del apoyo.

Fuera de la zona de confinamiento el espaciamiento será el menor de:

$$s´1 = 16 * dbl \quad \textbf{(92)}$$

$$s´2 = 48 * dbe \quad \textbf{(93)}$$

$$s´3 = menor\ dimensión\ de\ la\ seccion \quad \textbf{(94)}$$

$$s´4 = 30\ cm \quad \textbf{(95)}$$

F. Ejemplo de Diseño de Columna.

Se diseñará la columna C-1 de la superestructura, ubicada en la intersección de los ejes 5 y C del Nivel 1, al ser la más cargada axialmente. La sección de esta columna es de 55 cm x 120 cm y tiene una longitud libre de 4.40 m.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Los resultados obtenidos del análisis estructural con el programa Etabs se muestran en la siguiente tabla:

Para TOP:

Comb	P (Tnf)	M2 (Tnf.m)	M3 (Tnf.m)
Comb 1	754.23	0.6225	-5.0167
Comb 2	627.98	4.5092	-38.3862
Comb 3	648.83	-3.3655	30.1203
Comb 4	643.22	-14.5814	-0.8616
Comb 5	633.59	15.7252	-7.4043
Comb 6	331.58	4.4032	-36.0656
Comb 7	352.42	-3.4715	32.4409
Comb 8	346.82	-14.6875	1.459
Comb 9	337.18	15.6191	-5.0837

Tabla 29: Fuerzas y Momentos en Top de Columna C-1.

Para BOT:

Comb	P (Tnf)	M2 (Tnf.m)	M3 (Tnf.m)
Comb 1	763.99	-0.4876	7.6723
Comb 2	636.69	-7.2576	78.9987
Comb 3	657.54	6.2689	-66.3426
Comb 4	651.93	29.4411	3.2234
Comb 5	642.30	-30.4298	9.4327
Comb 6	337.85	-7.3173	75.4722
Comb 7	358.70	6.2092	-69.8692
Comb 8	353.09	29.3814	-0.3032
Comb 9	343.46	-30.4895	5.9062

Tabla 30: Fuerzas y Momentos en Bot de Columna C-1.

a. Efecto Local de Esbeltez.

Para la condición más desfavorable:

- Para X:

$$\frac{1 * 4.40}{0.3 * 1.20} \leq 34 - 12 * \left(\frac{-0.86}{3.22}\right)$$

$$12.22 \leq 37.21 \rightarrow Cumple$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Para Y:

$$\frac{1 * 4.40}{0.3 * 0.55} \leq 34 - 12 * \left(\frac{-3.37}{6.27}\right)$$

$$26.67 \leq 40.00 \rightarrow Cumple$$

Por lo tanto, el efecto local de esbeltez se desprecia en los cálculos de los momentos, o lo que es igual a decir, δ1 es igual a 1.

b. Efecto Global de Esbeltez.

Para X:

Nivel	∑Pu (Tnf)	u (m)	Δu (cm)	Vu (Tnf)	H (cm)	Q	
A	575.19	0.08121	0.46215	-155.22	140.00	0.012	Arriostrado
8	1556.60	0.07812	0.60900	-360.30	280.00	0.009	Arriostrado
7	2538.02	0.07406	0.77850	-540.34	280.00	0.013	Arriostrado
6	3519.43	0.06887	0.94635	-695.33	280.00	0.017	Arriostrado
5	4500.84	0.06257	1.09980	-825.27	280.00	0.021	Arriostrado
4	5482.25	0.05523	1.23495	-930.18	280.00	0.026	Arriostrado
3	6463.66	0.04700	1.34835	-1010.03	280.00	0.031	Arriostrado
2	7568.96	0.03801	2.78805	-1076.06	395.00	0.050	Arriostrado
1	8916.35	0.01942	0.00000	-1088.61	495.00	0.000	Arriostrado

Tabla 31: Verificación de Efecto Global de Esbeltez de Columna C-1 en X.

Para Y:

Nivel	∑Pu (Tnf)	u (m)	Δu (cm)	Vu (Tnf)	H (cm)	Q	
A	575.19	0.05969	0.60600	-157.30	140.00	0.016	Arriostrado
8	1556.60	0.05565	0.64845	-365.12	280.00	0.010	Arriostrado
7	2538.02	0.05133	0.68190	-547.57	280.00	0.011	Arriostrado
6	3519.43	0.04678	0.71310	-704.64	280.00	0.013	Arriostrado
5	4500.84	0.04203	0.73620	-836.32	280.00	0.014	Arriostrado
4	5482.25	0.03712	0.74850	-942.63	280.00	0.016	Arriostrado
3	6463.66	0.03213	0.73935	-1023.56	280.00	0.017	Arriostrado
2	7568.96	0.02720	1.29765	-1090.47	395.00	0.023	Arriostrado
1	8916.35	0.01855	0.00000	-1103.19	495.00	0.000	Arriostrado

Tabla 32: Verificación de Efecto Global de Esbeltez de Columna C-1 en Y.

Como se puede observar en ambas tablas todos los valores de Q son menores que 0.06, por lo tanto se podrá considerar que los entrepisos están arriostrados lateralmente.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

c. Diseño por Flexocompresión Uniaxial.

Considerando que las cuantías de acero para columnas varían de 1 % a 6 %, entonces se consideró 16 Ø 1”, que corresponden a una cuantía de 1.24 %, siendo esta una cuantía aceptable. Las barras serán distribuidas de la siguiente manera:

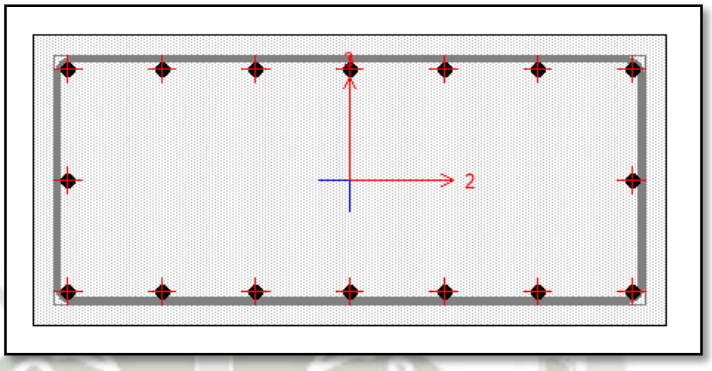


Figura 37: Detalle de C-1

Los diagramas de interacción obtenidos con el programa CSICOL son:

- Para X:

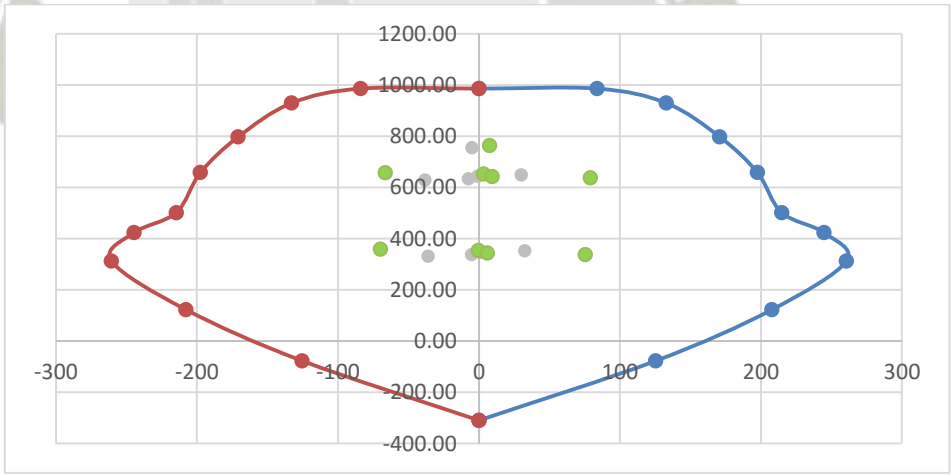


Figura 38: Diagrama de Interacción en X.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

- Para Y:

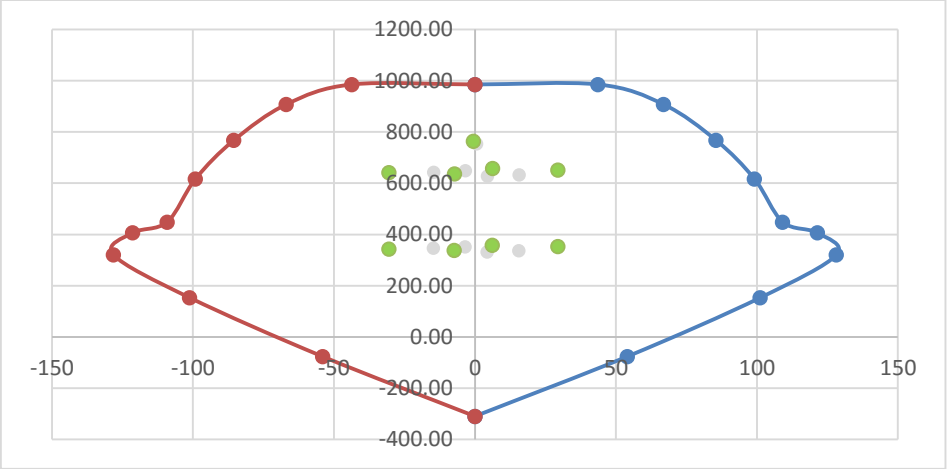


Figura 39: Diagrama de Interacción en Y.

Como se puede ver en los gráficos anteriores, el acero colocado es el adecuado para que la columna pueda resistir las condiciones más desfavorables.

d. Diseño por Flexión Biaxial.

Calculamos "Pon":

$$Pon = 0.85 * 280 * (55 * 120 - 16 * 5.10) + 4200 * 16 * 5.10$$

Pon = 1894.10 Tnf

ØPon = 0.70 x 1894.10 = 1325.87 Tnf

De los diagramas de interacción:

Pux = 985.61 Tnf

Puy = 985.61 Tnf

Luego:

$$\frac{1}{Pu} = \frac{1}{985.61} + \frac{1}{985.61} - \frac{1}{1325.87}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Pu = 784.33 Tnf

$$763.99\ Tnf \leq 784.33\ Tnf \rightarrow Cumple$$

Verificamos la condición de uso de la ecuación de Bresler:

$$784.33\ Tnf \geq 132.59\ Tnf \rightarrow Cumple$$

e. Diseño por Corte.

Con las cargas axiales de las diferentes combinaciones y con ayuda de los diagramas de interacción se halló el momento nominal máximo:

Para: Pu max = 763.99 Tnf → Mn = 177.12 Tnf.m

Para: Pu = 337.85 Tnf → Mn max = 257.02 Tnf.m

La fuerza cortante de diseño será:

$$Vu = \frac{2 * 257.02}{4.40}$$

Vu = 116.83 Tnf

La resistencia del concreto es:

$$Vc = 0.53 * \sqrt{280} * 55 * 114 * \left(1 + \frac{763990}{140 * 55 * 120}\right)$$

Vc = 101.58 Tnf

La contribución del refuerzo será:

$$Vs = \frac{116.83}{0.85} - 101.58$$

Vs = 35.86 Tnf

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Utilizando dos estribos de 3/8" la separación será:

$$s = \frac{(4 * 0.71) * 4200 * 114}{35860}$$

s = 37.92 cm

- **Longitud de la Zona de Confinamiento:**

$$lo1 = \frac{440}{6} = 73.33\ cm$$

$$lo2 = 120\ cm$$

$$lo3 = 50\ cm$$

- **Espaciamiento dentro de la zona de confinamiento:**

$$s1 = 8 * 2.54 = 20.32\ cm$$

$$s2 = \frac{55}{2} = 27.50\ cm$$

$$s3 = 10\ cm$$

- **Espaciamiento fuera de la zona de confinamiento:**

$$s´1 = 16 * 2.54 = 40.64\ cm$$

$$s´2 = 48 * 0.95 = 45.60\ cm$$

$$s´3 = 50\ cm$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

$$s´4 = 30\ cm$$

Finalmente la distribución de estribos utilizada será:

2 Ø 3/8": 1 @ 5 cm, 12 @ 10 cm, Rst. @ 25 cm

4.2.2. Placas.

Se denominan placas o muros de corte a aquellos elementos sujetos a cargas verticales y laterales producidas por los sismos, estos elementos dada su alta rigidez absorben gran parte de la fuerza sísmica total. Su uso es recomendado para edificio altos, con el fin de controlar las deflexiones de entrepiso, pues absorben grandes fuerzas cortantes, que a su vez producen momentos importantes, los cuales son mayores en los pisos bajos de las edificaciones. Las placas son elementos sometidos a flexocompresión y fuerza cortante, por lo tanto pueden ser diseñados con las hipótesis básicas de flexión. (Retamozo Martinez, 2011, pág. 78).

A. Diseño por Flexocompresion.

Primero se procede a verificar si la placa es esbelta (H/L ≥ 1), cumpliendo este requisito se da el siguiente procedimiento:

- Se coloca el refuerzo vertical distribuyéndose a lo largo de la placa, concentrando mayor refuerzo en los extremos, con esto se procede a hacer el diagrama de interacción.
- Se ubica los momentos y fuerzas axiales, provenientes de las combinaciones de carga, en el diagrama de interacción.
- Se verifica que estos puntos estén dentro y lo más cercano a la curva de diseño, cumplido este punto se considerará un diseño adecuado.

De ser un muro poco esbelto (H/L<1), el comportamiento ya no puede ser analizado por hipótesis de flexión sino que su diseñó será similar al diseño

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

de las vigas pared, teniendo otro procedimiento. (Retamozo Martinez, 2011, pág. 78).

B. Diseño por Corte.

Al diseñar por cortante las placas, lo que se buscará de acuerdo a las recomendaciones del diseño antisísmico, es que éstas tengan una mayor resistencia al corte que a la flexión de tal modo que su falla sea de tipo dúctil y no frágil, por esta razón la Norma nos presenta una fórmula para el cálculo de la fuerza cortante de diseño, en la que se amplifica el mayor valor de los cortantes obtenidos de las combinaciones de diseño, por uno factor que a continuación se presenta: (Acedo Chuquipiondo, 2013, pág. 68).

$$Vu = Vua * \left(\frac{Mun}{Mua}\right) \quad \textbf{(96)}$$

Vua: fuerza cortante actuante obtenido del análisis.
Mun: momento nominal asociado a Pu, obtenido del diagrama de interacción.
Mua: momento flector obtenido del análisis.

La fuerza cortante de diseño será como máximo:

$$Vu = R * Vua = 2 * Vua \quad \textbf{(97)}$$

R: coeficiente de reducción

El aporte de la resistencia del concreto se desprecia cuando:

$$\frac{Nu}{Ag} < 0.1 * f'c \quad \textbf{(98)}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

De lo contrario la resistencia del concreto está dada por:

$$Vc = 0.53 * \sqrt{f'c} * b * d \quad \textbf{(99)}$$

Donde “d” se asume 0.8 x L.

Tambien “Vc” no debe exceder:

$$Vcmax = Acw * (\alpha c * \sqrt{f'c}) \quad \textbf{(100)}$$

Donde:

Acw: área de corte de la sección transversal del muro (área del alma).

αc: 0.25 → hm/lm ≤ 1.5

0.17 → hm/lm ≥ 2.0

Varia linealmente → 1.5 < hm/lm < 2.0

hm: altura total del muro

lm: longitud total del muro

La contribución del refuerzo transversal es:

$$Vs = \frac{Vu}{\emptyset} - Vc \quad \textbf{(101)}$$

Se debe considerar que cuando el espesor del muro sea mayor que 20 cm deberá distribuirse el refuerzo horizontal y vertical por cortante cuando menos en dos capas.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

a. Refuerzo Horizontal:

La cuantia horizontal requerida será:

$$\rho h = \frac{Vs}{Acw * fy} \quad \textbf{(102)}$$

El espaciamiento del refuerzo horizontal será, despejando:

$$s = \frac{Av}{b * \rho h} \quad \textbf{(103)}$$

La cuantía del refuerzo horizontal "ρh", deberá ser mayor o igual a 0.0025 y el espaciamiento horizontal no excederá el menor valor de:

$$s1 = \frac{L}{5} \quad \textbf{(104)}$$

$$s2 = 3 * t \quad \textbf{(105)}$$

$$s3 = 40\ cm \quad \textbf{(106)}$$

b. Refuerzo Vertical:

La cuantía del refuerzo vertical "ρv" será:

$$\rho v\ min = 0.0025 + 0.5 * \left(2.5 - \frac{H}{L}\right) * (\rho h - 0.0025) \geq 0.0025 \quad \textbf{(107)}$$

Siendo el valor de "ρv" no necesariamente mayor que "ρh":

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

C. Ejemplo de Diseño de Placa.

Debido a que en el caso estudiado solamente se tiene una placa, la cual posee una forma "compleja", se hará uso de la recomendación de la norma la cual menciona que, para el diseño a flexocompresión, en muros con alas, el ancho efectivo de estas será la mitas del alma del muro adyacente o el 10% de la altura total del muro.

Con lo antes mencionado se diseñará el elemento de la Placa P-1, ubicada en el eje A y entre los ejes 4 - 5. La sección de esta placa es de 0.35 m x 2.925 m. Cabe señalar que se realizó un diseño para los tres primeros niveles de la estructura (Sótano 2, Sótano 1 y Nivel 1) y otro para los niveles superiores, ya que para estos últimos las cargas actuantes disminuyen significativamente.

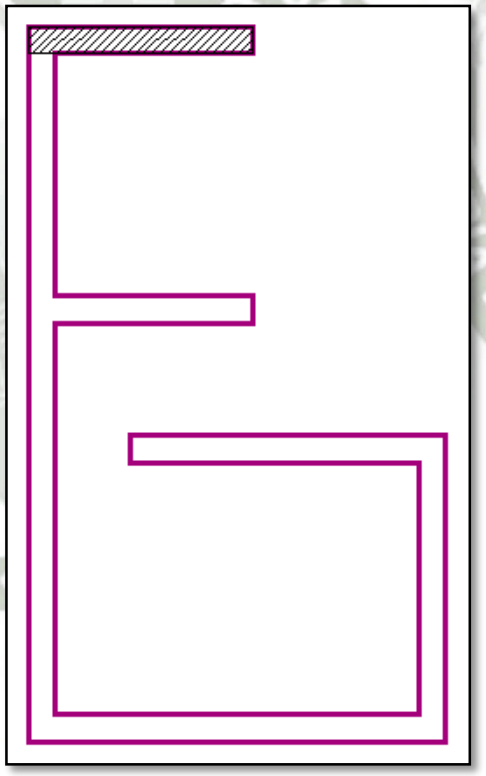


Figura 40: Elemento de Placa P-1 a diseñar.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Los resultados obtenidos del análisis estructural con el programa Etabs se muestran en la siguiente tabla:

Nivel	Comb	P (Tnf)	M (Tnf.m)	V (Tnf)
Sótano 2	Comb 1	410.39	96.45	6.18
	Comb 2	499.69	302.82	44.92
	Comb 3	197.06	-138.47	34.41
	Comb 4	1013.29	171.44	13.42
	Comb 5	316.53	-7.09	2.90
	Comb 6	341.54	266.58	42.57
	Comb 7	38.91	-174.71	36.76
	Comb 8	855.14	135.20	11.07
	Comb 9	474.69	-43.33	5.25
Sótano 1	Comb 1	411.04	56.84	3.44
	Comb 2	437.24	258.77	44.70
	Comb 3	259.89	-161.89	38.84
	Comb 4	948.41	138.37	13.00
	Comb 5	251.28	-41.49	7.14
	Comb 6	277.70	237.45	43.41
	Comb 7	100.35	-183.20	40.13
	Comb 8	788.87	117.06	11.71
	Comb 9	410.82	-62.80	8.43
Nivel 1	Comb 1	350.57	40.11	6.53
	Comb 2	290.69	340.13	108.13
	Comb 3	305.38	-272.17	97.01
	Comb 4	717.73	288.92	92.89
	Comb 5	121.66	-220.95	81.76
	Comb 6	156.91	324.46	105.68
	Comb 7	171.60	-287.85	99.46
	Comb 8	583.95	273.24	90.44
	Comb 9	255.44	-236.63	84.21

Tabla 33: Carga Axial, Momentos y Cortantes del Elemento de Placa P-1.

Se mostrara el diseño de la placa de los niveles inferiores.

a. Diseño por Flexocompresión:

Se verifica si el elemento es esbelto:

$$\frac{H}{L} = \frac{11.70}{2.925} = 4 > 1 \rightarrow Esbelto$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Procedemos a estimar y colocar el refuerzo vertical a lo largo de la placa:

- Para los elementos de borde:

$$As = \frac{Mumax}{L * fy} = \frac{34013000}{292.5 * 4200} = 27.69\ cm2$$

Entonces usaremos 10 Ø 3/4".

- Para el refuerzo del alma:

Usando la cuantía mínima de 0.0025 y acero de 1/2":

$$s = \frac{2 * 1.29}{35 * 0.0025} = 29.49\ cm$$

Se colocará 2 Ø 1/2" @ 27.5 cm.

El refuerzo preliminar calculado anteriormente se muestra en la siguiente figura:

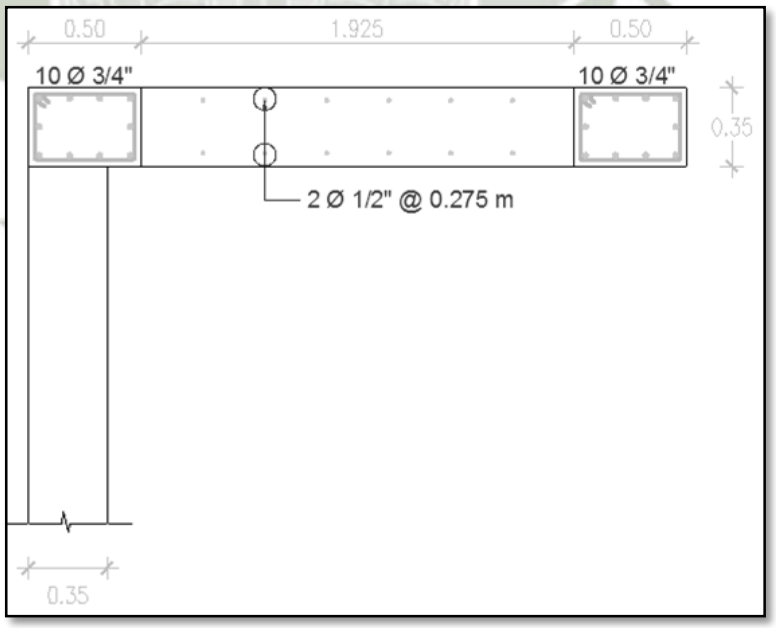


Figura 41: Distribución de Refuerzo del Elemento de Placa P-1.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Haciendo uso del programa ETABS se obtiene el diagrama de interacción de la placa:

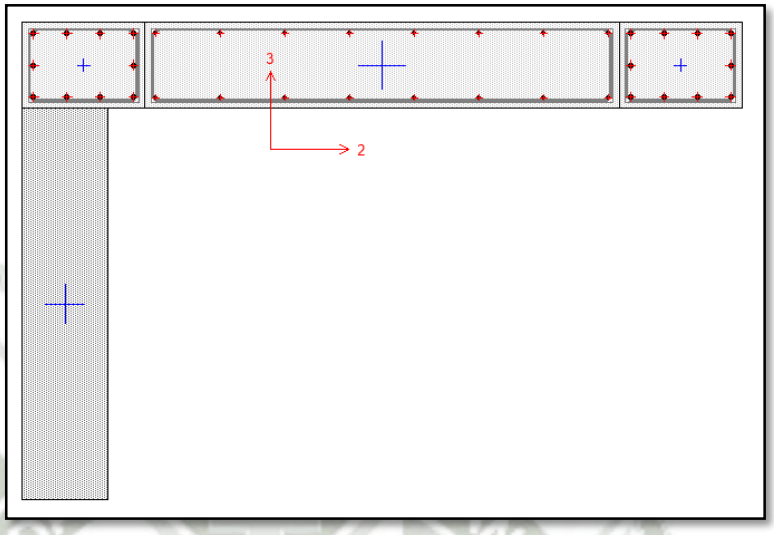


Figura 42: Elemento de Placa P-1 en el programa ETABS.

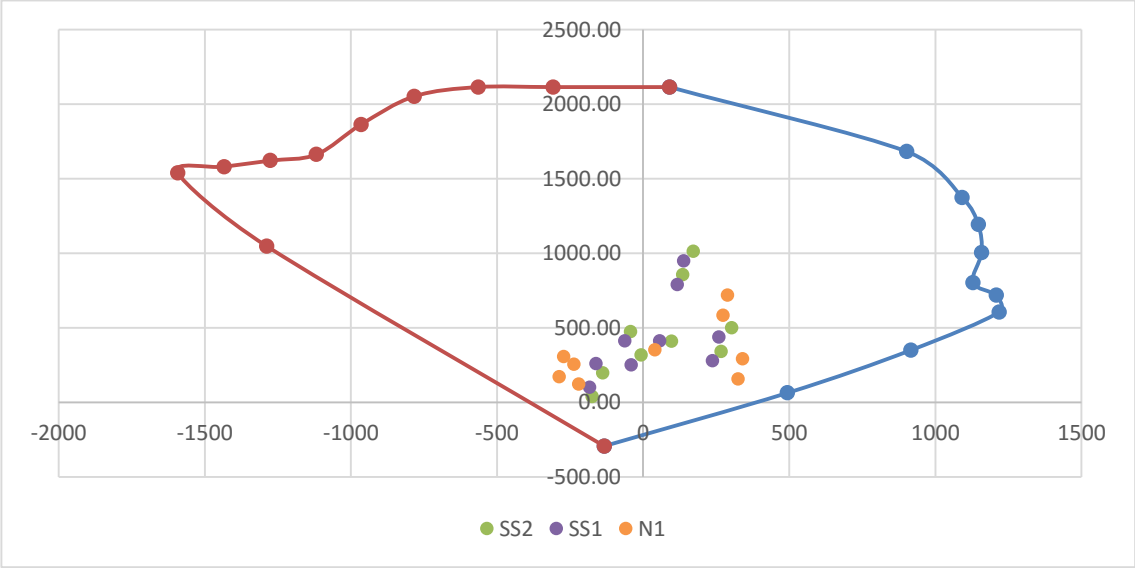


Figura 43: Diagrama de Interacción en X del Elemento de Placa P-1.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

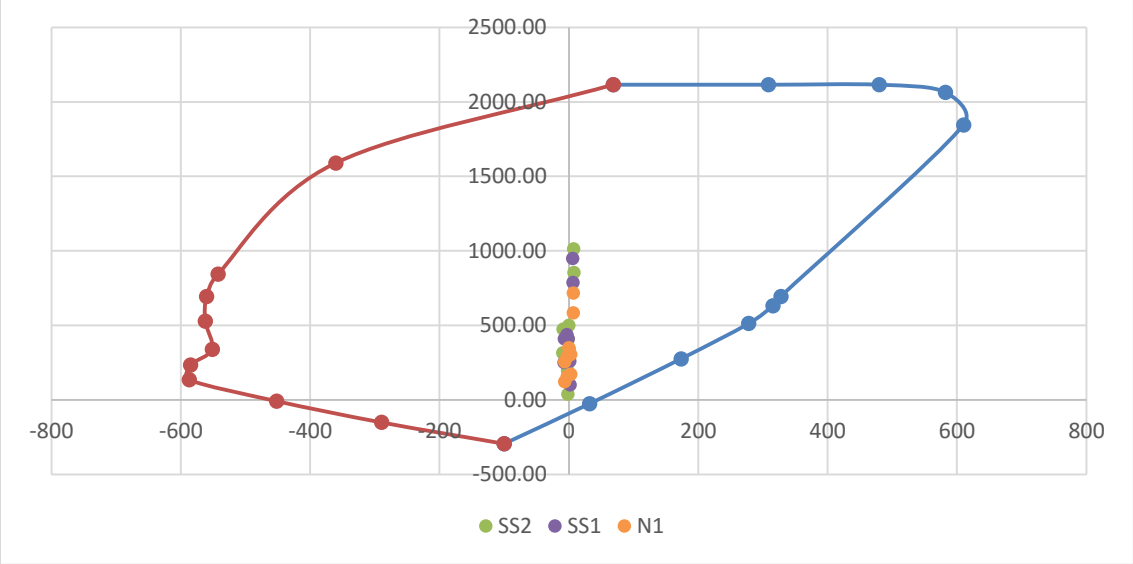


Figura 44: Diagrama de Interacción en Y del Elemento de Placa P-1.

En los diagramas del elemento de la placa P-1 se puede observar que esta es suficientemente capaz de soportar las cargas aplicadas.

b. Diseño por Corte:

Del diagrama de interacción se obtiene:

Para: Pu = 717.73 Tnf → Mun = 1207.98 Tnf.m

El cortante de diseño será:

$$Vu = 108.13 * \left(\frac{1207.98}{340.13}\right) = 108.13 * (3.55) \rightarrow 108.13 * (2) = 216.26\ Tnf$$

Verificamos:

$$\frac{717130}{35 * 292.5} < 0.1 * 280 \rightarrow 70.05 > 28 \rightarrow Calcular\ Vc$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

La resistencia del concreto será:

$$Vc = 0.53 * \sqrt{280} * 35 * (0.8 * 292.5) = 72.63\ Tnf$$

Donde "Vc" no debe exceder:

$$\frac{hm}{lm} = \frac{25.70}{2.925} = 8.79 \rightarrow \alpha c = 0.53$$

$$Vcmax = 35 * 292.5 * \left(0.53 * \sqrt{280}\right) = 90.79\ Tnf$$

$$Vcmax = 90.79\ Tnf > Vc = 72.63\ Tnf \rightarrow Cumple$$

La contribución del refuerzo es:

$$Vs = \frac{216.26}{0.85} - 72.63 = 181.79\ Tnf$$

c. Refuerzo Horizontal:

La cuantía horizontal necesaria es:

$$\rho h = \frac{181790}{35 * 292.5 * 4200} = 0.00423 > 0.0025 \rightarrow Cumple$$

El espaciamiento del refuerzo horizontal usando fierros de 1/2" será:

$$s = \frac{2 * 1.29}{0.00423 * 35} = 17.44\ cm$$

El espaciamiento horizontal no excederá el menor valor de:

$$s1 = \frac{292.5}{5} = 58.5\ cm$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

$$s2 = 3 * 35 = 105\ cm$$

$$s3 = 40\ cm$$

Se colocó: **2 Ø 1/2" @ 15 cm**

d. Refuerzo Vertical:

Calculamos la "ρv" minima:

$$\rho v = 0.0025 + 0.5 * \left(2.5 - \frac{11.70}{2.925}\right) * (0.00423 - 0.0025) = 0.0012$$

$$\rho v = 0.0012 < 0.0025 \rightarrow No\ Cumple$$

Entonces se usará ρv = 0.0025

Usando fierro de 1/2":

$$sv = \frac{2 * 1.29}{35 * .0025} = 29.49\ cm$$

Se colocó: **2 Ø 1/2" @ 27.50 cm**

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Se realizó el mismo procedimiento de diseño para todos los elementos de la placa P-1, luego se procedió a superponer los resultados y con las distribuciones del refuerzo calculadas y con ayuda del programa ETABS se elaboró los diagramas de interacción para toda la placa P-1.

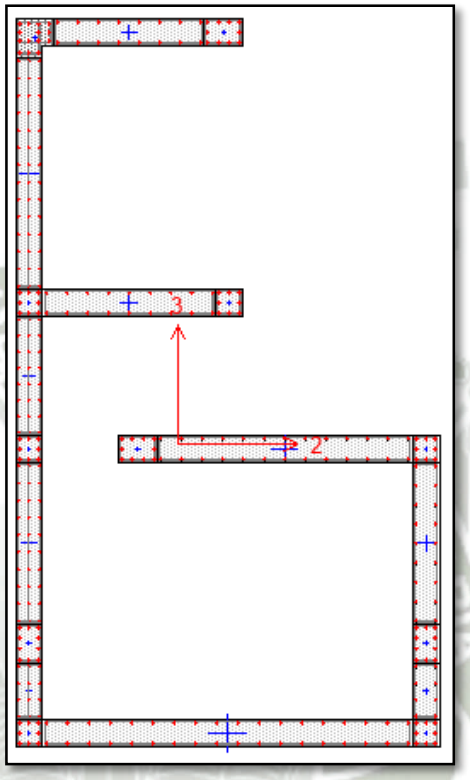


Figura 45: Placa P-1 en el programa ETABS.

Al igual que con el diseño del elemento de la Placa P-1 hecho anteriormente, se mostrará el diseño de los niveles inferiores.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Las cargas actuantes en toda la Placa P-1 son:

NIVEL	P (Tnf)	M2 (Tnf.m)	M3 (Tnf.m)
Sótano 2	2678.74	-16.50	2017.85
	1987.69	-4543.64	510.16
	2590.27	4499.92	2867.91
	2131.48	421.68	11730.05
	2446.48	-465.40	-8351.98
	1001.52	-4561.45	-341.17
	1604.11	4482.11	2016.58
	1145.31	403.87	10878.72
	1460.32	-483.21	-9203.31
Sótano 1	2551.28	-1.04	2053.14
	1876.97	-3960.10	549.87
	2478.89	3941.42	2883.63
	2028.19	501.91	11126.44
	2327.68	-520.60	-7692.94
	931.16	-3985.77	-321.98
	1533.08	3915.76	2011.79
	1082.37	476.25	10254.59
	1381.87	-546.26	-8564.78
Nivel 1	2240.29	-126.36	1572.40
	1653.61	-3611.72	129.76
	2177.90	3391.12	2517.78
	1773.28	474.90	10005.51
	2058.22	-695.50	-7357.97
	833.25	-3572.36	-510.21
	1357.54	3430.48	1877.80
	952.92	514.26	9365.53
	1237.87	-656.14	-7997.94

Tabla 34: Carga Axial, Momentos y Cortantes de Placa P-1.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Y los diagramas de interaccion son:

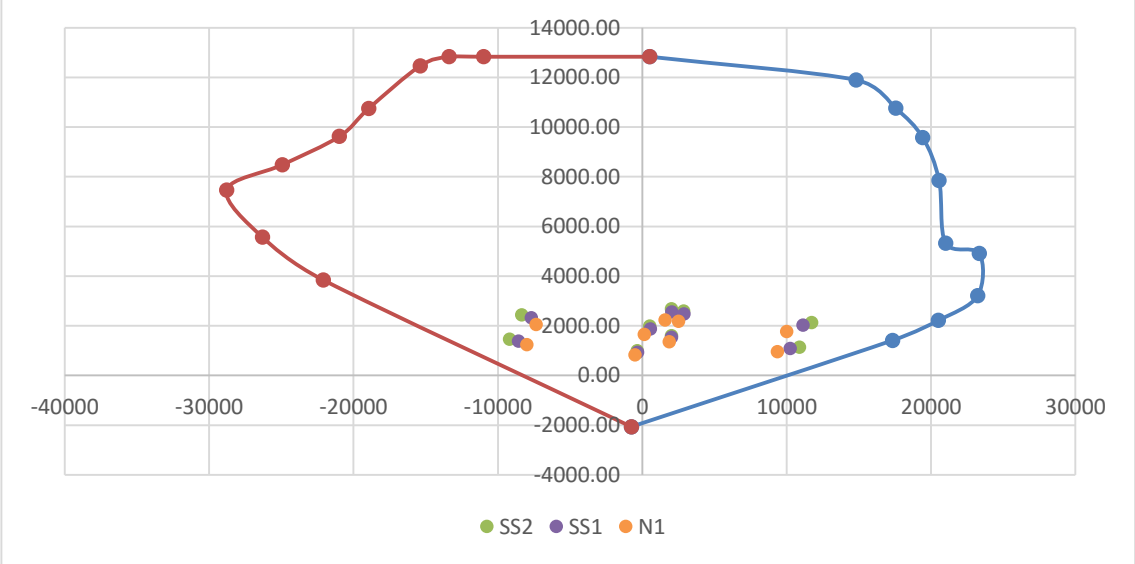


Figura 46: Diagrama de Interacción en Y de Placa P-1.

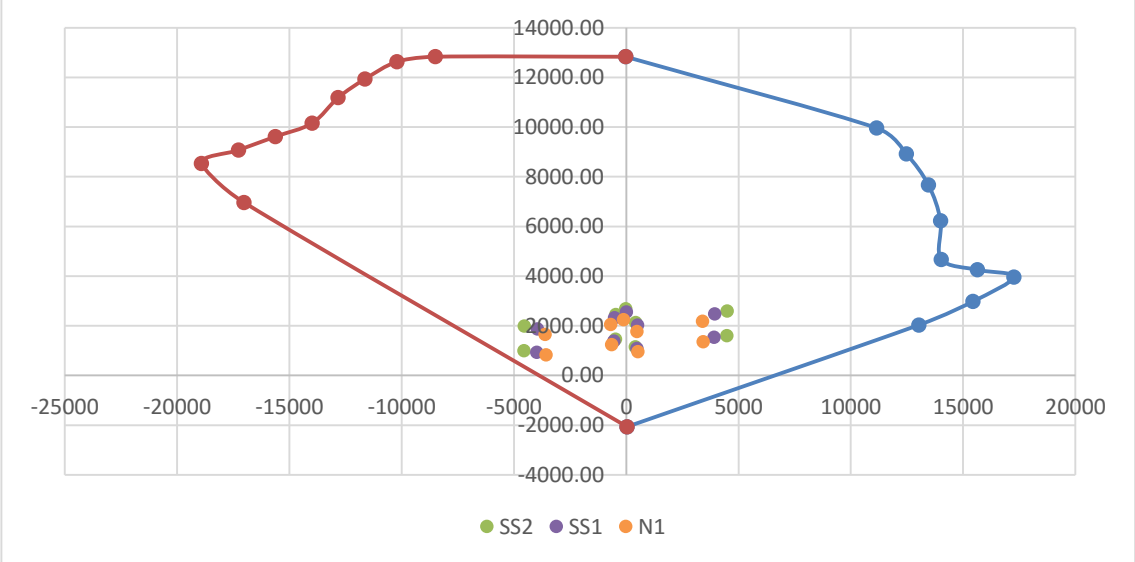


Figura 47: Diagrama de Interacción en X de Placa P-1.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

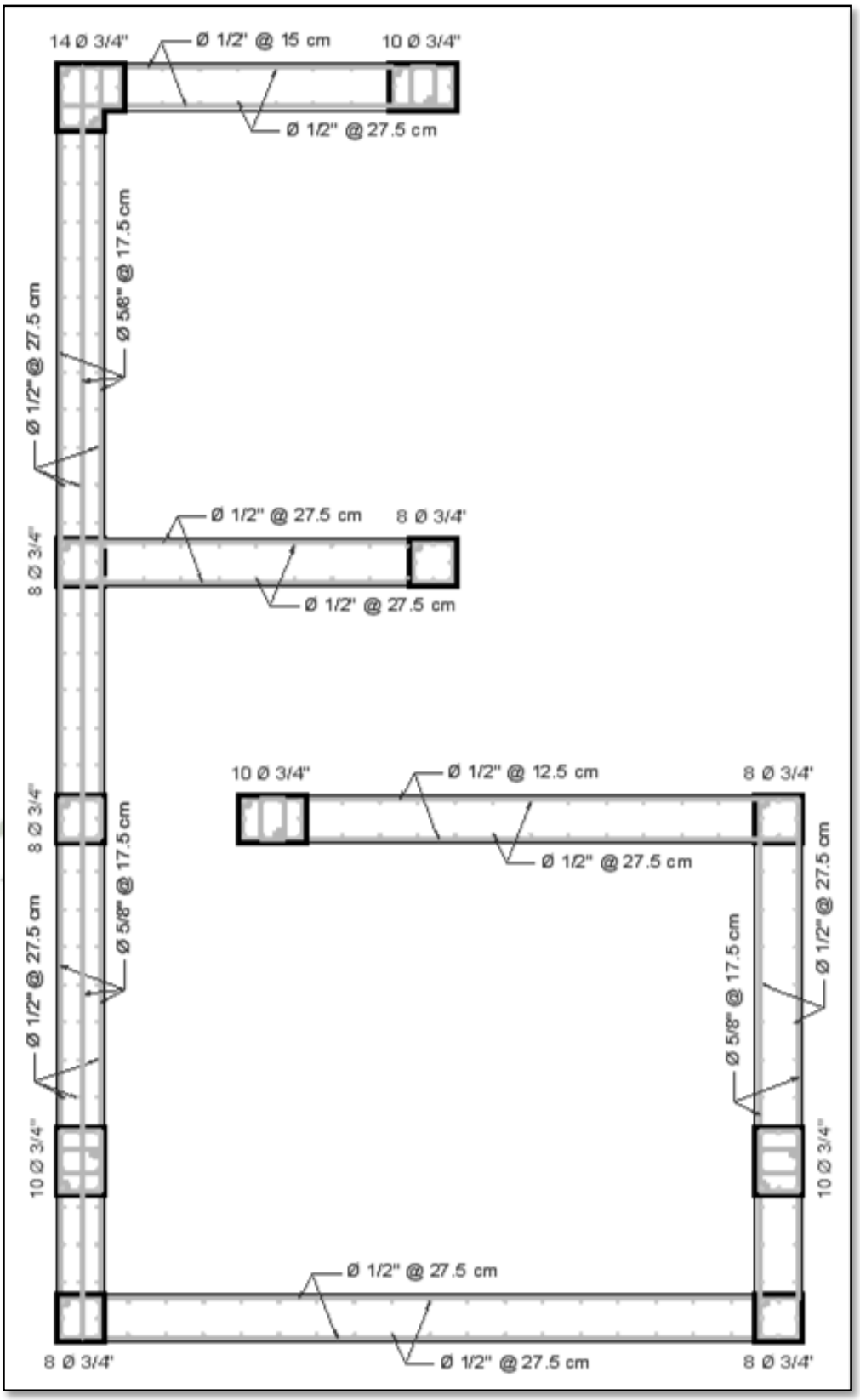


Figura 48: Distribución de Refuerzo Placa P-1 (Sótanos y Nivel 1)

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

4.3. Cimentación de la Estructura:

Las cimentaciones son elementos estructurales que tienen como función distribuir una carga concentrada que baja por una columna o muro en un área, de modo tal que la presión actuante sobre el terreno sea menor o igual a la capacidad resistente del terreno.

Del estudio de suelos se obtiene la capacidad admisible del suelo, el nivel mínimo de cimentación, el asentamiento diferencial máximo, y recomendaciones adicionales para la cimentación.

Al ingeniero estructural le interesa que en el estudio de Mecánica de Suelos se determine la capacidad admisible del terreno, profundidad mínima de cimentación y tipo de suelos para efectos sísmicos. (Canales Quiñones, 2006, pág. 72).

Se procederá a explicar el procedimiento de una zapata aislada:

A. Dimensiones de la Cimentación:

Las zapatas deberán diseñarse para que transmitan al terreno una presión menor a la admisible. Para el cálculo de la presión ejercida sobre el terreno se trabaja con las cargas de gravedad y las cargas de sismo, ambas en servicio. (Acedo Chuquipiondo, 2013, pág. 71).

$$Az = \frac{P}{\sigma adm} \qquad \textbf{(108)}$$

Donde “P” es la suma de cargas en servicio (cargas mueras y vivas) las cuales se pueden amplificar entre 5% a 10% dependiendo de la capacidad portante del suelo.

Luego se procede a verificar las dimensiones establecidas para la zapata:

$$\sigma = \frac{P}{B * L} + \frac{6 * M}{B * L^2} \leq \sigma adm \qquad \textbf{(109)}$$

B y L: dimensiones de la zapata

M: suma de los momentos actuantes

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

B. Diseño por Corte:

Del diseño por corte se define el peralte necesario de la zapata. Como la sección de concreto es la única que soporta la fuerza cortante, el peralte debe ser tal que la capacidad resistente por corte del concreto supere la fuerza cortante de diseño en la sección crítica. (Rodríguez Rodríguez, 2007, págs. 93-94).

$$Vu \leq \emptyset Vc \qquad \textbf{(110)}$$

$$\emptyset Vc = 0.85 * \left(0.53 * \sqrt{f'c} * b * d\right) \qquad \textbf{(111)}$$

La fuerza cortante última se presenta a “d” de la cara de la cimentación.

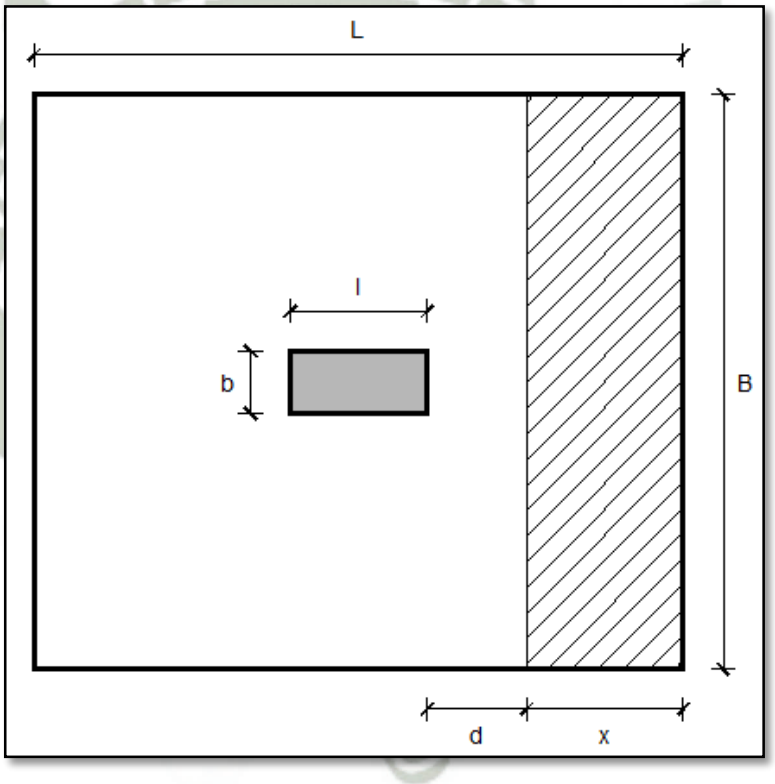


Figura 49: Parámetros para el diseño por corte.

Siendo:

$$Vu = \sigma u * b * x \qquad \textbf{(112)}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

$$\sigma u = \frac{Pu}{Az} \qquad \textbf{(113)}$$

Donde Pu es la mayor carga obtenida de las combinaciones de diseño.

C. Diseño por Punzonamiento:

En la zapata se genera un efecto de cortante alrededor del perímetro de la columna en las dos direcciones.

Según experimentos realizados la falla por punzonamiento aparece a una distancia "d/2" de la cara de la columna. (Canales Quiñones, 2006, pág. 75).

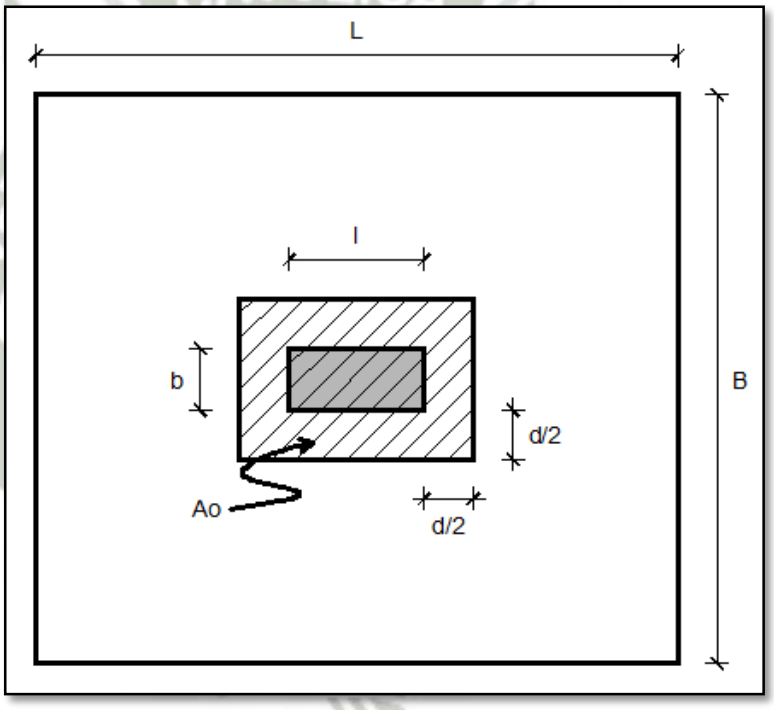


Figura 50: Parámetros para el diseño por punzonamiento.

También se debe cumplir la condición:

$$Vu \leq \emptyset Vc \qquad \textbf{(114)}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Pero "Vu" se calcula con:

$$Vu = \sigma u * (Az - Ao) \quad \textbf{(115)}$$

$$Ao = (d + bc) * (d + lc) \quad \textbf{(116)}$$

Donde "bc" y "lc" son las dimensiones de la columna.

Y "Vc" será el menor valor obtenido de las siguientes ecuaciones:

$$Vc1 = 0.53 * \left(1 + \frac{2}{\beta}\right) * \sqrt{f'c} * bo * d \quad \textbf{(117)}$$

$$bo = 2 * [(d + bc) + (d + lc)] \quad \textbf{(118)}$$

$$\beta = \frac{largo}{ancho} de\ columna \quad \textbf{(119)}$$

$$Vc2 = 0.27 * \left(\frac{\alpha s * d}{bo} + 2\right) * \sqrt{f'c} * bo * d \quad \textbf{(120)}$$

Donde:

αs = 40: columna interior.

αs = 30: columna de borde.

αs = 20: columna esquinera.

$$Vc3 = 1.06 * \sqrt{f'c} * bo * d \quad \textbf{(121)}$$

D. Diseño por Flexión:

El diseño por flexión considera que los extremos de la zapata actúan como vigas en voladizo. Este cálculo dará a conocer el área del acero de refuerzo que necesita la zapata para soportar el momento de diseño de la sección crítica, ubicado en la cara de los elementos verticales. (Acedo Chuquipiondo, 2013, pág. 74).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

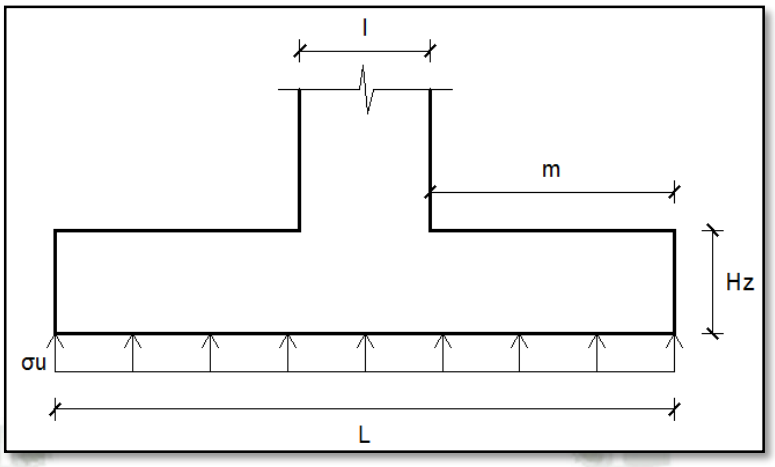


Figura 51: Parámetros para el diseño por flexión.

El momento de diseño será:

$$Mu = \frac{\sigma u * b * m^2}{2} \quad \textbf{(122)}$$

$$Ku = \frac{Mu}{b * d^2} \quad \textbf{(123)}$$

De tablas hallamos la cuantía requerida "ρ", y el área de refuerzo será:

$$As = \rho * b * d \quad \textbf{(124)}$$

Según el diámetro escogido se halla el espaciamiento necesario:

$$s = \frac{Asb}{As} \quad \textbf{(125)}$$

E. Ejemplo de Diseño de Zapata Aislada:

Se diseñara la zapata que soportara a la columna con mayor carga axial, las dimensiones de la columna son de 120 cm x 55 cm. Las cargas actuantes son:

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Carga	P (Tnf)	Mx (Tnf.m)	My (Tnf.m)
CM	480.79	0.17	0.40
CV	179.70	0.09	0.24
Sx	13.55	0.04	1.93
Sy	5.63	2.32	0.03

Tabla 35: Fuerzas y Momentos de Zapata Z-1.

De las Conclusiones del Estudio de Suelos de la edificación base (Anexo #1) se obtuvieron los siguientes datos:

- Tipo de Suelo: S2
- Peso específico del suelo: ϒ = 1.70 Tnf/m3
- Angulo de fricción interna: Ø = 36.1°
- Capacidad portante del suelo: σadm = 2.5 Kgf/cm2
- Profundidad de Cimentación: Df = 1.60 m (con referencia al Sótano 2)

a. Dimensiones de la cimentación:

El área de zapata será:

$$Az = \frac{1.07 * (480.79 + 179.70)}{25} = 28.27\ m2$$

Teniendo en cuenta una equidistancia con las caras de la columna:

$$B = 5.05m;\ L = 5.70m$$

Verificamos las dimensiones con la segunda condición:

$$\sigma = \frac{1.07 * (480.79 + 179.70)}{5.05 * 5.70} + \frac{6 * (0.40 + 0.24)}{5.07 * 5.70^2}$$

$$\sigma = 22.97\ Tnf/m2 \leq \sigma adm \rightarrow Cumple$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

b. Diseño por Corte:

La altura de la zapata debe ser compatible con los requerimientos de anclaje de la armadura de la columna:

$$ldg = \frac{318 * 2.54}{\sqrt{350}} = 43.17\ cm$$

Se asume un valor Hz=0.95 m ya que con ese valor de peralte se cumplen las verificaciones tanto por cortante como por punzonamiento.

$$Hz = 0.95\ m \rightarrow d = 0.875\ m$$

La resistencia del concreto es:

$$\emptyset Vc = 0.85 * \left(0.53 * \sqrt{280} * 100 * 87.50\right)$$

ØVc = 65.96 Tnf

Para calcular "Vu":

Comb	Pu (Tnf)
Comb1	978.60
Comb2	839.16
Comb3	812.07
Comb4	831.25
Comb5	819.99
Comb6	446.26
Comb7	419.16
Comb8	438.34
Comb9	427.08

Tabla 36: Cargas Últimas en Zapata Z-1.

$$\sigma u = \frac{978.60}{5.05 * 5.70} = 34.00\ Tnf/m2$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Al ser una zapata simétrica el diseño será el mismo para las dos direcciones.

Según las dimensiones de la zapata y la columna "m" = 2.25 m.

$$Vu = 34.00 * 1 * (2.25 - 0.875)$$

Vu = 46.75 Tnf

Verificamos:

$$46.75 \text{ Tnf} \leq 65.96\, Tnf \rightarrow Cumple$$

c. Diseño por Punzonamiento:

Calculamos primero:

$$Ao = (0.875 + 0.55) * (0.875 + 1.20) = 2.96\, m2$$

Luego:

$$Vu = 34.00 * (28.785 - 2.96)$$

Vu = 878.08 Tnf

La resistencia del concreto será el menor valor de:

$$\beta = \frac{1.20}{0.55} = 2.18$$

$$bo = 2 * [(87.5 + 55) + (87.5 + 120)] = 700\, cm$$

$$Vc1 = 0.53 * \left(1 + \frac{2}{2.18}\right) * \sqrt{280} * 700 * 87.5$$

Vc1 = 1041.14 Tnf

$$Vc2 = 0.27 * \left(\frac{40 * 87.5}{700} + 2\right) * \sqrt{280} * 700 * 87.5$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Vc2 = 1937.08 Tnf

Y

$$Vc3 = 1.06 * \sqrt{280} * 700 * 87.5$$

Vc3 = 1086.40 Tnf

Entonces:

$$\emptyset Vc = 0.85 * 1041.14 = 884.97\ Tnf$$

Verificamos:

$$878.08\ \text{Tnf} \leq 884.97\ Tnf \rightarrow Cumple$$

d. Diseño por Flexión:

El momento último de diseño es:

$$Mu = \frac{34.00 * 1 * 2.25^2}{2} = 86.05\ Tnf.m$$

$$Ku = \frac{8605000}{100 * 87.5^2} = 11.24\ Kgf/cm2$$

De tablas: ρ = 0.00306

$$As = 0.00306 * 100 * 87.5 = 26.74\ cm2$$

Utilizando refuerzo de 1":

$$s = \frac{5.10}{26.74} * 100 = 19.07\ cm$$

Colocar: **Malla Ø 1" @ 20 cm**

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

4.3.1. Viga de Cimentación:

Las zapatas de las columnas perimetrales están ubicadas en el límite de propiedad, por lo que tienen una excentricidad que genera presiones muy elevadas en la zona cercana a la cara externa. Para eliminar el efecto de la excentricidad, se conecta la zapata exterior con una zapata interior, la cual sirve de contrapeso, por medio de vigas de cimentación. Estas vigas absorben los momentos generados por la excentricidad. (Rodríguez Rodríguez, 2007, pág. 98).

El esquema de cargas de la viga de cimentación VC-1 del Eje 5 es:

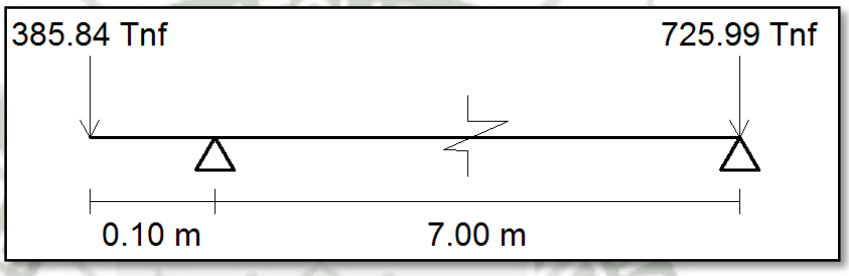


Figura 52: Esquema de cargas VC-1.

Los diagramas obtenidos son:

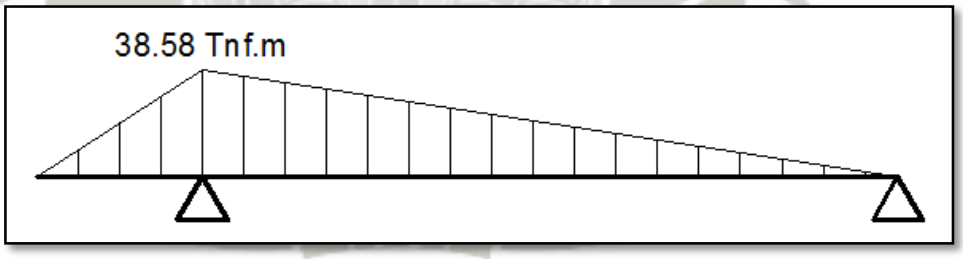


Figura 53: DMF de VC-1.

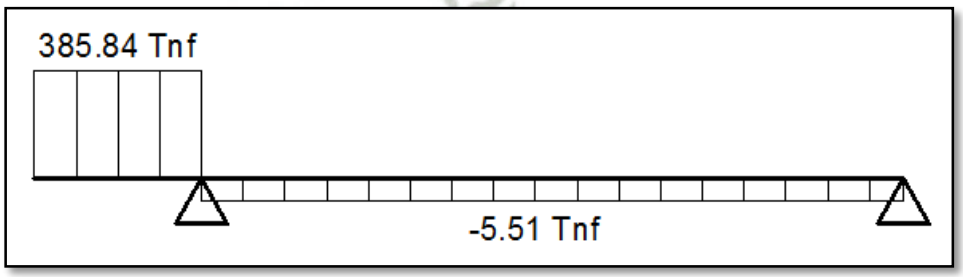


Figura 54: DFC de VC-1.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Para el diseño las dimensiones de la sección de la viga son 85 x 35 cm2.

a. Diseño por Flexión:

M = 38.58 Tnf.m

d = 79 cm

$$Ku = \frac{38.58 * 10^5}{35 * 79^2}$$

Ku = 17.66 Kgf/cm2

Entonces: ρ = 0.489 %

El área de acero requerida será:

$$As = 0.00489 * 35 * 79$$

As = 13.51 cm2 (3 Ø 1")

b. Diseño por Corte:

El Vu de diseño será 5.51 Tnf, ya que los 385.84 Tnf serán tomados por la zapata.

La contribución del concreto será:

$$V_C = 0.53 * \sqrt{280} * 35 * 79$$

Vc = 20.84 Tnf

Como Vc es mucho mayor que Vu de diseño se utilizaran estribos con espaciamientos mínimos:

$$s_1 = 0.25 * 79 = 19.75\ cm$$

$$s_2 = 8 * 2.54 = 20.32\ cm$$

$$s_3 = 30\ cm$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

La distribución será:

Ø3/8" : 1 @ 5.00cm , 11 @ 15.00cm , Rsto. @ 35.00cm

4.4. Elementos Estructurales Adicionales:

4.4.1. Muros de Sótano:

Se denominan muros de sótano; a los muros de contención que se encuentran apoyados lateralmente en los techos de los sótanos, esta condición nos permite evitar los problemas de volteo y que ya no se tenga un empuje activo con coeficiente "Ka", sino un empuje de los suelos en reposo con coeficiente "Ko".

En nuestro caso se desarrollará el diseño de un muro de dos niveles de sótano, además debido a que el muro de contención está apoyado en un nivel superior e inferior no necesitará de una gran cimentación. (Retamozo Martinez, 2011, pág. 82).

A. Diseño por Flexión:

Con datos obtenidos del estudio de mecánica de suelos:

$$Ko = 1 - \sin \emptyset \qquad \textbf{(126)}$$

Ko: coeficiente de empuje lateral en reposo.

Ø: ángulo de fricción interna del suelo.

El empuje lateral está dado por:

$$Eo = \gamma * H * Ko \qquad \textbf{(127)}$$

Eo: empuje lateral del suelo.

H: altura del muro.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Las unidades de "Eo" son de fuerza sobre área, por lo que para el análisis y el diseño se harán en un metro (1 m) de largo. Y se idealizará como una viga con una carga triangular distribuida.

Según norma las cargas de suelos deben amplificarse por 1.7. Con los resultados del análisis:

$$Ku = \frac{Mu}{b * d^2} \quad \textbf{(128)}$$

Con "Ku" y con el uso de tablas se halla la cuantía "ρ", verificando que esta no sea menor de 0.0025.

El área de acero requerido será:

$$As = \rho * b * d \quad \textbf{(129)}$$

El espaciamiento requerido será:

$$s = \frac{Asb}{As} * b \quad \textbf{(130)}$$

Asb: área del acero.

Al igual que para las placas, si el espesor es mayor de 20 cm el refuerzo se colocara en las dos caras.

B. Diseño por Corte:

La resistencia del concreto es:

$$\emptyset Vc = 0.85 * \left(0.53 * \sqrt{f'c} * b * d\right) \quad \textbf{(131)}$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Se verifica:

$$Vu \leq \emptyset Vc \qquad \textbf{(132)}$$

Si se cumple la condición anterior se colocara el acero mínimo, de lo contrario se calculara el requerido.

C. Ejemplo de Diseño de Muro de Sótano:

a. Diseño por Flexión:

Los muros de sótanos tienen un espesor de 30 cm y una altura de 7.00 m.

Del estudio de mecánica de suelos se obtuvo los siguientes datos:

- Tipo de Suelo: S2
- Peso específico del suelo: Υ = 1.70 Tnf/m3
- Angulo de fricción interna: Ø = 36.1°
- Capacidad portante del suelo: q = 2.5 Kgf/cm2
- Profundidad de Cimentación: Df = 1.60 m (con referencia al Sótano 2)

El coeficiente de empuje es:

$$Ko = 1 - \sin(36.1) = 0.41$$

El empuje lateral es:

$$Eo = 1.70 * 7.00 * 0.41 = 4.88\, Tnf/m2$$

Amplificando la carga obtenemos la carga distribuida:

$$q = 1.7 * 4.88 = 8.30\, Tnf/m$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Haciendo el modelamiento en el programa:

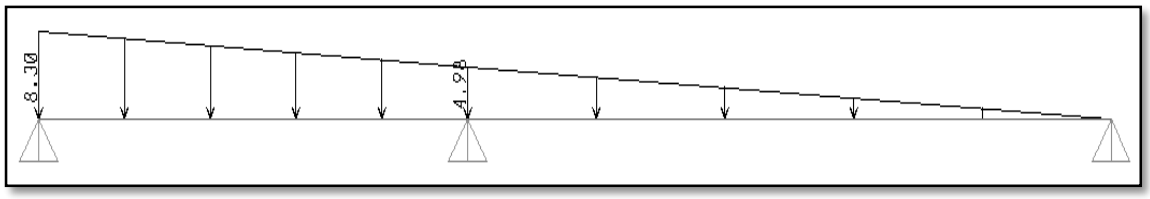


Figura 55: Carga distribuida en muro de sótano.

Se obtienen los siguientes diagramas:

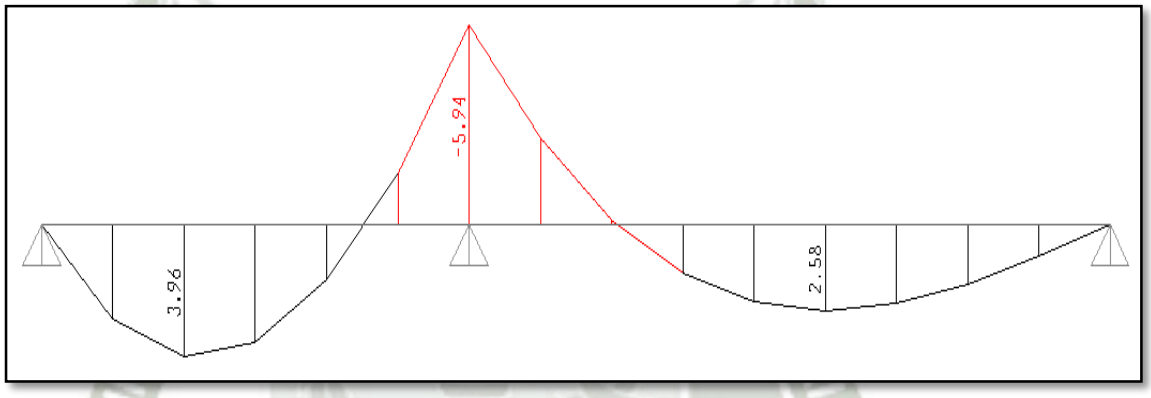


Figura 56: DMF – Muro de Sótanos.

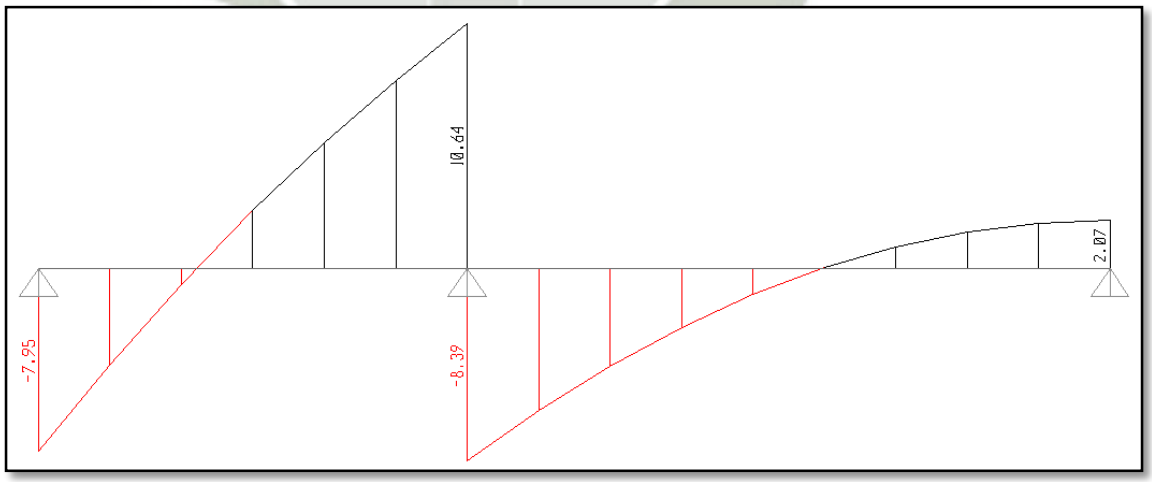


Figura 57: DFC – Muro de Sótanos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Se realizará el diseño con el mayor momento.

$$Ku = \frac{594000}{100 * 24^2} = 10.31\ Kgf/cm2$$

De tablas se obtiene: ρ = 0.0028, se diseñó con el acero mínimo.

$$As = 0.0028 * 100 * 24 = 6.72\ cm2$$

Usando acero de 3/8", el espaciamiento será:

$$s = \frac{2 * 0.71}{7.08} * 100 = 21.13\ cm$$

Se colocará: **2 Ø 3/8" @ 20.00 cm**

b. Diseño por Corte:

La resistencia del concreto es:

$$\emptyset Vc = 0.85 * \left(0.53 * \sqrt{280} * 100 * 24\right) = 18.09\ Tnf$$

$$10.64\ Tnf < 18.09\ Tnf \rightarrow Asmin$$

$$As = 0.0025 * 100 * 24 = 6.00\ cm2$$

$$s = \frac{2 * 0.71}{6.00} * 100 = 23.67\ cm$$

También se colocará: **2 Ø 3/8" @ 20.00 cm**

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

4.4.2. Escaleras.

Se denominan escaleras a aquellos elementos diseñados para unir diversos espacios situados en diferentes niveles en vertical, está compuesto por pasos, contrapasos y descansos. (Retamozo Martinez, 2011, pág. 84). La escalera a analizar es la Escalera N°2:

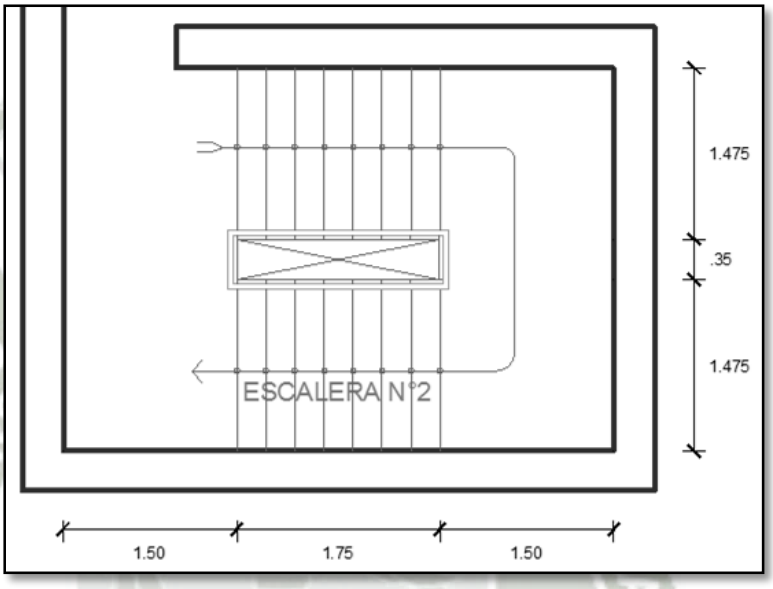


Figura 58: Planta Escalera N°2.

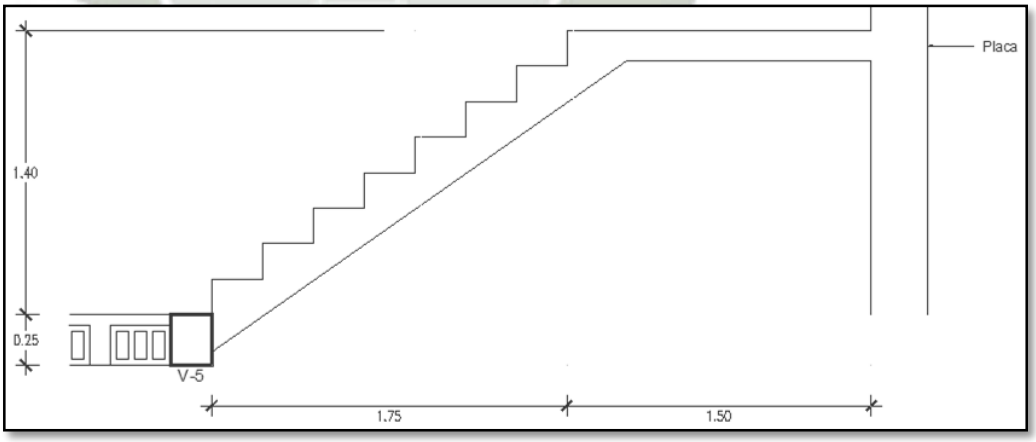


Figura 59: Perfil Escalera N°2.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

A. Diseño por Flexión:

El diseño por flexión en la escalera consiste en calcular la cantidad de acero necesaria que se colocará en las losas horizontales e inclinadas, pues este elemento estará sometido a cargas vivas y cargas muertas, las cuales generarán momentos y cortantes. Tenemos el siguiente metrado:

Tramo Inclinado: CM = 0.85 Tnf/m CV = 0.59 Tnf/m

Descanso: CM = 0.68 Tnf/m CV = 0.59 Tnf/m

Se calculan las cargas distribuidas últimas y aplicados en la escalera serian:

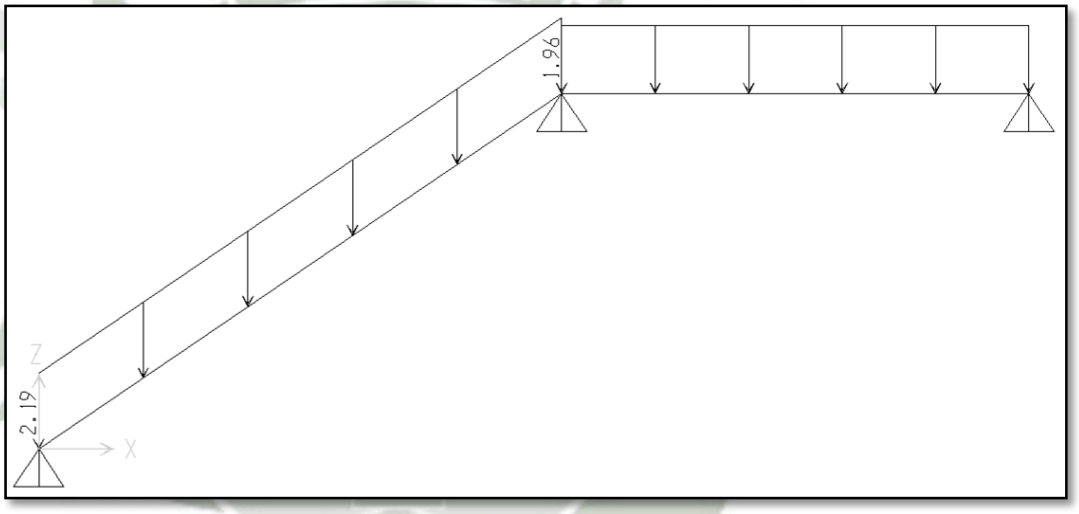


Figura 60: Esquema de Escalera N°2.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Los diagramas obtenidos son:

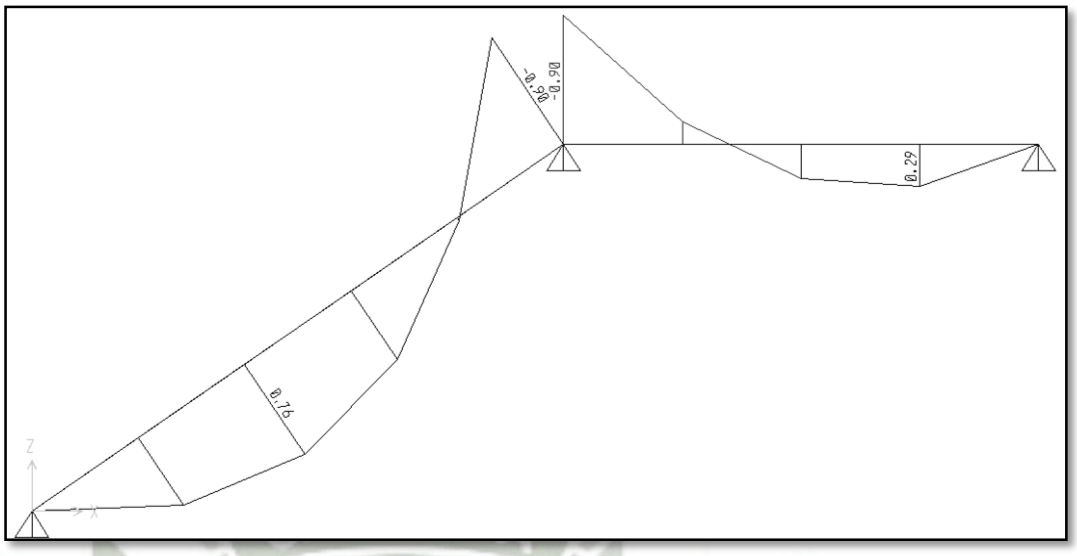


Figura 61: DMF - Escalera.

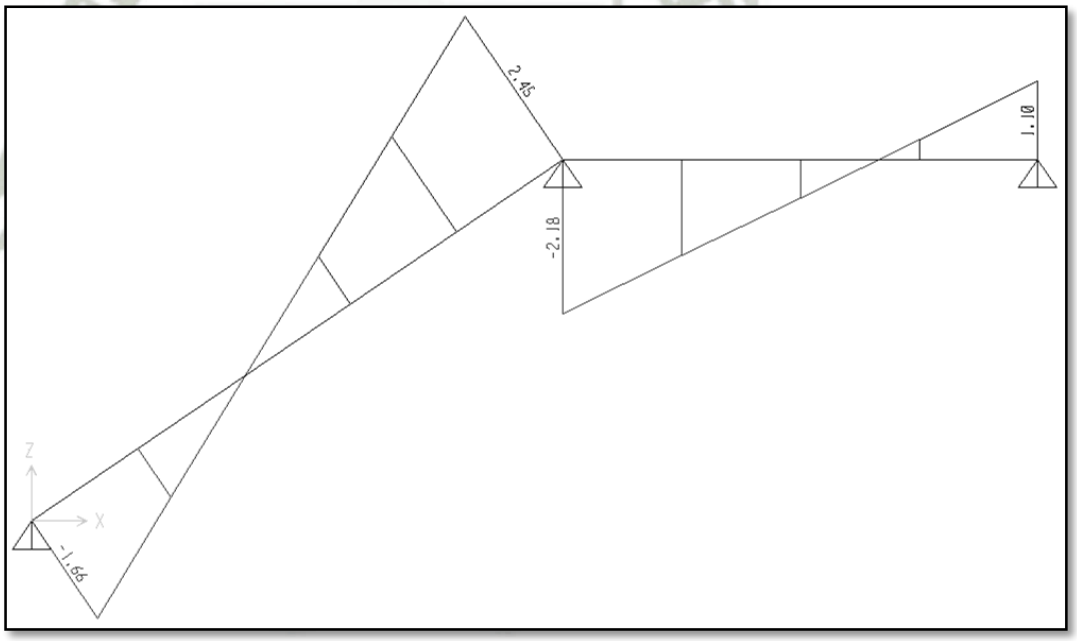


Figura 62: DFC - Escalera.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Para el momento máximo: Mu = 0.90 Tnf.m

$$Ku = \frac{90000}{147.5 * 12^2} = 4.24\ Kgf/cm2$$

De tablas: ρ = 0.0012. Usaremos ρmin = 0.0018

El refuerzo requerido es:

$$As = 0.0018 * 147.5 * 15 = 3.98\ cm2$$

Utilizando fierro de 3/8" el espaciamiento del refuerzo será:

$$s = \frac{0.71}{3.98} 147.5 = 26.30\ cm$$

Para el acero transversal también se usara el acero mínimo.

Colocar: **Malla Ø 3/8" @ 25 cm**

B. Diseño por Cortante:

Del diagrama obtenemos:

Vu = 2.45 Tnf

Vud = 2.27 Tnf

La resistencia del concreto es:

$$\emptyset Vc = 0.85 * \left(0.53 * \sqrt{f'c} * 147.5 * 12\right)$$

ØVc = 13.34 Tnf

Verificamos:

$$2.27\ \text{Tnf} \leq 13.34\ Tnf \rightarrow Cumple$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

4.4.3. Rampas Vehiculares:

Al igual que las escaleras, las rampas vehiculares son elementos utilizados para unir espacios de niveles diferentes, con la diferencia que estos son exclusivos para la circulación vehicular.

Se desarrollará el diseño de la rampa vehicular N°3:

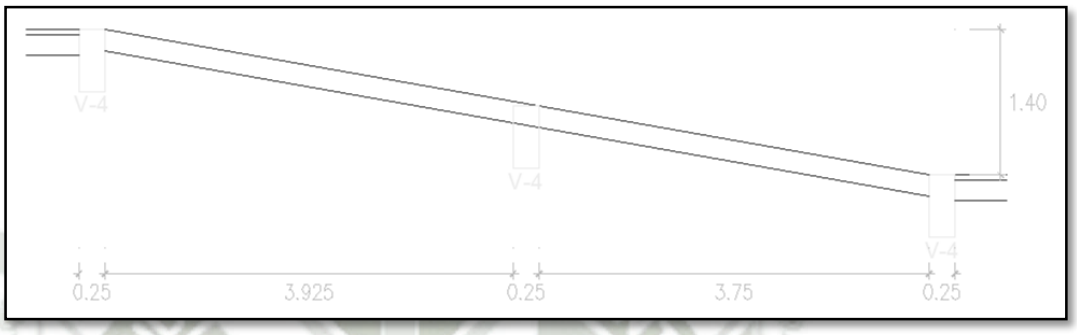


Figura 63: Perfil de Rampa Vehicular N° 3.

A. Diseño por Flexión:

El diseño por flexión en las rampas tiene el mismo desarrollo que para las escaleras. Tenemos el siguiente metrado:

El espesor de la rampa será h = 0.20 m; y se tomó como base unitaria b = 1.00 m.

- Carga Muerta:

  PP = 2.40 x 0.20 x 1.00 = 0.48 Tnf/m

  PT = 0.10 x 1.00 = 0.10 Tnf/m

- Carga Viva:

  Para la carga viva se consideró un vehículo liviano con un peso de 2.00 Tnf, por lo que cada neumático transmitirá 0.50 Tnf, y con una distancia entre ejes de 2.50 m.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Se idealizo asumiendo un vehículo situado en el medio de cada tramo y con alternancia de cargas:

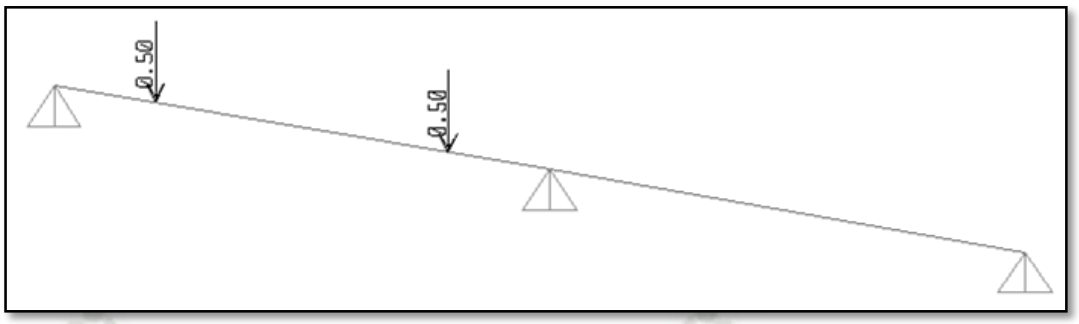


Figura 64: CV Rampa Vehicular N° 3 para el Tramo 1.

Los diagramas obtenidos de la envolvente son:

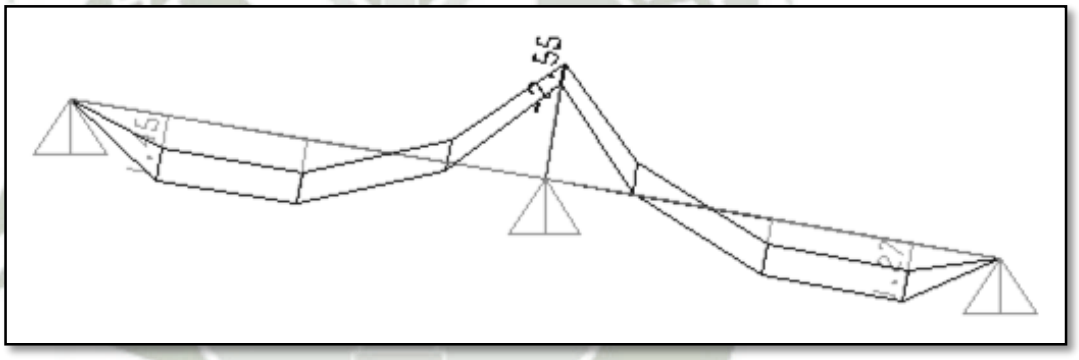


Figura 65: DMF – Rampa Vehicular.

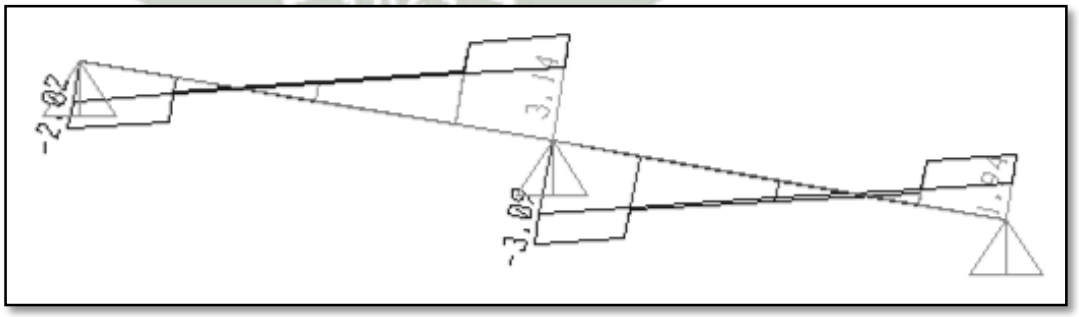


Figura 66: DFC – Rampa Vehicular.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Para el momento máximo: Mu = 2.55 Tnf.m

$$Ku = \frac{255000}{100 * 20^2} = 6.38\ Kgf/cm2$$

De tablas: ρ = 0.00171. Comparamos con ρmin = 0.0018

El refuerzo requerido es:

$$As = 0.0018 * 100 * 20 = 3.60\ cm2$$

Utilizando fierro de 3/8" el espaciamiento del refuerzo será:

$$s = \frac{2 * 0.71}{3.60} * 100 = 39.44\ cm$$

Colocar: **Malla Ø 3/8" @ 0.35 m**

B. Diseño por Cortante:

Del diagrama obtenemos:

Vu = 3.14 Tnf

Vud= 3.04 Tnf

La resistencia del concreto es:

$$\emptyset Vc = 0.85 * \left(0.53 * \sqrt{280} * 100 * 20\right)$$

ØVc = 15.08 Tnf

Verificamos:

$$3.04\ Tnf \leq 15.08\ Tnf \ \rightarrow Cumple$$

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

4.5. Aisladores Sísmicos:

Como el diseño de los aisladores se desarrolló en el capítulo 3.2.2.; en este capítulo solamente se va a mostrar los detalles estructurales del correcto anclaje de los aisladores a la estructura para que de esta forma puedan desempeñar su función dentro de la misma. Dichos detalles se encuentra en la libre información brindada por la empresa fabricante, en este caso DIS (Dynamic Isolation Systems), de los cuales se tomaron algunos valores como referencias para las medidas geométricas de los aisladores, como se aprecia en la tabla a continuación los valores de la altura del aislador, numero de capas de caucho y diámetro del núcleo de plomo están en un rango recomendado dependientes del diámetro del aislador. En la misma tabla de información se halla las dimensiones de la placa de soporte y orificios necesarios para el anclaje que se utilizara en cada aislador sísmico.

TAMAÑO DEL DISPOSITIVO				DIMENSIONES DE LA PLACA DE SOPORTE					
Diámetro Aislador, D_I (mm)	Altura Aislador, H (mm)	Número de capas de caucho, N	Diámetro del plomo, D_L (mm)	L (mm)	t (mm)	Cantidad Orificios	Orificio Ø (mm)	A (mm)	B (mm)
305	125-280	4-14	0-100	355	25	4	27	50	-
355	150-305	5-16	0-100	405	25	4	27	50	-
405	175-330	6-20	0-125	455	25	4	27	50	-
455	175-355	6-20	0-125	510	25	4	27	50	-
520	205-380	8-24	0-180	570	25	8	27	50	50
570	205-380	8-24	0-180	620	25	8	27	50	50
650	205-380	8-24	0-205	700	32	8	27	50	50
700	205-430	8-30	0-205	750	32	8	33	65	75
750	230-455	8-30	0-230	800	32	8	33	65	75
800	230-510	8-33	0-230	850	32	8	33	65	75
850	230-535	8-35	0-255	900	38	12	33	65	95
900	255-560	9-37	0-255	955	38	12	33	65	95
950	255-585	10-40	0-280	1005	38	12	33	65	95
1000	280-635	11-40	0-280	1055	38	12	40	75	115
1050	305-660	12-45	0-305	1105	44	12	40	75	115
1160	330-760	14-45	0-330	1205	44	12	40	75	115
1260	355-760	16-45	0-355	1335	44	16	40	75	115
1360	405-760	I8-45	0-380	1435	51	16	40	75	115
1450	430-760	20-45	0-405	1525	51	20	40	75	115
1550	455-760	22-45	0-405	1625	51	20	40	75	115

Tabla 37: Detalle de Montaje para Aisladores LRB (DIS).

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

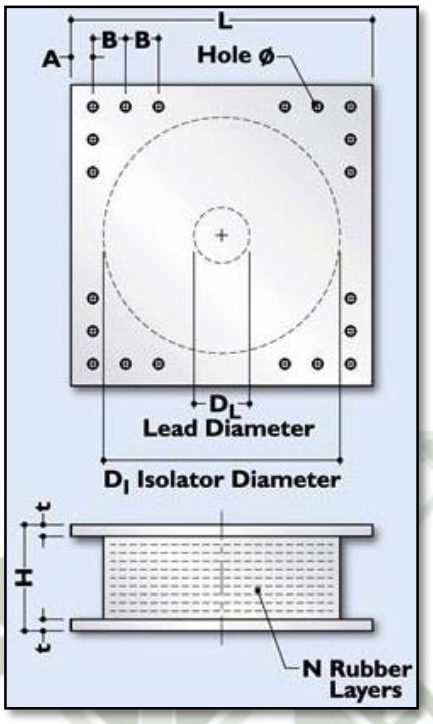


Figura 67: Detalle de Montaje (DIS).

Para el Aislador 1, cuyo diámetro es de 1050 mm, tenemos:

- El espesor de la plancha de acero es de 44 mm, para la cara superior e inferior.
- El anclaje del aislador a la estructura requiere de 12 orificios.
- El diámetro de los orificios será de 40 mm.

Para el Aislador 2, que tiene un diámetro es de 650 mm, tenemos:

- El espesor de la plancha de acero es de 25 mm, para la cara superior e inferior.
- El anclaje del aislador a la estructura requiere de 8 orificios.
- El diámetro de los orificios será de 27 mm.

Para el Aislador 3, que tiene un diámetro es de 850 mm, tenemos:

- El espesor de la plancha de acero es de 38 mm, para la cara superior e inferior.
- El anclaje del aislador a la estructura requiere de 12 orificios.
- El diámetro de los orificios será de 33 mm.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Finalmente para el Aislador 4, que tiene un diámetro es de 700 mm, tenemos:

- El espesor de la plancha de acero es de 32 mm, para la cara superior e inferior.
- El anclaje del aislador a la estructura requiere de 8 orificios.
- El diámetro de los orificios será de 33 mm.

El diámetro de las barras de acero o anclajes mecánicos está en función del tamaño de los orificios, cuya longitud es comúnmente 1.5 veces la altura del aislador sísmico. Para nuestro caso la longitud de los anclajes será de 0.50 m para todos aisladores, ya que tienen la misma altura.

Estos anclajes se encontrarán empotrados en un capitel (dado) en las uniones de vigas y columnas en el nivel de aislamiento, dichos dados tendrán una altura similar al de las vigas, es decir 70 cm, valor compatible con la longitud de los anclajes, también se reforzarán con estribos a un espaciamiento similar al de la zona de confinamiento de las columnas: 3/8” @ 10 cm.

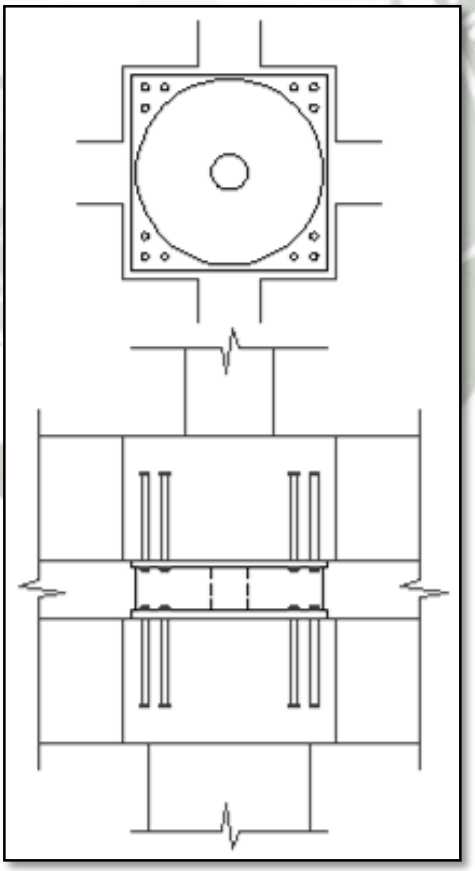


Figura 68: Detalle de Anclajes del Aislador 1.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

5. CAPITULO V: COSTO Y PRESUPUESTO

5.1. Metrado:

PRESUPUESTO ESTRUCTURAS			
Ítem	**Descripción**	**Unidad**	**Metrado**
1	**OBRAS PROVISIONALES**		
1.01	Caseta, Almacén	glb	1.00
1.02	Cerco Provisional, Comedor, SSHH	glb	1.00
1.03	Luz, Agua, Teléfono	mes	15.20
2	**TRABAJOS PRELIMINARES**		
2.01	Limpieza del terreno	m2	1486.90
2.02	Trazo y Replanteo	m2	1486.90
2.03	Transporte de Equipo	glb	1.00
2.03	Eliminación de Desmonte de Obra	glb	1.00
3	**MOVIMIENTO DE TIERRAS**		
3.01	Excavación Masiva	m3	9416.68
3.02	Relleno con Material Propio	m3	1830.07
3.03	Relleno Compactado	m3	128.56
3.04	Eliminación de Material Excedente	m3	9322.57
4	**CONCRETO SIMPLE**		
4.01	Solado de Concreto	m2	550.84
5	**CONCRETO ARMADO**		
5.01	**ZAPATAS Y VIGAS DE CIMENTACION**		
5.01.01	Concreto Zapatas	m3	434.85
5.01.02	Encofrado y Desencofrado Zapatas	m2	378.34
5.01.03	Acero fy=4200 Kg/cm2 Grado 60 Zapatas	Kg	24454.22
5.01.04	Concreto Viga de Cimentación	m3	64.91
5.01.05	Encofrado y Desencofrado Viga de Cimentación	m2	273.96
5.01.06	Acero fy=4200 Kg/cm2 Grado 60 Viga de Cimentación	Kg	10591.10
5.02	**MUROS DE CONTENCION**		
5.02.01	Concreto Muro de Contención	m3	221.61
5.02.02	Encofrado y Desencofrado	m2	1223.22
5.02.03	Acero fy=4200 Kg/cm2 Grado 60	Kg	9686.28
5.03	**COLUMNAS**		
5.03.01	Concreto Columnas	m3	530.79
5.03.02	Encofrado y Desencofrado	m2	2345.98
5.03.03	Acero fy=4200 Kg/cm2 Grado 60	Kg	99332.02

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

5.04	**PLACAS**		
5.04.01	Concreto Placas	m3	306.98
5.04.02	Encofrado y Desencofrado	m2	1355.06
5.04.03	Acero fy=4200 Kg/cm2 Grado 60	Kg	28423.01
5.05	**VIGAS**		
5.05.01	Concreto Vigas	m3	1016.24
5.05.02	Encofrado y Desencofrado	m2	5985.12
5.05.03	Acero fy=4200 Kg/cm2 Grado 60	Kg	171507.44
5.06	**LOSA ALIGERADA**		
5.06.01	Concreto Losas Aligeradas	m3	829.03
5.06.02	Encofrado y Desencofrado	m2	9023.45
5.06.03	Acero fy=4200 Kg/cm2 Grado 60	Kg	46960.27
5.06.04	Ladrillo para Techo 30x30x20 cm	und	76699.00
5.07	**ESCALERA**		
5.07.01	Concreto Escaleras	m3	51.46
5.07.02	Encofrado y Desencofrado	m2	266.22
5.07.03	Acero fy=4200 Kg/cm2 Grado 60	Kg	2649.11
5.08	**RAMPA VEHICULAR**		
5.08.01	Concreto Rampa Vehicular	m3	32.64
5.08.02	Encofrado y Desencofrado	m2	199.06
5.08.03	Acero fy=4200 Kg/cm2 Grado 60	Kg	3569.19
6	**AISLADORES SISMICOS LBR**		
6.01	Aislador LBR 1	und	13.00
6.02	Aislador LBR 2	und	5.00
6.03	Aislador LBR 3	und	17.00
6.04	Aislador LBR 4	und	5.00

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

5.2. Análisis de Precios Unitarios:

El Análisis de Precios Unitarios se presentará en al ANEXO #2.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

5.3. Presupuesto:

El Presupuesto obtenido para este trabajo se presentará en al ANEXO #3.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

6. CAPITULO VI: PROGRAMACION DE OBRA

La Programación de Obra del presente trabajo se presentará en el ANEXO #4.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

CONCLUSIONES

- En el diseño de las losas aligeradas se hizo uso de la alternancia de cargas, ya que la alternancia de cargas vivas es una situación real en una estructura y puede generar momentos mayores a los obtenidos al considerar todos los tramos uniformemente cargados.

- El refuerzo en las vigas de la superestructuras se uniformizaron para los momentos máximos actuantes que principalmente están dados por las cargas sísmicas, excepto en las vigas de la subestructuras (sótanos), las cuales tienen un refuerzo menor debido a que están diseñados simplemente con cargas de gravedad.

- Se elaboró un análisis y diseño de cada elemento que conforman la placa compuesta, ya que como se puede ver en los planos, placas con dimensiones iguales pueden estar absorbiendo fuerzas y momentos diferentes, y por lo tanto tener requerimientos de cuantías diferentes.

- Con respecto a la cimentación, el diseño de las zapatas rectangulares, tanto las aisladas como la combinada, se realizó de forma manual, por el contrario para la zapata combinada de forma compuesta se hizo uso de un programa computacional, específicamente el programa SAFE, el cual fue de gran ayuda en simplificar el diseño de esta última zapata.

- En las zapatas de columnas perimétricas se requirió el uso de vigas de cimentación que unieran éstas con elementos de cimentación centrales debido a que se presentaban cargas excéntricas que generan volteo, además la separación sísmica dejada por el uso de aisladores sísmicos ayudaron a disminuir las excentricidades y los momentos que estos generaban.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- La edificación empotrada cuenta con el sistema estructural de muros estructurales, ya que estos absorben más del 90% de la fuerza sísmica en ambas dirección; sin embargo en la estructura aislada el sistema estructural en la dirección X esta cambia a un sistema dual, mientras que en la dirección Y continua gobernado por el sistema de muros.

- Se logró desarrollar con éxito el análisis estructural y el diseño del sistema de aislamiento del edificio en estudio, habiéndose obtenido las principales dimensiones de los aisladores 1; 2; 3 y 4; y sus propiedades dinámicas.

Utilizando las secciones de los elementos diseñados anteriormente en el presente trabajo, se modeló la misma estructura pero con la base empotrada (sin aisladores sísmicos). Esto se hizo con el fin de comparar algunos resultados:

- Al utilizar los aisladores de base, se obtienen mayores periodos de la estructura, por lo tanto, menores aceleraciones y como consecuencia las fuerzas sísmicas disminuirán. Lo cual contribuirá a menores demandas de diseño.

Sistema Estructural	Periodo (s)	Fuerza Cortante Sísmica (Tnf)	Reducción (%)
Empotrado	0.61	1987.06	45%
Aislado	2.19	1094.37	

Tabla 38: Comparación Fuerza Cortante Sísmica en X.

- En el sistema aislado ocurren menores desplazamientos horizontales relativos de entrepiso, incluso cuando se tiene menor densidad de placas, lo cual ayudará a un mejor comportamiento de la estructura.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Nivel	Empotrado (Δi)	Aislado (Δi)	Reducción (%)
Azotea	0.00470	0.00216	53.95%
Nivel 8	0.00495	0.00232	53.21%
Nivel 7	0.00514	0.00244	52.62%
Nivel 6	0.00524	0.00255	51.40%
Nivel 5	0.00518	0.00263	49.24%
Nivel 4	0.00490	0.00267	45.44%
Nivel 3	0.00433	0.00264	39.02%
Nivel 2	0.00280	0.00254	9.13%

Tabla 39: Comparación Derivas en Y.

- El uso del sistema de aislamiento sísmico permitiría cumplir con el requerimiento de deriva máxima establecido en la Norma E.030 sin la necesidad de placas extras. En la estructura estudiada contamos con ascensores y escaleras que deben estar acompañados con sus respectivas placas, debido a la ubicación de estas y a la irregularidad de la estructura, por la presencia de esquinas entrantes, es evidente predecir efectos de torsión considerables, sin embargo, la incorporación de aisladores sísmicos mejoran el comportamiento en las participaciones de masa en los periodos de la estructura (Tabla 16), ayudando a controlar la torsión.

- El programa ETABS 2013 fue de gran ayuda para poder diseñar y modelar la estructura en cuestión. Sin embargo, si no se realiza un procedimiento adecuado para dicho diseño, los resultados obtenidos serán erróneos y perjudicarán la investigación y el análisis del proyecto.

- En un edificio con aislamiento sísmico, se debe cuidar hasta el último detalle en la conexión entre la superestructura, el aislador y la subestructura, ya que debe existir un claro deslinde entre la subestructura y la superestructura.

- De igual manera, de existir edificaciones colindantes, se debe procurar dejar una junta sísmica lo suficientemente ancha para permitir el desplazamiento de la estructura aislada, dicha junta estará en función de los desplazamientos obtenidos de análisis sísmico.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- Respecto al presupuesto, aunque no se realizó el desarrollo para la estructura empotrada, se pueden enfatizar varios puntos, según la bibliografía consultada, el presupuesto de las estructuras aisladas superan en un 10% a 15% al costo del edificio con diseño convencional, lo que en principio parece contradictorio con lo expuesto anteriormente sobre la disminución de demanda sísmica y la cantidad de placas. Esto depende principalmente de las dimensiones del proyecto y del número de elementos de aislación requeridos. Por lo que el ahorro en un edificio con un sistema de aislamiento no puede ser medido objetivamente en su construcción, sino después de haber ocurrido el sismo, debido a que los daños en el sistema aislado serán mínimos, en la mayoría de casos nulos, respecto a una edificación convencional.

- El procedimiento de diseño de los aisladores y de la estructura no es un análisis complicado, pero puede resultar tedioso al ser iterativo. Mientras que el diseño estructural es el mismo que para una edificación convencional.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

RECOMENDACIONES

- Es importante revisar la documentación de los fabricantes de aisladores sísmicos ya que estos, aparte de la información teórica, aplicaciones, experiencia, etcétera, dan parámetros y valores para ciertas incógnitas que ayudan al diseño de los aisladores.

- Se debe verificar el período fundamental de la estructura empotrada, ya que no convendría aislar una estructura que tenga períodos de vibración mayores a 1 segundo aproximadamente, es decir que no se recomienda su uso para estructuras altas (alturas de la superestructura menores a 35 m).

- Los aisladores sísmicos deberán estar ubicados en lugares con espacio y acceso suficientes para la inspección de estos y de ser necesario su posible reemplazo.

- La implementación del sistema de aislamiento sísmico permite mejorar el comportamiento de la estructura ante un sismo, minimizando los daños, lo cual se traduce en menores costos de reparación de elementos no estructurales, y menores gastos de reposición de bienes inmuebles afectados. Por lo tanto es recomendable el uso de este sistema de protección sísmica en construcciones institucionales, tales como hospitales, universidades, escuelas, estaciones de bomberos, comandos de policía y fuerza militar en general, que son estructuras de vital importancia para la atención post-ocurrencia de un sismo, y que muchas veces el daño ocasionado por el sismo a este tipo de edificaciones hace que sea muy difícil atender la emergencia ocurrida.

- Igualmente también se recomienda su uso para edificaciones de contenido valioso o peligroso como museos, almacenes industriales, etc. Por otro lado, se puede convencer a aquellos usuarios que valoren la seguridad propia o de su inversión, como oficinas de corporaciones o viviendas de lujo, que el costo adicional es justificable.

- En un futuro, se espera que los sistemas de aislación sísmica (y otras alternativas que eleven el factor de seguridad de las estructuras) se conviertan en un estándar.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- Para futuros proyectos, se recomienda el uso de edificios simétricos, tanto en planta como en estructuración, con el fin de obtener resultados más evidentes y resaltantes.

- Para evitar el sobredimensionamiento de los aisladores se aconseja diseñar aisladores con diferentes características para los rangos de cargas axiales actuantes en la estructura. Se recomienda realizar un diseño aparte para los aisladores bajo columnas centrales, perimetrales y esquineras.

- Se debe desarrollar investigaciones más detalladas y profundas acerca del aislamiento sísmico para poder actualizar los códigos y determinar hasta donde podremos reducir las exigencias normativas en el diseño de las estructuras aisladas.

- Nuestro país está ubicado en una zona de alto riesgo sísmico por lo que es recomendable que los ingenieros civiles tomen en cuenta las ventajas que nos ofrece no solo el sistema de aislamiento sísmico, sino cualquier otro sistema como disipadores y amortiguadores, en cualquier tipo de edificación y puentes, para que de esta manera se pueda reducir la vulnerabilidad que se pueda presentar en estructuras ante la acción de fuerzas sísmicas.

- Por último, se recomienda estar al tanto de las modificaciones o actualizaciones de las normas usadas en este campo de trabajo para tener resultados acorde con los requerimientos modernos.

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

BIBLIOGRAFIA

- Acedo Chuquipiondo, Ricardo Javier.

  2013 **Diseño de un Edificio de Oficinas de Concreto Armado de Siete Niveles y Dos Sótanos.**

- Aparicio Candia, Christian Emilio y Pinto Rodríguez, Galvarino.

  2009 **Análisis Estructural y Diseño en Concreto Armado de la Clánica Santa María.**

- Arriagada Rosas, Jaime Andrés.

  2005 **Aislación Sísmica de un Edificio de Oficinas de Siete Pisos. (Análisis Comparativo de Comportamiento y Costos con un Edificio Tradicional).**

- Canales Quiñones, Carlos Hernán.

  2006 **Edificio de Sótano y 12 Pisos de Oficinas.**

- Carmona Ramírez, Pedro y Rosas Fetta, Angello Jesús.

  2015 **Análisis Comparativo del Comportamiento Sísmico Dinámico del Diseño Normativo Sismo-resistente de un Sistema Dual frente al Modelo con Aisladores Elastoméricos de Alto Amortiguamiento (HDR) de un Sistema Aporticado, del Edificio de Oficinas Schell de Seis Pisos ubicado en la Provincia de Lima – Perú.**

- Chavez d'Onofrio, Arnaldo Javier.

  2005 **Edificio Multifamiliar de Ocho Pisos con Sótano.**

- Chávez Vega, Oscar.

  Curso de Concreto Armado I y II e Ingeniería Antisísmica.

- Dynamic Isolation System.

  2007 **Aislamiento Sísmico para Edificaciones y Puentes.**

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- Hernández Morales, Hernán Martín.

  2015 **Análisis Estructural de un Edificio Aislado Sísmicamente y Diseño de su Sistema de Aislamiento.**

- Holmes Consulting Group Ltd.

  2001 **Base Isolation of Structures - Design Guidelines.**

- Jácobo Azabache, Yasir Junior y Quispe Siccha, Juan Carlos.

  2014 **Diseño Estructural Comparativo Entre los Sistemas Dual y con Aislamiento Sismico en la Base para una Clinica de 8 Pisos en la Ciudad de Trujillo.**

- Korswagen Eguren, Paul Alexander; Arias Ricse, Julio César y Huaringa Huamaní, Pamela Grace.

  2012 **Análisis y Diseño de Estructuras con Aisladores Sísmicos en el Perú.**

- Lema Toapanta, Edith Pamela.

  2013 **Analisis y Diseño de un Edificio con Aisladores Sísmicos Modelamiento en el Etabs.**

- Meza Blandón, Róger Ivan y Sánchez García, Edgard Ezequiel.

  2010 **Guía de Diseño Sísmico de Aisladores Elastoméricos y de Fricción para la República de Nicaragua.**

- Molinares, N. y Barbat, A.

  1994 **Edificios con Aislamiento de Base no Lineal.**

- Muñoz Guerra, Joseph Jonathan.

  2013 **Análisis y Diseño de una Estructura Hospitalaria con Aisladores Sísmicos en la Ciudad de Arequipa.**

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

- Naeim, Farzad y Kelly, James M.

  1999 **Design of Seismic Isolated Structures: From Theory to Practice.**

- Ottazi Pasino, Gianfranco.

  2006 **Diseño en Concreto Armado.**

- Reglamento nacional de Edificaciones.

  2009 **NTE E.030 y NTE E.060.**

- Retamozo Martinez, Ludwig Benito.

  2011 **Diseño Estructural de un edificio de Viviendas de Dos Sótanos y Cinco pisos, ubicado en San Isidro - Lima.**

- Rodríguez Rodríguez, Patricia Clorinda.

  2007 **Diseño de un Edificio de Cinco Pisos para Oficinas en Concreto Armado.**

- UNIFORM BUILDING CODE.

  1997 **UBC– Appendix Chapter 16. División IV – Earthquake Regulations for Seismic – Isolated Structures.**

- Zegarra Araujo, Sebastian.

  2015 **Análisis Comparativo del Comportamiento Estructural de una Edificación Hospitalaria con Aislación y sin Aislación Sísmica de Base.**

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXOS

- **Anexo #1:** Conclusiones del Estudio de Suelos del Proyecto Nasya II.

- **Anexo #2:** Análisis de Precios Unitarios.

- **Anexo #3:** Presupuesto.

- **Anexo #4:** Programación de Obra.

  Cabe mencionar que se simplifica el detalle de las partidas de los niveles tercero al octavo debido a que los tiempos de ejecución de estos pisos son iguales a los del segundo nivel, por lo que se detalla únicamente la duración de las partidas de ambos sótanos, nivel de aislación, primer nivel, segundo nivel y azotea, y del tercer al octavo nivel se presenta la partida resumida.

- **Anexo #5:** Planos.
  - Ubicación: U-01
  - Niveles: A1 – A6
  - Cortes: A7 – A8
  - Elevaciones: A9

  - Cimentación: E1
  - Detalles: E2
  - Placas, Rampas y Escaleras E3
  - Losas Aligeradas: E4 – E9
  - Vigas: E10 – E14

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO #1

CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE SUELOS DEL PROYECTO NASYA II

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

CONCLUSIONES

- La superficie del terreno del proyecto Edificio Comercial NASYA II presenta en general, una configuración aproximadamente horizontal.

- El estrato de cimentación para la cimentación de las sub-estructuras está conformado por el material clasificado en el SUCS como grava mal gradada con arenas y bolonería (GP con arenas y bolonería).

- La capacidad portante a partir de la superficie se establece a una profundidad de D_f = 1,60 m, suelo de confinamiento y suelo de emplazamiento 1,500 gf/cm^3; y factor de seguridad de capacidad portante FS = 3; ángulo de rozamiento interno del suelo ϕ = 34,2° resultando la capacidad portante admisible de acuerdo a la formulación de Meyerhof:

Cimentación corrida: q_a = 1,50 kgf/cm^2, B = 0,60 m, D_f = 1,60 m.
Cimentación aislada rectangular: q_a = 1,73 kgf/cm^2, B = 1,00 m, L = 1,20 m para D_f = 1,60 m.

- La capacidad portante referida al nivel del piso terminado del sótano se establece a una profundidad de D_f = 1,60 m, suelo de confinamiento y suelo de emplazamiento 1,697 gf/cm^3; y factor de seguridad de capacidad portante FS = 3; ángulo de rozamiento interno del suelo ϕ = 36,1° resultando la capacidad portante admisible de acuerdo a la formulación de Meyerhof:

Cimentación corrida: q_a = 2,07 kgf/cm^2, B = 0,60 m, D_f = 1,60 m.
Cimentación aislada rectangular: q_a = 2,42 kgf/cm^2, B = 1,20 m, L = 1,40 m para D_f = 1,60 m.

- El asentamiento elástico estimado del subsuelo de cimentación referido a la superficie es de 5,60 mm calculado a través de la formulación de Steinbrenner (Bowles, 1982), asumiendo los parámetros de q = 2,5 kgf/cm2; B = 1,00 m; L = 1,20 m; ν = 0,3; ES = 210 kgf/cm2.

- El asentamiento elástico estimado del subsuelo de cimentación referido a la zona del sotano es de 5,90 mm calculado a través de la formulación de Steinbrenner (Bowles, 1982), asumiendo los parámetros de q = 2,5 kgf/cm2; B = 1,20 m; L = 1,40 m; ν = 0,3; ES = 280 kgf/cm2.

- El nivel freático no ha sido encontrado en los niveles de excavación.

NÉSTOR TUPA FERNANDEZ
INGENIERO CIVIL Msc
Registro del Colegio de Ingenieros Nº 48221

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO #2

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0103001 ANALISIS Y DISEÑO DE UN EDIFICIO DE 8 NIVELES CON 2 SOTANOS CON SISTEMA DE AISLAMIENTO SISMICO**
Subpresupuesto **001 ESTRUCTURAS** Fecha presupuesto **17/10/2017**

Partida **01.01 CASETA, ALMACEN**

Rendimiento **glb/DIA** MO. EQ. Costo unitario directo por : glb **1,900.00**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Subcontratos					
04020100020004	SC CASETA, ALMACEN	glb		1.0000	1,900.00	1,900.00
						1,900.00

Partida **01.02 Cerco Provisional, Comedor, SSHH**

Rendimiento **glb/DIA** MO. EQ. Costo unitario directo por : glb **4,000.00**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Subcontratos					
04020100020005	SC CERCO PROVISIONAL, COMEDOR, SSHH	glb		1.0000	4,000.00	4,000.00
						4,000.00

Partida **01.03 Luz, Agua, Telefono**

Rendimiento **mes/DIA** MO. EQ. Costo unitario directo por : mes **500.00**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Subcontratos					
0402030002	SC Luz, Agua, Telefono	mes		1.0000	500.00	500.00
						500.00

Partida **02.01 LIMPIEZA DEL TERRENO**

Rendimiento **m2/DIA** MO. **40.0000** EQ. **40.0000** Costo unitario directo por : m2 **3.44**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO	hh	0.1000	0.0200	19.53	0.39
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.2000	14.44	2.89
						3.28
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		5.0000	3.28	0.16
						0.16

Partida **02.02 TRAZO Y REPLANTEO**

Rendimiento **m2/DIA** MO. **500.0000** EQ. **500.0000** Costo unitario directo por : m2 **2.80**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0160	25.39	0.41
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.0480	14.44	0.69
01010300000005	OPERARIO TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0160	25.39	0.41
						1.51
	Materiales					
0213020004	CAL HIDRAULICA	bol		0.0500	18.00	0.90
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		0.0200	5.46	0.11
						1.01
	Equipos					
0301000011	TEODOLITO	hm	1.0000	0.0160	12.00	0.19
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.51	0.05
03014700010009	WINCHAS	und		0.0030	13.09	0.04
						0.28

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0103001** **ANALISIS Y DISEÑO DE UN EDIFICIO DE 8 NIVELES CON 2 SOTANOS CON SISTEMA DE AISLAMIENTO SISMICO**
Subpresupuesto **001** **ESTRUCTURAS** Fecha presupuesto **17/10/2017**

Partida **02.03** **TRANSPORTE DE EQUIPO LIVIANO Y HERRAMIENTAS**

Rendimiento **glb/DIA** MO. EQ. Costo unitario directo por : glb **2,000.00**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Subcontratos					
0424010005	SC Transporte de Equipo	glb		1.0000	2,000.00	2,000.00
						2,000.00

Partida **03.01** **EXCAVACION MASIVA**

Rendimiento **m3/DIA** MO. **450.0000** EQ. **450.0000** Costo unitario directo por : m3 **3.17**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0018	25.39	0.05
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0178	19.53	0.35
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0356	14.44	0.51
						0.91
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.91	0.03
03011700020009	RETROEXCAVADORA DE 1/2 A 1 1/4 yd3	hm	1.0000	0.0178	125.00	2.23
						2.26

Partida **03.02** **RELLENO CON MATERIAL PROPIO**

Rendimiento **m3/DIA** MO. **7.0000** EQ. **7.0000** Costo unitario directo por : m3 **19.98**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.1143	25.39	2.90
0101010005	PEON	hh	1.0000	1.1429	14.44	16.50
						19.40
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	19.40	0.58
						0.58

Partida **03.03** **RELLENO COMPACTADO**

Rendimiento **m3/DIA** MO. **30.0000** EQ. **30.0000** Costo unitario directo por : m3 **24.27**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.3000	0.0800	25.39	2.03
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.8000	14.44	11.55
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.2667	20.14	5.37
						18.95
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	18.95	0.57
0301100001	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP	hm	1.0000	0.2667	17.80	4.75
						5.32

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0103001 ANALISIS Y DISEÑO DE UN EDIFICIO DE 8 NIVELES CON 2 SOTANOS CON SISTEMA DE AISLAMIENTO SISMICO**
Subpresupuesto **001 ESTRUCTURAS** Fecha presupuesto **17/10/2017**

Partida **03.04 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE**

Rendimiento **m3/DIA** MO. **24.0000** EQ. **24.0000** Costo unitario directo por : m3 **64.19**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010004	OFICIAL	hh	0.1000	0.0333	16.05	0.53
0101010005	PEON	hh	6.0000	2.0000	14.44	28.88
						29.41
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	29.41	0.88
0301220004	CAMION VOLQUETE	hm	1.0000	0.3333	101.70	33.90
						34.78

Partida **04.01 SOLADO DE CONCRETO**

Rendimiento **m2/DIA** MO. **80.0000** EQ. **80.0000** Costo unitario directo por : m2 **28.89**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0200	25.39	0.51
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.2000	19.53	3.91
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.1000	16.05	1.61
0101010005	PEON	hh	6.0000	0.6000	14.44	8.66
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.1000	20.14	2.01
						16.70
	Materiales					
0207030001	HORMIGON	m3		0.0940	45.00	4.23
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		0.2840	19.85	5.64
						9.87
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	16.70	0.50
03010600020008	REGLA DE MADERA	p2		0.1120	4.30	0.48
03012900030004	MEZCLADORA DE 9-11 P3	hm	1.0000	0.1000	13.36	1.34
						2.32

Partida **05.01.01 CONCRETO ZAPATAS**

Rendimiento **m3/DIA** MO. **25.0000** EQ. **25.0000** Costo unitario directo por : m3 **338.31**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0640	25.39	1.62
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.6400	19.53	12.50
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.6400	16.05	10.27
0101010005	PEON	hh	8.0000	2.5600	14.44	36.97
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	2.0000	0.6400	20.14	12.89
						74.25
	Materiales					
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.5600	51.61	28.90
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.5500	42.29	23.26
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		10.2100	19.85	202.67
						254.83
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	74.25	2.23
03012900010005	VIBRADOR DE 4 HP	hm	1.0000	0.3200	8.50	2.72
03012900030004	MEZCLADORA DE 9-11 P3	hm	1.0000	0.3200	13.36	4.28
						9.23

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0103001** **ANALISIS Y DISEÑO DE UN EDIFICIO DE 8 NIVELES CON 2 SOTANOS CON SISTEMA DE AISLAMIENTO SISMICO**
Subpresupuesto **001** **ESTRUCTURAS** Fecha presupuesto **17/10/2017**

Partida **05.01.02** **ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ZAPATAS**

Rendimiento **m2/DIA** MO. **14.0000** EQ. **14.0000** Costo unitario directo por : m2 **85.26**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1225	0.0700	25.39	1.78
0101010003	OPERARIO	hh	1.2250	0.7000	19.53	13.67
0101010004	OFICIAL	hh	1.8375	1.0500	16.05	16.85
0101010005	PEON	hh	0.9975	0.5700	14.44	8.23
						40.53
	Materiales					
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.1500	2.89	0.43
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		7.8900	5.46	43.08
						43.51
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	40.53	1.22
						1.22

Partida **05.01.03** **ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60 ZAPATAS**

Rendimiento **kg/DIA** MO. **225.0000** EQ. **225.0000** Costo unitario directo por : kg **4.73**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0036	25.39	0.09
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0356	19.53	0.70
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0356	16.05	0.57
						1.36
	Materiales					
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0600	2.90	0.17
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0700	2.90	3.10
						3.27
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.36	0.04
0301330008	CIZALLA	hm	1.0000	0.0356	1.55	0.06
						0.10

Partida **05.01.04** **CONCRETO VIGAS DE CIMENTACION**

Rendimiento **m3/DIA** MO. **20.0000** EQ. **20.0000** Costo unitario directo por : m3 **360.92**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2250	0.0900	25.39	2.29
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	19.53	15.62
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	16.05	12.84
0101010005	PEON	hh	8.2500	3.3000	14.44	47.65
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	2.0000	0.8000	20.14	16.11
						94.51
	Materiales					
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.5600	51.61	28.90
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.5500	42.29	23.26
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		10.2100	19.85	202.67
						254.83
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	94.51	2.84
03012900010005	VIBRADOR DE 4 HP	hm	1.0000	0.4000	8.50	3.40
03012900030004	MEZCLADORA DE 9-11 P3	hm	1.0000	0.4000	13.36	5.34
						11.58

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0103001 ANALISIS Y DISEÑO DE UN EDIFICIO DE 8 NIVELES CON 2 SOTANOS CON SISTEMA DE AISLAMIENTO SISMICO**
Subpresupuesto **001 ESTRUCTURAS** Fecha presupuesto **17/10/2017**

Partida **05.01.05 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS DE CIMENTAION**

Rendimiento **m2/DIA** MO. **10.0000** EQ. **10.0000** Costo unitario directo por : m2 **79.61**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1250	0.1000	25.39	2.54
0101010003	OPERARIO	hh	1.2000	0.9600	19.53	18.75
0101010004	OFICIAL	hh	1.4875	1.1900	16.05	19.10
0101010005	PEON	hh	0.5750	0.4600	14.44	6.64
						47.03
	Materiales					
02040100020002	ALAMBRE NEGRO N° 8	kg		0.3000	2.90	0.87
02041200010006	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3 1/2"	kg		0.1500	2.89	0.43
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		5.4700	5.46	29.87
						31.17
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	47.03	1.41
						1.41

Partida **05.01.06 ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60 VIGAS DE CIMENTACION**

Rendimiento **kg/DIA** MO. **225.0000** EQ. **225.0000** Costo unitario directo por : kg **4.73**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0036	25.39	0.09
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0356	19.53	0.70
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0356	16.05	0.57
						1.36
	Materiales					
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0600	2.90	0.17
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0700	2.90	3.10
						3.27
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.36	0.04
0301330008	CIZALLA	hm	1.0000	0.0356	1.55	0.06
						0.10

Partida **05.02.01 CONCRETO MUROS DE CONTENCION**

Rendimiento **m3/DIA** MO. **10.0000** EQ. **10.0000** Costo unitario directo por : m3 **521.33**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2375	0.1900	25.39	4.82
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	1.6000	19.53	31.25
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	1.6000	16.05	25.68
0101010005	PEON	hh	10.3375	8.2700	14.44	119.42
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	3.0000	2.4000	20.14	48.34
						229.51
	Materiales					
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.5600	51.61	28.90
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.5500	42.29	23.26
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		10.2100	19.85	202.67
						254.83
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	229.51	6.89
03012100030003	WINCHE ELECTRICO DE 2 TAMBORES	hm	1.0000	0.8000	15.76	12.61
03012900010005	VIBRADOR DE 4 HP	hm	1.0000	0.8000	8.50	6.80
03012900030004	MEZCLADORA DE 9-11 P3	hm	1.0000	0.8000	13.36	10.69
						36.99

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0103001 ANALISIS Y DISEÑO DE UN EDIFICIO DE 8 NIVELES CON 2 SOTANOS CON SISTEMA DE AISLAMIENTO SISMICO**
Subpresupuesto **001 ESTRUCTURAS** Fecha presupuesto **17/10/2017**

Partida **05.02.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MUROS DE CONTENCION**

Rendimiento **m2/DIA** MO. **10.0000** EQ. **10.0000** Costo unitario directo por : m2 **71.73**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1250	0.1000	25.39	2.54
0101010003	OPERARIO	hh	1.2500	1.0000	19.53	19.53
0101010004	OFICIAL	hh	1.5000	1.2000	16.05	19.26
0101010005	PEON	hh	0.5000	0.4000	14.44	5.78
						47.11
	Materiales					
02040100020002	ALAMBRE NEGRO N° 8	kg		0.1200	2.90	0.35
02041200010007	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"	kg		0.2200	2.89	0.64
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		4.0700	5.46	22.22
						23.21
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	47.11	1.41
						1.41

Partida **05.02.03 ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60 MUROS DE CONTENCION**

Rendimiento **kg/DIA** MO. **225.0000** EQ. **225.0000** Costo unitario directo por : kg **4.73**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0036	25.39	0.09
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0356	19.53	0.70
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0356	16.05	0.57
						1.36
	Materiales					
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0600	2.90	0.17
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0700	2.90	3.10
						3.27
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.36	0.04
0301330008	CIZALLA	hm	1.0000	0.0356	1.55	0.06
						0.10

Partida **05.03.01 CONCRETO COLUMNAS**

Rendimiento **m3/DIA** MO. **10.0000** EQ. **10.0000** Costo unitario directo por : m3 **523.53**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2500	0.2000	25.39	5.08
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	1.6000	19.53	31.25
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	1.6000	16.05	25.68
0101010005	PEON	hh	10.5000	8.4000	14.44	121.30
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	3.0000	2.4000	20.14	48.34
						231.65
	Materiales					
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.5600	51.61	28.90
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.5500	42.29	23.26
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		10.2100	19.85	202.67
						254.83
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	231.65	6.95
03012100030003	WINCHE ELECTRICO DE 2 TAMBORES	hm	1.0000	0.8000	15.76	12.61
03012900010005	VIBRADOR DE 4 HP	hm	1.0000	0.8000	8.50	6.80
03012900030004	MEZCLADORA DE 9-11 P3	hm	1.0000	0.8000	13.36	10.69
						37.05

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0103001 ANALISIS Y DISEÑO DE UN EDIFICIO DE 8 NIVELES CON 2 SOTANOS CON SISTEMA DE AISLAMIENTO SISMICO**
Subpresupuesto **001 ESTRUCTURAS** Fecha presupuesto **17/10/2017**

Partida **05.03.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNAS**

Rendimiento **m2/DIA** MO. **10.0000** EQ. **10.0000** Costo unitario directo por : m2 **78.05**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1250	0.1000	25.39	2.54
0101010003	OPERARIO	hh	1.2500	1.0000	19.53	19.53
0101010004	OFICIAL	hh	1.5000	1.2000	16.05	19.26
0101010005	PEON	hh	0.5000	0.4000	14.44	5.78
						47.11
	Materiales					
02040100020002	ALAMBRE NEGRO N° 8	kg		0.3000	2.90	0.87
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.1700	2.89	0.49
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		5.1600	5.46	28.17
						29.53
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	47.11	1.41
						1.41

Partida **05.03.03 ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60 COLUMNAS**

Rendimiento **kg/DIA** MO. **225.0000** EQ. **225.0000** Costo unitario directo por : kg **4.73**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0036	25.39	0.09
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0356	19.53	0.70
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0356	16.05	0.57
						1.36
	Materiales					
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0600	2.90	0.17
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0700	2.90	3.10
						3.27
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.36	0.04
0301330008	CIZALLA	hm	1.0000	0.0356	1.55	0.06
						0.10

Partida **05.04.01 CONCRETO PLACAS**

Rendimiento **m3/DIA** MO. **8.0000** EQ. **8.0000** Costo unitario directo por : m3 **590.69**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2500	0.2500	25.39	6.35
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	2.0000	19.53	39.06
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	2.0000	16.05	32.10
0101010005	PEON	hh	10.5000	10.5000	14.44	151.62
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	3.0000	3.0000	20.14	60.42
						289.55
	Materiales					
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.5600	51.61	28.90
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.5500	42.29	23.26
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		10.2100	19.85	202.67
						254.83
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	289.55	8.69
03012100030003	WINCHE ELECTRICO DE 2 TAMBORES	hm	1.0000	1.0000	15.76	15.76
03012900010005	VIBRADOR DE 4 HP	hm	1.0000	1.0000	8.50	8.50
03012900030004	MEZCLADORA DE 9-11 P3	hm	1.0000	1.0000	13.36	13.36
						46.31

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0103001 ANALISIS Y DISEÑO DE UN EDIFICIO DE 8 NIVELES CON 2 SOTANOS CON SISTEMA DE AISLAMIENTO SISMICO**
Subpresupuesto **001 ESTRUCTURAS** Fecha presupuesto **17/10/2017**

Partida **05.04.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PLACAS**

Rendimiento **m2/DIA** MO. **10.0000** EQ. **10.0000** Costo unitario directo por : m2 **79.07**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1250	0.1000	25.39	2.54
0101010003	OPERARIO	hh	1.2500	1.0000	19.53	19.53
0101010004	OFICIAL	hh	1.7500	1.4000	16.05	22.47
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.8000	14.44	11.55
						56.09
	Materiales					
02040100020002	ALAMBRE NEGRO N° 8	kg		0.2000	2.90	0.58
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.1800	2.89	0.52
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		3.7000	5.46	20.20
						21.30
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	56.09	1.68
						1.68

Partida **05.04.03 ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60 PLACAS**

Rendimiento **kg/DIA** MO. **225.0000** EQ. **225.0000** Costo unitario directo por : kg **4.73**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0036	25.39	0.09
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0356	19.53	0.70
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0356	16.05	0.57
						1.36
	Materiales					
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0600	2.90	0.17
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0700	2.90	3.10
						3.27
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.36	0.04
0301330008	CIZALLA	hm	1.0000	0.0356	1.55	0.06
						0.10

Partida **05.05.01 CONCRETO VIGAS**

Rendimiento **m3/DIA** MO. **20.0000** EQ. **20.0000** Costo unitario directo por : m3 **389.16**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2500	0.1000	25.39	2.54
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	19.53	15.62
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	16.05	12.84
0101010005	PEON	hh	10.5000	4.2000	14.44	60.65
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	3.0000	1.2000	20.14	24.17
						115.82
	Materiales					
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.5600	51.61	28.90
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.5500	42.29	23.26
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		10.2100	19.85	202.67
						254.83
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	115.82	3.47
03012100030003	WINCHE ELECTRICO DE 2 TAMBORES	hm	1.0000	0.4000	15.76	6.30
03012900010005	VIBRADOR DE 4 HP	hm	1.0000	0.4000	8.50	3.40
03012900030004	MEZCLADORA DE 9-11 P3	hm	1.0000	0.4000	13.36	5.34
						18.51

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0103001 ANALISIS Y DISEÑO DE UN EDIFICIO DE 8 NIVELES CON 2 SOTANOS CON SISTEMA DE AISLAMIENTO SISMICO**
Subpresupuesto **001 ESTRUCTURAS** Fecha presupuesto **17/10/2017**

Partida **05.05.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS**

Rendimiento **m2/DIA** MO. **9.0000** EQ. **9.0000** Costo unitario directo por : m2 **90.94**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1238	0.1100	25.39	2.79
0101010003	OPERARIO	hh	1.2263	1.0900	19.53	21.29
0101010004	OFICIAL	hh	1.4738	1.3100	16.05	21.03
0101010005	PEON	hh	0.4950	0.4400	14.44	6.35
						51.46
	Materiales					
02040100020002	ALAMBRE NEGRO N° 8	kg		0.2100	2.90	0.61
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.2400	2.89	0.69
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		6.7100	5.46	36.64
						37.94
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	51.46	1.54
						1.54

Partida **05.05.03 ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60 VIGAS**

Rendimiento **kg/DIA** MO. **225.0000** EQ. **225.0000** Costo unitario directo por : kg **4.73**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0036	25.39	0.09
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0356	19.53	0.70
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0356	16.05	0.57
						1.36
	Materiales					
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0600	2.90	0.17
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0700	2.90	3.10
						3.27
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.36	0.04
0301330008	CIZALLA	hm	1.0000	0.0356	1.55	0.06
						0.10

Partida **05.06.01 CONCRETO LOSAS ALIGERADAS**

Rendimiento **m3/DIA** MO. **25.0000** EQ. **25.0000** Costo unitario directo por : m3 **374.55**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.3750	0.1200	25.39	3.05
0101010003	OPERARIO	hh	3.0000	0.9600	19.53	18.75
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.6400	16.05	10.27
0101010005	PEON	hh	11.5000	3.6800	14.44	53.14
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	3.0000	0.9600	20.14	19.33
						104.54
	Materiales					
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.5600	51.61	28.90
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.5500	42.29	23.26
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		10.2100	19.85	202.67
						254.83
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	104.54	3.14
03012100030003	WINCHE ELECTRICO DE 2 TAMBORES	hm	1.0000	0.3200	15.76	5.04
03012900010005	VIBRADOR DE 4 HP	hm	1.0000	0.3200	8.50	2.72
03012900030004	MEZCLADORA DE 9-11 P3	hm	1.0000	0.3200	13.36	4.28
						15.18

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0103001** **ANALISIS Y DISEÑO DE UN EDIFICIO DE 8 NIVELES CON 2 SOTANOS CON SISTEMA DE AISLAMIENTO SISMICO**
Subpresupuesto **001** **ESTRUCTURAS** Fecha presupuesto **17/10/2017**

Partida **05.06.02** **ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSAS ALIGERADAS**

Rendimiento **m2/DIA** MO. **24.0000** EQ. **24.0000** Costo unitario directo por : m2 **24.08**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1200	0.0400	25.39	1.02
0101010003	OPERARIO	hh	1.2600	0.4200	19.53	8.20
0101010004	OFICIAL	hh	1.5900	0.5300	16.05	8.51
0101010005	PEON	hh	0.6600	0.2200	14.44	3.18
						20.91
	Materiales					
02041200010004	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2"	kg		0.0100	2.89	0.03
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		0.4600	5.46	2.51
						2.54
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	20.91	0.63
						0.63

Partida **05.06.03** **ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60 LOSAS ALIGERADAS**

Rendimiento **kg/DIA** MO. **225.0000** EQ. **225.0000** Costo unitario directo por : kg **4.73**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0036	25.39	0.09
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0356	19.53	0.70
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0356	16.05	0.57
						1.36
	Materiales					
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0600	2.90	0.17
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0700	2.90	3.10
						3.27
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.36	0.04
0301330008	CIZALLA	hm	1.0000	0.0356	1.55	0.06
						0.10

Partida **05.06.04** **LADRILLO HUECO DE ARCILLA DE 15x30x30 cm**

Rendimiento **und/DIA** MO. **1,300.0000** EQ. **1,300.0000** Costo unitario directo por : und **3.17**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0006	25.39	0.02
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0062	19.53	0.12
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0062	16.05	0.10
0101010005	PEON	hh	9.0000	0.0554	14.44	0.80
						1.04
	Materiales					
02160100040007	LADRILLO PARA TECHO 15x30x30 cm	und		1.0500	2.00	2.10
						2.10
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.04	0.03
						0.03

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0103001 ANALISIS Y DISEÑO DE UN EDIFICIO DE 8 NIVELES CON 2 SOTANOS CON SISTEMA DE AISLAMIENTO SISMICO**
Subpresupuesto **001 ESTRUCTURAS** Fecha presupuesto **17/10/2017**

Partida **05.07.01 CONCRETO ESCALERAS**

Rendimiento **m3/DIA** MO. **12.0000** EQ. **12.0000** Costo unitario directo por : m3 **477.75**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2400	0.1600	25.39	4.06
0101010003	OPERARIO	hh	1.9950	1.3300	19.53	25.97
0101010004	OFICIAL	hh	1.9950	1.3300	16.05	21.35
0101010005	PEON	hh	10.4100	6.9400	14.44	100.21
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	3.0150	2.0100	20.14	40.48
						192.07
	Materiales					
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.5600	51.61	28.90
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.5500	42.29	23.26
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		10.2100	19.85	202.67
						254.83
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	192.07	5.76
03012100030003	WINCHE ELECTRICO DE 2 TAMBORES	hm	1.0000	0.6667	15.76	10.51
03012900010005	VIBRADOR DE 4 HP	hm	1.0000	0.6667	8.50	5.67
03012900030004	MEZCLADORA DE 9-11 P3	hm	1.0000	0.6667	13.36	8.91
						30.85

Partida **05.07.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESCALERAS**

Rendimiento **m2/DIA** MO. **6.0000** EQ. **6.0000** Costo unitario directo por : m2 **115.92**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1200	0.1600	25.39	4.06
0101010003	OPERARIO	hh	1.2150	1.6200	19.53	31.64
0101010004	OFICIAL	hh	1.5450	2.0600	16.05	33.06
0101010005	PEON	hh	0.6675	0.8900	14.44	12.85
						81.61
	Materiales					
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0800	2.90	0.23
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.1000	2.89	0.29
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		5.7400	5.46	31.34
						31.86
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	81.61	2.45
						2.45

Partida **05.07.03 ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60 ESCALERAS**

Rendimiento **kg/DIA** MO. **225.0000** EQ. **225.0000** Costo unitario directo por : kg **4.73**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0036	25.39	0.09
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0356	19.53	0.70
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0356	16.05	0.57
						1.36
	Materiales					
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0600	2.90	0.17
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0700	2.90	3.10
						3.27
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.36	0.04
0301330008	CIZALLA	hm	1.0000	0.0356	1.55	0.06
						0.10

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0103001** **ANALISIS Y DISEÑO DE UN EDIFICIO DE 8 NIVELES CON 2 SOTANOS CON SISTEMA DE AISLAMIENTO SISMICO**
Subpresupuesto **001** **ESTRUCTURAS** Fecha presupuesto **17/10/2017**

Partida **05.08.01** **CONCRETO RAMPAS VEHICULARES**

Rendimiento **m3/DIA** MO. **20.0000** EQ. **20.0000** Costo unitario directo por : m3 **389.16**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.2500	0.1000	25.39	2.54
0101010003	OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	19.53	15.62
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	16.05	12.84
0101010005	PEON	hh	10.5000	4.2000	14.44	60.65
01010100060002	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	3.0000	1.2000	20.14	24.17
						115.82
	Materiales					
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3		0.5600	51.61	28.90
02070200010002	ARENA GRUESA	m3		0.5500	42.29	23.26
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		10.2100	19.85	202.67
						254.83
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	115.82	3.47
03012100030003	WINCHE ELECTRICO DE 2 TAMBORES	hm	1.0000	0.4000	15.76	6.30
03012900010005	VIBRADOR DE 4 HP	hm	1.0000	0.4000	8.50	3.40
03012900030004	MEZCLADORA DE 9-11 P3	hm	1.0000	0.4000	13.36	5.34
						18.51

Partida **05.08.02** **ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE RAMPAS VEHICULARES**

Rendimiento **m2/DIA** MO. **15.0000** EQ. **15.0000** Costo unitario directo por : m2 **67.79**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1313	0.0700	25.39	1.78
0101010003	OPERARIO	hh	1.2563	0.6700	19.53	13.09
0101010004	OFICIAL	hh	1.5938	0.8500	16.05	13.64
0101010005	PEON	hh	0.6750	0.3600	14.44	5.20
						33.71
	Materiales					
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.1000	2.90	0.29
02041200010004	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2"	kg		0.1400	2.89	0.40
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		5.9300	5.46	32.38
						33.07
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	33.71	1.01
						1.01

Partida **05.08.03** **ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60 RAMPAS VEHICULARES**

Rendimiento **kg/DIA** MO. **225.0000** EQ. **225.0000** Costo unitario directo por : kg **4.73**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0036	25.39	0.09
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0356	19.53	0.70
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0356	16.05	0.57
						1.36
	Materiales					
02040100020001	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0600	2.90	0.17
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60	kg		1.0700	2.90	3.10
						3.27
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.36	0.04
0301330008	CIZALLA	hm	1.0000	0.0356	1.55	0.06
						0.10

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Análisis de precios unitarios

Presupuesto **0103001** **ANALISIS Y DISEÑO DE UN EDIFICIO DE 8 NIVELES CON 2 SOTANOS CON SISTEMA DE AISLAMIENTO SISMICO**
Subpresupuesto **001** **ESTRUCTURAS** Fecha presupuesto **17/10/2017**

Partida **06.01** **AISLADOR ELASTOMERICO CON NUCLEO DE PLOMO (LRB) D=1.05m**

Rendimiento **und/DIA** MO. **8.0000** EQ. **8.0000** Costo unitario directo por : und **17,715.89**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	1.0000	25.39	25.39
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.0000	19.53	19.53
0101010005	PEON	hh	3.0000	3.0000	14.44	43.32
						88.24
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	88.24	2.65
0301210001	GRUA	hm	1.0000	1.0000	125.00	125.00
0301500001	AISLADOR SISMICO ELASTOMERICO CON NUCLEO DE PLOMO (LRB) D=1.05m	und		1.0000	17,500.00	17,500.00
						17,627.65

Partida **06.02** **AISLADOR ELASTOMERICO CON NUCLEO DE PLOMO (LRB) D=0.65m**

Rendimiento **und/DIA** MO. **8.0000** EQ. **8.0000** Costo unitario directo por : und **11,215.89**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	1.0000	25.39	25.39
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.0000	19.53	19.53
0101010005	PEON	hh	3.0000	3.0000	14.44	43.32
						88.24
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	88.24	2.65
0301210001	GRUA	hm	1.0000	1.0000	125.00	125.00
0301500005	AISLADOR SISMICO ELASTOMERICO CON NUCLEO DE PLOMO (LRB) D=0.65m	und		1.0000	11,000.00	11,000.00
						11,127.65

Partida **06.03** **AISLADOR ELASTOMERICO CON NUCLEO DE PLOMO (LRB) D=0.85m**

Rendimiento **und/DIA** MO. **8.0000** EQ. **8.0000** Costo unitario directo por : und **14,215.89**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	1.0000	25.39	25.39
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.0000	19.53	19.53
0101010005	PEON	hh	3.0000	3.0000	14.44	43.32
						88.24
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	88.24	2.65
0301210001	GRUA	hm	1.0000	1.0000	125.00	125.00
0301500003	AISLADOR SISMICO ELASTOMERICO CON NUCLEO DE PLOMO (LRB) D=0.85m	und		1.0000	14,000.00	14,000.00
						14,127.65

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE TESIS UCSM

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0103001	ANALISIS Y DISEÑO DE UN EDIFICIO DE 8 NIVELES CON 2 SOTANOS CON SISTEMA DE AISLAMIENTO SISMICO	
Subpresupuesto	001	ESTRUCTURAS	Fecha presupuesto 17/10/2017
Partida	06.04	AISLADOR ELASTOMERICO CON NUCLEO DE PLOMO (LRB) D=0.70m	

Rendimiento **und/DIA** MO. **8.0000** EQ. **8.0000** Costo unitario directo por : und **11,715.89**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
0101010002	CAPATAZ	hh	1.0000	1.0000	25.39	25.39
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	1.0000	19.53	19.53
0101010005	PEON	hh	3.0000	3.0000	14.44	43.32
						88.24
	Equipos					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	88.24	2.65
0301210001	GRUA	hm	1.0000	1.0000	125.00	125.00
0301500004	AISLADOR SISMICO ELASTOMERICO CON NUCLEO DE PLOMO (LRB) D=0.70m	und		1.0000	11,500.00	11,500.00
						11,627.65

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO #3

PRESUPUESTO

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Presupuesto

Presupuesto **0103001 ANALISIS Y DISEÑO DE UN EDIFICIO DE 8 NIVELES CON 2 SOTANOS CON SISTEMA DE AISLAMIENTO SISMICO**
Subpresupuesto **001 ESTRUCTURAS**
Cliente **Universidad Catolica de Santa Maria** Costo al **17/10/2017**
Lugar **AREQUIPA - AREQUIPA - YANAHUARA**

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	**OBRAS PROVISIONALES**				**13,500.00**
01.01	CASETA, ALMACEN	glb	1.00	1,900.00	1,900.00
01.02	Cerco Provisional, Comedor, SSHH	glb	1.00	4,000.00	4,000.00
01.03	Luz, Agua, Telefono	mes	15.20	500.00	7,600.00
02	**OBRAS PRELIMINARES**				**11,278.26**
02.01	LIMPIEZA DEL TERRENO	m2	1,486.90	3.44	5,114.94
02.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	1,486.90	2.80	4,163.32
02.03	TRANSPORTE DE EQUIPO LIVIANO Y HERRAMIENTAS	glb	1.00	2,000.00	2,000.00
03	**MOVIMIENTO DE TIERRAS**				**667,951.60**
03.01	EXCAVACION MASIVA	m3	9,416.68	3.17	29,850.88
03.02	RELLENO CON MATERIAL PROPIO	m3	1,830.07	19.98	36,564.80
03.03	RELLENO COMPACTADO	m3	128.56	24.27	3,120.15
03.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	9,322.57	64.19	598,415.77
04	**CONCRETO SIMPLE**				**15,913.77**
04.01	SOLADO DE CONCRETO	m2	550.84	28.89	15,913.77
05	**CONCRETO ARMADO**				**4,848,313.75**
05.01	**ZAPATAS Y VIGAS DE CIMENTACION**				**390,373.01**
05.01.01	CONCRETO ZAPATAS	m3	434.85	338.31	147,114.10
05.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ZAPATAS	m2	378.34	85.26	32,257.27
05.01.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60 ZAPATAS	kg	24,454.22	4.73	115,668.46
05.01.04	CONCRETO VIGAS DE CIMENTACION	m3	64.91	360.92	23,427.32
05.01.05	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS DE CIMENTAION	m2	273.96	79.61	21,809.96
05.01.06	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60 VIGAS DE CIMENTACION	kg	10,591.10	4.73	50,095.90
05.02	**MUROS DE CONTENCION**				**249,089.61**
05.02.01	CONCRETO MUROS DE CONTENCION	m3	221.61	521.33	115,531.94
05.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MUROS DE CONTENCION	m2	1,223.22	71.73	87,741.57
05.02.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60 MUROS DE CONTENCION	kg	9,686.28	4.73	45,816.10
05.03	**COLUMNAS**				**930,828.68**
05.03.01	CONCRETO COLUMNAS	m3	530.79	523.53	277,884.49
05.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNAS	m2	2,345.98	78.05	183,103.74
05.03.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60 COLUMNAS	kg	99,332.02	4.73	469,840.45
05.04	**PLACAS**				**422,915.45**
05.04.01	CONCRETO PLACAS	m3	306.98	590.69	181,330.02
05.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE PLACAS	m2	1,355.06	79.07	107,144.59
05.04.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60 PLACAS	kg	28,423.01	4.73	134,440.84
05.05	**VIGAS**				**1,750,996.96**
05.05.01	CONCRETO VIGAS	m3	1,016.24	389.16	395,479.96
05.05.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS	m2	5,985.12	90.94	544,286.81
05.05.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60 VIGAS	kg	171,507.44	4.73	811,230.19
05.06	**LOSAS ALIGERADAS**				**993,055.78**
05.06.01	CONCRETO LOSAS ALIGERADAS	m3	829.03	374.55	310,513.19
05.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSAS ALIGERADAS	m2	9,023.45	24.08	217,284.68
05.06.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60 LOSAS ALIGERADAS	kg	46,960.27	4.73	222,122.08
05.06.04	LADRILLO HUECO DE ARCILLA DE 15x30x30 cm	und	76,699.00	3.17	243,135.83
05.07	**ESCALERAS**				**67,975.53**
05.07.01	CONCRETO ESCALERAS	m3	51.46	477.75	24,585.02
05.07.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESCALERAS	m2	266.22	115.92	30,860.22
05.07.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60 ESCALERAS	kg	2,649.11	4.73	12,530.29
05.08	**RAMPAS VEHICULARES**				**43,078.73**
05.08.01	CONCRETO RAMPAS VEHICULARES	m3	32.64	389.16	12,702.18
05.08.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE RAMPAS VEHICULARES	m2	199.06	67.79	13,494.28

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

Presupuesto

Presupuesto	**0103001**	**ANALISIS Y DISEÑO DE UN EDIFICIO DE 8 NIVELES CON 2 SOTANOS CON SISTEMA DE AISLAMIENTO SISMICO**
Subpresupuesto	**001**	**ESTRUCTURAS**
Cliente	**Universidad Catolica de Santa Maria**	Costo al **17/10/2017**
Lugar	**AREQUIPA - AREQUIPA - YANAHUARA**	

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
05.08.03	ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60 RAMPAS VEHICULARES	kg	3,569.19	4.73	16,882.27
06	**AISLADORES SISMICOS**				**586,635.60**
06.01	AISLADOR ELASTOMERICO CON NUCLEO DE PLOMO (LRB) D=1.05m	und	13.00	17,715.89	230,306.57
06.02	AISLADOR ELASTOMERICO CON NUCLEO DE PLOMO (LRB) D=0.65m	und	5.00	11,215.89	56,079.45
06.03	AISLADOR ELASTOMERICO CON NUCLEO DE PLOMO (LRB) D=0.85m	und	17.00	14,215.89	241,670.13
06.04	AISLADOR ELASTOMERICO CON NUCLEO DE PLOMO (LRB) D=0.70m	und	5.00	11,715.89	58,579.45
	COSTO DIRECTO				**6,143,592.98**
	GASTOS GENERALES				**614,359.30**
	UTILIDAD				**614,359.30**

	SUBTOTAL				**7,372,311.58**
	IMPUESTO (IGV 18%)				**1,327,016.08**
					==========
	TOTAL PRESUPUESTO				**8,699,327.66**

SON : OCHO MILLONES SEISCIENTOS NOVENTINUEVE MIL TRESCIENTOS VEINTISIETE Y 66/100 NUEVOS SOLES

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

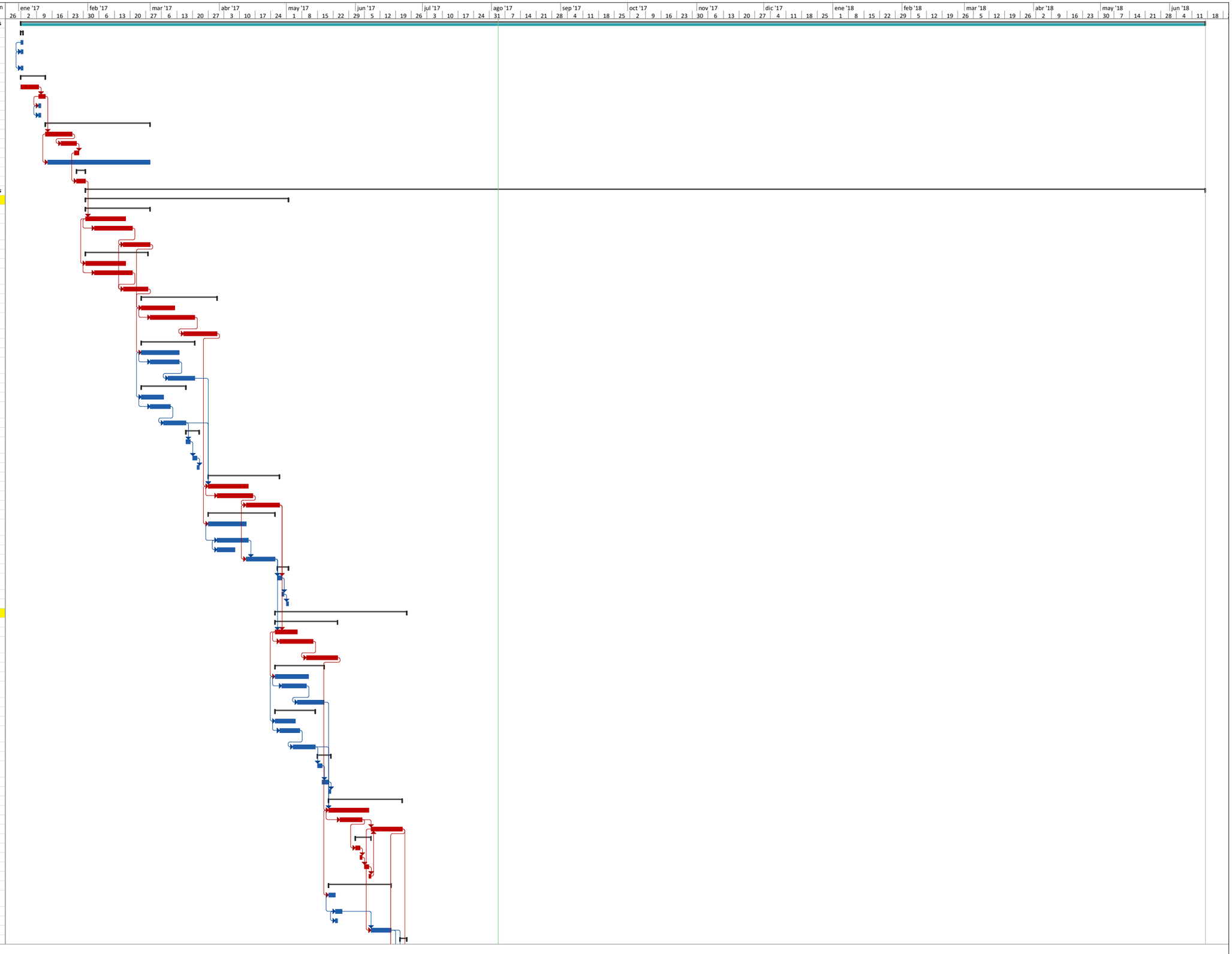
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

ANEXO #4

PROGRAMACION DE OBRA

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis

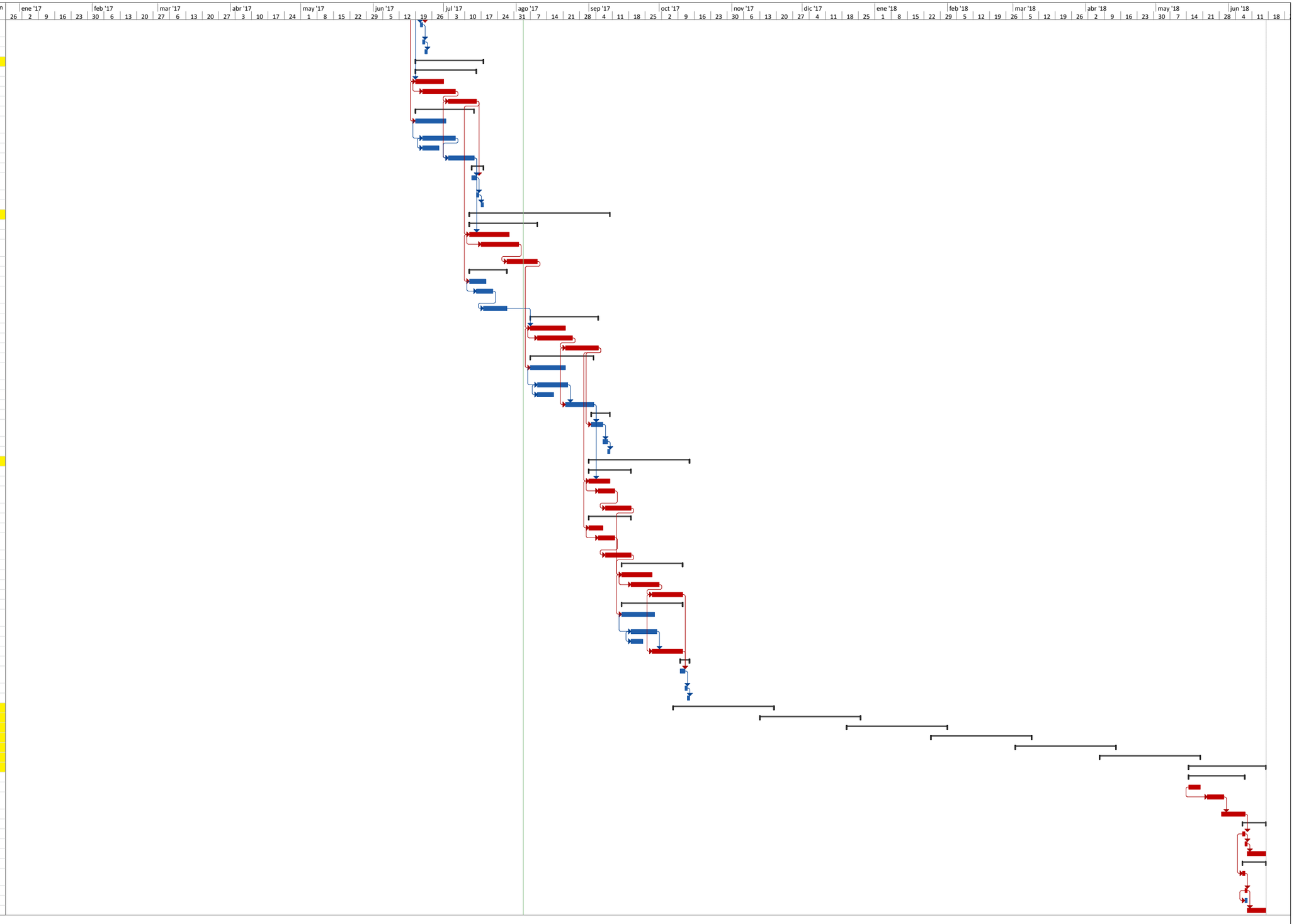
Id	Nombre de tarea	Duración
1	**PROGRAMACION DE OBRA**	**456 días**
2	**OBRAS PROVISIONALES**	**1 día**
3	Caseta, Almacen	1 día
4	Cerco Provicional, Comedor, SSHH	1 día
5	Luz, Agua, Telefono	1 día
6	**TRABAJOS PRELIMINARES**	**10 días**
7	Limpieza del terreno	7 días
8	Trazo y Replanteo	3 días
9	Transporte de Equipo	1 día
10	Eliminacion de Desmonte de Obra	1 día
11	**MOVIMIENTO DE TIERRAS**	**40 días**
12	Excavacion Masiva	10 días
13	Relleno con Material Propio	6 días
14	Relleno Compactado	2 días
15	Eliminacion de Material Excedente	39 días
16	**CONCRETO SIMPLE**	**3 días**
17	Solado de Concreto	3 días
18	**CONCRETO ARMADO**	**431 días**
19	**SOTANO 2**	**78 días**
20	**ZAPATAS**	**25 días**
21	Acero Zapatas	16 días
22	Encofrado y Desencofrado Zapatas	14 días
23	Concreto Zapatas	10 días
24	**VIGAS DE CIMENTACION**	**24 días**
25	Acero Vigas de Cimentacion	16 días
26	Encofrado y Desencofrado Vigas de Cimentacion	14 días
27	Concreto Vigas de Cimentacion	9 días
28	**MUROS DE CONTENCION**	**29 días**
29	Acero Muros de Contencion	13 días
30	Encofrado y Desencofrado Muros de Contencion	17 días
31	Concreto Muros de Contencion	13 días
32	**COLUMNAS**	**20 días**
33	Acero Columnas	14 días
34	Encofrado y Desencofrado Columnas	11 días
35	Concreto Columnas	10 días
36	**PLACAS**	**17 días**
37	Acero Placas	8 días
38	Encofrado y Desencofrado Placas	8 días
39	Concreto Placas	9 días
40	**RAMPAS VEHICULARES**	**5 días**
41	Encofrado y Desencofrado Rampas Vehiculares	2 días
42	Acero rampas Vehiculares	2 días
43	Concreto Rampas Vehiculares	1 día
44	**VIGAS**	**28 días**
45	Encofrado y Desencofrado Vigas	16 días
46	Acero Vigas	14 días
47	Concreto Vigas	13 días
48	**LOSAS ALIGERADAS**	**26 días**
49	Encofrado y Desencofrado Losas Aligeradas	15 días
50	Acero Losas Aligeradas	12 días
51	Ladrillo Hueco 15x30x30	7 días
52	Concreto Losas Aligeradas	11 días
53	**ESCALERAS**	**4 días**
54	Encofrado y Desencofrado Escaleras	2 días
55	Acero Escaleras	1 día
56	Concreto Escaleras	1 día
57	**SOTANO 1**	**51 días**
58	**MUROS DE CONTENCION**	**24 días**
59	Acero Muros de Contencion	9 días
60	Encofrado y Desencofrado Muros de Contencion	13 días
61	Concreto Muros de Contencion	12 días
62	**COLUMNAS**	**19 días**
63	Acero Columnas	13 días
64	Encofrado y Desencofrado Columnas	9 días
65	Concreto Columnas	10 días
66	**PLACAS**	**16 días**
67	Acero Placas	8 días
68	Encofrado y Desencofrado Placas	8 días
69	Concreto Placas	9 días
70	**RAMPAS VEHICULARES**	**6 días**
71	Encofrado y Desencofrado Rampas Vehiculares	2 días
72	Acero rampas Vehiculares	3 días
73	Concreto Rampas Vehiculares	1 día
74	**VIGAS**	**28 días**
75	Encofrado y Desencofrado Vigas	15 días
76	Acero Vigas	9 días
77	Concreto Vigas	12 días
78	**AISLADORES SISMICOS LBR**	**6 días**
79	Aislador LBR 1	2 días
80	Aislador LBR 2	1 día
81	Aislador LBR 3	2 días
82	Aislador LBR 4	1 día
83	**LOSAS ALIGERADAS**	**24 días**
84	Encofrado y Desencofrado Losas Aligeradas	2 días
85	Acero Losas Aligeradas	3 días
86	Ladrillo Hueco 15x30x30	1 día
87	Concreto Losas Aligeradas	8 días
88	**ESCALERAS**	**3 días**



Proyecto: Nasya II Programacion F

Tarea · Resumen · Hito externo · Resumen inactivo · Informe de resumen manual · Sólo fin · División crítica
División · Resumen del proyecto · Tarea inactiva · Tarea manual · Resumen manual · Fecha límite · Progreso
Hito · Tareas externas · Hito inactivo · Sólo duración · Sólo el comienzo · Tareas críticas

Id	Nombre de tarea	Duración
89	Encofrado y Desencofrado Escaleras	1 día
90	Acero Escaleras	1 día
91	Concreto Escaleras	1 día
92	**NIVEL DE AISLACION**	**25 días**
93	**VIGAS**	**23 días**
94	Encofrado y Desencofrado Vigas	11 días
95	Acero Vigas	12 días
96	Concreto Vigas	11 días
97	**LOSAS ALIGERADAS**	**22 días**
98	Encofrado y Desencofrado Losas Aligeradas	12 días
99	Acero Losas Aligeradas	12 días
100	Ladrillo Hueco 15x30x30	6 días
101	Concreto Losas Aligeradas	10 días
102	**ESCALERAS**	**4 días**
103	Encofrado y Desencofrado Escaleras	2 días
104	Acero Escaleras	1 día
105	Concreto Escaleras	1 día
106	**NIVEL 1**	**52 días**
107	**COLUMNAS**	**25 días**
108	Acero Columnas	15 días
109	Encofrado y Desencofrado Columnas	14 días
110	Concreto Columnas	11 días
111	**PLACAS**	**14 días**
112	Acero Placas	6 días
113	Encofrado y Desencofrado Placas	6 días
114	Concreto Placas	9 días
115	**VIGAS**	**25 días**
116	Encofrado y Desencofrado Vigas	13 días
117	Acero Vigas	13 días
118	Concreto Vigas	12 días
119	**LOSAS ALIGERADAS**	**24 días**
120	Encofrado y Desencofrado Losas Aligeradas	13 días
121	Acero Losas Aligeradas	11 días
122	Ladrillo Hueco 15x30x30	6 días
123	Concreto Losas Aligeradas	11 días
124	**ESCALERAS**	**7 días**
125	Encofrado y Desencofrado Escaleras	4 días
126	Acero Escaleras	2 días
127	Concreto Escaleras	1 día
128	**NIVEL 2**	**37 días**
129	**COLUMNAS**	**15 días**
130	Acero Columnas	8 días
131	Encofrado y Desencofrado Columnas	6 días
132	Concreto Columnas	9 días
133	**PLACAS**	**15 días**
134	Acero Placas	5 días
135	Encofrado y Desencofrado Placas	6 días
136	Concreto Placas	9 días
137	**VIGAS**	**22 días**
138	Encofrado y Desencofrado Vigas	11 días
139	Acero Vigas	11 días
140	Concreto Vigas	11 días
141	**LOSAS ALIGERADAS**	**22 días**
142	Encofrado y Desencofrado Losas Aligeradas	12 días
143	Acero Losas Aligeradas	10 días
144	Ladrillo Hueco 15x30x30	5 días
145	Concreto Losas Aligeradas	11 días
146	**ESCALERAS**	**4 días**
147	Encofrado y Desencofrado Escaleras	2 días
148	Acero Escaleras	1 día
149	Concreto Escaleras	1 día
150	**NIVEL 3**	**37 días**
172	**NIVEL 4**	**37 días**
194	**NIVEL 5**	**37 días**
216	**NIVEL 6**	**37 días**
238	**NIVEL 7**	**37 días**
260	**NIVEL 8**	**37 días**
282	**AZOTEA**	**29 días**
283	**PLACAS**	**21 días**
284	Acero Placas	5 días
285	Encofrado y Desencofrado Placas	6 días
286	Concreto Placas	9 días
287	**VIGAS**	**9 días**
288	Encofrado y Desencofrado Vigas	1 día
289	Acero Vigas	1 día
290	Concreto Vigas	7 días
291	**LOSAS ALIGERADAS**	**9 días**
292	Encofrado y Desencofrado Losas Aligeradas	1 día
293	Acero Losas Aligeradas	1 día
294	Ladrillo Hueco 15x30x30	1 día
295	Concreto Losas Aligeradas	7 días



Proyecto: Nasya II Programacion F

Tarea	Resumen	Hito externo	Resumen inactivo	Informe de resumen manual	Sólo fin	División crítica
División	Resumen del proyecto	Tarea inactiva	Tarea manual	Resumen manual	Fecha límite	Progreso
Hito	Tareas externas	Hito inactivo	Sólo duración	Sólo el comienzo	Tareas críticas	

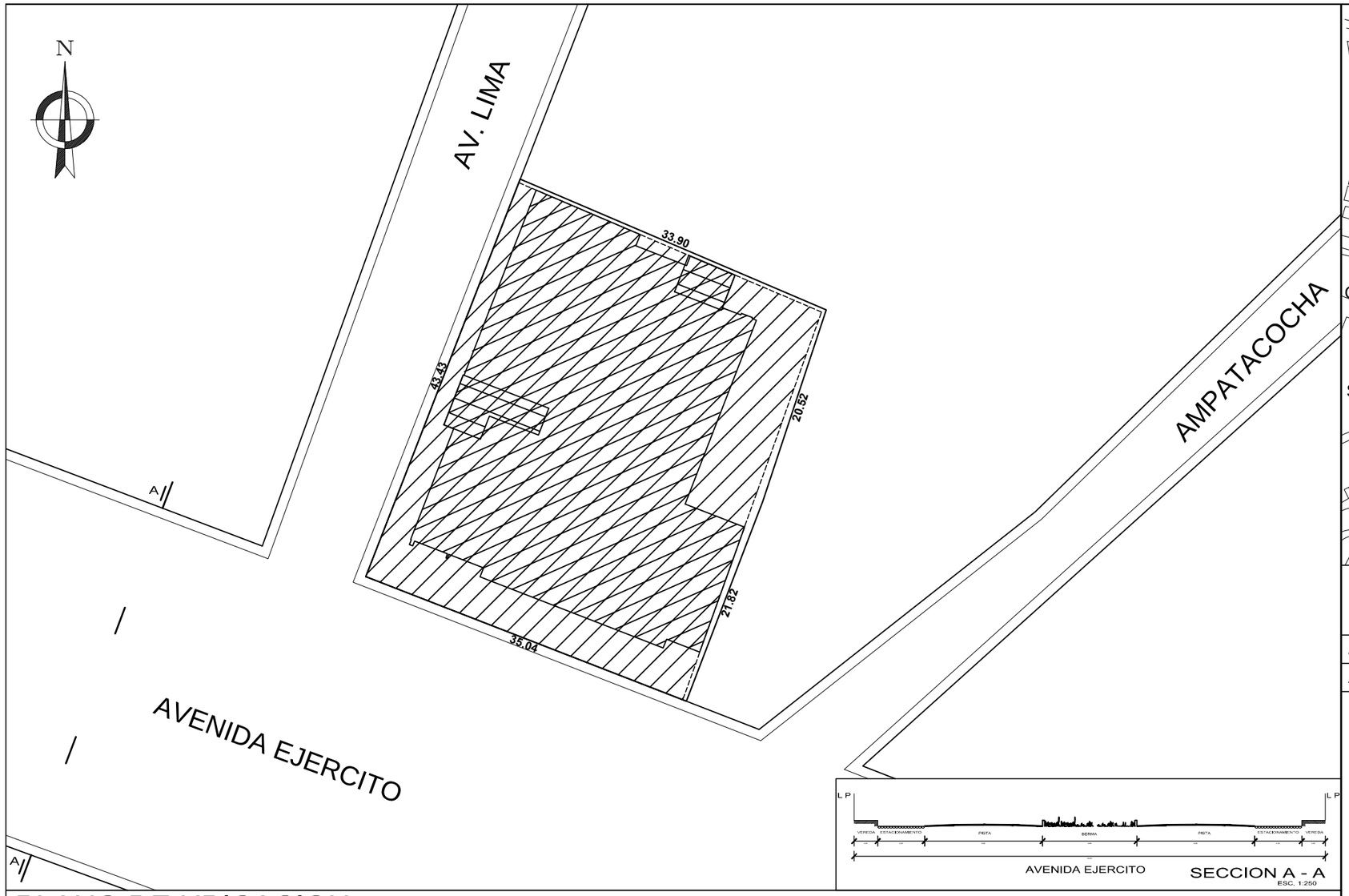
REPOSITORIO DE
TESIS UCSM

UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE SANTA MARÍA

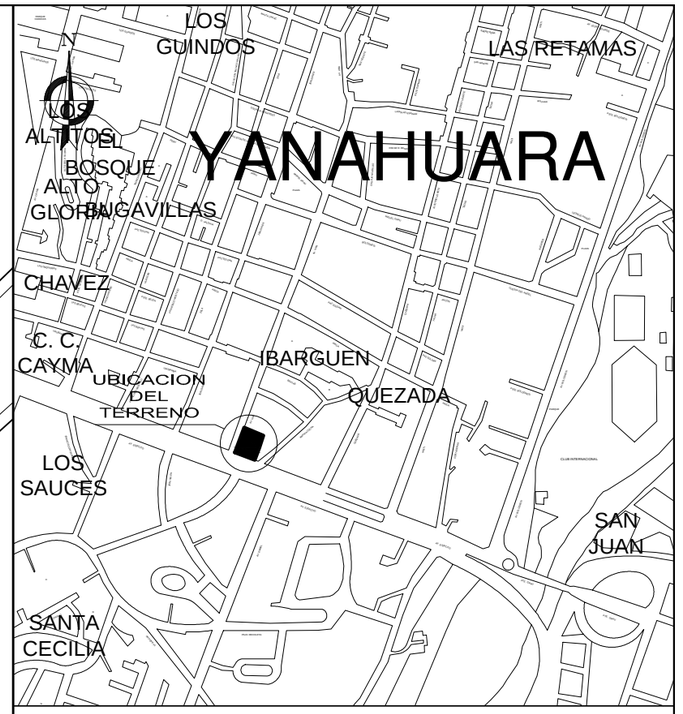
ANEXO #5

PLANOS

Publicación autorizada con fines académicos e investigativos
En su investigación no olvide referenciar esta tesis



PLANO DE UBICACION
Esc. 1: 500



ESQUEMA DE LOCALIZACION
Esc. 1:10 000

ZONIFICACION: C3

AREA DE ESTRUCTURACION URBANA: CE

DEPARTAMENTO: AREQUIPA

PROVINCIA: AREQUIPA

DISTRITO: YANAHUARA

NOMBRE DE VIA: AV. EJERCITO - AV. LIMA

CUADRO NORMATIVO

PARÁMETROS		NORMATIVO	PROYECTO
USOS			
DENSIDAD NETA			
COEFICIENTE EDIFICACION			
% AREA LIBRE			
ALTURA MAXIMA			
RETIRO MINIMO	FRONTAL		
	LATERAL		
	POSTERIOR		
ALINEAMIENTO FACHADA			
Nº ESTACIONAMIENTO			

CUADRO DE ÁREAS (m²)

PISOS	ÁREAS DECLARADAS					
	EXISTENTE	DEMOLICION	NUEVA	AMPLIACION	PARCIAL	TOTAL
SOTANO 2			1440.13 m²		1440.13 m²	
SOTANO 1			1440.13 m²		1440.13 m²	
PRIMER NIVEL			1222.15 m²		1222.15 m²	
SEGUNDO NIVEL			1044.27 m²		1044.27 m²	
TERCER NIVEL			1044.27 m²		1044.27 m²	
CUARTO NIVEL			1044.27 m²		1044.27 m²	
QUINTO NIVEL			1044.27 m²		1044.27 m²	
SEXTO NIVEL			1044.27 m²		1044.27 m²	
SEPTIMO NIVEL			1044.27 m²		1044.27 m²	
OCTAVO NIVEL			1044.27 m²		1044.27 m²	
AZOTEA			73.68 m²		73.68 m²	
AREA TECHADA						11485.98 m²
AREA LIBRE						264.75 m²
AREA DEL TERRENO						1486.90 m²

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

BACHILLER: SAMANEZ BERLANGA, SERGIO

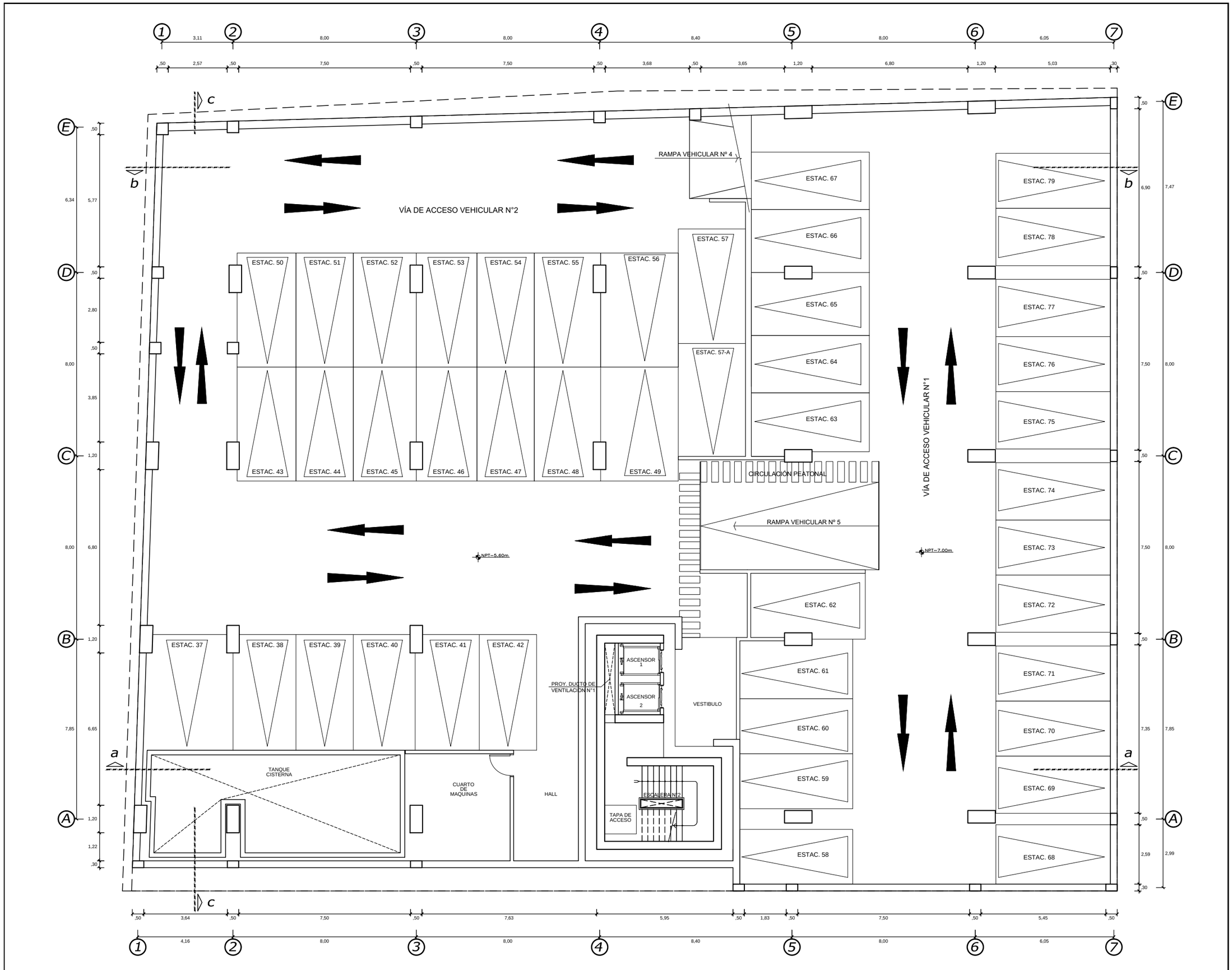
PROYECTO: CENTRO EMPRESARIAL

PLANO: LOCALIZACION - UBICACION

LAMINA: U-01

ESCALA: 1 / 500

FECHA: DICIEMBRE, 2017



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

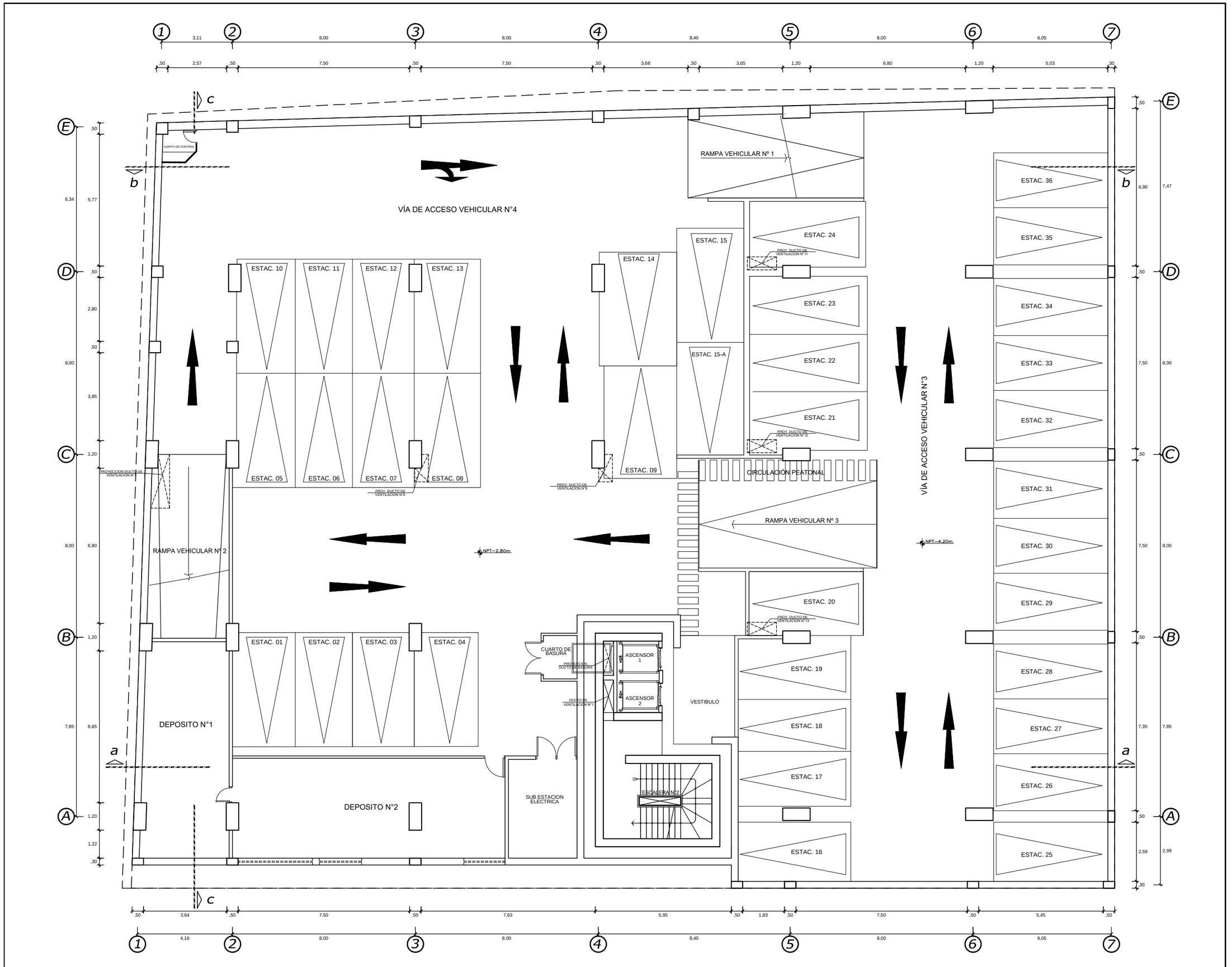
Escala: 1 / 150

Plano: 2DO SOTANO

Lamina Nº: A1

Bachiller: Samanez Berlanga, Sergio Andree

Fecha: DICIEMBRE, 2017



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

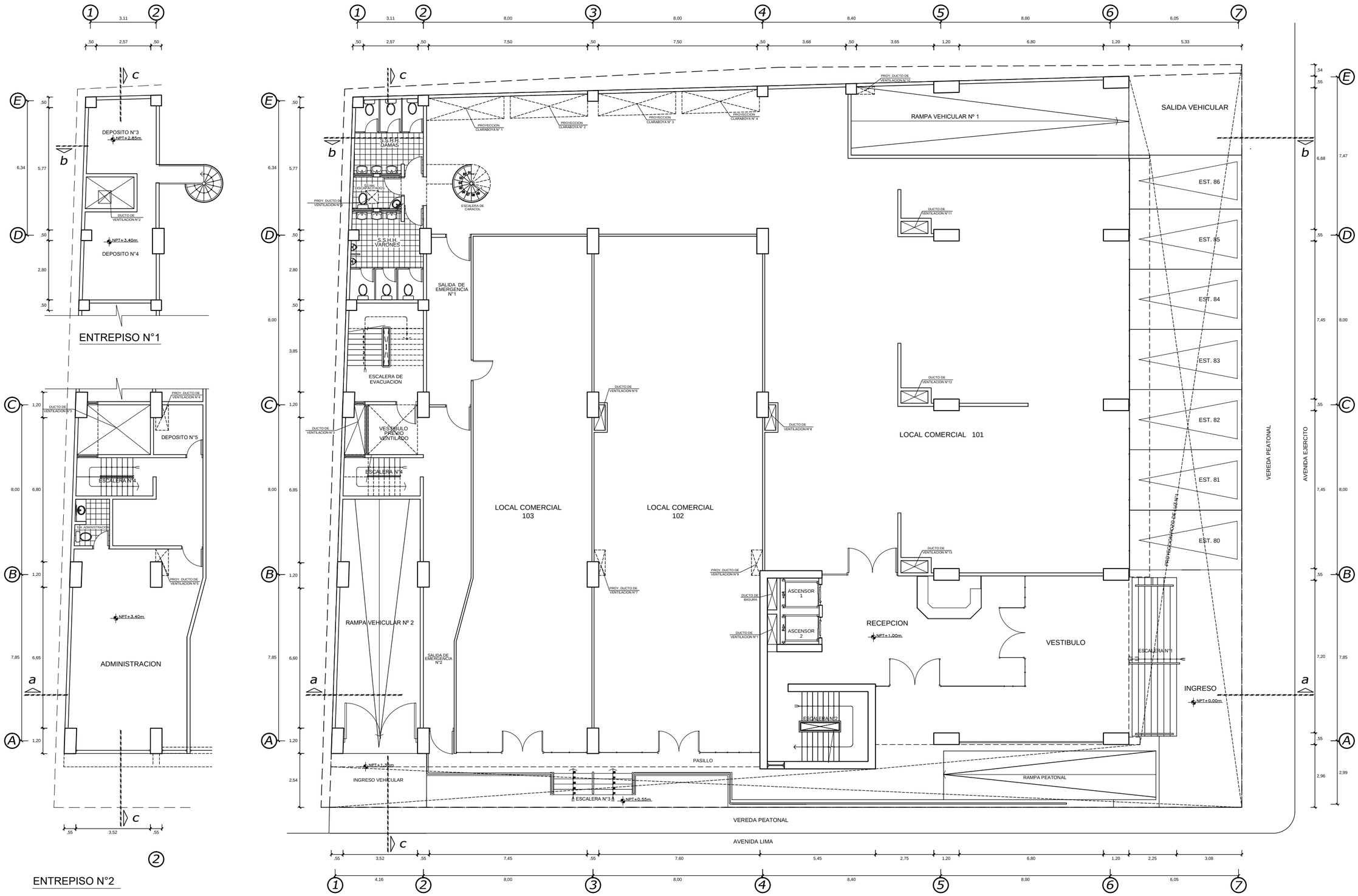
Escala: 1 / 150

Plano: 1ER SOTANO

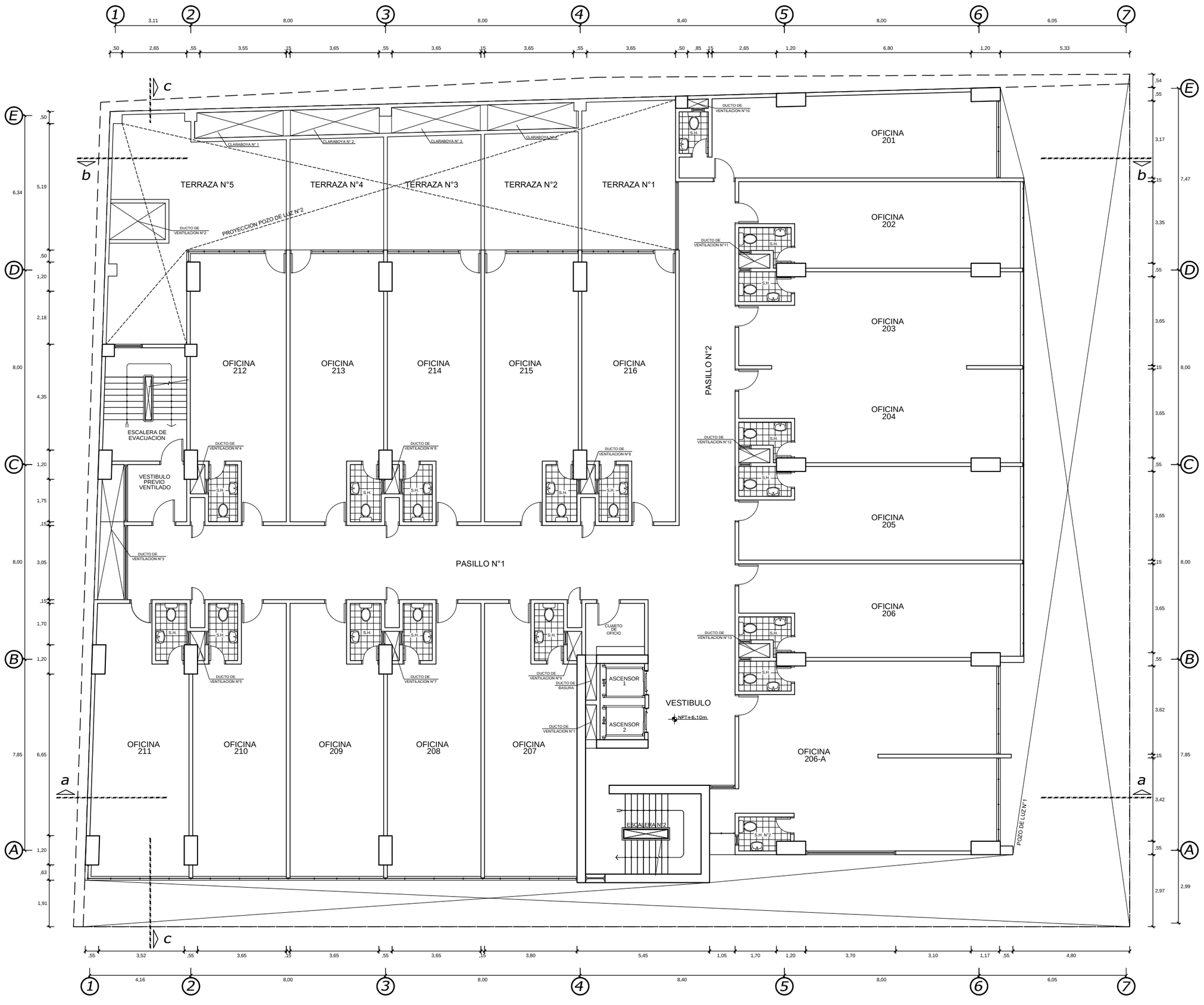
Lamina Nº A2

Bachiller: Samanez Berlanga, Sergio Andree

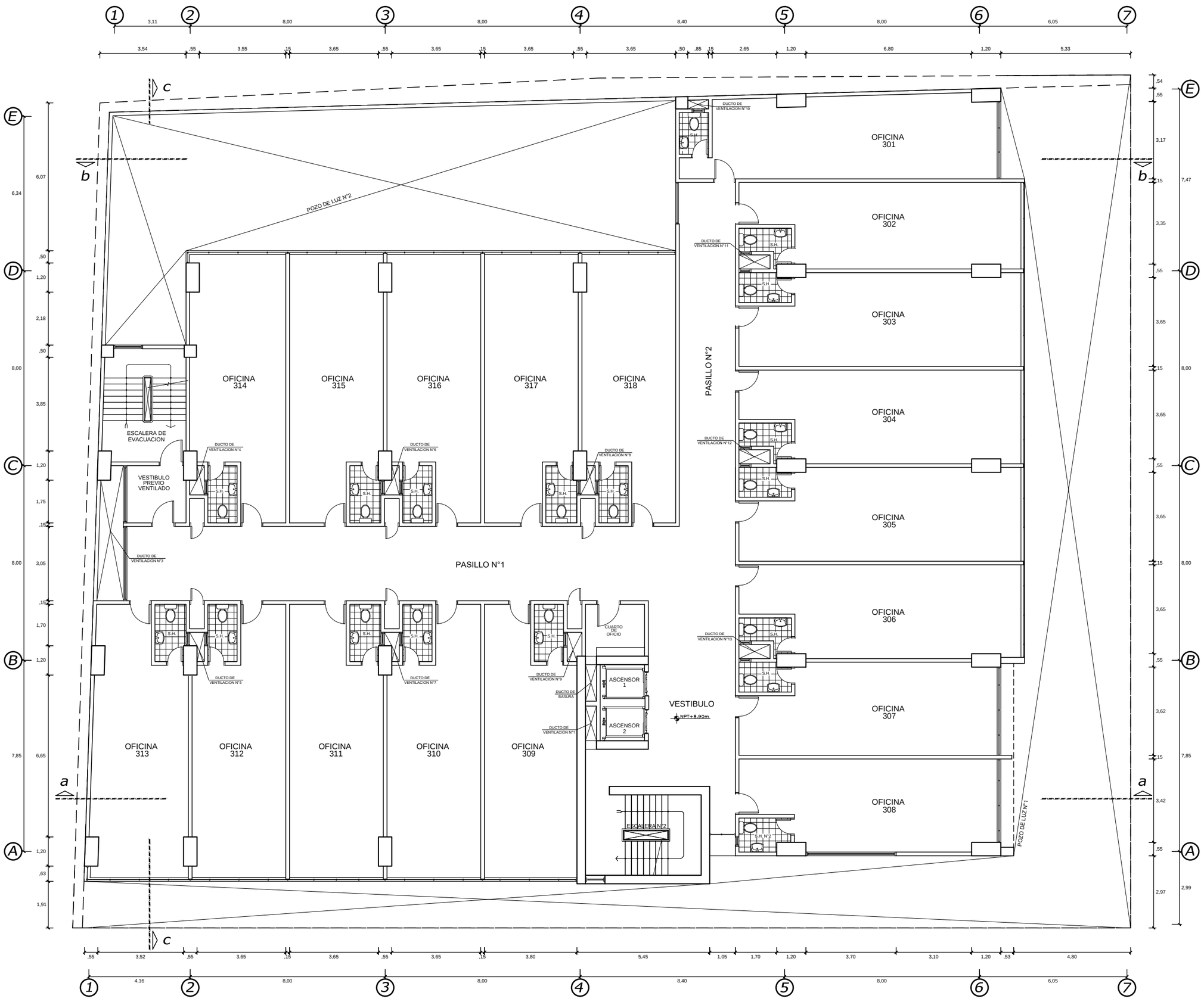
Fecha: DICIEMBRE, 2017



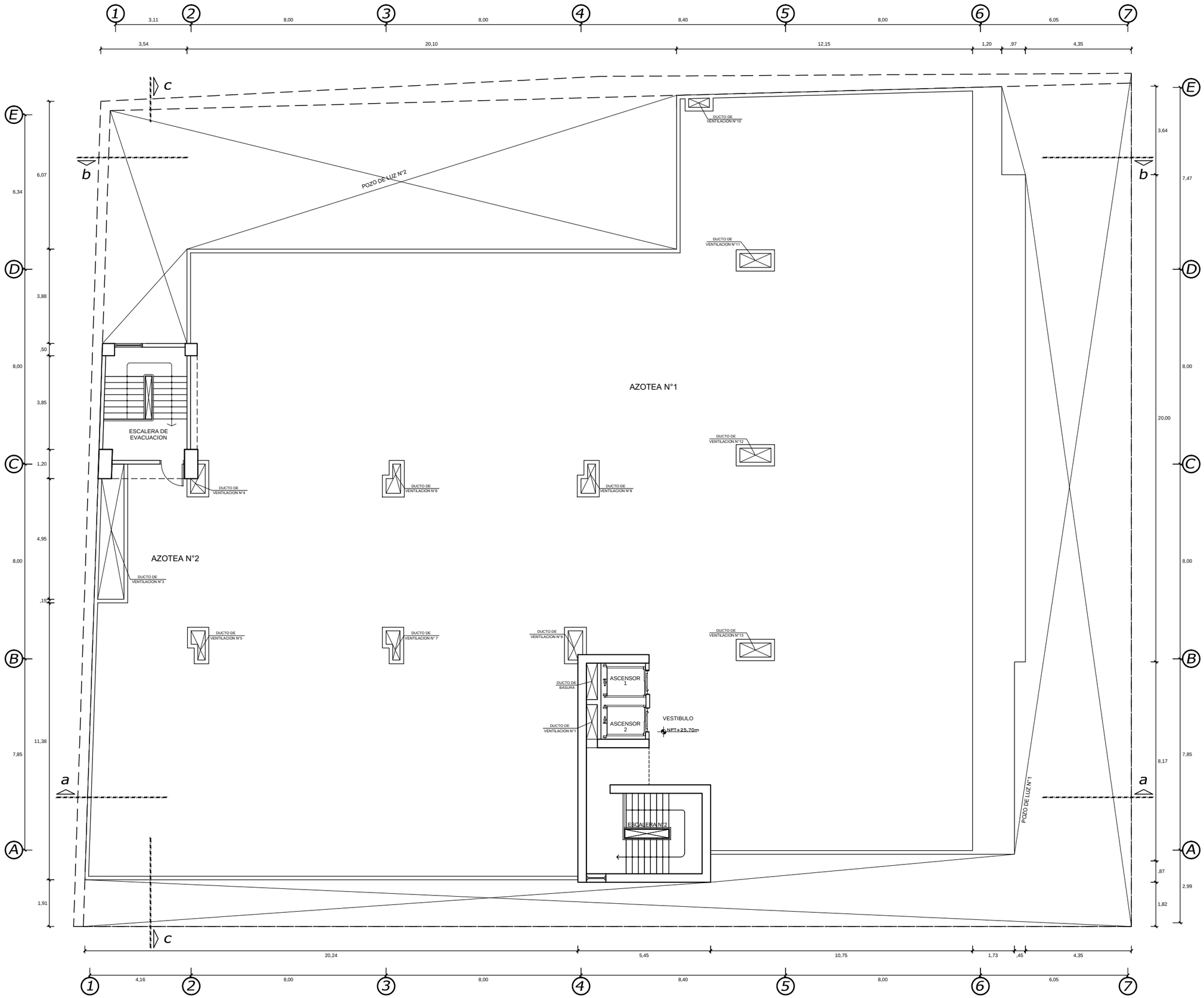
UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA	
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE	Escala: 1 / 150
Plano: 1ER NIVEL	Lamina N°: A3
Bachiller: Samanez Berlanga, Sergio Andree	Fecha: DICIEMBRE, 2017



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA	
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE	Escala: 1 / 150
Plano: 2DO NIVEL	Lamina N°: A4
Bachiller: Samanez Berlanga, Sergio Andree	Fecha: DICIEMBRE, 2017



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA	
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE	Escala: 1 / 150
Plano: 3ER - 8VO NIVEL (TIPICO)	Lámina Nº A5
Bachiller: Samanez Berlanga, Sergio Andree	Fecha: DICIEMBRE, 2017



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

Escala: 1 / 150

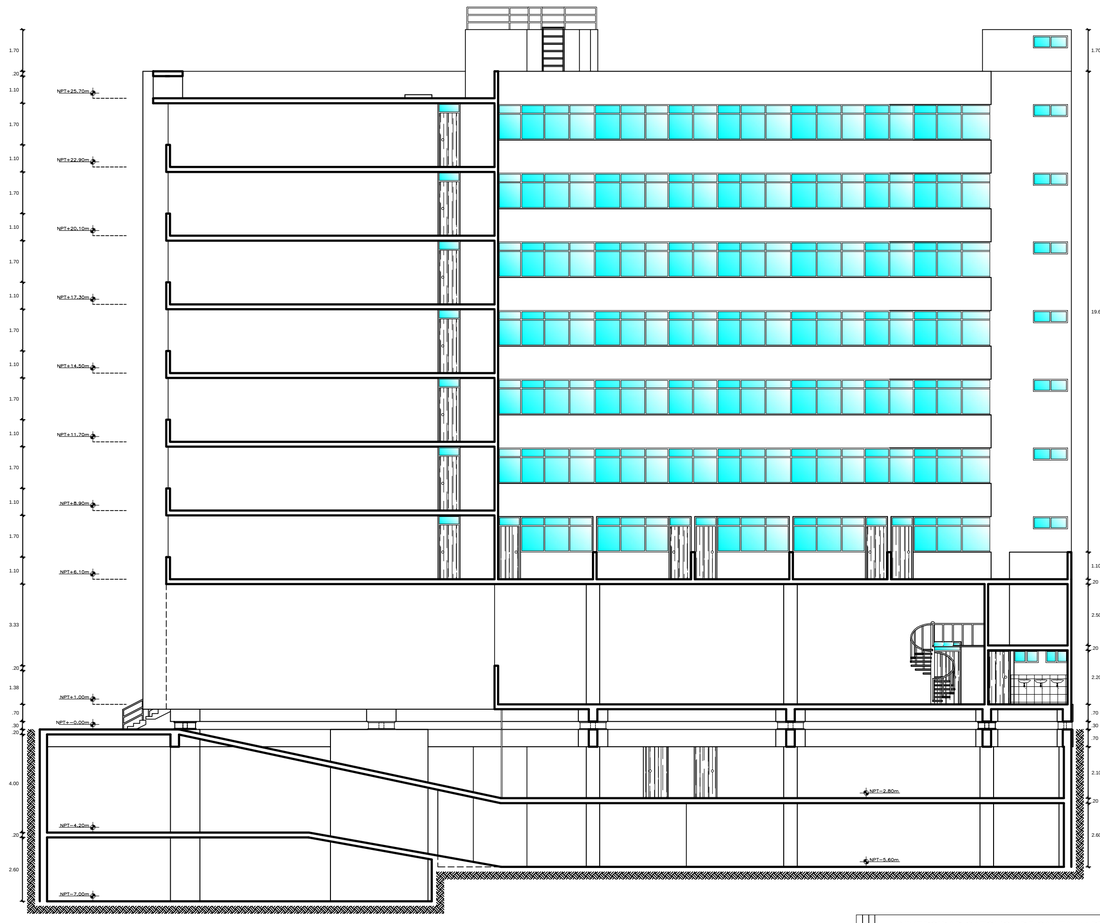
Plano: AZOTEA

Lamina N°: A6

Bachiller: Samanez Berlanga, Sergio Andree

Fecha: DICIEMBRE, 2017





UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

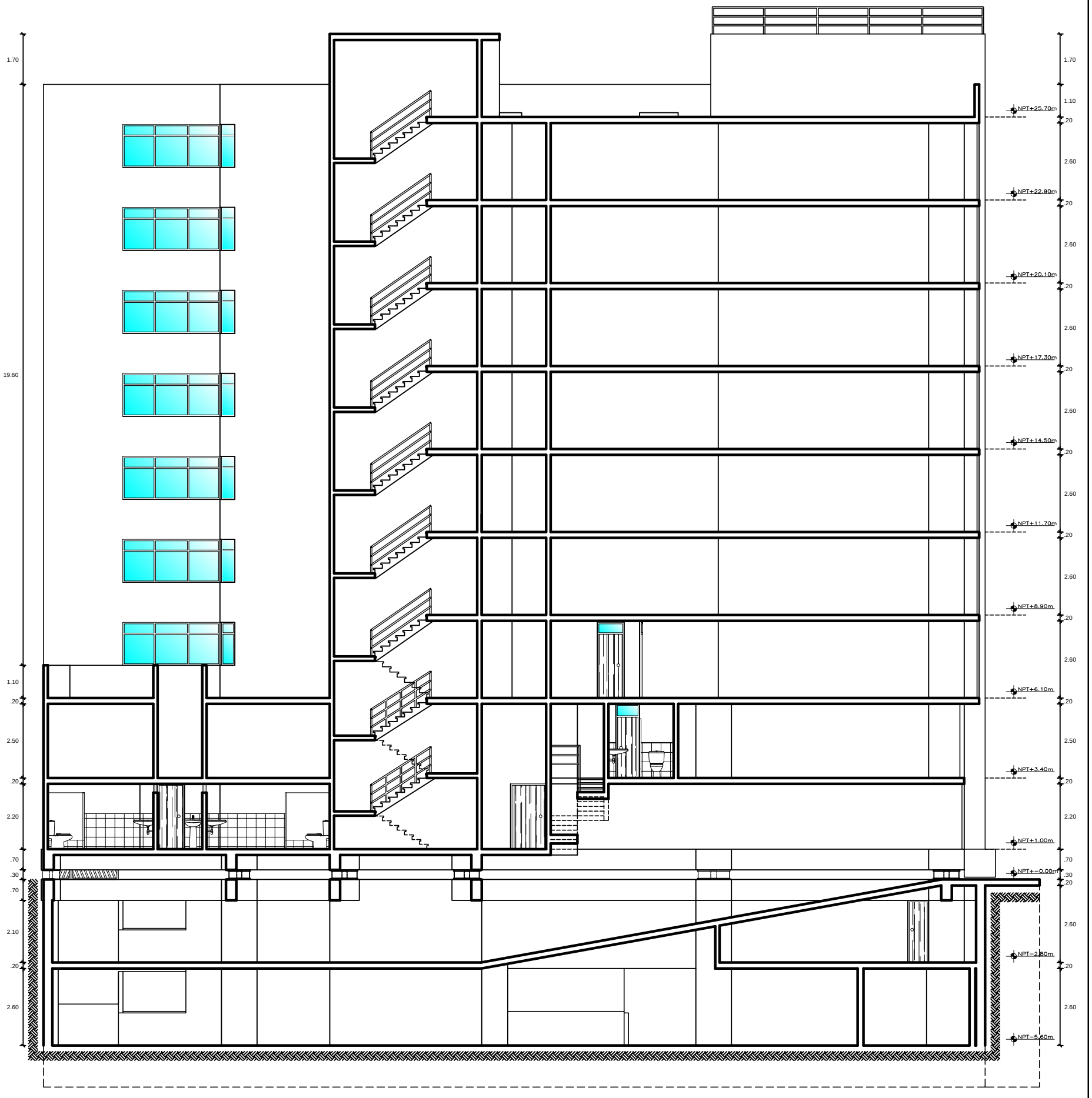
Plano: CORTES a = a Y b = b

Escala: 1 / 150

Alumno: Samanez Bertanga, Sergio Andree

Fecha: DICIEMBRE, 2017

Lámina: A7



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

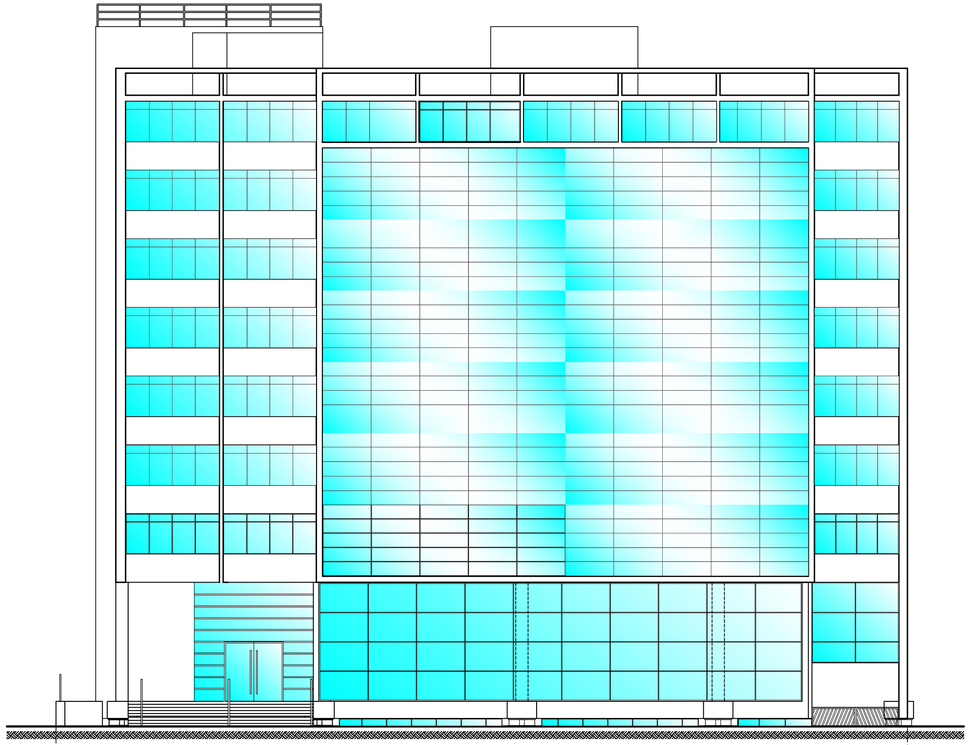
Escala: 1 / 150

Plano: CORTE c - c

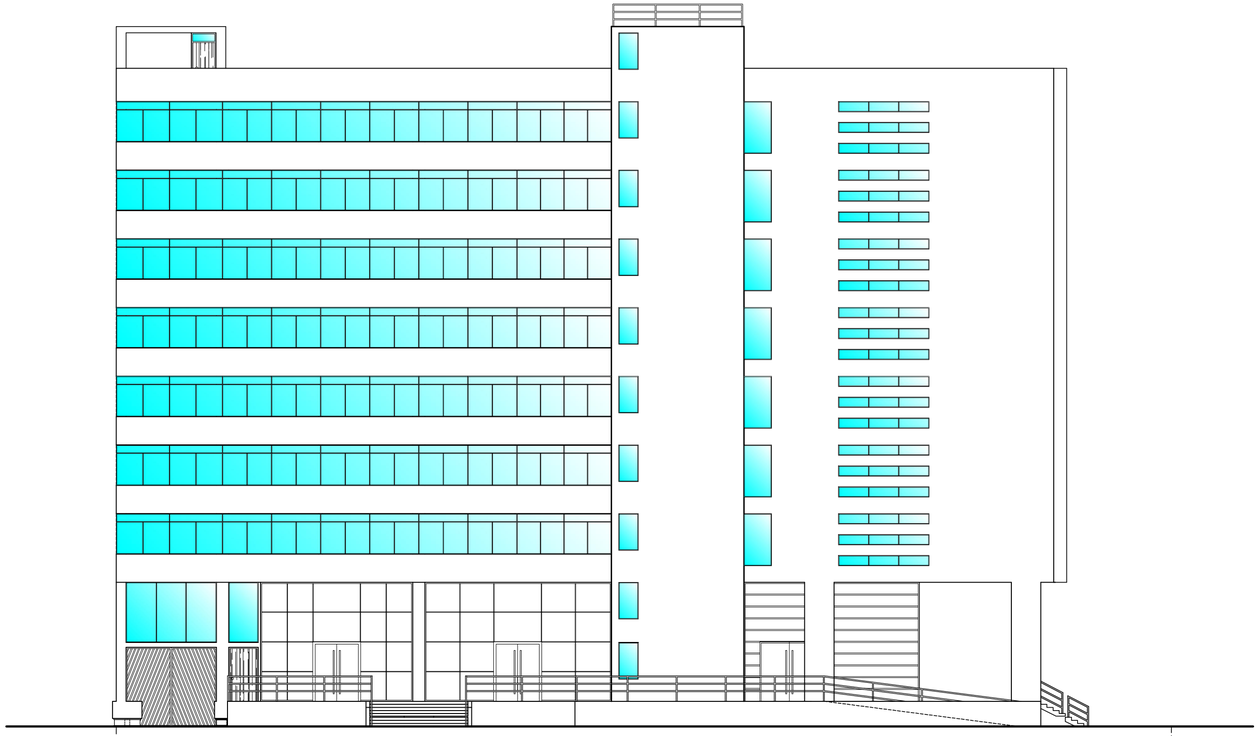
Lamina N°: A8

Bachiller: Samanez Berlanga, Sergio Andree

Fecha: DICIEMBRE, 2017



ELEVACION AV. EJERCITO



ELEVACION AV. LIMA

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

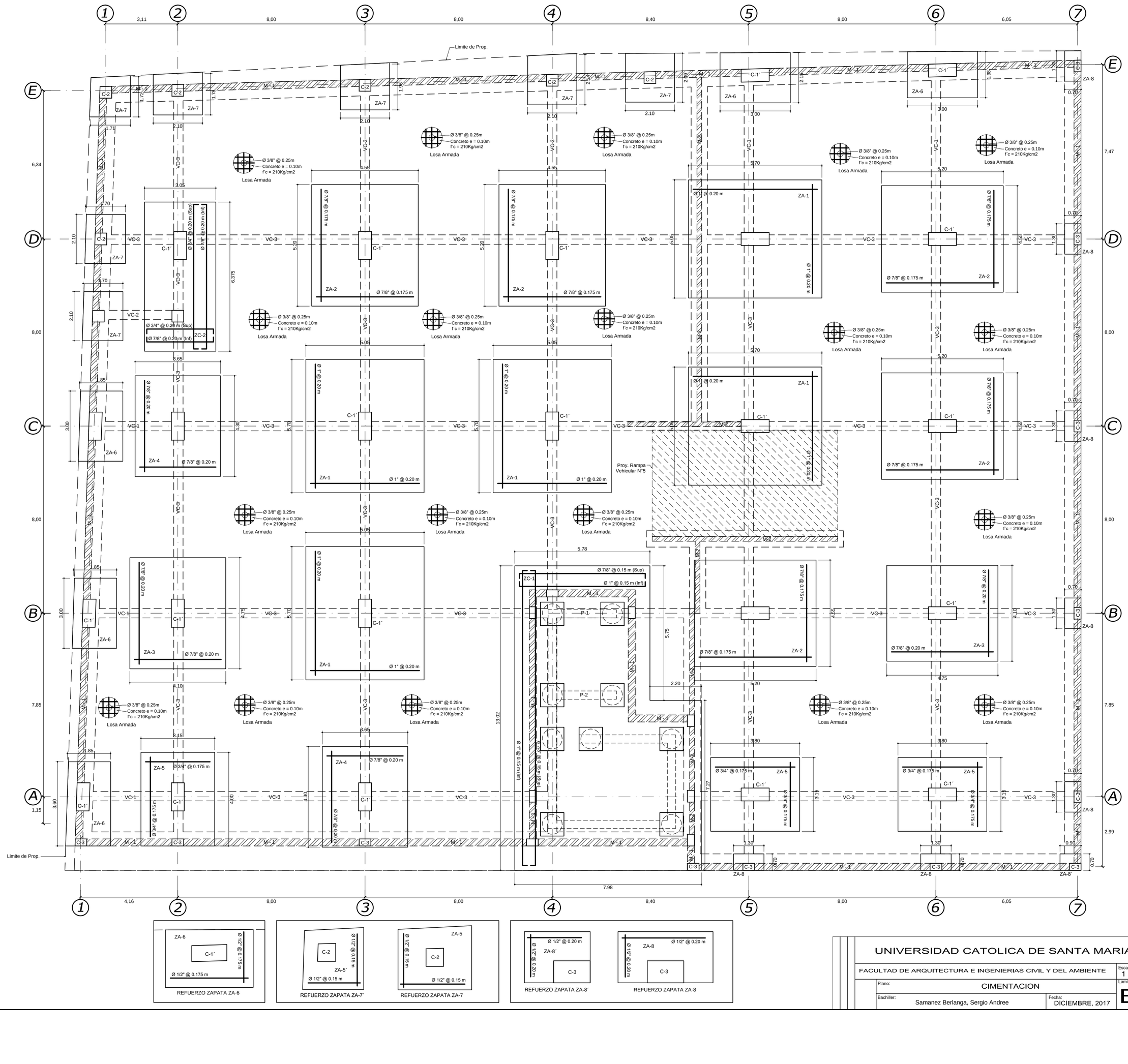
Escala: 1 / 150

Plano: ELEVACIONES

Nombre: Samanez Berlanga, Sergio Andree

Fecha: DICIEMBRE, 2017

Lamina: A9



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

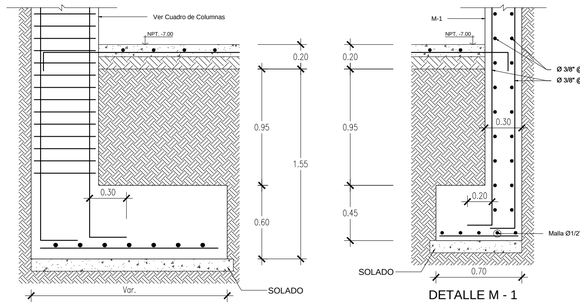
Escala: 1 / 100

Plano: CIMENTACION

Lamina N°: E1

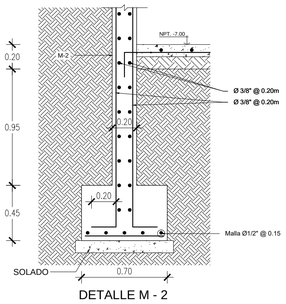
Bachiller: Samanez Berlanga, Sergio Andree

Fecha: DICIEMBRE, 2017

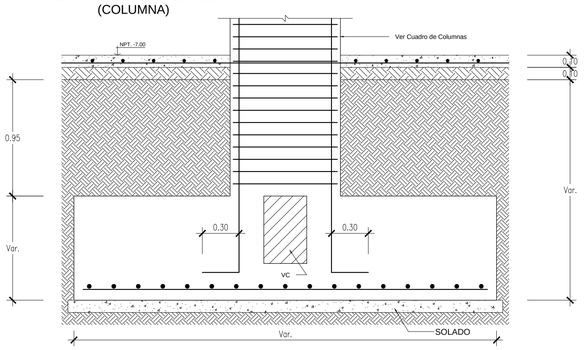


CORTE TIPO - ZAPATA PERIMETRAL (COLUMNA)

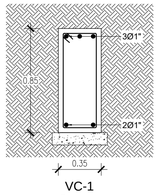
DETALLE M - 1



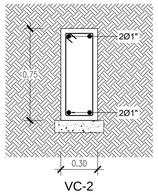
DETALLE M - 2



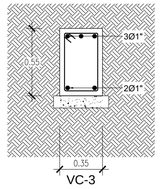
CORTE TIPO - ZAPATA CENTRAL (COLUMNA)



VC-1
TIPO 3

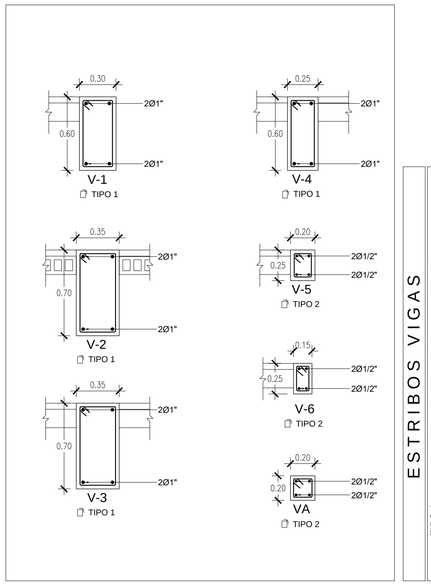


VC-2
TIPO 3



VC-3
TIPO 4

AZOTEA				
8vo NIVEL				
7mo NIVEL				
6to NIVEL				
5to NIVEL				
4to NIVEL				
3er NIVEL				
2do NIVEL				
1er SOTANO				
2do SOTANO				
SECCION	0.55 / 1.20	0.55 / 1.20	0.50 / 0.50	0.30 / 0.50
DESCRIPCION	COLUMNA C-1	COLUMNA C-1'	COLUMNA C-2	COLUMNA C-3
REFUERZO	16 Ø 1"	24 Ø 1"	8 Ø 1"	6 Ø 3/4"
ESTRIVO	TIPO 1	TIPO 2	TIPO 3	TIPO 4



ESTRIBOS VIGAS

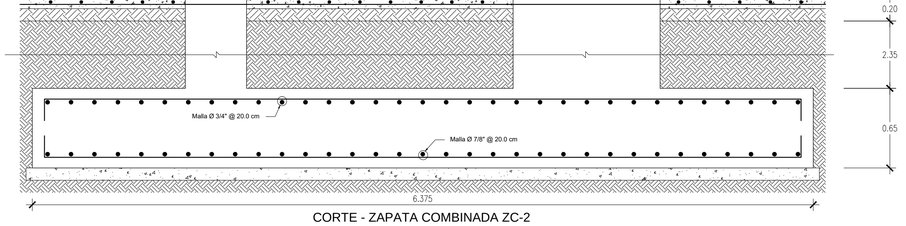
TIPO 1: Ø 3/8": 1 @ 0.05, 13 @ 0.10, 5 @ 0.15, Resto @ 0.25 C/Extremo.
TIPO 2: Ø 3/8": 1 @ 0.05, 6 @ 0.10, Resto @ 0.25 C/Extremo.
TIPO 3: Ø 3/8": 1 @ 0.05, 11 @ 0.15, Resto @ 0.35 C/Extremo.
TIPO 4: Ø 3/8": 1 @ 0.05, 10 @ 0.10, Resto @ 0.20 C/Extremo.

CUADRO DE TRASLAPES Y ESTRIBOS

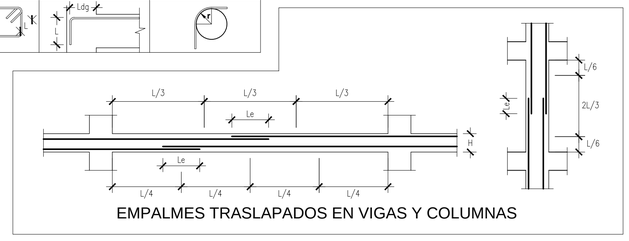
Ø	MUROS (mm)	VIGAS (mm)	ESTRIBOS (mm)	ANCLAJE (mm)	GANCHOS (mm)	Diámetro Doblado(mm)	
						VARILLA	ESTRIBOS
3/8"	400	400	100	200	100	57	40
1/2"	450	450	200	250	150	76	50
5/8"	600	600	-	300	200	95	65
3/4"	700	700	-	350	225	115	-
1"	1250	1250	-	450	300	200	-
Esquema	Le	Le	L	Ldg / L	r		

CUADRO DE ESTRIBOS COLUMNAS

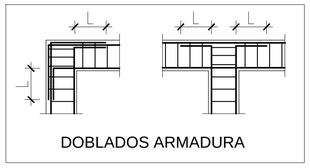
TIPO	Ø	ESPACIAMIENTO EN CADA EXTREMO
1	3/8"	2□: 1 @ 0.05, 12 @ 0.10, Resto @ 0.25 c/ext.
2	3/8"	3□: 1 @ 0.05, 12 @ 0.10, Resto @ 0.25 c/ext.
3	3/8"	1□: 1 @ 0.05, 8 @ 0.10, Resto @ 0.25 c/ext.
4	3/8"	1□: 1 @ 0.05, 5 @ 0.10, Resto @ 0.30 c/ext.



CORTE - ZAPATA COMBINADA ZC-2



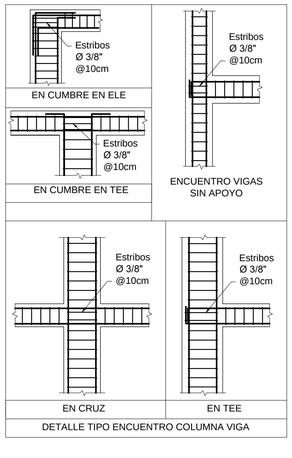
EMPALMES TRASLAPADOS EN VIGAS Y COLUMNAS



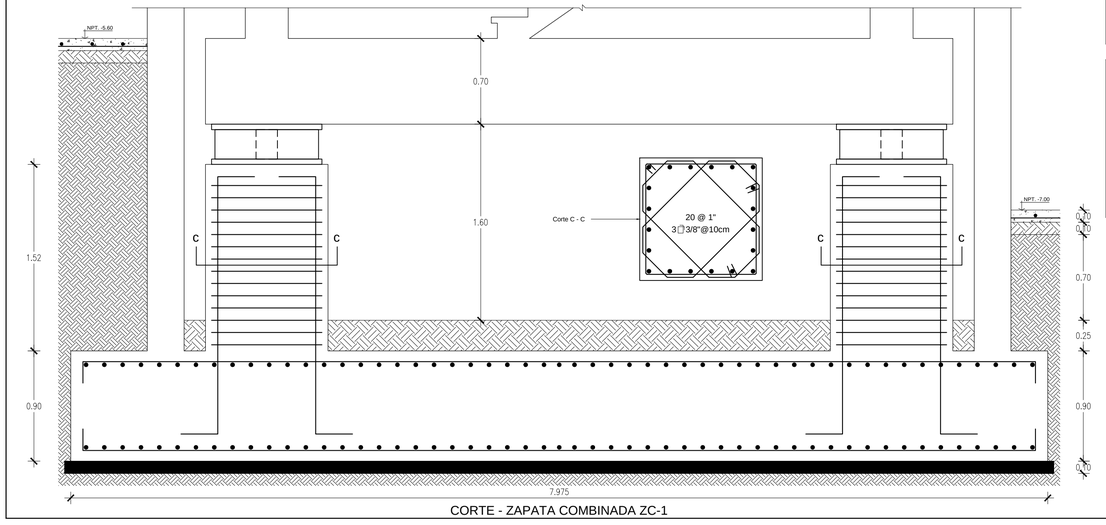
DOBLADOS ARMADURA

DIMENSIONES DE ZAPATAS

Descripcion	#	Dimensiones (m)	Altura (m)
ZA-1	5	5.70 x 5.05	0.95
ZA-2	5	5.20 x 4.55	0.95
ZA-3	2	4.75 x 4.10	0.75
ZA-4	2	4.30 x 3.65	0.75
ZA-5	3	3.80 x 3.15	0.60
ZA-6	5	3.00 x 1.85	0.60
ZA-7	7	2.10 x 1.70	0.60
ZA-8	8	1.30 x 0.70	0.60
ZC-1	1	Ver Planta	0.90
ZC-2	1	6.375 x 3.05	0.65



DETALLE TIPO ENCUENTRO COLUMNA VIGA



CORTE - ZAPATA COMBINADA ZC-1

ESPECIFICACIONES TECNICAS

CONCRETO — **Usar cemento Portland 1P - Yura**

SOLADOS	: f'c = 100 Kg/cm2 (C:H - 1:12)
FALSO PISO	: e = 4" Concreto Simple C:H - 1:8
MUROS, COLUMNAS (Nivel 1 - Azotea) Y PLACAS	: f'c = 280 Kg/cm2
COLUMNAS (Sotanos)	: f'c = 350 Kg/cm2
VIGAS Y LOSA ALIGERADA	: f'c = 280 Kg/cm2

ACERO

ACERO CORRUGADO	: fy = 4200 Kg/cm2 ASTM - A615 GRADO 60

CARGA DE TRABAJO TERRENO

RESISTENCIA DE TERRENO	: σt = 2.50 Kg/cm2
PROFUNDIDAD DE ZAPATA Y CIMENTACION	: Df = 1.60 m (con referencia al 2do Sótano)
FACTOR DEL SUELO	: S = 1.20 (Tipo S2)
PERIODO DE VIBRACION	: Tp = 0.60 seg

ALBAÑILERIA

TABIQUERIA

: LADRILLO PANDERETA	: MECANIZADO
DIMENSIONES	: 24 x 14 x 9cm
JUNTA	: 15 mm max.
MORTERO	: MEZCLA 1:5 (C: A.F.) (TIPO 2)

RECUBRIMIENTOS

COLUMNAS Y VIGAS	: r = 4.0 cm.
LOSAS	: r = 2.5 cm.
MUROS DE CONTENCION	: r = 4.0 cm.
ZAPATAS	: r = 7.5 cm.

PARAMETROS DE DISEÑO SISMO RESISTENTES

1) ZONA	: 3
2) FACTOR DE ZONA	: Z = 0.40
3) PERIODO - FACTOR SUELO	: S = 1.20 Tp = 0,60
4) FACTOR DE USO	: U = 1.00
5) AMPLIFICACION SISMICA	: C = Según Análisis Dinámico RNC < 2.5
6) SISTEMA ESTRUCTURAL	: Dual (para la dirección X, 60% Placas), Muros Estructurales (en Y, 85% Placas)
7) COEFICIENTE DE REDUCCION	: R = 2 (Aisladores Sísmicos)
8) COEFICIENTE DE AMORTIGUAMIENTO	: B = 1.35

$$S_a = \frac{ZUCS}{R \times B} \times g$$

9) DESPLAZAMIENTOS "X" o "Y" RELATIVOS ENTRE PISOS	: Dihe < 0,007 (Eje X, Y)
10) PROYECTO	: CARGAS PARA SISMO (D = 100% L = 25%)

SEPARACION SISMICA

S = 40.0 cm

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

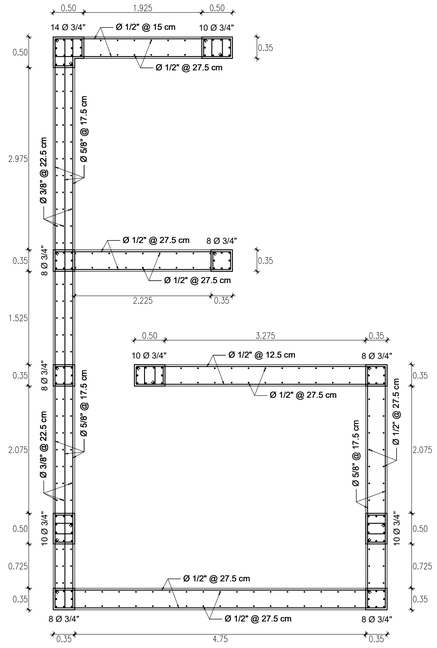
Escala: 1 / 25

Plano: DETALLES

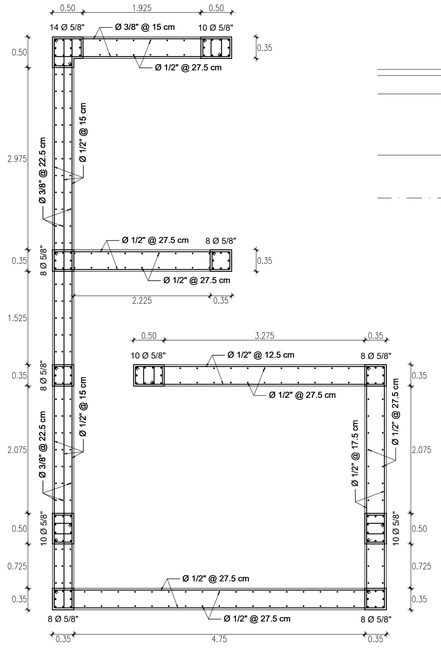
Lamina Nº: E2

Bachiller: Samanez Berlanga, Sergio Andree

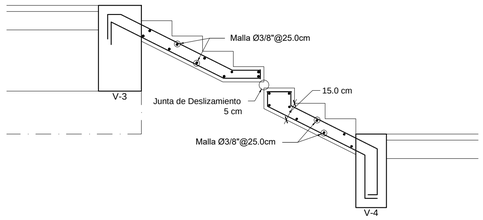
Fecha: DICIEMBRE, 2017



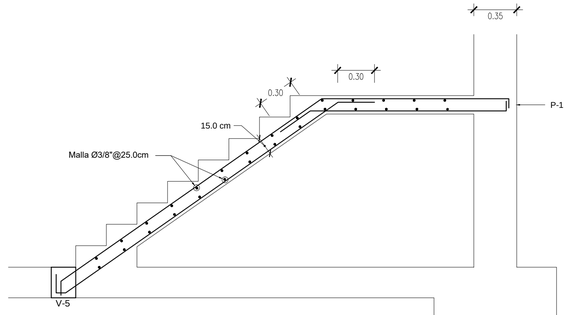
PLACA P-1 (Sotano 2, Sotano 1 y Nivel 1)



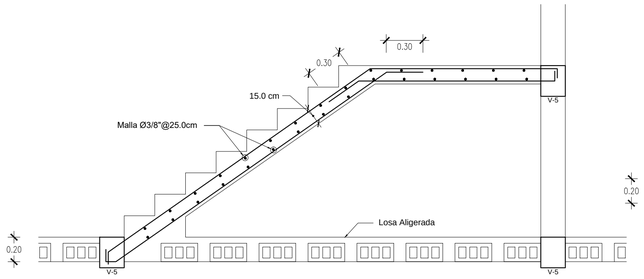
PLACA P-1 (Resto de Niveles)



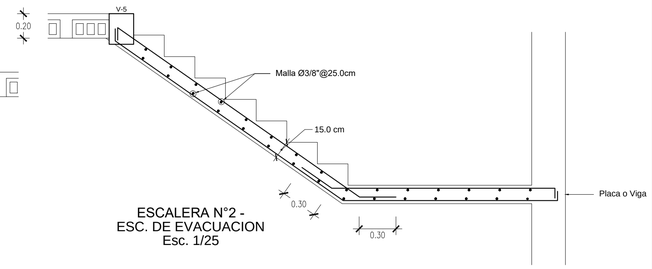
ESCALERA N°1
Esc. 1/25



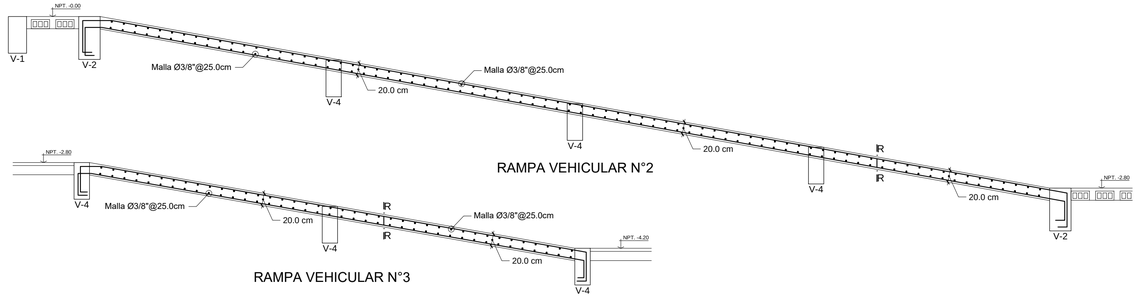
ESCALERA N°2
Tramo 1
Esc. 1/25



ESCALERA DE EVACUACION
Tramo 1
Esc. 1/25

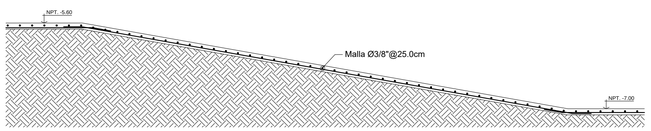


ESCALERA N°2 -
ESC. DE EVACUACION
Esc. 1/25

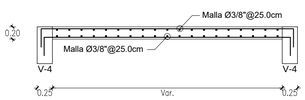


RAMPA VEHICULAR N°2

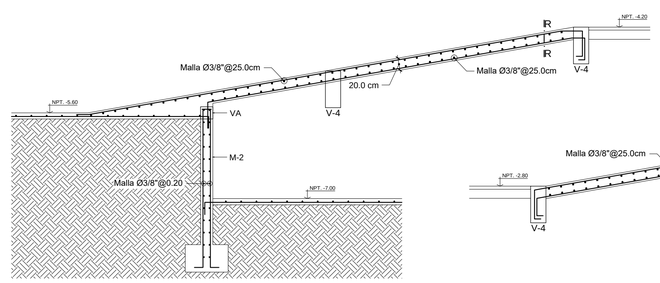
RAMPA VEHICULAR N°3



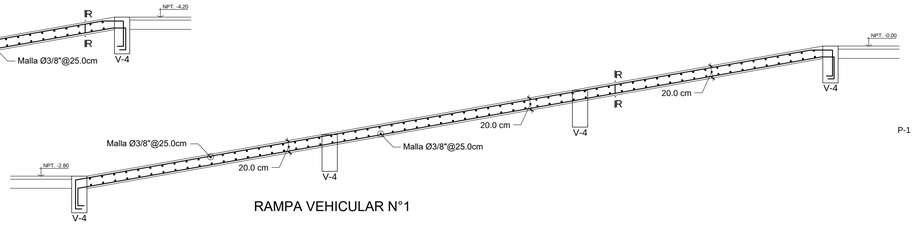
RAMPA VEHICULAR N°5



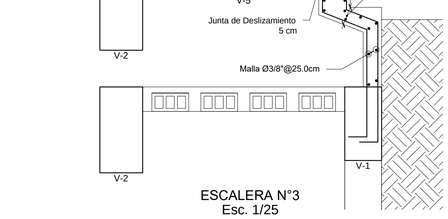
CORTE R-R
(Sección Transversal de Rampas)



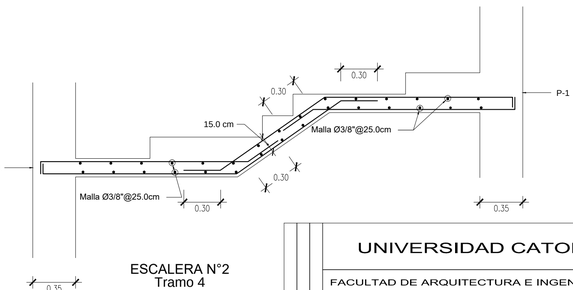
RAMPA VEHICULAR N°4



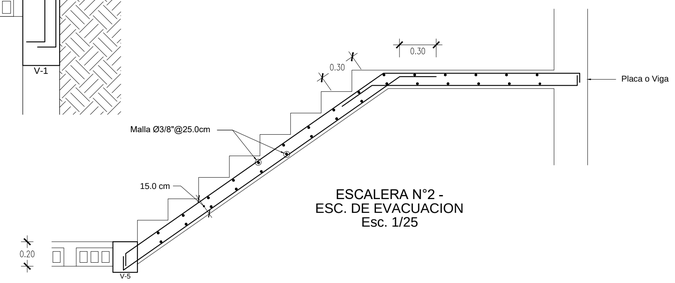
RAMPA VEHICULAR N°1



ESCALERA N°3
Esc. 1/25



ESCALERA N°2
Tramo 4
Esc. 1/25



ESCALERA N°2 -
ESC. DE EVACUACION
Esc. 1/25

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

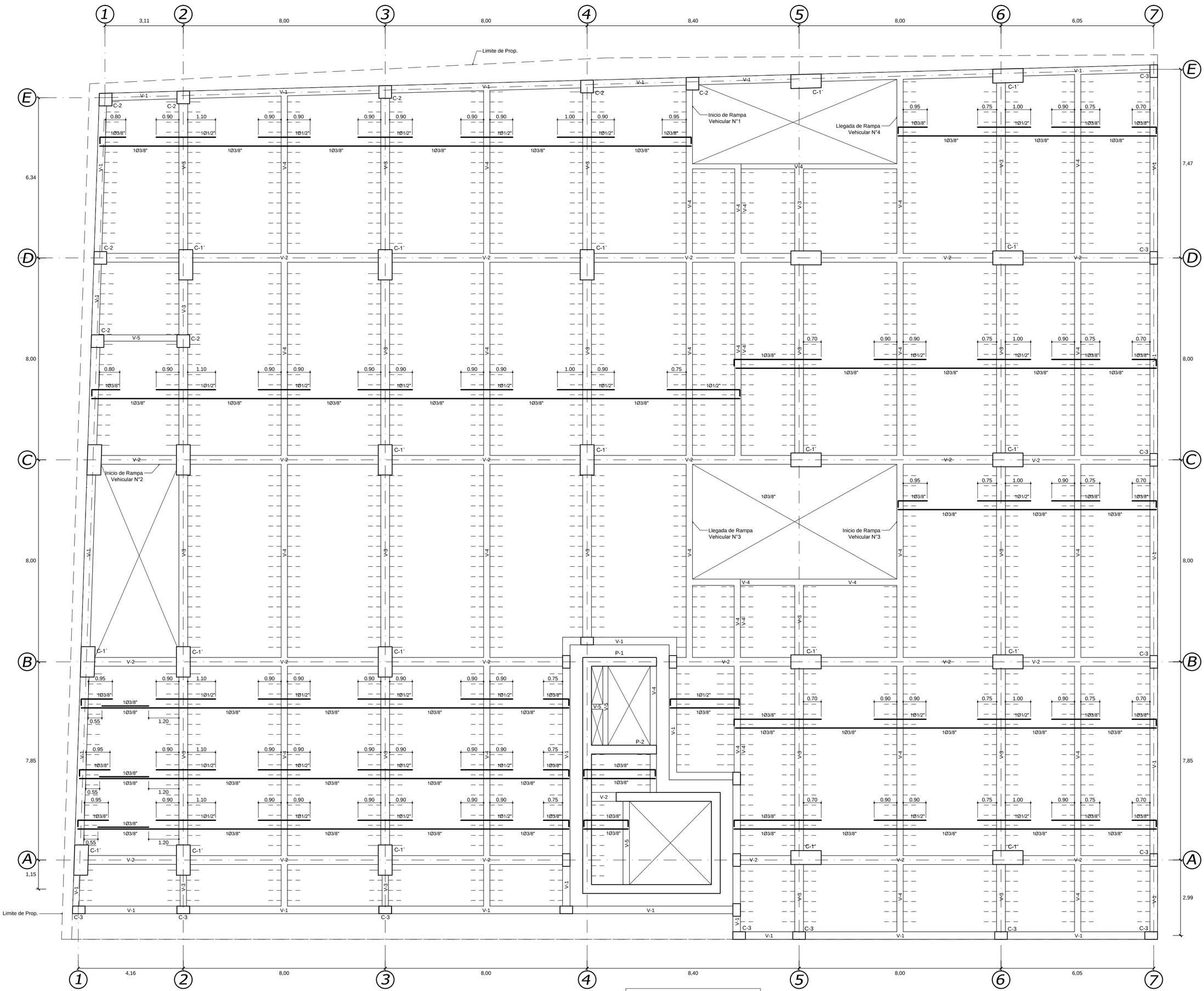
Escala: 1 / 50

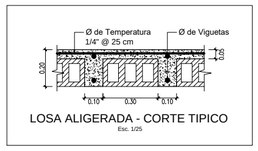
Plano: PLACAS, RAMPAS Y ESCALERAS

Lamina N°: E3

Bachiller: Samanez Berlanga, Sergio Andree

Fecha: DICIEMBRE, 2017





LOSA ALIGERADA - CORTE TIPICO

Esc. 1/25

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

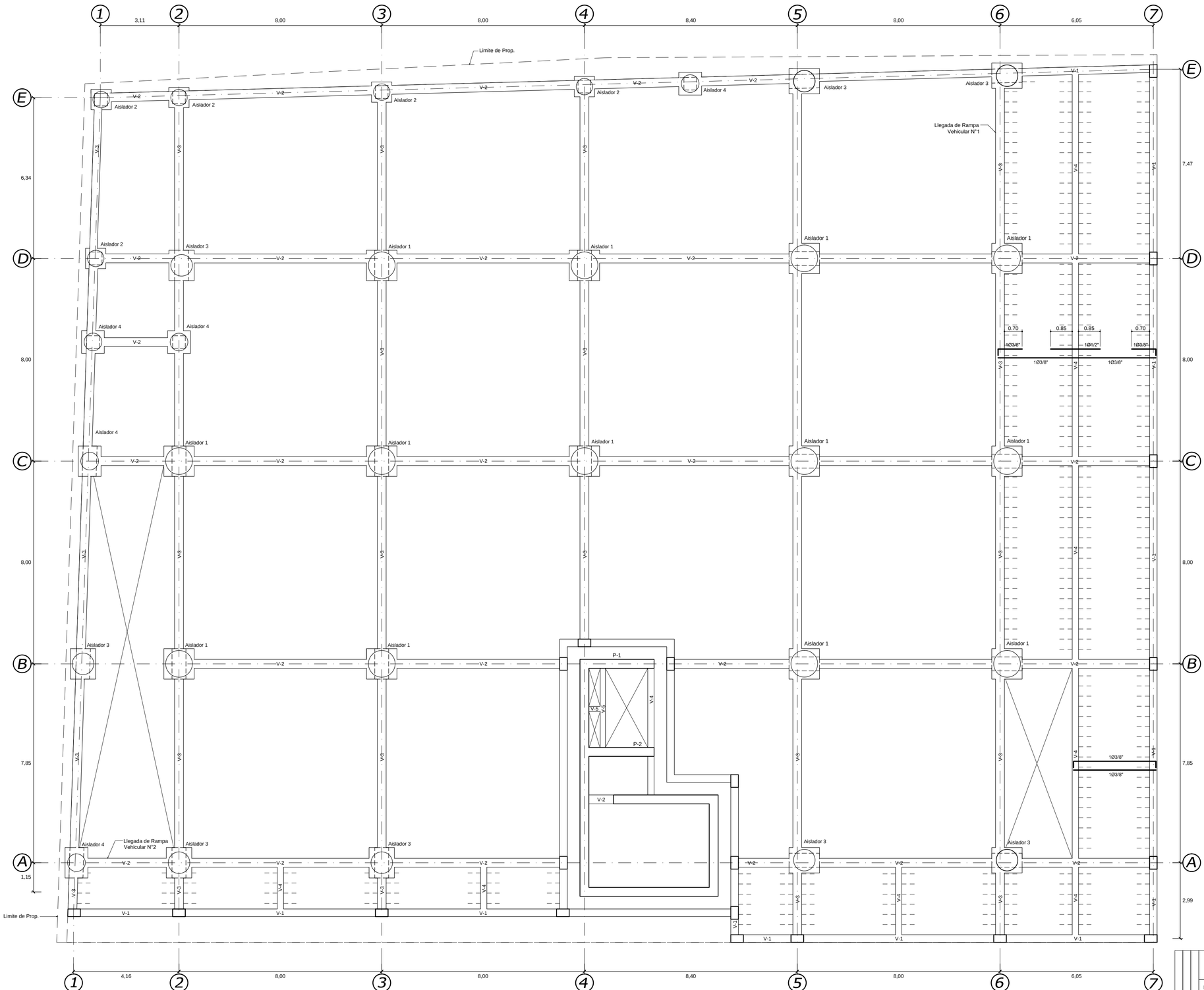
Escala: 1 / 100

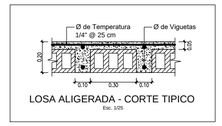
Plano: ALIGERADO SOTANO 1

Lamina N°: E4

Bachiller: Samanez Berlanga, Sergio Andree

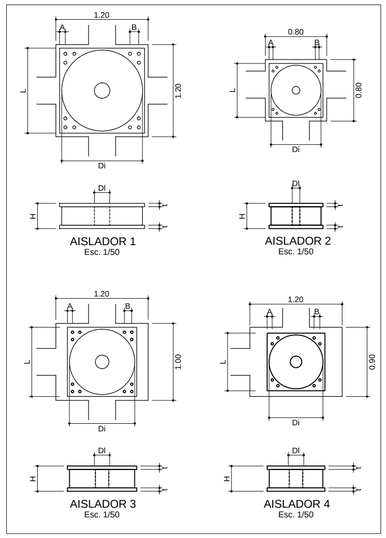
Fecha: DICIEMBRE, 2017





LOSA ALIGERADA - CORTE TIPICO

Esc. 1/25



AISLADOR 1
Esc. 1/50

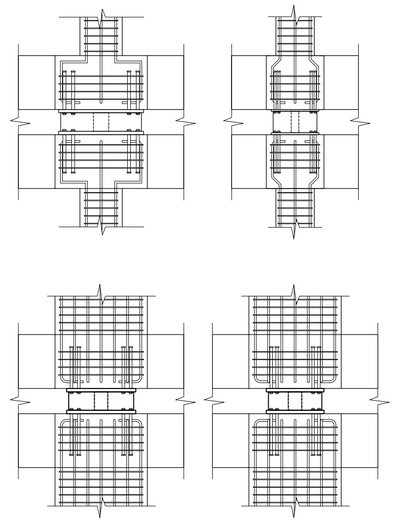
AISLADOR 2
Esc. 1/50

AISLADOR 3
Esc. 1/50

AISLADOR 4
Esc. 1/50

DETALLE DE AISLADORES

TIPO	Diametro de Aislador (mm) Di	Altura de Aislador (mm) H	Numero de Capas de Caucho N	Diametro del Plomo (mm) Di	L (mm)	t (mm)	# de Orificios	Diametro de Orificios (mm)	A (mm)	B (mm)
Aislador 1	1050	305	15	225	1105	44	12	40	75	115
Aislador 2	650	305	17	100	700	32	8	27	50	50
Aislador 3	850	305	16	175	900	38	12	33	65	95
Aislador 4	700	305	16	150	750	32	8	33	65	75



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

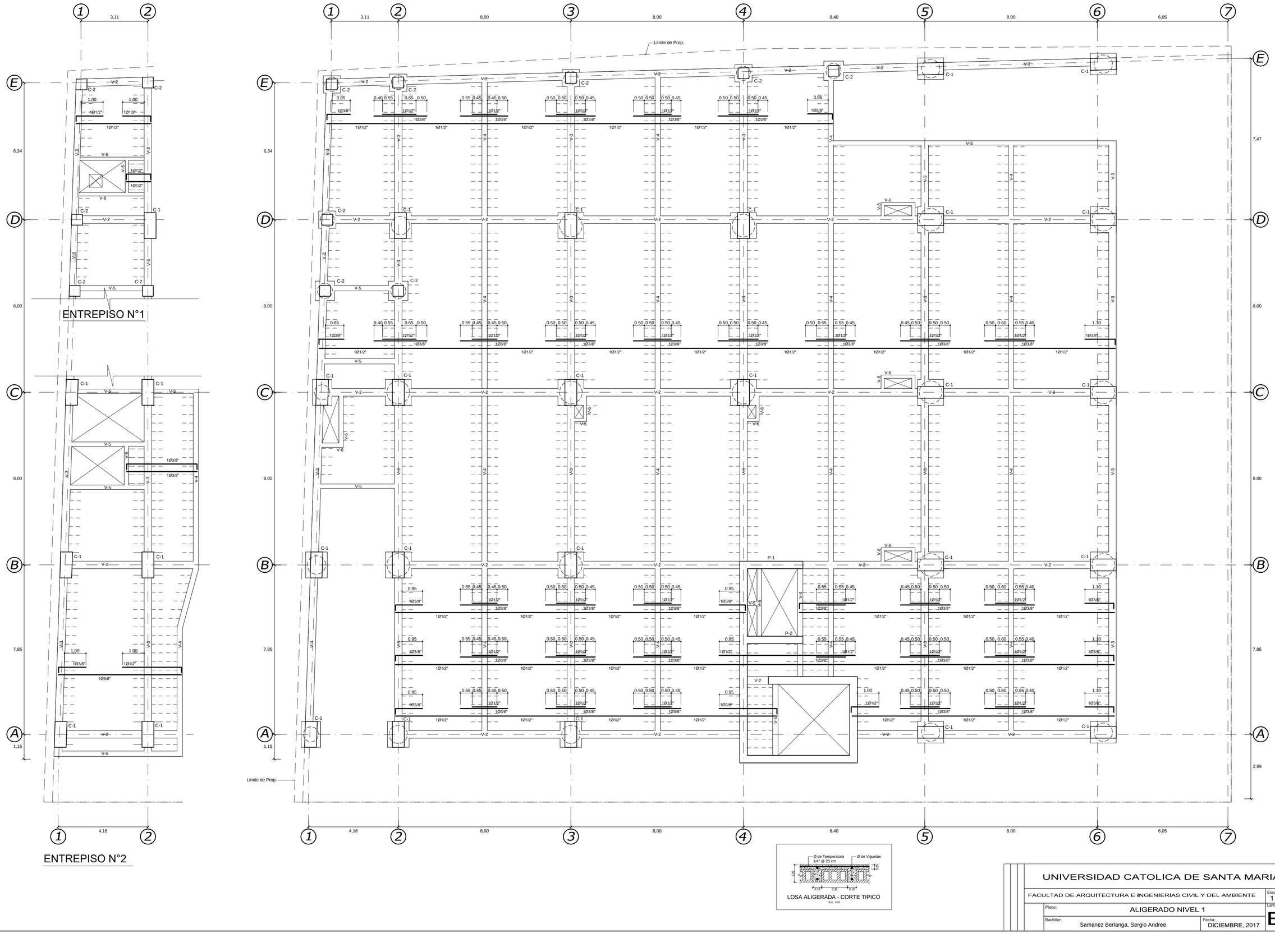
Escala: 1 / 100

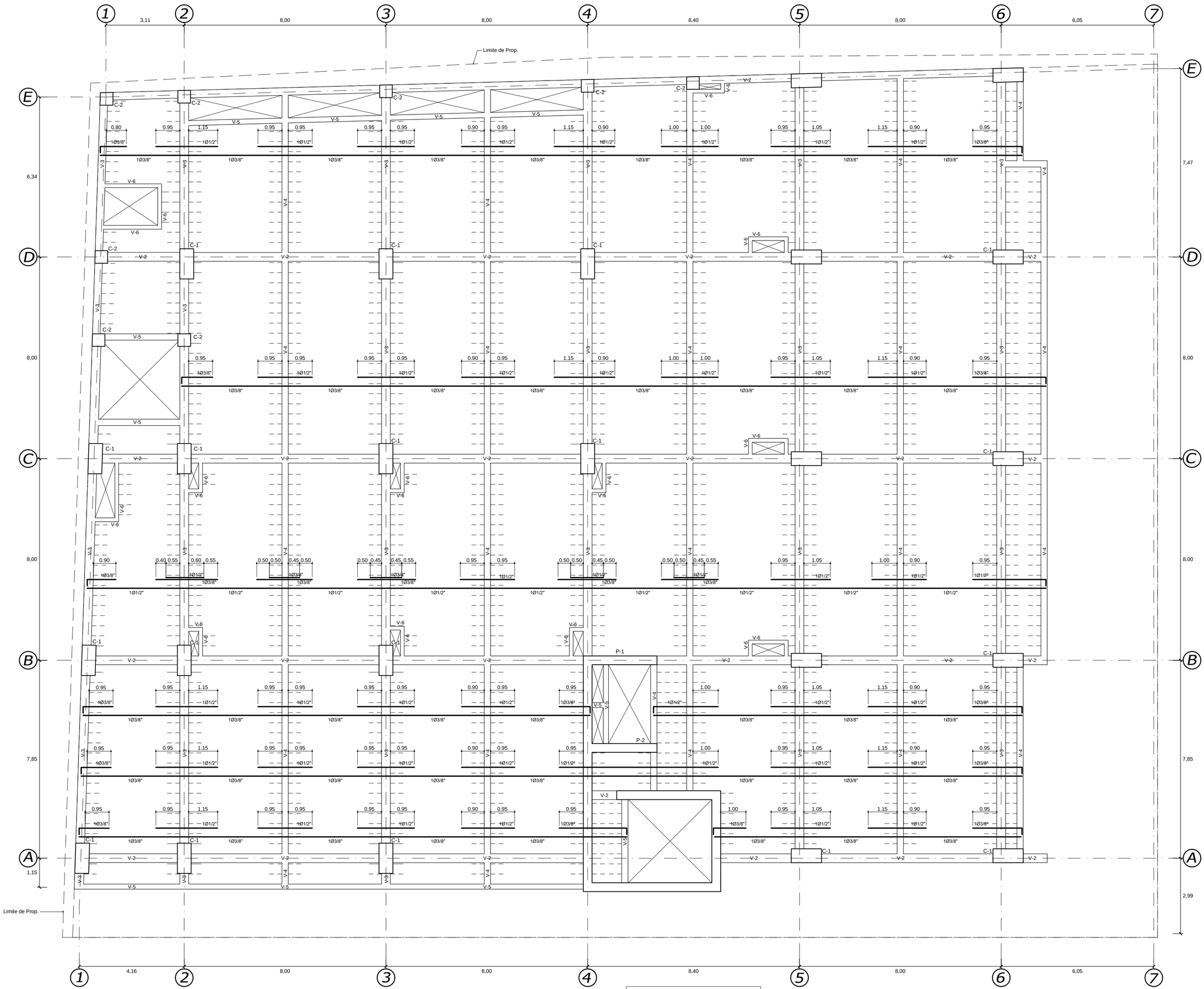
Plano: NIVEL DE AISLACION - DETALLE

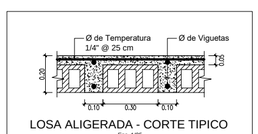
Lamina N°: E5

Bachiller: Samanez Berlanga, Sergio Andree

Fecha: DICIEMBRE, 2017


Limite de Prop.
ENTREPISO N°1
ENTREPISO N°2
Limite de Prop.
Ø de Temperatura 1/4" @ 25 cm
Ø de Viguetas
LOSA ALIGERADA - CORTE TIPICO
Esc. 1/25
UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE
Escala: 1 / 100
Plano: ALIGERADO NIVEL 1
Lamina Nº E6
Bachiller: Samanez Berlanga, Sergio Andree
Fecha: DICIEMBRE, 2017





LOSA ALIGERADA - CORTE TIPICO

Esc. 1/25

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

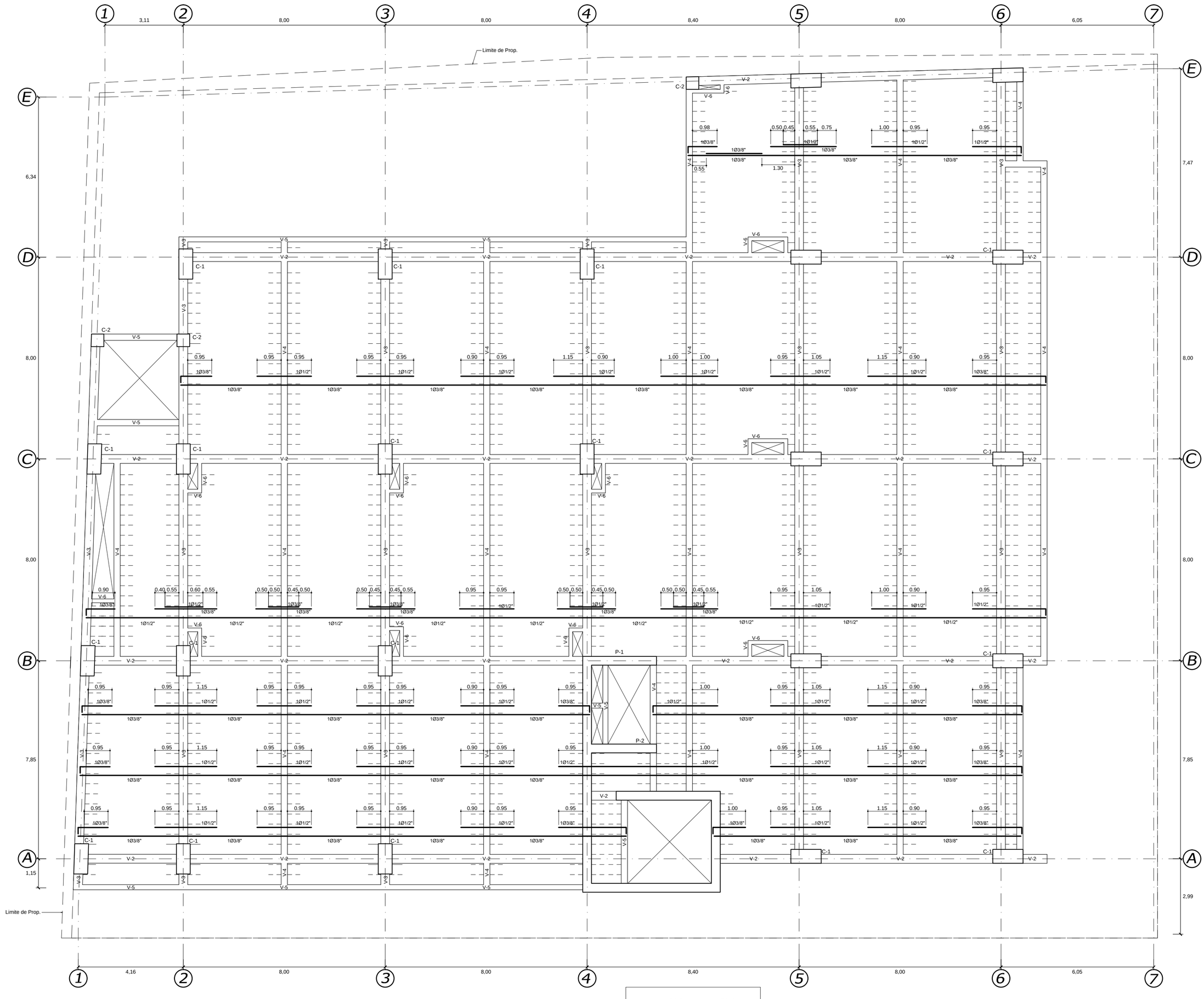
Escala: 1 / 100

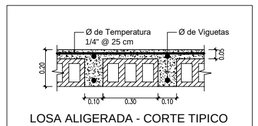
Plano: ALIGERADO NIVEL 2

Lamina Nº E7

Bachiller: Samanez Berlanga, Sergio Andree

Fecha: DICIEMBRE, 2017





LOSA ALIGERADA - CORTE TIPICO

Esc. 1/25

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

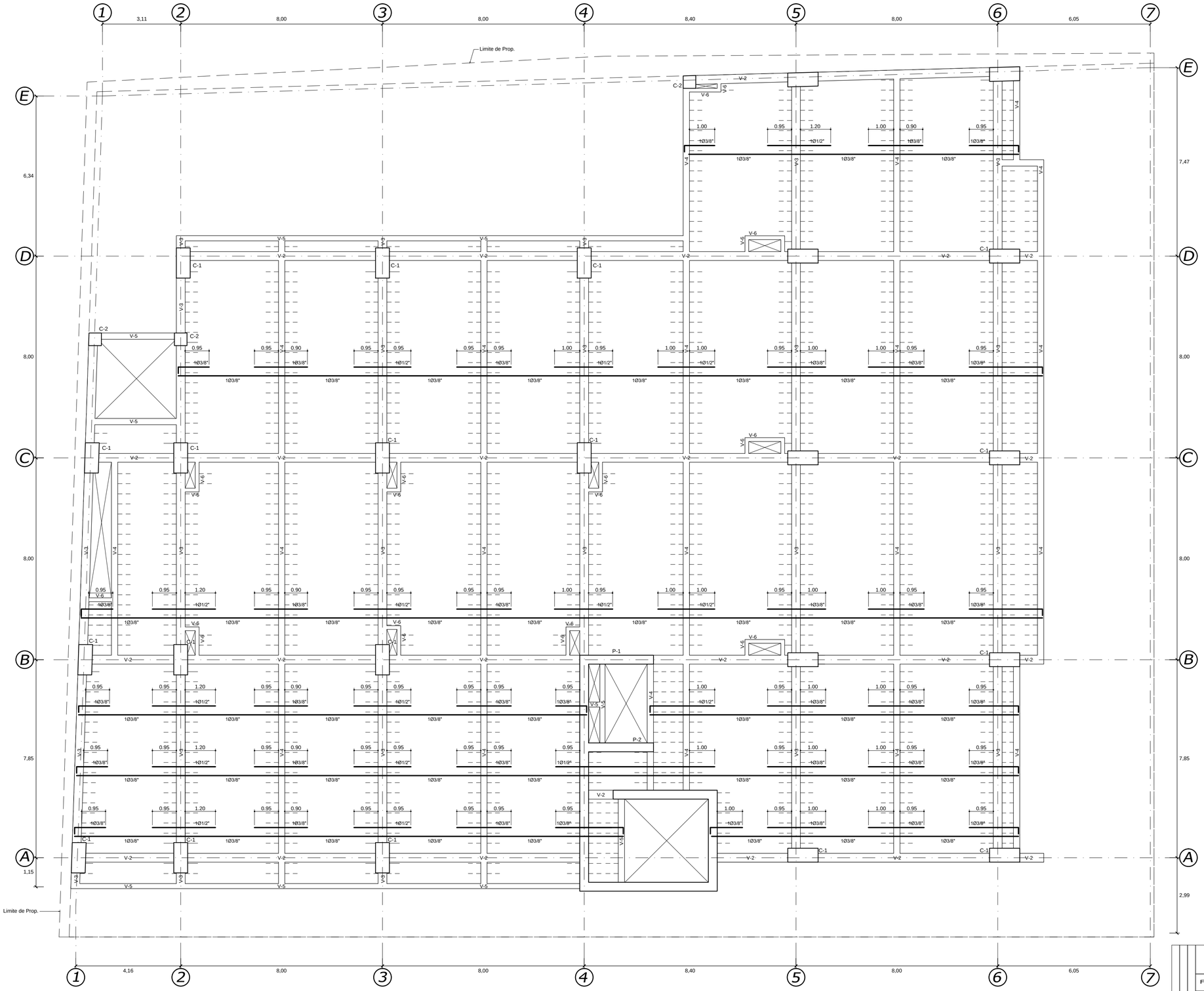
Escala: 1 / 100

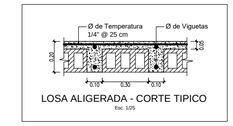
Plano: ALIGERADO NIVEL 3 - NIVEL 8

Lamina Nº E8

Bachiller: Samanez Berlanga, Sergio Andree

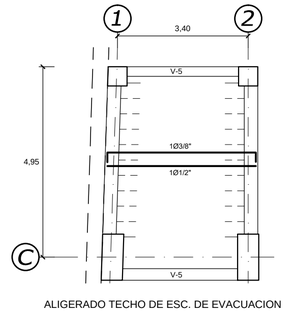
Fecha: DICIEMBRE, 2017





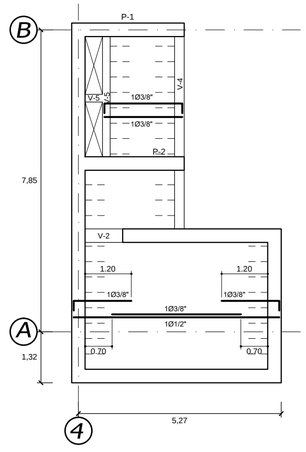
LOSA ALIGERADA - CORTE TIPICO

Esc. 1/25



ALIGERADO TECHO DE ESC. DE EVACUACION

ALIGERADO TECHO DE CAJA DE ASCENSORES - ESC. N°2



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

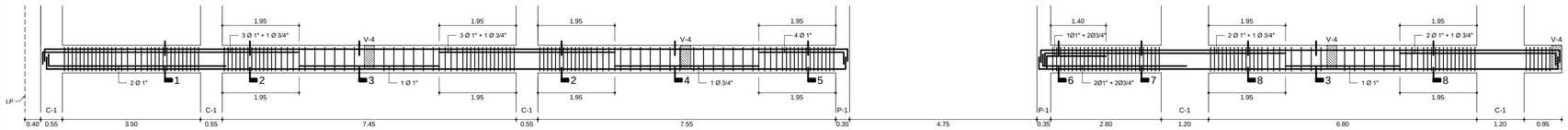
Escala: 1 / 100

Plano: ALIGERADO AZOTEA - TECHO

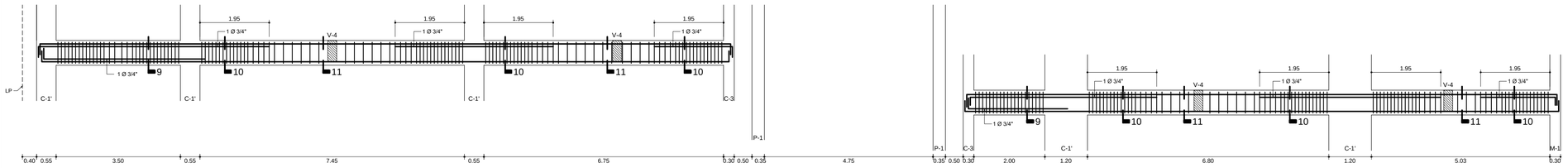
Lamina N°: E9

Bachiller: Samanez Berlanga, Sergio Andree

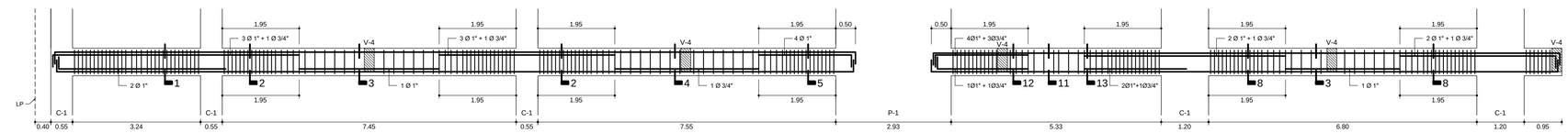
Fecha: DICIEMBRE, 2017



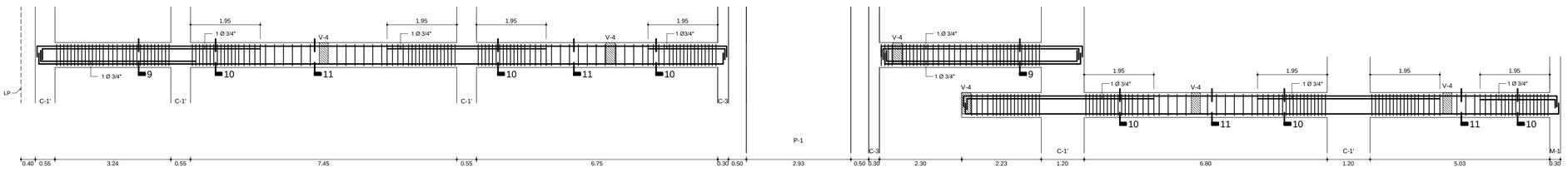
V-2 (Eje A)
Nivel 2 - Azotea



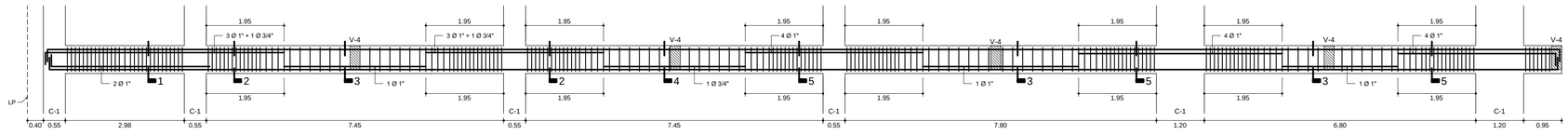
V-2 (Eje A)
Sotano 1



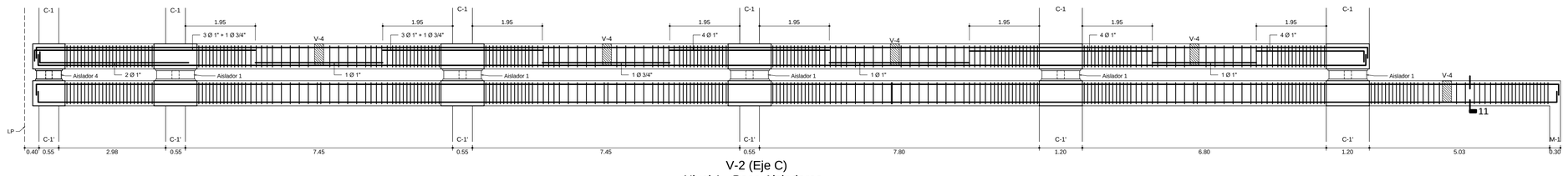
V-2 (Eje B)
Nivel 2 - Azotea



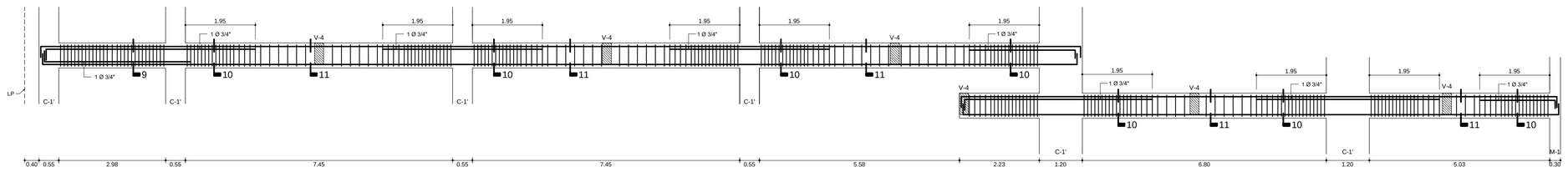
V-2 (Eje B)
Sotano 1



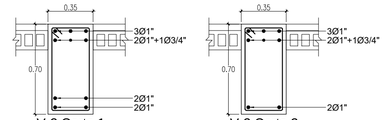
V-2 (Eje C)
Nivel 2 - Azotea



V-2 (Eje C)
Nivel 1 - Base Aisladores

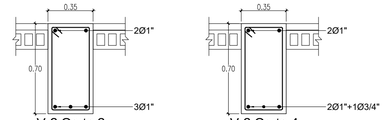


V-2 (Eje C)
Sotano 1



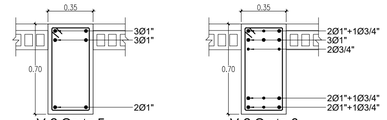
V-2 Corte 1
Esc. 1/25

V-2 Corte 2
Esc. 1/25



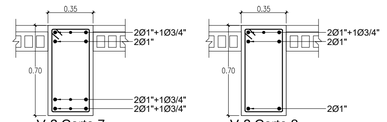
V-2 Corte 3
Esc. 1/25

V-2 Corte 4
Esc. 1/25



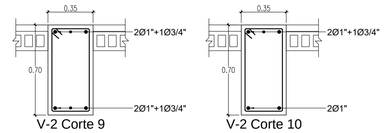
V-2 Corte 5
Esc. 1/25

V-2 Corte 6
Esc. 1/25



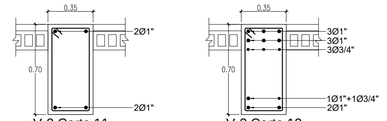
V-2 Corte 7
Esc. 1/25

V-2 Corte 8
Esc. 1/25



V-2 Corte 9
Esc. 1/25

V-2 Corte 10
Esc. 1/25



V-2 Corte 11
Esc. 1/25

V-2 Corte 12
Esc. 1/25



V-2 Corte 13
Esc. 1/25

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

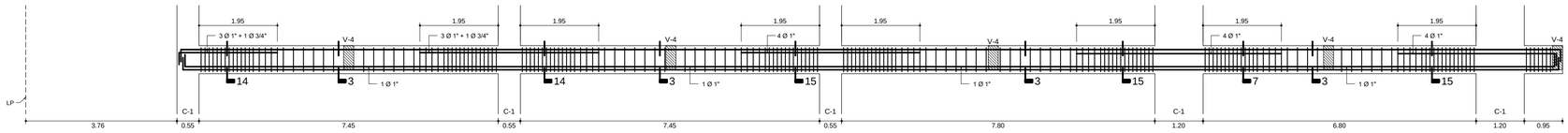
Escala: 1 / 75

Plano: VIGAS V-2

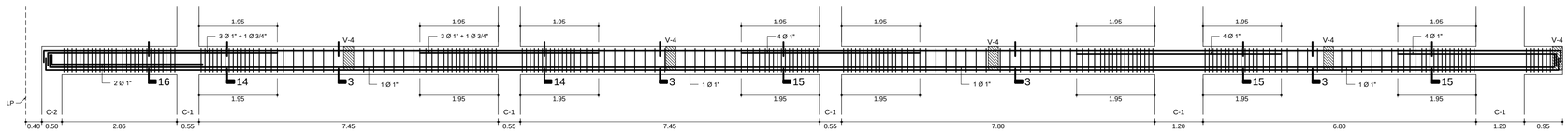
Lamina N°: E10

Bachiller: Samanez Berlanga, Sergio Andree

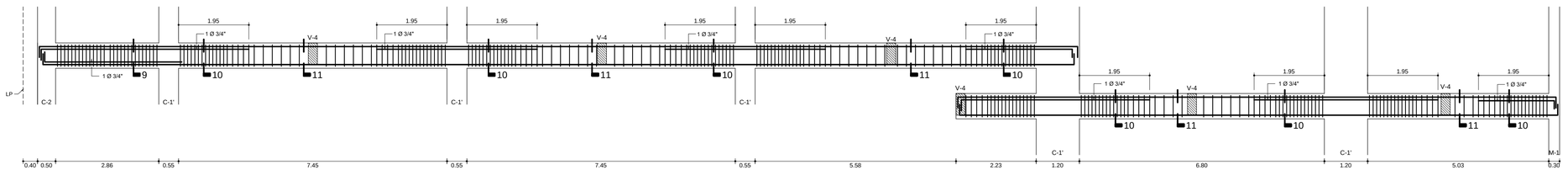
Fecha: DICIEMBRE, 2017



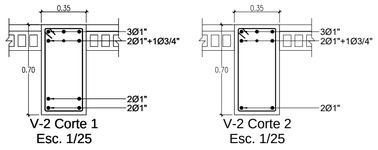
V-2 (Eje D)
Nivel 3 - Azotea



V-2 (Eje D)
Nivel 2

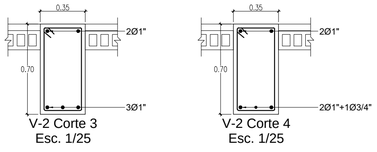


V-2 (Eje D)
Sotano 1



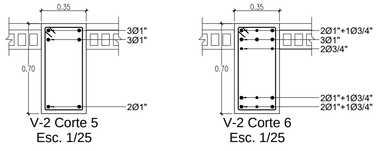
V-2 Corte 1
Esc. 1/25

V-2 Corte 2
Esc. 1/25



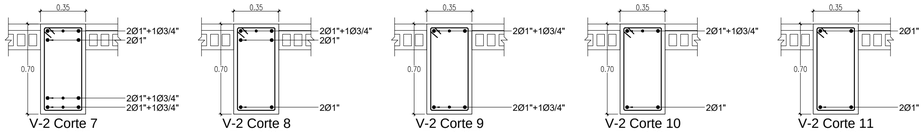
V-2 Corte 3
Esc. 1/25

V-2 Corte 4
Esc. 1/25



V-2 Corte 5
Esc. 1/25

V-2 Corte 6
Esc. 1/25



V-2 Corte 7
Esc. 1/25

V-2 Corte 8
Esc. 1/25

V-2 Corte 9
Esc. 1/25

V-2 Corte 10
Esc. 1/25

V-2 Corte 11
Esc. 1/25

V-2 Corte 12
Esc. 1/25

V-2 Corte 13
Esc. 1/25

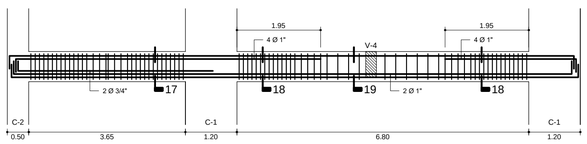
V-2 Corte 14
Esc. 1/25

V-2 Corte 15
Esc. 1/25

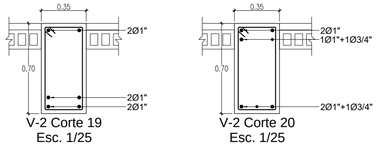
V-2 Corte 16
Esc. 1/25

V-2 Corte 17
Esc. 1/25

V-2 Corte 18
Esc. 1/25

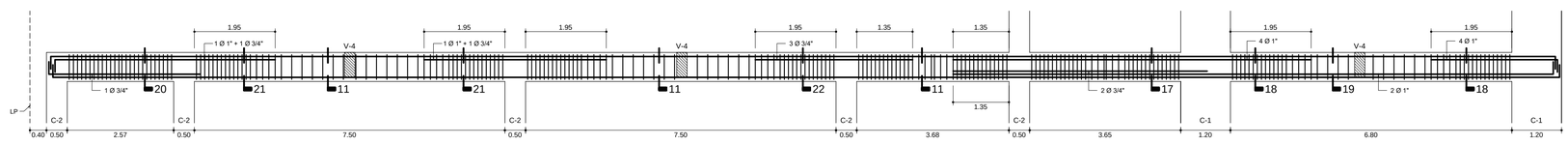


V-2 (Eje E)
Nivel 3 - Azotea

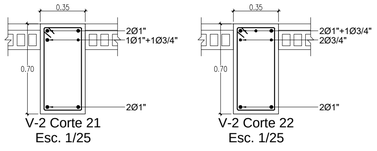


V-2 Corte 19
Esc. 1/25

V-2 Corte 20
Esc. 1/25



V-2 (Eje E)
Nivel 2



V-2 Corte 21
Esc. 1/25

V-2 Corte 22
Esc. 1/25

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

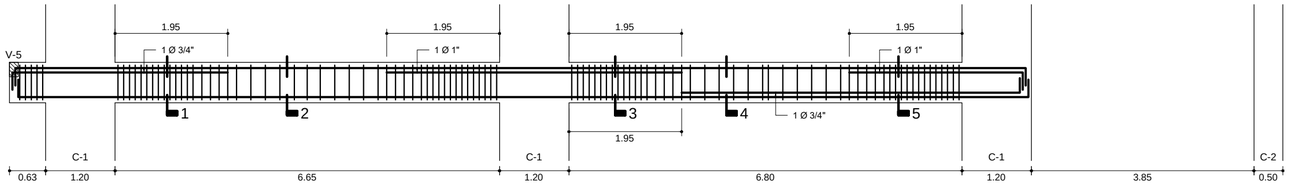
Escala: 1 / 75

Plano: VIGAS V-2

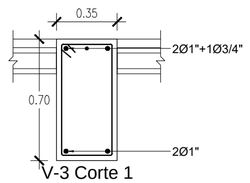
Lamina N°: E11

Bachiller: Samanez Berlanga, Sergio Andree

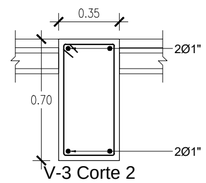
Fecha: DICIEMBRE, 2017



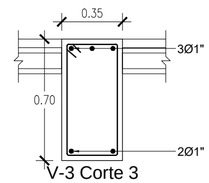
V-3 (Eje 1)
Nivel 3 - Azotea



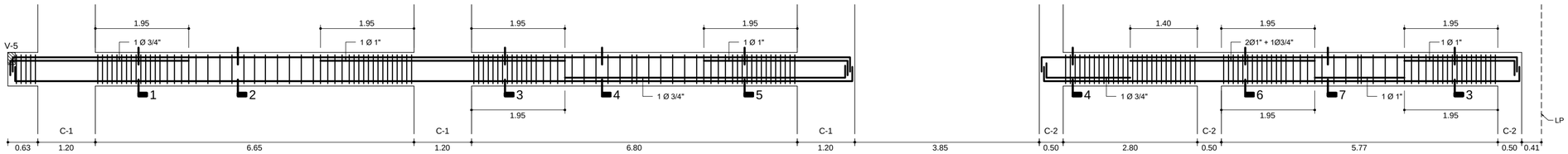
V-3 Corte 1
Esc. 1/25



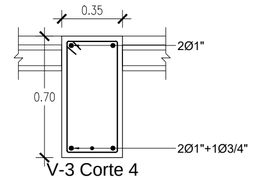
V-3 Corte 2
Esc. 1/25



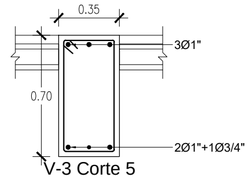
V-3 Corte 3
Esc. 1/25



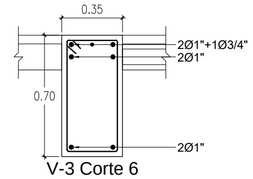
V-3 (Eje 1)
Nivel 2



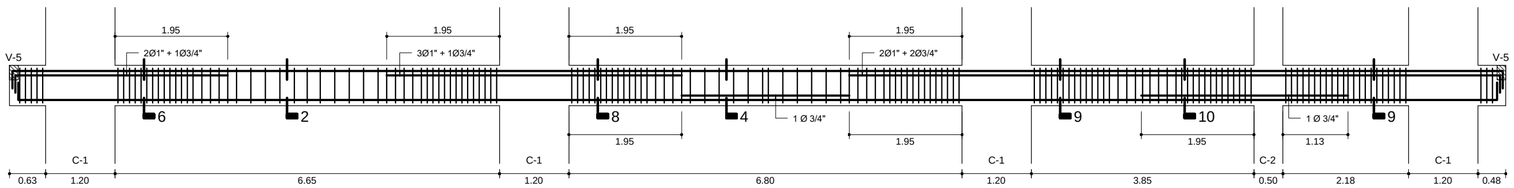
V-3 Corte 4
Esc. 1/25



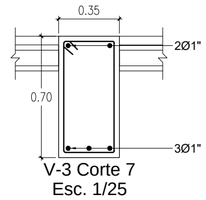
V-3 Corte 5
Esc. 1/25



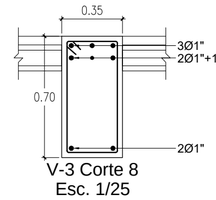
V-3 Corte 6
Esc. 1/25



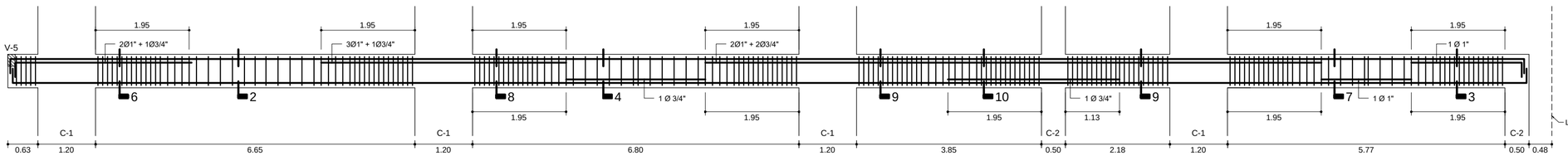
V-3 (Eje 2)
Nivel 3 - Azotea



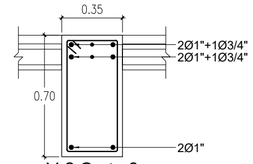
V-3 Corte 7
Esc. 1/25



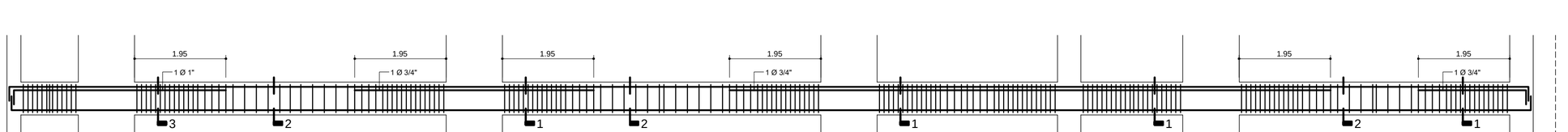
V-3 Corte 8
Esc. 1/25



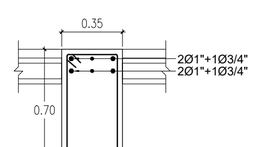
V-3 (Eje 2)
Nivel 2



V-3 Corte 9
Esc. 1/25



V-3 (Eje 2)
Sotano 1



V-3 Corte 10
Esc. 1/25

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

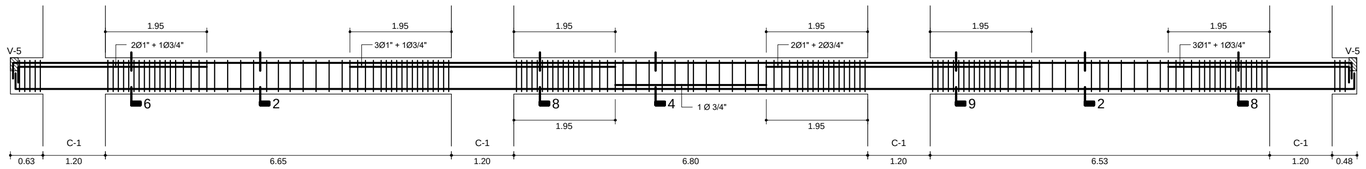
Escala: 1 / 75

Plano: VIGAS V-3

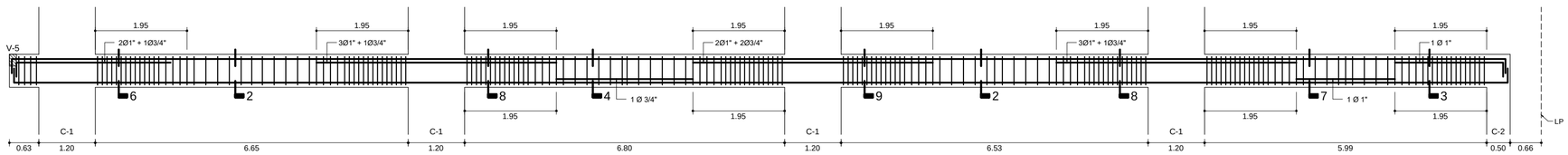
Lamina Nº E12

Bachiller: Samanez Berlanga, Sergio Andree

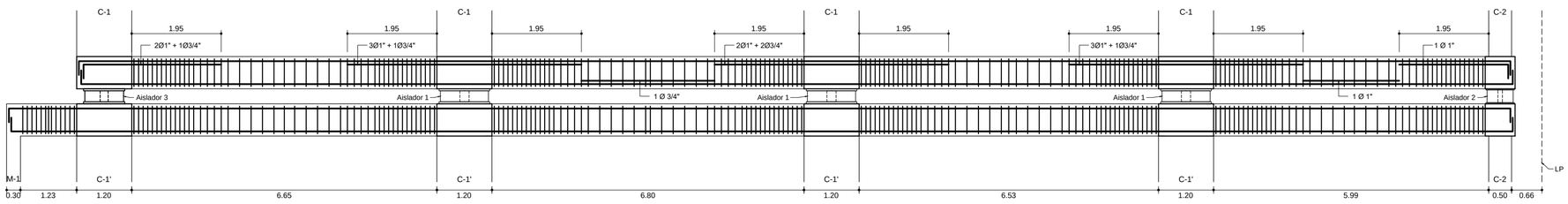
Fecha: DICIEMBRE, 2017



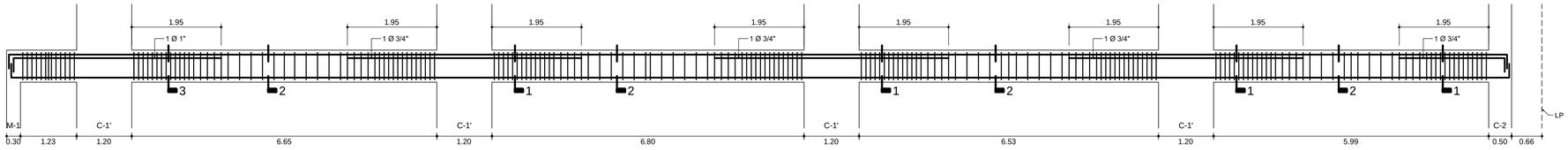
V-3 (Eje 3)
Nivel 3 - Azotea



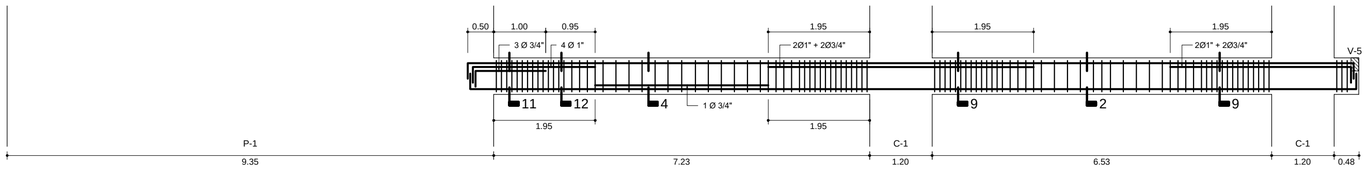
V-3 (Eje 3)
Nivel 2



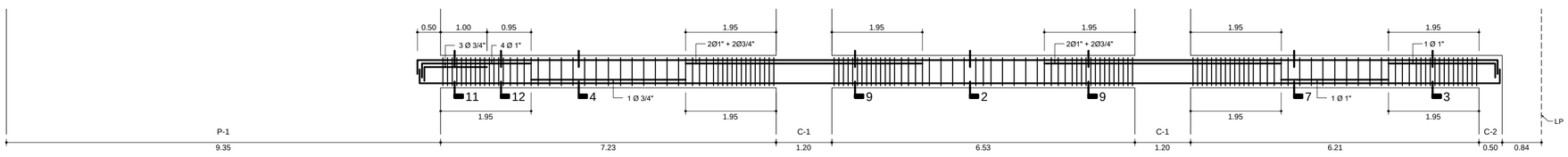
V-3 (Eje 3)
Nivel 1 - Base Aisladores



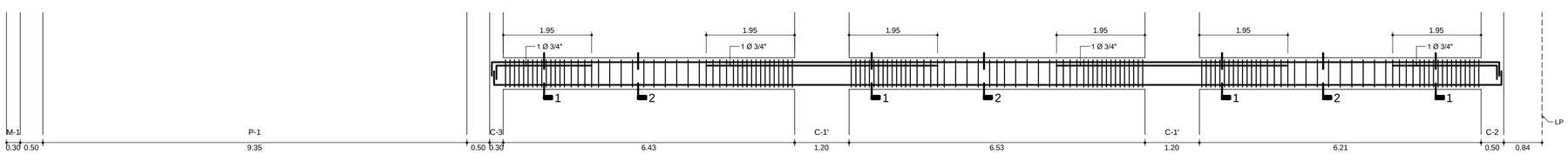
V-3 (Eje 3)
Sotano 1



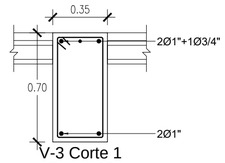
V-3 (Eje 4)
Nivel 3 - Azotea



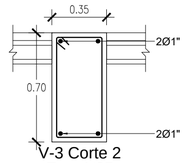
V-3 (Eje 4)
Nivel 2



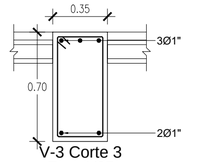
V-3 (Eje 4)
Sotano 1



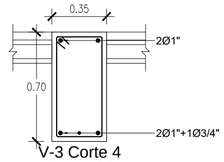
V-3 Corte 1
Esc. 1/25



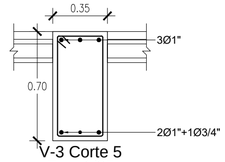
V-3 Corte 2
Esc. 1/25



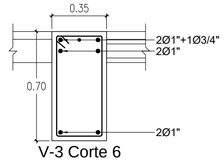
V-3 Corte 3
Esc. 1/25



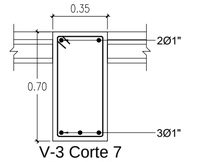
V-3 Corte 4
Esc. 1/25



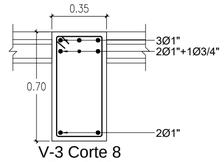
V-3 Corte 5
Esc. 1/25



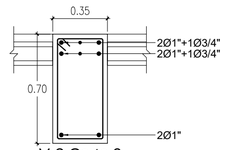
V-3 Corte 6
Esc. 1/25



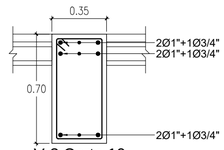
V-3 Corte 7
Esc. 1/25



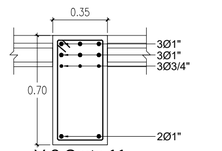
V-3 Corte 8
Esc. 1/25



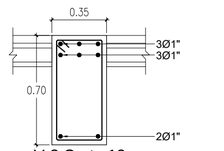
V-3 Corte 9
Esc. 1/25



V-3 Corte 10
Esc. 1/25



V-3 Corte 11
Esc. 1/25



V-3 Corte 12
Esc. 1/25

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

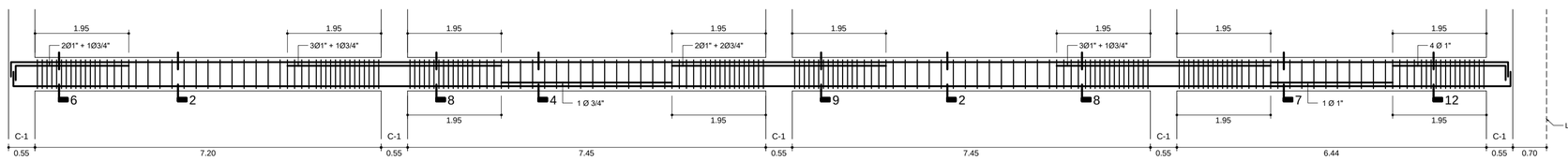
Escala: 1 / 75

Plano: VIGAS V-3

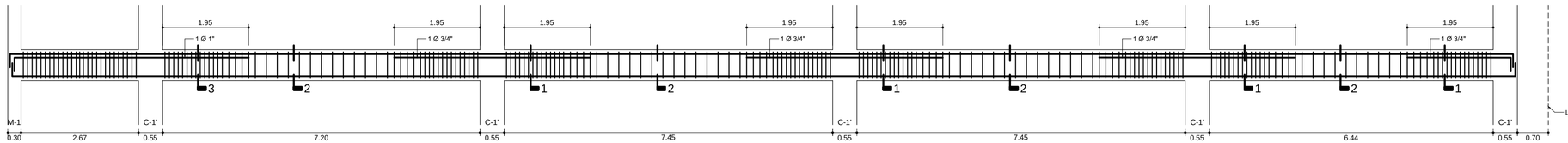
Lamina Nº: E13

Bachiller: Samanez Berlanga, Sergio Andree

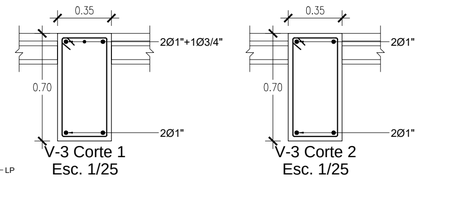
Fecha: DICIEMBRE, 2017



V-3 (Eje 5)
Nivel 2 - Azotea



V-3 (Eje 5)
Sotano 1



V-3 Corte 1
Esc. 1/25

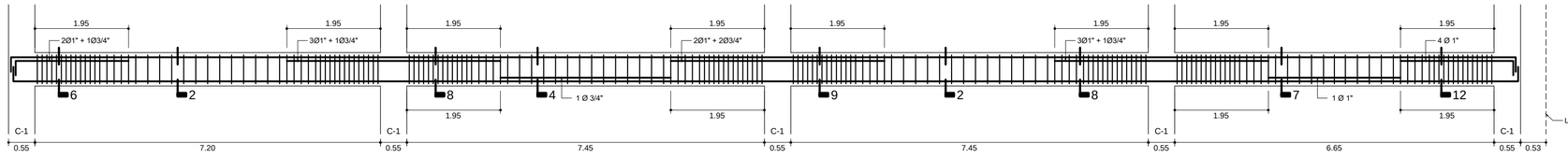
V-3 Corte 2
Esc. 1/25

V-3 Corte 3
Esc. 1/25

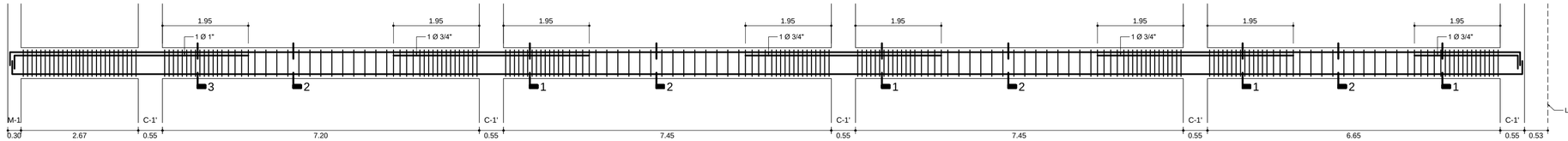
V-3 Corte 4
Esc. 1/25

V-3 Corte 6
Esc. 1/25

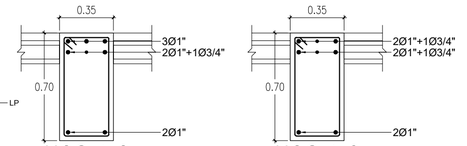
V-3 Corte 7
Esc. 1/25



V-3 (Eje 6)
Nivel 2 - Azotea

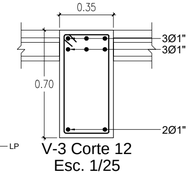


V-3 (Eje 6)
Sotano 1



V-3 Corte 8
Esc. 1/25

V-3 Corte 9
Esc. 1/25



V-3 Corte 12
Esc. 1/25

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIAS CIVIL Y DEL AMBIENTE

Escala: 1 / 75

Plano: VIGAS V-3

Lamina Nº E14

Bachiller: Samanez Berlanga, Sergio Andree

Fecha: DICIEMBRE, 2017