

UNIVERSIDAD NACIONAL “HERMILIO VALDIZAN”

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



“ANÁLISIS Y DISEÑO DEL MÓDULO N°05 DEL HOSPITAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN CON AISLADORES ELASTOMÉRICOS CON NÚCLEO DE PLOMO Y DESLIZADORES APLICANDO LA NORMATIVA E.031”

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

TESISTAS:

Bach/Ing. Civil Abraham Bruno Fernández Celadita

Bach/Ing. Civil Estefani Valdivia Espinoza

ASESOR:

Mg. Jim Arturo Rivera Vidal

HUÁNUCO - PERÚ

2 020

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado a Dios, por su infinita bondad y darnos la vida.

A nuestros padres por ser el motivo de seguir adelante.

A nuestros seres queridos por el apoyo incondicional y por ser el pilar de nuestras vidas, que con su esfuerzo permiten nuestra superación y nos apoyan en cada proyecto de nuestras vidas.

A nuestra querida facultad de Ingeniería Civil.

A nuestros queridos maestros que imparten su conocimiento y para todos aquellos que van en busca del conocimiento.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos de manera especial al ing. Jim Arturo Rivera Vidal por su apoyo incondicional y su comprensión durante estos meses que duró la investigación.

A nuestros amigos o colegas que fuí conociendo durante esta etapa de investigación y dieron aporte a esta investigación.

A todas las personas que hicieron valiosos aportes a este trabajo: al Ing. Ronald Altamirano Echevarría, Ing. Edward Quiroz Rojas y al Ing. Jhon Chiroque Paico.

RESUMEN

En el presente trabajo pretendo realizar el análisis y diseño (elementos estructurales) del módulo N° 05 del hospital Daniel Alcides Carrión ubicado en distrito de Yanacancha, provincia de Pasco de la región de Pasco.

Este módulo cuenta con aislamiento en la base como sistema estructural predominante. Los aisladores elastoméricos están conformados por un conjunto de láminas planas intercaladas con capas de acero vulcanizadas entre sí. Las láminas de elastomero proporcionan flexibilidad lateral y las láminas de acero proporcionan rigidez vertical.

Combinando estos dos principios permitiremos que el edificio se comporte más flexible, aumentan así el periodo de la estructura. Con este sistema reduciremos el cortante basal, distorsiones, derivas, aceleraciones de entrepiso y disipación de energía sísmica. Par realizar el diseño de aislamiento se utilizará la norma técnica E.031 “Aislamiento Sísmico” y utilizaremos también algunos conceptos de la normativa American Society of Civil Engineers (ASCE). Todo esto se desarrollará en los siguientes capítulos.

En el Primer Capítulo – Marco Teórico, desarrollaremos los fundamentos teóricos (antecedentes internacionales, nacionales, locales), conceptos fundamentales, formulación del problema, objetivos, justificación e importancia, hipótesis, sistema de variables, Indicadores, población y muestra.

En el Segundo Capítulo – Marco Metodológico, desarrollaremos el nivel, tipo y diseño de la investigación, así como la metodología de estudio. En este capítulo se realizará el predimensionamiento de los elementos, así como losa maciza y aligerada, las vigas de entrepiso y aislación, metrado de cargas.

Y así se realizará el modelamiento en el programa Etabs 2017 V 17.0.1 primero como una estructura empotrada en su base (modelo convencional), después se comenzará con el diseño del aislador con núcleo de plomo y deslizador. Obtenidas las propiedades del aislador y deslizador se realizará un nuevo modelo (modelo

aislado) en el programa Etabs 2017 V 17.0.1 para realizar un análisis dinámico, a diferencia de una estructura convencional una estructura aislada está sometida a los momentos de segundo orden (efeto P delta), con el modelo culminado aplicando las combinaciones de cargas se obtendrá las fuerzas internas ultimas para el diseño de los elementos estructurales (Losa, Vigas, Columnas, Pedestales y Capiteles).

En el Tercer Capítulo – Discusión de Resultados, desarrollaremos los resultados obtenidos como cortante basal, derivas, aceleración de entepiso y la energía sísmica disipada.

Finalmente obtendremos importantes conclusiones y recomendaciones el cual justificará la importancia de la presente investigación.

SUMMARY

In this paper I intend to perform the analysis and design (structural elements) of module No. 05 of the Daniel Alcides Carrión hospital located in Yanacancha district, Pasco province of the Pasco region.

This module has base insulation as the predominant structural system. The elastomeric insulators are made up of a set of flat interleaved sheets with vulcanized steel layers. Elastomer sheets provide lateral flexibility and steel sheets provide vertical stiffness.

By combining these two principles we will allow the building to behave more flexibly, thus increasing the period of the structure. With this system we will reduce the basal shear, distortions, drifts, mezzanine accelerations and seismic energy dissipation. To carry out the isolation design, the technical standard E.031 "Seismic Isolation" will be used and we will also use some concepts from the American Society of Civil Engineers (ASCE). All of this will be developed in the following chapters.

In the First Chapter - Theoretical Framework, we will develop the theoretical foundations (international, national, local background), fundamental concepts, problem formulation, objectives, justification and importance, hypothesis, system of variables, Indicators, population and sample.

In the Second Chapter - Methodological Framework, we will develop the level, type and design of the research, as well as the study methodology. In this chapter the pre-sizing of the elements will be carried out, as well as solid and lightened slab, the mezzanine and insulation beams, load metering.

And so the modeling will be carried out in the Etabs 2017 V 17.0.1 program first as a recessed structure in its base (conventional model), then the design of the lead core insulator and slider will begin. Once the insulator and slider properties are obtained, a new model (isolated model) will be made in the Etabs 2017 V 17.0.1

program to perform a dynamic analysis, unlike a conventional structure an isolated structure is subject to the second order moments (efeto P delta), with the finished model applying the combinations of loads, the final internal forces will be obtained for the design of the structural elements (Slab, Beams, Columns, Pedestals and Capitals).

In the Third Chapter - Discussion of Results, we will develop the results obtained as basal shear, drifts, mezzanine acceleration and dissipated seismic energy.

Finally we will obtain important conclusions and recommendations which will justify the importance of the present investigation.

ÍNDICE

RESUMEN	iv
SUMMARY	vi
ÍNDICE.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPITULO I :.....	3
MARCO TEÓRICO.....	3
I.1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
I.1.1. REVISIÓN DE ESTUDIOS REALIZADOS.....	4
I.1.1.1. INTERNACIONALES	4
I.1.1.2. NACIONALES.....	5
I.1.1.3. LOCALES.....	5
I.1.2. CONCEPTOS FUNDAMENTALES.....	6
I.1.2.1. AISLAMIENTO SÍSMICO	6
I.1.2.2. PRINCIPIOS DEL AISLAMIENTO SÍSMICO	8
I.1.2.3. TIPOS DE AISLADORES SÍSMICOS	10
I.1.2.4. DESEMPEÑO SÍSMICO	13
I.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	15
I.2.1. PROBLEMA GENERAL	15
I.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICO	15
I.3. OBJETIVOS	16
I.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	16
I.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
I.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA	16
I.5. LIMITACIONES Y ALCANCES.....	17
I.6. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN	18
I.6.1. HIPÓTESIS GENERAL	18
I.6.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	18
I.7. SISTEMA DE VARIABLES, DIMENSIONES E INDICADORES	18
I.7.1. VARIABLE INDEPENDIENTE.....	18
I.7.2. VARIABLE DEPENDIENTE	18

I.8. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES, DIMENSIONES E INDICADORES	19
I.9. UNIVERSO/POBLACIÓN Y MUESTRA	20
I.9.1. DETERMINACIÓN DEL UNIVERSO/POBLACIÓN	20
I.9.2. SELECCIÓN DE LA MUESTRA.....	21
CAPITULO II :.....	22
MARCO METODOLÓGICO.....	22
II.1. NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN	23
II.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN	23
II.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	23
II.4. METODOLOGÍA DE ESTUDIO	24
II.4.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	24
II.4.1.1. UBICACIÓN POLÍTICA.....	24
II.4.1.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	24
II.4.1.3. CALLES COLINDANTES	25
II.4.1.4. ÁREA Y PERÍMETRO	26
II.4.1.5. PROPUESTA GENERAL	26
II.4.1.6. DESCRIPCIÓN DEL MÓDULO EN ESTUDIO.....	27
II.4.2. ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL MÓDULO N° 05	27
II.4.2.1. NORMAS EMPLEADAS.....	27
II.4.2.2. ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES EMPLEADOS.....	27
II.4.2.3. ESTRUCTURACIÓN.....	29
II.4.2.4. PREDIMENSIONAMIENTO	30
II.4.2.5. METRADO DE CARGAS	33
II.4.3. ANÁLISIS SÍSMICOS.....	35
II.4.3.1. SUPER-ESTRUCTURA [Modelo Convencional].....	35
II.4.3.2. SUB-ESTRUCTURA [Modelo Aislado].....	58
II.4.3.3. SUPER-ESTRUCTURA [Modelo Aislado].....	67
II.4.3.4. VERIFICACIONES DEL SISTEMA DE AISLACIÓN	75
II.4.4. DISEÑO ESTRUCTURAL	80
II.4.4.1. DISEÑO DE LOSA DE PISO TÉCNICO.....	80
II.4.4.2. DISEÑO DE LOSA ALIGERADA	91
II.4.4.3. MOMENTO DE SEGUNDO ORDEN - EFECTO P Δ	103
II.4.4.4. DISEÑO DE VIGAS DE PISO TÉCNICO	111
II.4.4.5. DISEÑO DE VIGAS DE ENTREPISO	118
II.4.4.6. DISEÑO DE COLUMNAS	121

II.4.4.7. DISEÑO DE CAPITEL	132
II.4.4.8. DISEÑO DE PEDESTAL	138
CAPITULO III :	141
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	141
III.1. RESUMEN DE RESULTADOS.....	142
CONCLUSIONES	149
SUGERENCIAS.....	150
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	151
ANEXOS	152

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1:	Matriz de Desempeño - SEAOC.....	14
TABLA 2:	Matriz de Desempeño - FEMA.....	15
TABLA 3:	Matriz de Operacionalización de las Variables, Dimensiones e Indicadores.....	19
TABLA 4:	Distribución de Ambientes por bloques.....	26
TABLA 5:	Factores de dimensionamiento de vigas.....	31
TABLA 6:	Pesos Unitarios.....	34
TABLA 7:	Sobrecargas Usadas.....	35
TABLA 8:	Categoría de la Edificación según RNE E.030-2016.....	53
TABLA 9:	Ubicación de Centros de Masa y Centros de Rigidez Inicial.....	56
TABLA 10:	Ubicación de Centros de Masa y Centros de Rigidez Final.....	57
TABLA 11:	Periodos de la Super-Estructura [Modelo Convencional].....	58
TABLA 12:	Factor de Zona – E.030-2016.....	58
TABLA 13:	Factor de Suelo - E.030-2016.....	59
TABLA 14:	Factor de Periodos - E.030-2016.....	59
TABLA 15:	Coeficiente de amortiguamiento - ASCE.....	60
TABLA 16:	Combinaciones de Carga - Predimensionamiento de Aisladores..	64
TABLA 17:	Carga Axial - Diseño del Aislador.....	65
TABLA 18:	Tabla de Cargas Axiales en Aisladores y Deslizadores – Verificación	76
TABLA 19:	Combinaciones de Carga - Diseño de Losa Maciza.....	85
TABLA 20:	Cálculo de Acero en Losa Maciza - Momento 11 - Eje 3-5.....	88
TABLA 21:	Equivalencia de Aceros.....	88
TABLA 22:	Cálculo de Acero en Losa Maciza - Momento 11 - Eje 5-7.....	89
TABLA 23:	Equivalencia de Aceros.....	89
TABLA 24:	Cálculo de Acero en Losa Maciza - Momento 22 - Eje G-H.....	90
TABLA 25:	Equivalencia de Aceros.....	90

TABLA 26:	Pesos Unitarios.....	93
TABLA 27:	Sobrecargas Usadas.....	94
TABLA 28:	Combinaciones de Carga - Diseño de Losa Aligerada.....	96
TABLA 29:	Cálculo de Acero en Losa Aligerada - Momento 11 - Eje 3-5.....	100
TABLA 30:	Equivalencia de Aceros.....	100
TABLA 31:	Cálculo de Acero en Losa Aligerada - Momento 11 - Eje 5-7.....	101
TABLA 32:	Equivalencia de Aceros.....	101
TABLA 33:	Cálculo de Acero en Losa Aligerada - Momento 22 - Eje G-H.....	102
TABLA 34:	Equivalencia de Aceros.....	102
TABLA 35:	Propiedades de los aisladores y deslizadores – Efecto P Delta.....	105
TABLA 36:	Tabla de Cargas Axiales – Efecto P Delta.....	106
TABLA 37:	Tabla de Momentos en Viga de Aislación – Efecto P Delta.....	107
TABLA 38:	Tabla de Momentos en Pedestales – Efecto P Delta.....	108
TABLA 39:	Combinaciones de Carga - Diseño de Vigas.....	111
TABLA 40:	Cálculo de Acero en Viga - Nivel 0 - Piso Técnico - Eje 3.....	114
TABLA 41:	Equivalencia de Aceros - Nivel 0 - Piso Técnico - Eje 3.....	114
TABLA 42:	Cálculo de Acero en Viga - Nivel 0 - Piso Técnico - Eje 5.....	115
TABLA 43:	Equivalencia de Aceros - Nivel 0 - Piso Técnico - Eje 5.....	115
TABLA 44:	Cálculo de Acero en Viga - Nivel 0 - Piso Técnico - Eje E.....	116
TABLA 45:	Equivalencia de Aceros - Nivel 0 - Piso Técnico - Eje E.....	116
TABLA 46:	Cálculo de Acero en Viga - Nivel 0 - Piso Técnico - Eje K.....	117
TABLA 47:	Equivalencia de Aceros - Nivel 0 - Piso Técnico - Eje K.....	117
TABLA 48:	Factores de dimensionamiento de vigas.....	118
TABLA 49:	Esfuerzo Axial P y Cortante V2 - Nivel 1– Diseño de Columnas.....	122
TABLA 50:	Cortante V3 y Momento Torsión T - Nivel 1– Diseño de Columnas.....	123
TABLA 51:	Momento M2 y Momento M3 - Nivel 1– Diseño de Columnas.....	124
TABLA 52:	Combinaciones de Carga - Diseño de Columnas.....	125
TABLA 53:	Combinaciones de Carga en X – Diseño – Columna 65x65.....	128

TABLA 54:	Combinaciones de Carga en Y – Diseño – Columna 65x65.....	128
TABLA 55:	Esfuerzo Axial P y Cortante V2 - Nivel 0 – Diseño de Capitel.....	133
TABLA 56:	Cortante V3 y Momento Torsión T - Nivel 0– Diseño de Capitel.....	134
TABLA 57:	Momento M2 y Momento M3 – Nivel 0 – Diseño de Pedestal.....	135
TABLA 58:	Combinaciones de Carga en X – Diseño – Pedestal 100x100.....	139
TABLA 59:	Combinaciones de Carga en Y – Diseño – Pedestal 100x100.....	140
TABLA 60:	Propiedades del Sistema de Aislamiento – Caso Mínimo.....	142
TABLA 61:	Propiedades del Sistema de Aislamiento – Caso Nominal.....	142
TABLA 62:	Propiedades del Sistema de Aislamiento – Caso Máximo.....	143
TABLA 63:	Periodo Fundamental del Sistema de Aislamiento	143
TABLA 64:	Propiedades Mecánicas del Aislador LRB A.....	144
TABLA 65:	Propiedades Mecánicas del Deslizador Slider B.....	144

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1:	Sistema de Aislamiento.....	6
FIGURA 2:	Elementos de la Cimentación y de Aislación.....	7
FIGURA 3:	Espectro de Pseudo Aceleraciones.....	8
FIGURA 4:	Efecto de piso blando.....	9
FIGURA 5:	Aislador de Bajo Amortiguamiento.....	11
FIGURA 6:	Sección de Aislador.....	11
FIGURA 7:	Ubicación geográfica del Proyecto.....	24
FIGURA 8:	Croquis del Proyecto.....	25
FIGURA 9:	Estructuración - Planta.....	29
FIGURA 10:	Estructuración - Elevación.....	29
FIGURA 11:	Estructuración - 3D.....	30
FIGURA 12:	Predimensionamiento en Viga y Losa.....	32
FIGURA 13:	Áreas tributarias para las columnas.....	33
FIGURA 14:	Definición del sistema de grillas.....	36
FIGURA 15:	Definición de los niveles de la edificación - Modelo Conveccional.	36
FIGURA 16:	Grillas de la edificación en 3D.....	37
FIGURA 17:	Definición de material, Concreto $f'c=210$ kg/cm ²	38
FIGURA 18:	Columna de perímetro C1 50x 50 ($f'c=210$ kg/cm ²).....	39
FIGURA 19:	Columna de esquina C2 50x 50 ($f'c=210$ kg/cm ²).....	40
FIGURA 20:	Columna central C3 60x 60 ($f'c=210$ kg/cm ²).....	41
FIGURA 21:	Viga en Dirección X. V_x 35 x 70 ($f'c=210$ kg/cm ²).....	42
FIGURA 22:	Viga en Dirección Y. V_y 35 x 70 ($f'c=210$ kg/cm ²).....	43
FIGURA 23:	Viga Corte 2-2 30 x 25 ($f'c=210$ kg/cm ²).....	44
FIGURA 24:	Losa Maciza $e=.18$ ($f'c=210$ kg/cm ²).....	45
FIGURA 25:	Losa Alig $e=0.25$ 1Sent. ($f'c=210$ kg/cm ²).....	46

FIGURA 26:	Losa Alig $e=0.25$ 2Sent. ($f'c=210$ kg/cm ²).....	47
FIGURA 27:	Modelo Inicial para la Condición de Base Empotrada.....	48
FIGURA 28:	Creación de Patrones de Carga.....	49
FIGURA 29:	Asignación de Carga Muerta en Entrepiso.....	50
FIGURA 30:	Asignación de Carga Muerta en Azotea.....	50
FIGURA 31:	Asignación de Carga Viva en Entrepiso.....	51
FIGURA 32:	Asignación de Carga Viva en Azotea.....	51
FIGURA 33:	Asignación de Restricciones en la Base.....	52
FIGURA 34:	Estimación de Peso según RNE E.030-2016.....	52
FIGURA 35:	Asignación de Cargas en el cálculo de la Masa.....	54
FIGURA 36:	Diafragmas en el Nivel 1.....	55
FIGURA 37:	Diafragmas en el Nivel 6.....	55
FIGURA 38:	CM y CR Inicial - Nivel 1.....	56
FIGURA 39:	CM y CR Final – Nivel 1.....	57
FIGURA 40:	Espectro Sismo Máximo.....	62
FIGURA 41:	Espectro Sismo de Diseño.....	62
FIGURA 42:	Definición de los niveles de la edificación – Modelo Aislado.....	67
FIGURA 43:	Definición del aislador tipo A – Modelo Aislado.....	69
FIGURA 44:	Propiedades en la Dirección 1 - LRB A.....	70
FIGURA 45:	Propiedades en la Dirección 2 - LRB A.....	70
FIGURA 46:	Propiedades en la Dirección 3 - LRB A.....	71
FIGURA 47:	Definición del deslizador tipo B – Modelo Aislado.....	71
FIGURA 48:	Propiedades en la Dirección 1 – Slider B.....	72
FIGURA 49:	Propiedades en la Dirección 2 – Slider B.....	72
FIGURA 50:	Propiedades en la Dirección 3 – Slider B.....	73
FIGURA 51:	Dibujo de los elementos Link en Elevación – Modelo Aislado.....	73
FIGURA 52:	Distribución de los Dispositivos de Aislación – Modelo Aislado.....	74
FIGURA 53:	Área Reducida - Planta.....	75
FIGURA 54:	Definición de material, Concreto $f'c=210$ kg/cm ² – Losa Maciza.....	81

FIGURA 55:	Definición de sección – Losa Maciza $e=0.18$	82
FIGURA 56:	Creación de Patrones de Carga– Losa Maciza $e=0.18$	82
FIGURA 57:	Asignación de Carga Muerta – Losa Maciza $e=0.18$	83
FIGURA 58:	Asignación de Carga Viva – Losa Maciza $e=0.18$	83
FIGURA 59:	Asignación de Damero 1 – Losa Maciza $e=0.18$	84
FIGURA 60:	Asignación de Damero 2 – Losa Maciza $e=0.18$	84
FIGURA 61:	Combinaciones de Carga – Losa Maciza $e=0.18$	85
FIGURA 62:	Momentos M11 – Losa Maciza $e=0.18$	86
FIGURA 63:	Corte de Sección Momentos M11 – Losa Maciza $e=0.18$	86
FIGURA 64:	Momentos M22 – Losa Maciza $e=0.18$	87
FIGURA 65:	Corte de Sección Momentos M22 – Losa Maciza $e=0.18$	87
FIGURA 66:	Definición de sección – Aligerado en 1 dirección.....	92
FIGURA 67:	Definición de sección – Aligerado en 2 direcciones.....	92
FIGURA 68:	Creación de Patrones de Carga– Aligerados.....	93
FIGURA 69:	Asignación de Carga Muerta – Losa Aligerada.....	94
FIGURA 70:	Asignación de Carga Viva – Losa Aligerada.....	95
FIGURA 71:	Asignación de Damero 1 – Losa Aligerada.....	95
FIGURA 72:	Asignación de Damero 2 – Losa Aligerada.....	96
FIGURA 73:	Combinaciones de Carga – Losa Aligerada.....	97
FIGURA 74:	Combo 2 – Losa Aligerada.....	97
FIGURA 75:	Momentos M11 – Losa Aligerada.....	98
FIGURA 76:	Corte de Sección Momentos M11 – Losa Aligerada.....	98
FIGURA 77:	Momentos M22 – Losa Aligerada.....	99
FIGURA 78:	Corte de Sección Momentos M22 – Losa Aligerada.....	99
FIGURA 79:	Diagrama de fuerzas que originan momentos en la estructura en el caso de un Aislador.....	103
FIGURA 80:	Diagrama de fuerzas que originan momentos en la estructura en el caso de un Deslizador.....	103
FIGURA 81:	Creación de Patrones de Carga – Efecto P Delta.....	109

FIGURA 82:	Asignación de Carga P(X+) – Efecto P Delta.....	109
FIGURA 83:	Asignación de Carga P(Y+) – Efecto P Delta.....	110
FIGURA 84:	Combinaciones de Carga – Diseño de Vigas Piso Técnico.....	112
FIGURA 85:	Aplicación de efecto P delta en Combos – Diseño de Vigas Piso Técnico.....	112
FIGURA 86:	Momento M3-3 Envelope – Diseño de Vigas Piso Técnico.....	113
FIGURA 87:	Cortante 2-2 Envelope – Diseño de Vigas Piso Técnico.....	113
FIGURA 88:	Momento M3-3 Envelope – Diseño de Vigas Nivel 1.....	119
FIGURA 89:	Cortante 2-2 Envelope – Diseño de Vigas Nivel 1.....	119
FIGURA 90:	Momento M3-3 Envelope – Diseño de Vigas Nivel 5.....	120
FIGURA 91:	Cortante 2-2 Envelope – Diseño de Vigas Nivel 5.....	120
FIGURA 92:	Diagrama Interacción Biaxial.....	126
FIGURA 93:	Diagrama Interacción Eje X - Columna.....	128
FIGURA 94:	Diagrama Interacción Eje Y - Columna.....	129
FIGURA 95:	Diagrama Interacción Eje X - Pedestal.....	139
FIGURA 96:	Diagrama Interacción Eje Y - Pedestal.....	140
FIGURA 97:	Fuerza Cortante por Pisos debido MCE_X.....	145
FIGURA 98:	Fuerza Cortante por Pisos debido MCE_Y.....	146
FIGURA 99:	Máximos Desplazamientos por Pisos debido MCE_X.....	147
FIGURA 100:	Máximos Desplazamientos por Pisos debido MCE_Y.....	148

INTRODUCCIÓN

Sabemos que el Perú es un país que se ubica dentro del cinturón de fuego, por ello es un país sísmico, los últimos sismos ocurridos en Lima, Pisco, Arequipa, Tacna, Pucallpa, Huánuco entre otros lo comprueba.

Durante años nuestro país fue consciente del peligro sísmico, es por ello que las normas han tenido cambios importantes.

La norma técnica E 0.30 Diseño Sismorresistente del año 2016 tiene como filosofía evitar pérdida de vidas humanas, asegurar la continuidad de los servicios básicos y minimizar los daños a la propiedad. Además, respecto a la norma E 0.30 del año 2006 ha tenido las siguientes modificaciones importantes:

ZONAS: El Perú es dividido en cuatro zonas sísmicas. SISTEMA ESTRUCTURAL: Se aumentó el aislamiento sísmico. CATEGORÍA DE EDIFICACIÓN: La categoría A Edificaciones Esenciales se divide en dos (A 1 y A2), obligando a utilizar sistemas de aislamiento sísmico para las nuevas edificaciones de la categoría A 1 ubicadas en zonas sísmicas 4 y 3.

Es por ello que nosotros como ingenieros debemos buscar la manera de proteger a la estructura de fuerzas sísmicas, existen dos sistemas de protección sísmicas que son los aisladores sísmicos y los disipadores de energía.

En el presente trabajo de investigación trataremos del mecanismo de protección sísmica de aislamiento en la base, este mecanismo permite desacoplar el edificio de la base permitiendo que el edificio se comporte con mayor flexibilidad, lo cual mejora su respuesta ante un terremoto.

En los países mejor desarrollados se viene utilizando esta tecnología tales como Japón, EEUU y Chile, y ha demostrado un éxito debido a su buen desempeño. Los aisladores son elementos estructurales muy flexibles en la dirección horizontal y sumamente rígido en la vertical que permiten grandes deformaciones horizontales ante las sollicitaciones sísmicas.

Los aisladores se clasifican en aisladores elastoméricos de caucho de bajo amortiguamiento (LRD), aisladores con núcleo de plomo (LRB), aisladores de alto amortiguamiento (HDR), el sistema de péndulo de fricción invertido y de doble curvatura.

Sin embargo, en el presente trabajo utilizaremos los aisladores de tipo elastoméricos con núcleo de plomo, entre las principales ventajas se tiene la alta rigidez lateral horizontal antes de alcanzar su fluencia, producen los procesos de recuperación y re cristalización a temperatura ambiente por lo que puede recuperar sus propiedades mecánicas después de una acción inelástica y además las propiedades mecánicas no presentan cambios significativos durante su periodo útil (50 años).

Actualmente se vienen construyendo hospitales con este sistema estructural es por ello que pretendo desarrollar a nivel teórico el "Análisis y Diseño del Módulo N°05 del Hospital Daniel Alcides Carrión con Aisladores Elastoméricos", mostrar el procedimiento establecido por la Norma Técnica E.031 "Aislamiento Sísmico", hacer hincapié al momento de utilizar deslizadores y aisladores y finalmente diseñar los diferentes elementos estructurales (como el Capitel, Pedestal, Vigas de Aislación y Losa de Aislación).

CAPITULO I:

MARCO TEÓRICO

- I.1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN
- I.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA
- I.3. OBJETIVOS
- I.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA
- I.5. LIMITACIONES Y ALCANCES
- I.6. HIPÓTESIS
- I.7. SISTEMA DE VARIABLES – DIMENSIONES E INDICADORES
- I.8. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES, DIMENSIONES E INDICADORES
- I.9. UNIVERSO/POBLACION Y MUESTRA

I.1. FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN

I.1.1. REVISIÓN DE ESTUDIOS REALIZADOS

I.1.1.1. INTERNACIONALES

Hasta el momento se tiene tres normas representativas:

Federal Emergency Management Agency (FEMA) [1].

Propone tres métodos basados en fuerzas para el análisis y diseño de estructuras aisladas:

a). Método Estático (Fuerza Lateral Equivalente): Se utiliza en edificios donde la superestructura es rígida y regular, la altura de la superestructura es menor que 20m, el periodo efectivo del sistema de aislamiento bajo la acción del Sismo Máximo Considerado (SMC) es menor o igual que 3 seg.

El periodo efectivo del sistema de aislamiento bajo el sismo de diseño es mayor que tres veces el periodo de la superestructura si estuviera empotrada en su base. Además, el sistema de aislamiento cumple con las siguientes condiciones:

-Su rigidez secante al desplazamiento de diseño es mayor que un tercio de la rigidez secante al 20% del desplazamiento de diseño. Esto se hace para limitar el desplazamiento en los dispositivos.

-La fuerza de restauración es tal que la fuerza al desplazamiento de diseño es al menos 2.5% del peso que soportan los dispositivos, mayor que la misma fuerza a 50% del desplazamiento de diseño. Con esto se logra que los dispositivos tengan una buena capacidad de auto-centrado después del sismo.

-La capacidad de desplazamiento no es menor que la demanda de desplazamiento por el SMC. Esto se hace para prevenir el colapso de la estructura aún bajo el SMC.

b). Método Dinámico - Análisis de Respuesta Espectral: Considera la flexibilidad de la superestructura y la partición de sus modos de vibración en la respuesta global de la estructura.

c). Método Estático - Tiempo Historia: Se utiliza cuando la superestructura es flexible e irregular.

Sin embargo, existen métodos de diseño directo basado en desplazamientos.

- Aguiar, R., Almazán, J., Dechent, P., & Suárez, V. en su libro “Aisladores de Base Elastoméricos y FPS” recomienda sistemas de aislamiento pues estos incursionan en el rango inelástico y así disipar grandes cantidades de energía [1].

I.1.1.2. NACIONALES

Al respecto, Korswagen, P., Arias, J. & Huaranga, P. (2012). Al investigar el “Análisis y Diseño de Estructuras con Aisladores Sísmicos en el Perú”, concluye que la esbeltez y la altura de la edificación están directamente vinculadas con la capacidad de carga de los aisladores, además sugiere utilizar aisladores de mayor área transversal y de características similares. [3]

Además, sugiere que se debe prestar mayor atención a los efectos P- para el diseño de columnas del primer piso, vigas de aislación y las de cimentación, esto se debe a que allí se tiene un desplazamiento.

También, Mendo Rodríguez, Arnold (2015), al investigar las “Bases para la Implementación de la Norma peruana de Análisis y Diseño de Edificios con Aislación Sísmica”, afirma que los centros del sector salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel ubicados en las zonas 4 y 3, deben de contemplar sistemas de aislación sísmica y deben de cumplir con la norma E.030 del 2015 y los requisitos de la norma ASCE/SEI 7 [4].

Por otro lado, Muñoz Guerra, Joseph J. en su investigación “Análisis y Diseño de una Estructura Hospitalaria con Aisladores Sísmicos en la ciudad de Arequipa” nos muestra un comparativo de los coeficientes de reducción sísmica R para pórticos, donde $R_i=2.0$ (Sistema Aislado) y $R=7.0$ (Sistema sin Aislamiento), mediante esta comparación nos muestra que la estructura aislada fluye, el periodo se alarga y la demanda de elementos estructurales disminuye [5].

I.1.1.3. LOCALES

Hasta la fecha no se cuenta con referencias locales.

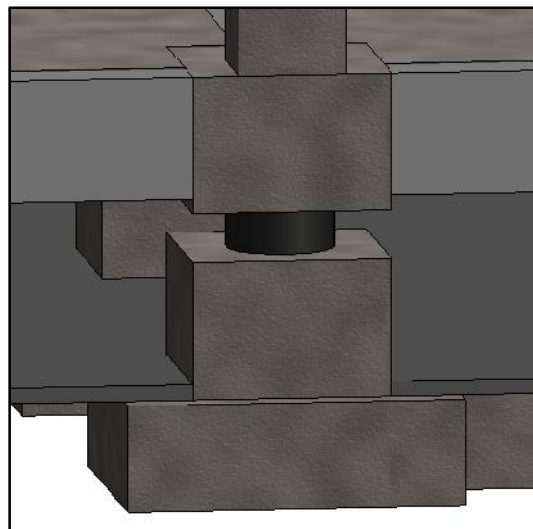
I.1.2. CONCEPTOS FUNDAMENTALES

I.1.2.1. AISLAMIENTO SÍSMICO

El aislamiento sísmico consiste en colocar una interface flexible entre el suelo y la estructura de tal forma que reducen las solicitaciones sísmicas, este se logra utilizando dispositivos flexibles lateralmente y rígidos verticalmente ubicados debajo de los elementos verticales del edificio.

Los dispositivos de aislación son muy flexibles en la dirección horizontal y rígidos en la vertical, permitiendo grandes deformaciones horizontales ante las solicitaciones sísmicas.

FIGURA 1: Sistema de Aislamiento



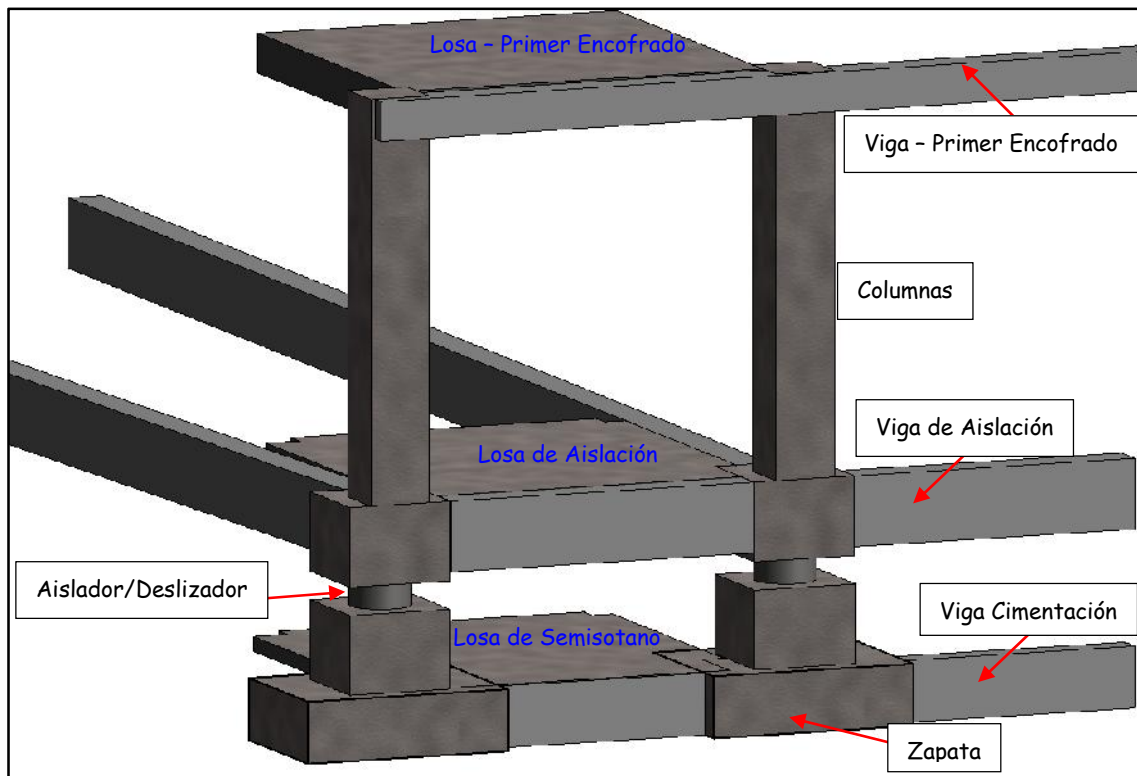
Fuente: Propia

En las estructuras con aislamiento se pueden apreciar dos partes de la estructura:

Sub Estructura: Son los elementos que se encuentran por debajo de los dispositivos de aislación. Entre ellos tenemos: Pedestal, Zapata, Vigas de Cimentación, Pilotes, Plateas de Cimentación.

Super Estructura Son los elementos que se encuentran por encima de los dispositivos de aislación. Entre ellos tenemos: Capiteles, Vigas de Aislación, Piso Técnico, Columnas, Losas de entrepisos, Vigas, Coberturas,

FIGURA 2: Elementos de la Cimentación y de Aislación

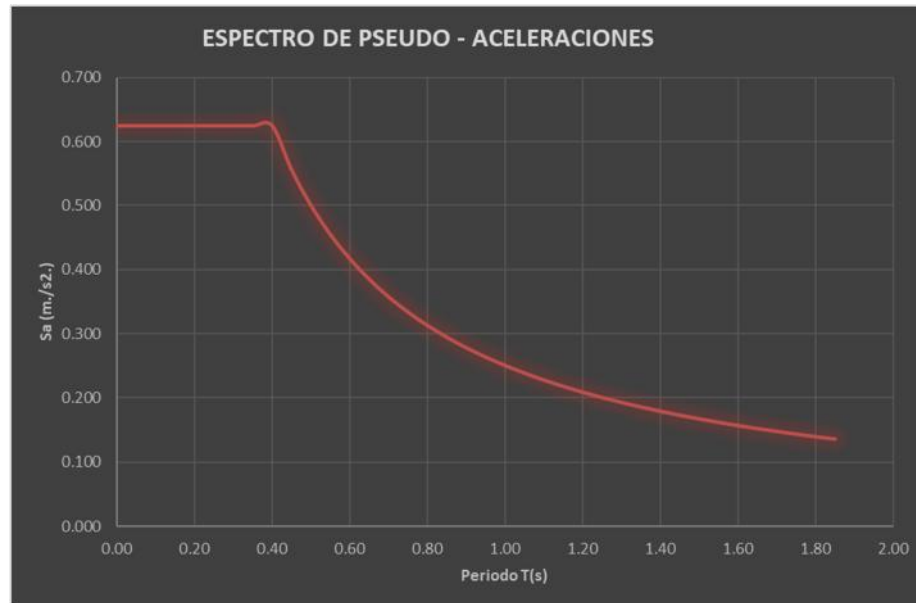


Fuente: Propia

El aislamiento sísmico nos ayuda a disminuir desplazamientos laterales relativos de entrepiso (derivadas), así disminuimos los daños de los elementos estructurales y no estructurales.

El incremento de la flexibilidad lateral reduce las rigideces de las estructuras, aumenta el periodo fundamental de la estructura y disminuimos la aceleración espectral.

FIGURA 3: Espectro de Pseudo Aceleraciones



Fuente: Propia

La aplicación de esta técnica requiere desplazamientos horizontales de la estructura variando entre 25cm y 100cm.

El amortiguamiento de los aisladores es muy importante en la reducción de valores del desplazamiento de la base.

I.1.2.2. PRINCIPIOS DEL AISLAMIENTO SÍSMICO

La aislación sísmica busca un sistema que restrinja las deformaciones y absorbiendo una parte de la energía debido a los movimientos sísmicos y reducir el desplazamiento relativo entre los distintos niveles.

Los principios en los cuales se basa la aislación sísmica son los siguientes:

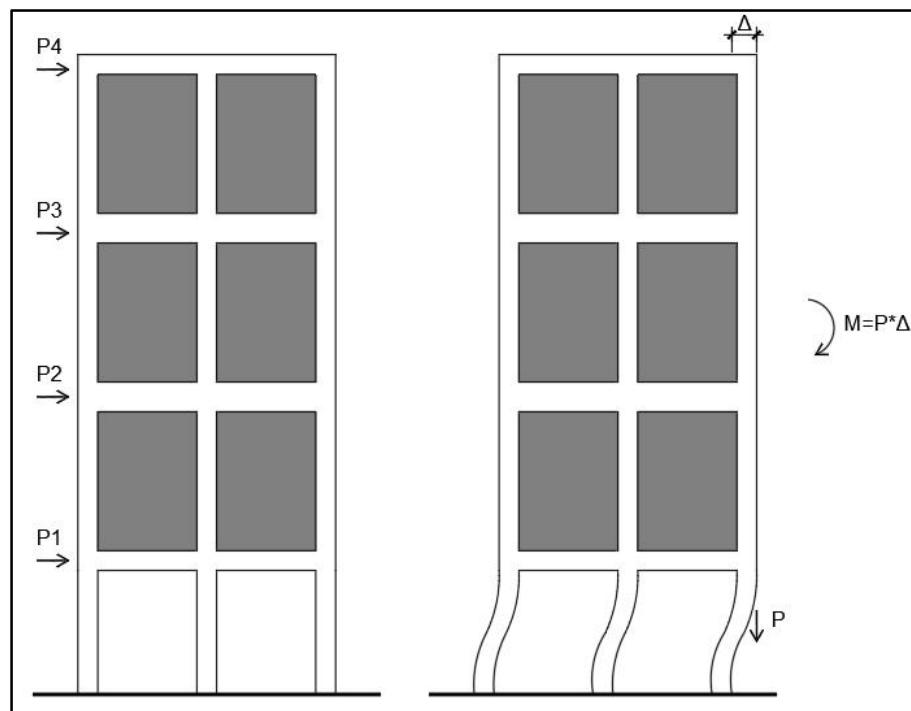
1.1.2.2.1. Flexibilidad

La flexibilidad en una estructura hace que aumentemos el periodo, esto se logra haciendo que el primer nivel funcione como piso blando, la

estructura sufrirá la mayor deformación en el primer nivel transmitiendo bajos esfuerzos cortantes a la superestructura.

Sin embargo, el aislamiento de base es recomendable en estructuras rígidas sobre terrenos firmes.

FIGURA 4: Efecto de piso blando



Fuente: Propia

1.1.2.2. Aumento de amortiguamiento

El aumento del amortiguamiento viene dado por el sistema de aislación utilizada, se busca reducir la demanda de deformaciones sobre el sistema de aislación y la superestructura sin aumento de aceleraciones.

Los elastómeros exhiben su propiedad histerético, además se puede incluir propiedades mecánicas y dinámicas, aumentando su capacidad de disipación de energía.

1.1.2.2.3. Rigidez alta para Bajos Niveles de Carga

Como los aisladores son horizontalmente flexibles, por ello se debe prever que no vibre perceptiblemente bajo sismos leves o cargas de viento.

I.1.2.3. TIPOS DE AISLADORES SÍSMICOS

Existen dos tipos de sistemas de aislamiento sísmico:

1.1.2.3.1. Aisladores Elastoméricos

Los aisladores elastoméricos están conformados por láminas de caucho natural intercaladas con placas de acero, las cuales son vulcanizadas entre sí. Gracias a su composición, se logra obtener un gran desplazamiento horizontal y una alta rigidez vertical. Estos dispositivos son fabricados a medida para cada proyecto, de acuerdo a la rigidez horizontal, rigidez vertical, desplazamiento, capacidad de carga y capacidad de amortiguamiento requerida. [4]

Estos a su vez se dividen en:

Aisladores elastoméricos de Bajo amortiguamiento – Low Damping Rubber Bearing (LDRB)

Los aisladores son de caucho natural, para aumentar la rigidez vertical cuentan con láminas de acero entre capas intercalados los cuales son vulcanizados para lograr la adherencia entre ambos materiales. Se colocan placas de acero en la zona superior e inferior para confinar el núcleo y evitar la compresión del caucho. Tiene como coeficiente de amortiguamiento crítico menor de 7%. [4]

FIGURA 5: Aislador de Bajo Amortiguamiento

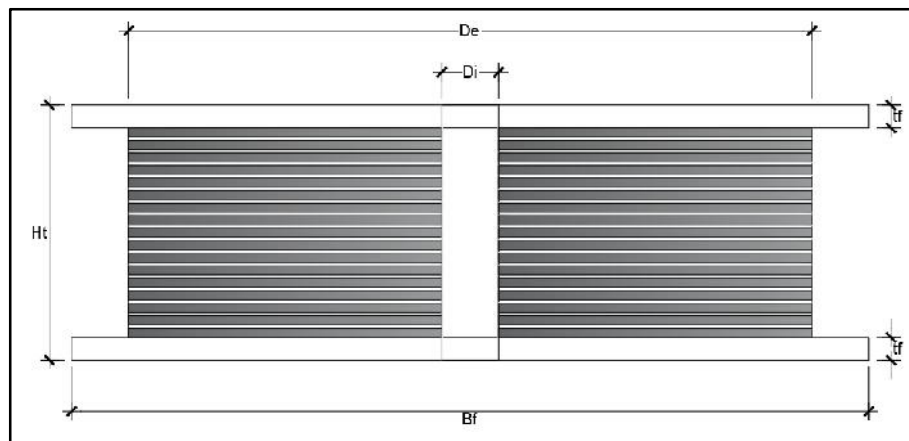


Fuente: Mendo, A (2015)

Aisladores elastoméricos de Alto amortiguamiento – High Damping Rubber Bearing (HDRB)

Presentan mayor rigidez para los primeros ciclos de carga. Tiene como coeficiente de amortiguamiento crítico de 10 a 20%. Su módulo de elasticidad de corte varía de 17 a 64 kg/cm².

FIGURA 6: Sección de Aislador



Fuente: Propia

1.1.2.3.2. Aisladores Elastoméricos con Núcleo de Plomo – Lead Rubber Bearing (LRB)

Estos aisladores son similares a los LDRB, pero incluyen un núcleo de plomo ubicado en el centro de aislador, que permite aumentar su rigidez inicial y aumenta la capacidad de disipación de energía. Su coeficiente de amortiguamiento del sistema varía entre 25 y 30%. Su módulo de elasticidad de corte varía de 5 a 7 kg/cm².

Tiene una alta rigidez inicial, debido a que el esfuerzo de fluencia alcanza valores alrededor de 105 kg/cm².

1.1.2.3.3. Aisladores de Fricción o Deslizadores friccionales

Estos aisladores utilizan una superficie de deslizamiento, generalmente de acero inoxidable, sobre la que desliza una placa de acero revestida de Politetra Fluoro Etileno (PTFE), siendo el más usado el “Teflón”. La superficie de deslizamiento permite el movimiento horizontal de la estructura de manera independiente al suelo, logrando disipar energía por medio de las fuerzas de rozamiento que se generan durante la acción del sismo. [6]

Apoyos deslizantes planos o deslizadores friccionales - Sliding Bearing

Las superficies deslizantes son de acero inoxidable pulida espejo, y de un material polimérico de baja fricción. Se debe proveer de sistemas restitutivos (típicamente aisladores elastoméricos o con núcleo de plomo) que restituyan la estructura a su posición original.

Péndulos friccionales (FPS, Friction Pendulum System)

Los péndulos friccionales cuentan con un deslizador articulado ubicado sobre una superficie cóncava. Los FPS, a diferencia de los apoyos deslizantes planos, cuentan con la característica y ventaja de ser autocentrantes. Luego de un movimiento sísmico, la estructura regresa a su posición inicial gracias a la geometría de la superficie y a la fuerza inducida por la gravedad.

I.1.2.4. DESEMPEÑO SÍSMICO

El desempeño es la evaluación de la estructura frente a un sismo, esto dependerá de las características de la estructura y del sismo. En este caso se mencionará las matrices de evaluación planteados por SEAOC (Structural Engineers Association of California) y FEMA.

a) Matriz de desempeño según SEAOC (Structural Engineers Association of California)

La matriz de desempeño es una herramienta que permite calificar el desempeño de la estructura frente a los niveles de desempeños y niveles del sismo. El desempeño se califica como Totalmente Operacional, Operacional, Seguridad de Vida, Cercano al Colapso y Colapso. Estos niveles de desempeño se asocian a un estado de daño como son: despreciable, daño leve, daño moderado, daño severo y daño completo.

- ✓ Daño Leve: Se refiere a que la estructura no ha sufrido daño tanto como elementos estructurales y no estructurales, por lo tanto, la estructura está disponible para su uso normal.
- ✓ Daño Moderado: Es cuando la estructura ha sufrido daños tanto como en los elementos estructurales y no estructurales, para el uso

de la edificación se requiere reparaciones, puesto a que pone en riesgo la seguridad de la vida bajo.

- ✓ Daño Severo: Es cuando la estructura ha recibido un daño muy severo en los elementos estructurales, aún no ha colapsado pero la seguridad de las vidas que ocupan la edificación se encuentra en un estado muy crítico.
- ✓ Daño Completo: Es el colapso completo de la estructura.

El peligro sísmico se expresa en términos de aceleraciones relacionadas a la probabilidad de ocurrencia de sismo de similar severidad en un intervalo de tiempo. Las cuales se clasifican de la siguiente manera:

- ✓ Sismo Frecuente: El periodo de retorno es de $Tr = 43$
- ✓ Sismo Ocasional: El periodo de retorno es de $Tr = 72$
- ✓ Sismo Raro: El periodo de retorno es de $Tr = 474$
- ✓ Sismo Muy Raro: El periodo de retorno es de $Tr = 970$

En la siguiente matriz se muestra la relación que existe entre los niveles de desempeño y nivel del peligro sísmico.

TABLA 1: Matriz de Desempeño - SEAOC

		Niveles de peligro sísmico				
		Periodo de Retorno	Totalmente Operacional	Operacional	Seguridad de Vida	Prevención del Colapso
Niveles de peligro sísmico	43 años (frecuente)					
	72 años (ocasionales)			Desempeño inaceptable		
	474 años (raro)	Objetivos de seguridad crítica	Objetivos esenciales	Objetivos básicos		
	970 años (muy raro)					

Fuente: Propia

b) Matriz de desempeño según FEMA

El FEMA 356 describe cuatro niveles de desempeño Operacional, Ocupación Inmediata, Seguridad de Vida y Prevención del colapso, también nos menciona cuatro niveles de peligro sísmico relacionados a sismos con probabilidades de excedencia de 2%, 10%, 20% y 50% en 50 años, cuyos periodos de retorno son $T_r=72, 225, 474$ y 2475 años, respectivamente. Además, se muestra los objetivos básicos de seguridad, los objetivos limitados y los objetivos superiores.

TABLA 2: Matriz de Desempeño - FEMA

		Niveles de peligro sísmico			
		Operacional	Ocupación Inmediata	Seguridad de Vida	Prevención del Colapso
Niveles de peligro sísmico	Periodo de Retorno				
	72 años	a	b	c	d
	225 años	e	f	g	h
	474 años	i	j	k	l
	2475 años	m	n	o	p

Fuente: Propia

$k + p$ = Objetivo básico de seguridad

k, p, c, g, d, h, l = Objetivos limitados

$o, n, m, k + p +$ alguno de (a, e, i, b, f, j, n) = Objetivos superiores

I.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

I.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Por qué proyectar hospitales con aisladores elastoméricos?

I.2.2. PROBLEMA ESPECÍFICO

¿Cuál es el procedimiento establecido por la Norma Técnica E.031 “Aislamiento Sísmico”?

¿Cuándo usar los aisladores y deslizadores?

¿Qué condiciones de cargas se debe de emplear para diseñar los elementos estructurales (Capitel, Pedestal, Vigas de Aislación y la Losa de Aislación)?

I.3. OBJETIVOS

I.3.1. OBJETIVO GENERAL

- ✓ Desarrollar a nivel teórico el “Análisis y Diseño del Módulo N°05 del Hospital Daniel Alcides Carrión con Aisladores Elastoméricos” y con ello cumplir con la Norma Técnica E.030 “Diseño Sismorresistente” y Norma Técnica E.031 “Aislamiento Sísmico”.

I.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Establecer los conceptos teóricos que servirán de base para entender el modelamiento matemático de estructuras con sistema de aislamiento sísmico.
- ✓ Demostrar el comportamiento histérico de una estructura aislada.
- ✓ Mostrar el procedimiento establecido en la Norma Técnica E.031 “Aislamiento Sísmico” y aplicar también el reglamento Nacional de Edificaciones E.020, E.030 y E.060.
- ✓ Hacer hincapié al momento de utilizar deslizadores y aisladores.
- ✓ Modelar la superestructura y determinar las fuerzas internas (fuerza axial, fuerza cortante y momento flector) para los elementos estructurales (Capitel, Pedestal, Vigas de aislación y la Losa de Aislación).
- ✓ Determinar los desplazamientos máximos (Derivas de entrepiso).
- ✓ Diseñar los diferentes elementos estructurales (Capitel, Pedestal, Vigas de aislación y la Losa de Aislación).

I.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Sabemos que nuestro país se encuentra ubicada dentro de una zona sísmica (Circulo de Fuego del Océano Pacifico), es decir que nuestras edificaciones deben de resistir las fuerzas sísmicas.

Recientemente se actualizó nuestra normativa E.030 Diseño Sismorresistente (2016) obligando a las edificaciones de categoría A “edificaciones esenciales”

utilizar sistemas de aislamiento sísmico, pues estos albergan vidas y su función no debería interrumpirse inmediatamente después de ocurrido el sismo.

Por otro lado, actualmente se vienen construyendo estructuras aisladas tales como bienes inmuebles y hospitales, pues según la norma son necesarias y/o obligatorias, y nosotros no podemos ser ajenos, por lo contrario, debemos de conocer el comportamiento de estas estructuras.

Para mantener su operatividad durante y después del sismo, es preciso disipar o disminuir el efecto del sismo. Una de las alternativas es aplicar este novedoso sistema estructural, pues existen edificaciones que avalan el buen comportamiento desempeñado como es el caso del sismo en Chile (2010) y Japón (2011).

Actualmente países desarrollados como Estados Unidos o Japón se vienen utilizando sistemas de aislación basal.

I.5. LIMITACIONES Y ALCANCES

La norma E.031 de “Aislamiento Sísmico” es reciente, por ende, no existe bibliografías y ejemplos con esta normativa.

En su mayor parte, se deben a que el Perú está dando sus primeros pasos usando sistemas de aislamiento de base, el país más cercano que cuentan con normas es Chile.

A pesar de ser novedoso este concepto, también se busca que la estructura sea sencilla, simétrica y regular, cabe resaltar que no solo dependen de estos conceptos, también depende del buen uso de materiales de buena calidad y una construcción muy detallada.

Otra limitación es la carencia de comportamiento de este sistema estructural.

A pesar de todo, el presente trabajo de investigación busca materializar estos conceptos, para ello se propone estudiar el Análisis y Diseño del Módulo N°05 del Hospital Daniel Alcides Carrión.

I.6. HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

I.6.1. HIPÓTESIS GENERAL

- ✓ La aislación basal reduce la cantidad de energía de entrada a las cimentaciones de la estructura hasta un 17.00%.

I.6.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- ✓ La alta capacidad de amortiguamiento de los aisladores 20.99% permite controlar y reducir los desplazamientos relativos.
- ✓ El comportamiento histérico ayuda a disipar la energía del sismo.
- ✓ Utilizando deslizadores se permitirá el movimiento horizontal de la estructura, mejorando el comportamiento histérico.
- ✓ El pedestal será diseñado como si fuese una columna (diagrama de iteración), mientras los capiteles serán diseñados a flexión y a corte.

I.7. SISTEMA DE VARIABLES, DIMENSIONES E INDICADORES

I.7.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

- ✓ Rigideces y coeficientes de amortiguamiento del Aislador y del Deslizador.
- ✓ Sismo base de diseño y Sismo máximo probable.
- ✓ Periodo Objetivo.
- ✓ Calidad de Materiales.
- ✓ Parámetros de la Zona y parámetros del Suelo.

I.7.2. VARIABLE DEPENDIENTE

- ✓ Aislamiento Sísmico de una Estructura “Módulo de un Hospital”.

I.8. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE VARIABLES, DIMENSIONES E INDICADORES

TABLA 3: Matriz de Operacionalización de las Variables, Dimensiones e Indicadores

TIPO	VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	HIPÓTESIS	OBJETIVO	INDICADORES	MEDICIÓN	UNIDADES
Independiente	Calidad de materiales.	Calidad del concreto f_c y del acero f_y .	Materiales	GENERAL - La aislación basal reduce la cantidad de energía de entrada a las cimentaciones de la estructura.	GENERAL -Desarrollar a nivel teórico el "Análisis y Diseño del Módulo N°05 del Hospital Daniel Alcides Carrión con Aisladores Elastoméricos" y con ello aplicar la norma técnica E.030 de diseño sismorresistente.	-Diseño de mezcla y ensayo a la Compresión. -Ensayo de fluencia.	- f_c - f_y	-Kg/cm ² -Kg/cm ²
	Parámetros de la Zona y parámetros del Suelo	Los parámetros varían de acuerdo a la ubicación, Zona 1, Zona 2, Zona 3 y Zona 4.	Características de la Zona	ESPECÍFICAS - La alta capacidad de amortiguamiento de los aisladores permite controlar y reducir los desplazamientos relativos.	ESPECÍFICAS -Establecer los conceptos teóricos que servirán de base para entender el modelamiento matemático de estructuras con sistema de	-Según Norma E.030	-Factor Z	-Adimens.
		Periodo del suelo y factor del suelo.	Características de la Zona			-Estudio Geológico. -Estudio Geotécnico.	- T_p -S	-Seg. -Adimens.
	Rigidez elástica	Es la rigidez inicial del aislador.	Características del Aislador y del Deslizador.	-El comportamiento histórico ayuda a disipar la energía del sismo.	-Demostrar el comportamiento histórico de una estructura aislada. -Mostrar el procedimiento establecido en la norma americana ASCE 7-10. -Hacer hincapié al momento de utilizar deslizadores y aisladores.	-Ensayos de prototipos de aisladores y deslizadores.	- K_e	-Kg/cm ²
	Rigidez efectiva.	Es la fuerza del aislador dividido entre el desplazamiento.				- K_{eff}	-Kg/cm ²	
	Coef. de Amortiguamiento	Es la capacidad de disipar energía que es proporcional a la velocidad y opuesta al movimiento.				-BM y BD	-Adimens.	
	Sismo Base de Diseño	Representa el movimiento del suelo que tiene una probabilidad del 10% de ser excedido en 50 años.	Sismo	-El pedestal será diseñado como si fuese una columna (diagrama de iteración), mientras los capiteles serán diseñados a flexión y a corte.	-Diseñar los diferentes elementos estructurales (Capitel, Pedestal, vigas de aislación y la Losa de Aislación).	-DBE	-Adimens.	
Sismo máximo probable	Se define como el movimiento de la tierra que tiene un 2% de probabilidad de ser excedido en 50 años	-MCE				-Adimens.		
Periodo Objetivo	Es el periodo máx. objetivo a lograr de la estructura,	Periodo			-TM	-Seg.		
Dependiente	Aislamiento Sísmico de un módulo de un hospital.							

Fuente: Propia

I.9. UNIVERSO/POBLACIÓN Y MUESTRA

I.9.1. DETERMINACIÓN DEL UNIVERSO/POBLACIÓN

El presente trabajo de investigación abarca los diferentes módulos de los hospitales que se encuentran en zonas 3 y 4, a modo de ejemplo, hospital de Pucallpa, Tacna, Moquegua, Tocache, Yurimaguas, Oxapampa, Ayacucho, estructuras con material predominante de Concreto Armado.

El hospital Regional de Pucallpa, se encuentra ubicado en el distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo, región de Ucayali. El proyecto se encuentra sectorizado comprendido por los sectores A, B, C, D, E y F. El sector A1 y A2 consisten en un piso técnico y tres niveles superiores; el sector B, C1 y C2 consiste en un piso técnico y cuatro niveles superiores; el sector D1 consiste en un piso técnico y dos niveles superiores; el sector F consiste en tres niveles; el sector A3, A4, D2, D3, D4 y E consiste en un nivel. En el proyecto se contemplan columnas, muros, vigas, parapetos y la fachada con muros cortina.

Debido a la importancia del proyecto y la funcionalidad del edificio, se ha dispuesto de un sistema de aislación, ubicado entre el piso técnico y el sótano, que permitirá proteger sísmicamente los sectores A1, A2, B, C y D1. De esta manera la estructura no sufrirá daños ante un sismo leve o moderado y mantendrá su operatividad ante un sismo severo. Por otro lado, los sectores no mencionados contarán con un sistema estructural de muros estructurales.

El hospital Hipólito Unanue de Tacna, se encuentra ubicado en el distrito de Tacna, provincia de Tacna, región de Tacna, el proyecto se plantea un edificio principal, seis edificios auxiliares incluyendo el auditorio.

El edificio principal de 7 pisos y un semisótano, con un área en planta aproximada de 7400 m², en este edificio se encontrarán los servicios hospitalarios básicos, como emergencias, farmacia, UCI, consulta externa, entre otros. El edificio auxiliar A, correspondiente a Residuos Hospitalarios. El edificio auxiliar B, C y D, correspondiente a Mantenimiento. El edificio Auxiliar E, correspondiente a central de gases. El edificio Auxiliar F, servicios higiénicos del personal. El Edificio auxiliar G, correspondiente a cisterna.

El hospital Regional de Tocache, se encuentra ubicado en el distrito de Tocache, provincia de Tocache y región de San Martín. El proyecto integral está

compuesto por 12 bloques separados uno del otro mediante juntas sísmicas de 7.5cms de espesor dependiendo de la altura de cada; el número de pisos es variable desde 1 hasta 4 pisos. Los bloques enumerados del 01 al 05 tienen como sistema estructural predominante el de pórticos de concreto armado en ambos sentidos, estos pórticos de concreto armado están conformados por columnas y vigas de concreto armado. En tanto que los bloques enumerados del 06 al 13 están conformados por muros estructurales de concreto armado.

El hospital Ernesto German Guzmán Gonzales, se encuentra ubicado en el distrito de Oxapampa, provincia de Oxapampa, en la región Pasco. El proyecto contempla bloques o sectores del A al L, de los cuales los sectores principales son el block B y el bloque C, estos bloques cuentan con sistemas de aislamiento, debido a que el terreno tiene poca capacidad portante se utiliza cimentaciones profundas (pilotes). El resto de bloques son duales y de muros estructurales.

I.9.2. SELECCIÓN DE LA MUESTRA

Una muestra es una parte de la población que tenemos que estudiar para llevar las conclusiones desde la muestra hacia la población [2].

Se tiene conocimiento que en la actualidad se viene desarrollando proyectos hospitalarios, sin embargo, la norma te obliga a usar sistemas de aislamiento sísmico en algunos distritos del país.

Para ello se eligió el hospital Daniel Alcides Carrión, ubicado en Cerro de Pasco.

CAPITULO II:

MARCO METODOLÓGICO

- II.1. NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN
- II.2. TIPO DE LA INVESTIGACIÓN
- II.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN
- II.4. METODOLOGÍA DE ESTUDIO

II.1. NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación presenta los siguientes niveles:

- ✓ **Descriptivo:** Inicialmente para desarrollar este proyecto se presentará el estado del arte del sistema de aislamiento, se recurrirá a describir y estimar parámetros de los elementos estructurales del módulo del Hospital, como zapatas, pedestales, capiteles, aisladores, vigas y columnas.
- ✓ **Aplicativo:** Una vez encontrado los parámetros necesarios en el modelamiento sísmico, se prosigue a aplicar un análisis según las normas E0.20, E.030, E.060 y la Norma Técnica E.031 “Aislamiento Sísmico”.

II.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación al que pertenece este trabajo es:

- ✓ **Cuantitativo:** Pues para el diseño sísmico de los elementos estructurales depende de los resultados obtenidos en el modelamiento sísmico, además interviene un análisis iterativo y presenta un método hipotético – deductivo.

II.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El tipo del diseño de la investigación corresponde al “No Experimental” pues se plantea el siguiente diseño de investigación:

1. Investigación Bibliográfica: Se investiga la Norma Técnica E.031 “Aislamiento Sísmico”, identificar así los parámetros de análisis y de diseño y revisar los métodos iterativos para encontrar el diseño del aislador.
2. Desarrollar el método más eficiente para el análisis y diseño de los elementos estructurales del sistema de aislamiento, aplicando normativas.
3. Elaborar un informe final.

II.4. METODOLOGÍA DE ESTUDIO

II.4.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El módulo que se someterá al análisis de esta investigación corresponde al módulo N° 05 del proyecto “MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DE LA CAPACIDAD RESOLUTIVA DE LOS SERVICIOS DE SALUD DEL HOSPITAL REGIONAL DANIEL A. CARRIÓN DEL DISTRITO DE YANACANCHA PROVINCIA DE PASCO - PASCO”

Este proyecto tiene como objetivo brindar a la población serreña servicios de consultorios, emergencia y hospitalización, contando con área quirúrgica, obstetricia, neonatología, unidad de cuidados intensivos, central de esterilización, farmacia, medicina física y rehabilitación.

II.4.1.1. UBICACIÓN POLÍTICA

- ✓ **REGIÓN:** Pasco
- ✓ **PROVINCIA:** Pasco
- ✓ **DISTRITO:** Yanacancha
- ✓ **LOCALIDAD:** San Juan

II.4.1.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Geográficamente, la obra se encuentra ubicada en la parte norte de la provincia de Cerro de Pasco.

FIGURA 7: Ubicación geográfica del Proyecto



Fuente: Google Earth

- ✓ Sus coordenadas geográficas son:

Longitud Sur : $10^{\circ}40'4.39''S$

Latitud Oeste : $76^{\circ}15'8.17''O$

- ✓ Sus coordenadas UTM son:

Norte : 8'820,450.00

Este : 363,060.00

- ✓ La altitud promedio es:

Cota : 4,390.00 m.

II.4.1.3. CALLES COLINDANTES

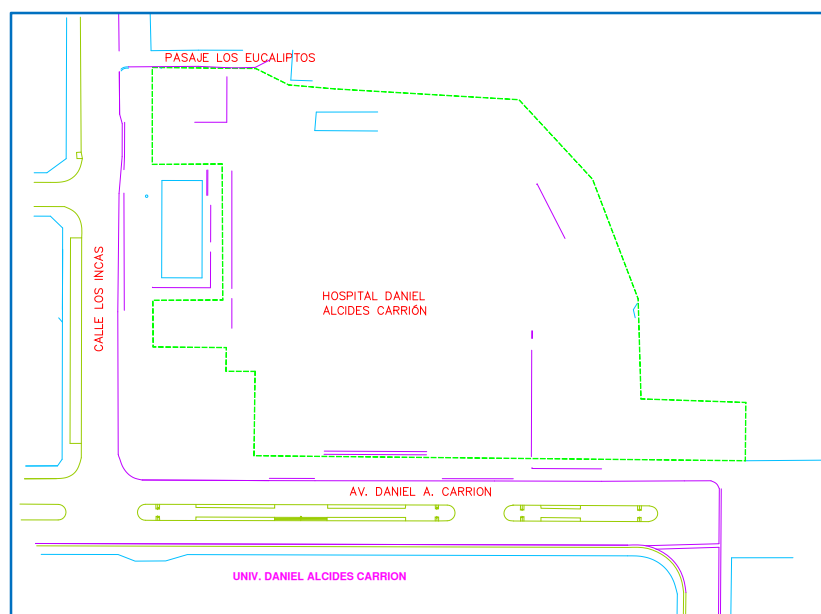
Por el frente: Con calle Los Incas, y propiedades de terceros (Univ. Daniel Alcides Carrión).

Por el lado derecho: Con Av. Daniel Alcides Carrión.

Por el lado izquierdo: Con Pasaje Los Eucaliptos y propiedades de terceros.

Por el fondo: Con propiedad de terceros.

FIGURA 8: Croquis del Proyecto



Fuente: Propio

II.4.1.4. ÁREA Y PERÍMETRO

El área de terreno delimitado por los linderos antes descritos es de:

Área total de terreno: 10,351.40 m².

Perímetro: 513.60 m

II.4.1.5. PROPUESTA GENERAL

ARQUITECTURA: El proyecto presenta 12 bloques y estacionamientos, a continuación, se presenta tabla de ambientes.

ESTRUCTURA: Presenta un sistema estructural conformado por pórticos de vigas, columnas, aisladores y deslizadores.

INSTALACIONES ELÉCTRICAS: Contempla Transformadores de Potencia y Tableros Generales.

INSTALACIONES SANITARIAS: Contempla con cisternas de almacenamientos, tratamiento de agua, sistemas de agua (fría, blanda, caliente, retorno de agua caliente, agua contra incendio, alcantarillado, desagües y ventilación y drenajes de lluvias.

INTALACIONES MECÁNICAS: Contempla instalaciones de aire acondicionado, gases medicinales (oxígeno, vacíos, aire comprimido medicinal, aire comprimido industrial), GLP petróleo.

TABLA 4: Distribución de Ambientes por bloques

BLOCK 1	: 5 NIVELES	BLOQUE QUIRURGICO, OBSTERICO,UCI ADULTOS, NEONATOS; HOSPITALIZACION; HOSPITALIZACION QUEMADOS Y TRAUMATOLOGIA
BLOCK 2	: 3 NIVELES	CONSULTORIOS; PATOLOGIA CLINICA
BLOCK 3	: 3 NIVELES	CAFETERIA; HEMOTERAPIA
BLOCK4	: 3 NIVELES	CONSULTORIOS; CONSULTAS EXTERNAS ESPECIALIDADES
BLOCKS	: 5 NIVELES	GABIENETES ESPECIALES, SALA DE PROCEDIMIENTOS; DIRECCION Y ADMINISTRACION; HOSPITAL GINECO-OBSTETRICIA; HOSPITALIZACION PEDIÁTRICA
BLOCK 6	: 3 NIVELES	CENTRO TBC, SALA ECUMENICA; DOCENCIA
BLOCK7	: 3 NIVELES	ANATOMIA Y PATOLOGIA; UNIDAD INFORMATICA
BLOCK 8	: 2 NIVELES	MANTENIMIENTO Y VESTUARIOS
BLOCK 9	: 4 NIVELES	BLOQUE QUIRURGICO; UCI PEDIÁTRICO; HOSPITALIZACION; HOSPITALIZACION AISLADOS
BLOCK 10	: 1 NIVEL	GASES MEDICINALES
BLOCK 11	: 3 NIVELES	ESTERILIZACION; CONFORT PERSONAL
BLOCK 12	: 3 NIVELES	(EXISTENTE 02 NIVELES) LAVANDERIA; RESIDENCIA MEDICA

Fuente: Propio

II.4.1.6. DESCRIPCIÓN DEL MÓDULO EN ESTUDIO

La estructura en estudio es un edificio de 05 niveles, cuyos ambientes principales son gabinetes especiales, sala de procedimientos, dirección y administrativos, hospital gineco-obstetricia y hospitalización pediátrica.

Estructuralmente es irregular y posee dos escaleras de evacuación.

II.4.2. ANÁLISIS ESTRUCTURAL DEL MÓDULO N° 05

II.4.2.1. NORMAS EMPLEADAS

Para el desarrollo de la investigación se empleó las siguientes normas:

RNE E.020 – Cargas – 2006 - Vigente

RNE E.030 – Diseño Sismorresistente – 2016 - Vigente

RNE E.031 – Aislamiento Sísmico – 2019 - Vigente

RNE E.060 – Concreto Armado– 2009 - Vigente

A.C.I. 318 – 2008 (American Concrete Institute) - Building Code Requirements for Structural Concrete

II.4.2.2. ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES EMPLEADOS

Concreto

✓ Se utiliza concreto de peso unitario normal w_c 2,300 kg/m³

Concreto Armado:

✓ Resistencia a la compresión (f'_c): 210 kg/cm², para las losas, vigas, y columnas.

✓ Resistencia a la compresión (f'_c): 245 kg/cm², para las zapatas, pedestales y capiteles.

- ✓ Módulo de Elasticidad (E_c)

$$E = w^{1.5} \cdot 0.043 \sqrt{f'c} e \quad (M) \quad w_c = 2300 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Para } f'c=210\text{kg/cm}^2 \text{ (20.59MPa)} \Rightarrow E_c= 219,487.77 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Para } f'c=245\text{kg/cm}^2 \text{ (24.03MPa)} \Rightarrow E_c= 237,073.89 \text{ kg/cm}^2$$

- ✓ Módulo de Poisson (ν): 0.15
- ✓ Módulo de Corte (G)

$$G = \frac{E}{2(1 + \nu)} = \frac{E}{2.30}$$

- ✓ Peso Específico: 2400 kg/m³

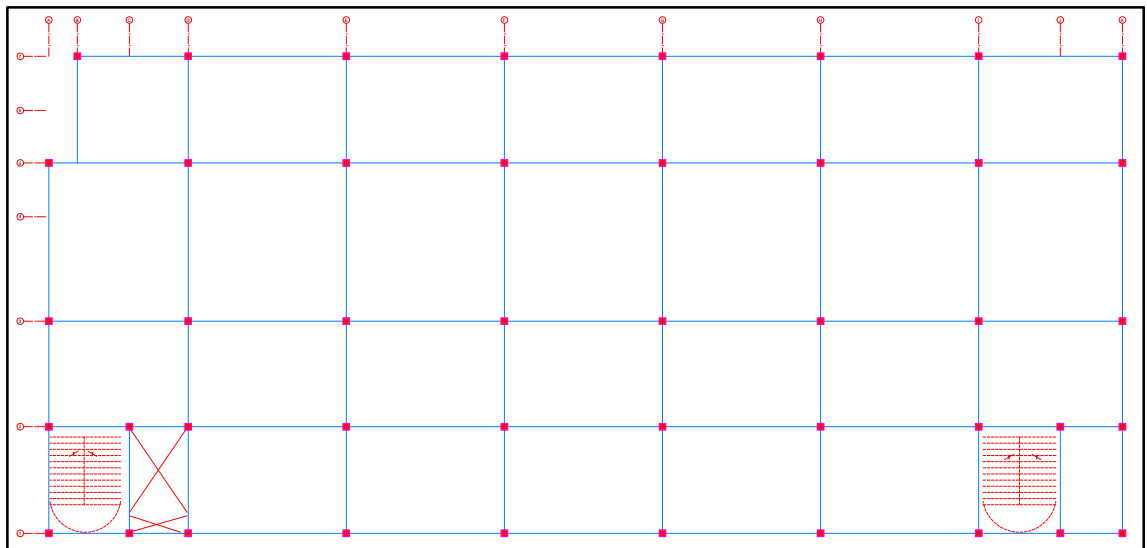
Acero Corrugado:

- ✓ Resistencia a la fluencia (f_y): 4200 kg/cm², G°60
- ✓ Módulo de elasticidad: 2 100 000.00 kg/cm²

II.4.2.3. ESTRUCTURACIÓN

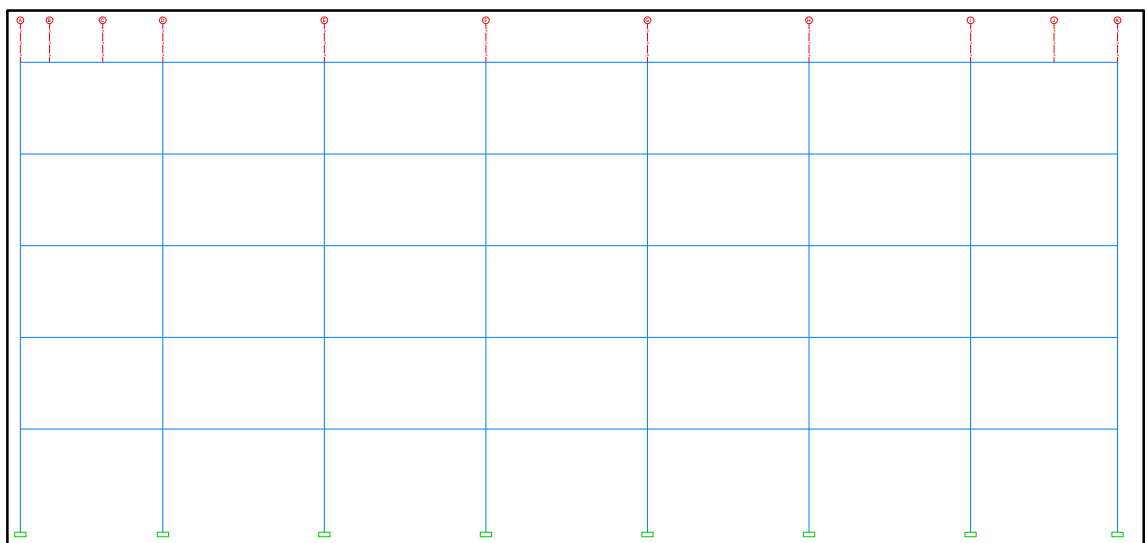
La estructura es aporticada (vigas y columnas) con algunos paños de losas cuadradas entre macizas y aligeradas en dos direcciones, se tiene 02 escaleras de evacuación y 01 ascensor.

FIGURA 9: Estructuración - Planta



Fuente: Propio

FIGURA 10: Estructuración - Elevación



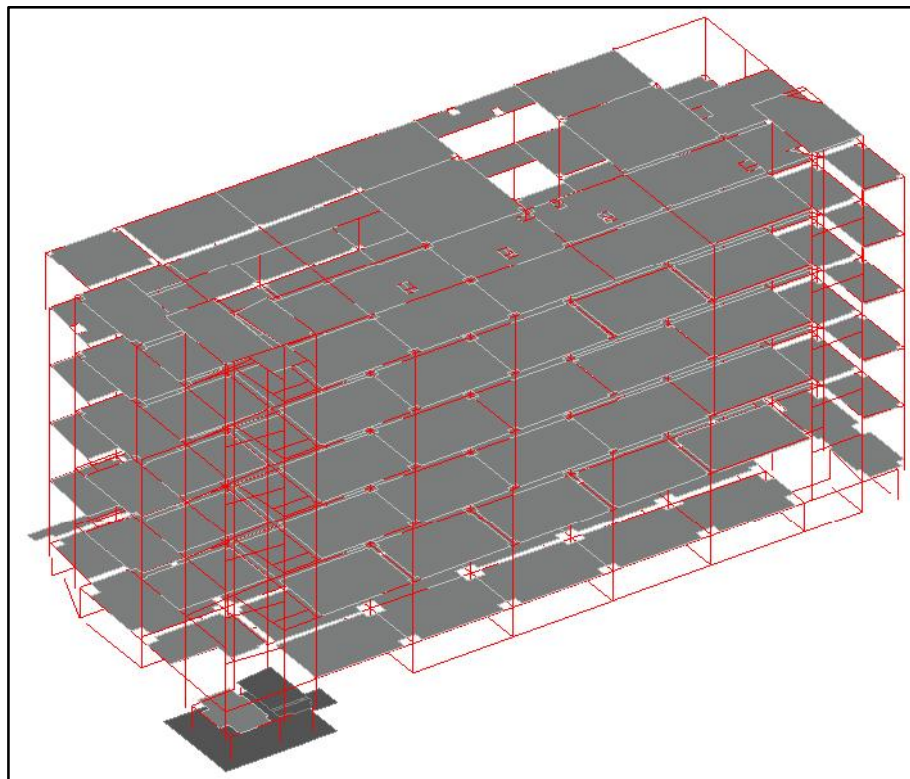
Fuente: Propio

A continuación, se presenta un esquema en 3D, se observa 05 niveles, Nivel 01 piso técnico (losa maciza), aligerados del Nivel 01 al Nivel 05 (losa aligerada en 02 direcciones).

Además, en el aligerado del Nivel 04 y el Nivel 05 se aumentan ductos (vacíos).

Por último, el aligerado del Nivel 06 (losa aligerada en 01 dirección), corresponde a los techos de las cajas de las escaleras.

FIGURA 11: Estructuración – 3D



Fuente: Propio

II.4.2.4. PREDIMENSIONAMIENTO

Generalmente en hospitales se tiene paños cuadrados de 7.20x7.20, teniendo la separación entre ejes de 7.20, se recomienda hacer losas macizas (por temas de equipamiento estativas, lámparas cialíticas, paneles

de cabecera colgante, trampas de grasa, etc.) o losas aligeradas en dos direcciones.

LOSA: Vamos a plantear losas aligeradas en 02 direcciones y losas macizas.

Aligerada en 02 direcciones

$$L = 6.90 \text{ m}$$

$$h = L/28$$

$$h = \frac{6.90}{28} = 0.246 \quad h = .25$$

Nota: Considerando ancho de viga como mín. de 0.30; $7.20 \cdot .15 \cdot .15 = 6.90$

Losa Maciza Piso Técnico

$$h = \frac{\text{Ln}(0.8 + \frac{fy}{1400})}{36 + 9\beta}$$

Ln: Luz libre en la dirección larga medida de cara a cara. (m)

fy: Resistencia a la fluencia de acero (MPA)

β : Relación de la luz libre de la dirección larga y la dirección corta

$$L = 7.20 \text{ m} \quad : \quad 1.00$$

$$h = 0.176 \quad \quad \quad h = .18$$

VIGAS: Para el dimensionamiento de vigas principales se divide la luz libre entre un factor, este factor depende de la sobre carga (S/C).

Según la arquitectura se tiene la separación más larga entre ejes D-E y 3-5 de 7.20m (Luz libre).

TABLA 5: Factores de dimensionamiento de vigas

S/C	250	500	750	1000
B	11	10	9	8

Fuente: Propio

$$h = L/\beta, \quad b = B/20$$

h: Peralte de la viga (m)

b: Base de la viga (m)

B: Ancho tributario para la viga

: Factor para dimensionamiento de vigas

L: Luz libre entre vigas (m)

S/C: Sobre carga (kg/m²)

$$L = 7.20 \text{ m} \quad B = 7.20 \text{ m}$$

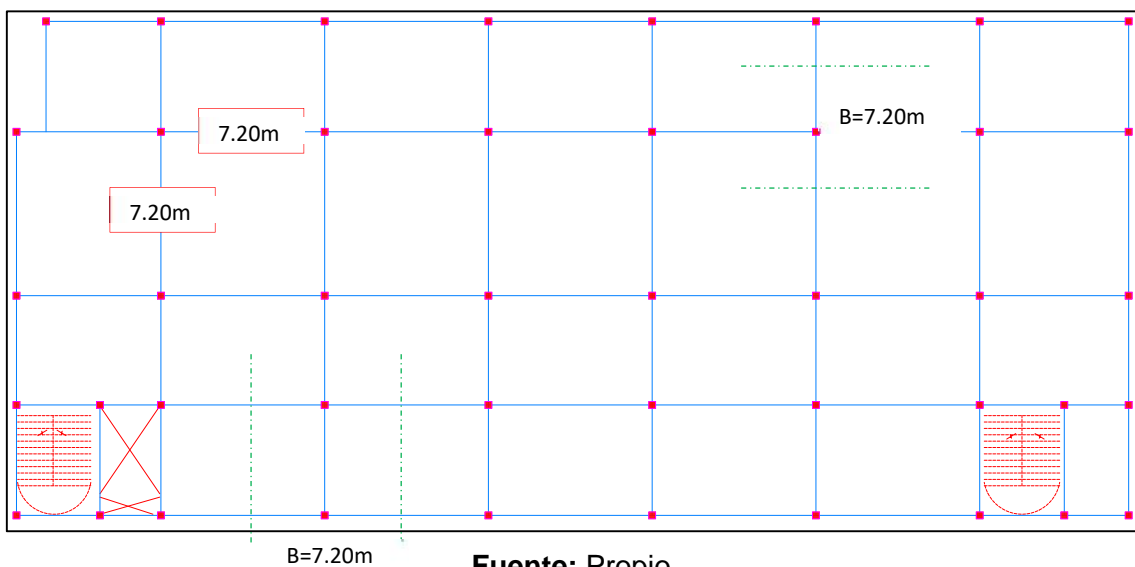
$$h = \frac{7.20}{11} = 0.655$$

VP (.35 x .70)

$$b = \frac{7.20}{20} = 0.36$$

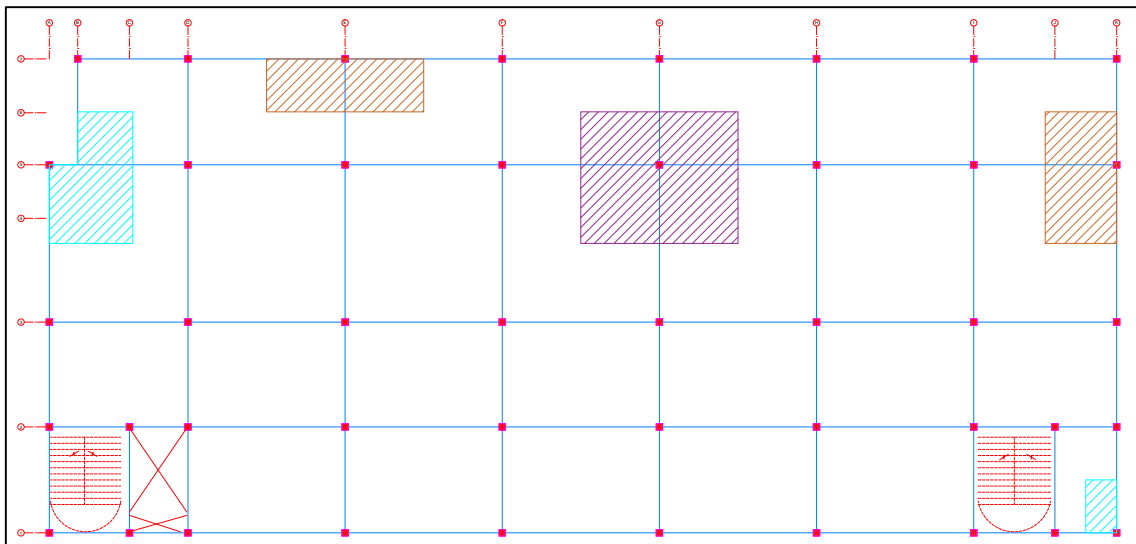
Nota: Considerando columnas como mín. de 0.30x0.30; 7.20-.15-.15=6.90

FIGURA 12: Predimensionamiento en Viga y Losa



COLUMNAS: Para el dimensionamiento de las columnas se calculará el área tributaria para las esquinas, perímetro y central, partiremos de columnas de sección mínima de 0.30 x 0.30. Se trabajan con cargas de servicio.

FIGURA 13: Áreas tributarias para las columnas



Fuente: Propio

II.4.2.5. METRADO DE CARGAS

El metrado se hará mediante el método de área tributaria, para ello se utilizará consideraciones y pesos unitarios siguientes:

Peso Propio: Corresponde al peso de los elementos estructurales Aligerados, Columnas y Vigas. Se considera el peso del concreto armado de 2400 kg/m³.

Peso Muerto [CM]: Corresponde a las cargas de la tabiquería y acabados de pisos.

TABLA 6: Pesos Unitarios

Pesos Unitarios			
Ambiente	Carga	Unidad	Fuente
Losa Aligerado e=.25 en 01 sentido	350	kgf/m ²	E.020 – 2006
Losa Aligerado e=.25 en 02 Sentidos	400	kgf/m ²	Propia
Tabiquería Movil	270	kgf/m ²	Propia
Acabado Pisos	150	kgf/m ²	Propia
Acabado en Azotea	120	kgf/m ²	Propia

Fuente: Se indicada en la Tabla

En una losa aligerada en dos sentidos de 1.00m x 1.00m se puede apreciar que ingresa 6.25 ladrillos de 0.30x0.30x0.20 (cada ladrillo pesa de 9.35 a 10.00 kgf), entonces se tiene volumen total de 0.25m³ del paño de losa de los cuales el volumen de ladrillo es de 0.112m³ y el volumen de concreto es de 0.138m³. Entonces en una losa de 1.00m² se tiene $0.138 \times 2,400 + 6.25 \times 10.00 = 393.70\text{kg}$ **400.00 kgf/m²**

En albañilería no portante de 3.50m de altura aproximadamente, se tiene un peso 14kg/m² por cm de espesor (incluido tarrajeo), $14.00 \times 16.00 = 224\text{kg/m}^2$ y si multiplicamos por la altura $224.00 \times 3.50 = 784\text{kg/m}$ el cual es equivalente a **270 kg/m²**.

En acabado de pisos en un paño de 1.00m x 1.00m ingresa 2.78 unidades de porcelanato de 0.60 x 0.60 de 3mm de espesor (cada porcelanato pesa 27.20 kgf), de contrapiso de 3.50cm (peso específico 2,300 a 2,400 kg/m³). Entonces se tiene peso de $0.035 \times 1.00 \times 1.00 \times 2,300 + 2.78 \times 27.20 = 156.12\text{kgf}$ **150.00 kgf/m²**

En acabado en azotea $0.05 \times 1.00 \times 1.00 \times 2,300 = 115\text{ kgf}$ **120.00 kgf/m²**

Sobrecargas [S/C]: Corresponde a las cargas debido a la ocupación o uso de los diferentes ambientes. Se debe diferenciar entre las sobrecargas de entrepiso y las de azotea.

TABLA 7: Sobrecargas Usadas

Sobrecargas Usadas			
Ambiente	Carga	Unidad	Fuente
Baños	300	kgf/m ²	E.020 – 2006
Salas de Operación	300	kgf/m ²	E.020 – 2006
Laboratorios	300	kgf/m ²	E.020 – 2006
Zonas de Servicio	300	kgf/m ²	E.020 – 2006
Cuartos	200	kgf/m ²	E.020 – 2006
Corredores y Escaleras	400	kgf/m ²	E.020 – 2006
Azotea	150	kgf/m ²	Propia

Fuente: Se indica en la Tabla

II.4.3. ANÁLISIS SÍSMICOS

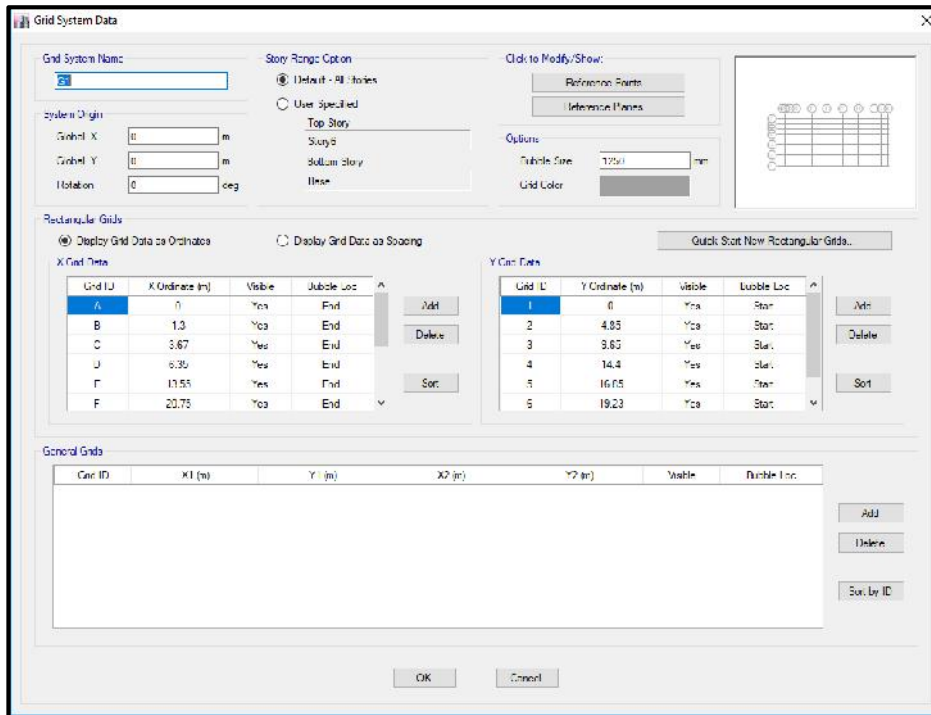
Se procede con el modelamiento en el programa **Etabs 2017 V 17.0.1** de la super-estructura. Primeramente, se realiza el modelo como una estructura convencional apuntalada y empotrada en su base.

II.4.3.1. SUPER-ESTRUCTURA [Modelo Convencional]

2.4.3.1.1. DEFINICIÓN DE GRILLAS

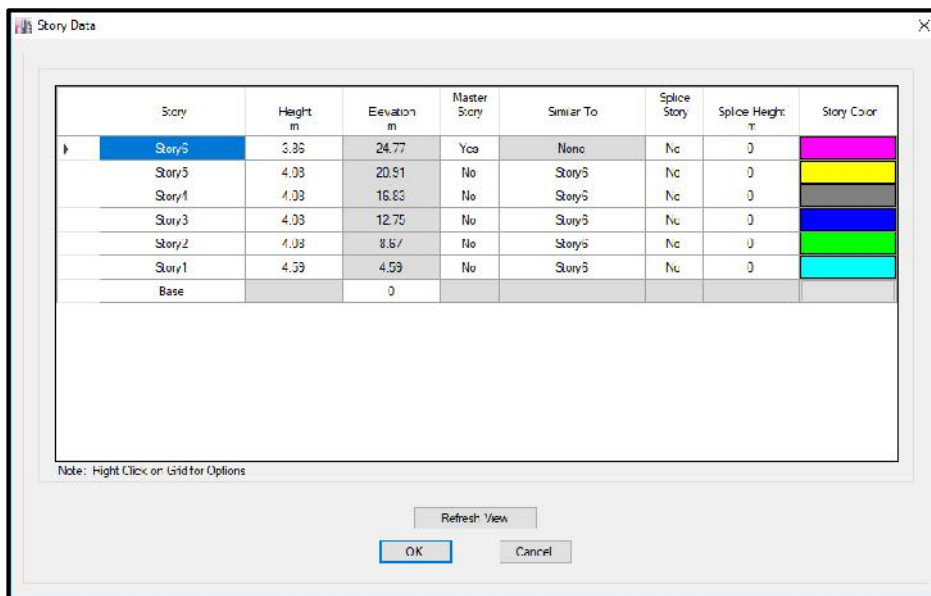
Las grillas vienen a ser los ejes que nos facilita modelar los elementos estructurales tales como columnas, vigas, losas. Es recomendable que coincidan con la ubicación de estas.

FIGURA 14: Definición del sistema de grillas



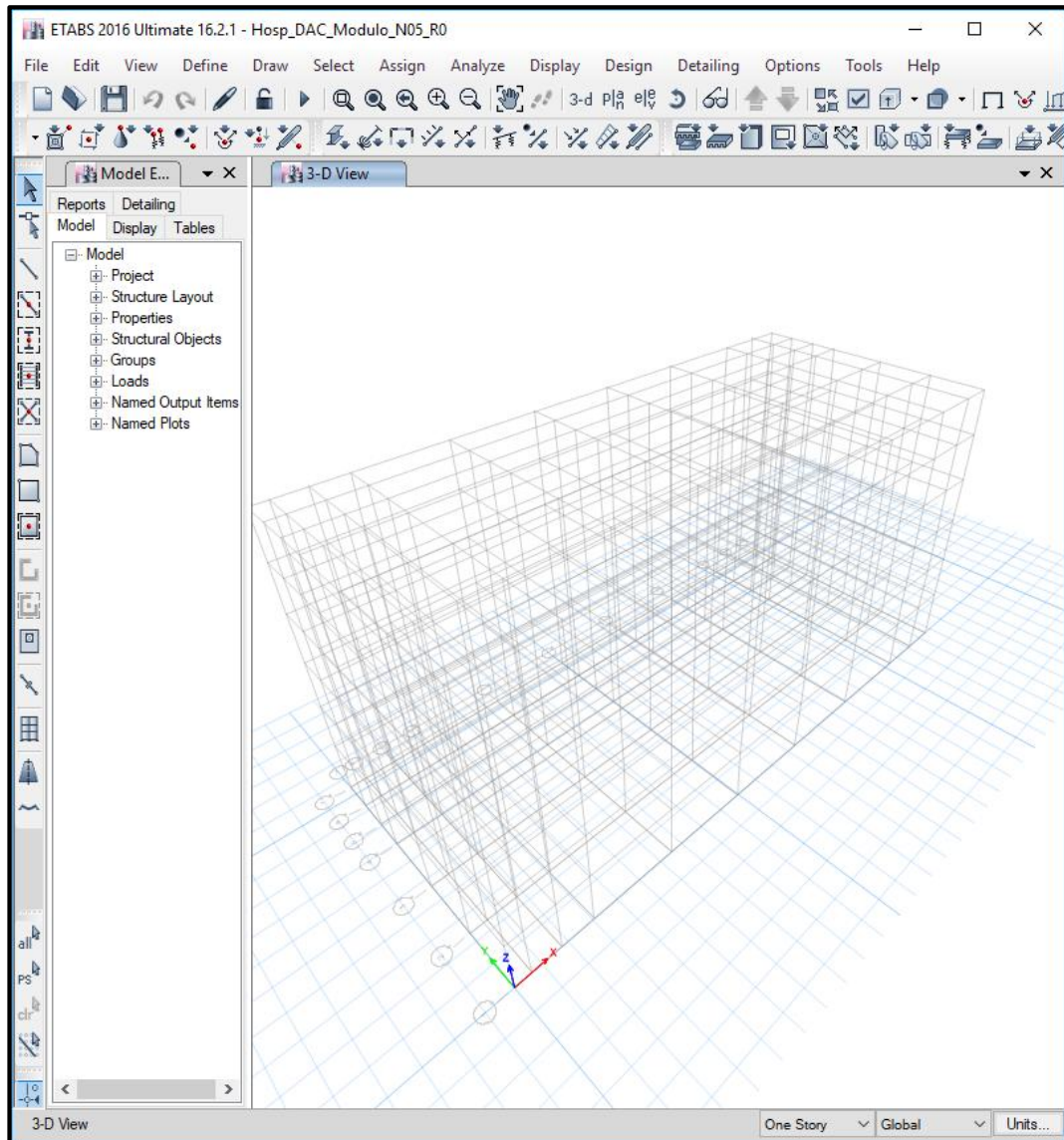
Fuente: Propio

FIGURA 15: Definición de los niveles de la edificación – Modelo Convencional



Fuente: Propio

FIGURA 16: Grillas de la edificación en 3D



Fuente: Propio

2.4.3.1.2. DEFINICIÓN DE MATERIAL

En el proyecto los elementos de la super-estructura como columnas, vigas, losas y escaleras serán de concreto armado con las siguientes propiedades:

Resistencia a la compresión: $f'c=210\text{kg/cm}^2$

El módulo de Elasticidad del concreto, E_c , se calcula usando la siguiente expresión:

$$E = w^{1.5} \cdot 0.043 \sqrt{f'c} e (M) \quad wc = 2300 \text{ kg/m}^3$$

Para $f'c=210\text{kg/cm}^2$ (20.59MPa) $\Rightarrow E_c= 219,487.77 \text{ kg/cm}^2$

Módulo de poisson: $U=0.15$

FIGURA 17: Definición de material, Concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

Material Property Data

General Data

Material Name: fc=210kg/cm2

Material Type: Concrete

Directional Symmetry Type: Isotropic

Material Display Color: Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass

Specify Weight Density Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 2400 kgf/m³

Mass per Unit Volume: 2400 kg/m³

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: 2194.88 kgf/mm²

Poisson's Ratio, U: 0.15

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000099 1/C

Shear Modulus, G: 954.29 kgf/mm²

Design Property Data

Modify/Show Material Property Design Data...

Advanced Material Property Data

Nonlinear Material Data... Material Damping Properties... Time Dependent Properties...

OK Cancel

Fuente: Propio

El módulo de corte, G_c se calcula mediante la siguiente relación y es determinada automáticamente por el programa ETABS.

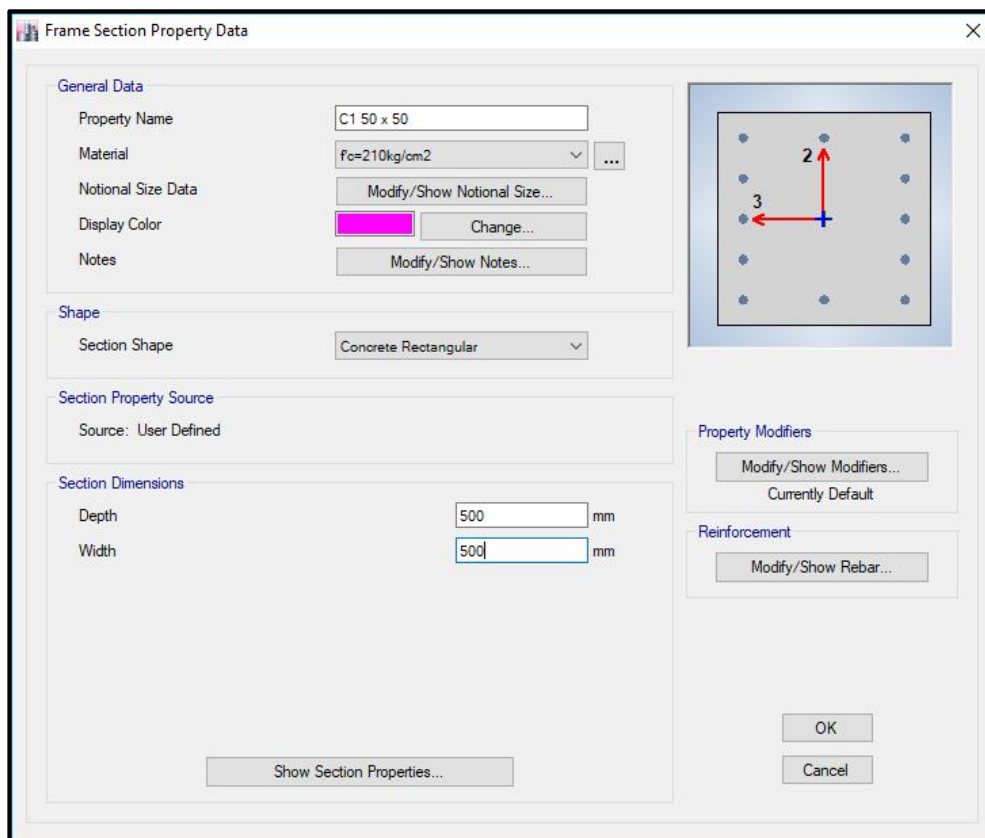
$$G_c = \frac{E}{2(u + 1)} \left[\frac{k}{c_i \cdot 2} \right]$$

Módulo de Corte: $G = 95\,429.47 \text{ kg/cm}^2$

2.4.3.1.3. DEFINICIÓN DE SECCIONES

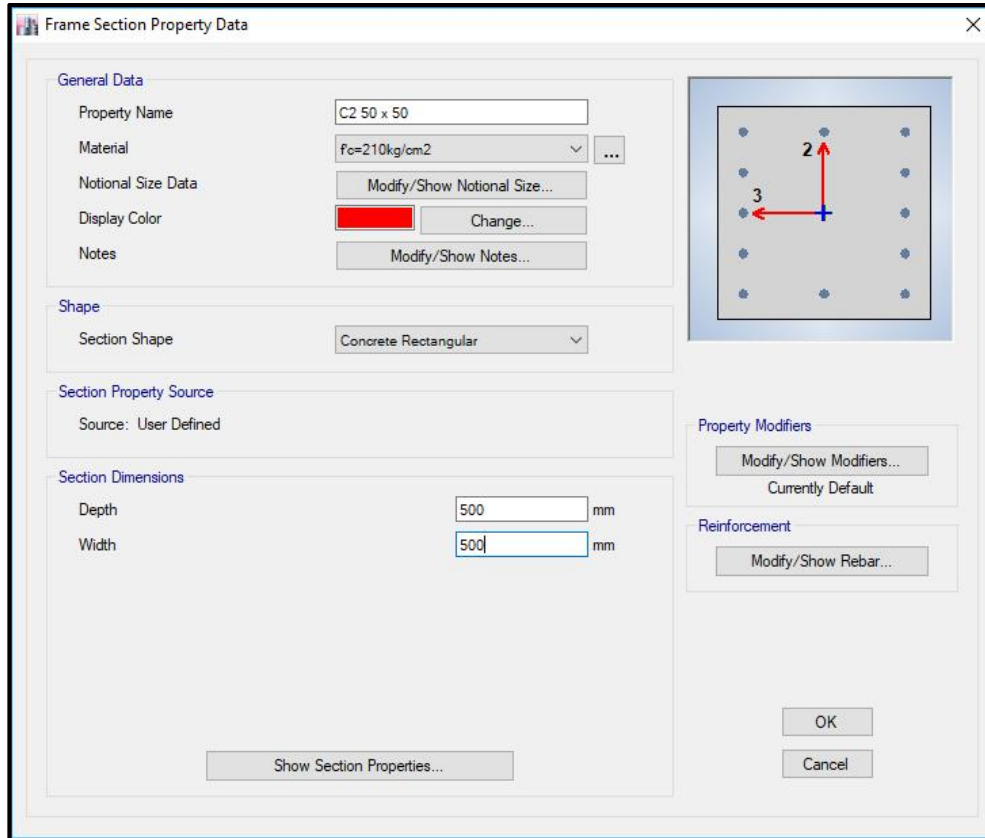
Se procede a definir la sección de vigas y columnas como elementos FRAME y las losas como elementos SHELL, las secciones fueron calculadas en el ítem “II.4.2.4. Predimensionamiento”.

FIGURA 18: Columna de perímetro C1 50x 50 ($f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$)



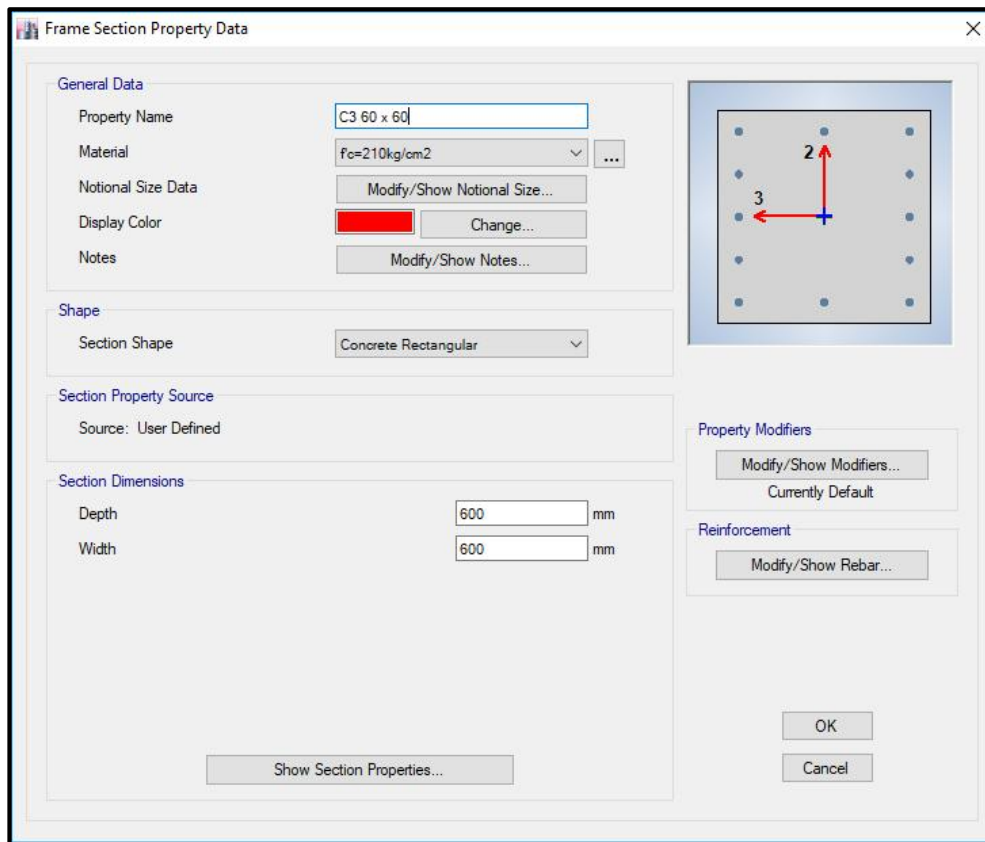
Fuente: Propio

FIGURA 19: Columna de esquina C2 50x 50 ($f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$)



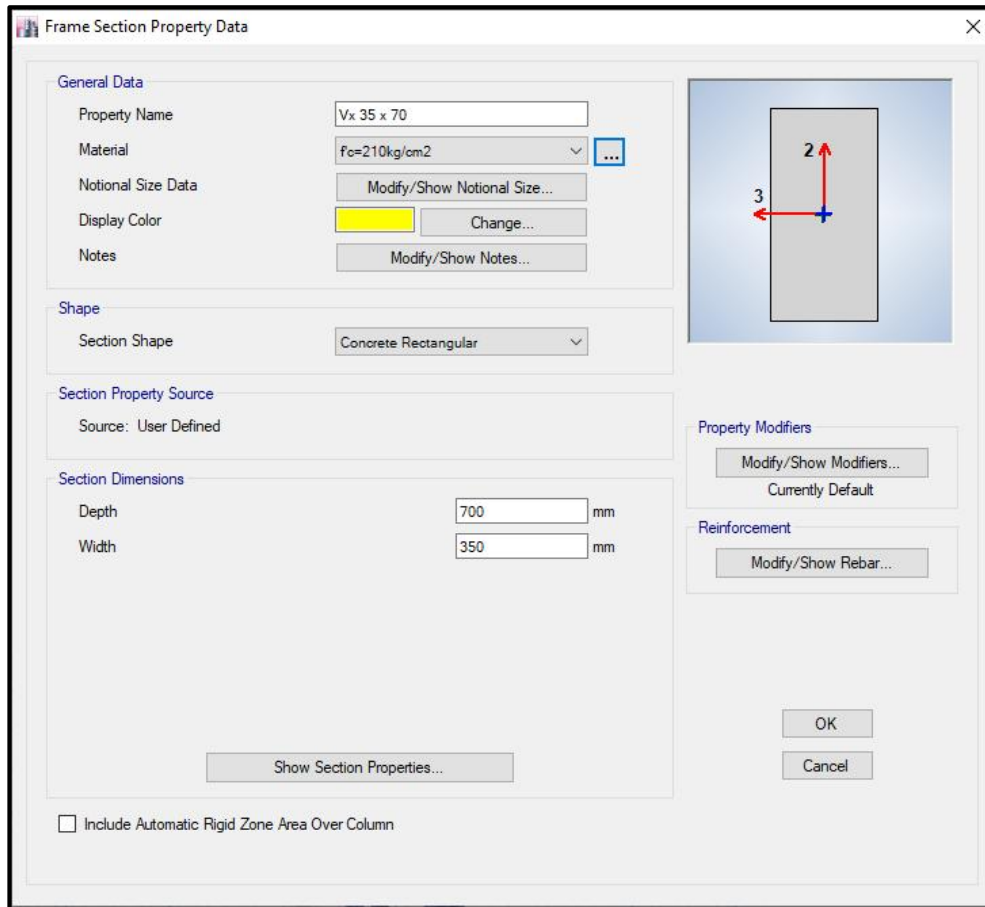
Fuente: Propio

FIGURA 20: Columna central C3 60x 60 ($f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$)



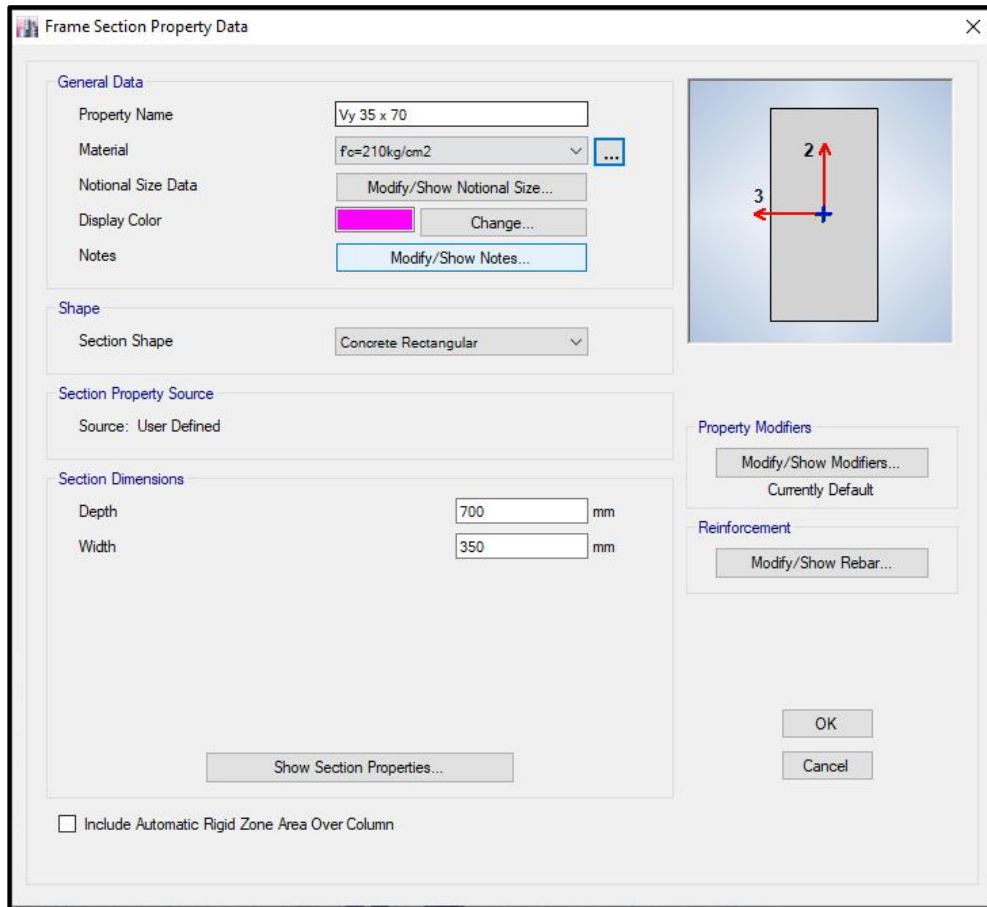
Fuente: Propio

FIGURA 21: Viga en Dirección X. Vx 35 x 70 ($f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$)



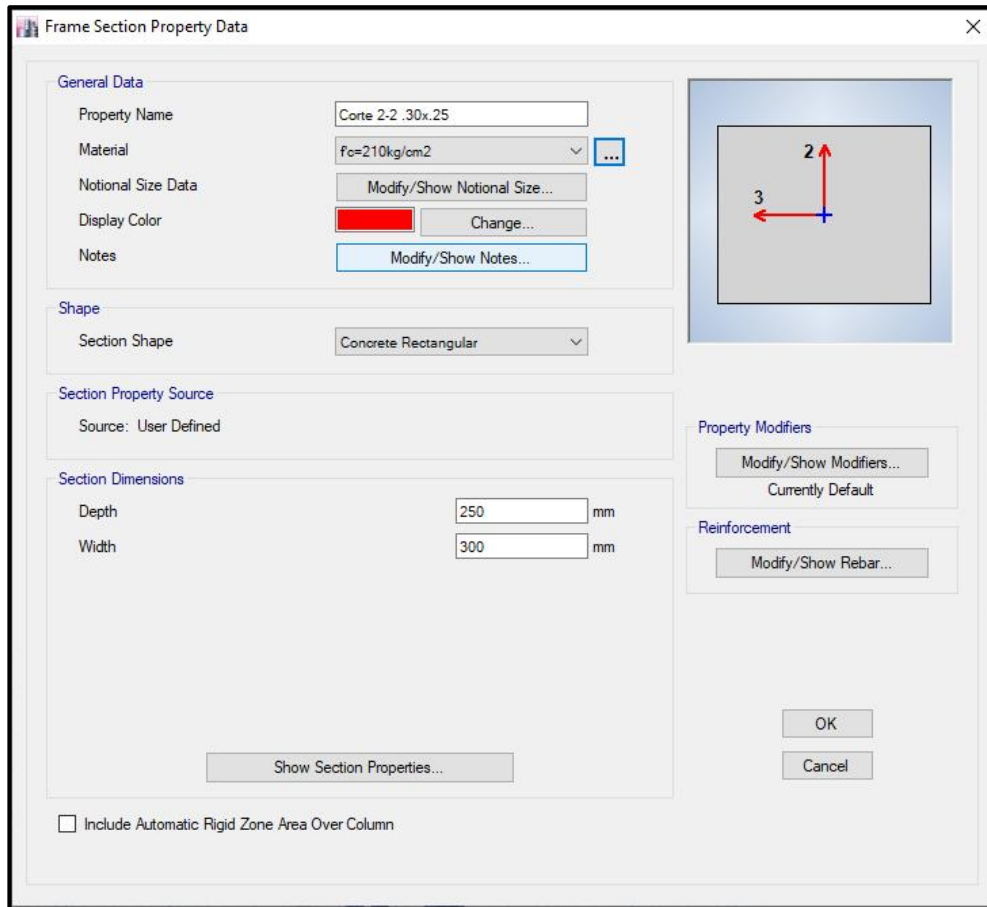
Fuente: Propio

FIGURA 22: Viga en Dirección Y. Vy 35 x 70 ($f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$)



Fuente: Propio

FIGURA 23: Viga Corte 2-2 30 x 25 ($f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$)



Fuente: Propio

FIGURA 24: Losa Maciza e=.18 ($f'c=210 \text{ kg/cm}^2$)

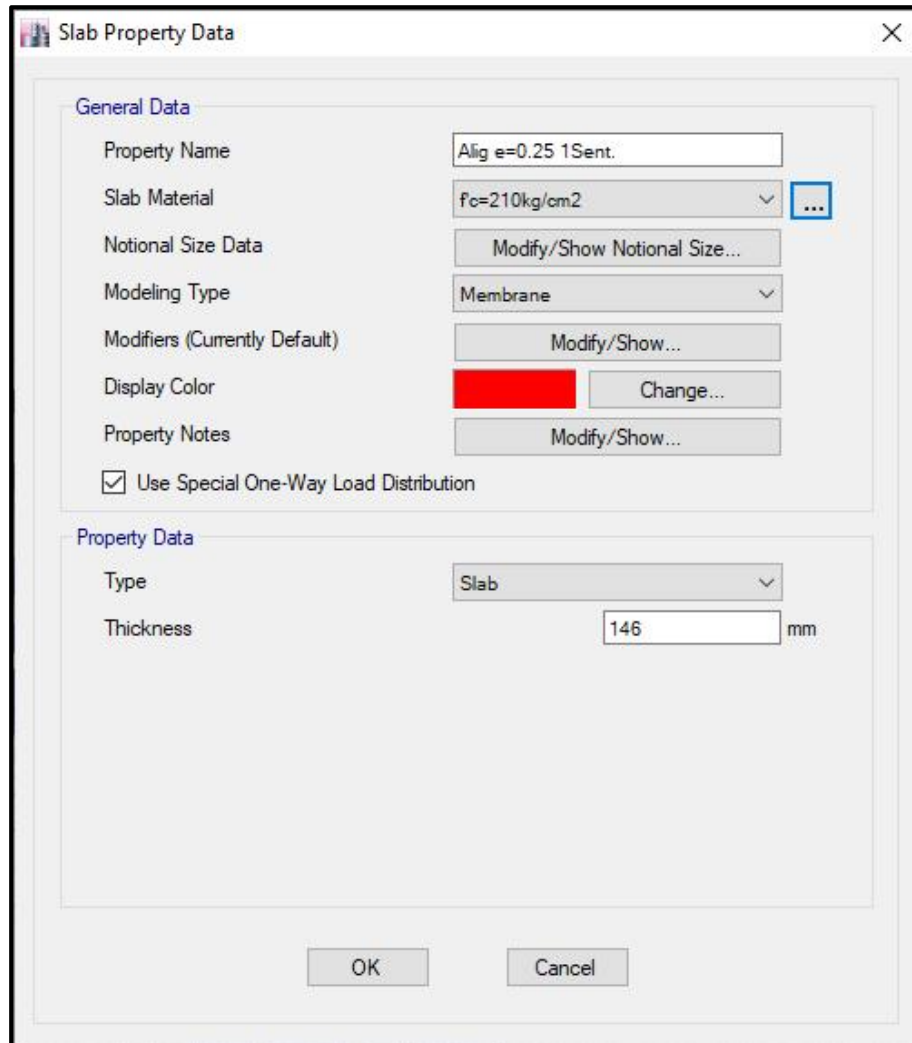
The image shows a software dialog box titled "Slab Property Data". It contains the following fields and controls:

- General Data:**
 - Property Name: Maciza e=.18
 - Slab Material: fc=210kg/cm2
 - Notional Size Data: Modify/Show Notional Size...
 - Modeling Type: Shell-Thin
 - Modifiers (Currently Default): Modify/Show...
 - Display Color: A bright green color swatch with a Change... button.
 - Property Notes: Modify/Show...
- Property Data:**
 - Type: Slab
 - Thickness: 180 mm

Buttons for "OK" and "Cancel" are located at the bottom of the dialog.

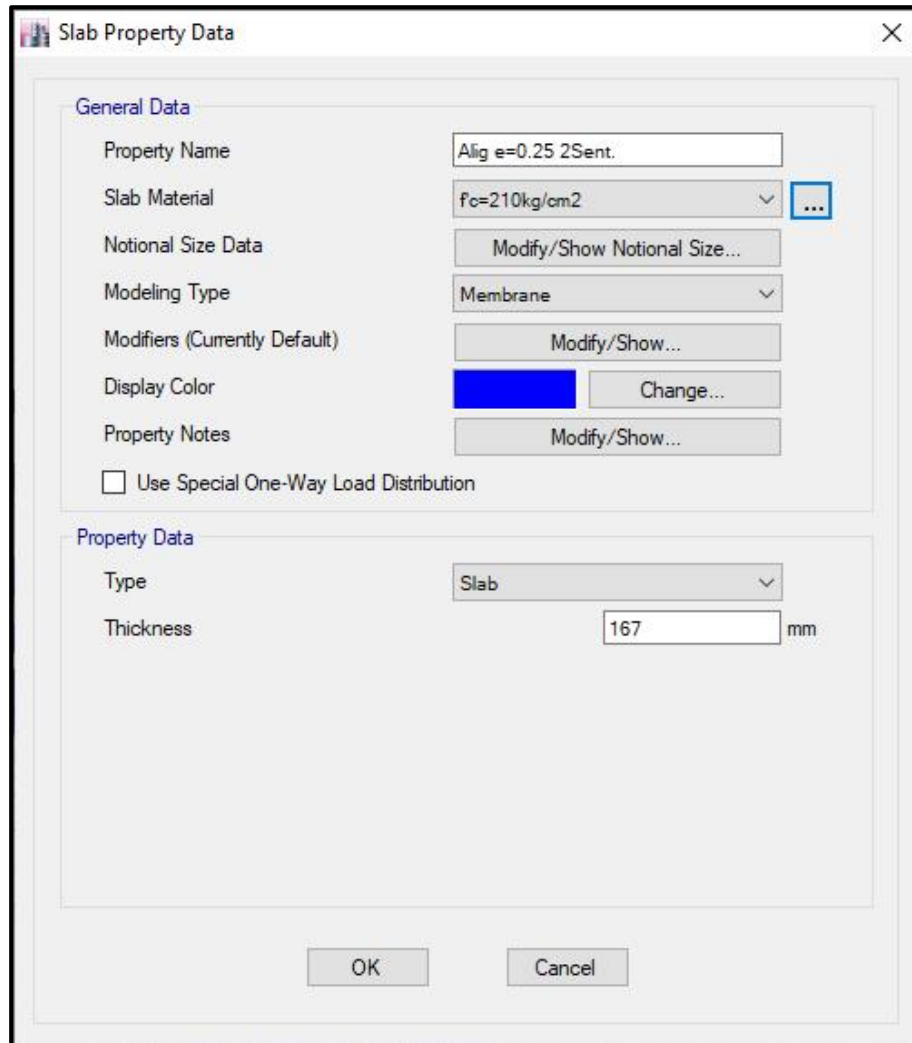
Fuente: Propio

FIGURA 25: Losa Alig e=0.25 1Sent. ($f'c=210 \text{ kg/cm}^2$)



Fuente: Propio

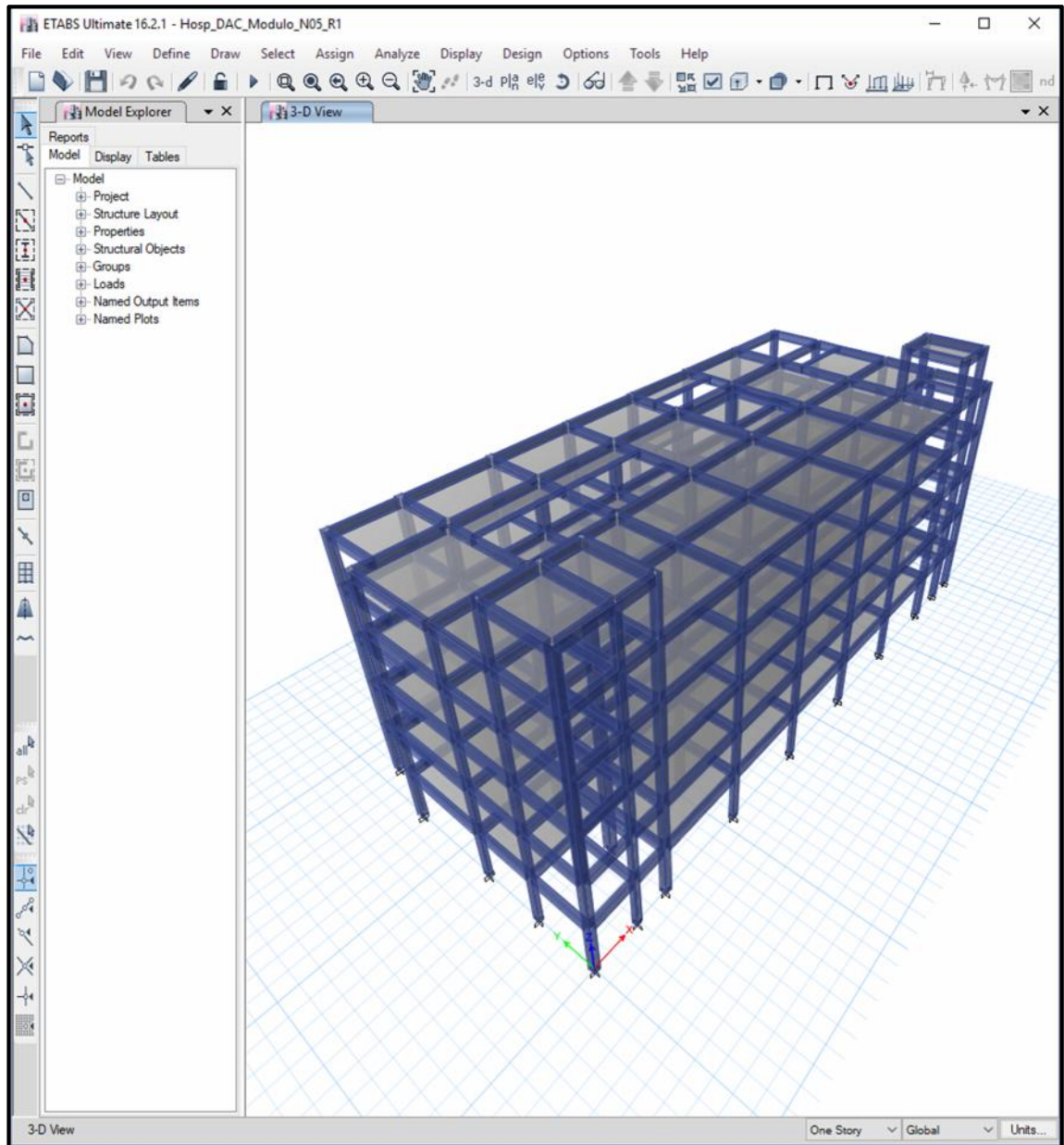
FIGURA 26: Losa Alig e=0.25 2Sent. ($f'c=210 \text{ kg/cm}^2$)



Fuente: Propio

Una vez definido las propiedades de los materiales y las secciones de los elementos estructurales, se dibujarán de acuerdo al plano existente (Bloque 5) en su ubicación correspondiente en las grillas referenciales que se crearon en el software.

FIGURA 27: Modelo Inicial para la Condición de Base Empotrada

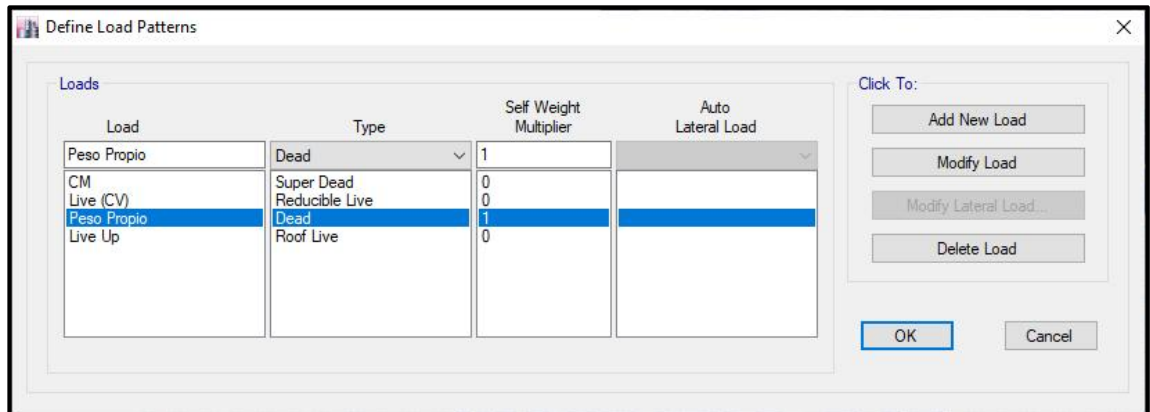


Fuente: Propio

2.4.3.1.4. CREACIÓN Y ASIGNACIÓN DE PATRONES DE CARGA

Se procede a la creación de los tipos de carga que actuarán en el bloque, estos se definen mediante patrones de carga.

FIGURA 28: Creación de Patrones de Carga



Fuente: Propio

Peso Propio: Corresponde al peso de los elementos estructurales Aligerados, Columnas y Vigas. El programa lo calcula automáticamente.

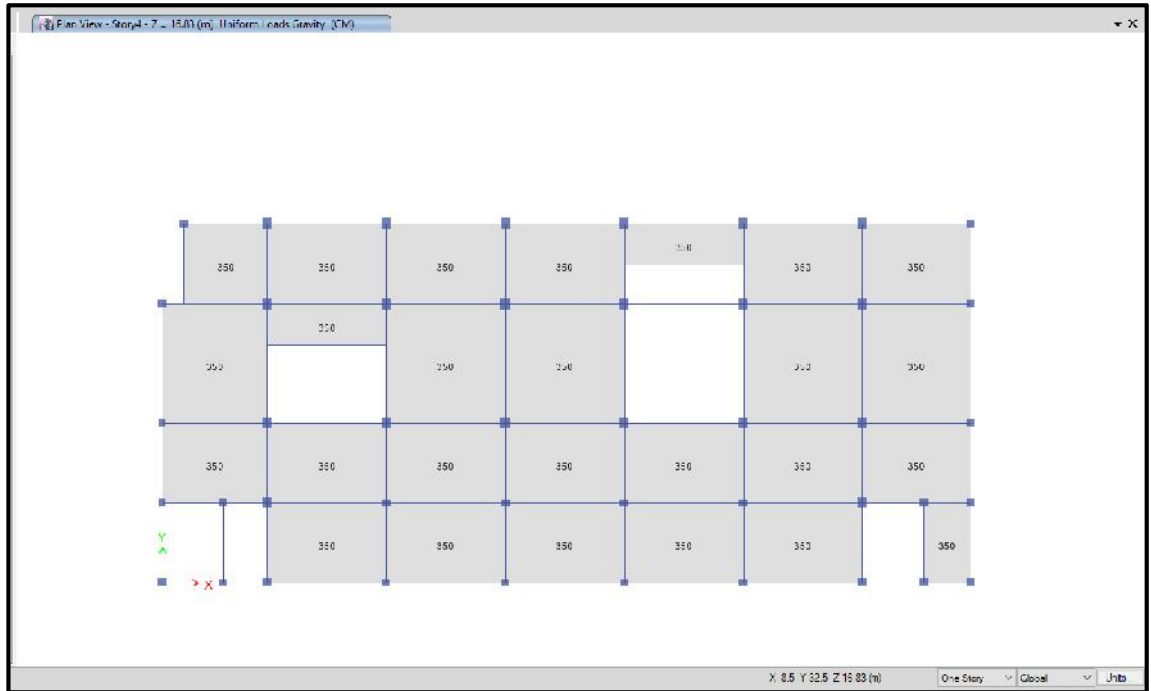
Peso Muerto [CM]: Corresponde a las cargas de la tabiquería (270 kg/m²) y acabados de pisos (150 kg/m²).

Sobrecarga (S/C): Corresponde a las cargas debido a la ocupación o uso de los diferentes ambientes.

Live (CV): Sobrecarga de entrepiso.

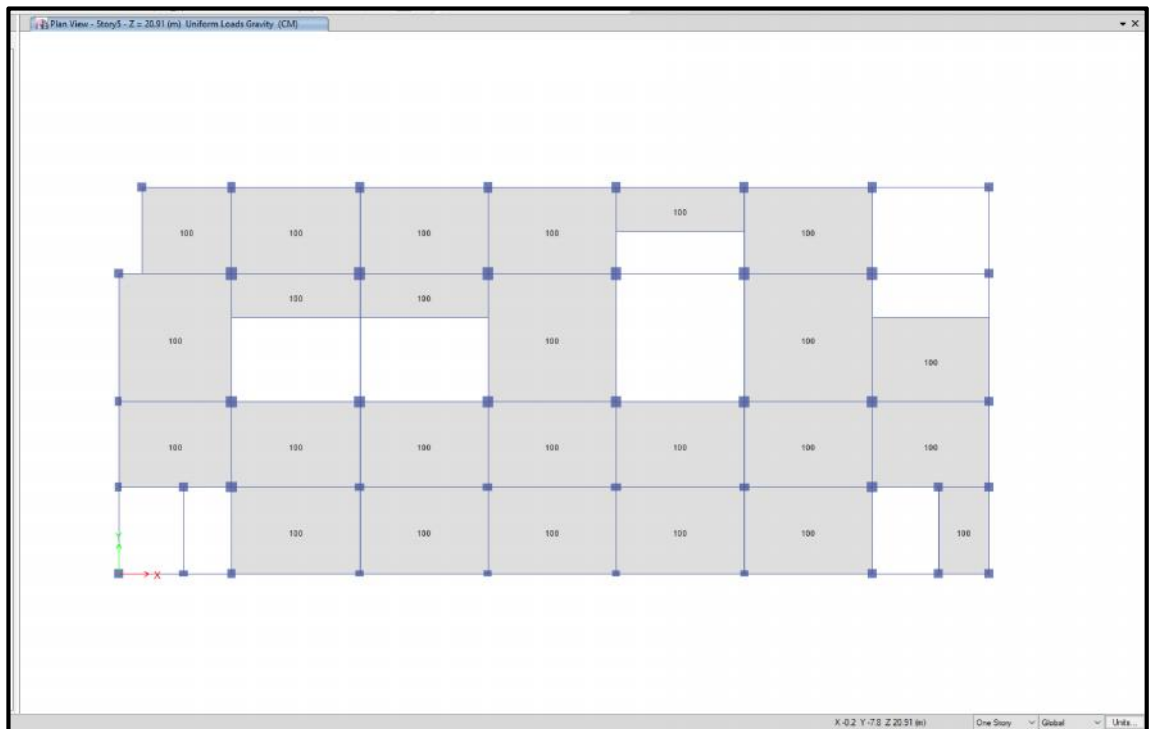
Live Up: Sobrecarga de azotea.

FIGURA 29: Asignación de Carga Muerta en Entrepiso



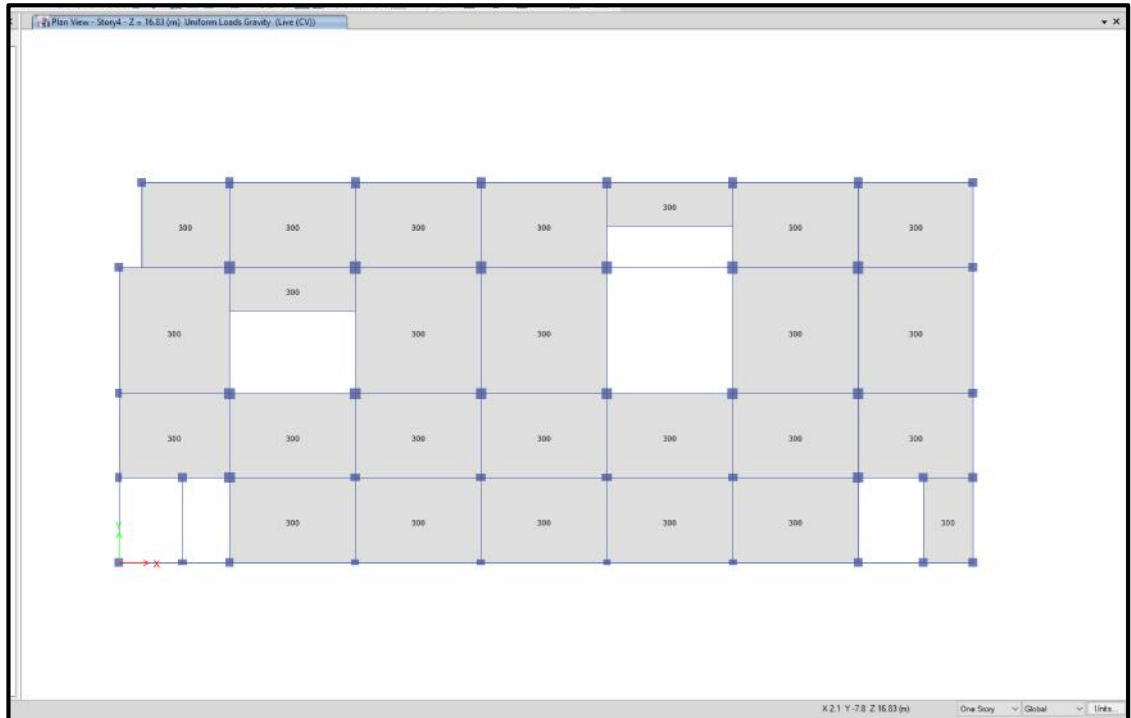
Fuente: Propio

FIGURA 30: Asignación de Carga Muerta en Azotea



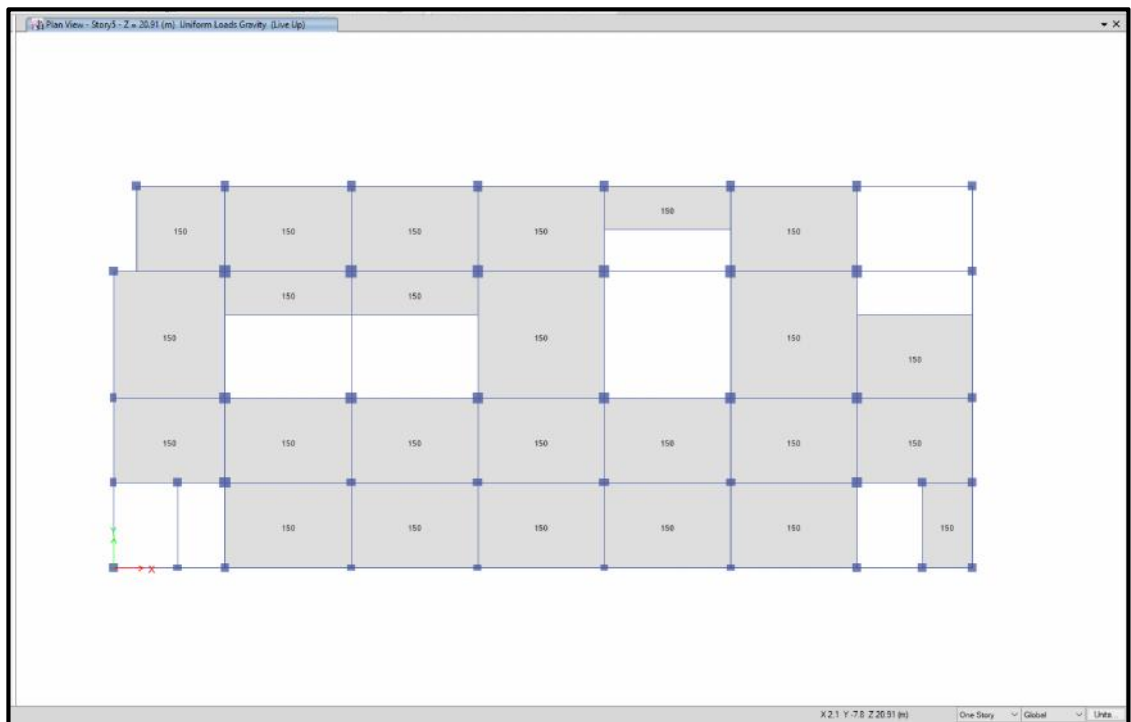
Fuente: Propio

FIGURA 31: Asignación de Carga Viva en Entrepiso



Fuente: Propio

FIGURA 32: Asignación de Carga Viva en Azotea

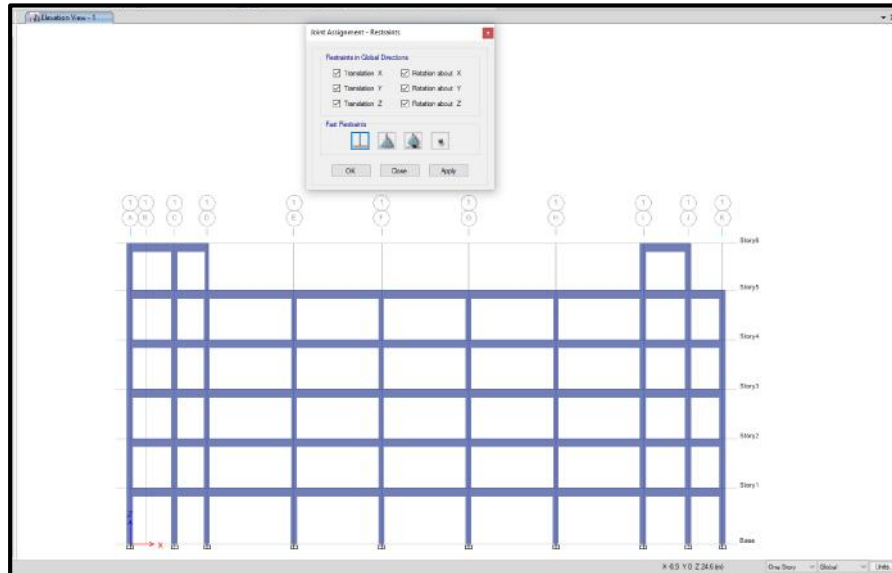


Fuente: Propio

2.4.3.1.5. CONDICIÓN DE APOYO

Los apoyos en la base deben de estar empotrados perfectamente.

FIGURA 33: Asignación de Restricciones en la Base

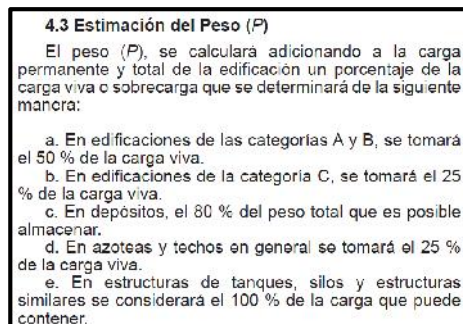


Fuente: Propio

2.4.3.1.6. DEFINICIÓN DE LA MASA DE LA ESTRUCTURA

Es necesario determinar el Peso Sísmico de la Estructura, el cual se determina utilizando el artículo 4.3 “Estimación de Peso” y el artículo 3.1 “Categoría de las Edificaciones y Factor de Uso(U)” de la RNE E.030-2016.

FIGURA 34: Estimación de Peso según RNE E.030-2016



Fuente: Norma Técnica E.030-2016

TABLA 8: Categoría de la Edificación según RNE E.030-2016

3.1 Categoría de las Edificaciones y Factor de Uso (U)

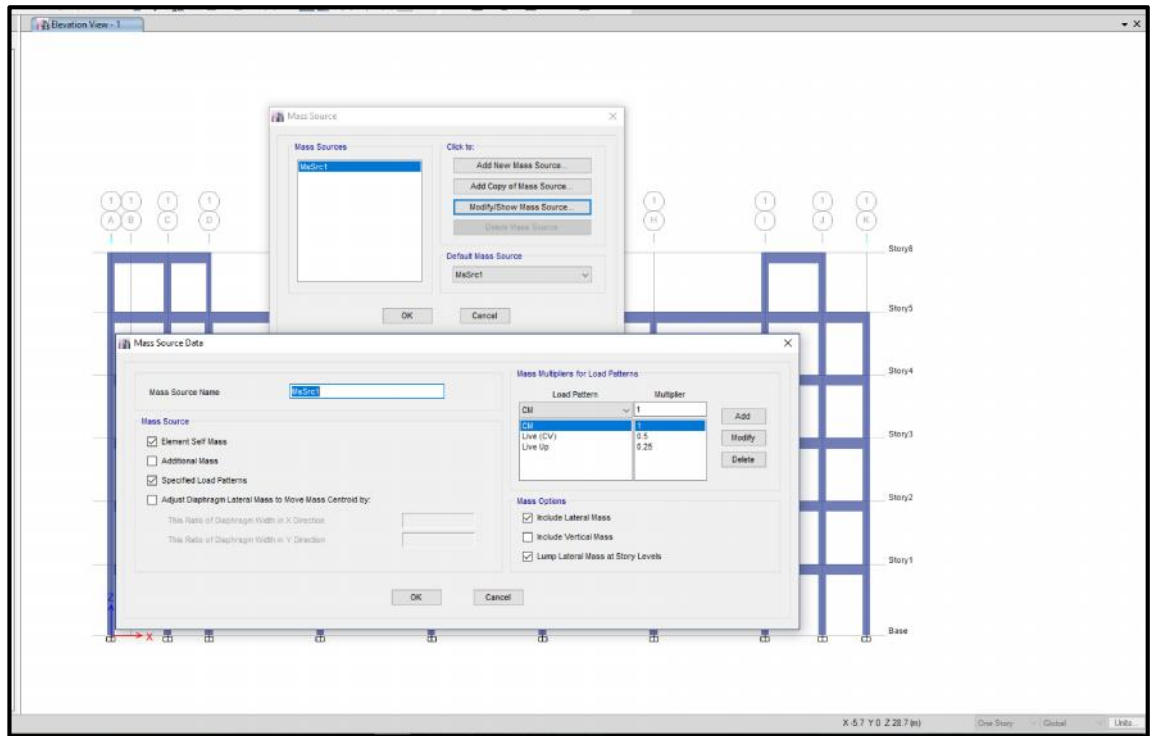
Cada estructura debe ser clasificada de acuerdo con las categorías indicadas en la Tabla N° 5. El factor de uso o importancia (U), definido en la Tabla N° 5 se usará según la clasificación que se haga. Para edificios con aislamiento sísmico en la base se podrá considerar $U = 1$.

Tabla N° 5 CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U"		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos de salud del Sector Salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud .	Ver nota 1
	<p>A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, locales municipales, centrales de comunicaciones. Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. <p>Todas aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre, tales como instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades.</p> <p>Se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos.</p>	1,5

Fuente: Norma Técnica E.030-2016

Una vez definidos los parámetros se procedo a definir la masa mediante el comando “Mass Source” y asignando los parámetros ya definidos.

FIGURA 35: Asignación de Cargas en el cálculo de la Masa

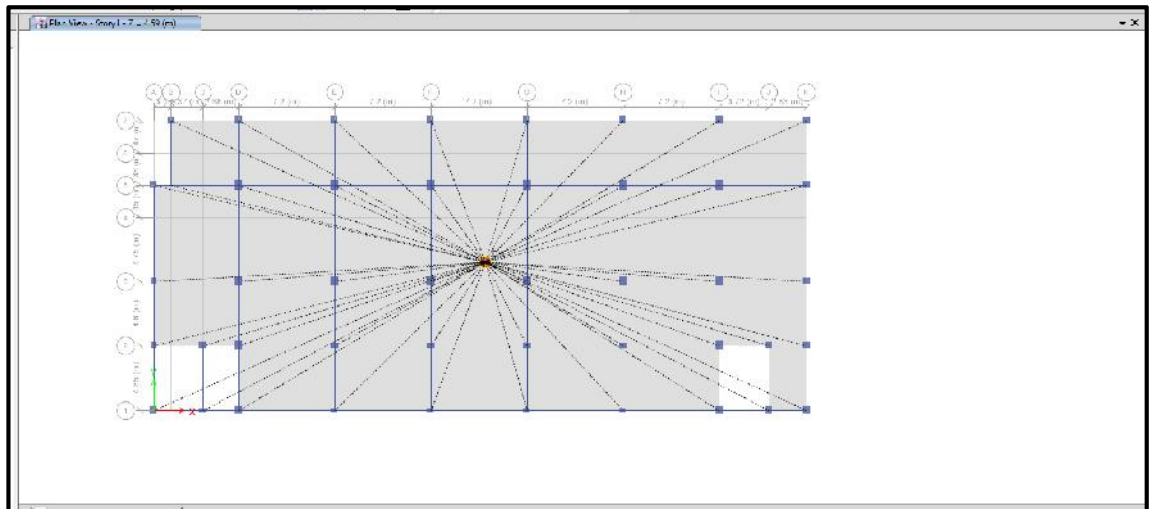


Fuente: Propio

2.4.3.1.7. CREACIÓN Y ASIGNACIÓN DE DIFRAGMAS RÍGIDOS

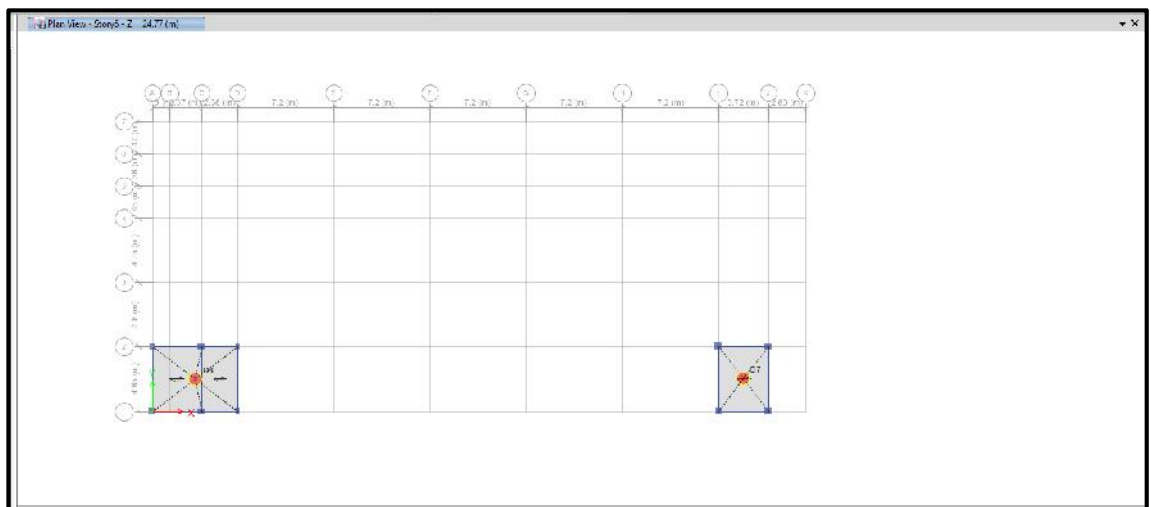
Los pesos de la estructura se acumulan en los entrepisos, para ello es necesario definir los diafragmas rígidos. El edificio cuenta con 7 diafragmas, cinco diafragmas del Nivel 1 al 5 y dos en el Nivel 6.

FIGURA 36: Diafragmas en el Nivel 1



Fuente: Propio

FIGURA 37: Diafragmas en el Nivel 6



Fuente: Propio

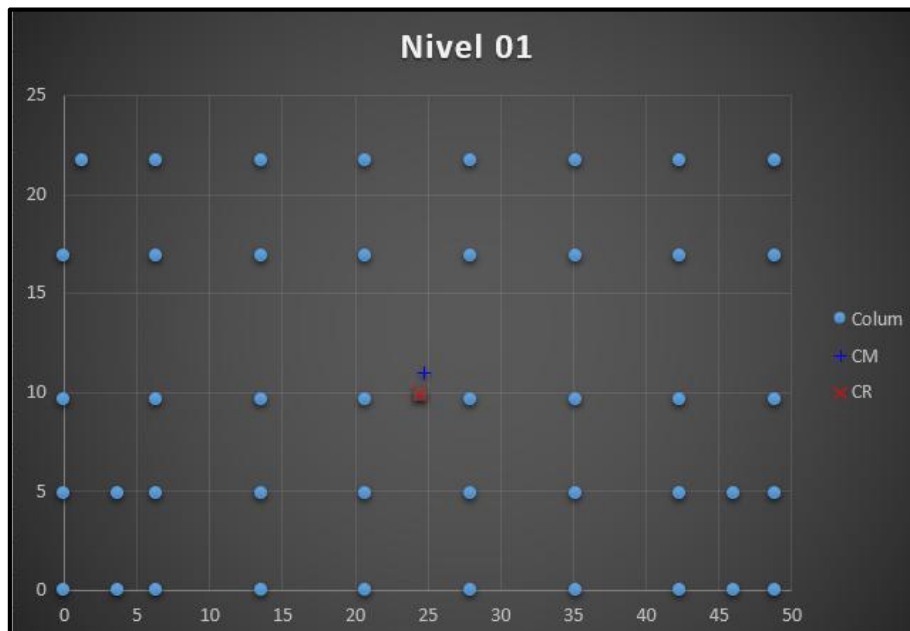
Es necesario calcular los pesos y centros de masa (CM) y Centro de Rigidez (CR). De la configuración inicial se observa que los centros de gravedad y centros de masa no coinciden.

TABLA 9: Ubicación de Centros de Masa y Centros de Rigidez Inicial

PISO	Diaphragm	XCCM	YCCM	XCR	YCR
		m	m	m	m
1	D1	24.7749	10.9535	24.4801	9.9136
2	D2	24.777	10.9597	24.5511	9.7643
3	D3	24.777	10.9597	24.5739	9.7277
4	D4	24.7988	10.7597	24.5798	9.7382
5	D5	24.1757	10.3481	24.5764	9.7676
6	D6	3.2737	2.457	4.5677	2.9545
6	D7	44.1708	2.4761	43.453	2.9092

Fuente: Propio

FIGURA 38: CM y CR Inicial - Nivel 1



Fuente: Propio

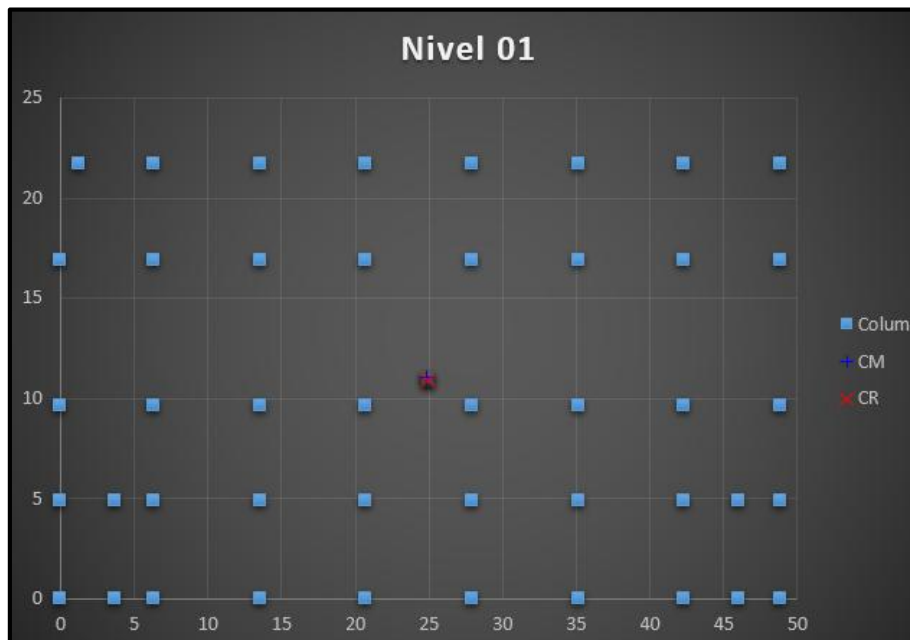
Es necesario que los centros de masa (XCCM y YCCM) y el centro de rigidez coincidan, o en su defecto estén adyacentes, para ello se debe de hacer robustas algunas columnas.

TABLA 10: Ubicación de Centros de Masa y Centros de Rigidez Final

PISO	Diaphragm	XCCM	YCCM	XCR	YCR
		m	m	m	m
1	D1	24.8173	11.0713	24.9058	10.8813
2	D2	24.8173	11.0746	24.9857	10.6602
3	D3	24.8173	11.0746	25.0082	10.5986
4	D4	24.8423	10.8827	25.0134	10.6068
5	D5	24.2568	10.4547	25.0132	10.6437
6	D6	3.203	2.4281	3.8835	2.5563
6	D7	44.1708	2.4761	43.4541	2.9346

Fuente: Propio

FIGURA 39: CM y CR Final – Nivel 1



Fuente: Propio

2.4.3.1.8. PERIODO FUNDAMENTAL

Del modelo afinado se calcula el periodo de la Super-Estructura [Modelo Convencional], este periodo servirá de base para el cálculo de la estructura Aislada.

TABLA 11: Periodos de la Super-Estructura [Modelo Convencional]

Case	Mode	Period sec	Frequency cyc/sec	Circular Frequency	Eigenvalue rad ² /sec ²
Modal	1	1.02	0.98	6.1599	37.9448
Modal	2	1.017	0.983	6.1776	38.1623
Modal	3	0.927	1.079	6.7781	45.9423
Modal	4	0.336	2.979	18.7156	350.2747
Modal	5	0.334	2.993	18.8038	353.5819
Modal	6	0.306	3.268	20.5352	421.6928
Modal	7	0.197	5.075	31.8853	1016.675
Modal	8	0.194	5.157	32.4011	1049.8299

Fuente: Propio

II.4.3.2. SUB-ESTRUCTURA [Modelo Aislado]

Se procede a calcular las propiedades del aislador, según la Norma Técnica E.031 “Aislamiento Sísmico”. El proyecto cuenta con 44 columnas, es decir también tendrá 44 elementos de aislación (Aisladores o Deslizadores).

Se realiza el diseño del aislador utilizando el procedimiento de fuerza lateral equivalente. El Procedimiento del Sistema de Aislamiento se adjunta en el ANEXO 2

2.4.3.2.1. SISMO MÁXIMO CREIBLE

La normativa del ASCE/SEI 7-10, considera dos casos de sismos: Sismo Máximo Creíble (MCE) para dimensionar los aisladores y el Sismo de Diseño (DBE) para diseñar la superestructura.

TABLA 12: Factor de Zona - E.030-2016

FACTORES DE ZONA “Z”	
ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Fuente: Norma Técnica E.030-2016

TABLA 13: Factor de Suelo - E.030-2016

SUELO ZONA		FACTOR DE SUELO “S”			
		S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z ₄		0,80	1,00	1,05	1,10
Z ₃		0,80	1,00	1,15	1,20
Z ₂		0,80	1,00	1,20	1,40
Z ₁		0,80	1,00	1,60	2,00

Fuente: Norma Técnica E.030-2016

TABLA 14: Factor de Periodos - E.030-2016

		PERÍODOS “T _p ” Y “T _L ”			
		Perfil de suelo			
		S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
T _p (s)		0,3	0,4	0,6	1,0
T _L (s)		3,0	2,5	2,0	1,6

Fuente: Norma Técnica E.030-2016

Según el ASCE/SEI-7-10 capítulo 11.4.6 el espectro de la respuesta para el MCE se determina multiplicando la respuesta de diseño por 1.5.

“11.4.6 Risk-Targeted Maximum Considered (MCER) Response

Spectrum: Where an MCER response spectrum is required, it shall be determined by multiplying the design response spectrum by 1.5.” [7]

Entonces: **Z(DBE):**0.25 **Z(MCE):** 0.25*1.50=0.375

2.4.3.2.2. PERIODO OBJETIVO

El periodo máximo objetivo a lograr se consigue según el ASCE/SEI-7-10 capítulo 17.5.3.4.

$$T_M = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{W}{K_M \cdot m \cdot g}}$$

W=Peso efectivo de la estructura aislada (por encima de la interfaz de aislamiento) en Kips (KN).

KMmin= Rigidez efectiva mínima en Kips/in (KN/mm) del sistema de aislación para máximos desplazamientos esperados en la dirección horizontal considerada y definida por la ecuación 17.8-6.

g= aceleración de la gravedad

Cómo se trata de iterar, se puede calcular a partir del periodo de la estructura con base empotrada, entre 2.5 a 3 veces el valor del periodo.

$$T_M = (2.5 \sim 3)T$$

Entonces $T=1.02$ seg y $T_M=2.86$ seg

2.4.3.2.3. AMORTIGUAMIENTO Y COEFICIENTE

Para calcular estos valores podemos usar la tabla del ASCE/SEI 7-10 capítulo 17.5.3.1.

TABLA 15: Coeficiente de amortiguamiento - ASCE

Effective Damping, β_D or β_M (percentage of critical) ^{a,b}	B_D or B_M Factor
≤ 2	0.8
5	1.0
10	1.2
20	1.5
30	1.7
40	1.9
≥ 50	2.0

Fuente: ASCE/SEI 7-10 (Tabla 17.5-1)

Al ser un procedimiento iterativo se puede iniciar con un valor de amortiguamiento de 15% y de allí se va iterando.

2.4.3.2.4. DESPLAZAMIENTOS MÁXIMOS

Para el cálculo de los desplazamientos máximos se debe de calcular previamente el D_M y D_D . (Ecuación 17.5-1 y 17.5-3 ASCE/SEI)

$$D_D = \frac{g \cdot S_{D1} \cdot T_D}{4\pi^2 \cdot B_D} \quad D_M = \frac{g \cdot S_{M1} \cdot T_M}{4\pi^2 \cdot B_M}$$

D_D : desplazamiento de diseño, en el centro de rigidez del sistema de aislamiento para el sismo base de diseño en la dirección bajo análisis.

D_M : desplazamiento máximo en el centro de rigidez del sistema de aislamiento para el sismo máximo esperado en la dirección bajo análisis.

S_{D1} y S_{M1} : Son las aceleraciones espectrales de respuesta a DBE y MCE respectivamente, medidas para tiempo de 1 seg.

T_D y T_M : Periodo sísmico efectivo de la estructura sísmicamente aislada, para el sismo de diseño y el sismo máximo respectivamente en la dirección del desplazamiento de diseño bajo análisis.

B_D : coeficiente numérico relacionado al amortiguamiento efectivo (ζ_D) del sistema de aislamiento en el desplazamiento de diseño.

B_M : coeficiente numérico como se indica en la Tabla 17.5-1 ASCE/SEI para una amortiguación eficaz igual a ζ_M .

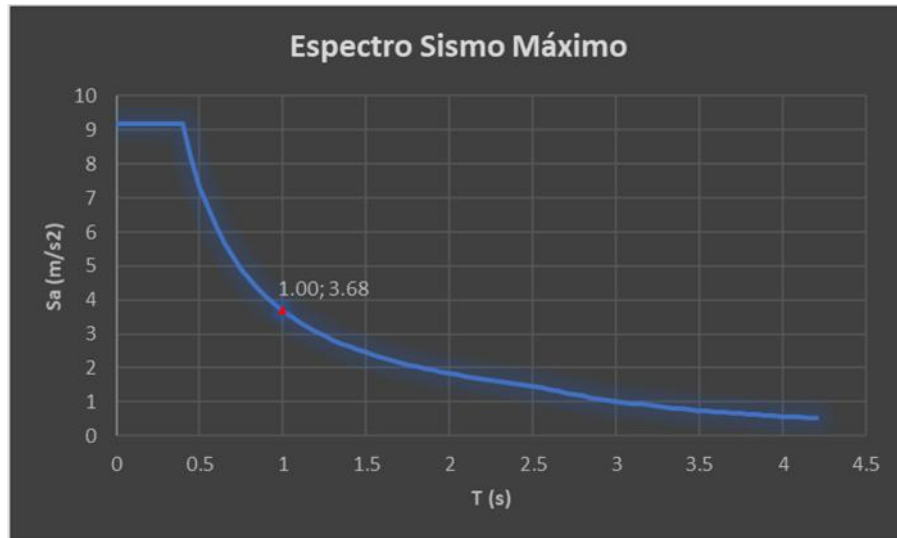
SISMO MÁXIMO

Z	0.375
U	1
R	1
S	1.00
T_P	0.4
T_L	2.5

$$D_M = \frac{g \cdot S_{M1} \cdot T_M}{4\pi^2 \cdot B_M}$$

$$D_M = \frac{3.679 \cdot * \cdot 2.86}{4\pi^2 \cdot 1.350} = 0.620 \text{ m}$$

FIGURA 40: Espectro Sismo Máximo



Fuente: Propio

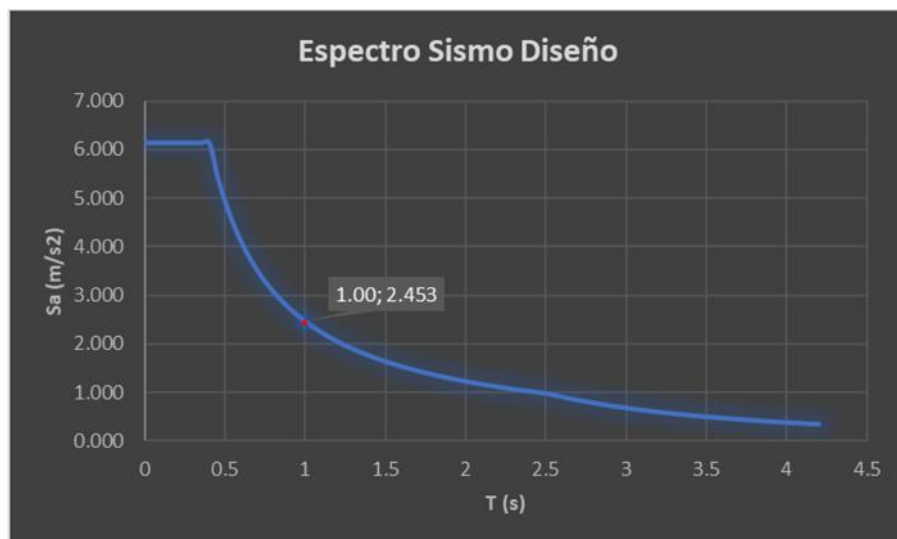
SISMO DE DISEÑO

Z	0.25
U	1
R	1
S	1.00
T _P	0.4
T _L	2.5

$$D_D = \frac{g \cdot S_{D1} \cdot T_D}{4\pi^2 \cdot B_D}$$

$$D_M = \frac{2.453}{4\pi^2} \cdot \frac{2.50}{1.500} = 0.325 \text{ m}$$

FIGURA 41: Espectro Sismo de Diseño



Fuente: Propio

El desplazamiento total de diseño, D_{TD} , y el desplazamiento total máximo, D_{TM} , de elementos del sistema de aislamiento deberán incluir el desplazamiento adicional debido a la torsión real y accidental calculado a partir de la distribución espacial de la rigidez lateral del sistema de aislamiento y la ubicación más desfavorable de masa excéntrica. (Ecuación 17.5-5 y 17.5-6 ASCE/SEI)

$$D_T = D_M \cdot \left[1 + y \cdot \frac{12 \cdot e}{(b^2 \cdot d^2)} \right]$$

$$D_T = D_D \cdot \left[1 + y \cdot \frac{12 \cdot e}{(b^2 \cdot d^2)} \right]$$

y: la distancia entre los centros de rigidez del sistema de aislamiento y el elemento de interés (debe considerarse el aislador más alejado) medido perpendicular a la dirección de carga sísmica bajo consideración.

e: excentricidad real medido en el plano entre el centro de masa de la estructura por encima de la interfaz de aislamiento y el centro de la rigidez del sistema de aislamiento, además de excentricidad accidental, tomado como un 5 por ciento de la dimensión más larga en la estructura, perpendicular a la dirección de la fuerza que se examina.

b y d: Son las dimensiones en planta de la estructura.

2.4.3.2.5. PREDIMENSIONAMIENTO DEL DIÁMETRO DE AISLADORES

La ASCE/SEI 7-2010 Cap. 17.2.4.6 Estabilidad de la Carga Vertical, establece que el sistema de aislamiento deberá ser diseñado para ser estable en la carga vertical de diseño en el que se sometió a un desplazamiento horizontal igual al desplazamiento máximo total. La carga vertical de diseño se calcula utilizando la combinación de carga 5 de la Sección: 2.3.2 Basic Combinations.

TABLA 16: Combinaciones de Carga - Predimensionamiento de Aisladores

1. 1.4D
2. 1.2D + 1.6L + 0.5(Lr or S or R)
3. 1.2D + 1.6(Lr or S or R) + (L or 0.5W)
4. 1.2D + 1.0W + L + 0.5(Lr or S or R)
5. 1.2D + 1.0E + L + 0.2S
6. 0.9D + 1.0W
7. 0.9D + 1.0E

Fuente: Propio

Los aisladores elastomericos poseen un esfuerzo de compresión del aislador de 800 Tonf/m².

$$\sigma_{m\acute{a}x} \geq \frac{P}{\left(\pi \cdot \frac{D^2}{4}\right)}$$

$$D_i \geq \sqrt{\frac{4 \cdot P}{\left(\pi \cdot \sigma_{m\acute{a}x}\right)}}$$

TABLA 17: Carga Axial - Diseño del Aislador

Story	Joint Label	FZ [tonf]				1.5CM+1.25CV
		1.5	1.5	1.25	1.25	
Story	Joint Label	CM	Peso Propio	CV	Live Up	[tonf]
Base	1	32.0464	92.6662	25.3236	3.7533	223.42
Base	2	56.5777	127.2997	45.8746	4.5859	338.89
Base	3	49.3338	109.5144	39.6462	4.6199	293.60
Base	4	60.5928	131.0753	49.9151	3.5378	354.32
Base	5	50.3702	110.5961	40.4212	4.8182	298.00
Base	6	65.2195	138.9586	52.9876	5.1009	378.88
Base	7	50.1076	110.2471	40.1914	4.8264	296.80
Base	8	61.0298	133.4905	49.5353	4.858	359.77
Base	9	49.387	109.0438	39.6234	4.7396	293.10
Base	10	60.9392	133.3369	49.4622	4.85	359.30
Base	11	35.232	99.4722	27.8027	4.1934	242.05
Base	12	60.9651	134.4412	48.8722	5.9213	361.60
Base	19	58.7143	135.6735	47.2903	5.3133	357.34
Base	20	62.159	138.9145	50.4779	4.902	370.84
Base	21	64.1356	141.6644	51.7519	5.6376	380.44
Base	22	56.7171	129.7159	46.4932	3.7126	342.41
Base	23	56.7769	129.7979	46.5357	3.7279	342.69
Base	24	61.473	135.7808	50.313	4.1617	363.97
Base	25	10.0319	39.4328	8.039	0.9796	85.47
Base	26	10.632	38.7022	9.1755	-0.1091	85.33
Base	27	5.4702	31.6156	4.2989	0.6823	61.86
Base	28	0.8757	32.5612	0.2344	0.9034	51.58
Base	29	23.0039	65.9823	18.4214	2.2684	159.34
Base	30	22.4774	68.7904	17.9941	2.2264	162.18
Base	31	26.3861	76.5228	21.1343	2.5942	184.02
Base	32	26.3181	76.3098	21.0738	2.5979	183.53
Base	33	25.0413	74.7056	20.2161	2.1838	177.62
Base	34	25.173	74.9702	20.3165	2.2056	178.37
Base	35	24.7579	71.7715	20.4835	1.2908	172.01
Base	36	11.8419	45.0371	9.3968	1.3184	98.71
Base	37	27.6818	73.0228	22.3421	2.4239	182.01
Base	38	27.1092	69.9923	22.7506	0.8503	175.15

Base	39	13.6901	56.1947	10.5847	2.012	120.57
Base	40	25.9888	68.5564	20.7549	2.6621	171.09
Base	41	26.4066	69.2627	21.0907	2.7013	173.24
Base	42	26.4253	69.2414	21.1087	2.6977	173.26
Base	43	25.9277	68.4887	20.7086	2.6516	170.82
Base	44	14.6486	58.3995	11.3479	2.1139	126.40
Base	45	6.2552	39.2372	4.6969	1.1632	75.56
Base	46	14.5809	50.9482	11.4264	1.8752	114.92
Base	47	2.4777	29.1036	1.5321	1.0354	50.58
Base	48	12.0834	51.0001	9.1598	2.0955	108.69
Base	49	7.3346	38.1323	5.5509	1.2878	76.75
Base	50	24.8351	65.3076	19.8737	2.4736	163.15
Base	41	26.4066	69.2627	21.0907	2.7013	173.24
Base	42	26.4253	69.2414	21.1087	2.6977	173.26
Base	43	25.9277	68.4887	20.7086	2.6516	170.82
Base	44	14.6486	58.3995	11.3479	2.1139	126.40
Base	45	6.2552	39.2372	4.6969	1.1632	75.56
Base	46	14.5809	50.9482	11.4264	1.8752	114.92
Base	47	2.4777	29.1036	1.5321	1.0354	50.58
Base	48	12.0834	51.0001	9.1598	2.0955	108.69
Base	49	7.3346	38.1323	5.5509	1.2878	76.75
Base	50	24.8351	65.3076	19.8737	2.4736	163.15

Fuente: Propio

Una vez encontrados las propiedades de los aisladores, se debe de introducir en el modelo de la super estructura hecha en ETABS.

II.4.3.3. SUPER-ESTRUCTURA [Modelo Aislado]

Una vez obtenido los elementos del sistema convencional y las propiedades de los aisladores se deben de comenzar modelar la super-estructura aislada.

2.4.3.3.1. DEFINICIÓN DE LOS NUEVOS NIVELES

Dentro de los elementos de la super-estructura se encuentra las vigas de aislación, capiteles y el piso técnico para ello se debe de aumentar los siguientes niveles: Piso Técnico 1.00m y Aislador 0.40m.

FIGURA 42: Definición de los niveles de la edificación – Modelo Aislado

Story	Height (m)	Elevation (m)	Master Story	Similar To	Splice Story	Splice Height (m)	Story Color
Story5	3.35	26.17	Yes	None	None	0	Magenta
Story5	4.03	22.51	No	Story5	None	0	Yellow
Story1	4.03	18.23	No	Story5	None	0	Grey
Story3	4.03	14.15	No	Story5	None	0	Blue
Story2	4.03	10.07	No	Story5	None	0	Green
Story1	4.03	5.99	No	Story5	None	0	Cyan
Piso Técnico	1	1.4	No	None	None	0	Yellow
Aislador	0.4	0.4	No	None	None	0	Yellow
Base		0					

Note: Right Click on Grid for Options

Refresh View
OK Cancel

Fuente: Propio

Se define estas alturas porque generalmente los capiteles miden 1.00m y los aisladores 0.40m.

2.4.3.3.1. DEFINICIÓN DEL PISO TÉCNICO

La configuración estructural de la superestructura está compuesta por cabezales o dados de concreto sobre y debajo de los aisladores, y estos se encuentran conectados entre sí por un sistema de vigas más una losa que actúa como diafragma rígido que permita un desplazamiento uniforme de todo el sistema.

Se plantea una losa sólida de espesor de 18 cm, pues son más rígidas lateralmente que una losa aligerada, además esta losa debe estar confinada por vigas de gran peralte y mayor ancho que las demás vigas de entrepisos, se plantea vigas de 0.40m x 0.90 m

Para garantizar una conexión rígida en unión de vigas, se plantea un ensanche de 1.20m x 1.20m que generalmente es conocido como capitel. El material a utilizar es de concreto armado con las siguientes propiedades:

Resistencia a la compresión: $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$

Módulo de elasticidad: $219,487.77 \text{ kg/cm}^2$

Módulo de poisson: $U=0.15$

Módulo de Corte: $G = 95,429.47 \text{ kg/cm}^2$

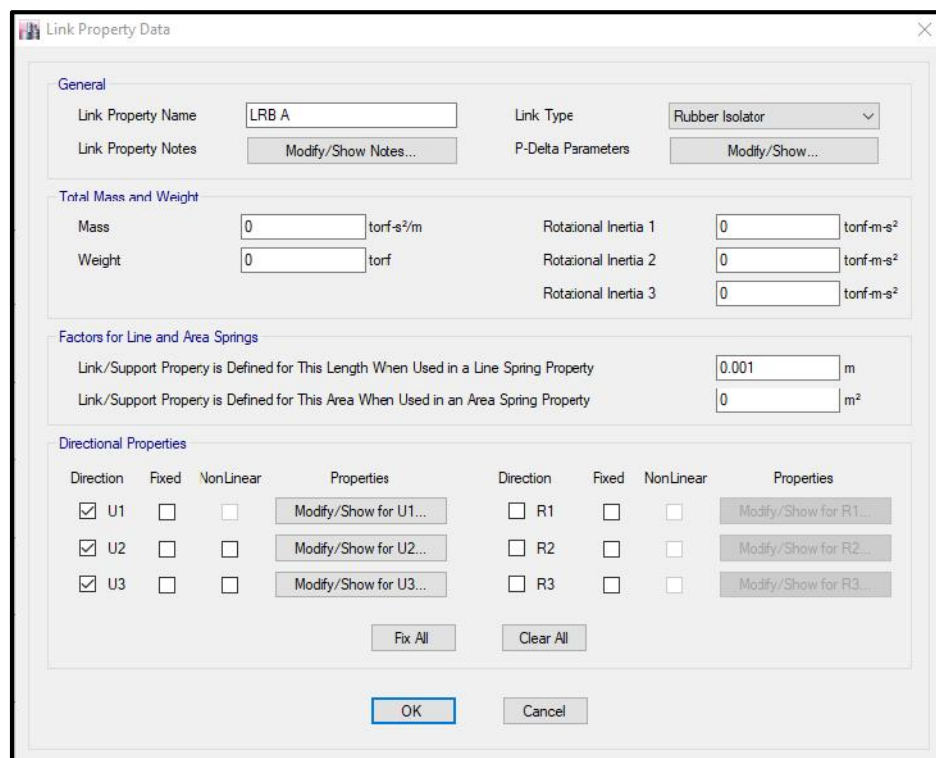
Definidos estos parámetros se comienza a modelar las vigas y las losas en el programa Etabs.

2.4.3.3.2. DEFINICIÓN DEL AISLADOR Y DESLIZADOR

Se comienza a cargar los datos obtenidos en el diseño del aislador y deslizador.

Los elementos Link tienen tres ejes locales: U1 (Dirección eje Z), U2 (Dirección X), U3 (Dirección eje Y)

FIGURA 43: Definición del aislador tipo A – Modelo Aislado



Fuente: Propio

FIGURA 44: Propiedades en la Dirección 1 - LRB A

Link/Support Directional Properties

Identification

Property Name	LRB A
Direction	U1
Type	Rubber Isolator
NonLinear	No

Linear Properties

Effective Stiffness	178746.68	tonf/m
Effective Damping	46.45	tonf-s/m

OK Cancel

Fuente: Propio

FIGURA 45: Propiedades en la Dirección 2 - LRB A

Link/Support Directional Properties

Identification

Property Name	LRB A
Direction	U2
Type	Rubber Isolator
NonLinear	No

Linear Properties

Effective Stiffness	190.7	tonf/m
Effective Damping	26.17	tonf-s/m

Shear Deformation Location

Distance from End-J	0.2	m
---------------------	-----	---

OK Cancel

Fuente: Propio

FIGURA 46: Propiedades en la Dirección 3 - LRB A

Link/Support Directional Properties

Identification

Property Name: LRB A

Direction: U3

Type: Rubber Isolator

NonLinear: No

Linear Properties

Effective Stiffness: 190.7 tonf/m

Effective Damping: 26.17 tonf-s/m

Shear Deformation Location

Distance from End-J: 0 m

OK Cancel

Fuente: Propio

FIGURA 47: Definición del deslizador tipo B – Modelo Aislado

Link Property Data

General

Link Property Name: Slider B

Link Property Notes: Modify/Show Notes...

Link Type: Friction Isolator

P-Delta Parameters: Modify/Show...

Total Mass and Weight

Mass: 0 tonf-s²/m

Weight: 0 tonf

Rotational Inertia 1: 0 tonf-m-s²

Rotational Inertia 2: 0 tonf-m-s²

Rotational Inertia 3: 0 tonf-m-s²

Factors for Line and Area Springs

Link/Support Property is Defined for This Length When Used in a Line Spring Property: 1 m

Link/Support Property is Defined for This Area When Used in an Area Spring Property: 1 m²

Directional Properties

Direction	Fixed	NonLinear	Properties	Direction	Fixed	NonLinear	Properties
<input checked="" type="checkbox"/> U1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	Modify/Show for U1...	<input type="checkbox"/> R1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Modify/Show for R1...
<input checked="" type="checkbox"/> U2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Modify/Show for U2...	<input type="checkbox"/> R2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Modify/Show for R2...
<input checked="" type="checkbox"/> U3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Modify/Show for U3...	<input type="checkbox"/> R3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Modify/Show for R3...

Fix All Clear All

OK Cancel

Fuente: Propio

FIGURA 48: Propiedades en la Dirección 1 – Slider B

The screenshot shows a dialog box titled "Link/Support Directional Properties". It is divided into three sections: Identification, Linear Properties, and Nonlinear Properties. The Identification section includes fields for Property Name (Slider B), Direction (U1), Type (Friction Isolator), and NonLinear (Yes). The Linear Properties section includes Effective Stiffness (237894.89 tonf/m) and Effective Damping (29.22 tonf-s/m). The Nonlinear Properties section includes Stiffness (0 tonf/m) and Damping Coefficient (0 tonf-s/m). There are OK and Cancel buttons at the bottom.

Section	Property	Value	Unit
Identification	Property Name	Slider B	
	Direction	U1	
	Type	Friction Isolator	
	NonLinear	Yes	
Linear Properties	Effective Stiffness	237894.89	tonf/m
	Effective Damping	29.22	tonf-s/m
Nonlinear Properties	Stiffness	0	tonf/m
	Damping Coefficient	0	tonf-s/m

Fuente: Propio

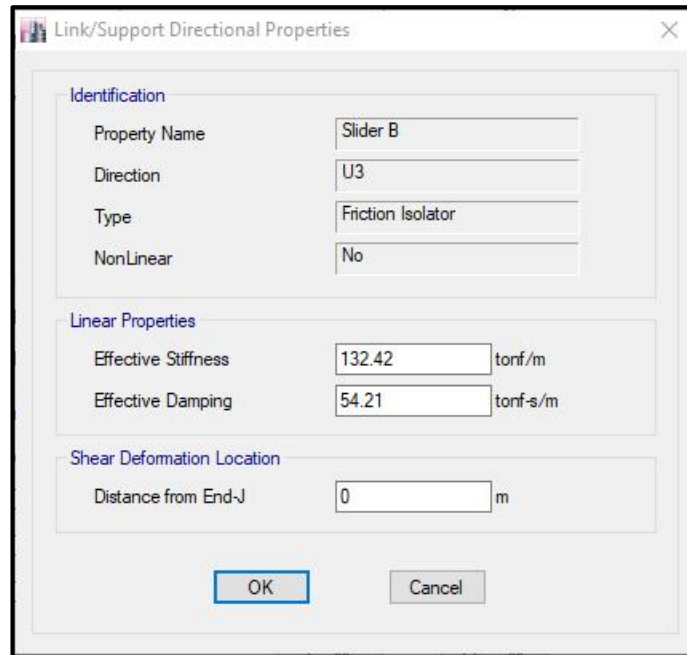
FIGURA 49: Propiedades en la Dirección 2 – Slider B

The screenshot shows a dialog box titled "Link/Support Directional Properties". It is divided into three sections: Identification, Linear Properties, and Shear Deformation Location. The Identification section includes fields for Property Name (Slider B), Direction (U2), Type (Friction Isolator), and NonLinear (No). The Linear Properties section includes Effective Stiffness (132.42 tonf/m) and Effective Damping (54.21 tonf-s/m). The Shear Deformation Location section includes Distance from End-J (0 m). There are OK and Cancel buttons at the bottom.

Section	Property	Value	Unit
Identification	Property Name	Slider B	
	Direction	U2	
	Type	Friction Isolator	
	NonLinear	No	
Linear Properties	Effective Stiffness	132.42	tonf/m
	Effective Damping	54.21	tonf-s/m
Shear Deformation Location	Distance from End-J	0	m

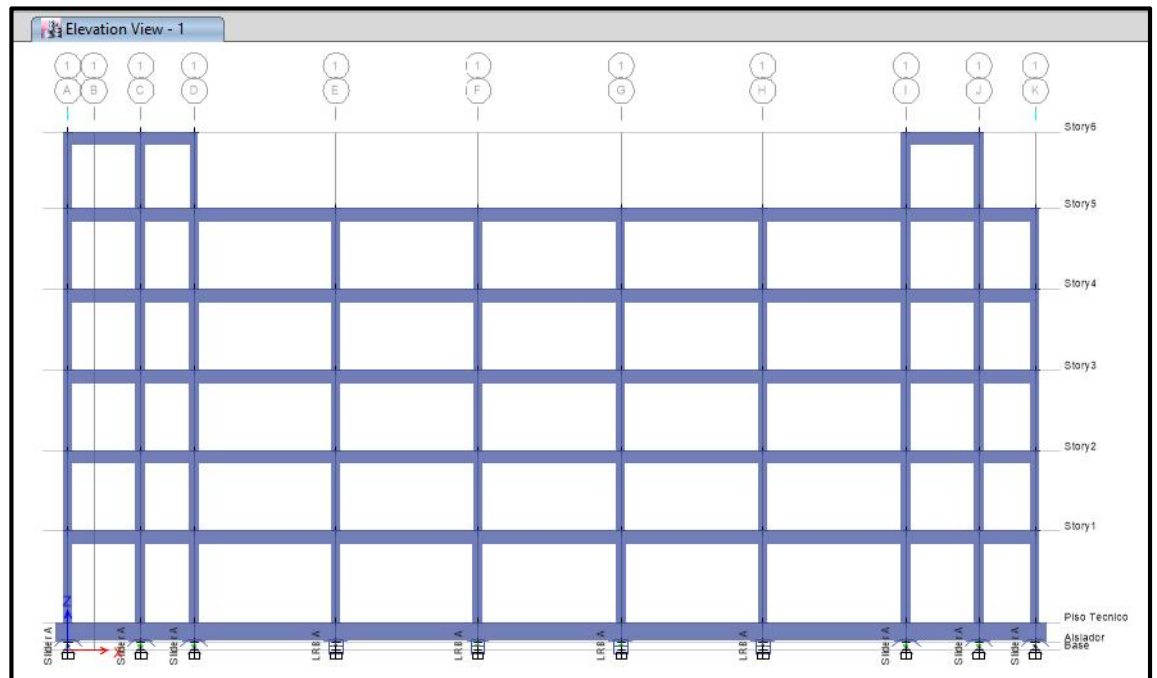
Fuente: Propio

FIGURA 50: Propiedades en la Dirección 2 – Slider B



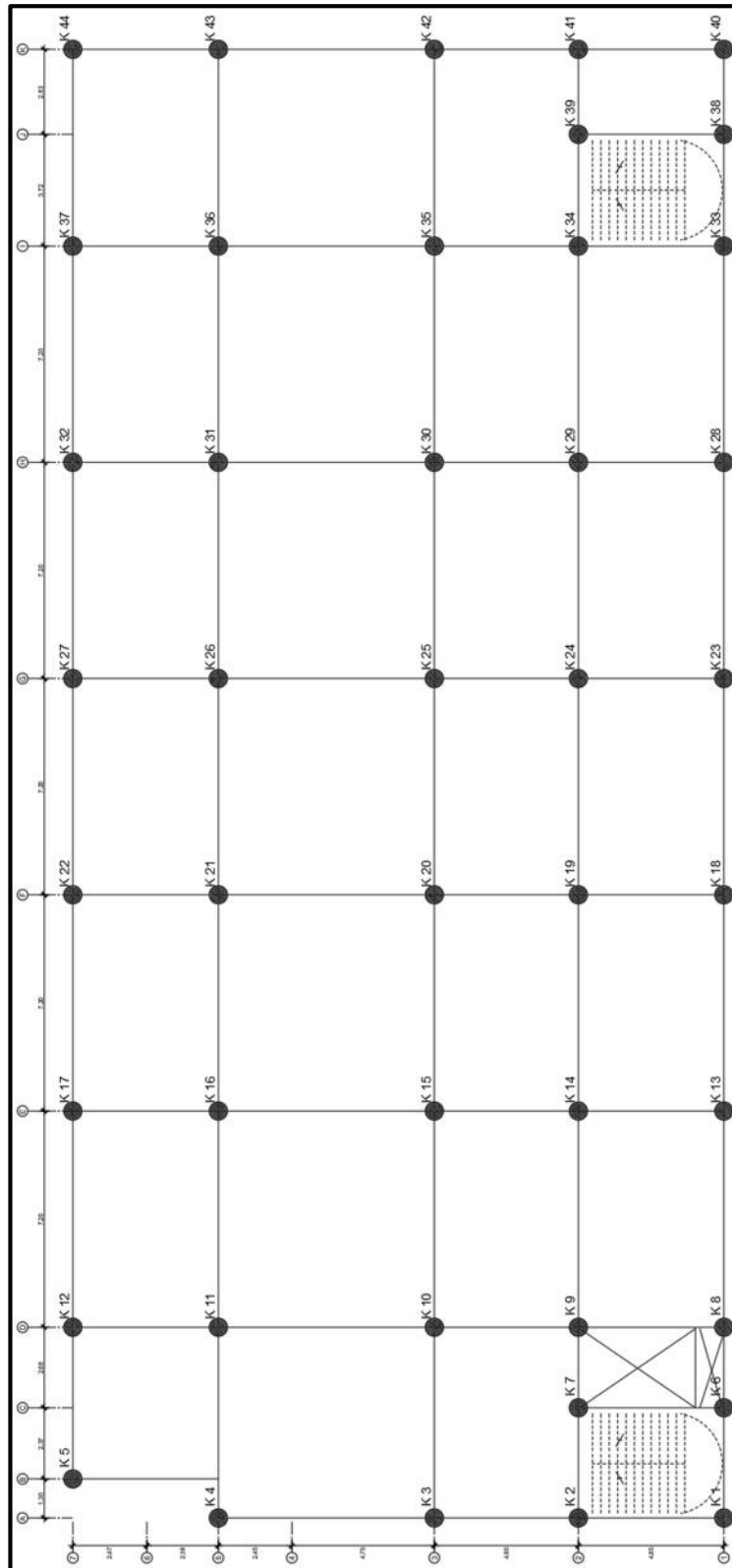
Fuente: Propio

FIGURA 51: Dibujo de los elementos Link en Elevación – Modelo Aislado



Fuente: Propio

FIGURA 52: Distribución de los Dispositivos de Aislación – Modelo Aislado



Fuente: Propio

II.4.3.4. VERIFICACIONES DEL SISTEMA DE AISLACIÓN

Una vez modelado los aisladores se debe de realizar las siguientes verificaciones:

Capacidad Axial

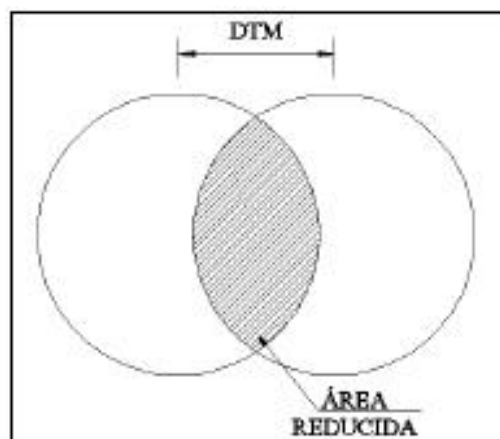
Consiste en hallar al aislador que está sometida a la mayor carga axial. La carga máxima se calcula de las combinaciones. Donde CM es carga muerta, CV es carga viva, CSH es carga sísmica horizontal, CSV es carga sísmica vertical = $0.5(1.5ZS)$ CM y CN es carga de nieve.

- a) $1,0CM + 0,5CV$ Carga vertical promedio.
- b) $1,25(CM+CV) + 1,0(CSH+CSV) + 0,2CN$ Carga vertical máxima.
- c) $0.9CM - 1,0(CSH+CSV)$ Carga vertical mínima

Capacidad por Volteo

La capacidad del aislador por volteo se calcula tomando en cuenta el área reducida mostrada en la siguiente figura, cuando el aislador se ha desplazada horizontalmente.

FIGURA 53: Área Reducida - Planta



Fuente: (DIS, 2017)

TABLA 18: Tabla de Cargas Axiales en Aisladores y Deslizadores – Verificación

LINK	CARGAS AXIALES									
	Peso Propio	CM	CV	CV-Up	MCE-X Max	MCE-Y Max	I=P(+x)	II=P(-x)	III=P(+y)	IV=P(-y)
	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf
K1	-40.13	-1.99	-1.09	-1.07	66.28	46.77	10.92	-121.63	-8.59	-102.12
K2	-49.26	-9.63	-7.44	-1.42	50.64	21.03	-34.04	-135.33	-63.66	-105.72
K3	-80.31	-29.79	-24.22	-2.30	34.79	14.43	-135.98	-205.55	-156.33	-185.20
K4	-81.47	-28.15	-22.81	-2.31	44.87	15.06	-123.57	-213.30	-153.38	-183.49
K5	-53.05	-13.98	-11.30	-1.20	43.82	31.80	-55.59	-143.24	-67.62	-131.21
K6	-40.16	-4.41	-3.06	-1.25	17.76	42.95	-43.34	-78.85	-18.15	-104.04
K7	-66.43	-17.60	-13.81	-2.25	40.21	24.27	-84.91	-165.32	-100.85	-149.38
K8	-69.23	-17.58	-13.90	-2.04	44.43	57.21	-84.00	-172.86	-71.22	-185.64
K9	-110.04	-37.84	-30.41	-3.55	55.04	18.84	-172.26	-282.35	-208.47	-246.14
K10	-156.56	-68.22	-55.95	-4.41	12.41	30.55	-344.01	-368.83	-325.87	-386.97
K11	-163.68	-70.20	-57.34	-4.95	12.23	35.39	-357.98	-382.43	-334.81	-405.59
K12	-86.47	-29.09	-23.61	-2.32	35.39	71.84	-141.48	-212.25	-105.02	-248.71
K13	-87.00	-32.58	-26.38	-2.71	9.84	30.06	-175.99	-195.68	-155.77	-215.90
K14	-132.73	-58.71	-47.91	-4.22	7.06	15.28	-297.40	-311.52	-289.19	-319.74
K15	-167.01	-76.28	-63.17	-3.87	2.68	5.88	-385.25	-390.60	-382.04	-393.80
K16	-170.06	-75.33	-61.83	-4.80	10.46	32.10	-379.55	-400.47	-357.91	-422.11
K17	-97.57	-34.65	-28.15	-2.72	23.72	72.75	-180.14	-227.58	-131.11	-276.62
K18	-88.07	-33.39	-27.01	-2.83	8.91	28.78	-180.20	-198.02	-160.34	-217.89
K19	-135.05	-61.03	-49.73	-4.53	5.10	16.21	-307.82	-318.01	-296.70	-329.13
K20	-173.45	-80.27	-65.84	-5.17	1.78	5.75	-404.13	-407.68	-400.16	-411.66
K21	-172.16	-76.85	-62.83	-5.33	9.73	31.45	-386.74	-406.20	-365.02	-427.92
K22	-97.50	-34.73	-28.19	-2.76	21.83	70.49	-182.13	-225.80	-133.47	-274.46
K23	-88.00	-33.38	-27.00	-2.82	9.00	29.47	-180.00	-198.00	-159.53	-218.47
K24	-134.40	-60.56	-49.32	-4.53	4.96	16.26	-306.05	-315.97	-294.75	-327.27
K25	-168.95	-76.79	-62.96	-5.00	1.81	5.93	-390.31	-393.93	-386.19	-398.05
K26	-162.27	-70.66	-58.41	-3.77	9.76	31.94	-359.13	-378.65	-336.95	-400.83
K27	-95.38	-33.17	-27.13	-2.28	21.87	71.62	-175.56	-219.30	-125.81	-269.06
K28	-86.27	-32.29	-26.13	-2.70	10.92	33.61	-173.33	-195.17	-150.64	-217.85
K29	-132.75	-59.30	-48.31	-4.40	7.45	18.09	-298.50	-313.40	-287.86	-324.04
K30	-167.93	-76.08	-62.37	-4.96	2.85	8.24	-386.32	-392.02	-380.94	-397.41
K31	-161.92	-70.51	-58.31	-3.71	10.96	34.55	-357.10	-379.03	-333.52	-402.62
K32	-95.51	-33.27	-27.24	-2.24	24.76	78.16	-173.06	-222.59	-119.66	-275.99
K33	-72.71	-19.02	-15.07	-2.17	43.55	70.21	-92.66	-179.76	-66.00	-206.43
K34	-119.11	-42.66	-34.26	-4.03	42.77	19.22	-207.30	-292.84	-230.85	-269.30
K35	-168.41	-73.86	-60.08	-5.65	14.97	39.40	-370.03	-399.96	-345.59	-424.39
K36	-163.54	-72.63	-60.08	-3.80	10.92	32.76	-364.15	-385.99	-342.30	-407.83
K37	-92.20	-32.72	-27.20	-1.48	28.92	83.46	-163.08	-220.93	-108.55	-275.46
K38	-48.96	-8.78	-6.76	-1.34	22.09	64.83	-60.20	-104.39	-17.47	-147.13
K39	-64.70	-19.60	-15.66	-1.99	13.96	31.76	-113.48	-141.40	-95.68	-159.20
K40	-40.24	-7.79	-6.17	-0.88	70.80	56.40	1.94	-139.67	-12.47	-125.26
K41	-57.63	-15.98	-12.85	-1.48	66.51	28.67	-43.42	-176.43	-81.26	-138.60
K42	-85.73	-32.11	-26.26	-2.20	40.41	34.50	-142.46	-223.28	-148.37	-217.37
K43	-86.46	-32.96	-27.72	-0.93	42.60	28.47	-142.48	-227.69	-156.61	-213.55
K44	-52.45	-14.95	-12.79	-0.04	37.48	53.31	-62.81	-137.77	-46.98	-153.60
	MÍN:	-404.13	-407.68	-400.16	-427.92					

Fuente: Propio

El área reducida se calcula de la siguiente manera:

$$A = A_A * 2 * \frac{\left[D_e^2 * S^{-1} \left(\frac{\sqrt{D_e^2 - D_T^2}}{D_e} \right) - D_T * \sqrt{D_e^2 - D_T^2} \right]}{\pi * D_e^2} \dots (A \quad II)$$

Donde:

AR = Área Reducida

AA = Área del aislador, en mm²

De = Diámetro del aislador sin contar cobertura de caucho exterior, en mm

DTM = Desplazamiento total de un elemento del sistema de aislamiento, en la dirección de análisis, que incluye la translación en el centro de rigidez y la componente torsional.

Peso Crítico

El peso crítico es la capacidad axial máxima que puede soportar el aislador y debe ser mayor a la carga axial máxima proveniente de la combinación de cargas.

$$P = \frac{\pi}{\sqrt{8}} G * S \frac{D_e}{N * t_r} A_R \dots \dots \dots (A \quad II)$$

Donde:

N = número de capas de caucho

Tr = espesor de cada capa de caucho, en mm

Deformación por Corte

Deformación por corte debido al desplazamiento (γ_D)

$$\gamma_D = \frac{D_T}{H_r} \leq 2,5 \dots \dots \dots (A \quad II)$$

Datos:

DTM = 0.174m Desplazamiento total

Hr = 0.255m Altura total de goma

$$\gamma_D = \frac{0.174 \text{ m}}{0.255 \text{ m}} = 0.68 \leq 2,5$$

Deformación por corte debido a la compresión (γ_C)

$$\gamma_C = \frac{6 * P * S}{E_C A_R} \dots \dots \dots (A \quad II)$$

Datos:

P = 1032.78 tn Peso o carga axial que soporta el aislador

S = 26.74 u Factor de Forma

Ec = 256778.73 tn /m2 Modulo de Compresión

AR = 0.48 m2 Área Reducida

$$\gamma_C = \frac{6 * 1032.78 \text{ t}_i * 26.74}{256778.73 \text{ t}_i / \text{m}^2 * 0.48 \text{ m}^2} = 1.34u$$

Deformación por corte debido a la deformación angular (γ_θ)

$$\gamma_\theta = \frac{0.375 * D_e^2 * \theta}{t_i * H_r} \dots \dots \dots (A \quad II)$$

Donde:

$$\theta \geq 0.003 \text{ e } r \quad u$$

Datos:

$D_e = 0.90 \text{ m}$ Diámetro de la capa de caucho

$\theta = 0.003 \text{ r}$ Deformación angular, $\theta \geq 0.003 \text{ e } r_i$

$t_r = 0.008 \text{ m}$ Espesor de capa de caucho

$H_r = 0.255 \text{ m}$ Altura total de goma

$$\gamma_{\theta} = \frac{0.375 * (0.90\text{m})^2 * 0.003}{0.008\text{m} * 0.255} = 0.45$$

Deformación total por corte (γ_T)

$$\gamma_D + \gamma_{\theta} + \gamma_C \leq 6.0 \dots \dots \dots (A \quad II)$$

$$\gamma_T = 0.68 + 1.34 + 0.45 = 2.47 \leq 6.0 \rightarrow 0$$

Según el análisis que se realizó con el aislador tipo LRB-A, cumple con los requerimientos de la norma técnica E-031 y con el capítulo 14 de la norma AASHTO LRFD Bridge Design Specifications

II.4.4. DISEÑO ESTRUCTURAL

Una vez obtenido el modelo final de la estructura se procede a diseñar los demás elementos como la losa, vigas, columnas, capiteles y pedestales.

II.4.4.1. DISEÑO DE LOSA DE PISO TÉCNICO

Las losas macizas son diseñadas como vigas de ancho unitario, para ello se debe de realizar el predimensionamiento usando la siguiente fórmula:

$$h = \frac{\text{Ln}(0.8 + \frac{f}{1400})}{36 + 9\beta}$$

Ln: Luz libre en la dirección larga medida de cara a cara. (m)

fy: Resistencia a la fluencia de acero (MPA)

: Relación de la luz libre de la dirección larga y la dirección corta

L= 7.20 m : 1.00

h= 0.176

h=.18

Se obtiene una losa de peralte h=0.18, se comienza dibujar la geometría de losa en el programa Etabs. El material a utilizar es de concreto armado con las siguientes propiedades:

Resistencia a la compresión: f'c=210kg/cm²

Módulo de elasticidad: 219,487.77 kg/cm²

Módulo de poisson: U=0.15

Módulo de Corte: G = 95,429.47 kg/cm²

Para crear el material se debe de seguir en >>Define>>Material Properties>>Add New Material y después: >>Material Type>> Concrete y >>Grade>>f'c 3000psi.

FIGURA 54: Definición de material, Concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ – Losa Maciza

Material Property Data

General Data

Material Name: fc=210kg/cm2

Material Type: Concrete

Directional Symmetry Type: Isotropic

Material Display Color: [Color Selection] Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

Material Weight and Mass

Specify Weight Density Specify Mass Density

Weight per Unit Volume: 2400 kgf/m³

Mass per Unit Volume: 2400 kg/m³

Mechanical Property Data

Modulus of Elasticity, E: 2194.88 kgf/mm²

Poisson's Ratio, U: 0.15

Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000099 1/C

Shear Modulus, G: 954.29 kgf/mm²

Design Property Data

Modify/Show Material Property Design Data...

Advanced Material Property Data

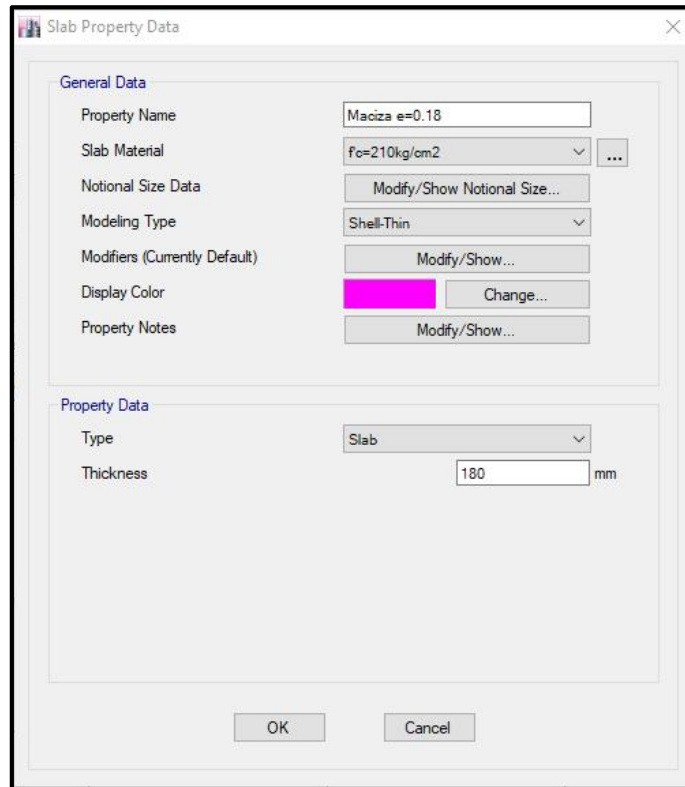
Nonlinear Material Data... Material Damping Properties... Time Dependent Properties...

OK Cancel

Fuente: Propio

La losa maciza se modela como tipo Shell-Thin para ello se debe de definir la sección: >>Define>>Section Properties>>Slab Section>>Add New Property.

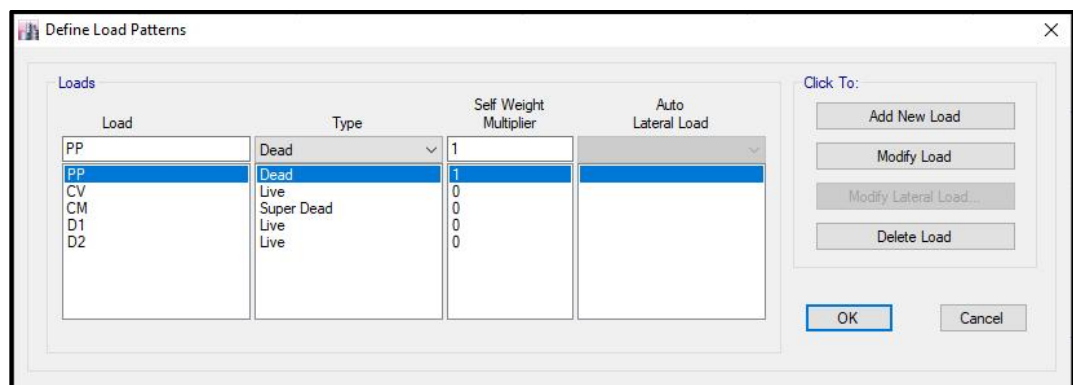
FIGURA 55: Definición de sección – Losa Maciza e=0.18



Fuente: Propio

Se procede a la creación de los tipos de carga que actuarán en la losa, estos se definen mediante patrones de carga.

FIGURA 56: Creación de Patrones de Carga– Losa Maciza e=0.18



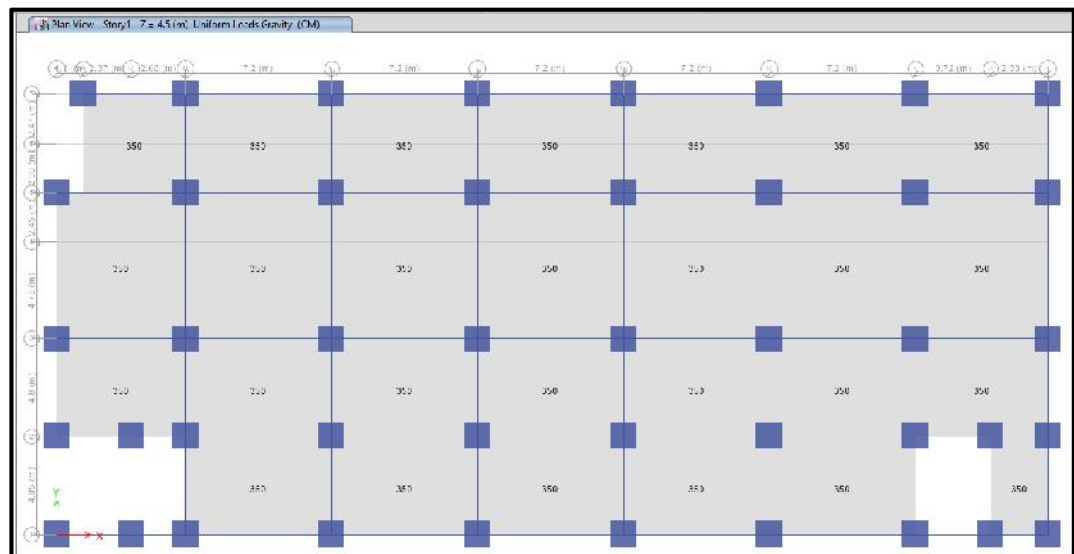
Fuente: Propio

Peso Propio: Corresponde al peso propio de la losa Maciza.

Peso Muerto [CM]: Corresponde a las cargas de la tabiquería (200 kg/m²) y acabados de pisos (150 kg/m²). CM=350 kg/m²

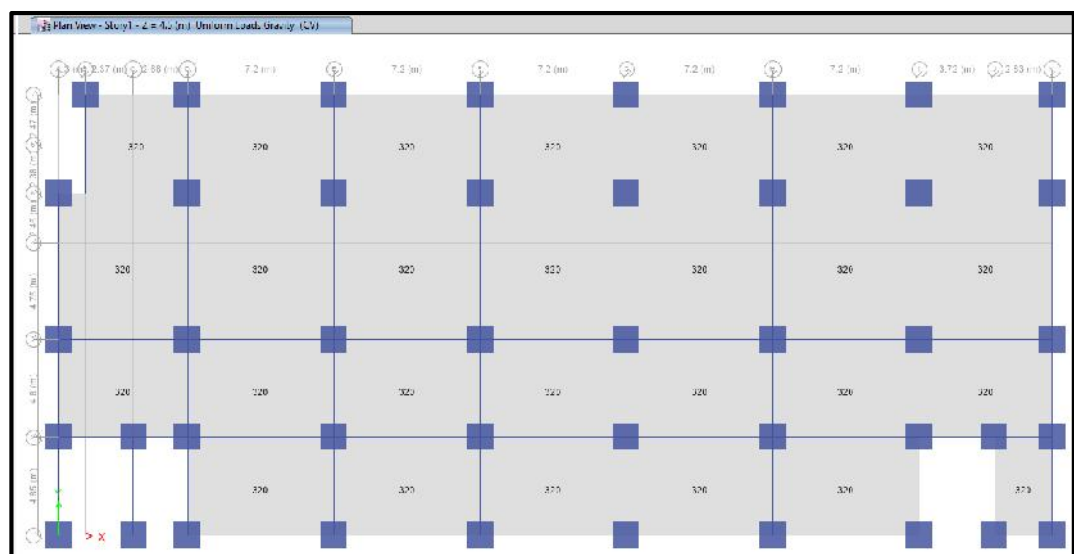
Sobrecarga (S/C): Corresponde a las cargas debido a la ocupación o uso de los diferentes ambientes. Live (CV): Sobrecarga de 320 kg/m².

FIGURA 57: Asignación de Carga Muerta – Losa Maciza e=0.18



Fuente: Propio

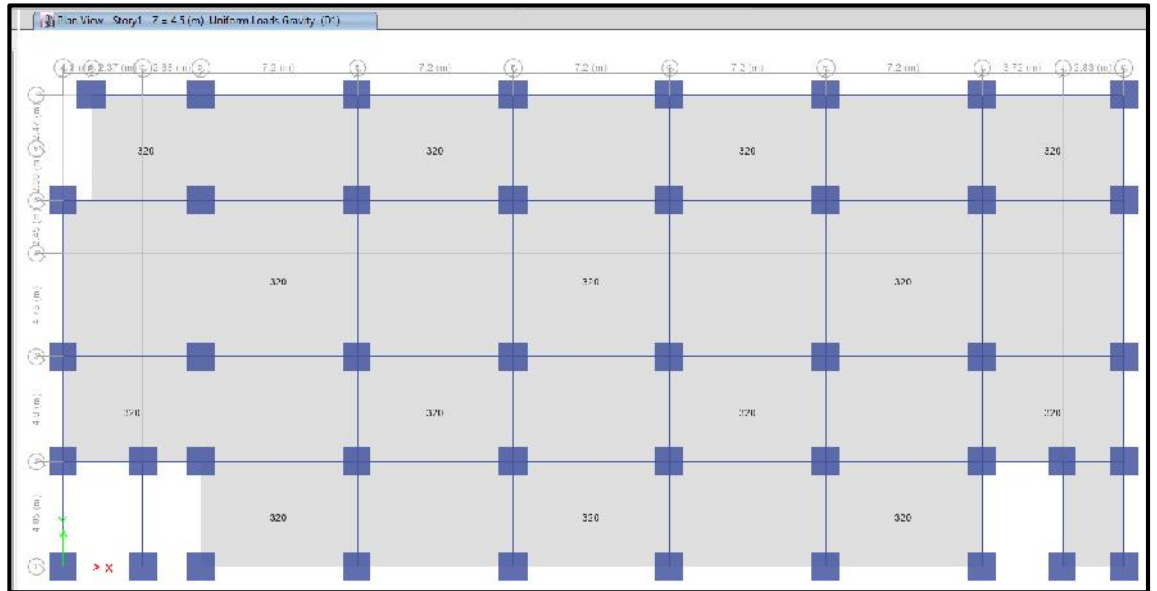
FIGURA 58: Asignación de Carga Viva – Losa Maciza e=0.18



Fuente: Propio

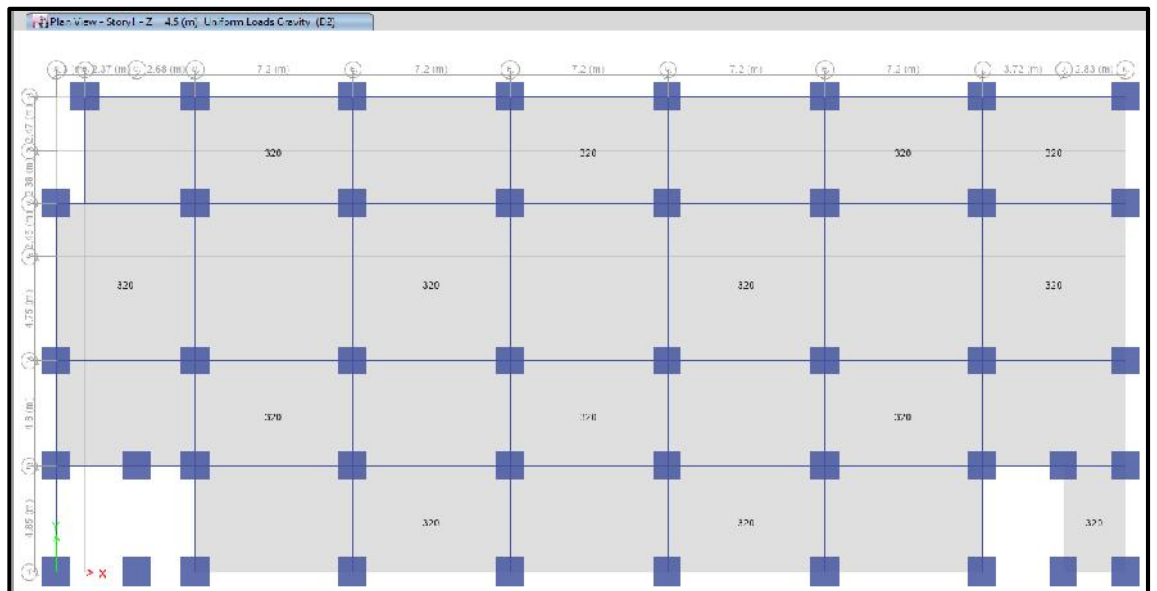
A diferencia de un análisis modal, se debe usar daderos de carga para tener un comportamiento real. Damero 1 (D1) y Damero 2 (D2)

FIGURA 59: Asignación de Damero 1 – Losa Maciza e=0.18



Fuente: Propio

FIGURA 60: Asignación de Damero 2 – Losa Maciza e=0.18



Fuente: Propio

Según la norma E 0.60 art. 9.2 Resistencia Requerida se debe de utilizar la combinación de carga: $U = 1.4CM + 1.7CV$, de aquí se obtiene las combinaciones.

TABLA 19: Combinaciones de Carga - Diseño de Losa Maciza

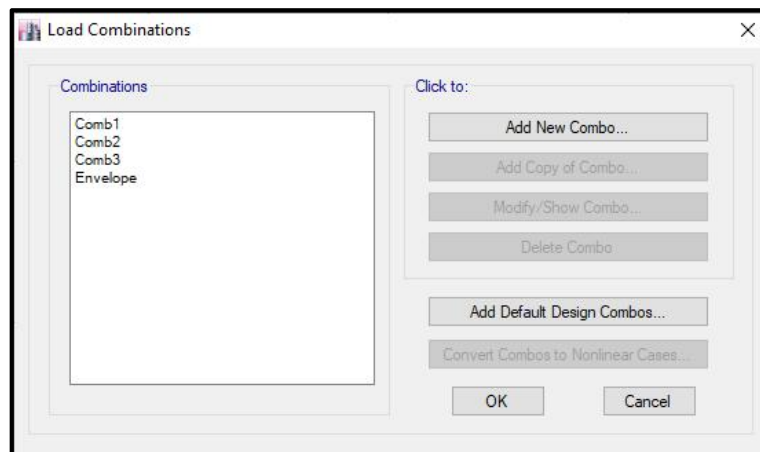
COMBINACIONES	CARGAS
Comb1	1.4PP+1.4CM+1.7CV
Comb2	1.4PP+1.4CM+1.7D1
Comb3	1.4PP+1.4CM+1.7D2

Fuente: Propio

Además, se debe de calcular la resistencia ultima con los valores mayores absolutos (envolvente).

Envelope: MAX (Comb1, Comb2, Comb3)

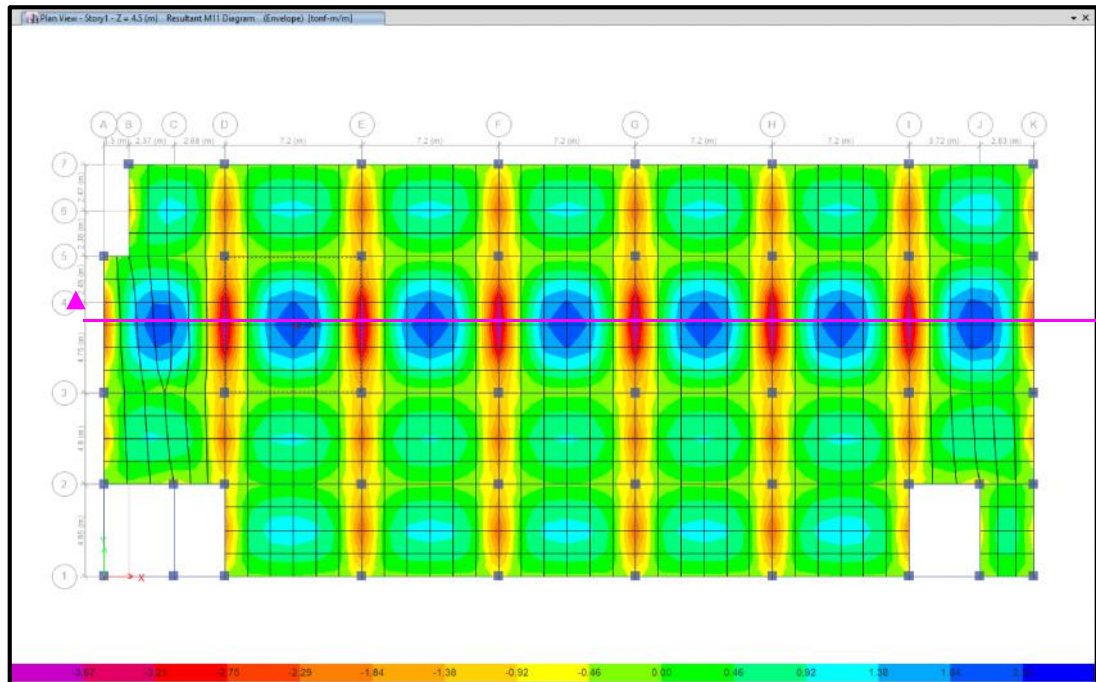
FIGURA 61: Combinaciones de Carga – Losa Maciza $e=0.18$



Fuente: Propio

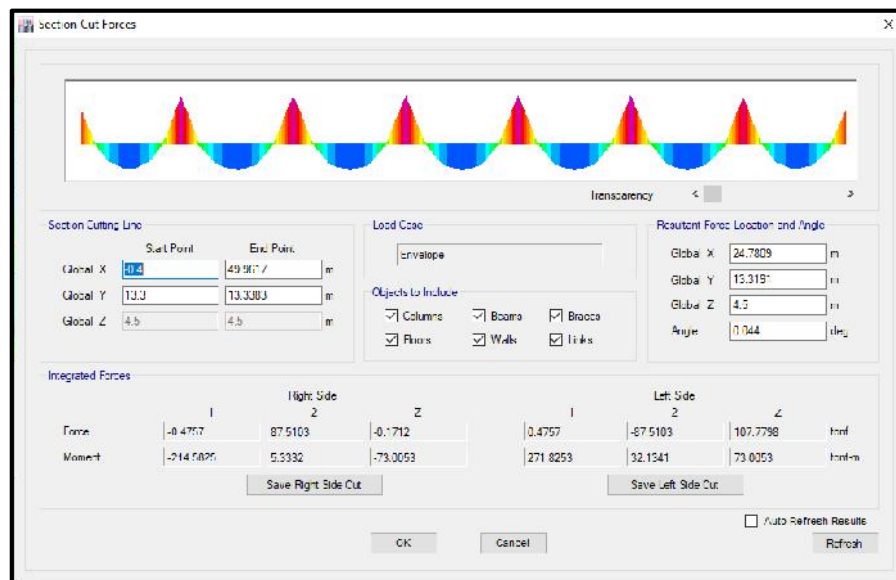
Una vez definidos estos parámetros se procede a correr el software, obteniendo así los momentos en la dirección 1-1 y 2-2.

FIGURA 62: Momentos M11 – Losa Maciza e=0.18



Fuente: Propio

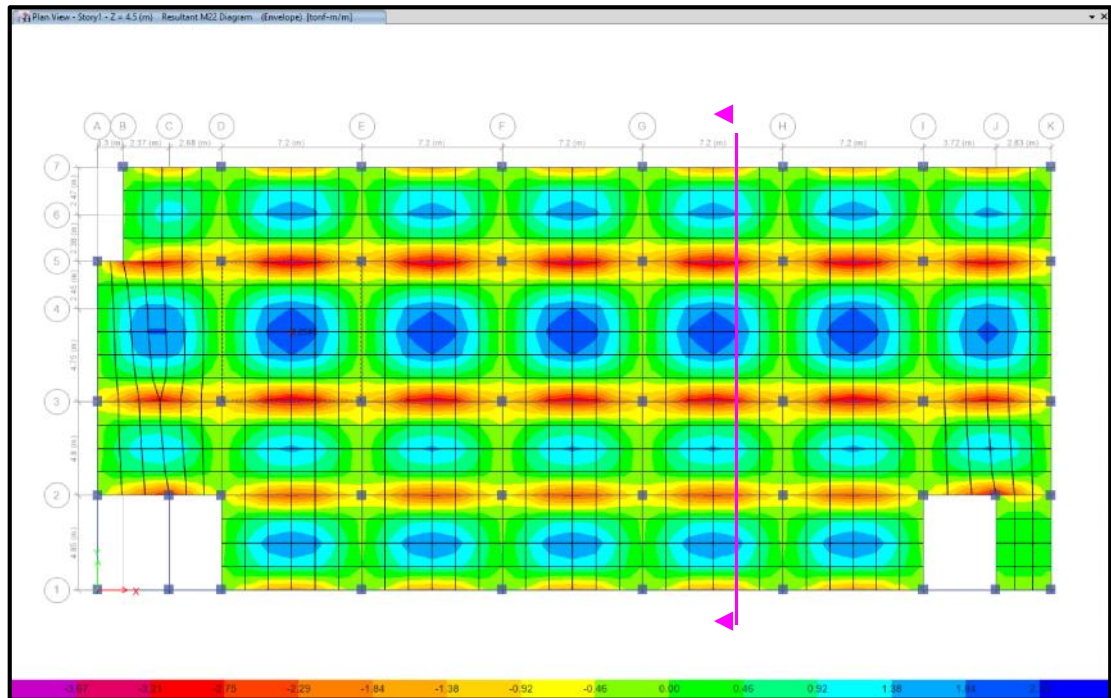
FIGURA 63: Corte de Sección Momentos M11 – Losa Maciza e=0.18



Fuente: Propio

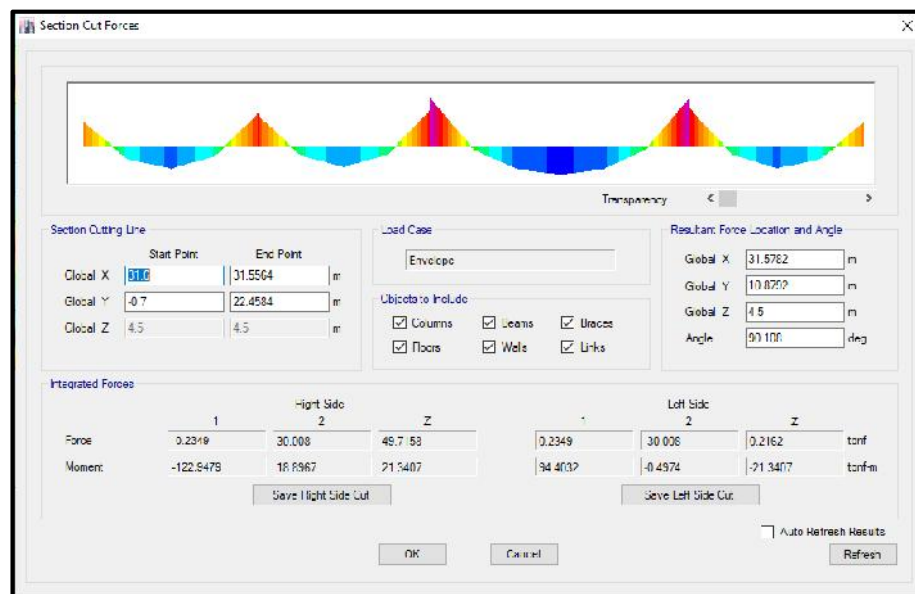
Se puede observar que los momentos en la dirección 1-1 más esforzados se encuentran entre los ejes 3-5, en la sección de corte se observa los momentos negativos y positivos.

FIGURA 64: Momentos M22 – Losa Maciza e=0.18



Fuente: Propio

FIGURA 65: Corte de Sección Momentos M22 – Losa Maciza e=0.18



Fuente: Propio

Se puede observar que los momentos en la dirección 2-2 más esforzados se encuentran entre los ejes D-I, en la sección de corte se observa los momentos negativos y positivos.

Con estos valores se procede a diseñar las losas para un metro de ancho.

TABLA 20: Cálculo de Acero en Losa Maciza - Momento 11 - Eje 3-5

ZONA	Ubicación	h	d	Mu	Mu	b	Valor a	As
				Tnf-m	Kgf-cm			cm2
A	[-]	18	15.5	2.6500	265,000	100	1.10	4.69
A.D	[+]	18	15.5	1.9700	197,000	100	0.81	3.46
D	[-]	18	15.5	3.9000	390,000	100	1.65	7.04
D.E	[+]	18	15.5	2.1800	218,000	100	0.90	3.84
E	[-]	18	15.5	4.0200	402,000	100	1.71	7.27
E.F	[+]	18	15.5	2.1600	216,000	100	0.89	3.80
F	[-]	18	15.5	4.0400	404,000	100	1.72	7.31
F.G	[+]	18	15.5	2.1600	216,000	100	0.89	3.80
G	[-]	18	15.5	4.0400	404,000	100	1.72	7.31
G.H	[+]	18	15.5	2.1800	218,000	100	0.90	3.84
H	[-]	18	15.5	4.0200	402,000	100	1.71	7.27
H.I	[+]	18	15.5	2.1800	218,000	100	0.90	3.84
I	[-]	18	15.5	4.0000	400,000	100	1.70	7.23
I.K	[+]	18	15.5	2.1800	218,000	100	0.90	3.84
K	[-]	18	15.5	2.7600	276,000	100	1.15	4.90

Fuente: Propio

TABLA 21: Equivalencia de Aceros

ZONA	As	As min	As máx	As Elegido	As Diseño	3/8"	1/2"	As
	cm2	cm2	cm2	cm2		0.71	1.27	cm2
A	4.69	2.79	24.70	4.69	As Diseño	8		5.68 OK
A.D	3.46	2.79	24.70	3.46	As Diseño	8		5.68 OK
D	7.04	2.79	24.70	7.04	As Diseño	4	4	7.92 OK
D.E	3.84	2.79	24.70	3.84	As Diseño	8		5.68 OK
E	7.27	2.79	24.70	7.27	As Diseño	4	4	7.92 OK
E.F	3.80	2.79	24.70	3.80	As Diseño	8		5.68 OK
F	7.31	2.79	24.70	7.31	As Diseño	4	4	7.92 OK
F.G	3.80	2.79	24.70	3.80	As Diseño	8		5.68 OK
G	7.31	2.79	24.70	7.31	As Diseño	4	4	7.92 OK
G.H	3.84	2.79	24.70	3.84	As Diseño	8		5.68 OK
H	7.27	2.79	24.70	7.27	As Diseño	4	4	7.92 OK
H.I	3.84	2.79	24.70	3.84	As Diseño	8		5.68 OK
I	7.23	2.79	24.70	7.23	As Diseño	4	4	7.92 OK
I.K	3.84	2.79	24.70	3.84	As Diseño	8		5.68 OK
K	4.90	2.79	24.70	4.90	As Diseño	8		5.68 OK

Fuente: Propio

As mín. 2.79cm² 4 Ø 3/8" => 1Ø3/8" @ 0.25 (Corrido)

As Dis. 8 Ø 3/8" => 1Ø3/8" @ 0.25 + 1Ø3/8" @ 0.25 (Refuerzo)

4 Ø 3/8"+4 Ø 1/2" => 1Ø3/8" @ 0.25 + 1Ø1/2" @ 0.25 (Refuerzo)

TABLA 22: Cálculo de Acero en Losa Maciza - Momento 11 - Eje 5-7

ZONA	Ubicación n	h	d	Mu	Mu	b	Valor a	As
				Tnf-m	Kgf-cm			cm2
B	[-]	18	15.5	1.3500	135,000	100	0.55	2.35
B.D	[+]	18	15.5	1.0600	106,000	100	0.43	1.84
D	[-]	18	15.5	2.2500	225,000	100	0.93	3.96
D.E	[+]	18	15.5	1.0600	106,000	100	0.43	1.84
E	[-]	18	15.5	2.3000	230,000	100	0.95	4.05
E.F	[+]	18	15.5	1.0600	106,000	100	0.43	1.84
F	[-]	18	15.5	2.3000	230,000	100	0.95	4.05
F.G	[+]	18	15.5	1.0600	106,000	100	0.43	1.84
G	[-]	18	15.5	2.2600	226,000	100	0.94	3.98
G.H	[+]	18	15.5	1.0500	105,000	100	0.43	1.82
H	[-]	18	15.5	2.3000	230,000	100	0.95	4.05
H.I	[+]	18	15.5	1.0500	105,000	100	0.43	1.82
I	[-]	18	15.5	2.3000	230,000	100	0.95	4.05
I.K	[+]	18	15.5	1.0600	106,000	100	0.43	1.84
K	[-]	18	15.5	1.7700	177,000	100	0.73	3.10

Fuente: Propio

TABLA 23: Equivalencia de Aceros

ZONA	As	As mín	As máx	As Elegido		3/8"	1/2"	As
	cm2	cm2	cm2	cm2		0.71	1.27	cm2
B	2.35	2.79	24.70	2.79	As Mín	4		2.84 OK
B.D	1.84	2.79	24.70	2.79	As Mín	4		2.84 OK
D	3.96	2.79	24.70	3.96	As Diseño	8		5.68 OK
D.E	1.84	2.79	24.70	2.79	As Mín	4		2.84 OK
E	4.05	2.79	24.70	4.05	As Diseño	8		5.68 OK
E.F	1.84	2.79	24.70	2.79	As Mín	4		2.84 OK
F	4.05	2.79	24.70	4.05	As Diseño	8		5.68 OK
F.G	1.84	2.79	24.70	2.79	As Mín	4		2.84 OK
G	3.98	2.79	24.70	3.98	As Diseño	8		5.68 OK
G.H	1.82	2.79	24.70	2.79	As Mín	4		2.84 OK
H	4.05	2.79	24.70	4.05	As Diseño	8		5.68 OK
H.I	1.82	2.79	24.70	2.79	As Mín	4		2.84 OK
I	4.05	2.79	24.70	4.05	As Diseño	8		5.68 OK
I.K	1.84	2.79	24.70	2.79	As Mín	4		2.84 OK
K	3.10	2.79	24.70	3.10	As Diseño	8		5.68 OK

Fuente: Propio

As mín. 2.79 cm² 4 Ø 3/8" 0 => 1Ø3/8" @ 0.25 (Corrido)

As Dis. 8 Ø 3/8" => 1Ø3/8" @ 0.25 + 1Ø3/8" @ 0.25 (Refuerzo)

TABLA 24: Cálculo de Acero en Losa Maciza - Momento 22 - Eje G-H

ZONA	Ubicación	h	d	Mu	Mu	b	Valor a	As
				Tnf-m	Kgf-cm			cm2
1	[-]	18	15.5	1.7800	178,000	100	0.73	3.12
1.2	[+]	18	15.5	1.7500	175,000	100	0.72	3.06
2	[-]	18	15.5	2.4800	248,000	100	1.03	4.38
2.3	[+]	18	15.5	1.6000	160,000	100	0.66	2.80
3	[-]	18	15.5	3.4500	345,000	100	1.45	6.18
3.5	[+]	18	15.5	2.1500	215,000	100	0.89	3.78
5	[-]	18	15.5	3.6800	368,000	100	1.56	6.62
5.7	[+]	18	15.5	1.7000	170,000	100	0.70	2.97
7	[-]	18	15.5	1.7600	176,000	100	0.72	3.08

Fuente: Propio

TABLA 25: Equivalencia de Aceros

ZONA	As	As mín	As máx	As Elegido		3/8"	1/2"	As	
	cm2	cm2	cm2	cm2		0.71	1.27	cm2	
1	3.12	2.79	24.70	3.12	As Diseño	8		5.68	OK
1.2	3.06	2.79	24.70	3.06	As Diseño	8		5.68	OK
2	4.38	2.79	24.70	4.38	As Diseño	8		5.68	OK
2.3	2.80	2.79	24.70	2.80	As Diseño	4		2.84	OK
3	6.18	2.79	24.70	6.18	As Diseño	4	4	7.92	OK
3.5	3.78	2.79	24.70	3.78	As Diseño	8		5.68	OK
5	6.62	2.79	24.70	6.62	As Diseño	4	4	7.92	OK
5.7	2.97	2.79	24.70	2.97	As Diseño	8		5.68	OK
7	3.08	2.79	24.70	3.08	As Diseño	8		5.68	OK

Fuente: Propio

As mín. 2.79 cm² 4 Ø 3/8" => 1Ø3/8" @ 0.25 (Corrido)

As Dis. 8 Ø 3/8" => 1Ø3/8" @ 0.25 + 1Ø3/8" @ 0.25 (Refuerzo)

4 Ø 3/8"+4 Ø 1/2" =>1Ø3/8" @ 0.25 + 1Ø1/2" @ 0.25 (Refuerzo)

Con los resultados obtenidos se procede a dibujar los planos.

II.4.4.2. DISEÑO DE LOSA ALIGERADA

Generalmente en centros de salud y hospitales los ejes de las columnas tienen una separación de 7.20 x 7.20, es decir las luces son grandes es por ello que se propone losas aligeradas en dos direcciones para aliviar el peso.

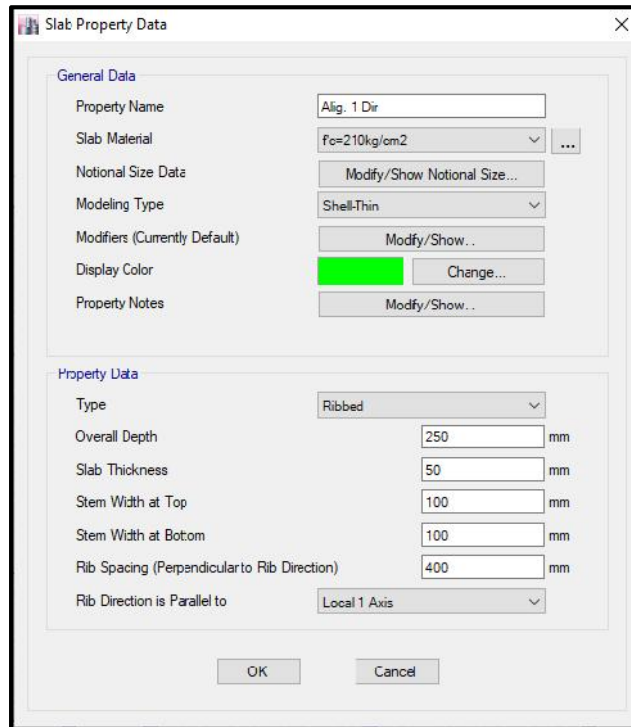
Las losas aligeradas son más eficientes para cubrir luces largas además de ser más económicas.

En la presente investigación todos los paños son en dos direcciones a diferencia del paño J-k/1-2 pues al tener un lado más pequeño que el otro se plantea como una losa aligerada en una dirección. El procedimiento del análisis y diseño es similar a lo descrito en el diseño de losa maciza.

Se observa que los aligerados del primer, segundo y tercer nivel son similares, es por ello que se hace el análisis en un nivel.

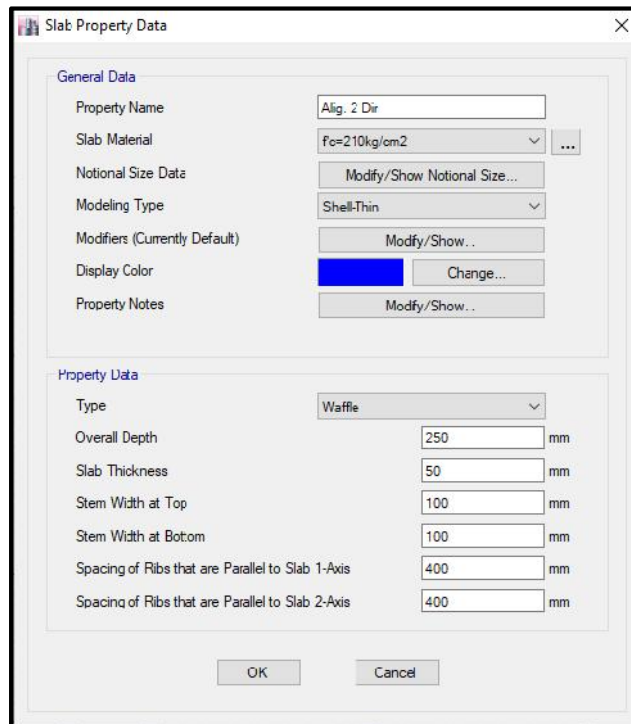
La losa aligerada se modela como tipo Shell-Thin para ello se debe de definir la sección: >>Define>>Section Properties>>Slab Section>>Add New Property.

FIGURA 66: Definición de sección – Aligerado en 1 dirección



Fuente: Propio

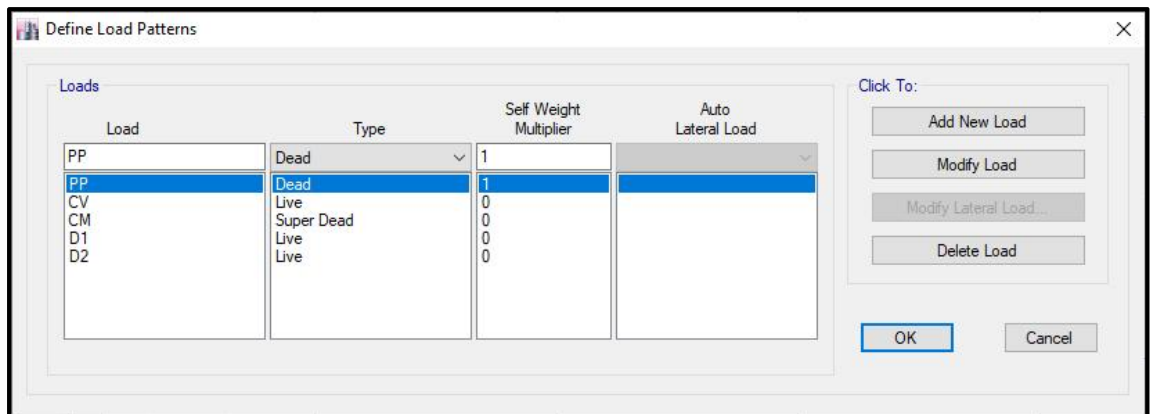
FIGURA 67: Definición de sección – Aligerado en 2 direcciones



Fuente: Propio

Se procede a la creación de los tipos de carga que actuarán en la losa, estos se definen mediante patrones de carga.

FIGURA 68: Creación de Patrones de Carga– Aligerados



Fuente: Propio

Peso Propio: Corresponde al peso propio de la losa aligerada.

Peso Muerto [CM]: Corresponde a las cargas de la tabiquería (200 kg/m²) y acabados de pisos (150 kg/m²). CM=350 kg/m².

TABLA 26: Pesos Unitarios

Pesos Unitarios			
Ambiente	Carga	Unidad	Fuente
Losa Aligerado e=.25 en 01 sentido	350	kgf/m ²	E.020 – 2006
Losa Aligerado e=.25 en 02 Sentidos	400	kgf/m ²	Propia
Tabiquería Movil	270	kgf/m ²	Propia
Acabado Pisos	150	kgf/m ²	Propia
Acabado en Azotea	120	kgf/m ²	Propia

Fuente: Se indicada en la Tabla

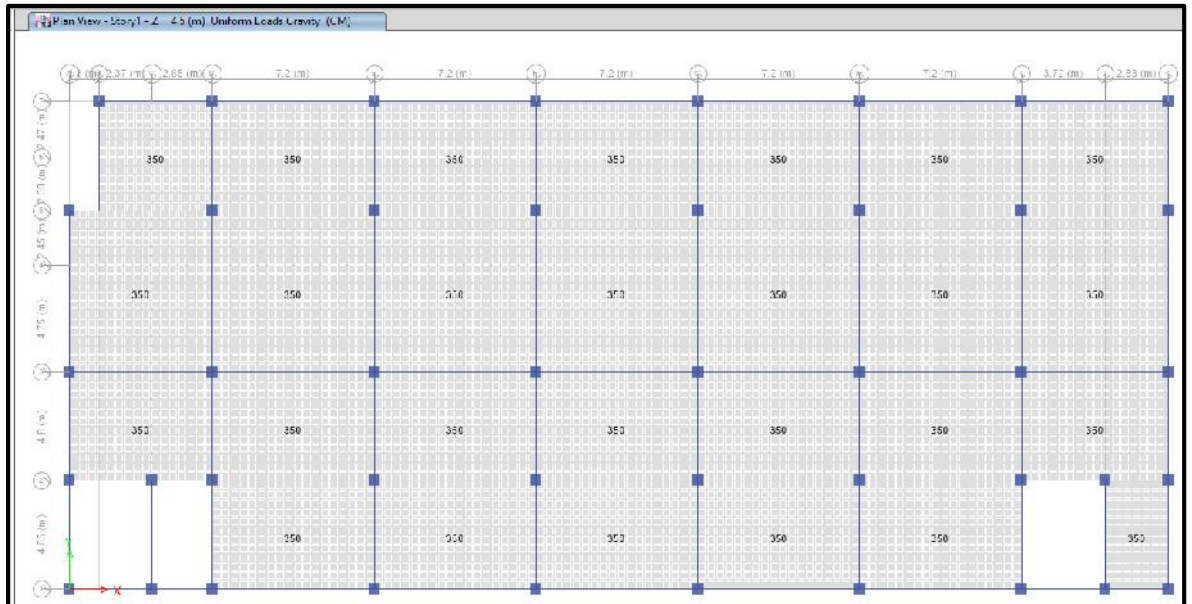
Sobrecarga (S/C): Corresponde a las cargas debido a la ocupación o uso de los diferentes ambientes. Live (CV): Sobrecarga de 320 kg/m².

TABLA 27: Sobrecargas Usadas

Sobrecargas Usadas			
Ambiente	Carga	Unidad	Fuente
Baños	300	kgf/m ²	E.020 – 2006
Salas de Operación	300	kgf/m ²	E.020 – 2006
Laboratorios	300	kgf/m ²	E.020 – 2006
Zonas de Servicio	300	kgf/m ²	E.020 – 2006
Cuartos	200	kgf/m ²	E.020 – 2006
Corredores y Escaleras	400	kgf/m ²	E.020 – 2006
Azotea	150	kgf/m ²	Propia

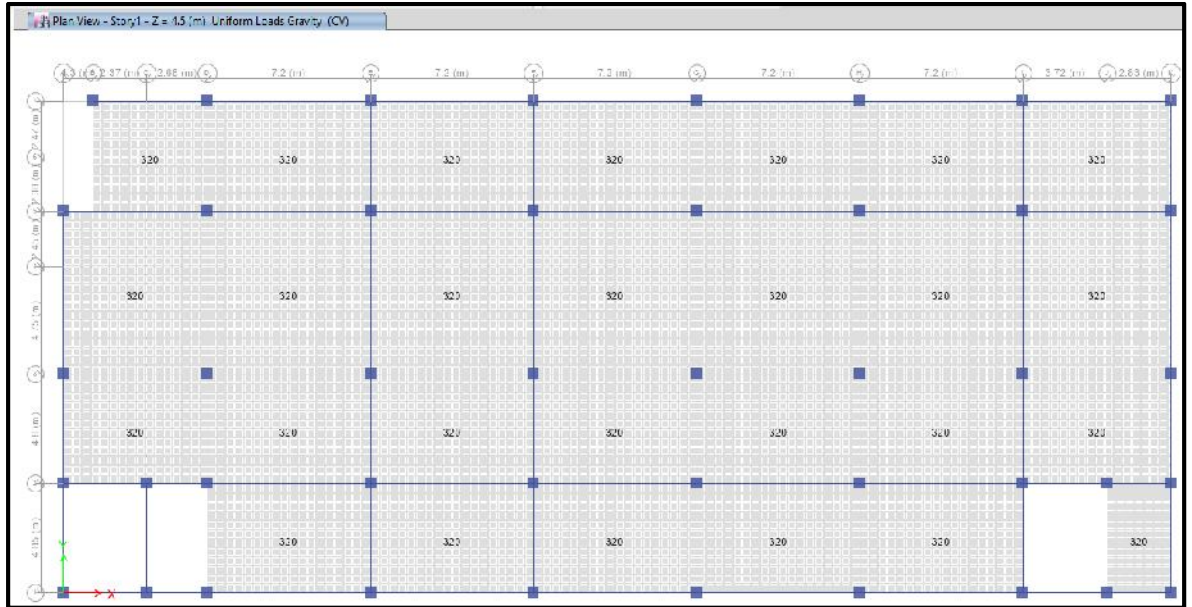
Fuente: Se indica en la Tabla

FIGURA 69: Asignación de Carga Muerta – Losa Aligerada



Fuente: Propio

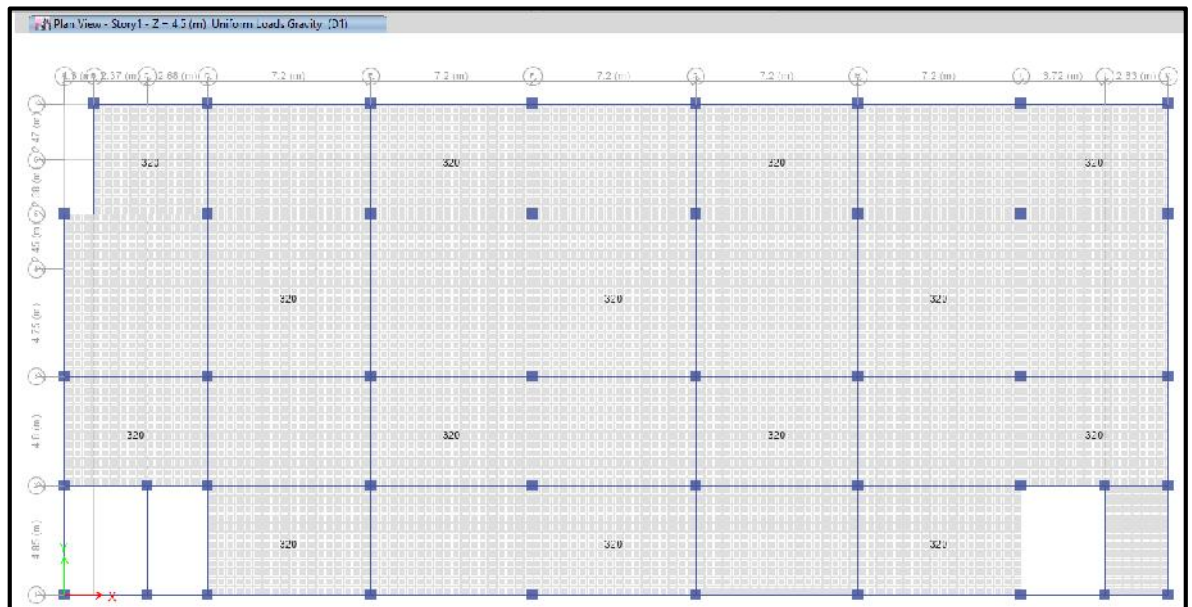
FIGURA 70: Asignación de Carga Viva – Losa Aligerada



Fuente: Propio

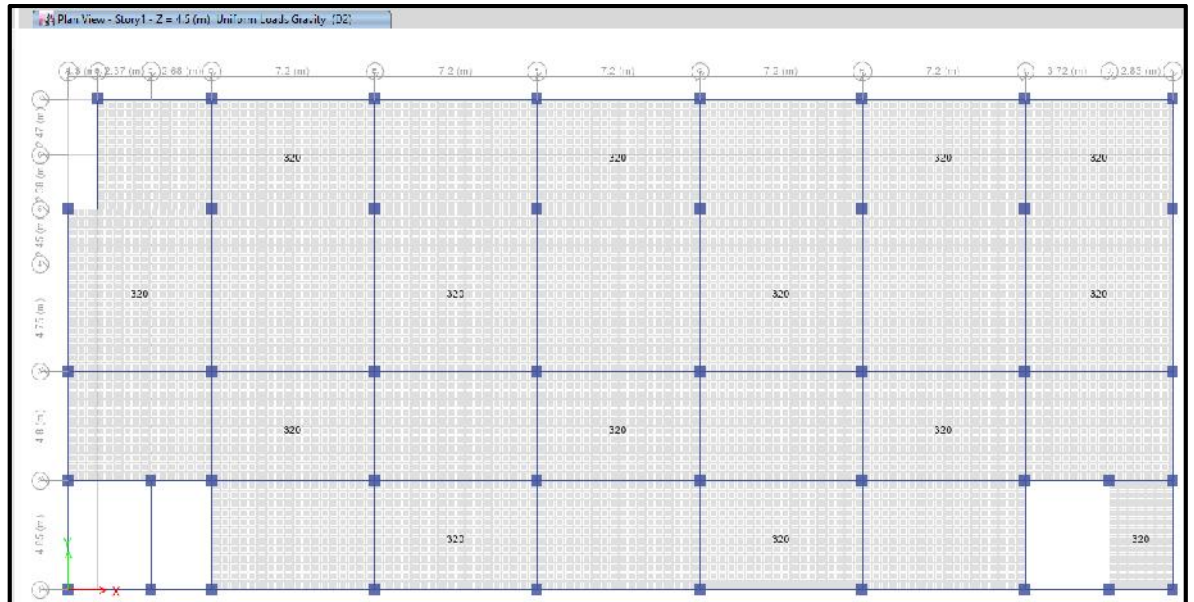
A diferencia de un análisis modal, se debe usar dameros de carga para tener un comportamiento real. Damero 1 (D1) y Damero 2 (D2)

FIGURA 71: Asignación de Damero 1 – Losa Aligerada



Fuente: Propio

FIGURA 72: Asignación de Damero 2 – Losa Aligerada



Fuente: Propio

Según la norma E 0.60 art. 9.2 Resistencia Requerida se debe de utilizar la combinación de carga: $U = 1.4CM + 1.7CV$, de aquí se obtiene las combinaciones.

TABLA 28: Combinaciones de Carga - Diseño de Losa Aligerada

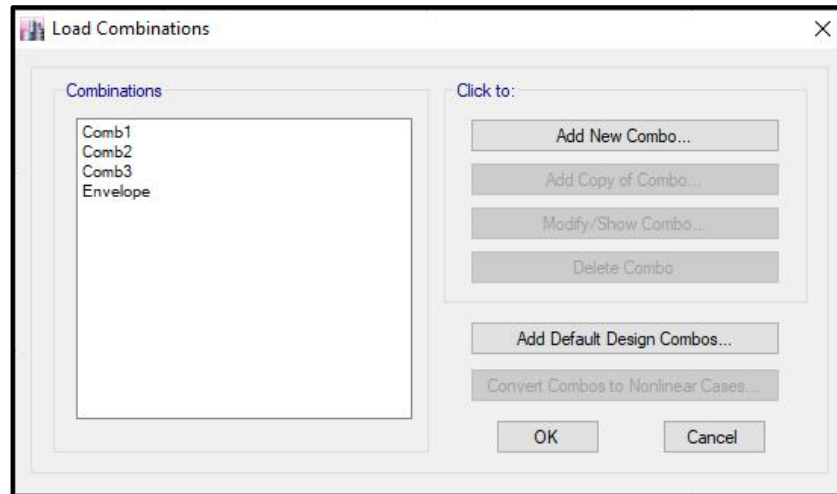
COMBINACIONES	CARGAS
Comb1	1.4PP+1.4CM+1.7CV
Comb2	1.4PP+1.4CM+1.7D1
Comb3	1.4PP+1.4CM+1.7D2

Fuente: Propio

Además, se debe de calcular la resistencia ultima con los valores mayores absolutos (envolvente).

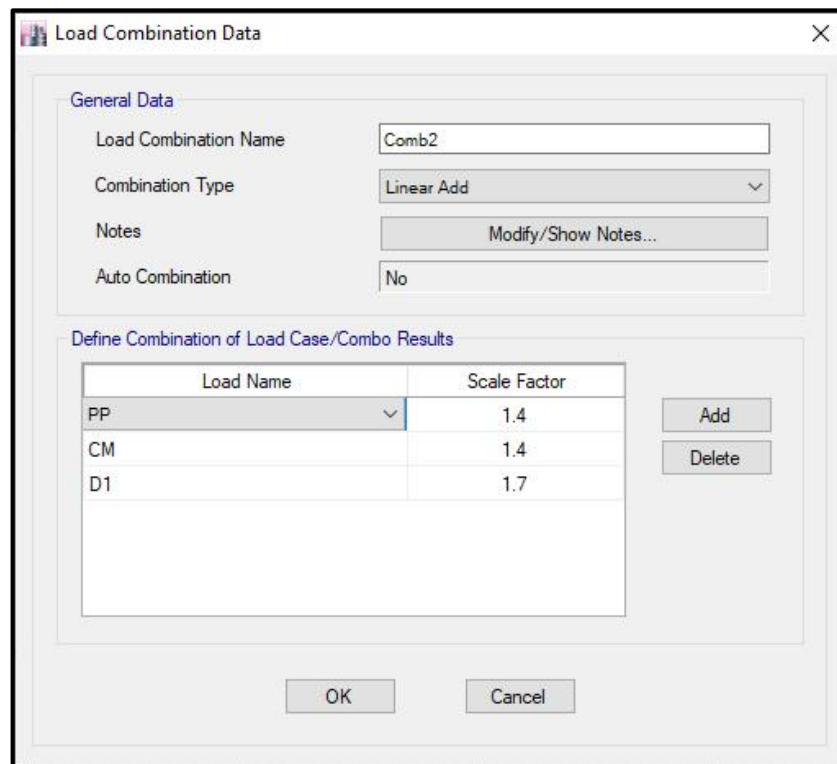
Envelope: MAX (Comb1, Comb2, Comb3)

FIGURA 73: Combinaciones de Carga – Losa Aligerada



Fuente: Propio

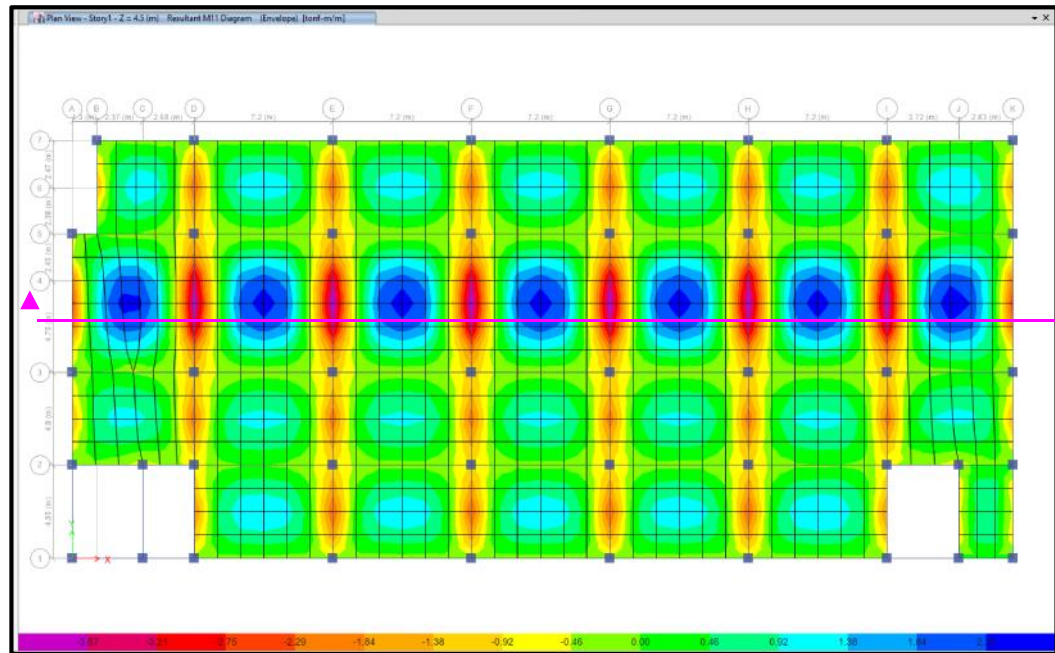
FIGURA 74: Combo 2 – Losa Aligerada



Fuente: Propio

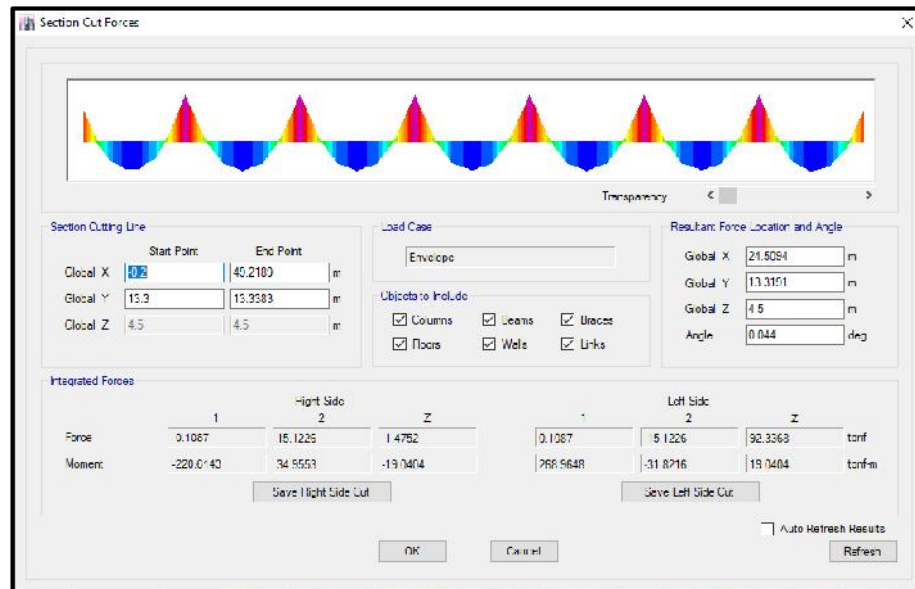
Una vez definidos estos parámetros se procede a correr el software, obteniendo así los momentos en la dirección 1-1 y 2-2.

FIGURA 75: Momentos M11 – Losa Aligerada



Fuente: Propio

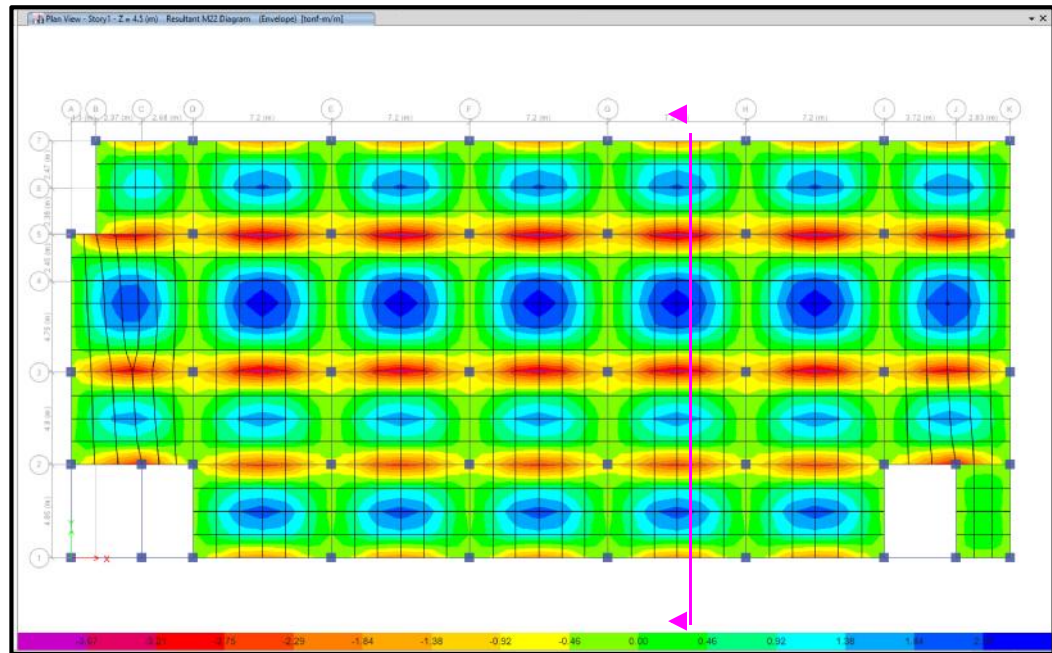
FIGURA 76: Corte de Sección Momentos M11 – Losa Aligerada



Fuente: Propio

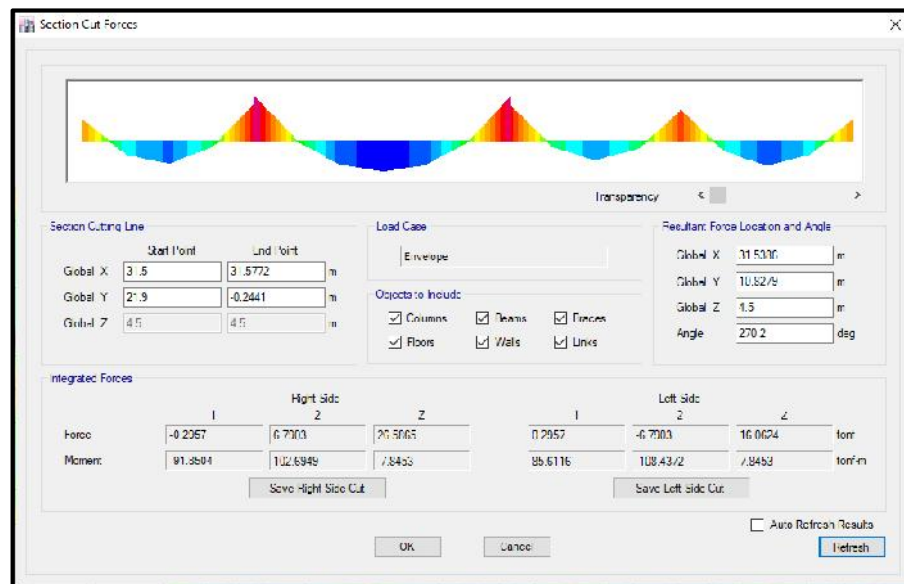
Se puede observar que los momentos en la dirección 1-1 más esforzados se encuentran entre los ejes 3-5, en la sección de corte se observa los momentos negativos y positivos.

FIGURA 77: Momentos M22 – Losa Aligerada



Fuente: Propio

FIGURA 78: Corte de Sección Momentos M22 – Losa Aligerada



Fuente: Propio

Se puede observar que los momentos en la dirección 2-2 más esforzados se encuentran entre los ejes D-I, en la sección de corte se observa los momentos negativos y positivos.

Con estos valores se procede a diseñar las losas por vigueta, es decir a los momentos obtenidos se debe de multiplicar por 0.40.

TABLA 29: Cálculo de Acero en Losa Aligerada - Momento 11 - Eje 3-5

ZONA	Ubicación	h	d	Mu	Mu	b	Valor a	As cm2
				Tnf-m	Kgf-cm			
A	[-]	25	22.5	1.0400	104,000	10	3.09	1.32
A.D	[+]	25	22.5	0.9800	98,000	40	0.69	1.18
D	[-]	25	22.5	1.6160	161,600	10	5.03	2.14
D.E	[+]	25	22.5	1.0320	103,200	40	0.73	1.24
E	[-]	25	22.5	1.6320	163,200	10	5.09	2.17
E.F	[+]	25	22.5	1.0200	102,000	40	0.72	1.22
F	[-]	25	22.5	1.6360	163,600	10	5.11	2.17
F.G	[+]	25	22.5	1.0320	103,200	40	0.73	1.24
G	[-]	25	22.5	1.6360	163,600	10	5.11	2.17
G.H	[+]	25	22.5	1.0280	102,800	40	0.72	1.23
H	[-]	25	22.5	1.6160	161,600	10	5.03	2.14
H.I	[+]	25	22.5	1.0240	102,400	40	0.72	1.23
I	[-]	25	22.5	1.6000	160,000	10	4.98	2.12
I.K	[+]	25	22.5	1.0480	104,800	40	0.74	1.26
K	[-]	25	22.5	1.0520	105,200	10	3.13	1.33

Fuente: Propio

TABLA 30: Equivalencia de Aceros

ZONA	As	As mín	As máx	As Elegido		3/8"	1/2"	As	
	cm2	cm2	cm2	cm2		0.71	1.27	cm2	
A	1.32	0.54	3.59	1.32	As Diseño	1	1	1.98	OK
A.D	1.18	0.54	14.34	1.18	As Diseño		1	1.27	OK
D	2.14	0.54	3.59	2.14	As Diseño		2	2.54	OK
D.E	1.24	0.54	14.34	1.24	As Diseño		2	2.54	OK
E	2.17	0.54	3.59	2.17	As Diseño		2	2.54	OK
E.F	1.22	0.54	14.34	1.22	As Diseño		1	1.27	OK
F	2.17	0.54	3.59	2.17	As Diseño		2	2.54	OK
F.G	1.24	0.54	14.34	1.24	As Diseño		1	1.27	OK
G	2.17	0.54	3.59	2.17	As Diseño		2	2.54	OK
G.H	1.23	0.54	14.34	1.23	As Diseño		1	1.27	OK
H	2.14	0.54	3.59	2.14	As Diseño		2	2.54	OK
H.I	1.23	0.54	14.34	1.23	As Diseño		1	1.27	OK
I	2.12	0.54	3.59	2.12	As Diseño		2	2.54	OK
I.K	1.26	0.54	14.34	1.26	As Diseño	1	1	1.98	OK
K	1.33	0.54	3.59	1.33	As Diseño	1	1	1.98	OK

Fuente: Propio

As mín. 0.54 cm2 => 1Ø1/2" (Corrido) para momentos positivos, para los momentos negativos son bastones de refuerzo.

TABLA 31: Cálculo de Acero en Losa Aligerada - Momento 11 - Eje 5-7

ZONA	Ubicación	h	d	Mu	Mu	b	Valor a	As
				Tnf-m	Kgf-cm			cm2
B	[-]	25	22.5	0.3300	33,000	10	0.93	0.40
B.D	[+]	25	22.5	0.3250	32,500	40	0.23	0.39
D	[-]	25	22.5	0.5625	56,250	10	1.61	0.69
D.E	[+]	25	22.5	0.3125	31,250	40	0.22	0.37
E	[-]	25	22.5	0.5775	57,750	10	1.66	0.71
E.F	[+]	25	22.5	0.3125	31,250	40	0.22	0.37
F	[-]	25	22.5	0.5750	57,500	10	1.65	0.71
F.G	[+]	25	22.5	0.3000	30,000	40	0.21	0.36
G	[-]	25	22.5	0.5700	57,000	10	1.64	0.70
G.H	[+]	25	22.5	0.3050	30,500	40	0.21	0.37
H	[-]	25	22.5	0.5750	57,500	10	1.65	0.71
H.I	[+]	25	22.5	0.2950	29,500	40	0.20	0.35
I	[-]	25	22.5	0.6000	60,000	10	1.73	0.74
I.K	[+]	25	22.5	0.3200	32,000	40	0.22	0.38
K	[-]	25	22.5	0.4125	41,250	10	1.17	0.50

Fuente: Propio

TABLA 32: Equivalencia de Aceros

ZONA	As	As mín	As máx	As Elegido		3/8"	1/2"	As	
	cm2	cm2	cm2	cm2		0.71	1.27	cm2	
B	0.40	0.54	3.59	0.54	As Mín	1		0.71	OK
B.D	0.39	0.54	14.34	0.54	As Mín	1		0.71	OK
D	0.69	0.54	3.59	0.69	As Diseño	1		0.71	OK
D.E	0.37	0.54	14.34	0.54	As Mín	1		0.71	OK
E	0.71	0.54	3.59	0.71	As Diseño	2		1.42	OK
E.F	0.37	0.54	14.34	0.54	As Mín	1		0.71	OK
F	0.71	0.54	3.59	0.71	As Diseño	2		1.42	OK
F.G	0.36	0.54	14.34	0.54	As Mín	1		0.71	OK
G	0.70	0.54	3.59	0.70	As Diseño	1		0.71	OK
G.H	0.37	0.54	14.34	0.54	As Mín	1		0.71	OK
H	0.71	0.54	3.59	0.71	As Diseño	2		1.42	OK
H.I	0.35	0.54	14.34	0.54	As Mín	1		0.71	OK
I	0.74	0.54	3.59	0.74	As Diseño	2		1.42	OK
I.K	0.38	0.54	14.34	0.54	As Mín	1		0.71	OK
K	0.50	0.54	3.59	0.54	As Mín	1		0.71	OK

Fuente: Propio

As mín. 0.54 cm² => 1Ø3/8" (Corrido) para momentos positivos, para los momentos negativos son bastones de refuerzo.

TABLA 33: Cálculo de Acero en Losa Aligerada - Momento 22 - Eje G-H

ZONA	Ubicación	h	d	Mu	Mu	b	Valor a	As
				Tnf-m	Kgf-cm			cm2
1	[-]	25	22.5	0.4400	44,000	10	1.25	0.54
1.2	[+]	25	22.5	0.5275	52,750	40	0.37	0.63
2	[-]	25	22.5	0.6625	66,250	10	1.91	0.82
2.3	[+]	25	22.5	0.4225	42,250	40	0.29	0.50
3	[-]	25	22.5	0.9150	91,500	10	2.69	1.15
3.5	[+]	25	22.5	0.6600	66,000	40	0.46	0.79
5	[-]	25	22.5	0.9500	95,000	10	2.80	1.20
5.7	[+]	25	22.5	0.4875	48,750	40	0.34	0.58
7	[-]	25	22.5	0.4375	43,750	10	1.24	0.53

Fuente: Propio

TABLA 34: Equivalencia de Aceros

ZONA	As	As mín	As máx	As Elegido		3/8"	1/2"	As
	cm2	cm2	cm2	cm2		0.71	1.27	cm2
1	0.54	0.54	3.59	0.54	As Mín	1		0.71 OK
1.2	0.63	0.54	14.34	0.63	As Diseño	1		0.71 OK
2	0.82	0.54	3.59	0.82	As Diseño	2		1.42 OK
2.3	0.50	0.54	14.34	0.54	As Mín	1		0.71 OK
3	1.15	0.54	3.59	1.15	As Diseño	2		1.42 OK
3.5	0.79	0.54	14.34	0.79	As Diseño	2		1.42 OK
5	1.20	0.54	3.59	1.20	As Diseño	1	1	1.98 OK
5.7	0.58	0.54	14.34	0.58	As Diseño	1		0.71 OK
7	0.53	0.54	3.59	0.54	As Mín	1		0.71 OK

Fuente: Propio

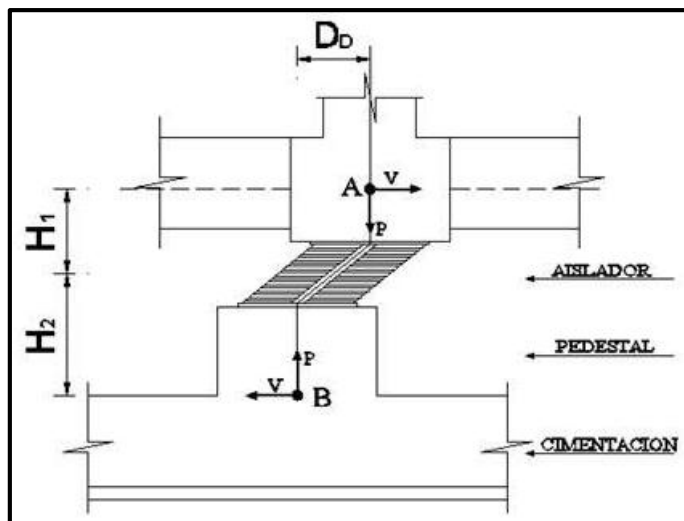
As mín. 0.54 cm² => 1Ø3/8" (Corrido) para momentos positivos, para los momentos negativos son bastones de refuerzo.

Con los resultados obtenidos se procede a dibujar los planos.

II.4.4.3. MOMENTO DE SEGUNDO ORDEN - EFECTO P

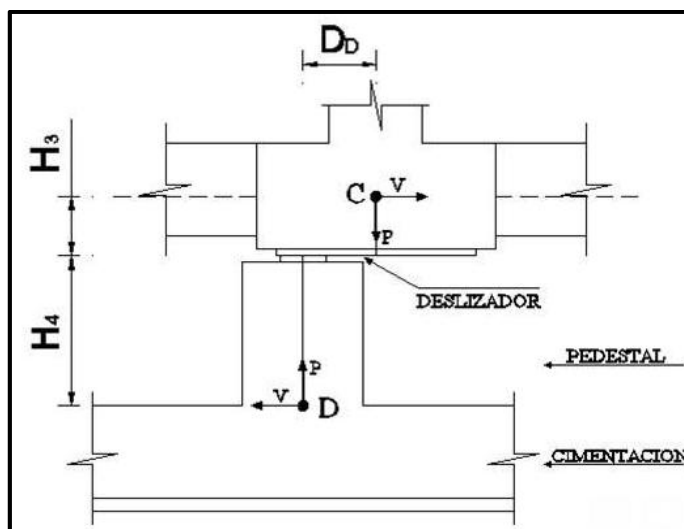
Los desplazamientos en la interface de aislación pueden generar una excentricidad de la carga que resulta en momentos adicionales que deben ser tomados por la estructura.

FIGURA 79: Diagrama de fuerzas que originan momentos en la estructura en el caso de un Aislador



Fuente: Propio

FIGURA 80: Diagrama de fuerzas que originan momentos en la estructura en el caso de un Deslizador



Fuente: Propio

Los momentos resultantes son los siguientes:

$$M_A = \frac{P * D_D}{2} + V * H_1$$

$$M_B = \frac{P * D_D}{2} + V * H_2$$

$$M_C = P * D_D + V * H_3$$

$$M_D = V * H_4$$

Donde:

P = Es la carga axial que actúa en cada aislador (Tonf)

V= Es la fuerza de respuesta de cada aislador o deslizador (Tonf)

D_D=Es el desplazamiento de diseño (m)

La carga axial P tiene las siguientes combinaciones.

$$P(+x)=1.25D+1.25L+CSx; \quad P(-x)=1.25D+1.25L-CSx$$

$$P(+y)=1.25D+1.25L+CSy; \quad P(-y)=1.25D+1.25L-CSy$$

D = Carga Muerta: En nuestro modelo la carga D = Peso Propio + CM

L = Carga Viva: En nuestro modelo la carga L = Cv + Cv Up

CSx = Carga Sismo en X: En nuestro modelo la carga CSx = MCE-X Max

CSy = Carga Sismo en Y: En nuestro modelo la carga CSy MCE-Y Max

La fuerza V = Keff x D_D

TABLA 35: Propiedades de los aisladores y deslizadores – Efecto P Delta

		LRB A	LRB	Slider B
$K_{eff} =$	Tonf/m	190.70		102.93
$DD =$	m	0.133		
H Pedestal =	m	1.00		1.15
H Capitel =	m	1.00		1.00
H Dispositivo =	m	0.25		0.10
H1 o H3 =	m	0.62		0.55
H2 o H4 =	m	1.12		1.20

Fuente: Propio

Estos momentos adicionales serán calculados para el diseño de las Vigas de Aislación, Capitel y Pedestal, independientemente para cada caso.

TABLA 36: Tabla de Cargas Axiales – Efecto P Delta

LINK	CARGAS AXIALES										
	Peso Propio	CM	CV	CV-Up	MCE-X Max	MCE-Y Max	I=P(+x)	II=P(-x)	III=P(+y)	IV=P(-y)	
	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf	
K1	-40.13	-1.99	-1.09	-1.07	66.28	46.77	10.92	-121.63	-8.59	-102.12	
K2	-49.26	-9.63	-7.44	-1.42	50.64	21.03	-34.04	-135.33	-63.66	-105.72	
K3	-80.31	-29.79	-24.22	-2.30	34.79	14.43	-135.98	-205.55	-156.33	-185.20	
K4	-81.47	-28.15	-22.81	-2.31	44.87	15.06	-123.57	-213.30	-153.38	-183.49	
K5	-53.05	-13.98	-11.30	-1.20	43.82	31.80	-55.59	-143.24	-67.62	-131.21	
K6	-40.16	-4.41	-3.06	-1.25	17.76	42.95	-43.34	-78.85	-18.15	-104.04	
K7	-66.43	-17.60	-13.81	-2.25	40.21	24.27	-84.91	-165.32	-100.85	-149.38	
K8	-69.23	-17.58	-13.90	-2.04	44.43	57.21	-84.00	-172.86	-71.22	-185.64	
K9	-110.04	-37.84	-30.41	-3.55	55.04	18.84	-172.26	-282.35	-208.47	-246.14	
K10	-156.56	-68.22	-55.95	-4.41	12.41	30.55	-344.01	-368.83	-325.87	-386.97	
K11	-163.68	-70.20	-57.34	-4.95	12.23	35.39	-357.98	-382.43	-334.81	-405.59	
K12	-86.47	-29.09	-23.61	-2.32	35.39	71.84	-141.48	-212.25	-105.02	-248.71	
K13	-87.00	-32.58	-26.38	-2.71	9.84	30.06	-175.99	-195.68	-155.77	-215.90	
K14	-132.73	-58.71	-47.91	-4.22	7.06	15.28	-297.40	-311.52	-289.19	-319.74	
K15	-167.01	-76.28	-63.17	-3.87	2.68	5.88	-385.25	-390.60	-382.04	-393.80	
K16	-170.06	-75.33	-61.83	-4.80	10.46	32.10	-379.55	-400.47	-357.91	-422.11	
K17	-97.57	-34.65	-28.15	-2.72	23.72	72.75	-180.14	-227.58	-131.11	-276.62	
K18	-88.07	-33.39	-27.01	-2.83	8.91	28.78	-180.20	-198.02	-160.34	-217.89	
K19	-135.05	-61.03	-49.73	-4.53	5.10	16.21	-307.82	-318.01	-296.70	-329.13	
K20	-173.45	-80.27	-65.84	-5.17	1.78	5.75	-404.13	-407.68	-400.16	-411.66	
K21	-172.16	-76.85	-62.83	-5.33	9.73	31.45	-386.74	-406.20	-365.02	-427.92	
K22	-97.50	-34.73	-28.19	-2.76	21.83	70.49	-182.13	-225.80	-133.47	-274.46	
K23	-88.00	-33.38	-27.00	-2.82	9.00	29.47	-180.00	-198.00	-159.53	-218.47	
K24	-134.40	-60.56	-49.32	-4.53	4.96	16.26	-306.05	-315.97	-294.75	-327.27	
K25	-168.95	-76.79	-62.96	-5.00	1.81	5.93	-390.31	-393.93	-386.19	-398.05	
K26	-162.27	-70.66	-58.41	-3.77	9.76	31.94	-359.13	-378.65	-336.95	-400.83	
K27	-95.38	-33.17	-27.13	-2.28	21.87	71.62	-175.56	-219.30	-125.81	-269.06	
K28	-86.27	-32.29	-26.13	-2.70	10.92	33.61	-173.33	-195.17	-150.64	-217.85	
K29	-132.75	-59.30	-48.31	-4.40	7.45	18.09	-298.50	-313.40	-287.86	-324.04	
K30	-167.93	-76.08	-62.37	-4.96	2.85	8.24	-386.32	-392.02	-380.94	-397.41	
K31	-161.92	-70.51	-58.31	-3.71	10.96	34.55	-357.10	-379.03	-333.52	-402.62	
K32	-95.51	-33.27	-27.24	-2.24	24.76	78.16	-173.06	-222.59	-119.66	-275.99	
K33	-72.71	-19.02	-15.07	-2.17	43.55	70.21	-92.66	-179.76	-66.00	-206.43	
K34	-119.11	-42.66	-34.26	-4.03	42.77	19.22	-207.30	-292.84	-230.85	-269.30	
K35	-168.41	-73.86	-60.08	-5.65	14.97	39.40	-370.03	-399.96	-345.59	-424.39	
K36	-163.54	-72.63	-60.08	-3.80	10.92	32.76	-364.15	-385.99	-342.30	-407.83	
K37	-92.20	-32.72	-27.20	-1.48	28.92	83.46	-163.08	-220.93	-108.55	-275.46	
K38	-48.96	-8.78	-6.76	-1.34	22.09	64.83	-60.20	-104.39	-17.47	-147.13	
K39	-64.70	-19.60	-15.66	-1.99	13.96	31.76	-113.48	-141.40	-95.68	-159.20	
K40	-40.24	-7.79	-6.17	-0.88	70.80	56.40	1.94	-139.67	-12.47	-125.26	
K41	-57.63	-15.98	-12.85	-1.48	66.51	28.67	-43.42	-176.43	-81.26	-138.60	
K42	-85.73	-32.11	-26.26	-2.20	40.41	34.50	-142.46	-223.28	-148.37	-217.37	
K43	-86.46	-32.96	-27.72	-0.93	42.60	28.47	-142.48	-227.69	-156.61	-213.55	
K44	-52.45	-14.95	-12.79	-0.04	37.48	53.31	-62.81	-137.77	-46.98	-153.60	
							MÍN:	-404.13	-407.68	-400.16	-427.92

Fuente: Propio

TABLA 37: Tabla de Momentos en Viga de Aislación– Efecto P Delta

LINK	TIPO	Keff	V=Keffx DD	H1 ó H3	MA ó MC con P(X+)	MA ó MC con P(X-)	MA ó MC con P(Y+)	MA ó MC con P(Y-)
		Tonf/m	Tonf	m	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
K1	Slider B	102.93	13.64	0.55	6.05	23.62	8.64	21.03
K2	Slider B	102.93	13.64	0.55	12.01	25.43	15.94	21.51
K3	LRB A	190.70	25.27	0.62	24.67	29.28	26.02	27.94
K4	LRB A	190.70	25.27	0.62	23.85	29.80	25.83	27.82
K5	Slider B	102.93	13.64	0.55	14.87	26.48	16.46	24.89
K6	Slider B	102.93	13.64	0.55	13.24	17.95	9.91	21.29
K7	LRB A	190.70	25.27	0.62	21.29	26.62	22.35	25.56
K8	Slider B	102.93	13.64	0.55	18.63	30.41	16.94	32.10
K9	LRB A	190.70	25.27	0.62	27.08	34.37	29.48	31.97
K10	LRB A	190.70	25.27	0.62	38.46	40.10	37.25	41.30
K11	LRB A	190.70	25.27	0.62	39.38	41.00	37.85	42.54
K12	LRB A	190.70	25.27	0.62	25.04	29.73	22.62	32.14
K13	LRB A	190.70	25.27	0.62	27.33	28.63	25.99	29.97
K14	LRB A	190.70	25.27	0.62	35.37	36.30	34.82	36.85
K15	LRB A	190.70	25.27	0.62	41.19	41.54	40.98	41.76
K16	LRB A	190.70	25.27	0.62	40.81	42.20	39.38	43.63
K17	LRB A	190.70	25.27	0.62	27.60	30.74	24.35	33.99
K18	LRB A	190.70	25.27	0.62	27.60	28.78	26.29	30.10
K19	LRB A	190.70	25.27	0.62	36.06	36.73	35.32	37.47
K20	LRB A	190.70	25.27	0.62	42.44	42.68	42.18	42.94
K21	LRB A	190.70	25.27	0.62	41.29	42.58	39.85	44.02
K22	LRB A	190.70	25.27	0.62	27.73	30.63	24.51	33.85
K23	LRB A	190.70	25.27	0.62	27.59	28.78	26.23	30.14
K24	LRB A	190.70	25.27	0.62	35.94	36.60	35.19	37.35
K25	LRB A	190.70	25.27	0.62	41.52	41.76	41.25	42.04
K26	LRB A	190.70	25.27	0.62	39.46	40.75	37.99	42.22
K27	LRB A	190.70	25.27	0.62	27.30	30.19	24.00	33.49
K28	LRB A	190.70	25.27	0.62	27.15	28.60	25.65	30.10
K29	LRB A	190.70	25.27	0.62	35.44	36.43	34.74	37.13
K30	LRB A	190.70	25.27	0.62	41.26	41.64	40.90	41.99
K31	LRB A	190.70	25.27	0.62	39.32	40.78	37.76	42.34
K32	LRB A	190.70	25.27	0.62	27.13	30.41	23.59	33.95
K33	Slider B	102.93	13.64	0.55	19.78	31.32	16.25	34.85
K34	LRB A	190.70	25.27	0.62	29.40	35.07	30.96	33.51
K35	LRB A	190.70	25.27	0.62	40.18	42.16	38.56	43.78
K36	LRB A	190.70	25.27	0.62	39.79	41.24	38.34	42.68
K37	LRB A	190.70	25.27	0.62	26.47	30.30	22.86	33.92
K38	Slider B	102.93	13.64	0.55	15.48	21.33	9.82	27.00
K39	LRB A	190.70	25.27	0.62	23.18	25.03	22.00	26.21
K40	Slider B	102.93	13.64	0.55	7.24	26.01	9.15	24.10
K41	Slider B	102.93	13.64	0.55	13.25	30.88	18.27	25.86
K42	LRB A	190.70	25.27	0.62	25.10	30.46	25.50	30.07
K43	LRB A	190.70	25.27	0.62	25.11	30.75	26.04	29.81
K44	Slider B	102.93	13.64	0.55	15.82	25.76	13.73	27.85
SUMA:			995.49	MÁX:	42.44	42.68	42.18	44.02

Fuente: Propio

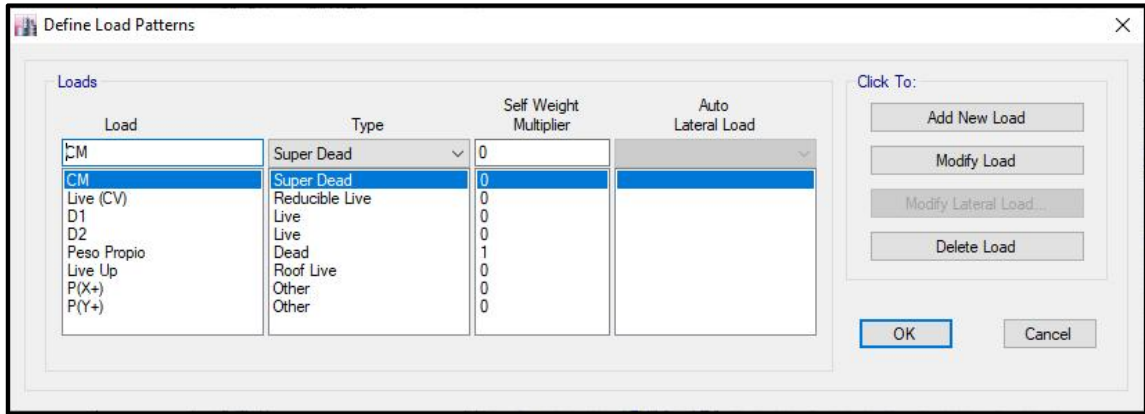
TABLA 38: Tabla de Momentos en Pedestales– Efecto P Delta

LINK	TIPO	Keff	V=Keffx DD	H2 ó H4	MB ó MD con P(X+)	MB ó MD con P(X-)	MB ó MD con P(Y+)	MB ó MD con P(Y-)
		Tonf/m	Tonf	m	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
K1	Slider B	102.93	13.64	1.20	16.37	16.37	16.37	16.37
K2	Slider B	102.93	13.64	1.20	16.37	16.37	16.37	16.37
K3	LRB A	190.70	25.27	1.12	37.31	41.92	38.66	40.57
K4	LRB A	190.70	25.27	1.12	36.49	42.43	38.46	40.46
K5	Slider B	102.93	13.64	1.20	16.37	16.37	16.37	16.37
K6	Slider B	102.93	13.64	1.20	16.37	16.37	16.37	16.37
K7	LRB A	190.70	25.27	1.12	33.93	39.25	34.98	38.20
K8	Slider B	102.93	13.64	1.20	16.37	16.37	16.37	16.37
K9	LRB A	190.70	25.27	1.12	39.71	47.01	42.11	44.61
K10	LRB A	190.70	25.27	1.12	51.09	52.73	49.89	53.94
K11	LRB A	190.70	25.27	1.12	52.02	53.64	50.48	55.17
K12	LRB A	190.70	25.27	1.12	37.67	42.36	35.26	44.78
K13	LRB A	190.70	25.27	1.12	39.96	41.26	38.62	42.60
K14	LRB A	190.70	25.27	1.12	48.00	48.94	47.46	49.48
K15	LRB A	190.70	25.27	1.12	53.82	54.18	53.61	54.39
K16	LRB A	190.70	25.27	1.12	53.45	54.83	52.01	56.26
K17	LRB A	190.70	25.27	1.12	40.23	43.38	36.99	46.63
K18	LRB A	190.70	25.27	1.12	40.24	41.42	38.92	42.73
K19	LRB A	190.70	25.27	1.12	48.69	49.37	47.96	50.10
K20	LRB A	190.70	25.27	1.12	55.07	55.31	54.81	55.57
K21	LRB A	190.70	25.27	1.12	53.92	55.21	52.48	56.65
K22	LRB A	190.70	25.27	1.12	40.37	43.26	37.14	46.48
K23	LRB A	190.70	25.27	1.12	40.22	41.42	38.87	42.77
K24	LRB A	190.70	25.27	1.12	48.58	49.23	47.83	49.98
K25	LRB A	190.70	25.27	1.12	54.16	54.40	53.88	54.67
K26	LRB A	190.70	25.27	1.12	52.09	53.39	50.62	54.85
K27	LRB A	190.70	25.27	1.12	39.93	42.83	36.63	46.12
K28	LRB A	190.70	25.27	1.12	39.78	41.23	38.28	42.73
K29	LRB A	190.70	25.27	1.12	48.08	49.06	47.37	49.77
K30	LRB A	190.70	25.27	1.12	53.89	54.27	53.54	54.63
K31	LRB A	190.70	25.27	1.12	51.96	53.41	50.40	54.97
K32	LRB A	190.70	25.27	1.12	39.77	43.05	36.23	46.58
K33	Slider B	102.93	13.64	1.20	16.37	16.37	16.37	16.37
K34	LRB A	190.70	25.27	1.12	42.03	47.70	43.59	46.14
K35	LRB A	190.70	25.27	1.12	52.81	54.80	51.20	56.42
K36	LRB A	190.70	25.27	1.12	52.42	53.87	50.98	55.32
K37	LRB A	190.70	25.27	1.12	39.10	42.94	35.49	46.55
K38	Slider B	102.93	13.64	1.20	16.37	16.37	16.37	16.37
K39	LRB A	190.70	25.27	1.12	35.82	37.67	34.64	38.85
K40	Slider B	102.93	13.64	1.20	16.37	16.37	16.37	16.37
K41	Slider B	102.93	13.64	1.20	16.37	16.37	16.37	16.37
K42	LRB A	190.70	25.27	1.12	37.74	43.09	38.13	42.70
K43	LRB A	190.70	25.27	1.12	37.74	43.38	38.68	42.45
K44	Slider B	102.93	13.64	1.20	16.37	16.37	16.37	16.37
SUMA:			995.49	MÁX:	55.07	55.31	54.81	56.65

Fuente: Propio

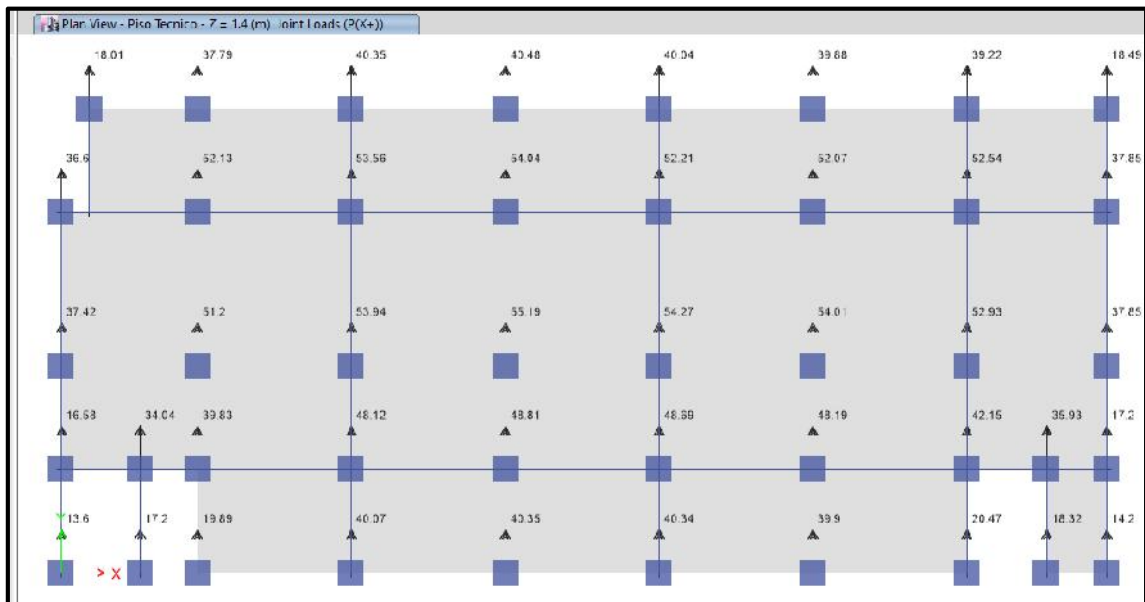
Se procede a asignar la carga en los nudos de encuentro en vigas de aislación y capitel. Para ello se debe de crear la carga en el programa Etabs.

FIGURA 81: Creación de Patrones de Carga – Efecto P Delta



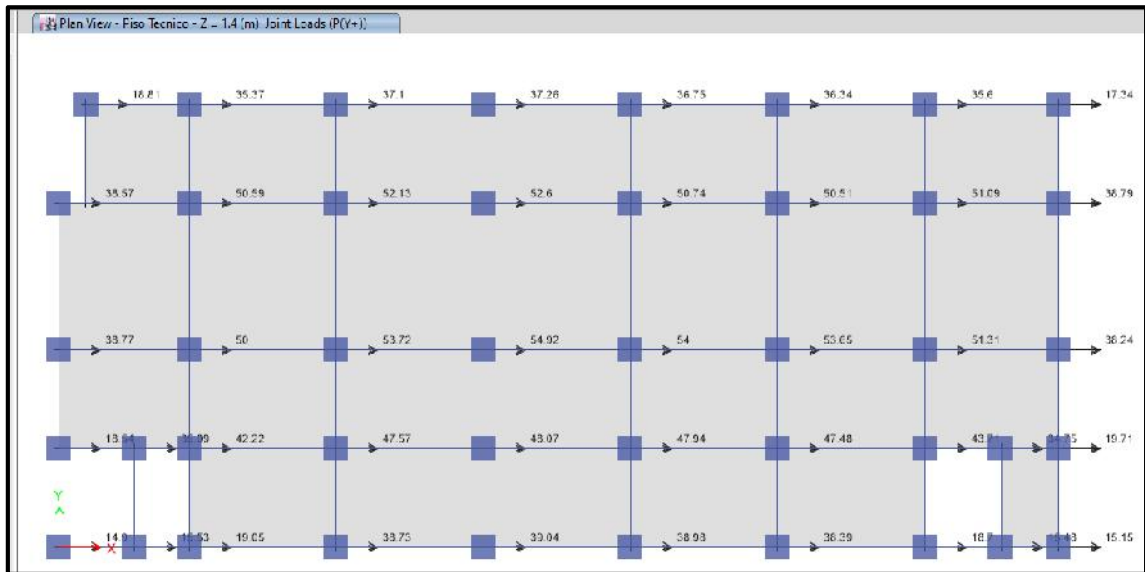
Fuente: Propio

FIGURA 82: Asignación de Carga P(X+) – Efecto P Delta



Fuente: Propio

FIGURA 83: Asignación de Carga P(Y+) – Efecto P Delta



Fuente: Propio

Cabe resaltar que el desplazamiento del sistema de aislación en el eje +X, va ocasionar un momento en el eje +Y, y si el sistema de aislación se desplaza en la dirección +Y va generar un momento P delta en el eje +X.

Además, debemos recordar que el máximo sismo aplicado a la estructura tiene la siguiente configuración:

$$\text{MCE-X} = 100\% \text{ U1} + 30\% \text{ U2}$$

$$\text{MCE-Y} = 30\% \text{ U1} + 100\% \text{ U2}$$

Es decir que va existir un desplazamiento tanto en la dirección X y Y, es por ello que se debe de aplicar las cargas de momento simultáneamente.

II.4.4.4. DISEÑO DE VIGAS DE PISO TÉCNICO

Para el dimensionamiento de vigas principales se divide la luz libre entre un factor, este factor depende de la sobre carga (S/C).

Generalmente para dimensionar las vigas del piso técnico como regla práctica se divide entre diez la luz libre, sin embargo, estas vigas van a garantizar la rigidez del sistema de aislamiento.

Cabe recordar que los capiteles son de 1.20 x 1.20, es por ello que las vigas del sistema de aislación deben ser: VA=0.40x0.90. Según la norma E 0.60 art. 9.2 Resistencia Requerida se debe de utilizar la combinación de carga:

TABLA 39: Combinaciones de Carga - Diseño de Vigas

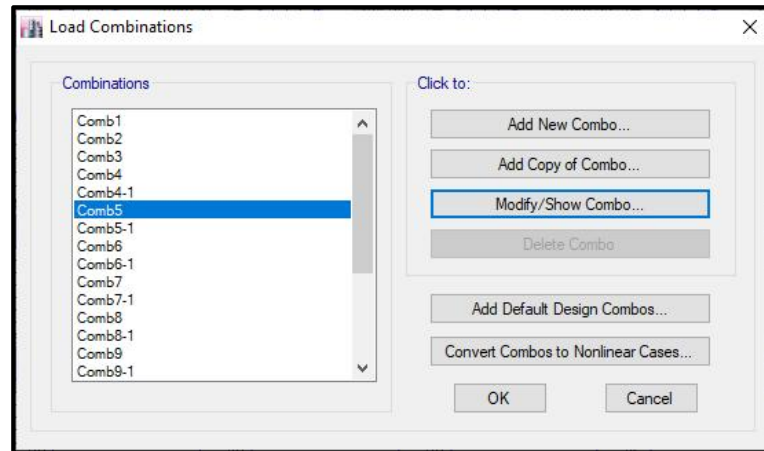
COMBINACIONES	CARGAS
Comb1	1.4PP+1.4CM+1.7CV
Comb2	1.4PP+1.4CM+1.7D1
Comb3	1.4PP+1.4CM+1.7D2
Comb4	1.25PP+1.25CM+1.25CV±MCE _x
Comb5	1.25PP+1.25CM+1.25D1±MCE _x
Comb6	1.25PP+1.25CM+1.25D2±MCE _x
Comb7	1.25PP+1.25CM+1.25CV±MCE _y
Comb8	1.25PP+1.25CM+1.25D1±MCE _y
Comb9	1.25PP+1.25CM+1.25D2±MCE _y
Comb10	0.90PP+0.90CM±MCE _x
Comb11	0.90PP+0.90CM±MCE _y

Fuente: Propio

Además, se debe de calcular la resistencia ultima con los valores mayores absolutos (envolvente).

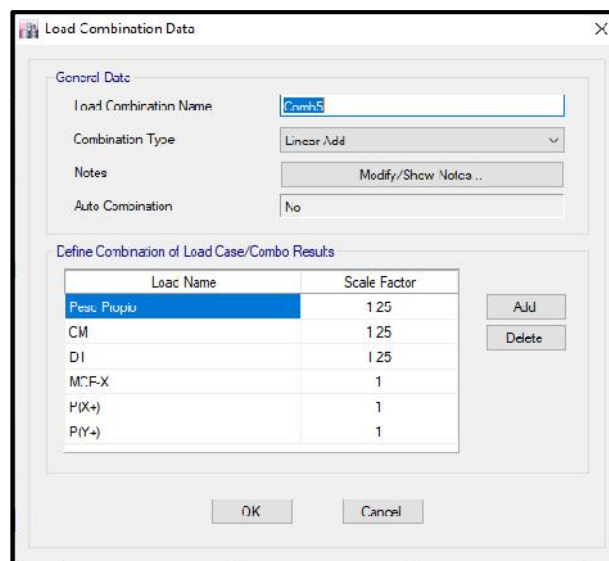
Envelope: MAX (Comb1, Comb2, Comb3, ... Comb 11)

FIGURA 84: Combinaciones de Carga – Diseño de Vigas Piso Técnico



Fuente: Propio

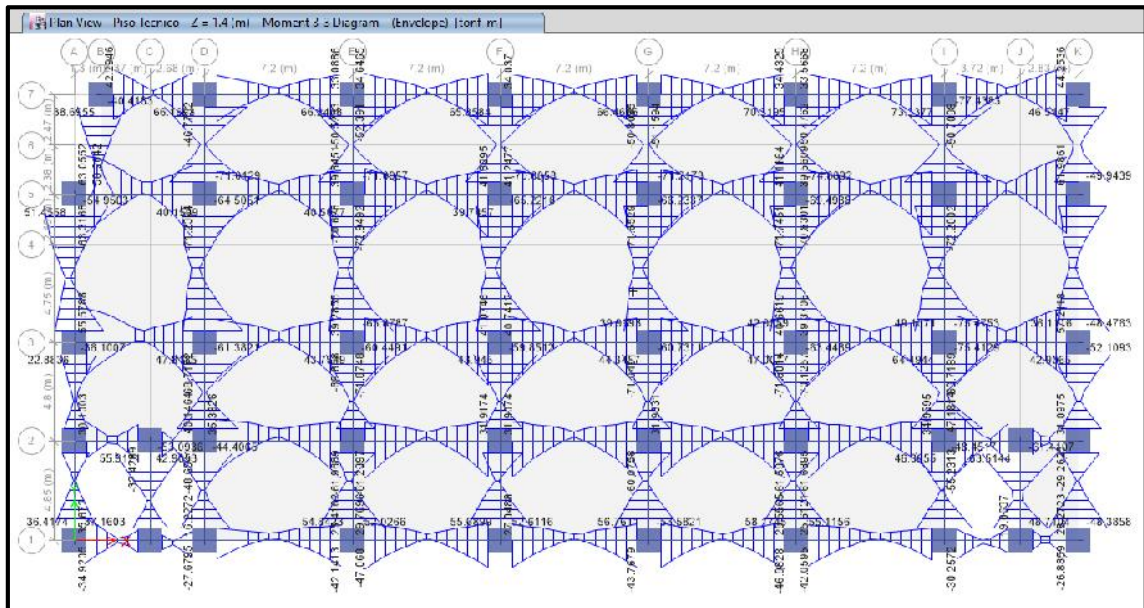
FIGURA 85: Aplicación de efecto P delta en Combos – Diseño de Vigas Piso Técnico



Fuente: Propio

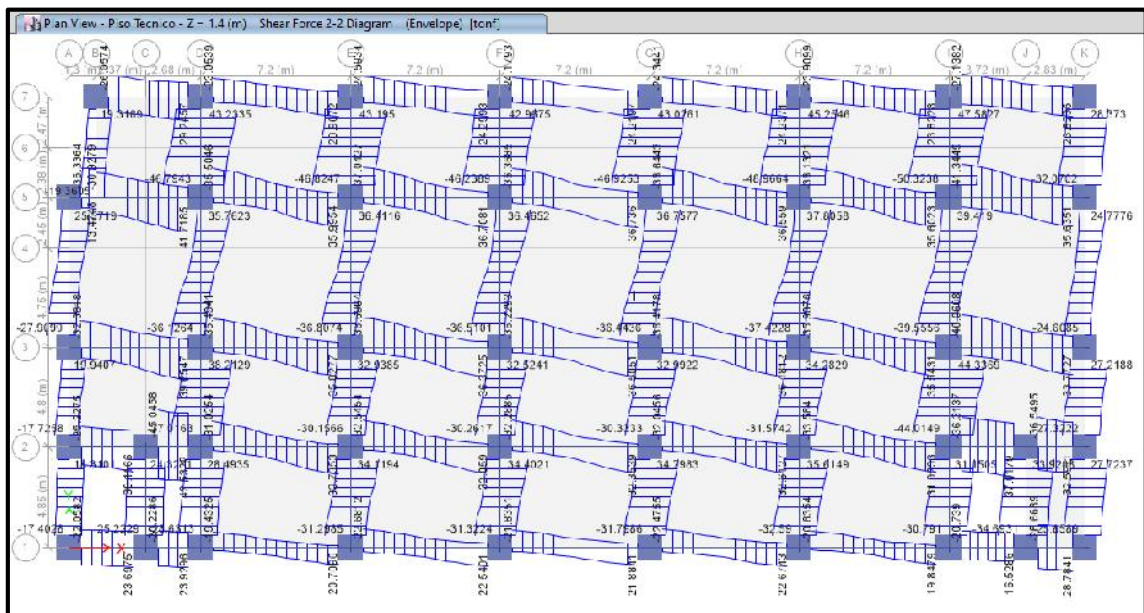
Una vez definidos estos parámetros se procede a correr el software, obteniendo así los momentos últimos en la dirección 3-3 y la cortante última en la dirección 2-2.

FIGURA 86: Momento M3-3 Envelope – Diseño de Vigas Piso Técnico



Fuente: Propio

FIGURA 87: Cortante 2-2 Envelope – Diseño de Vigas Piso Técnico



Fuente: Propio

Con estos valores se procede a diseñar las vigas.

TABLA 40: Cálculo de Acero en Viga - Nivel 0 - Piso Técnico - Eje 3

ZONA	Ubicación	h	d	Mu	Mu	b	Valor a	As cm2
				Tnf-m	Kgf-cm			
A	[-]	90	84	53.05	5,305,000.00	40	10.48	17.82
A.D	[+]	90	84	28.00	2,800,000.00	40	5.36	9.11
D	[-]	90	84	68.73	6,873,000.00	40	13.88	23.60
D.E	[+]	90	84	26.00	2,600,000.00	40	4.96	8.44
E	[-]	90	84	71.86	7,186,000.00	40	14.58	24.79
E.F	[+]	90	84	22.55	2,255,000.00	40	4.29	7.29
F	[-]	90	84	70.75	7,075,000.00	40	14.33	24.36
F.G	[+]	90	84	22.08	2,208,000.00	40	4.20	7.14
G	[-]	90	84	71.04	7,104,000.00	40	14.39	24.47
G.H	[+]	90	84	19.81	1,981,000.00	40	3.75	6.39
H	[-]	90	84	71.51	7,151,000.00	40	14.50	24.65
H.I	[+]	90	84	18.91	1,891,000.00	40	3.58	6.09
I	[-]	90	84	69.73	6,973,000.00	40	14.10	23.98
I.K	[+]	90	84	19.85	1,985,000.00	40	3.76	6.40
K	[-]	90	84	58.00	5,800,000.00	40	11.54	19.62

Fuente: Propio

TABLA 41: Equivalencia de Aceros - Nivel 0 - Piso Técnico - Eje 3

ZONA	As	As min	Asmax	As Elegido		1"	1"	As	
	cm2	cm2	cm2	cm2		5.07	5.07	cm2	
A	17.82	8.12	35.70	17.820	As Diseño	2	2	20.28	OK
A.D	9.11	8.12	35.70	9.110	As Diseño	2		10.14	OK
D	23.60	8.12	35.70	23.600	As Diseño	2	3	25.35	OK
D.E	8.44	8.12	35.70	8.440	As Diseño	2		10.14	OK
E	24.79	8.12	35.70	24.790	As Diseño	2	3	25.35	OK
E.F	7.29	8.12	35.70	8.115	As Mín	2		10.14	OK
F	24.36	8.12	35.70	24.360	As Diseño	2	3	25.35	OK
F.G	7.14	8.12	35.70	8.115	As Mín	2		10.14	OK
G	24.47	8.12	35.70	24.470	As Diseño	2	3	25.35	OK
G.H	6.39	8.12	35.70	8.115	As Mín	2		10.14	OK
H	24.65	8.12	35.70	24.650	As Diseño	2	3	25.35	OK
H.I	6.09	8.12	35.70	8.115	As Mín	2		10.14	OK
I	23.98	8.12	35.70	23.980	As Diseño	2	3	25.35	OK
I.K	6.40	8.12	35.70	8.115	As Mín	2		10.14	OK
K	19.62	8.12	35.70	19.620	As Diseño	2	2	20.28	OK

Fuente: Propio

TABLA 42: Cálculo de Acero en Viga - Nivel 0 - Piso Técnico - Eje 5

ZONA	Ubicación	h	d	Mu	Mu	b	Valor a	As
				Tnf-m	Kgf-cm			cm2
A	[-]	90	84	63.32	6,332,000.00	40	12.69	21.58
A.D	[+]	90	84	20.02	2,002,000.00	40	3.79	6.46
D	[-]	90	84	71.24	7,124,000.00	40	14.44	24.55
D.E	[+]	90	84	21.46	2,146,000.00	40	4.07	6.93
E	[-]	90	84	72.96	7,296,000.00	40	14.82	25.21
E.F	[+]	90	84	24.44	2,444,000.00	40	4.66	7.92
F	[-]	90	84	71.53	7,153,000.00	40	14.50	24.66
F.G	[+]	90	84	18.95	1,895,000.00	40	3.59	6.10
G	[-]	90	84	71.65	7,165,000.00	40	14.53	24.71
G.H	[+]	90	84	24.80	2,480,000.00	40	4.73	8.04
H	[-]	90	84	71.74	7,174,000.00	40	14.55	24.74
H.I	[+]	90	84	25.00	2,500,000.00	40	4.77	8.11
I	[-]	90	84	72.19	7,219,000.00	40	14.65	24.91
I.K	[+]	90	84	29.84	2,984,000.00	40	5.72	9.73
K	[-]	90	84	64.59	6,459,000.00	40	12.97	22.05

Fuente: Propio

TABLA 43: Equivalencia de Aceros - Nivel 0 - Piso Técnico - Eje 5

ZONA	As cm2	As min cm2	Asmax cm2	As Elegido cm2		1"	1"	As cm2	
						5.07	5.07		
A	21.58	8.12	35.70	21.580	As Diseño	2	3	25.35	OK
A.D	6.46	8.12	35.70	8.115	As Mín	2		10.14	OK
D	24.55	8.12	35.70	24.550	As Diseño	2	3	25.35	OK
D.E	6.93	8.12	35.70	8.115	As Mín	2		10.14	OK
E	25.21	8.12	35.70	25.210	As Diseño	2	3	25.35	OK
E.F	7.92	8.12	35.70	8.115	As Mín	2		10.14	OK
F	24.66	8.12	35.70	24.660	As Diseño	2	3	25.35	OK
F.G	6.10	8.12	35.70	8.115	As Mín	2		10.14	OK
G	24.71	8.12	35.70	24.710	As Diseño	2	3	25.35	OK
G.H	8.04	8.12	35.70	8.115	As Mín	2		10.14	OK
H	24.74	8.12	35.70	24.740	As Diseño	2	3	25.35	OK
H.I	8.11	8.12	35.70	8.115	As Mín	2		10.14	OK
I	24.91	8.12	35.70	24.910	As Diseño	2	3	25.35	OK
I.K	9.73	8.12	35.70	9.730	As Diseño	2		10.14	OK
K	22.05	8.12	35.70	22.050	As Diseño	2	4	30.42	OK

Fuente: Propio

TABLA 44: Cálculo de Acero en Viga - Nivel 0 - Piso Técnico - Eje E

ZONA	Ubicación	h	d	Mu	Mu	b	Valor a	As
				Tnf-m	Kgf-cm			cm2
1	[-]	90	84	52.03	5,203,000.00	40	10.27	17.46
1.2	[+]	90	84	22.09	2,209,000.00	40	4.20	7.14
2	[-]	90	84	36.39	3,639,000.00	40	7.04	11.97
2.3	[+]	90	84	13.06	1,306,000.00	40	2.46	4.18
3	[-]	90	84	65.87	6,587,000.00	40	13.25	22.53
3.5	[+]	90	84	28.52	2,852,000.00	40	5.46	9.29
5	[-]	90	84	71.10	7,110,000.00	40	14.41	24.50
5.7	[+]	90	84	18.37	1,837,000.00	40	3.48	5.91
7	[-]	90	84	69.07	6,907,000.00	40	13.96	23.73

Fuente: Propio

TABLA 45: Equivalencia de Aceros - Nivel 0 - Piso Técnico - Eje E

ZONA	As	As min	Asmax	As Elegido		1"	3/4"	1"	As	
	cm2	cm2	cm2	cm2		5.07	2.85	5.07	cm2	
1	17.46	8.12	35.70	17.460	As Diseño	2	3		18.69	OK
1.2	7.14	8.12	35.70	8.115	As Mín	2			10.14	OK
2	11.97	8.12	35.70	11.970	As Diseño	2	2		15.84	OK
2.3	4.18	8.12	35.70	8.115	As Mín	2			10.14	OK
3	22.53	8.12	35.70	22.530	As Diseño	2	2	2	25.98	OK
3.5	9.29	8.12	35.70	9.290	As Diseño	2			10.14	OK
5	24.50	8.12	35.70	24.500	As Diseño	2	2	2	25.98	OK
5.7	5.91	8.12	35.70	8.115	As Mín	2			10.14	OK
7	23.73	8.12	35.70	23.730	As Diseño	2	2	2	25.98	OK

Fuente: Propio

TABLA 46: Cálculo de Acero en Viga - Nivel 0 - Piso Técnico - Eje K

ZONA	Ubicación	h	d	Mu	Mu	b	Valor a	As cm2
				Tnf-m	Kgf-cm			
1	[-]	90	84	48.38	4,838,000.00	40	9.50	16.16
1.2	[+]	90	84	18.62	1,862,000.00	40	3.52	5.99
2	[-]	90	84	37.08	3,708,000.00	40	7.18	12.20
2.3	[+]	90	84	15.90	1,590,000.00	40	3.00	5.10
3	[-]	90	84	52.11	5,211,000.00	40	10.28	17.49
3.5	[+]	90	84	18.86	1,886,000.00	40	3.57	6.07
5	[-]	90	84	49.95	4,995,000.00	40	9.83	16.71
5.7	[+]	90	84	15.67	1,567,000.00	40	2.95	5.03
7	[-]	90	84	46.66	4,666,000.00	40	9.14	15.55

Fuente: Propio

TABLA 47: Equivalencia de Aceros - Nivel 0 - Piso Técnico - Eje K

ZONA	As cm2	As min cm2	Asmax cm2	As Elegido cm2		1"	3/4"	1"	As cm2	
						5.07	2.85	5.07		
1	16.16	8.12	35.70	16.160	As Diseño	2	3		18.69	OK
1.2	5.99	8.12	35.70	8.115	As Mín	2			10.14	OK
2	12.20	8.12	35.70	12.200	As Diseño	2	1		12.99	OK
2.3	5.10	8.12	35.70	8.115	As Mín	2			10.14	OK
3	17.49	8.12	35.70	17.490	As Diseño	2	2	1	20.91	OK
3.5	6.07	8.12	35.70	8.115	As Mín	2			10.14	OK
5	16.71	8.12	35.70	16.710	As Diseño	2	3		18.69	OK
5.7	5.03	8.12	35.70	8.115	As Mín	2			10.14	OK
7	15.55	8.12	35.70	15.550	As Diseño	2	2		15.84	OK

Fuente: Propio

Cuantía mínima, El acero mínimo. Debido al peralte es necesario colocar 4 fierros de montaje de 3/8".

Además, en los encuentros de viga secundaria se debe de reforzar mediante estribos, así como se muestra en la norma E 0.60 Art. 11.5.8.5.

II.4.4.5. DISEÑO DE VIGAS DE ENTREPISO

Para el predimensionamiento de la viga Según la arquitectura se tiene la separación más larga entre ejes D-E y 3-5 de 7.20m (Luz libre).

TABLA 48: Factores de dimensionamiento de vigas

S/C	250	500	750	1000
B	11	10	9	8

Fuente: Propio

$$h=L/\beta, \quad b=B/20$$

h: Peralte de la viga (m)

b: Base de la viga (m)

B: Ancho tributario para la viga

: Factor para dimensionamiento de vigas

L: Luz libre entre vigas (m)

S/C: Sobre carga (kg/m²)

$$L= 7.20 \text{ m} \quad B= 7.20 \text{ m}$$

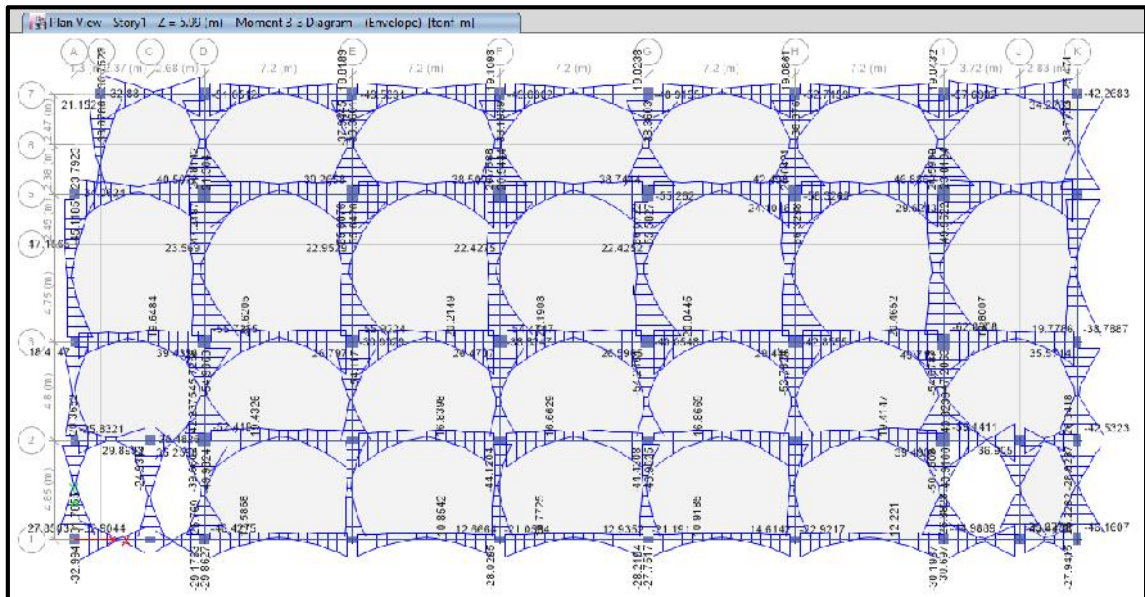
$$h= \frac{7.20}{11} = 0.655$$

VP (.35 x .70)

$$b= \frac{7.20}{20} = 0.36$$

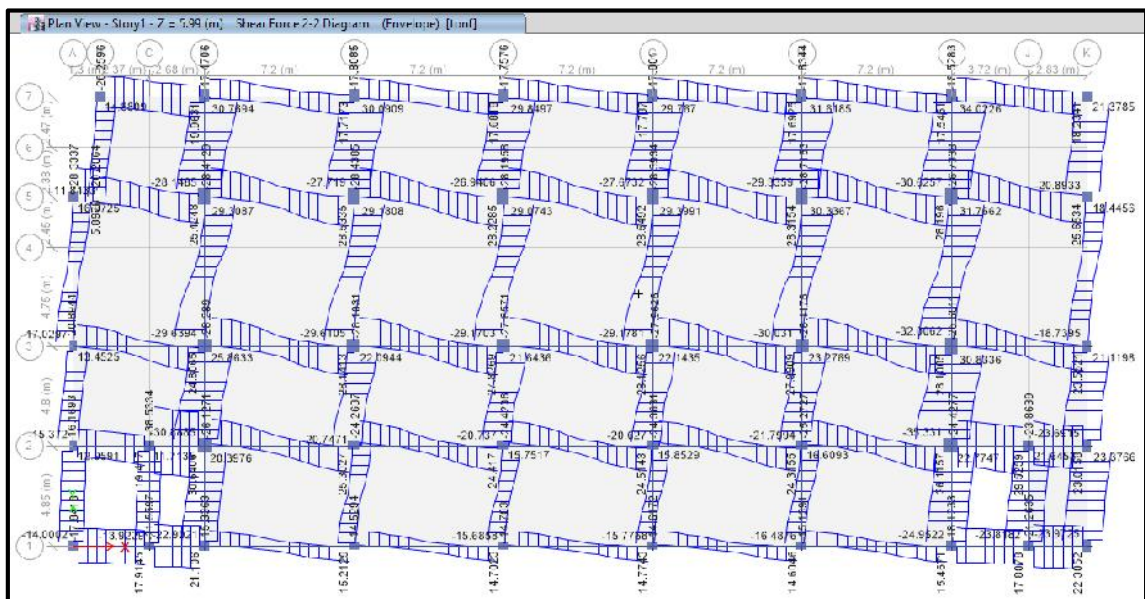
Nota: Considerando columnas como mín. de 0.30x0.30; 7.20-.15-.15=6.90

FIGURA 88: Momento M3-3 Envelope – Diseño de Vigas Nivel 1



Fuente: Propio

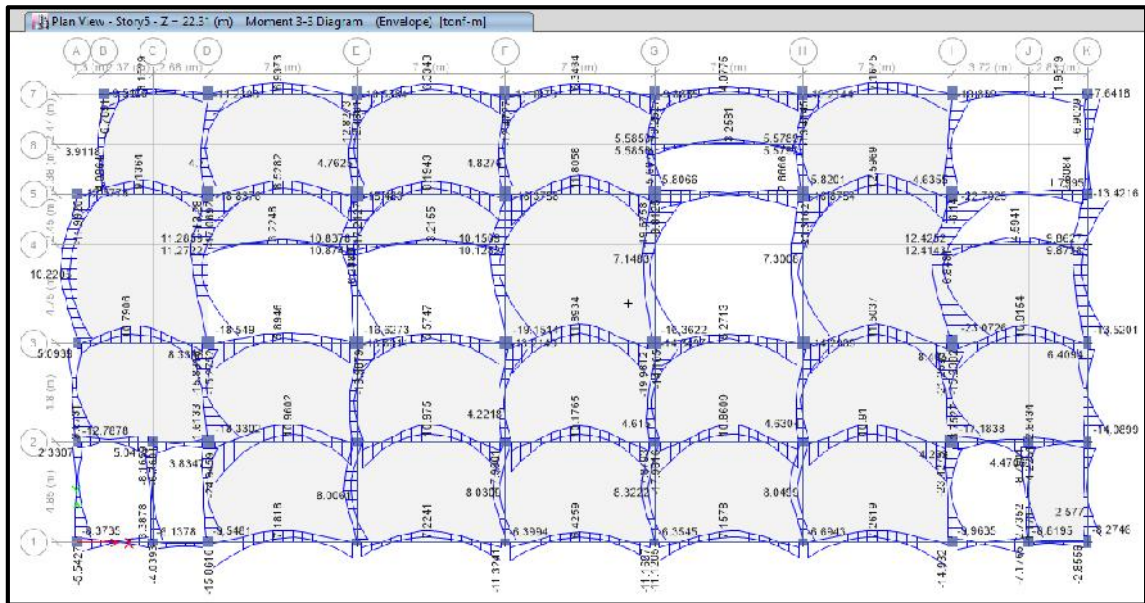
FIGURA 89: Cortante 2-2 Envelope – Diseño de Vigas Nivel 1



Fuente: Propio

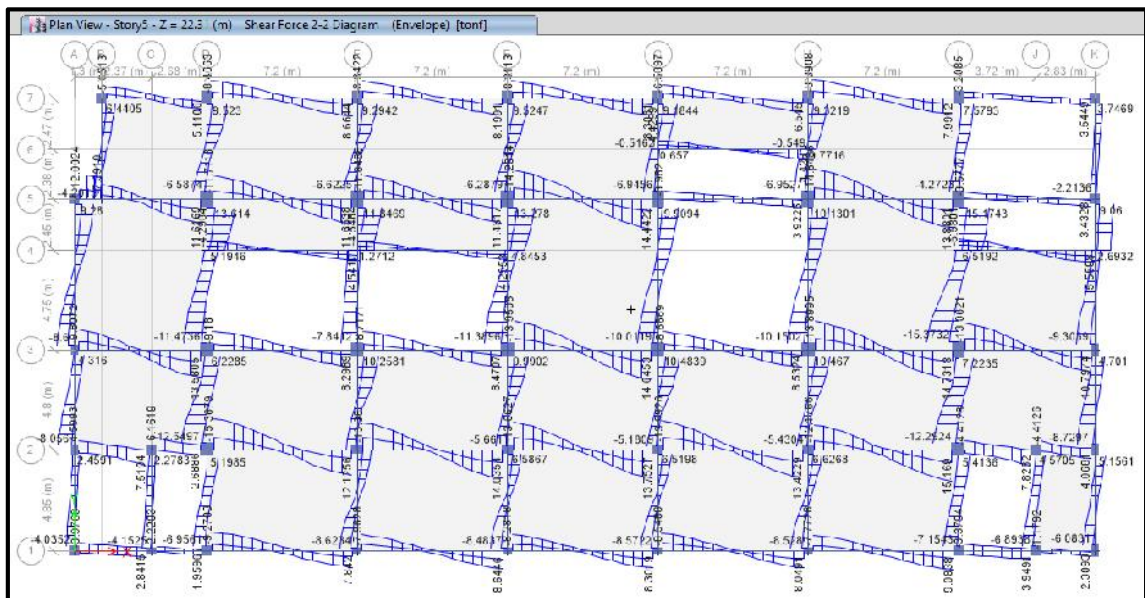
Con estos valores se procede a diseñar las vigas.

FIGURA 90: Momento M3-3 Envelope – Diseño de Vigas Nivel 5



Fuente: Propio

FIGURA 91: Cortante 2-2 Envelope – Diseño de Vigas Nivel 5



Fuente: Propio

Con estos valores se procede a diseñar las vigas.

II.4.4.6. DISEÑO DE COLUMNAS

Inicialmente se obtuvo las dimensiones de las columnas debido a la carga de servicio para las columnas de perímetro, columnas de esquina y las columnas de esquina.

Sin embargo, cuando se realizó el análisis dinámico del modelo aislado se tuvo que aumentar la sección de las columnas para cumplir con las derivas permisibles. Se obtuvo columnas cuadradas y rectangulares.

Para el diseño de columnas se debe de obtener los esfuerzos actuantes en las columnas del Nivel 1. Tales esfuerzos son: Fuerza axial, Cortante en dirección V2, Cortante en la dirección V3, Momento en la dirección M2, Momento en la dirección M3.

Las cargas aplicadas al edificio son: Peso Propio, Carga Muerta CM, Carga Viva CV, Carga Viva en Azotea CV-Up, Máximo Sismo Creíble en X, Máximo Sismo Creíble en Y.

Se agrupado la carga muerta y la viva:

Dead = Peso Propio + CM

Live = CV + CV_Up

TABLA 49: Esfuerzo Axial P y Cortante V2 - Nivel 1– Diseño de Columnas

Únque Name	P (Tonf)				V2 (Tonf)				
	Dead	Live	Sismo X Max	Sismo Y Max	Dead	Live	Sismo X Max	Sismo Y Max	
	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf	
N101	-35.20	-1.70	50.49	36.56	-0.10	0.00	9.62	3.71	C2 50 x 50
N102	-48.63	-7.75	37.26	15.24	-0.71	-0.25	3.68	9.78	C 35 x 50
N103	-87.58	-21.52	24.74	12.14	-1.31	-0.39	3.45	9.18	C 35 x 50
N104	-89.81	-21.00	32.69	11.24	-2.57	-0.74	9.06	3.50	C2 50 x 50
N105	-54.45	-10.33	32.80	24.92	-1.01	-0.26	10.15	3.84	C2 50 x 50
N106	-36.51	-4.00	14.32	30.79	-0.13	-0.05	10.29	3.98	C 35 x 50
N107	-68.32	-13.08	28.99	17.50	-0.46	-0.13	13.30	4.56	C1 50 x 50
N108	-70.47	-12.84	36.58	45.39	-1.33	-0.39	11.99	4.64	C1 50 x 50
N109	-124.54	-28.33	40.81	14.00	-3.93	-1.25	23.05	7.92	C3 65 x 65
N110	-180.09	-48.20	8.08	22.90	-0.63	-0.22	20.15	6.21	C3 65 x 65
N111	-188.80	-50.06	7.83	22.96	-1.02	-0.39	21.81	7.43	C 60 x 80
N112	-94.18	-21.30	24.89	51.29	-1.00	-0.28	15.03	5.71	C 50 x 65
N113	-95.65	-23.81	7.43	21.07	-0.01	-0.01	8.60	3.32	C 35 x 50
N114	-153.68	-42.56	6.00	14.14	-0.01	-0.02	14.20	4.89	C 40 x 60
N115	-194.85	-53.51	2.30	5.20	-0.07	-0.03	20.94	6.46	C3 65 x 65
N116	-198.59	-53.66	6.80	21.13	-0.06	-0.01	21.36	7.33	C 60 x 80
N117	-107.79	-25.35	16.93	51.92	-0.01	0.00	13.85	5.29	C 50 x 65
N118	-98.01	-24.59	6.13	19.68	0.04	0.01	8.48	3.27	C 35 x 50
N119	-158.37	-44.36	4.61	14.81	0.01	0.01	13.63	4.69	C 40 x 60
N120	-206.78	-57.94	1.39	4.50	-0.01	0.00	20.86	6.44	C3 65 x 65
N121	-202.73	-55.44	6.36	20.55	0.01	0.01	21.40	7.34	C 60 x 80
N122	-108.04	-25.48	15.59	50.39	-0.06	-0.01	13.93	5.32	C 50 x 65
N123	-97.94	-24.59	6.07	19.90	0.05	0.02	8.48	3.27	C 35 x 50
N124	-157.47	-44.04	4.59	15.03	0.08	0.02	13.63	4.69	C 40 x 60
N125	-198.11	-54.62	1.40	4.58	0.08	0.03	20.87	6.44	C3 65 x 65
N126	-185.14	-48.91	6.36	20.81	0.04	0.02	21.40	7.34	C 60 x 80
N127	-104.63	-24.04	15.60	51.08	-0.05	-0.01	13.93	5.32	C 50 x 65
N128	-95.32	-23.70	8.14	23.32	0.10	0.04	8.57	3.32	C 35 x 50
N129	-153.72	-42.75	6.49	16.18	0.05	0.04	14.17	4.88	C 40 x 60
N130	-196.71	-54.13	2.22	6.20	-0.01	0.00	20.87	6.42	C3 65 x 65
N131	-184.95	-48.85	7.07	22.35	-0.13	-0.04	21.35	7.32	C 60 x 80
N132	-105.05	-24.16	17.60	55.54	-0.08	-0.02	13.87	5.30	C 50 x 65
N133	-74.47	-14.05	35.33	54.92	1.33	0.40	12.04	4.66	C1 50 x 50
N134	-135.84	-31.83	31.99	12.85	3.61	1.15	22.49	7.55	C3 65 x 65
N135	-197.82	-53.62	9.98	28.58	0.54	0.19	20.26	6.22	C 60 x 80
N136	-190.76	-51.48	7.10	21.61	0.47	0.16	21.73	7.47	C 60 x 80
N137	-100.53	-23.21	20.46	59.47	0.20	0.06	14.42	5.47	C 50 x 65
N138	-48.30	-6.95	16.13	47.82	0.22	0.04	13.16	5.07	C1 50 x 50
N139	-67.61	-14.20	9.78	23.22	0.64	0.16	13.69	4.67	C1 50 x 50
N140	-38.37	-5.65	53.67	43.46	-0.80	-0.21	4.53	12.98	C 40 x 60
N141	-59.50	-11.85	49.86	21.32	-0.47	-0.15	6.74	19.42	C 40 x 60
N142	-95.89	-23.53	29.46	26.57	-1.61	-0.48	5.82	16.79	C 40 x 60
N143	-95.26	-23.14	30.33	20.35	2.54	0.81	8.65	2.97	C1 50 x 50
N144	-54.68	-10.56	28.45	40.34	1.55	0.42	8.98	3.39	C2 50 x 50
MÍN:	-206.78	-57.94				MÁX:	23.05	19.42	

Fuente: Propio

TABLA 50: Cortante V3 y Momento Torsión T - Nivel 1– Diseño de Columnas

Uniq Name	V3 (Tonf)				T (Tonf-m)				
	Dead	Live	Sismo X Max	Sismo Y Max	Dead	Live	Sismo X Max	Sismo Y Max	
	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m	
N101	-0.57	-0.11	3.34	8.84	0.01	0.00	0.18	0.30	C2 50 x 50
N102	0.25	0.06	4.83	1.66	0.00	0.00	0.08	0.14	C 35 x 50
N103	1.20	0.38	4.45	1.38	0.00	0.00	0.08	0.14	C 35 x 50
N104	1.68	0.47	3.14	8.15	0.01	0.00	0.18	0.30	C2 50 x 50
N105	1.30	0.33	3.09	7.55	0.01	0.00	0.18	0.30	C2 50 x 50
N106	-0.43	-0.09	1.73	4.64	0.00	0.00	0.08	0.14	C 35 x 50
N107	-0.32	-0.17	3.06	8.18	0.01	0.00	0.18	0.30	C1 50 x 50
N108	-1.31	-0.35	3.43	9.87	0.01	0.00	0.18	0.30	C1 50 x 50
N109	-1.85	-0.63	8.47	23.65	0.02	0.01	0.51	0.85	C3 65 x 65
N110	-3.71	-1.23	8.35	23.10	0.02	0.01	0.51	0.85	C3 65 x 65
N111	3.20	1.08	10.17	29.03	0.03	0.01	0.63	1.05	C 60 x 80
N112	1.82	0.55	4.93	14.09	0.01	0.00	0.29	0.48	C 50 x 65
N113	-0.86	-0.27	1.27	3.88	0.00	0.00	0.08	0.14	C 35 x 50
N114	-0.19	-0.06	2.79	8.49	0.01	0.00	0.15	0.25	C 40 x 60
N115	-3.05	-0.99	6.67	20.25	0.02	0.01	0.51	0.85	C3 65 x 65
N116	3.26	1.11	9.12	27.76	0.03	0.01	0.63	1.05	C 60 x 80
N117	1.77	0.55	4.48	13.61	0.01	0.00	0.29	0.48	C 50 x 65
N118	-0.85	-0.27	1.18	3.79	0.00	0.00	0.08	0.14	C 35 x 50
N119	-0.20	-0.07	2.63	8.46	0.01	0.00	0.15	0.25	C 40 x 60
N120	-3.02	-0.98	6.11	19.67	0.02	0.01	0.51	0.85	C3 65 x 65
N121	3.48	1.18	8.39	26.99	0.03	0.01	0.63	1.05	C 60 x 80
N122	1.87	0.59	4.11	13.22	0.01	0.00	0.29	0.48	C 50 x 65
N123	-0.83	-0.27	1.17	3.83	0.00	0.00	0.08	0.14	C 35 x 50
N124	-0.14	-0.05	2.63	8.60	0.01	0.00	0.15	0.25	C 40 x 60
N125	-2.83	-0.92	6.10	19.96	0.02	0.01	0.51	0.85	C3 65 x 65
N126	3.46	1.17	8.38	27.41	0.03	0.01	0.63	1.05	C 60 x 80
N127	1.75	0.54	4.09	13.38	0.01	0.00	0.29	0.48	C 50 x 65
N128	-0.80	-0.26	1.32	4.16	0.00	0.00	0.08	0.14	C 35 x 50
N129	-0.12	-0.04	2.96	9.32	0.01	0.00	0.15	0.25	C 40 x 60
N130	-2.77	-0.90	6.92	21.78	0.02	0.01	0.51	0.85	C3 65 x 65
N131	3.55	1.19	9.52	29.97	0.03	0.01	0.63	1.05	C 60 x 80
N132	1.80	0.55	4.64	14.60	0.01	0.00	0.29	0.48	C 50 x 65
N133	-1.20	-0.33	3.64	10.98	0.01	0.00	0.18	0.30	C1 50 x 50
N134	-1.60	-0.56	9.29	27.78	0.02	0.01	0.51	0.85	C3 65 x 65
N135	-4.06	-1.37	11.16	33.26	0.03	0.01	0.63	1.05	C 60 x 80
N136	3.64	1.21	11.15	33.53	0.03	0.01	0.63	1.05	C 60 x 80
N137	1.98	0.61	5.30	15.93	0.01	0.00	0.29	0.48	C 50 x 65
N138	-0.97	-0.26	3.78	11.02	0.01	0.00	0.18	0.30	C1 50 x 50
N139	0.17	0.01	3.55	10.35	0.01	0.00	0.18	0.30	C1 50 x 50
N140	-0.20	-0.03	7.28	2.81	0.01	0.00	0.15	0.25	C 40 x 60
N141	-0.37	-0.10	7.39	2.66	0.01	0.00	0.15	0.25	C 40 x 60
N142	-1.96	-0.62	6.35	1.96	0.01	0.00	0.15	0.25	C 40 x 60
N143	1.07	0.31	4.93	14.20	0.01	0.00	0.18	0.30	C1 50 x 50
N144	0.80	0.21	3.70	10.68	0.01	0.00	0.18	0.30	C2 50 x 50
		MÁX:	11.16	33.53					

Fuente: Propio

TABLA 51: Momento M2 y Momento M3 - Nivel 1– Diseño de Columnas

Único Name	M2 (Tonf-m)				M3 (Tonf-m)				
	Dead	Live	Sismo X Max	Sismo Y Max	Dead	Live	Sismo X Max	Sismo Y Max	
	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m	
N101	-1.27	-0.25	7.96	21.13	-0.15	0.01	22.68	8.74	C2 50 x 50
N102	0.51	0.13	10.64	3.66	-1.38	-0.50	8.17	21.71	C 35 x 50
N103	2.49	0.77	9.60	2.97	-2.80	-0.82	7.65	20.36	C 35 x 50
N104	3.61	0.99	7.33	19.09	-5.82	-1.63	21.07	8.07	C2 50 x 50
N105	2.91	0.72	7.47	18.45	-2.22	-0.56	24.02	9.09	C2 50 x 50
N106	-0.94	-0.20	3.83	10.34	-0.21	-0.09	22.46	8.68	C 35 x 50
N107	-0.75	-0.39	7.19	19.31	-1.00	-0.28	29.42	10.08	C1 50 x 50
N108	-3.00	-0.79	8.05	23.20	-2.69	-0.76	27.28	10.54	C1 50 x 50
N109	-4.18	-1.42	20.52	57.45	-8.76	-2.72	55.95	19.22	C3 65 x 65
N110	-8.65	-2.82	20.44	56.69	-1.41	-0.49	50.79	15.66	C3 65 x 65
N111	7.44	2.48	26.35	75.30	-2.10	-0.81	54.39	18.53	C 60 x 80
N112	4.13	1.23	12.25	35.04	-2.10	-0.58	34.72	13.19	C 50 x 65
N113	-1.76	-0.56	2.77	8.44	0.05	0.00	18.98	7.31	C 35 x 50
N114	-0.46	-0.15	6.14	18.70	0.21	0.01	32.82	11.28	C 40 x 60
N115	-7.46	-2.37	16.58	50.38	-0.14	-0.06	52.07	16.06	C3 65 x 65
N116	7.66	2.56	23.74	72.26	-0.14	-0.03	53.01	18.20	C 60 x 80
N117	4.03	1.23	11.13	33.85	0.00	0.00	32.30	12.33	C 50 x 65
N118	-1.74	-0.56	2.55	8.21	0.08	0.03	18.85	7.27	C 35 x 50
N119	-0.46	-0.16	5.75	18.51	-0.02	0.00	31.58	10.86	C 40 x 60
N120	-7.38	-2.35	15.18	48.88	-0.02	0.00	51.91	16.02	C3 65 x 65
N121	8.20	2.74	21.83	70.27	0.01	0.02	53.19	18.23	C 60 x 80
N122	4.25	1.31	10.20	32.83	-0.15	-0.04	32.51	12.40	C 50 x 65
N123	-1.71	-0.55	2.54	8.30	0.12	0.04	18.86	7.27	C 35 x 50
N124	-0.33	-0.11	5.75	18.81	0.23	0.06	31.60	10.86	C 40 x 60
N125	-6.89	-2.18	15.14	49.55	0.22	0.08	51.93	16.03	C3 65 x 65
N126	8.18	2.71	21.79	71.32	0.11	0.06	53.19	18.24	C 60 x 80
N127	3.98	1.20	10.13	33.18	-0.12	-0.03	32.50	12.39	C 50 x 65
N128	-1.65	-0.53	2.86	9.03	0.16	0.06	18.92	7.32	C 35 x 50
N129	-0.30	-0.10	6.48	20.40	-0.09	0.03	32.71	11.26	C 40 x 60
N130	-6.74	-2.14	17.16	54.02	-0.09	-0.01	51.90	15.96	C3 65 x 65
N131	8.40	2.78	24.74	77.92	-0.34	-0.11	52.99	18.17	C 60 x 80
N132	4.10	1.24	11.48	36.16	-0.18	-0.05	32.35	12.35	C 50 x 65
N133	-2.74	-0.72	8.54	25.80	2.70	0.80	27.44	10.61	C1 50 x 50
N134	-3.61	-1.26	22.49	67.33	8.11	2.53	55.17	18.52	C3 65 x 65
N135	-9.93	-3.30	28.67	85.54	1.10	0.39	50.76	15.59	C 60 x 80
N136	8.66	2.84	28.89	86.94	0.86	0.31	54.27	18.65	C 60 x 80
N137	4.53	1.38	13.09	39.37	0.30	0.09	33.56	12.72	C 50 x 65
N138	-2.17	-0.56	9.02	26.35	0.37	0.06	29.39	11.32	C1 50 x 50
N139	0.38	0.01	8.24	24.02	1.32	0.33	30.24	10.33	C1 50 x 50
N140	-0.44	-0.08	16.43	6.34	-1.78	-0.45	10.99	31.53	C 40 x 60
N141	-0.80	-0.21	16.68	5.98	-0.90	-0.30	15.55	44.81	C 40 x 60
N142	-4.20	-1.31	14.26	4.42	-3.50	-1.02	13.41	38.65	C 40 x 60
N143	2.19	0.63	11.13	32.06	5.68	1.77	20.21	6.93	C1 50 x 50
N144	1.66	0.42	8.82	25.46	3.49	0.91	21.61	8.15	C2 50 x 50
		MÁX:	28.89	86.94		MÁX:	55.95	44.81	

Fuente: Propio

La columna N120 está sometido a la mayor carga Axial debido a gravedad el cual tiene una sección de 65cm x 65cm. Los momentos debido al sismo fueron calculados con $R=1$, sin embargo, se puede diseñar con $R=2$.

Las columnas son elementos estructurales que se diseñan por compresión y flexión biaxial (flexo compresión) y además por corte, al estar sometido a fuerzas laterales de sismo.

El material a utilizar es de concreto armado con las siguientes propiedades:

Resistencia a la compresión: $f'c=210\text{kg/cm}^2$

Módulo de elasticidad: $219,487.77\text{ kg/cm}^2$

Módulo de poisson: $U=0.15$

Módulo de Corte: $G = 95,429.47\text{ kg/cm}^2$

Según la norma E 0.60 art. 9.2 Resistencia Requerida se debe de utilizar la combinación de carga:

TABLA 52: Combinaciones de Carga - Diseño de Columnas

COMBINACIONES	CARGAS
Comb1	1.4DEAD+1.7LIVE
Comb2	1.25 (DEAD+LIVE)+SISMO
Comb3	1.25 (DEAD+LIVE)-SISMO
Comb4	0.90 DEAD+SISMO
Comb5	0.90 DEAD-SISMO

Fuente: Propio

Método de Boris Bresler

Es permitido por la norma peruana y constituye un método aproximado que intenta predecir la resistencia de una columna, bajo carga axial y flexión biaxial, a partir de las resistencias a flexión uniaxial de la misma. E0.60 Art. 10.18.

$$\frac{1}{\phi P} \leq \frac{1}{\phi P} + \frac{1}{\phi P} - \frac{1}{\phi P}$$

donde :

P_n es la resistencia nominal a carga axial en flexión biaxial.

P_{nx} es la resistencia nominal bajo la acción de momento únicamente en X ($e_y = 0$).

P_{ny} es la resistencia nominal bajo la acción de momento únicamente en Y ($e_x = 0$).

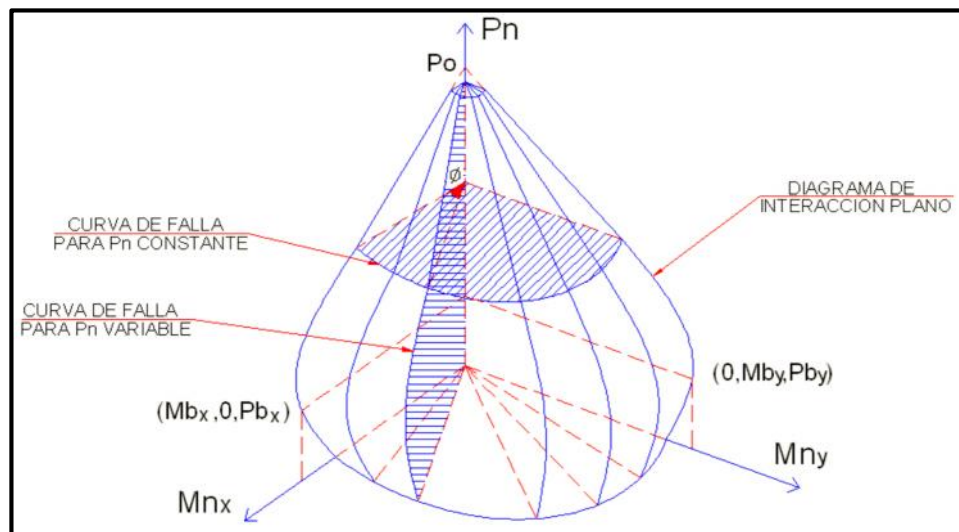
P_{on} es la resistencia nominal bajo la acción de carga axial únicamente ($e_x = e_y = 0$) que se calcula mediante: $0,85 f'_c (A_g - A_{st}) + f_y A_{st}$

La fórmula es aplicable para $P_u \leq 0.10\phi P_n$; es decir, el método no funciona para cargas axiales bajas cercanas a la flexión simple. Si la carga P_u es menor que el valor indicado, se debe usar la siguiente ecuación:

$$\frac{M}{\phi M} + \frac{M}{\phi M} \leq 1$$

El método obliga a suponer un área de acero o calcular el acero sumando, como primera aproximación, el que se obtiene calculando en las dos direcciones en forma independiente, para luego verificar que la carga axial que puede resistir la columna, sometida a flexión biaxial, sea mayor que la aplicada.

FIGURA 92: Diagrama Interacción Biaxial



Fuente: Propio

Diseño de Columna 0.65 x 0.65

Propiedades geométricas

H =	459.00	cm	Altura de la columna
T2 =	65.00	cm	Base
T3 =	65.00	cm	Altura

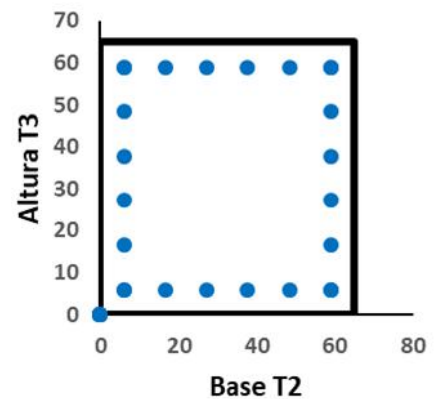
T3 orientado con el eje: **Y** Orientación según eje de coordenadas

Propiedades mecánicas

f'c =	210.00	kg/cm ²	Resistencia a la compresión del concreto
Capas //T2 =	6.00	capas	Número de capas paralelas a la base
Capas //T3 =	6.00	capas	Número de capas paralelas a la altura

Capas paralelas a la base T2			1"
Capa N°	As (cm ²)	Dist. (cm)	5.07
Capa 1	30.42	6.00	6.00
Capa 2	10.14	16.60	2.00
Capa 3	10.14	27.20	2.00
Capa 4	10.14	37.80	2.00
Capa 5	10.14	48.40	2.00
Capa 6	30.42	59.00	6.00

Capas paralelas a la altura T3			1"
Capa N°	As (cm ²)	Dist. (cm)	5.07
Capa 1	30.42	6.00	6.00
Capa 2	10.14	16.60	2.00
Capa 3	10.14	27.20	2.00
Capa 4	10.14	37.80	2.00
Capa 5	10.14	48.40	2.00
Capa 6	30.42	59.00	6.00



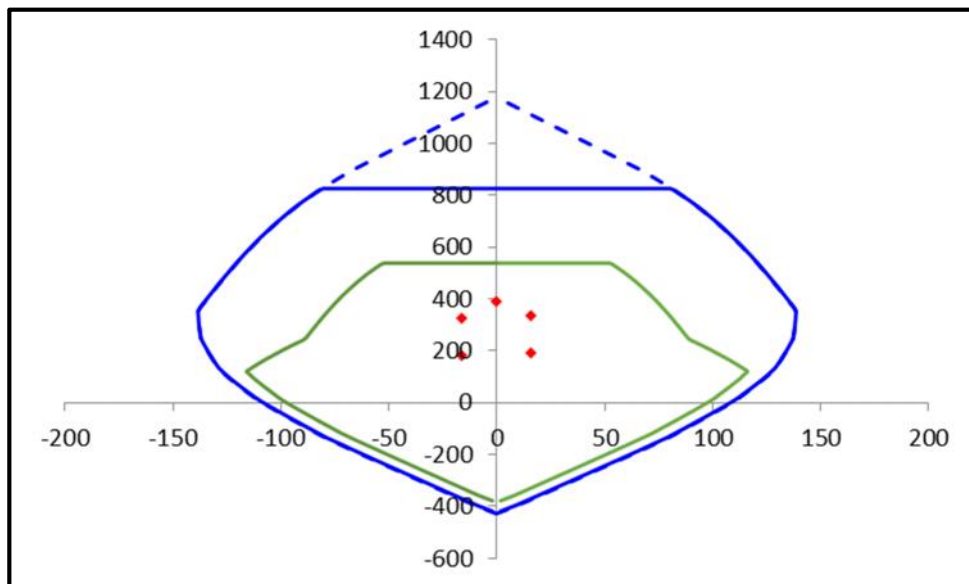
Cargas actuantes en T3			Cargas actuantes en el eje T2		
Pcm =	206.78	tn	Pcm =	206.78	tn
Pcv =	57.94	tn	Pcv =	57.94	tn
Pcs =	4.50	tn	Pcs =	1.39	tn
Mcm =	0.02	tn-m	Mcm =	7.38	tn-m
Mcv =	0.00	tn-m	Mcv =	2.35	tn-m
Mcs =	16.02	tn-m	Mcs =	15.18	tn-m
Vcm =	0.01	tn	Vcm =	3.02	tn
Vcv =	0.00	tn	Vcv =	0.98	tn
Vcs =	6.44	tn	Vcs =	6.11	tn

TABLA 53: Combinaciones de Carga en X – Diseño – Columna 65x65

Combinación	Pu	Mu	Vu	e	ΦP_n
1.4cm+1.7cv	388.00	0.03	0.01		
1.25(cm+cv)+cs	335.41	16.05	6.45	0.048	536.92
1.25(cm+cv)-cs	326.40	-15.99	6.43		
0.9cm+cs	190.60	16.04	6.45	0.084	536.92
0.9cs-cs	181.60	-16.00	6.43		

Fuente: Propio

FIGURA 93: Diagrama Interacción Eje X - Columna



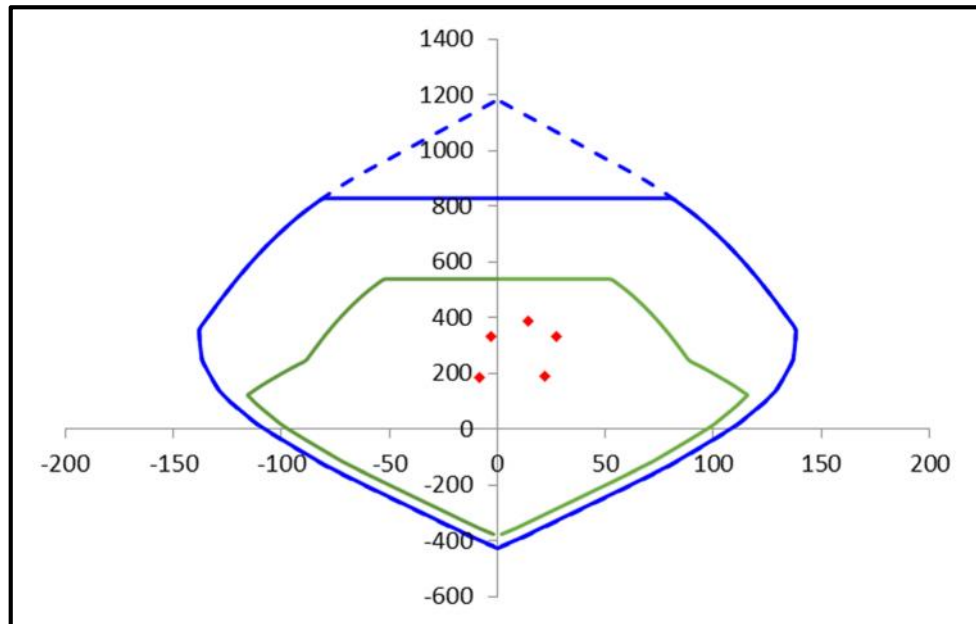
Fuente: Propio

TABLA 54: Combinaciones de Carga en Y – Diseño – Columna 65x65

Combinación	Pu	Mu	Vu	e	ΦP_n
1.4cm+1.7cv	388.00	14.33	5.91		
1.25(cm+cv)+cs	332.30	27.34	11.12	0.082	536.92
1.25(cm+cv)-cs	329.51	-3.02	1.10		
0.9cm+cs	187.49	21.82	8.83	0.116	500.90
0.9cs-cs	184.71	-8.54	3.39		

Fuente: Propio

FIGURA 94: Diagrama Interacción Eje Y - Columna



Fuente: Propio

Verificación por flexocompresión biaxial

$$\frac{1}{wP_i} = \frac{1}{wP_{nx}} + \frac{1}{wP_{ny}} - \frac{1}{wP_{no}}$$

Combinaciór	1/Φ Pnx	1/Φ Pny	1/Φ pno	Σ	1/Φ pi	Obs
1.25(cm+cv)+cs	0.001862	0.001862	0.001862	0.0019	0.0030	Ok
0.9cm+cs	0.001862	0.001996	0.001862	0.0020	0.0052	Ok

Diseño por fuerza cortante

El cortante de diseño por fuerza cortante proviene de comparar el cortante máximo proveniente del análisis estructural con el cortante máximo proveniente del análisis por capacidad.

Cortante proveniente del análisis por capacidad

Sentido paralelo a T3:

Combinación	Pu	Φ Mn	Mpr	VPr	Máximo VPr
1.4cm+1.7cv	388.00	88.33	110.41	48.11	
1.25(cm+cv)+cs	332.30	93.75	117.19	51.06	
1.25(cm+cv)-cs	329.51	93.75	117.19	51.06	
0.9cm+cs	187.49	108.82	136.02	59.27	
0.9cs-cs	184.71	110.16	137.70	60.00	60.00

Sentido paralelo a T2:

Combinación	Pu	Φ Mn	Mpr	VPr	Máximo VPr
1.4cm+1.7cv	388.00	88.33	110.41	48.11	
1.25(cm+cv)+cs	332.30	93.75	117.19	51.06	
1.25(cm+cv)-cs	329.51	93.75	117.19	51.06	
0.9cm+cs	187.49	110.16	137.70	60.00	60.00
0.9cs-cs	184.71	110.16	137.70	60.00	60.00

El máximo cortante proveniente del análisis estructural es:

$$V_u = 11.12 \text{ tn}$$

El máximo cortante proveniente del análisis por capacidad es:

$$V_u = 60.00 \text{ tn}$$

Por lo tanto el máximo cortante para el analisis es el mayor:

$$V_u = 60.00 \text{ tn}$$

$$N_u = 184.71 \text{ tn}$$

El cortante admisibles es:

$$V_c = 0,53 \sqrt{f'_c} \left(1 + \frac{N_u}{140 A_g} \right) b_w d = 32.45 \text{ tn}$$

Vc no debe tomarse mayor que:

$$V_c = 0,93 \sqrt{f'_c} b_w d \sqrt{1 + \frac{N_u}{35 A_g}} = 56.98 \text{ tn}$$

Por lo tanto el cortante admisible es:

$$V_c = 32.45 \text{ tn}$$

$0.85 V_c < V_u \implies$ Diseñar estribos de acuerdo a lo indicado en la Norma E.060

$$\Phi V_n > V_u, \quad \Phi V_n = \Phi (V_c + V_s)$$

$$V_s = (V_u / \Phi) - V_c = 38.13 \text{ tn}$$

Seleccione diametro de estribo = $\frac{3}{8}$ $\implies A_s = 0.71 \text{ cm}^2$

Seleccione el número de estribos = 2.00 Estribos

$$S = A_v \cdot f_y \cdot d / V_s$$

$d = 59.00 \text{ cms}$

$S = 18.46 \text{ cms}$ (Smáx=30cms)

Zona 1:

$S = 18.46 \text{ cms}$ (separación calculada)

$S = 20.00 \text{ cms}$ (separación asumida)

Zona 2:

Menor diámetro colocado \checkmark 1

$8\Phi = 20.32 \text{ cms}$ (ocho veces el diámetro)
(mitad de la menor dimensión de la sección transversal del elemento)

$0.5 \text{ dim} = 32.50 \text{ cms}$

10.00 cms

18.46 cms (S calculado por cortante)

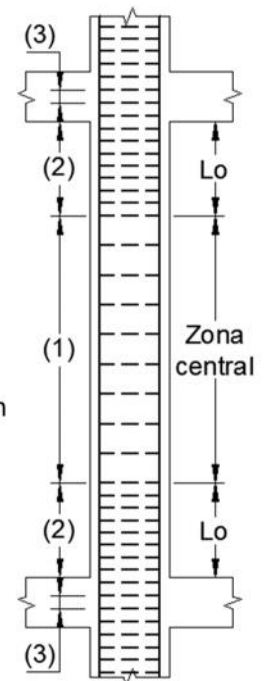
Escogiedo el menor valor se tiene:

$S = 10.00 \text{ cms}$ (separación calculada)

$S = 10.00 \text{ cms}$ (separación asumida)

Zona 3:

$S = 15.00 \text{ cms}$ (separación calculada)



II.4.4.7. DISEÑO DE CAPITEL

El capitel de la estructura aislada trabaja como una viga ensanchada, estas reciben las fuerzas de las columnas sometidas a cargas de gravedad y de sismo. Los capiteles descansan sobre los aisladores y deslizadores. Para el diseño del Capitel se adiciona el efecto P .

En el piso técnico se debe de considerar que generalmente los capiteles son de 1.00x1.00 como mínimo. Los capiteles están sometidos a esfuerzos de flexión, punzonamiento y cortante.

Las fuerzas axiales en las columnas son menores que las fuerzas axiales en los capiteles, pues las columnas están sometidas a cargas de gravedad del nivel 1 al nivel 6 (Azotea) mientras que los pedestales están sometidos adicionalmente cargas de gravedad del nivel 0 (Piso Técnico).

TABLA 55: Esfuerzo Axial P y Cortante V2 - Nivel 0 – Diseño de Capitel

Unique Name	P (Tonf)				V2 (Tonf)				
	Dead	Live	Sismo X Max	Sismo Y Max	Dead	Live	Sismo X Max	Sismo Y Max	
	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf	
N001	-40.35	-1.61	66.24	47.70	0.00	0.00	9.87	3.95	C 120 x 120
N002	-58.39	-8.64	50.60	21.54	-0.01	0.00	3.88	10.05	C 120 x 120
N003	-111.65	-27.00	35.01	14.00	-0.04	-0.01	7.22	18.73	C 120 x 120
N004	-109.94	-25.19	45.98	15.58	-0.09	-0.02	19.51	6.82	C 120 x 120
N005	-65.19	-11.98	44.74	33.79	-0.02	0.00	10.89	4.26	C 120 x 120
N006	-42.82	-3.77	18.32	44.43	0.00	0.00	9.92	3.97	C 120 x 120
N007	-81.82	-15.37	40.78	27.68	-0.02	0.00	18.55	6.46	C 120 x 120
N008	-86.52	-15.81	45.53	59.26	-0.02	0.00	9.90	3.96	C 120 x 120
N009	-148.92	-34.28	55.82	19.18	-0.05	-0.01	18.47	6.43	C 120 x 120
N010	-226.95	-61.15	11.23	29.61	-0.01	0.00	18.54	5.71	C 120 x 120
N011	-235.71	-62.89	12.71	36.85	-0.01	0.00	19.53	6.82	C 120 x 120
N012	-114.66	-25.60	36.40	73.82	-0.02	-0.01	20.34	7.95	C 120 x 120
N013	-119.07	-28.92	10.26	31.28	0.00	0.00	18.45	7.36	C 120 x 120
N014	-193.75	-53.14	7.26	15.88	0.01	0.00	18.50	6.44	C 120 x 120
N015	-242.54	-66.88	2.79	6.49	0.00	0.00	18.54	5.71	C 120 x 120
N016	-246.57	-67.05	10.66	32.73	0.00	0.00	19.52	6.82	C 120 x 120
N017	-130.95	-30.39	24.22	74.36	0.00	0.00	20.31	7.94	C 120 x 120
N018	-120.84	-29.58	9.16	29.52	0.00	0.00	18.45	7.37	C 120 x 120
N019	-197.47	-54.74	5.09	16.19	0.00	0.00	18.49	6.44	C 120 x 120
N020	-253.84	-71.10	1.68	5.43	0.00	0.00	18.54	5.71	C 120 x 120
N021	-250.28	-68.65	9.94	32.11	0.00	0.00	19.52	6.82	C 120 x 120
N022	-130.77	-30.41	22.35	72.17	0.00	0.00	20.32	7.94	C 120 x 120
N023	-120.80	-29.58	9.25	30.26	0.00	0.00	18.45	7.37	C 120 x 120
N024	-196.44	-54.36	4.96	16.25	0.00	0.00	18.49	6.44	C 120 x 120
N025	-245.41	-67.87	1.72	5.61	0.00	0.00	18.54	5.71	C 120 x 120
N026	-233.31	-62.35	10.00	32.70	0.00	0.00	19.52	6.82	C 120 x 120
N027	-127.34	-28.95	22.46	73.49	0.00	0.00	20.32	7.94	C 120 x 120
N028	-118.60	-28.79	11.33	34.72	0.00	0.00	18.45	7.37	C 120 x 120
N029	-193.86	-53.35	7.66	18.06	-0.01	0.00	18.50	6.44	C 120 x 120
N030	-244.08	-67.39	2.70	7.77	0.00	0.00	18.54	5.71	C 120 x 120
N031	-233.08	-62.28	11.25	35.45	0.00	0.00	19.52	6.82	C 120 x 120
N032	-127.76	-29.07	25.44	80.25	0.00	0.00	20.32	7.94	C 120 x 120
N033	-91.13	-16.96	43.90	72.77	0.02	0.00	9.90	3.96	C 120 x 120
N034	-162.72	-38.46	41.97	18.52	0.04	0.01	18.47	6.43	C 120 x 120
N035	-244.57	-66.55	13.85	38.09	0.01	0.00	18.54	5.71	C 120 x 120
N036	-238.11	-64.58	11.35	34.02	0.00	0.00	19.53	6.82	C 120 x 120
N037	-123.73	-28.24	29.92	85.95	0.00	0.00	20.33	7.95	C 120 x 120
N038	-56.47	-7.65	23.49	67.73	0.00	0.00	9.91	3.96	C 120 x 120
N039	-83.22	-17.34	14.30	37.52	0.02	0.00	18.56	6.46	C 120 x 120
N040	-46.17	-6.58	71.76	57.96	0.00	0.00	9.89	3.95	C 120 x 120
N041	-72.16	-13.92	67.59	29.60	0.01	0.00	9.93	3.46	C 120 x 120
N042	-119.18	-28.85	40.76	34.03	0.10	0.03	18.55	5.71	C 120 x 120
N043	-120.22	-28.87	43.73	30.10	0.09	0.03	19.50	6.81	C 120 x 120
N044	-65.82	-12.34	38.79	55.42	0.03	0.01	10.88	4.26	C 120 x 120
MÍN:	-253.84	-71.10					MÁX:	20.34	18.73

Fuente: Propio

TABLA 56: Cortante V3 y Momento Torsión T - Nivel 0– Diseño de Capitel

Unique Name	V3 (Tonf)				T (Tonf-m)				
	Dead	Live	Sismo X Max	Sismo Y Max	Dead	Live	Sismo X Max	Sismo Y Max	
	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m	
N001	0.00	0.00	3.86	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	C 120 x 120
N002	0.01	0.00	9.95	3.47	0.00	0.00	0.00	0.00	C 120 x 120
N003	0.09	0.03	18.58	5.72	0.00	0.00	0.00	0.00	C 120 x 120
N004	0.06	0.02	7.18	18.61	0.00	0.00	0.00	0.00	C 120 x 120
N005	0.03	0.01	3.78	9.95	0.00	0.00	0.00	0.00	C 120 x 120
N006	-0.01	0.00	3.67	9.97	0.00	0.00	0.00	0.00	C 120 x 120
N007	0.00	0.00	6.80	18.49	0.00	0.00	0.00	0.00	C 120 x 120
N008	-0.02	0.00	3.52	9.90	0.00	0.00	0.00	0.00	C 120 x 120
N009	-0.01	0.00	6.56	18.45	0.00	0.00	0.00	0.00	C 120 x 120
N010	-0.04	-0.01	6.56	18.45	0.00	0.00	0.00	0.00	C 120 x 120
N011	0.04	0.01	6.54	18.39	0.00	0.00	0.00	0.00	C 120 x 120
N012	0.04	0.01	6.53	18.38	0.00	0.00	0.00	0.00	C 120 x 120
N013	-0.05	-0.02	6.00	18.30	0.00	0.00	0.00	0.00	C 120 x 120
N014	0.00	0.00	6.03	18.39	0.00	0.00	0.00	0.00	C 120 x 120
N015	-0.04	-0.01	5.99	18.28	0.00	0.00	0.00	0.00	C 120 x 120
N016	0.04	0.01	5.98	18.25	0.00	0.00	0.00	0.00	C 120 x 120
N017	0.04	0.01	5.98	18.24	0.00	0.00	0.00	0.00	C 120 x 120
N018	-0.05	-0.02	5.64	18.24	0.00	0.00	0.00	0.00	C 120 x 120
N019	0.00	0.00	5.67	18.34	0.00	0.00	0.00	0.00	C 120 x 120
N020	-0.04	-0.01	5.63	18.22	0.00	0.00	0.00	0.00	C 120 x 120
N021	0.04	0.01	5.62	18.20	0.00	0.00	0.00	0.00	C 120 x 120
N022	0.04	0.01	5.62	18.18	0.00	0.00	0.00	0.00	C 120 x 120
N023	-0.05	-0.02	5.91	19.27	0.00	0.00	0.00	0.00	C 120 x 120
N024	0.00	0.00	5.94	19.37	0.00	0.00	0.00	0.00	C 120 x 120
N025	-0.04	-0.01	5.91	19.25	0.00	0.00	0.00	0.00	C 120 x 120
N026	0.04	0.01	5.90	19.23	0.00	0.00	0.00	0.00	C 120 x 120
N027	0.04	0.01	5.89	19.21	0.00	0.00	0.00	0.00	C 120 x 120
N028	-0.05	-0.02	6.82	21.41	0.00	0.00	0.00	0.00	C 120 x 120
N029	0.00	0.00	6.85	21.52	0.00	0.00	0.00	0.00	C 120 x 120
N030	-0.03	-0.01	6.81	21.39	0.00	0.00	0.00	0.00	C 120 x 120
N031	0.04	0.01	6.80	21.36	0.00	0.00	0.00	0.00	C 120 x 120
N032	0.04	0.01	6.80	21.35	0.00	0.00	0.00	0.00	C 120 x 120
N033	-0.02	0.00	4.22	12.69	0.00	0.00	0.00	0.00	C 120 x 120
N034	-0.01	0.00	7.86	23.63	0.00	0.00	0.00	0.00	C 120 x 120
N035	-0.03	-0.01	7.84	23.56	0.00	0.00	0.00	0.00	C 120 x 120
N036	0.04	0.01	7.84	23.57	0.00	0.00	0.00	0.00	C 120 x 120
N037	0.04	0.01	7.83	23.54	0.00	0.00	0.00	0.00	C 120 x 120
N038	-0.01	0.00	4.54	13.32	0.00	0.00	0.00	0.00	C 120 x 120
N039	0.01	0.00	8.42	24.74	0.00	0.00	0.00	0.00	C 120 x 120
N040	-0.01	0.00	4.77	13.76	0.00	0.00	0.00	0.00	C 120 x 120
N041	0.00	0.00	4.79	13.83	0.00	0.00	0.00	0.00	C 120 x 120
N042	-0.03	-0.01	8.89	25.68	0.00	0.00	0.00	0.00	C 120 x 120
N043	0.03	0.01	8.91	25.72	0.00	0.00	0.00	0.00	C 120 x 120
N044	0.01	0.00	4.77	13.78	0.00	0.00	0.00	0.00	C 120 x 120
			MÁX:	18.58	25.72				

Fuente: Propio

TABLA 57: Momento M2 y Momento M3 – Nivel 0 – Diseño de Pedestal

Unique Name	M2 (Tonf-m)				M3 (Tonf-m)					
	Dead	Live	Sismo X Max	Sismo Y Max	Dead	Live	Sismo X Max	Sismo Y Max		
	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m		
N001	0.00	0.00	0.78	2.03	0.00	0.00	2.01	0.80	C 120 x 120	
N002	0.00	0.00	2.02	0.70	0.00	0.00	0.79	2.04	C 120 x 120	
N003	-0.02	-0.01	3.75	1.15	0.01	0.00	1.46	3.78	C 120 x 120	
N004	-0.01	0.00	1.45	3.76	0.02	0.00	3.93	1.37	C 120 x 120	
N005	-0.01	0.00	0.77	2.02	0.00	0.00	2.21	0.86	C 120 x 120	
N006	0.00	0.00	0.74	2.03	0.00	0.00	2.02	0.80	C 120 x 120	
N007	0.00	0.00	1.37	3.73	0.00	0.00	3.74	1.30	C 120 x 120	
N008	0.00	0.00	0.71	2.01	0.00	0.00	2.01	0.80	C 120 x 120	
N009	0.00	0.00	1.32	3.72	0.01	0.00	3.73	1.30	C 120 x 120	
N010	0.01	0.00	1.32	3.72	0.00	0.00	3.74	1.15	C 120 x 120	
N011	-0.01	0.00	1.32	3.71	0.00	0.00	3.94	1.37	C 120 x 120	
N012	-0.01	0.00	1.32	3.71	0.00	0.00	4.10	1.60	C 120 x 120	
N013	0.01	0.00	1.21	3.69	0.00	0.00	3.72	1.48	C 120 x 120	
N014	0.00	0.00	1.22	3.71	0.00	0.00	3.73	1.30	C 120 x 120	
N015	0.01	0.00	1.21	3.69	0.00	0.00	3.74	1.15	C 120 x 120	
N016	-0.01	0.00	1.21	3.68	0.00	0.00	3.94	1.37	C 120 x 120	
N017	-0.01	0.00	1.21	3.68	0.00	0.00	4.09	1.60	C 120 x 120	
N018	0.01	0.00	1.14	3.68	0.00	0.00	3.72	1.48	C 120 x 120	
N019	0.00	0.00	1.14	3.70	0.00	0.00	3.73	1.30	C 120 x 120	
N020	0.01	0.00	1.14	3.68	0.00	0.00	3.74	1.15	C 120 x 120	
N021	-0.01	0.00	1.13	3.67	0.00	0.00	3.94	1.37	C 120 x 120	
N022	-0.01	0.00	1.13	3.67	0.00	0.00	4.10	1.60	C 120 x 120	
N023	0.01	0.00	1.19	3.89	0.00	0.00	3.72	1.48	C 120 x 120	
N024	0.00	0.00	1.20	3.91	0.00	0.00	3.73	1.30	C 120 x 120	
N025	0.01	0.00	1.19	3.88	0.00	0.00	3.74	1.15	C 120 x 120	
N026	-0.01	0.00	1.19	3.88	0.00	0.00	3.94	1.37	C 120 x 120	
N027	-0.01	0.00	1.19	3.87	0.00	0.00	4.10	1.60	C 120 x 120	
N028	0.01	0.00	1.37	4.31	0.00	0.00	3.72	1.48	C 120 x 120	
N029	0.00	0.00	1.38	4.34	0.00	0.00	3.73	1.30	C 120 x 120	
N030	0.01	0.00	1.37	4.31	0.00	0.00	3.74	1.15	C 120 x 120	
N031	-0.01	0.00	1.37	4.30	0.00	0.00	3.94	1.37	C 120 x 120	
N032	-0.01	0.00	1.37	4.30	0.00	0.00	4.09	1.60	C 120 x 120	
N033	0.00	0.00	0.85	2.57	0.00	0.00	2.01	0.80	C 120 x 120	
N034	0.00	0.00	1.58	4.76	-0.01	0.00	3.73	1.29	C 120 x 120	
N035	0.01	0.00	1.58	4.74	0.00	0.00	3.74	1.15	C 120 x 120	
N036	-0.01	0.00	1.58	4.74	0.00	0.00	3.94	1.37	C 120 x 120	
N037	-0.01	0.00	1.58	4.74	0.00	0.00	4.10	1.60	C 120 x 120	
N038	0.00	0.00	0.92	2.69	0.00	0.00	2.01	0.80	C 120 x 120	
N039	0.00	0.00	1.69	4.98	0.00	0.00	3.74	1.30	C 120 x 120	
N040	0.00	0.00	0.96	2.78	0.00	0.00	2.01	0.80	C 120 x 120	
N041	0.00	0.00	0.97	2.80	0.00	0.00	2.02	0.70	C 120 x 120	
N042	0.01	0.00	1.79	5.17	-0.02	-0.01	3.74	1.15	C 120 x 120	
N043	-0.01	0.00	1.79	5.18	-0.02	-0.01	3.93	1.37	C 120 x 120	
N044	0.00	0.00	0.96	2.79	-0.01	0.00	2.21	0.86	C 120 x 120	
			MÁX:	3.75	5.18		MÁX:	4.10	3.78	

Fuente: Propio

Se puede observar que el elemento N020 tiene mayor carga axial y así mismo tiene mayor momento debido al efecto P-delta.

Además de la envolvente del análisis dinámico se obtiene el momento M3-3 para su diseño:

Diseño por Flexión

$f'c =$	210 kgf/cm ²
$f'y =$	4200 kgf/cm ²
$b =$	120 cm
$h =$	100 cm
$d [1 \text{ capa}] =$	94 cm
$d' =$	6 cm
$Mu [-] =$	66.24 Tonf-m
$\phi =$	0.85
$\phi =$	0.90
$w =$	0.03
$\rho =$	0.002
$\rho_{mín} =$	0.002
$As \text{ mín} =$	27.24 cm ²
$\rho_{máx} =$	0.011
$As \text{ máx} =$	119.9 cm ²
$As \text{ Diseño} =$	19.02 cm ²
$1 \text{ } \emptyset \text{ } 3/4''$	2.85 cm ²
Para un ancho de un metro	
$As =$	19.02 cm ²
$1 \text{ } \emptyset \text{ } 3/4'' \text{ @}$	15.00 cm

Se propone colocar en forma de estribos.

Diseño por Punzonamiento

$Vu =$	36.76 Tonf
$f'c =$	210 kg/cm ²
$d =$	94 cm

Columna dimensiones	
$c1 =$	65 cm
$c2 =$	65 cm

$$c1/c2 = 1 \quad \ell = (c1 + a) * 2 + (c2 + c) * 2$$

$$b_o = 636 \text{ cm}$$

$$\emptyset = 0.85 \quad v = \left[0.53 + \frac{1.10}{\left(\frac{c1}{c2}\right)} \right] * \sqrt{f'c} (\ell) (c) \dots\dots(I)$$

$$v_{máx} = 1.10 * \sqrt{f'c} (\ell) (c) \dots\dots(II)$$

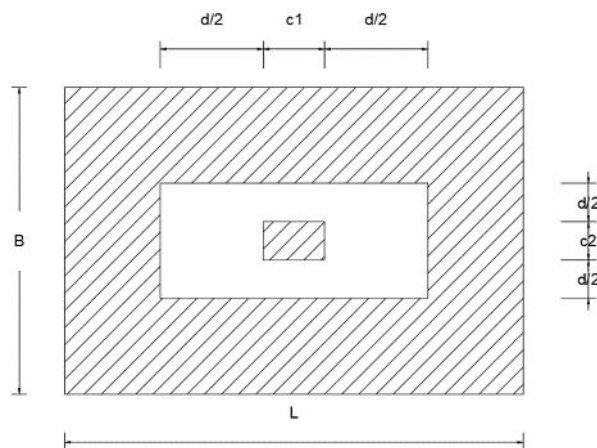
$$V_c = 1,412,154.52 \text{ kgf} \dots\dots(I)$$

$$V_{cmáx} = 952,987.71 \text{ kgf} \dots\dots(II)$$

$$V_c = 952,987.71 \text{ kgf}$$

$$V_c = 952.99 \text{ tonf}$$

$$\emptyset V_c = 810.04 \text{ tonf}$$



$\emptyset V_c \quad V_u \text{ máx. OK}$

Diseño por Corte

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 \quad v = [0.53] * \sqrt{f'c} (\ell) (c)$$

$$d = 94 \text{ cm}$$

$$b = 120 \text{ cm}$$

$$V_c = 86,635.25 \text{ kgf}$$

$$V_c = 86.64 \text{ tonf}$$

$$\emptyset = 0.85$$

$$\emptyset V_c = 73.64 \text{ tonf}$$

Las fuerzas cortantes a "d" de la cara de la columna, ya se encuentran en la propia viga, por lo cual, esta ya está diseñada por cortante.

La gran resistencia del concreto a cortante además del acero por flexión, que se colocó como estribo, garantiza la falla dúctil.

II.4.4.8. DISEÑO DE PEDESTAL

Para el diseño del Pedestal se adiciona el efecto P .

Diseño de Pedestal 1.00 x 1.00

Propiedades geométricas

H =	100.00	cm	Altura de la columna
T2 =	100.00	cm	Base
T3 =	100.00	cm	Altura

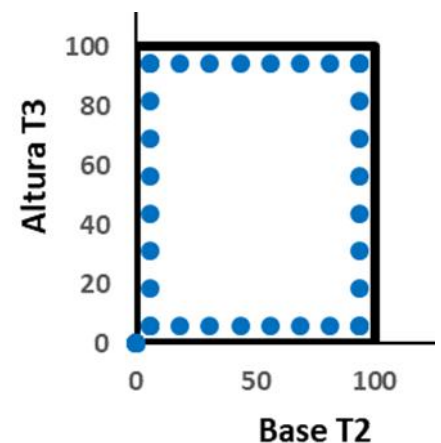
T3 orientado con el eje: **Y** Orientación según eje de coordenadas

Propiedades mecánicas

f'c =	245.00	kg/cm2	Resistencia a la compresión del concreto
Capas //T2 =	9.00	capas	Número de capas paralelas a la base
Capas //T3 =	9.00	capas	Número de capas paralelas a la altura

Capas paralelas a la base T2			1"
Capa Nº	As (cm2)	Dist. (cm)	5.07
Capa 1	40.56	6.00	8.00
Capa 2	10.14	18.57	2.00
Capa 3	10.14	31.14	2.00
Capa 4	10.14	43.71	2.00
Capa 5	10.14	56.29	2.00
Capa 6	10.14	68.86	2.00
Capa 7	10.14	81.43	2.00
Capa 8	40.56	94.00	8.00

Capas paralelas a la altura T3			1"
Capa Nº	As (cm2)	Dist. (cm)	5.07
Capa 1	40.56	6.00	8.00
Capa 2	10.14	18.57	2.00
Capa 3	10.14	31.14	2.00
Capa 4	10.14	43.71	2.00
Capa 5	10.14	56.29	2.00
Capa 6	10.14	68.86	2.00
Capa 7	10.14	81.43	2.00
Capa 8	40.56	94.00	8.00



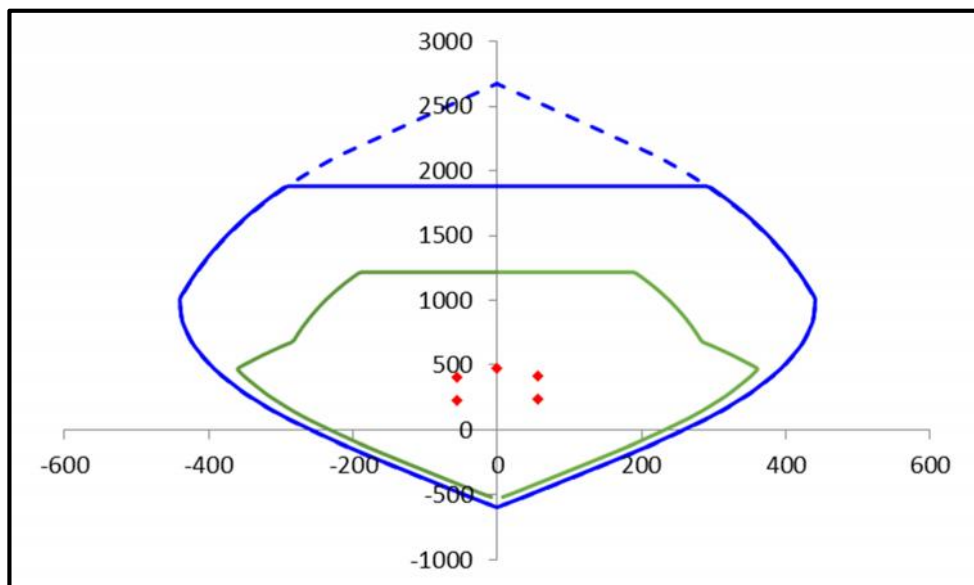
Cargas actuantes en T3			Cargas actuantes en el eje T2		
P _{cm} =	253.84	tn	P _{cm} =	253.84	tn
P _{cv} =	71.10	tn	P _{cv} =	71.10	tn
P _{cs} =	5.43	tn	P _{cs} =	1.68	tn
M _{cm} =	0.00	tn-m	M _{cm} =	0.01	tn-m
M _{cv} =	0.00	tn-m	M _{cv} =	0.00	tn-m
M _{cs} =	56.72	tn-m	M _{cs} =	56.71	tn-m
V _{cm} =	0.00	tn	V _{cm} =	0.04	tn
V _{cv} =	0.00	tn	V _{cv} =	0.01	tn
V _{cs} =	5.71	tn	V _{cs} =	5.63	tn

TABLA 58: Combinaciones de Carga en X – Diseño – Pedestal 100x100

Combinación	P _u	M _u	V _u	e	ΦP _n
1.4cm+1.7cv	476.24	0.00	0.00		
1.25(cm+cv)+cs	411.59	56.72	5.71	0.138	1218.82
1.25(cm+cv)-cs	400.74	-56.72	5.71		
0.9cm+cs	233.88	56.72	5.71	0.243	994.42
0.9cs-cs	223.03	-56.72	5.71		

Fuente: Propio

FIGURA 95: Diagrama Interacción Eje X - Pedestal



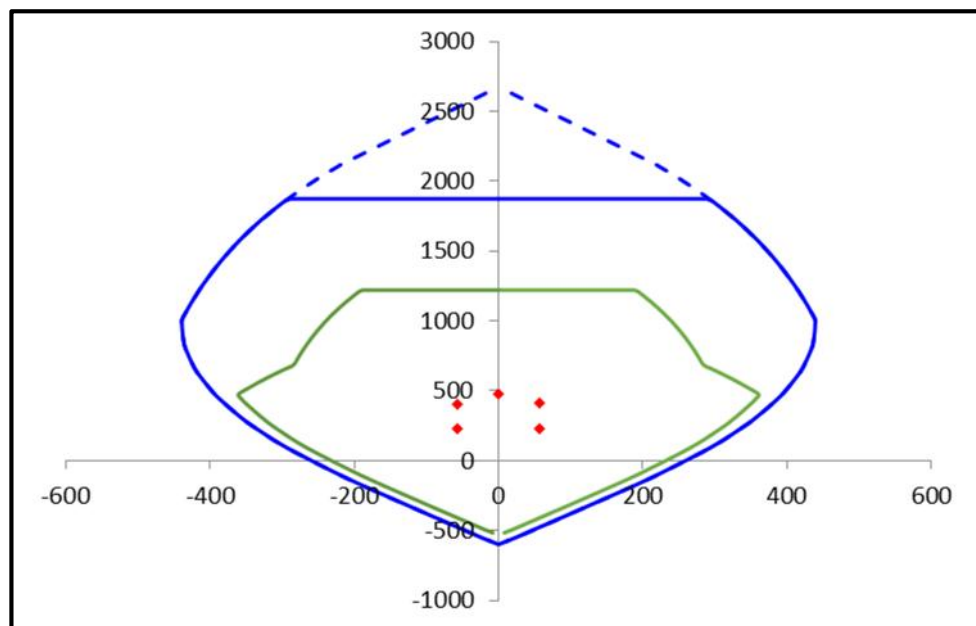
Fuente: Propio

TABLA 59: Combinaciones de Carga en Y – Diseño – Pedestal 100x100

Combinación	Pu	Mu	Vu	e	ΦPn
1.4cm+1.7cv	476.24	0.01	0.07		
1.25(cm+cv)+cs	407.84	56.72	5.69	0.139	1218.82
1.25(cm+cv)-cs	404.49	-56.69	5.57		
0.9cm+cs	230.13	56.71	5.66	0.246	978.10
0.9cs-cs	226.78	-56.70	5.60		

Fuente: Propio

FIGURA 96: Diagrama Interacción Eje Y - Pedestal



Fuente: Propio

Verificación por flexocompresión biaxial

$$\frac{1}{W_{Pi}} = \frac{1}{W_{Pnx}} + \frac{1}{W_{Pny}} - \frac{1}{W_{Pno}}$$

Combinación	1/Φ Pnx	1/Φ Pny	1/Φ pno	Σ	1/Φ pi	Obs
1.25(cm+cv)+cs	0.000820	0.000820	0.000820	0.0008	0.0024	Ok
0.9cm+cs	0.001006	0.001022	0.000820	0.0012	0.0043	Ok

CAPITULO III:

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

III.1. RESUMEN DE RESULTADOS

III.1. RESUMEN DE RESULTADOS

A continuación, se mostrarán las tablas resumen de los parámetros del sistema de Aislamiento:

TABLA 60: Propiedades del Sistema de Aislamiento – Caso Mínimo

Minimo		
T(s) Objetivo	2.79	2.79
β	20.92%	20.92%
BM	1.54	0.1516
DM (m)	0.152	
DTM (m)	0.1794	0.17
Keff siste (tn/m)		3851.09
EDC siste (tn.m)		116.4
Vb(tn)		583.96
Vst(tn)		499.16
Vs(tn)		249.58
Vb/W		7.86%

Fuente: Propio

TABLA 61: Propiedades del Sistema de Aislamiento – Caso Nominal

Nominal		
T(s) Objetivo	2.49	2.49
β	20.99%	20.99%
BM	1.54	0.1509
DM (m)	0.151	
DTM (m)	0.178	0.17
Keff siste (tn/m)		4822.04
EDC siste (tn.m)		144.75
Vb(tn)		727.54
Vst(tn)		622.25
Vs(tn)		311.12
Vb/W		9.79%

Fuente: Propio

TABLA 62: Propiedades del Sistema de Aislamiento – Caso Máximo

Máximo		
T(s) Objetivo	2	2
β	27.32%	27.32%
BM	1.66	0.11
DM (m)	0.112	
DTM (m)	0.1325	0.12
Keff siste (tn/m)		7513.19
EDC siste (tn.m)		161.73
Vb(tn)		841.28
Vst(tn)		757.97
Vs(tn)		378.99
Vb/W		11.32%

Fuente: Propio

TABLA 63: Periodo Fundamental del Sistema de Aislamiento

Case	Mode	Period	Frequency	Circular Frequency	Eigenvalue
		sec	cyc/sec	rad/sec	rad ² /sec ²
Modal	1	2.256	0.443	2.7847	7.7543
Modal	2	2.144	0.467	2.9312	8.5921
Modal	3	1.857	0.539	3.3835	11.4482
Modal	4	0.515	1.94	12.1899	148.5942
Modal	5	0.502	1.994	12.5278	156.9463
Modal	6	0.444	2.254	14.1624	200.5741
Modal	7	0.26	3.84	24.1296	582.2387
Modal	8	0.25	3.993	25.0876	629.3887
Modal	9	0.225	4.441	27.9036	778.6085
Modal	10	0.168	5.961	37.4526	1402.6957
Modal	11	0.16	6.249	39.2648	1541.7211
Modal	12	0.15	6.647	41.7623	1744.0895

Fuente: Propio

Se puede apreciar que el periodo fundamental $T=2.256$ seg. del sistema de aislamiento sísmico se aproxima al periodo objetivo $T=2.490$ seg.

TABLA 64: Propiedades Mecánicas del Aislador LRB A

Type	LRB A	Quantity	34.00
Di (m)	0.7000		
Hi (m)	0.18		
Dp (m)	0.09		
R (0)	1		
R (DES)	0.66		

	Minimo	Nominal	Máximo
Kd (tn/m)	74.95	93.69	121.8
Qd (tn)	4.11	5.14	7.72
Ke (tn/m)	749.53	936.91	1217.98
Fy (tn)	4.57	5.72	8.57
Dy (tn)	0.0061	0.0061	0.007
Fmax	15.48	19.28	21.35
KMeff (tn/m)	102.09	127.78	190.7
EDC (tn.m)	2.4	2.98	3.24
β M	16.24%	16.30%	21.56%
C	14.73	16.51	26.17
Vb	15.48	19.38	28.92

Fuente: Propio

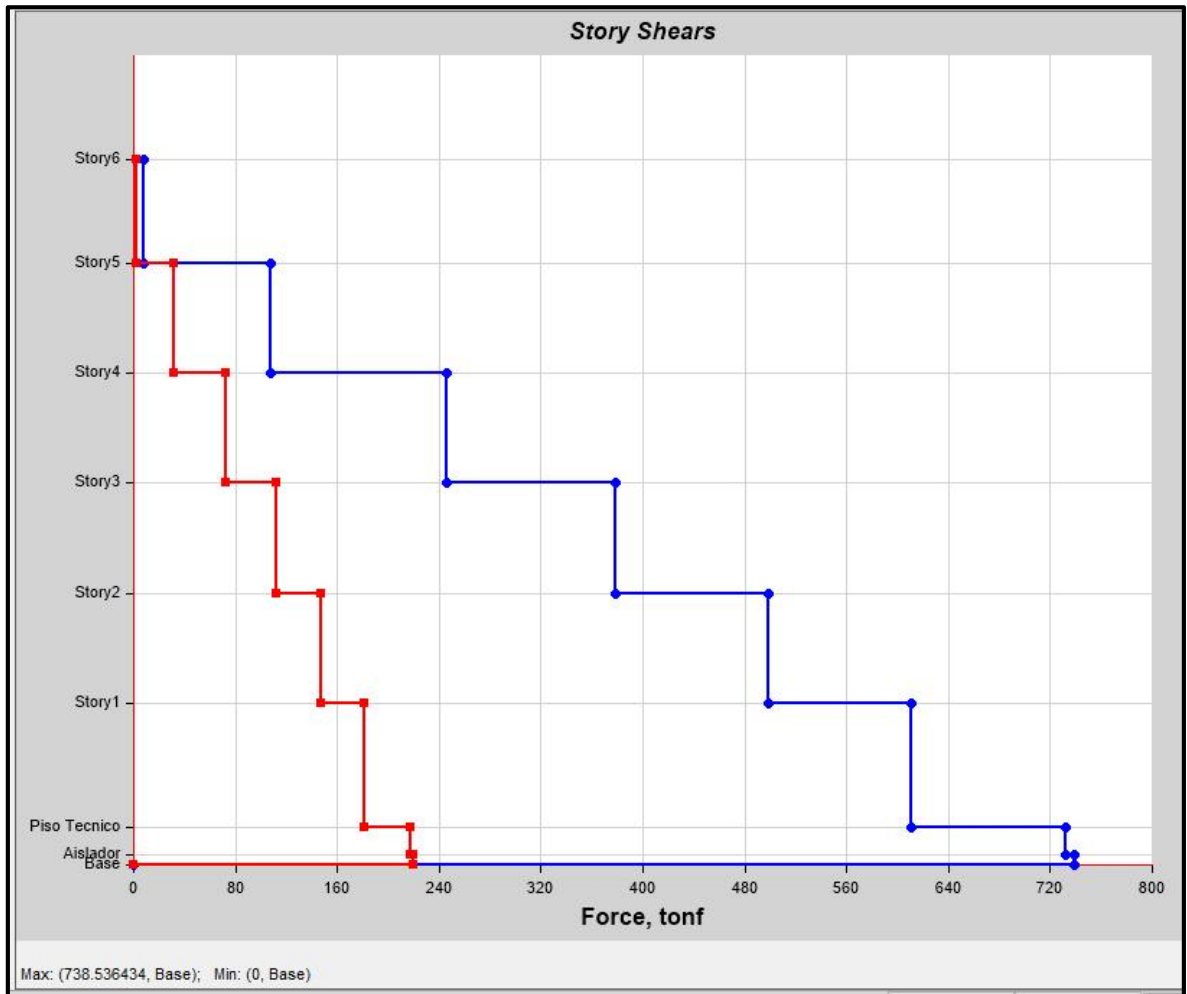
TABLA 65: Propiedades Mecánicas del Deslizador Slider B

Type	Slider B	Quantity	10.00
Masa Prom (tn)	69.00		
Pmax (tn)	160.00		

	Minimo	Nominal	Máximo
u	0.08	0.1	0.167
KMeff (tn/m)	38.00	47.74	102.93
β Meff	63.66%	63.66%	63.66%
C	21.49	24.09	41.72
Fy	5.76	7.20	11.53
Dt (m)	0.28		
Dr (m)	0.33		
tr (m)	0.0254		
Kv (ton/m)	242519.91		
Cv (ton-m/seg)	26.12		

Fuente: Propio

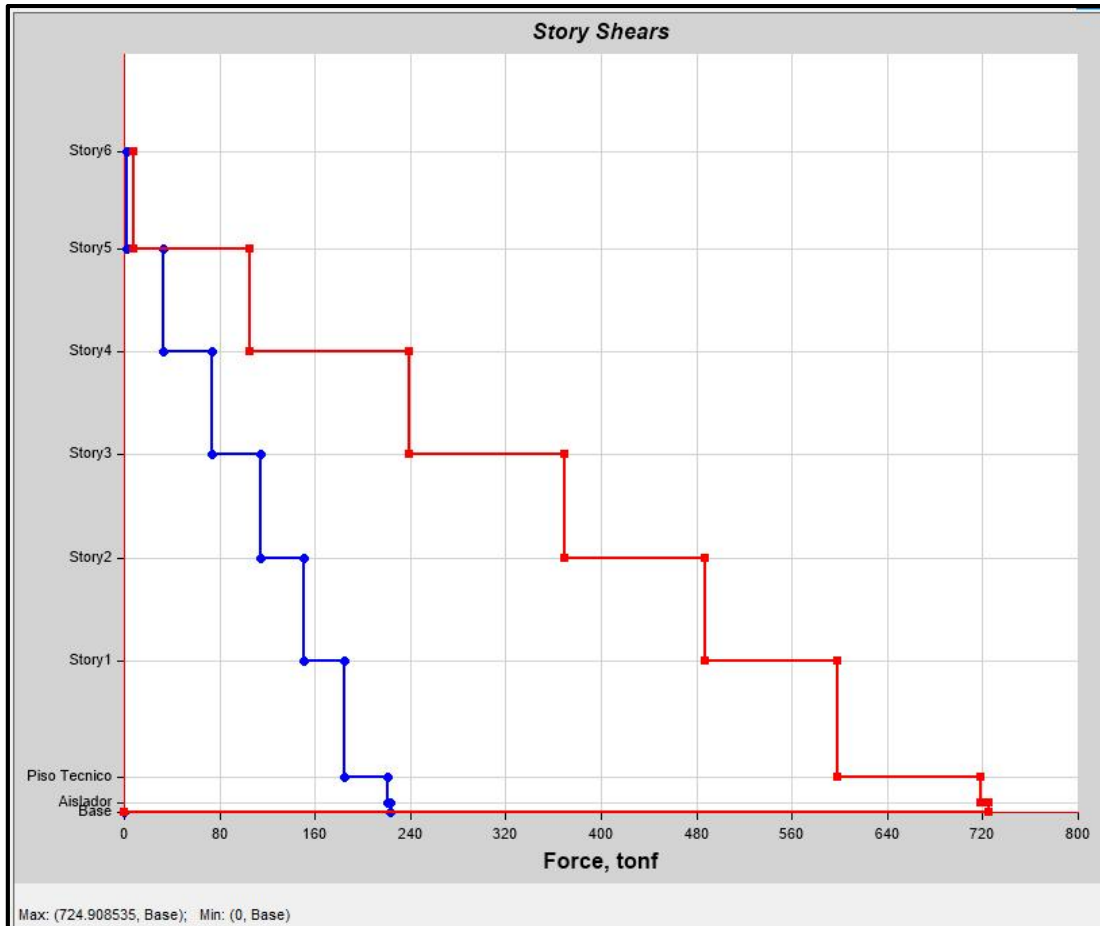
FIGURA 97: Fuerza Cortante por Pisos debido MCE_X



Fuente: Propio

Se puede apreciar que la mayor cortante basal debido al MCE-X se ubica en el piso técnico de **738.54 Tonf**, y la energía disipada por el sistema de aislamiento sísmico en el caso máximo es de **161.73 Tonf-m**.

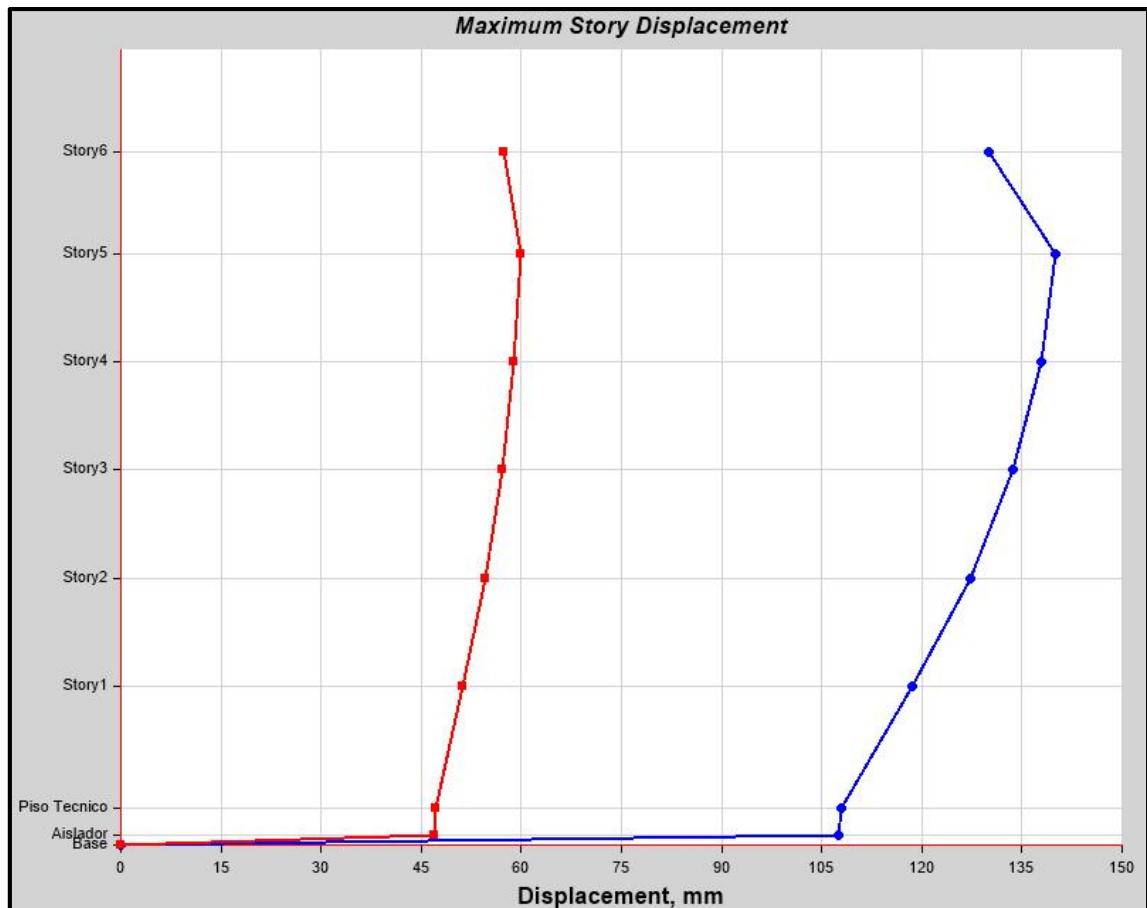
FIGURA 98: Fuerza Cortante por Pisos debido MCE_Y



Fuente: Propio

Se puede apreciar que la mayor cortante basal debido al MCE-Y se ubica en el piso técnico de **724.91 Tonf**, y la energía disipada por el sistema de aislamiento sísmico en el caso máximo es de **161.73 Tonf-m**.

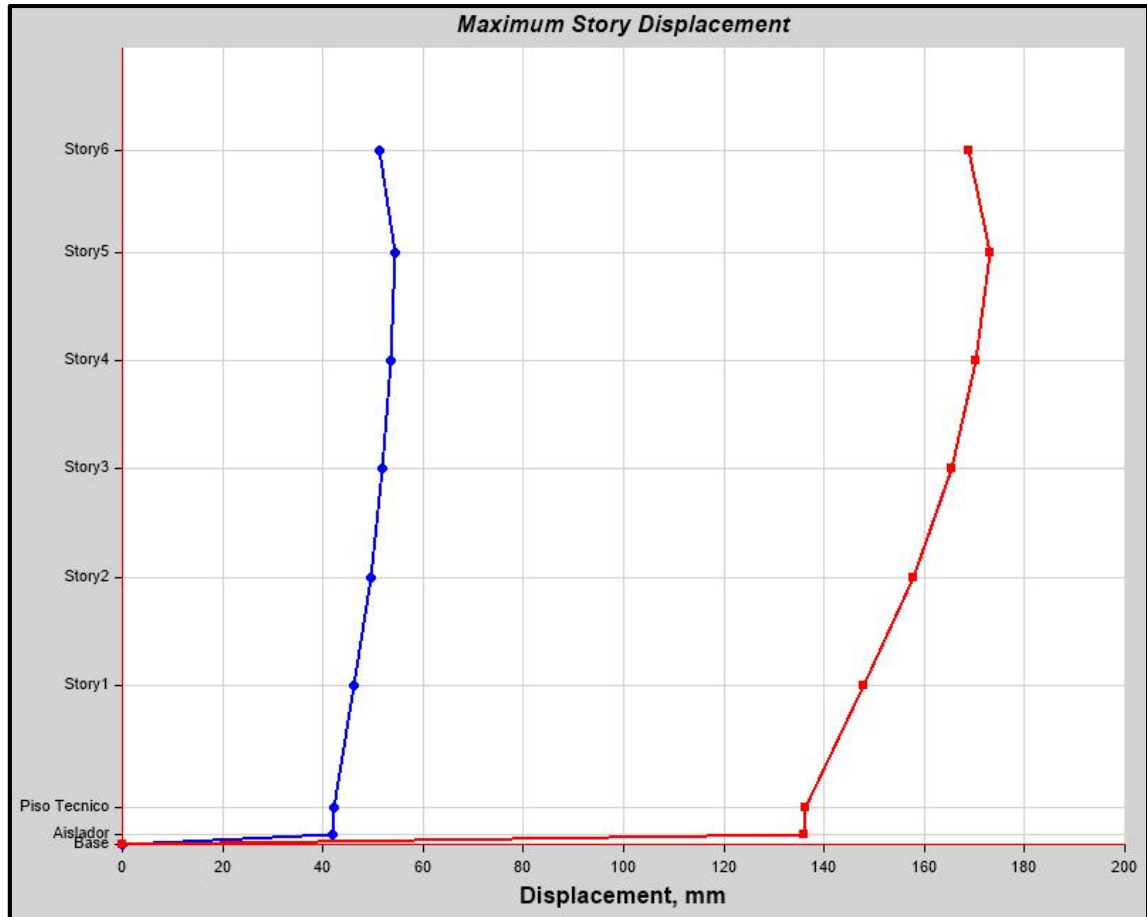
FIGURA 99: Máximos Desplazamientos por Pisos debido MCE_X



Fuente: Propio

Se puede apreciar que el mayor desplazamiento debido al MCE-X en el piso técnico es de **107.56 mm**, y el desplazamiento objetivo del sistema de aislamiento sísmico en el caso máximo es de **132.5mm**.

FIGURA 100: Máximos Desplazamientos por Pisos debido MCE_Y



Fuente: Propio

Se puede apreciar que el mayor desplazamiento debido al MCE-Y en el piso técnico es de **135.95 mm**, y el desplazamiento objetivo del sistema de aislamiento sísmico en el caso máximo es de **132.5mm**.

CONCLUSIONES

- ✓ El presente proyecto se realizó empleando el Reglamento Nacional de Edificaciones la norma E0.20 “Cargas”, E0.30 “Diseño Sismorresistente”, E0.31 “Aislamiento Sísmico”, y E0.60 “Concreto Armado”, así mismo se tomó como referencia los planos de arquitectura del módulo existente del hospital Regional Daniel Alcides Carrión.
- ✓ Colocar un sistema de aislamiento en la base de una edificación reduce daños estructurales a comparación de una edificación con base fija, ya que los aisladores disipan la energía de entrada debido al sismo.
- ✓ La distorsión de entrepiso (deriva) máximos en sistema de aislamiento es de 3.5/1000.
- ✓ Los modelos matemáticos de las estructuras con base fijan y base aislada fueron realizados con el software ETABS 2017. La edificación con base aislada presenta aisladores elastoméricos con núcleo de plomo. (Lead rubber bearing).
- ✓ El sistema con aislamiento sísmico se usa preferentemente en edificaciones de baja y mediana altura o estructuras de categoría esencial, esto se debe a su capacidad de reducción de fuerza cortante basal, reducción de distorsiones, desplazamientos de entrepiso, aceleraciones de entrepiso y disipación de energía sísmica.
- ✓ La fuerza cortante es tomada por los aisladores y deslizadores, los momentos de sismo y los momentos de segundo orden (P Delta) son tomadas por las vigas del sistema de aislación y los capiteles.
- ✓ Se puede observar que las columnas centrales tienen más carga axial debido a la carga muerta y carga viva, sin embargo, las columnas perimetrales tienen mayor carga axial y en sentido opuesto debido a las cargas de sismo.
- ✓ De la tabla de las cargas actuantes en los elementos LINK, se observa que ciertos elementos se tiene tracción, los esfuerzos de tracción deben ser evitados en los aisladores.

SUGERENCIAS

- ✓ Es recomendable, que los ejes se separen para no tener tracción en los elementos en los capiteles, sin embargo, si no se consigue evitar la tracción en los capiteles es recomendable colocar deslizadores.
- ✓ Se recomienda utilizar sistema de aislamiento sísmico en edificios o estructuras de baja altura (5 pisos como máximos)
- ✓ Las losas macizas tienen una rigidez considerable, pero son pesadas, no son recomendadas en luces largas sin embargo es necesario utilizar en el piso técnico pues allí se requiere una rigidez lateral.
- ✓ Es recomendable utilizar el aislamiento sísmico en la base en suelos tipos de roca dura, roca o suelos muy rígidos y suelos intermedios. Cabe mencionar que según el uso edificaciones esenciales como establecimientos de salud sector salud (edificaciones de categoría A1) y se encuentran en las zonas sísmicas 4 y 3, también deben tener aisladores sísmicos)

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1]. **Aguiar, R., Almazán, J., Dechent, P., & Suárez, V.** (2008) Aisladores de Base Elastoméricos y FPS. 1era ed. CEINCI ESPE 322 p.. Quito, Ecuador
- [2]. **Goicochea, V., Mariano, I. & Villavicencio, J.** (2014) Lineamientos para la Elaboración del Protocolo de Investigación. 1era ed. Huánuco, Perú
- [3]. **Korswagen, P., Arias, J. & Huaranga, P.** (2012) Análisis y Diseño de Estructuras con Aisladores Sísmicos en el Perú. 104 p. Tesis de Licenciatura. Lima, Perú
- [4]. **Mendo, A.** (2015) Bases para la Implementación de la Norma peruana de Análisis y Diseño de Edificios con Aislación Sísmica. 162 p. Tesis de Maestría. Lima, Perú
- [5]. **Muñoz, J.** (2013) Análisis y Diseño de una Estructura Hospitalaria con Aisladores Sísmicos en la ciudad de Arequipa. 193 p. Tesis de Licenciatura. Arequipa, Perú
- [6]. **Benavente, J., y Traverso, I. (2013).** Comparación del análisis y diseño de un edificio de concreto armado de siete pisos con y sin aislamiento en la base. Tesis de Pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, Perú.
- [7]. **Dynamic Isolation Systems. (2017).** <http://www.dis-inc.com/index.html>
- [8]. <http://www.sismica.cl/?portfolio=aisladores-elastomericos-si>
- [9]. **Mestanza, J. (2015).** Análisis de una edificación mediante un sistema propuesto de aislamiento sísmico del tipo péndulo friccional. Tesis de Pregrado, Universidad Ricardo Palma. Lima, Perú.
- [10]. **Meza, R., & Sanchez, E. (2010).** Guía de diseño sísmico de aisladores elastoméricos y de fricción para la República de Nicaragua. Tesis de Pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería. Nicaragua.
- [11]. **Sismica. (2017).** <http://www.sismica.cl/>

ANEXOS

ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

ANEXO 2. PROCEDIMIENTO DE DISEÑO DEL SISTEMA DE AISLAMIENTO

ANEXO 3. CÁLCULO DE MOMENTOS P PARA CAPITELES Y PEDESTALES

ANEXO 4. PLANOS DE ESTRUCTURAS

ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

ANEXO 2. PROCEDIMIENTO DE DISEÑO DEL SISTEMA DE AISLAMIENTO

**ANEXO 3. CÁLCULO DE MOMENTOS P PARA
CAPITELES Y PEDESTALES**

ANEXO 4. PLANOS DE ESTRUCTURAS