

**ANÁLISIS ESTRUCTURAL CON ETABS, APLICANDO REGLAMENTO
COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE (NSR-10).**

DAVID LEONARDO ACOSTA RODRIGUEZ

**UNIVERSIDAD SANTO TOMAS.
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
BOGOTA D.C.
2016**

**ANÁLISIS ESTRUCTURAL CON ETABS, APLICANDO REGLAMENTO
COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE (NSR-10).**

DAVID LEONARDO ACOSTA RODRIGUEZ.

MONOGRAFIA.

**ASESOR: ANGEL ALBERTO PEÑA.
PAR ACADEMICO: VICTOR MENDOZA.**

**UNIVERSIDAD SANTO TOMAS
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL
BOGOTA D.C.
2016**

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bogota D.C, Junio de 2016.

AGRADECIMIENTOS

Al ingeniero Ángel Alberto Peña, por sus constantes consejos para llevar a buen término este proyecto.

Al ingeniero Víctor Mendoza, por su valiosa asesoría en este proyecto y sus consejos.

Al ingeniero Rafael Pérez, por su colaboración y sugerencias.

A la Universidad Santo Tomas y a la facultad de ingeniería civil, por ser la entidad que académicamente me formo como ingeniero civil.

GLOSARIO

Acciones: son las cargas a las que va estar sometida la estructura, cargas vivas, muertas.

Análisis Dinámico De Estructuras: Una acción tiene carácter dinámico cuando su variación con el tiempo es rápida y da origen a fuerzas de inercia comparables en magnitud con las fuerzas estáticas. Algunas fuentes de vibraciones estructurales son: Sismos, viento, olas y corrientes de agua, explosiones e impactos y cargas móviles (vehículos, personas).

Condiciones de restricciones: desde el punto de vista del modelo para el cálculo de la estructura estas son las restricciones al movimiento que se asignan a cada uno de los puntos constitutivos de la estructura.

Deriva: Se define como la deformación relativa que sufre un piso por acción de una fuerza horizontal. Se determina restando el desplazamiento del extremo superior el desplazamiento del extremo inferior del piso.

Diseño a la resistencia ultima: El segundo método de diseño parte de la premisa de que, como la existencia de un margen predeterminado entre la resistencia de los miembros estructurales y los esfuerzos causados por las cargas de trabajo no da una indicación precisa del margen de seguridad disponible, es más lógico adoptar como referencia el estado limite de falla y fijar la relación que debe existir entre la carga ultima y la de trabajo.

Espectro Sísmico De Diseño: Las fuerzas sísmicas se pueden calcular mediante la relación entre el peso de la edificación y la aceleración generada por la vibración del sismo. Partiendo de estos datos, se han definido unas curvas llamadas espectros de diseño, las cuales recogen el conjunto de los máximos valores de aceleración que pueden afectar diferentes edificaciones de acuerdo a sus características vibratorias, estas dependen de su rigidez y número de pisos.

Estados limite: se denominan estados límite aquellas situaciones para las que, de ser superadas puede considerarse que el edificio no cumple algunos de los requisitos estructurales para las que ha sido concebida.

Geometría: el modelo queda determinado geométricamente cuando se definen dimensiones, forma, y posición de todos sus elementos, así como la forma y dimensiones de sus secciones y el tipo de enlace entre los elementos que componen la estructura.

Materiales: hay que conocer el comportamiento mecánico de los materiales que componen los elementos de la estructura. Entre sus características mecánicas interesan, su comportamiento a la tracción, sus límites elástico y de rotura.

Modelación estructural: para poder efectuar el análisis debe hacerse una representación idealizada o simplificada de la estructura real, por medio de un modelo teórico factible de ser analizado por los procedimientos de cálculo disponible.

Periodo Fundamental De Una Estructura: Es el tiempo que toma la estructura en dar un ciclo completo cuando está sometida a una vibración. Es de vital importancia su determinación dado que de él depende la magnitud de la fuerza sísmica a la que estará sometida la estructura.

CONTENIDO

	Pág.
1. CAPITULO 1. Procedimiento de diseño y construcción.	1
2. CAPITULO 2. Ingeniería Estructural.	3
3. CAPITULO 3. Interfaz Gráfica y Estructuración	5
3.1. Herramienta del Software	5
3.2. Estructuración	19
4. CAPITULO 4. Modelación Estructural.	22
4.1. Características del proyecto.	22
4.2. Modelación Estructural con ETABS.	29
4.3. Definir Material.	33
4.4. Definir Secciones Vigas.	35
4.5. Definir Cargas.	38
4.6. Definir Espectro de Respuesta Sísmico.	39
4.7. Definir Fuerzas Sísmicas.	45
4.8. Definir Combinaciones de Carga.	46
4.9. Análisis.	49
4.10. Modelo Estructural.	51
4.11. Avalúo de Cargas.	57
5. CAPITULO 5. Análisis de Resultados.	71
5.1. Análisis Sísmico por Fuerza Horizontal Equivalente	73

5.2.	Cortante en la Base.	76
5.3.	Cortantes Dinámicos en la Base.	77
5.4.	Factores de Ajuste.	78
5.5.	Chequeo de Deriva	79
5.6.	Irregularidades.	84
5.6.1.	Análisis de Irregularidades.	92
5.7.	Combinaciones para el Diseño.	96
6.	Diseño	102
6.1.	Diseño de Vigas.	115
6.1.1.	Vigas Piso 1.	115
6.1.2.	Vigas Piso 2.	121
6.1.3.	Vigas Piso Tipo.	126
6.1.4.	Vigas Cubierta.	132
6.2.	Diseño Columnas.	138
6.3.	Diseño Escalera.	143
6.4.	Diseño de Placa Entrepiso.	145
7.	Recomendaciones de Diseño.	146
7.1.	Columnas.	146
7.2.	Vigas y Viguetas.	147
8.	CONCLUSIONES	149

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Coeficientes y curva de diseño.	41
Tabla 2. Alturas y espesores mínimos.	56
Tabla 3. Datos para el análisis sísmico.	73
Tabla 4. Masas participativas.	75
Tabla 5. Reacciones en la base.	77
Tabla 6. Deriva máxima permitida.	79
Tabla 7. Sismo en X columna eje vertical 1, caso de carga 3.	81
Tabla 8. Sismo en Y columna eje vertical 1, caso de carga 5.	69
Tabla 9. Sismo en X columna eje vertical 6, caso de carga 3.	82
Tabla 10. Sismo en Y columna eje vertical 6, caso de carga 5.	82
Tabla 11. Sismo en X columna eje vertical 13, caso de carga 3.	83
Tabla 12. Sismo en Y columna eje vertical 13, caso de carga 5.	83
Tabla 13. Sismo en X columna eje vertical 18, caso de carga 3.	84
Tabla 14. Sismo en Y columna eje vertical 18, caso de carga 5.	84
Tabla 15. Sistema estructural resistente a momentos.	85
Tabla 16. Análisis de irregularidades en altura.	92
Tabla 17. Análisis de irregularidades torsional y torsional extrema eje vertical 1 y 13.	93
Tabla 18. Análisis de irregularidades torsional y torsional extrema eje vertical 6 y 18.	94

Tabla 19. Análisis de irregularidades torsional y torsional extrema eje vertical 1 y 6.	94
Tabla 20. Análisis de irregularidades torsional y torsional extrema eje vertical 13 y 18.	95
Tabla 21. Análisis irregularidades en planta.	95
Tabla 22. Análisis ausencia de redundancia.	95

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Archivo.	5
Figura 2. Editar.	6
Figura 3. Ver.	8
Figura 4. Definir.	9
Figura 5. Dibujo.	11
Figura 6. Asignar Unión/Punto.	12
Figura 7. Asignar Marco/Línea.	13
Figura 8. Asignar Área.	14
Figura 9. Asignar cargas en el punto de unión.	15
Figura 10. Asignar cargas en líneas.	15
Figura 11. Asignar cargas en áreas.	16
Figura 12. Análisis.	16
Figura 13. Visualización.	17
Figura 14. Diseño.	18
Figura 15. Opciones.	18
Figura 16. Ayuda.	19
Figura 17. Corte esquemático.	23
Figura 18. Planta de localización y desarrollo de columna	24
Figura 20. Planta piso 1 N±0.00.	25
Figura 21. Planta pisos 2 N+3.35.	26

Figura 22. Planta pisos tipo.	27
Figura 23. Planta cubierta N+17.60.	28
Figura 24. Inicio nuevo modelo.	29
Figura 25. Definición de la grilla y datos de altura.	30
Figura 26. Datos de altura.	31
Figura 27. Definir grilla.	31
Figura 28. Datos de altura.	32
Figura 29. Modelo Alámbrico.	33
Figura 30. Definir material.	33
Figura 31. Propiedades de material.	34
Figura 32. Definir Material.	35
Figura 33. Definir secciones rectangulares.	36
Figura 34. Información de refuerzo.	37
Figura 37. Definición de casos de carga.	38
Figura 38. Definición de masa.	39
Figura 40. Definición del espectro elástico de aceleraciones	40
Figura 41. Curva de diseño.	43
Figura 42. Definir funciones del espectro.	44
Figura 43. Definir espectro.	44
Figura 44. Definir respuesta espectral.	45
Figura 45. Definir casos de respuesta sísmica.	45
Figura 46. Definir combinaciones de carga.	48

Figura 47. Combinaciones de carga.	48
Figura 48. Opciones de análisis.	49
Figura 49. Parámetros del análisis dinámico.	50
Figura 50. Parámetros efectos P-Delta.	51
Figura 51. Localización de columnas modelo estructural.	52
Figura 52. Comando replicar.	52
Figura 53. Planta de primer piso modelo estructural.	53
Figura 54. Propiedades de los objetos.	53
Figura 55. Planta de primer piso modelo estructural.	54
Figura 56. Planta de segundo piso modelo estructural.	54
Figura 57. Planta piso tipo modelo estructural.	55
Figura 58. Imagen modelo estructural 3D.	56
Figura 59. Definir losas.	61
Figura 60. Definir secciones de la losa.	62
Figura 61. Propiedades de elementos.	63
Figura 62. Proceso de dibujo placa en planta.	63
Figura 63. Modelo 3D.	64
Figura 64. Cargas uniformes sobre placa.	64
Figura 65. Información de área.	65
Figura 66. Verificar el modelo.	66
Figura 67. Cuadro de errores.	67
Figura 68. Asignar diagrama.	67
Figura 69. Modelo con el diafragma asignado.	68

Figura 70. Factor de Rigidez.	68
Figura 71. Estaciones de salida.	69
Figura 72. Asignar restricciones.	70
Figura 73. Analizando.	70
Figura 74. Elegir tablas para su visualización.	71
Figura 75. Seleccionar condiciones de carga.	72
Figura 76. Lista de materiales.	72
Figura 77. Esquema para revisión del análisis estructural.	80
Figura 78. Irregularidad piso flexible.	86
Figura 79. Irregularidad distribución de masas.	86
Figura 80. Irregularidad geométrica.	87
Figura 81. Irregularidad en el plano de acción.	87
Figura 82. Irregularidad piso débil.	88
Figura 83. Irregularidad torsional.	89
Figura 84. Irregularidad retrocesos en esquina.	89
Figura 85. Irregularidad de diafragma.	90
Figura 86. Desplazamiento en el plano de acción.	91
Figura 87. Irregularidad sistemas no paralelos.	91
Figura 88. Esquema para revisión del análisis estructural.	93
Figura 89. Definir combinaciones de carga.	100
Figura 90. Datos de combinación de carga.	101
Figura 91. Datos de salida.	102

Figura 92. Selección de combos de diseño.	102
Figura 93. DC-CAD nuevo proyecto.	103
Figura 94. DC-CAD estructura analizada con ETABS.	103
Figura 95. Buscar modelo.	104
Figura 96. Niveles a leer.	104
Figura 97. Distancia a cimentación.	105
Figura 98. Buscar solicitaciones.	105
Figura 99. Geometría y solicitaciones cargadas.	106
Figura 100. Ventana principal DC-CAD.	106
Figura 101. Numeración de columnas.	107
Figura 102. Numeración de vigas.	107
Figura 103. Selección niveles.	108
Figura 104. Selección viga principal o vigueta.	108
Figura 105. Numeración.	109
Figura 106. Refuerzo.	109
Figura 107. Pantalla para adicionar refuerzo.	110
Figura 108. Normas y combinaciones.	110
Figura 109. Barras de refuerzo.	111
Figura 110. Concreto.	112
Figura 111. Tendencia de refuerzo.	113
Figura 112. Ventana de resultados.	114
Figura 113. Memoria vigas.	115
Figura 114. Unificación de columnas.	138

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Diseño vigas y columnas	163
Anexo B. Datos de entrada	168
Anexo B. Planta localización de columnas.	169
Anexo C. Despieces de columnas.	170
Anexo D. Planta piso 1.	171
Anexo E. Planta piso 2.	172
Anexo F. Planta piso tipo.	173
Anexo G. Despieces piso tipo.	174
Anexo H. Despieces piso tipo.	175
Anexo I. Planta cubierta.	176

LISTA DE SÍMBOLOS

f'_c : Esfuerzo máximo de compresión en el concreto, medido en carga por unidad de área.

f_y : es el esfuerzo de fluencia para el acero de refuerzo en estructuras de concreto.

I : coeficiente de importancia.

E : modulo de elasticidad.

A_a : Aceleración horizontal pico efectiva de diseño.

A_v : Aceleración que representa la velocidad horizontal efectiva de diseño.

A_0 : Aceleración horizontal pico efectiva del terreno en superficie.

F_a : Coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de periodos cortos.

F_v : Coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de periodos intermedios.

S_a : Aceleración espectral.

T : Periodo de vibración.

T_c : Periodo cortó.

T_L : Periodo largo.

$C.M$: Carga muerta.

$C.V$: Carga viva.

SPX : Carga sísmica en el sentido x.

SPY : Carga sísmica en el sentido y.

Ω : es el coeficiente de sobre Resistencia.

W : Peso.

C_u : Coeficiente para calcular el periodo máximo permisible de la estructura.

C_t : Coeficiente utilizado para el cálculo del periodo de la estructura.

α : Exponente para ser utilizado en el cálculo del periodo aproximado.

T_a : Periodo fundamental aproximado.

T_x : Periodo obtenido del análisis dinámico en sentido x.

T_y : Periodo obtenido del análisis dinámico en sentido y.

F_x : Factor de ajuste en sentido x.

F_y : Factor de ajuste en sentido y.

dx : Desplazamiento en x.

dy : Desplazamiento en y.

$\Delta\alpha$: Deriva.

R : Coeficiente de disipación de energía.

R_0 : coeficiente de capacidad disipación de energía básico definido para cada sistema estructural.

ϕ_a : Coeficiente de reducción de la capacidad de disipación de energía causada por irregularidades en altura de la edificación.

B : Ancho del elemento.

H : Altura del elemento.

L : Longitud.

M_u : Momento ultimo.

V_u : Cortante ultimo.

A_s : Área de refuerzo.

$A_s(r)$: Área de refuerzo requerido.

INTRODUCCION

En vista que el software ETABS es uno de los más utilizados en nuestro medio se hace importante tener conocimientos acerca del mismo. Partiendo de esto es necesario que el estudiante de ingeniería civil se desenvuelva no solo en el manejo del programa, sino también en la aplicación de teorías que llevan a realizar un análisis estructural exitoso.

No obstante el ETABS por sí solo no aplica la norma de construcción sismo resistente colombiana. Por lo que se hace necesario ayudarse con otro tipo de herramientas como el Excel para realizar el cálculo del análisis dinámico de la estructura.

Una vez hecho el análisis estructural el siguiente paso es el diseño de los elementos que hacen parte de la estructura. ETABS por si solo genera el diseño de los elemento, es decir encuentra cual es el área de acero necesaria para cada uno de los elementos. Sin embargo este programa no genera los despieces parte importante de un proyecto. Es en este momento en el que el DC-CAD cobra importancia.

Al DC-CAD se puede exportar los datos de las solicitaciones y la geometría de cualquier proyecto que se halla modelado en ETABS. En consecuencia en este software se realiza el diseño de todos los elementos de la estructura.

RESUMEN

El presente trabajo se enfoca en el diseño y análisis de resultados a partir de una modelación estructural en ETABS.

En primer lugar se realizó una recopilación de la teoría necesaria para poder realizar un análisis efectivo, teniendo en cuenta lo que está consignado en el reglamento colombiano de construcción sismo resistente. Aplicando todos los criterios y requerimientos que la NSR-10 exige.

A continuación se elaboró una descripción de la interfaz del programa ETABS, con el fin de familiarizar al usuario con cada uno de los iconos, ventanas y herramientas de dibujo que tiene el programa.

Después de estar familiarizado con el software, el paso siguiente es la determinación de todos los elementos estructurales (vigas, columnas y placas). Que es la geometría del edificio, lo anterior está supeditado a lo que las plantas arquitectónicas dicten.

Posteriormente se definieron las cargas gravitacionales y sísmicas, para cargarlas al modelo estructural, en este punto se mostrara las cargas muertas y vivas mínimas que exige el código colombiano, asimismo se mostrara como se calcula el espectro sísmico de diseño que se cargara al programa para que este simule las cargas horizontales que genera un sismo.

En la fase siguiente se analiza el modelo, después de este análisis que realiza el ETABS, se muestra como se analizan los resultados que el software arroja, es decir se analiza si la estructura tiene o no alguna de las irregularidades que el código colombiano tiene, si cumple o no por derivas. Seguido a realizar el análisis de los resultados se genera el diseño de los elementos horizontales y verticales del edificio ayudado del software DC-CAD, considerando las definiciones previas o requisitos de la NSR-10.

OBJETIVOS

Generales:

- 1°. Describir los requisitos mínimos para el diseño de una edificación de acuerdo a la norma colombiana de construcción sismo resistente.
- 2°. Utilizar Este tipo de software (ETABS y DC-CAD), para la modelación, análisis y diseño estructural, de edificios con un sistema estructural de pórticos en concreto.

Específicos:

- 1° Desarrollar una guía sobre el uso del software ETABS.
- 2° Generar un modelo en el programa ETABS, explicando paso a paso el proceso.
- 3° Realizar el análisis del modelo, por el método del análisis dinámico, y el análisis sísmico por el método de la fuerza horizontal equivalente.
- 4° Efectuar el diseño de la estructura, por el método de la resistencia ultima.
- 5° Definir los conceptos básicos y los requisitos de diseño de edificaciones según NSR-10.
- 6° Realizar una guía básica en la cual se explique el manejo del DC-CAD.

1. CAPÍTULO 1. Procedimiento de diseño y construcción de edificaciones, de acuerdo con el reglamento colombiano de construcción sismo resistente.

Estos son los pasos descritos para realizar un diseño y posterior construcción de cualquier edificación. Tal como se especifica en **A.1.3.**

1. **Estudios geotécnicos:** debe realizarse una exploración del subsuelo en el lugar en que se va a construir la edificación, complementada con una consideración de sus alrededores para detectar, de ser el caso, movimiento de tierras.
2. **Diseño arquitectónico:** el proyecto arquitectónico de la edificación debe cumplir la reglamentación urbana vigente, los requisitos especificados en el título J y K y además debe indicar, el uso de cada parte de la edificación y su clasificación dentro de los grupos definidos.
3. **Diseño estructural:** la estructura de la edificación debe diseñarse para que tenga la resistencia y rigidez adecuadas para limitar las deformaciones ante las cargas de servicio.
 - **Paso 1** pre dimensionamiento y coordinación con los otros profesionales: definición del sistema estructural, dimensiones tentativas para evaluar las diferentes solicitudes.
 - **Paso 2** evaluaciones de las solicitudes definitivas: se evalúan todas las solicitudes que pueden afectar la edificación.
 - **Paso 3** obtención del nivel de amenaza sísmica y valores de A_a y A_v : este paso consiste en localizar el lugar donde se construirá la edificación.
 - **Paso 4** movimientos sísmicos de diseño: se expresan por medio de un espectro elástico de diseño.
 - **Paso 5** características de la estructuración y del material: el sistema estructural de resistencia sísmica de la edificación debe clasificarse dentro de uno de los sistemas estructurales prescritos en el capítulo **A.3.**

- **Paso 6** grado de irregularidad de la estructura: definición del procedimiento de análisis sísmico de la estructura de acuerdo con la regularidad o irregularidad de la configuración de la estructura.
- **Paso 7** determinación de las fuerzas sísmicas: se deben aplicar a la estructura para lo cual se deben usar los movimientos sísmicos de diseño.
- **Paso 8** análisis sísmico: se lleva a cabo aplicando los movimientos sísmicos de diseño prescritos, a un modelo matemático apropiado de la estructura.
- **Paso 9** desplazamientos horizontales: evaluación de los desplazamientos horizontales, incluyendo los efectos torsionales de toda la estructura y el desplazamiento relativo entre niveles contiguos.
- **Paso 10** Verificación de derivas: comprobación de que las derivas de diseño obtenidas no excedan los límites exigidos por la norma.
- **Paso 11** combinaciones de las diferentes solicitaciones: las diferentes solicitaciones que deben ser tenidas en cuenta, se combinan para obtener fuerzas internas de diseño de la estructura.
- **Paso 12** diseño de elementos estructurales: se lleva a cabo de acuerdo con los requisitos propios del sistema de resistencia sísmica y del material estructural utilizado.

2. CAPÍTULO 2. INGENIERÍA ESTRUCTURAL.

2.1 Análisis Dinámico De Estructuras

Una acción tiene carácter dinámico cuando su variación con el tiempo es rápida y da origen a fuerzas de inercia comparables en magnitud con las fuerzas estáticas. Algunas fuentes de vibraciones estructurales son:

- Sismos.
- Viento.
- Olas y corrientes de agua.
- Explosiones e impactos.
- Cargas móviles (vehículos, personas).

Este análisis de los edificios implica conocer ciertas propiedades que pueden calcularse a partir de un modelo matemático que represente su comportamiento estructural. Este análisis dinámico es un proceso iterativo que parte de las fuerzas que proporciona el método de la fuerza horizontal equivalente. Eso con el objetivo de encontrar el periodo del modo fundamental de vibración y cuál es su forma modal.

Diseño a la resistencia última:

El método de diseño parte de la premisa de que, como la existencia de un margen predeterminado entre la resistencia de los miembros estructurales y los esfuerzos causados por las cargas de trabajo no da una indicación precisa del margen de seguridad disponible, es más lógico adoptar como referencia el estado límite de falla y fijar la relación que debe existir entre la carga última y la de trabajo.

En este caso el factor de seguridad se aplica a las cargas, mayorandolas mediante “factores de carga”, lo cual, a primera vista, podría hacerlo aparecer como equivalente al método de esfuerzos de trabajo, con una simple trasposición algebraica entre los dos lados de la ecuación de condición límite. Sin embargo, un estudio más cuidadoso permite apreciar que el diseño a la resistencia última presenta ciertas ventajas tanto desde el punto de vista teórico como práctico.

1. El diseño a la resistencia última considera la respuesta de la sección transversal o del miembro completo y no simplemente un esfuerzo local, lo cual lo hace más acorde con la realidad.
2. Implícitamente, el método obliga al calculista a preocuparse por lo que pasa en el intervalo entre la carga de servicio y la de falla. Hay efectos que se

agravan al aumentar la carga, mientras que otros pierden importancia al acercarse al estado último. Al pensar en términos de “factores de carga” es posible obtener entonces dimensionamientos más lógicos.

3. Los estimativos teóricos de la resistencia última se pueden verificar ensayando modelos o prototipos.

Por otra parte, presenta las siguientes desventajas:

1. El asegurar el buen comportamiento ante cargas últimas no es garantía de un adecuado funcionamiento en condiciones de servicio. En general, se trata de solucionar este problema aplicando métodos indirectos como limitaciones en las relaciones de esbeltez y en el espaciamiento del refuerzo, que intuitivamente dejan mucho que desear.
2. La naturaleza misma del método puede conducir a que los involucrados en el proceso, bien sea calculista, productor de materiales o constructor, lleguen a pensar que el intervalo entre condiciones de servicio y el estado último está a su entera disposición para remediar posibles imprecisiones, errores de diseño o defectos de construcción.
3. Al adoptar un factor de seguridad global, todos los miembros resistentes quedan en condiciones idénticas y no se pueden tener en cuenta ni la diferencia en comportamiento de los materiales constitutivos, ni las distintas respuestas ante diversas sollicitaciones.
4. Finalmente, es cuestionable la validez de factores de carga que han sido fijados sin tener en cuenta la variabilidad de las acciones aplicadas a la estructura y los riesgos de una posible falla.

Método de la fuerza horizontal equivalente:

El método de la fuerza horizontal equivalente con lleva los siguientes pasos:

1. Determinación del espectro de diseño de acuerdo con las características geotécnicas del lugar de emplazamiento de la estructura.
2. Cálculo aproximado del periodo fundamental de vibración.
3. Determinación del cortante en la base.
4. Distribución en altura del cortante en la base.
5. Aplicación de estas fuerzas sísmicas y verificación de que los índices de deriva no sobrepasen el valor permitido.

3. CAPÍTULO 3. INTERFAZ GRÁFICA Y ESTRUCTURACIÓN

3.1 Herramientas Del Software

Es importante familiarizarse con el programa, la interfaz gráfica de ETABS es simple, en la parte superior están la totalidad de las herramientas que tiene esta herramienta, Como se mostrará a continuación.

1. File (Archivo).

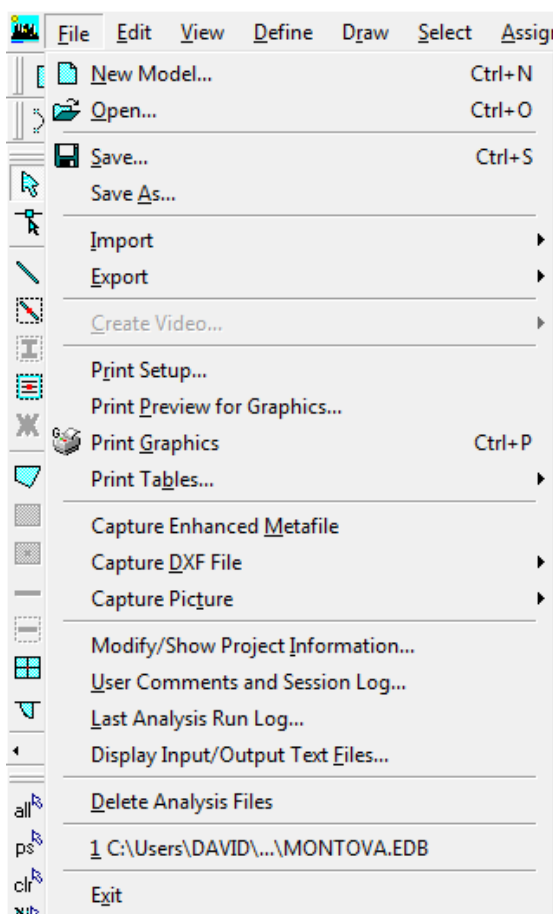


Figura 1. Archivo.

- a. Nuevo modelo.
- b. Abrir modelo existente.
- c. Herramientas para guardar.
- d. Importar: Se puede importar archivos de texto, importar desde Revit (Software de diseño de edificios.), importar archivos desde AutoCad.
- e. Exportar: Se puede exportar la geometría o las solicitudes del proyecto a AutoCad, Excel, Safe o SAP2000.
- f. Crear video de modelo estructural.

- g. herramientas de impresión.
- h. herramientas de captura de imagen.

2. Edit (Editar).

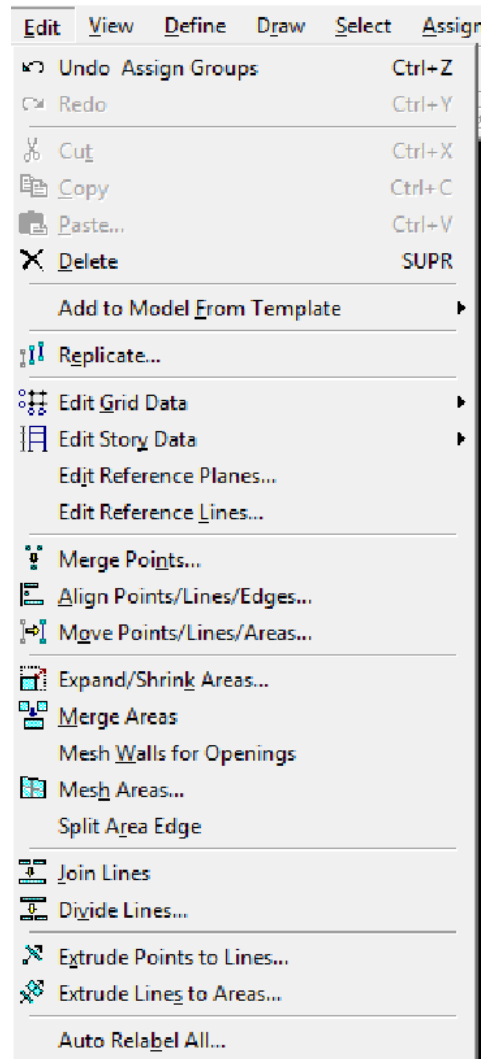


Figura 2. Editar.

- a. Ir atrás
- b. Ir adelante
- c. Cortar
- d. Copiar
- e. Pegar
- f. Eliminar

- g. Añadir al modelo de una plantilla existente: adicionar elementos tipo Frame en 2D, o en 3D.
- h. Replicar: se puede hacer copias de objetos linealmente, en forma radial esto con el objeto de hacer figuras con radios definidos, hacer simetrías en el modelo y replicar por pisos.
- i. Editar datos de cuadrícula.
- j. Editar datos de piso.
- k. Editar planos de referencia
- l. Editar líneas de referencia.
- m. Fusionar puntos: tolerancia establecida para la cercanía entre puntos.
- n. Alinear puntos, líneas y ejes: se pueden alinear objetos ingresando una coordenada específica, cortar elementos en sus intersecciones o extenderlos.
- o. Mover puntos, líneas y áreas: se pueden desplazar a una coordenada específica.
- p. Expandir o contraer áreas: es posible expandir o contraer tanto como el usuario lo necesite.
- q. Fusionar áreas: tolerancia establecida para la cercanía entre áreas.
- r. Crear una cuadrícula en muros para generar aberturas.
- s. Generar cuadrículas en los elementos tipo áreas.
- t. Dividir el borde de un área.
- u. Unir líneas.
- v. Dividir líneas: se pueden dividir en segmentos con valores específicos ó dividir en lugares donde exista una intersección con un punto o una línea.
- w. Extrudir puntos a líneas: cualquier punto se puede extrudir en una línea con dimensiones conocidas, o con radio conocido.
- x. Extrudir líneas a áreas: cualquier línea se puede extrudir en un área con dimensiones conocidas, o con radio conocido.

3. View (ver).

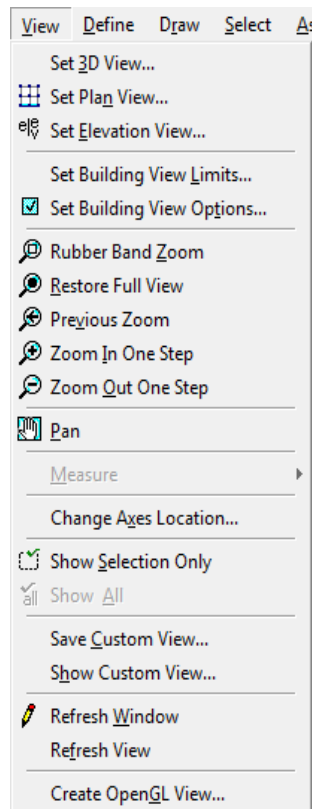


Figura 3. Ver.

- a. Vista 3d
- b. vista en planta
- c. vista en elevación: Genera un Corte al modelo.
- d. conjunto de límites de las vistas: se define los límites de la ventana en la cual se ve el modelo.
- e. conjunto de opciones de vista: en esta herramienta se puede encontrar que quiere el usuario que se vea en cualquier momento, es decir se puede escoger que el modelo se vea de acuerdo a los colores de los objetos (Áreas, Líneas, puntos), de las secciones (las secciones que se definen para columnas, vigas y placas), de los materiales (acero, concreto). Ver el modelo con efectos, tales como los objetos saturados de algún color (esto depende de lo que se explicó anteriormente), el borde de los objetos bien definido, y la estructura extruida. Es posible también escoger cuales objetos quiere tener presentes en el modelo (pisos, paredes, rampas, aberturas, áreas nulas, columnas, vigas, líneas nulas, puntos). También escoger si se quiere ver el nombre que el programa le asigna a las áreas

puntos y líneas o el nombre de las secciones que se les asignaron a estos elementos.

- f. Herramientas de zoom.
- g. restaurar vista completa.
- h. vista anterior.
- i. zoom por pasos.
- j. tomar una vista panorámica.
- k. Medidas: se puede generar medida de ángulos, líneas o áreas.
- l. cambiar ejes locales: En cualquier momento el usuario puede desplazar el origen de su modelo a una coordenada específica.
- m. mostrar sólo lo seleccionado
- n. mostrar todo
- o. guardar vista personalizada
- p. mostrar vista personalizada
- q. restaurar ventana, restaurar vista
- r. crear vista previa del proyecto: Se puede generar un video haciendo un recorrido que el usuario establece.

4. Define (definir).

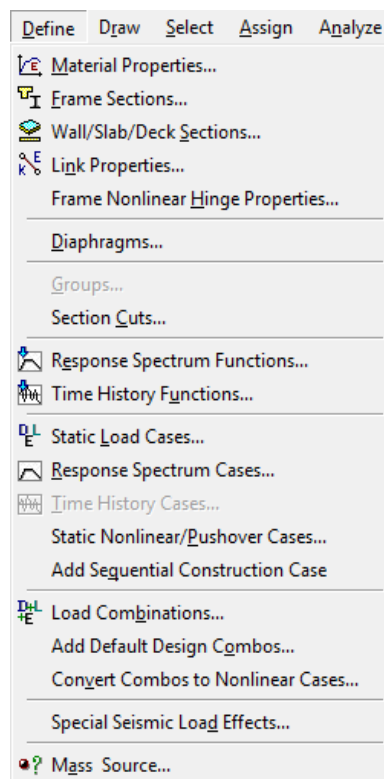


Figura 4. Definir.

- a. Propiedades de los materiales: las propiedades son asignadas a cada objeto para definir el comportamiento estructural de cada objeto en el modelo.
- b. Secciones frame: se definen la sección de los elementos estructurales.
- c. Secciones muro, losa y piso: se definen las secciones.
- d. Propiedades del vínculo: esta propiedad es importante para asignar los aisladores sísmicos a la estructura.
- e. Propiedades no lineales de las uniones: se pueden asignar a las uniones del modelo propiedades para evaluar de manera directa la carga axial, los cortantes, las torsiones, momentos y la envolvente.
- f. Diafragmas: los diafragmas se definen en semi-rígidos o rígidos, los diafragmas lo que garantizan es que todos los elementos constitutivos de la estructura se desplazan de igual forma.
- g. Grupos: se pueden crear grupos de puntos, líneas o áreas.
- h. Sección de corte: esta función permite generar un corte por cualquier lugar de la estructura y conocer los valores de momento, los componentes de las fuerzas presentes y los cortantes.
- i. Espectro de respuesta: son funciones de aceleraciones versus periodo para usarse en análisis dinámico.
- j. Casos de carga estáticos: se pueden definir diferentes casos de carga muerta, viva.
- k. Casos del espectro de respuesta: se definen las fuerzas sísmicas, éstas dependen del espectro de respuesta.
- l. Casos históricos: son funciones donde se presenta la variación de una componente (fuerza, desplazamiento, velocidad, aceleración) versus el tiempo. Permitiendo obtener la respuesta de la estructura para cada instante de tiempo.
- m. Combinaciones de carga: permite crear combinaciones con las cargas definidas anteriormente y mayorarlas.
- n. Fuente de masa: define la masa de las cargas, se puede especificar las cargas de las cuales se requiere obtener la masa de la estructura.

5. Draw (dibujo).

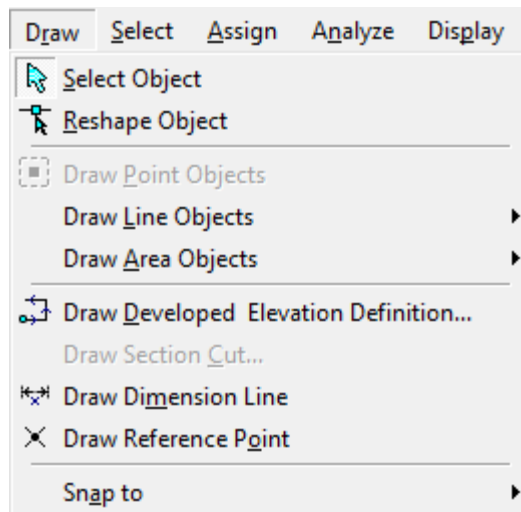


Figura 5. Dibujo.

- a. Seleccionar objeto.
- b. Reformar objeto: cambiar propiedades a un objeto.
- c. Dibujar un punto.
- d. Dibujar objetos línea.
- e. Dibujar objetos área.
- f. Dibujar desarrollo elevación.
- g. Dibujar sección de corte: se pueden generar cortes en cualquier elemento tipo frame para saber el valor exacto de momentos, deflexiones o cortantes presentes en el.
- h. Dibujar línea de dimensión.
- i. Dibujar punto de referencia.
- j. Ajustar a. (intersección, punto medio, perpendicular, líneas y ejes)

6. Assign (asignar).

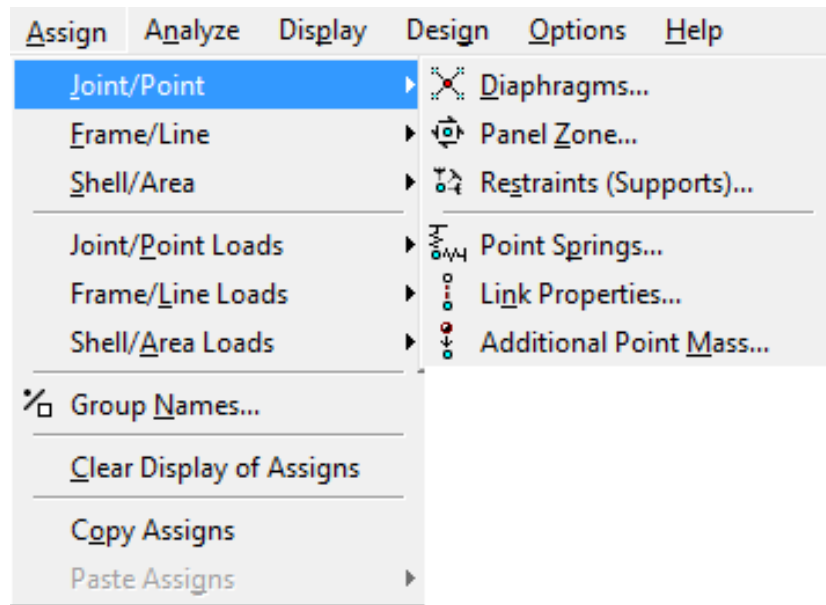


Figura 6. Asignar. Unión/Punto.

a. Punto/unión:

- Diafragma: los diafragmas se definen en semi-rígidos o rígidos, los diafragmas lo que garantizan es que todos los elementos constitutivos de la estructura se desplazan de igual forma.
- Zona del panel.
- Restricciones al desplazamiento: se puede elegir las restricciones que va tener ese punto, es decir si se restringirá los desplazamientos o los giros.
- Muelles de punto: vínculos elásticos en el nodo.
- Propiedades de vínculo.
- Puntos adicionales de masa.

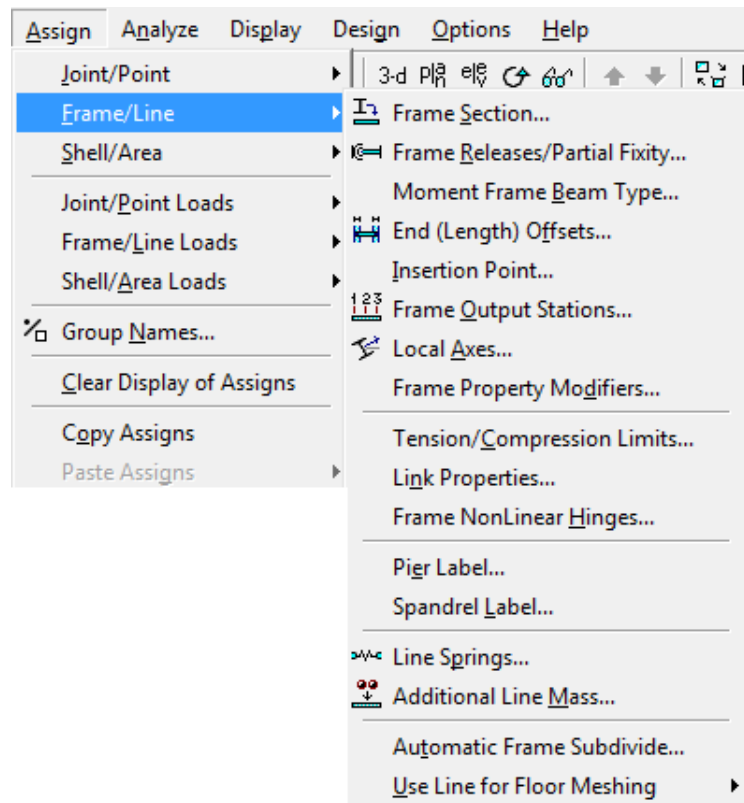


Figura 7. Asignar. Marco/Línea.

b. Línea:

- Secciones.
- Liberación/ rigidez parcial en juntas: esta herramienta permite articular miembros estructurales para que no lo sean más.
- Momentos especiales en vigas: se pueden adicionar momentos adicionales a las vigas que estén solicitadas por fuerzas que no se tuvieron en cuenta en el modelo.
- Longitud rígida en los extremos: a esta herramienta solo se le pueden poner valores del 0 al 1 siendo 0 no rígido y 1 rígido, si se asigna el valor de 1 a esta herramienta, esta garantiza que no se formen articulaciones en los nudos que unen columnas y vigas.
- Puntos de inserción: se pueden asignar excentricidades.
- Estaciones de salida.
- Orientación de ejes locales.
- Límites de tensión y compresión.
- Nombre o etiqueta del Pier.

- Nombre o etiqueta del Spandrel.
- Vinculo elástico.
- Masa adicional.
- Auto dividir objetos lineales.
- Usar líneas para discretizar pisos.

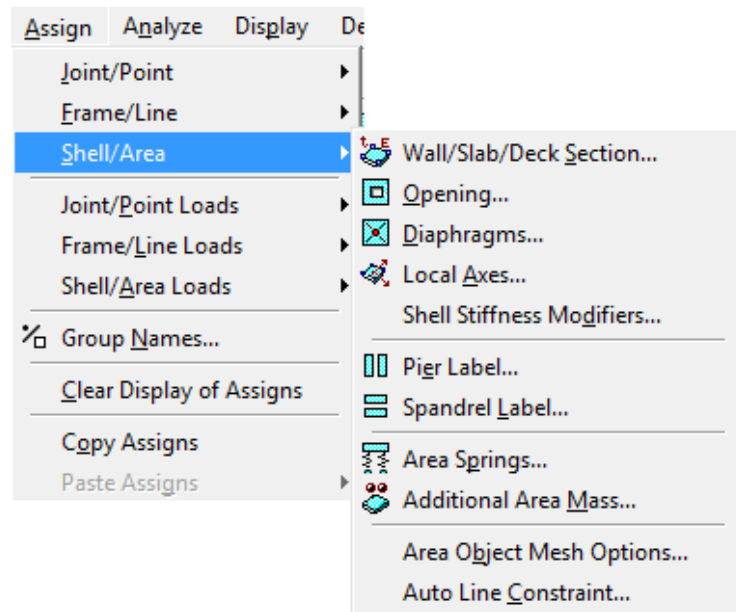


Figura 8. Asignar. Área.

c. Área:

- muro, piso y losa.
- Abertura.
- Diafragmas.
- Ejes locales.
- Modificadores de rigidez.
- Asignar etiqueta a los Pier.
- Asignar etiqueta a los Spandrel.
- Vinculo elástico a área.
- Asignar masa adicional.
- Opciones de división de área.
- Delimitación automática de borde.

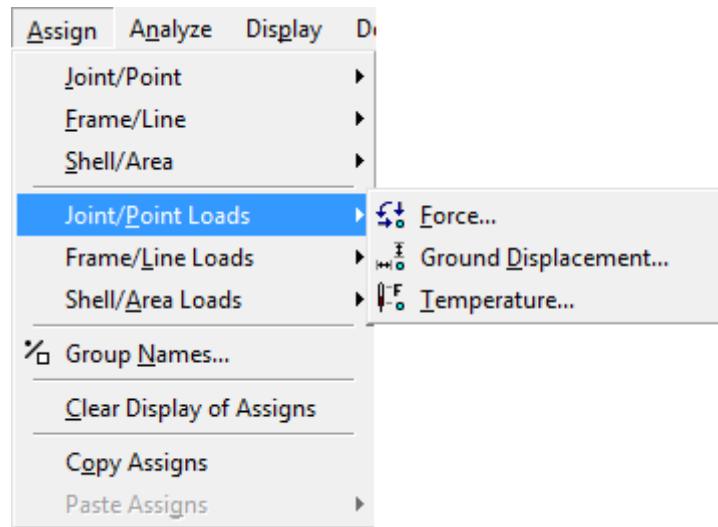


Figura 9. Asignar. Cargas en puntos.

d. Cargas en el punto de unión:

- Fuerza.
- Desplazamiento del suelo.
- Temperatura.

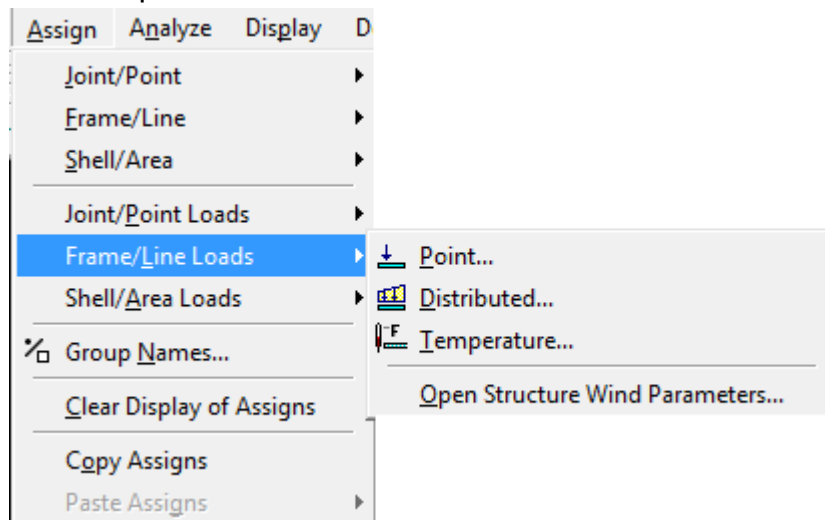


Figura 10. Asignar. Cargas en elementos lineales.

- e. Cargas marco/línea:
- Fuerzas puntuales.
 - Fuerzas distribuidas.
 - Temperatura.

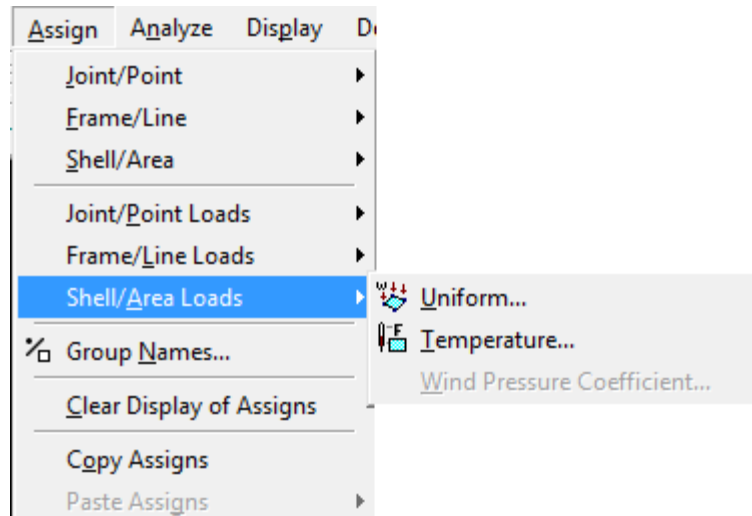


Figura 11. Asignar. Cargas en Áreas.

- f. Cargas en áreas:
- Fuerzas distribuidas.
 - Temperatura.
- g. Nombre de grupos: se pueden crear grupos de puntos, líneas o áreas.
- h. Copiar asignaciones. Permite copiar asignaciones de otros niveles o elementos.
- i. Pegar asignaciones.

7. Analyze (análisis).

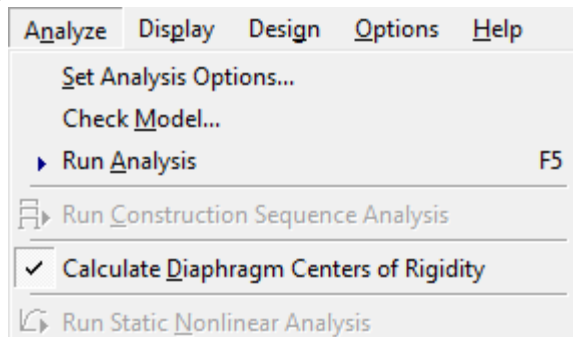


Figura 12. Análisis.

- a. Opciones de análisis: se puede elegir qué tipo de análisis se le desea hacer al modelo, un análisis dinámico o un análisis lineal estático.
- b. Verificar el modelo: permite encontrar errores en el modelo tales como áreas súper puestas líneas que no tengan una conexión perfecta.
- c. Correr análisis.
- d. Correr secuencia de construcción.
- e. Calcular centro de diafragma de rigidez.
- f. Correr el análisis no lineal estático.

8. Display (visualización).

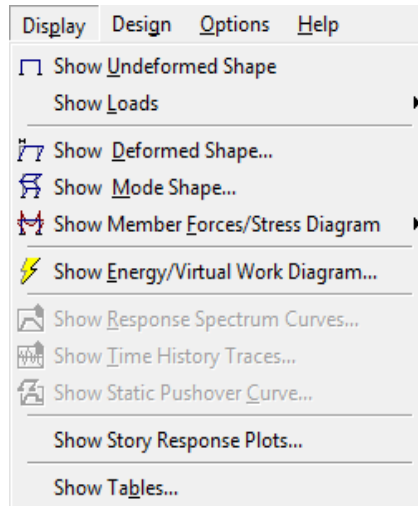


Figura 13. Visualización.

- a. Mostrar modelo no deformado.
- b. Mostrar cargas: muestra el valor de las cargas que se cargaron a los elementos.
- c. Mostar modelo deformado: muestra las deformaciones bajo la acción de las cargas o las combinaciones de carga.
- d. Mostrar fuerzas y diagrama de esfuerzos.
- e. Mostrar energía / diagrama de trabajo virtual: muestras el trabajo por unidad de volumen.
- f. Ver curva del espectro de respuesta.
- g. Ver curva de los casos históricos.
- h. Ver curvas de Pushover (Estático no lineal).
- i. Mostrar trazados de respuesta histórica.
- j. Mostrar tablas.

9. Design(diseño).

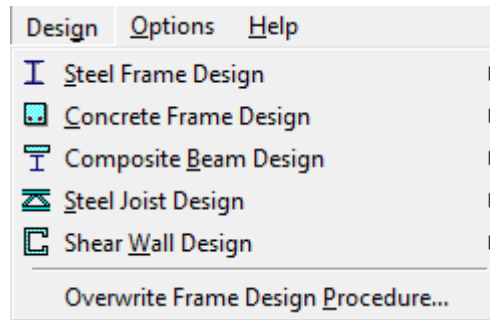


Figura 14. Diseño.

- a. Diseño de elementos en acero.
- b. Diseño de elementos en concreto.
- c. Diseño de viga mixta.
- d. Diseño de celosías de acero.
- e. Diseño de muro a cortante.
- f. Diseño de elemento tipo frame en un post-proceso: permite cambiar elementos que ya están diseñados por otros que no.

10. Options (opciones).

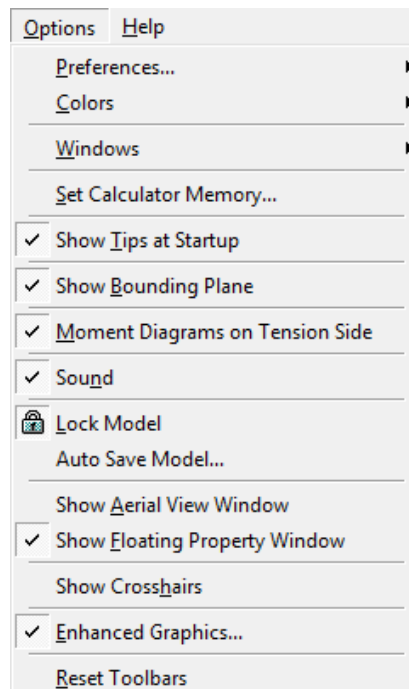


Figura 15. Opciones.

- a. preferencias.
- b. Colores.
- c. Ventanas.
- d. Mostrar consejos al iniciar el programa.
- e. Mostrar delimitador.
- f. Diagramas de momento sobre el lado de tensión.
- g. Sonido.
- h. Bloquear modelo: si la figura del candado está cerrado no se pueden hacer modificaciones.
- i. Opción de autoguardado del modelo.
- j. Mostrar ventana de vista aérea.
- k. Mostrar ventana flotante de propiedades de elementos.
- l. Mostrar puntos de mira.
- m. Gráficos mejorados
- n. Restablecer barra de herramientas

11. Help (ayuda).

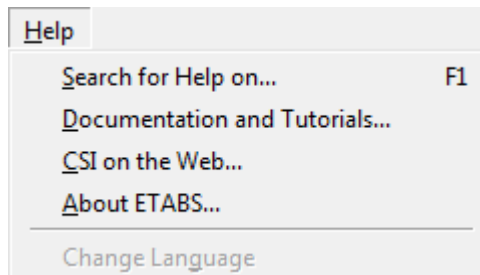


Figura 16. Ayuda.

- a. Ayuda para búsqueda.
- b. Documentos y tutoriales.
- c. Acerca de ETABS.

3.2 Estructuración

Después de tener un conocimiento claro a cerca de donde se encuentra cada una de las herramientas que brinda el software, y la teoría en la que se fundamente el análisis estructural de una edificación, el paso siguiente es hacer una estructuración partiendo del diseño arquitectónico (Anexo L). En la cual se establece el tipo de estructura a utilizar.

En este punto es importante indicar que la arquitectura hace parte esencial de cualquier proyecto. Dado que de ella se extraen los datos de posición de columnas, ejes, ductos, alturas libres y usos de los espacios dentro de la estructura, esto se refiere a los servicios que puede prestar la edificación en cualquier punto, por ejemplo, puede que el primer piso este destinado para un área social y según la NSR-10 para estructuras que estén destinadas para este tipo de uso la carga viva debe ser de 5 KN/m^2 mientras que si se destinó para vivienda la carga viva es de 1.8 KN/m^2 .

Otra parte importante es, sí la arquitectura plantea columnas, esto nos dicta que el sistema estructural a emplear será de pórticos resistentes a momento, como en este caso.

En el caso de las placas el ingeniero estructural puede escoger entre una placa maciza con vigas descolgadas o una placa aligerada, en la mayoría de los proyectos esta decisión se toma en consenso con el arquitecto.

La elección de tipo de placa se toma con base a las luces presentes en el proyecto, es decir si existen luces mayores es mejor utilizar una losa maciza con vigas descolgadas, pero si por el contrario en el proyecto se encuentran luces medias del orden de 3 a 6 metros es conveniente recurrir a una losa aligerada. Otro criterio es la economía, las losas aligeradas son mucho más económicas que las losas macizas.

Bajo las circunstancias del proyecto edificio 102 la elección fue por una placa aligerada que logra una reducción de la masa del entrepiso suprimiendo parte del concreto con ayuda de elementos de menor peso tales como icopor o casetones.

La distribución de las vigas y viguetas se realiza siguiendo una serie de criterios, las vigas principales o sísmicas deben conectar las columnas en lo posible. Sin embargo, pueden existir algunas que estén apoyadas en otras vigas principales o apeadas.

En cuanto a las viguetas estas deben estar dispuestas de tal manera que sean capaces de recibir las cargas y transmitir las a las vigas y columnas, a través de estos a la cimentación y finalmente al terreno, el sentido de las viguetas se propone paralelo a las vigas sísmicas dado que la placa funciona en dos direcciones.

El ancho de las nervaduras o viguetas no debe ser menor de 10 cm y debe tener una altura no mayor de 5 veces su ancho. La altura de placa del proyecto es de 40 cm lo cual cumple con lo dispuesto en **C.8.13.2.**

La separación máxima entre nervios, medida de centro a centro, no puede ser mayor que 3.5 veces el espesor de la placa, sin exceder 1.50m. Según **C.8.12.3.**

Estas viguetas de repartición deben diseñarse, a flexión y a cortante, de tal manera que sean capaces de transportar la carga total (carga muerta y viva) de cada nervio a los dos nervios adyacentes. Según **C.8.13.3.2.**

El diseño de los elementos donde se apoyen estas viguetas debe considerar una carga aferente equivalente al doble de la carga que lleva un nervio típico. Según **C.8.13.3.3.**

La porción de la torta superior debe tener al menos 45mm de espesor, pero esta no debe ser menor que $L/20$ de la distancia libre entre los nervios. Según **C.8.13.5.2.**

4. CAPÍTULO MODELACIÓN ESTRUCTURAL

4.1 Características del proyecto

El proyecto para realizar un análisis y diseño estructural, con ETABS, contempla la construcción de una estructura de seis pisos y sótano, destinados para vivienda Edificio 102.

El sistema estructural utilizado para resistir cargas verticales y laterales (sísmicas) es el conformado por Pórticos de concreto reforzado (DMO), cuyo uso está definido en la Norma Colombiana de Diseño y construcción Sismo Resistentes NSR – 10 (Decreto 926 del 19 de marzo de 2010) y Microzonificación Bogotá Decreto 523 del 16 de diciembre de 2010, para zonas de riesgo sísmico Intermedio.

El entrepiso Típico está constituido por una placa Aligerada de 0.40 m, de altura.

La Cubierta está constituida por una placa Aligerada de 0.40 m de altura.

La cimentación consiste en un sistema de Placa más pilotes pre excavados, diseñada siguiendo las recomendaciones del estudio de suelos.

Parámetros Análisis Sísmico

Método utilizado: Fuerza Horizontal Equivalente.

Coeficiente de Importancia (I): 1.0

Grupo de Uso: 1 (según estudio de suelos ver anexo)

Zona: Lacustre 200 (según estudio de suelos ver anexo)

$A_a = 0.15$ (según estudio de suelos ver anexo)

$A_v = 0.20$ (según estudio de suelos ver anexo)

Materiales:

Concreto Vigas: f'_c 3000 psi = 210 kg/cm²

Concreto Columnas f'_c 4000 psi = 280 kg/cm²

Acero: $f_y = 60.000$ psi = 4200 kg/cm² para $\phi \geq 3/8"$
 $f_y = 34.000$ psi = 2400 kg/cm² $\phi = 1/4"$

Normas:

Se siguieron las recomendaciones dadas en la norma colombiana de diseño y construcción Sismo-Resistentes NSR – 10 (Decreto 926 del 19 de marzo de 2010) y Microzonificación Bogotá Decreto 523 del 16 de Diciembre de 2010, para zonas de riesgo sísmico Intermedio.

Figura 17. Corte Esquemático.

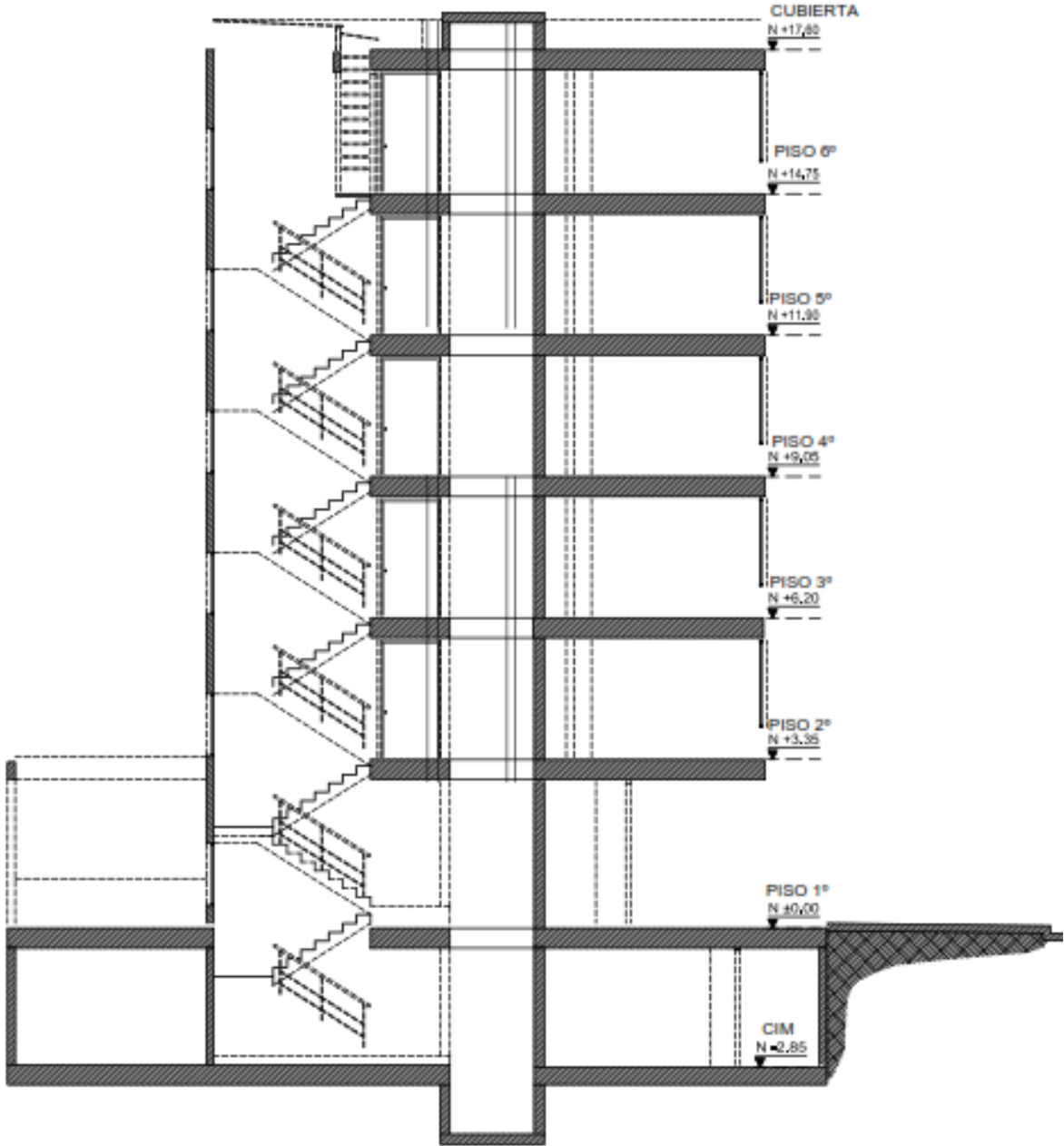


Figura 18. Planta Localización y Desarrollo de columna.

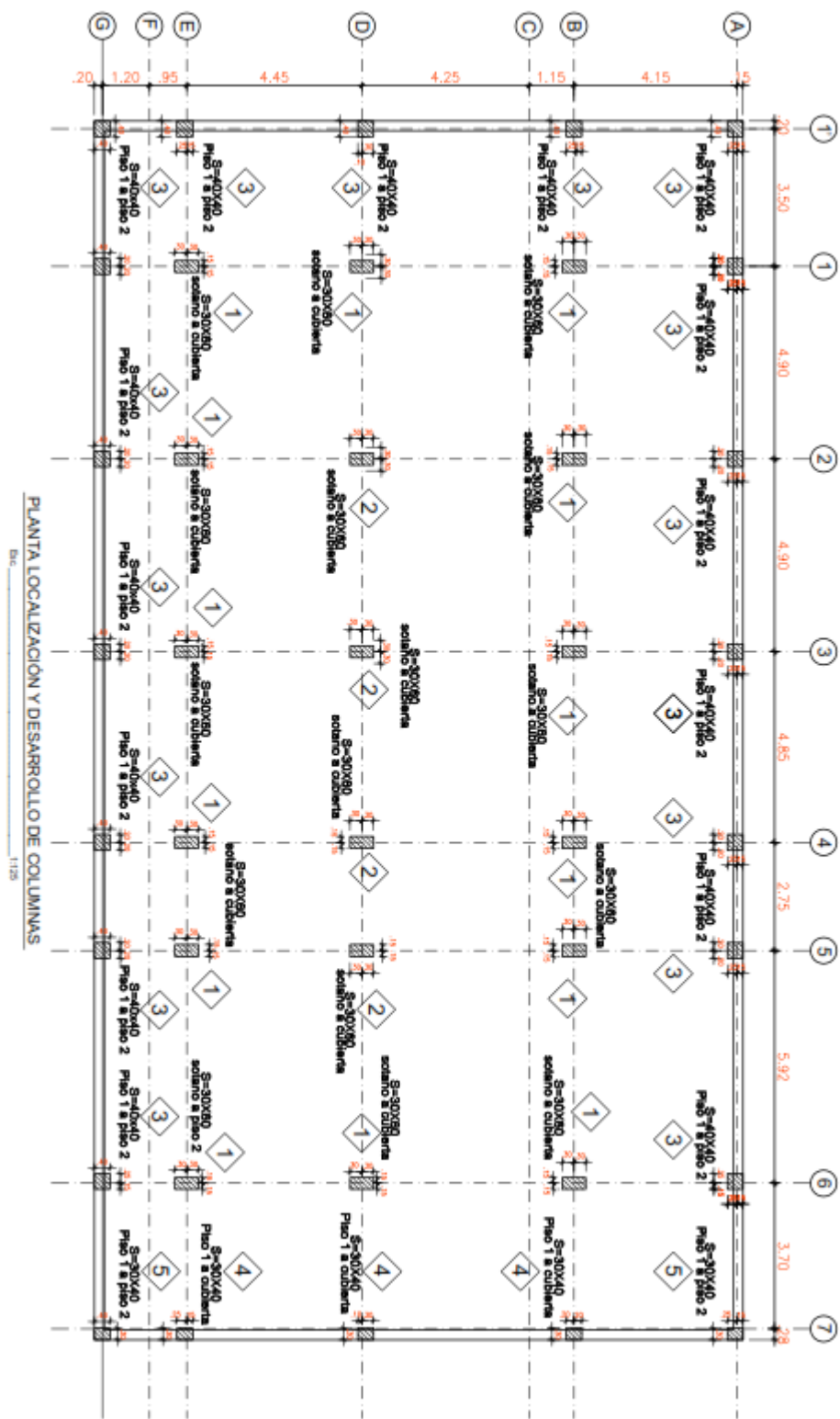


Figura 20. Planta Piso 1 N±0.00.

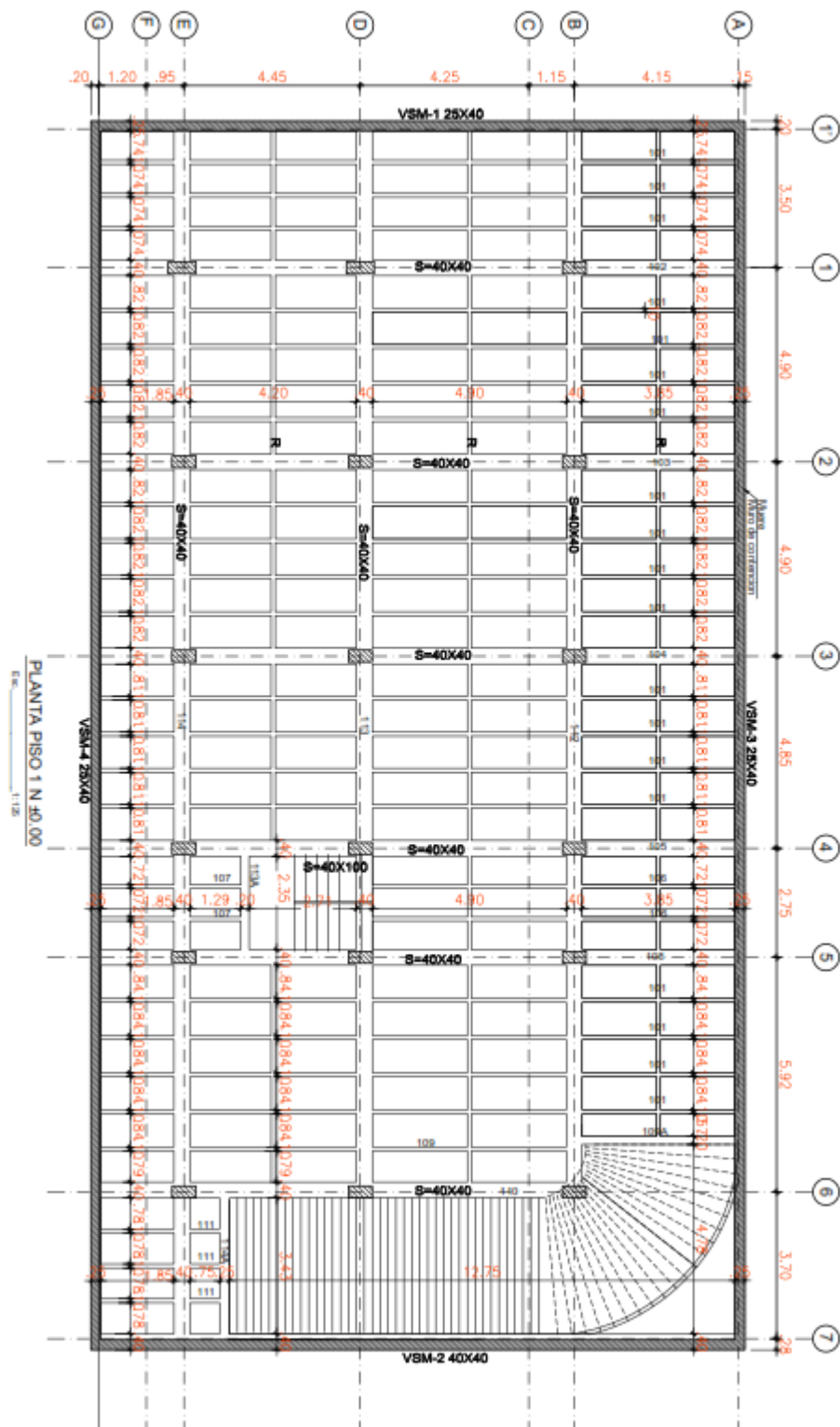


Figura 21. Planta Piso 2 N+3.35.

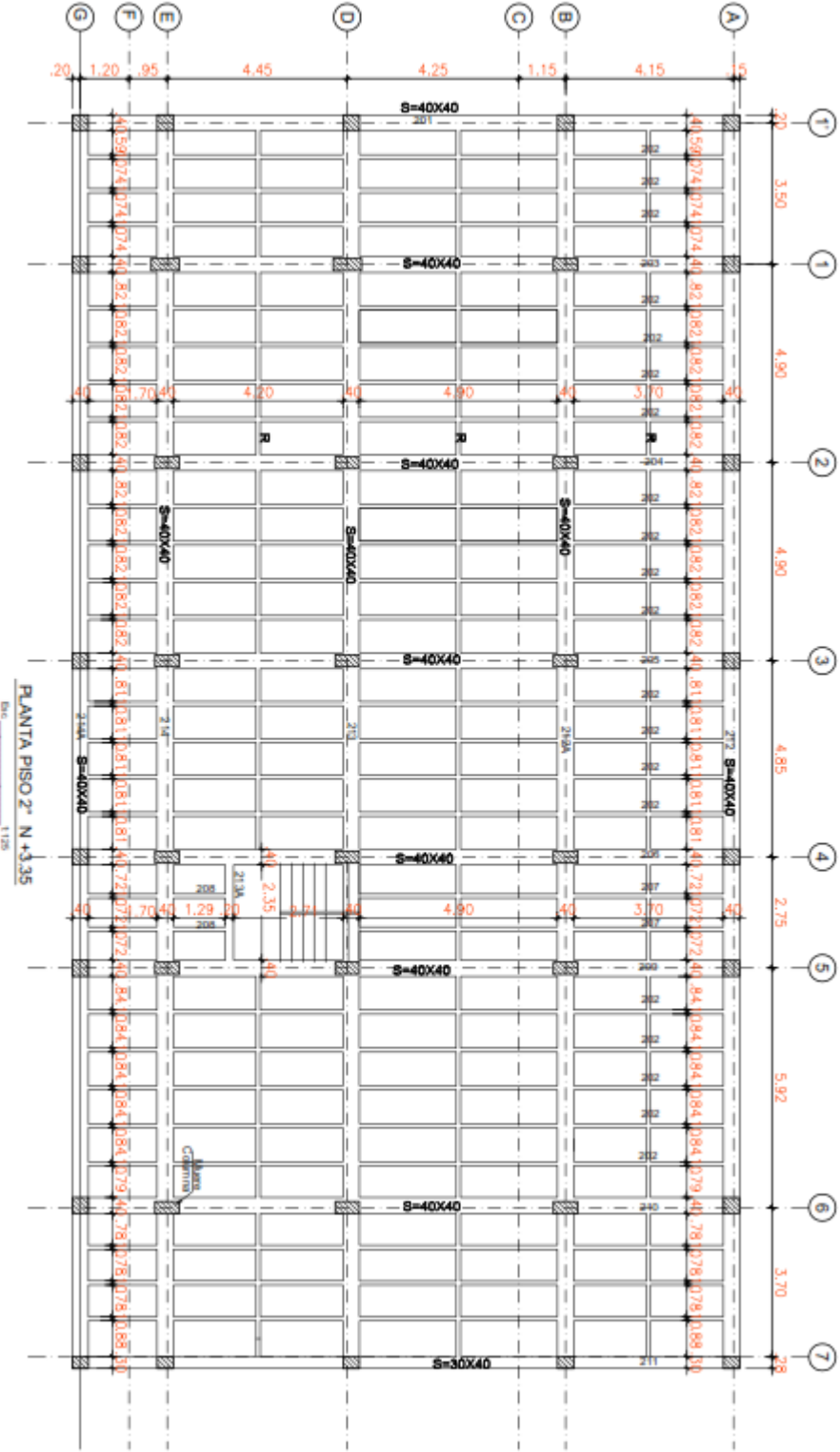


Figura 22. Planta Piso Tipo.

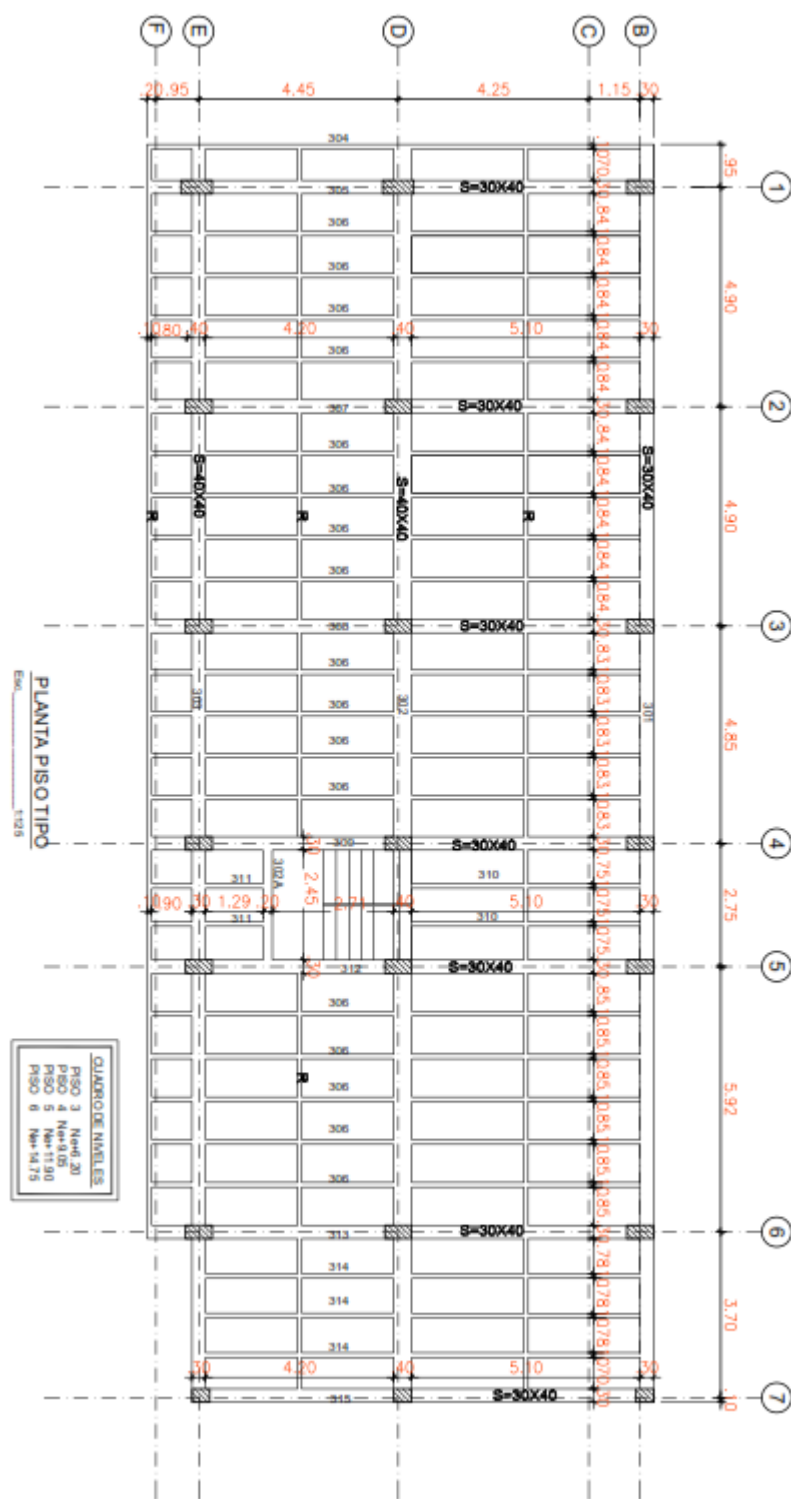
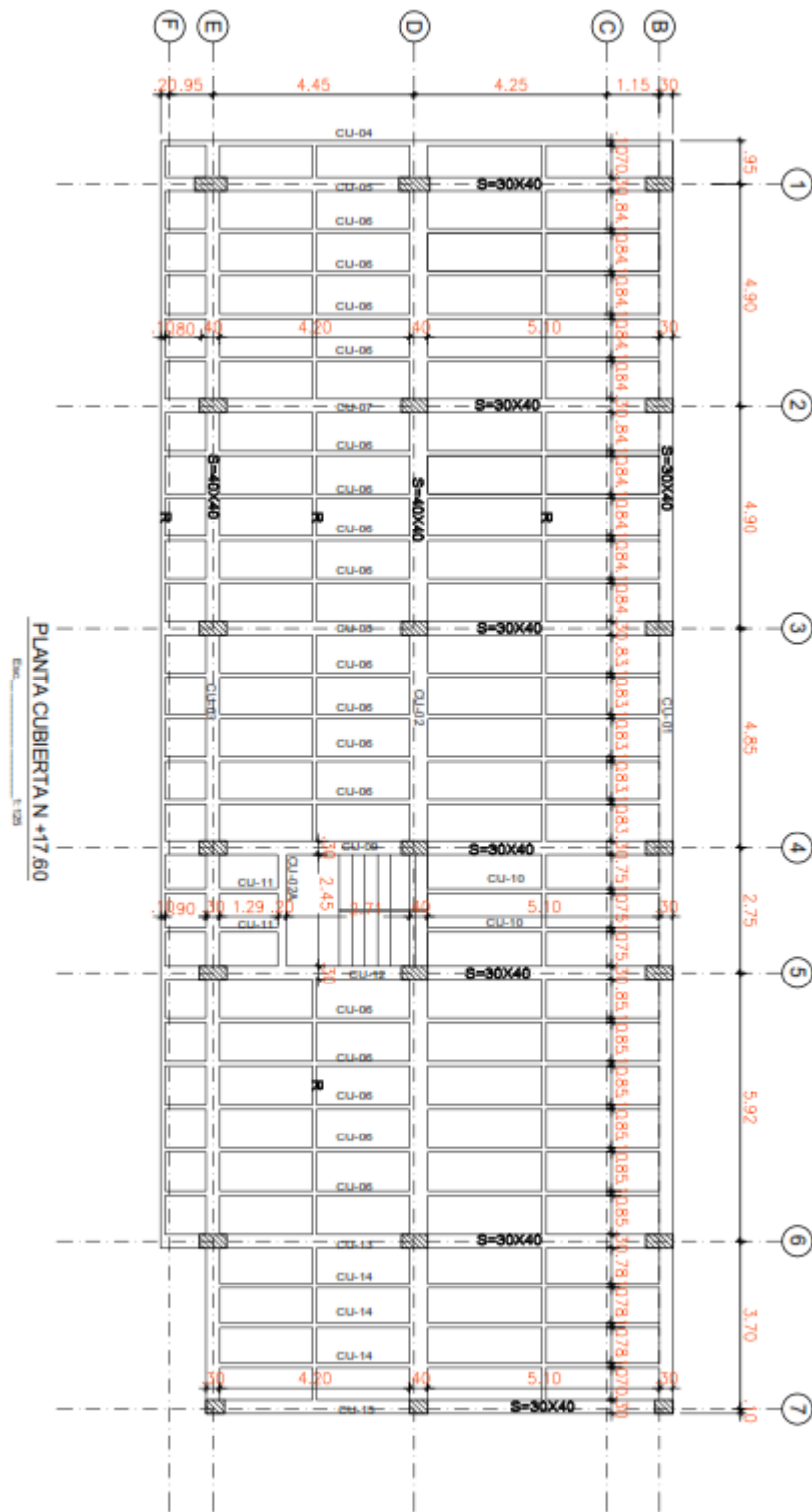


Figura 23. Planta cubierta N+17.60.



4.2 Modelación Estructural Con ETABS

Programas tales como ETABS incluyen una serie cada vez mayor de perfeccionamientos técnicos para el cálculo de estructuras, muchos de los cuales se consideran ya estándar. Con el fin de determinar estos parámetros es necesario por tanto generar una primera estructura de la forma más automática posible.

En ETABS, el primer paso que debe darse es definir las unidades con las que se desee trabajar. El software trabaja con cuatro unidades básicas; fuerza, longitud, temperatura, y tiempo. En la parte inferior derecha de la pantalla principal del programa se encuentra un desplegable en el que se encuentra diferentes conjuntos compatibles de fuerza, longitud y temperatura.



Como las tablas dinámicas en las que se hará el análisis del modelo están en función de kilonewton y metros estas serán las unidades que se escogerán para realizar el modelo.

Para iniciar con un nuevo proyecto presione el icono para generar nuevos modelos:



Choose.edb, busca en el equipo modelos generados anteriormente.

Default.edb, grillas que trae por defecto el programa.

No, se puede generar una nueva grilla acorde a los ejes que se necesiten.

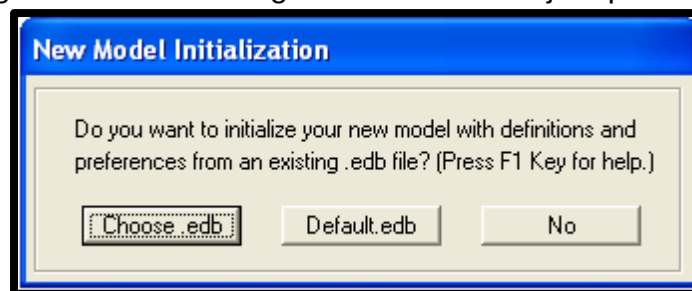


Figura 24. Inicio de nuevo modelo.

Después de seleccionar No, aparece la siguiente ventana:

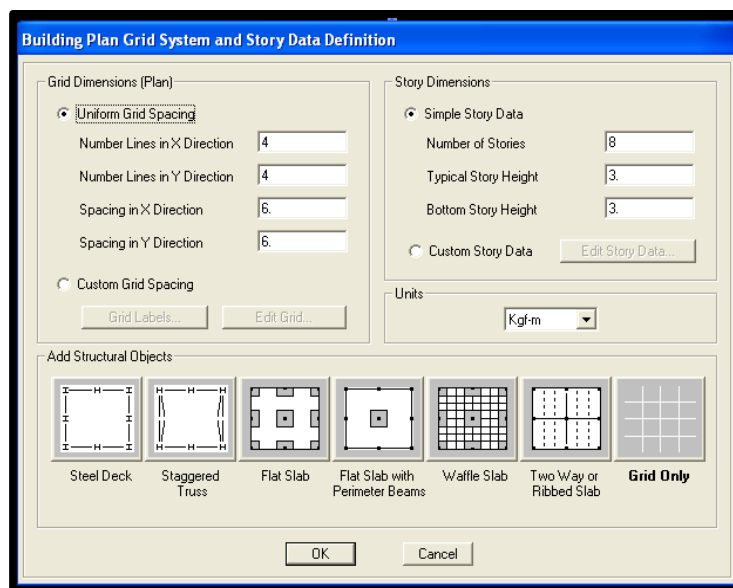


Figura 25. Definición de la rejilla y los datos de altura.

En este menú definimos la geometría de nuestra nueva estructura. Número de pisos, altura de piso tipo, número de ejes en el sentido “y” y número de ejes en el sentido “x”.

Para modificar la configuración de los ejes, seleccionamos “**custom grid spacing**”, podemos cambiar la nomenclatura si las abscisas son números y las ordenadas letras o lo contrario, y si la nomenclatura crece de izquierda a derecha o de arriba hacia abajo o lo inverso.

En la casilla “**uniform grid spacing**” indicamos el número de ejes en “x” y en “y”. Después se edita la malla de ejes por espacios entre ellos, generalmente según la planta arquitectónica o configuración estructural que más se acomode al tipo de estructura que voy a crear.

En el menú “**edit**” puedo modificar la malla o crear nuevas mallas o picando el fondo de la pantalla de trabajo con el botón derecho también me aparece el menú para editar la malla.

Si tenemos diferentes alturas de piso indicamos el número de niveles y luego seleccionamos “**Custom Story Data**”, se activa el botón “**Edit Story Data**” y aparece la siguiente ventana:

Figura 27. Definir grilla.

Etabs ofrece una función práctica, “**Glue to Grid Lines**” esta permite que cada elemento frame que se dibuje superpuesto a los ejes este pegado a él, lo que quiere decir que en la eventualidad que uno de los ejes deba moverse todos los elementos se moverán de igual forma. Se recomienda activarlo.

Una vez definidos los ejes en planta se debe proceder a determinar la altura de cada piso. Como el proyecto cuenta con un sótano el valor de elevación de la base será el nivel arquitectónico N-2.85. Esto con el fin de hacer coincidir los ejes arquitectónicos con los del modelo. Otro aspecto importante a tener en cuenta es que la altura de cada piso debe ser la sumatoria de la altura libre más la altura de la placa.

	Label	Height	Elevation	Master Story	Similar To	Splice Point	Splice Height
8	CUBIERTA	2.85	17.6	No	NONE	No	0.
7	PISO 6	2.85	14.75	No	PISO 3	No	0.
6	PISO 5	2.85	11.9	No	PISO 3	No	0.
5	PISO 4	2.85	9.05	No	PISO 3	No	0.
4	PISO 3	2.85	6.2	Yes		No	0.
3	PISO 2	3.35	3.35	No	NONE	No	0.
2	PISO 1	2.85	453525910038	No	NONE	No	0.
1	BASE		-2.85				

Reset Selected Rows

Height: 3 Reset

Master Story: No Reset

Similar To: NONE Reset

Splice Point: No Reset

Splice Height: 0 Reset

Units

Change Units: Kgf/m

OK Cancel

Figura 28. Datos de altura.

En esta ventana también podemos definir los pisos tipo en la columna “Similar to”.

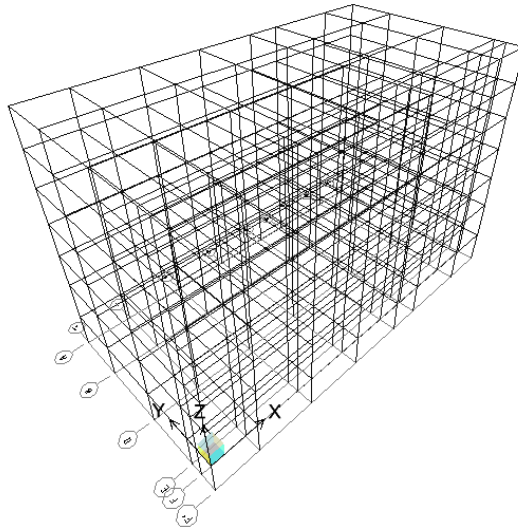


Figura 29. Modelo alámbrico.

4.3 DEFINIR MATERIAL

Posterior a tener definido la grilla, se debe definir el material con el cual se van a diseñar los diferentes elemento de la estructura, la norma sismo resistente colombiana en su título c, exige requisitos de resistencia y funcionamiento, como por ejemplo que las columnas se diseñaran con un concreto no menor de 28 MPa o 4000 psi, mientras que las vigas con concreto de 21 MPa o 3000 psi.

Para definir un material se debe ir a **Define  Material Properties**. Aparecerá la siguiente ventana.

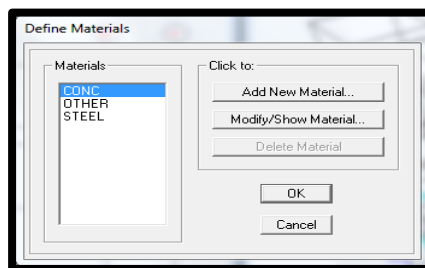


Figura 30. Definir Material.

En esta ventana podemos elegir entre modificar alguno de los materiales que existen o crear uno nuevo. Se seleccionará CONC y se modificará el material.

Etabs solicita en esta ventana los valores de, masa por unidad de volumen, peso por unidad de volumen, el módulo de elasticidad, el coeficiente de expansión térmica y el módulo de cortante.

Figura 31. Propiedades de material.

En cuanto al módulo de elasticidad del concreto la norma colombiana en **C.8.5.1** lo define como

$$E = 4700 \sqrt{f'c} \quad (1)$$

Dicho esto, los datos que se ingresarán al programa para concreto de 21MPa serán:

Masa por unidad de volumen = 2.4kN/m³

Peso por unidad de volumen = 24kN/m³

Módulo de elasticidad = 21538106kN/m²

Resistencia del concreto a la compresión f'c = 21000kN/m²

Bending reinf.yield stress (fy), Refuerzo a flexión, esfuerzo de fluencia= 420000kN/m²

Shear reinf. Yield stress (fys): Refuerzo a cortante, esfuerzo de fluencia = 420000kN/m²

Este material llevará el nombre de CONC210.

The image shows a 'Material Property Data' dialog box. It contains several sections for defining material properties:

- Material Name:** CONC210
- Display Color:** A yellow color swatch.
- Type of Material:** Radio buttons for 'Isotropic' (selected) and 'Orthotropic'.
- Type of Design:** A dropdown menu showing 'Concrete'.
- Analysis Property Data:**
 - Mass per unit Volume: 2.4
 - Weight per unit Volume: 24.
 - Modulus of Elasticity: 21538106.
 - Poisson's Ratio: 0.2
 - Coeff of Thermal Expansion: 9.900E-06
 - Shear Modulus: 8974210.8
- Design Property Data (ACI 318-08/IBC 2009):**
 - Specified Conc Comp Strength, f'c: 21000.
 - Bending Reinf. Yield Stress, fy: 420000.
 - Shear Reinf. Yield Stress, fys: 420000.
 - ☐ Lightweight Concrete
 - Shear Strength Reduc. Factor: (empty field)

At the bottom are 'OK' and 'Cancel' buttons.

Figura 32. Definir material.

Se hace el mismo procedimiento con el concreto de 28 MPa, cambiando el valor de módulo de elasticidad y el f'_c del concreto. Se llamará CONC280.

Módulo de elasticidad = 24870062 kN/m^2

Resistencia del concreto a la compresión $f'_c = 2800 \text{ kN/m}^2$

Una vez definido los materiales de los elementos frame, se debe definir un material para los elementos área, esto porque en los datos de salida del programa este discrimina los materiales utilizados en cada uno de los elementos.

Este material se llamará CONCPAC. Este material también será de 21 MPa.

4.4 DEFINIR SECCIONES VIGAS

Para definir secciones se debe ir al menú **Define→Frame sections**. Etabs por defecto tiene una serie de secciones se recomienda eliminarlas y solo dejar las secciones que se creen.

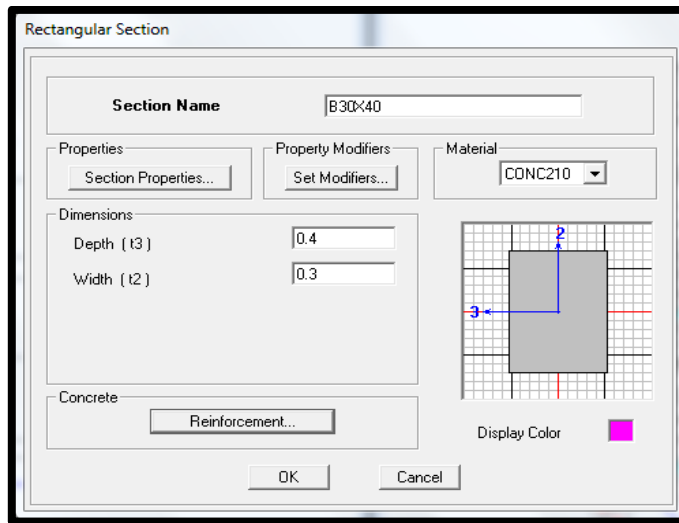
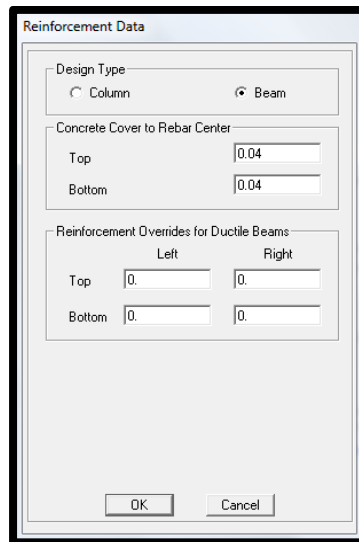


Figura 33. Definir secciones rectangulares.

Para crear una sección se debe ir al segundo desplegable y se elige “**add rectangular**” si la sección es rectangular, cuando se elige esta opción aparece la siguiente ventana.

En esta ventana se asigna un nombre a la sección, posterior a eso se elige en el desplegable el material con el cual se va a diseñar el elemento, se establecen las dimensiones del elemento.

En la parte inferior “**Reinforcement**” se desplegará la siguiente ventana, en la cual se puede definir si ese elemento en particular se va a comportar como viga o columna. También los recubrimientos, la norma establece que los recubrimientos mínimos para elementos sísmicos son: para vigas principales no menores a 4 cm y 5 cm para columnas.



The 'Reinforcement Data' dialog box is used to define reinforcement parameters. It includes a 'Design Type' section with radio buttons for 'Column' and 'Beam', where 'Beam' is selected. The 'Concrete Cover to Rebar Center' section has input fields for 'Top' and 'Bottom', both set to 0.04. The 'Reinforcement Overrides for Ductile Beams' section has a table for 'Left' and 'Right' side overrides for 'Top' and 'Bottom' reinforcement, with all values set to 0. The dialog has 'OK' and 'Cancel' buttons at the bottom.

Design Type	
☐ Column	☒ Beam

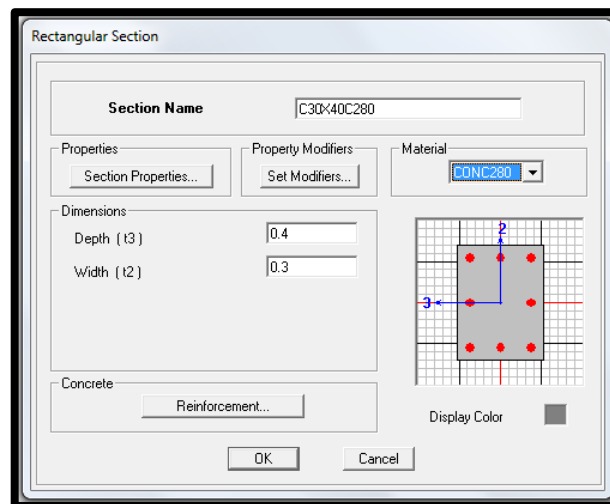
Concrete Cover to Rebar Center	
Top	0.04
Bottom	0.04

Reinforcement Overrides for Ductile Beams			
	Left	Right	
Top	0.	0.	
Bottom	0.	0.	

Figura 34. Información del Refuerzo.

Este procedimiento se repite con cada una de las secciones que se utilizarán en el proyecto. En esta ventana también se puede definir el área de refuerzo que el elemento necesita. Esto se hace insertando en los vanos que están en la parte inferior del cuadro de diálogo el área de acero que necesita el elemento.

COLUMNAS



The 'Rectangular Section' dialog box is used to define the properties of a rectangular section. It includes a 'Section Name' field set to 'C30x40C280'. The 'Properties' section has a 'Section Properties...' button. The 'Property Modifiers' section has a 'Set Modifiers...' button. The 'Material' section has a dropdown menu set to 'CONC280'. The 'Dimensions' section has input fields for 'Depth (t3)' set to 0.4 and 'Width (t2)' set to 0.3. The 'Concrete' section has a 'Reinforcement...' button. A grid diagram on the right shows the reinforcement layout with red dots at the corners and midpoints of the sides, labeled with numbers 1, 2, and 3. The 'Display Color' section has a color selection button. The dialog has 'OK' and 'Cancel' buttons at the bottom.

Rectangular Section	
Section Name: C30x40C280	
Properties: Section Properties...	Property Modifiers: Set Modifiers...
Material: CONC280	
Dimensions: Depth (t3): 0.4, Width (t2): 0.3	
Concrete: Reinforcement...	
Grid Diagram: Reinforcement layout with red dots and labels 1, 2, 3	
Display Color: [Color Selection]	
OK, Cancel	

Figura 35. Definir secciones rectangulares.

Para definir columnas es el mismo procedimiento anterior, cambiando únicamente el tipo de diseño como se muestra en la siguiente figura:

Reinforcement Data

Design Type:
☒ Column ☐ Beam

Configuration of Reinforcement:
☒ Rectangular ☐ Circular

Lateral Reinforcement:
☒ Ties ☐ Spiral

Rectangular Reinforcement:
 Cover to Rebar Center: 0.0457
 Number of Bars in 3-dir: 3
 Number of Bars in 2-dir: 3
 Bar Size: #9
 Corner Bar Size: #9

Check/Design:
☐ Reinforcement to be Checked
☒ Reinforcement to be Designed

OK Cancel

Figura 36. Información del Refuerzo.

Se elige tipo de diseño columna, la configuración del refuerzo depende de la geometría propia del elemento en este caso rectangular, se puede elegir entre flejes en espiral o sencillos, tal y como pasa con las vigas en las columnas también se puede asignar el refuerzo longitudinal, esto se hace estableciendo el recubrimiento del refuerzo, el número de barras en las dos direcciones y el número de la barra. Este refuerzo puede ser para diseñar el elemento o solo para chequearlo.

4.5 DEFINIR CARGAS

Se debe definir las cargas que se tendrán en cuenta, en las combinaciones de diseños, estas cargas serán como define la norma, carga muerta y carga viva. Además de definir una carga para asignar la masa de cada uno de los elementos de la estructura.

Para definir las cargas: **Define Static Load Cases**

Define Static Load Case Names

Load	Type	Self Weight Multiplier	Auto Lateral Load
DEAD	DEAD	1	
DEAD	DEAD	1	
LIVE	LIVE	0	
DEADMASS	DEAD	0	

Click To:
 Add New Load
 Modify Load
 Modify Lateral Load...
 Delete Load

OK Cancel

Figura 37. Definición de casos de carga.

Se debe asignar el peso propio a la carga muerta, esto se hace asignándole 1 en la columna “**Self Weight Multiplier**”.

Después de haber creado los casos de carga se debe definir la masa, para realizar lo anterior se debe ir a: **Define Mass Source**. Se debe definir la masa para que el programa pueda calcular el peso propio de los elementos.

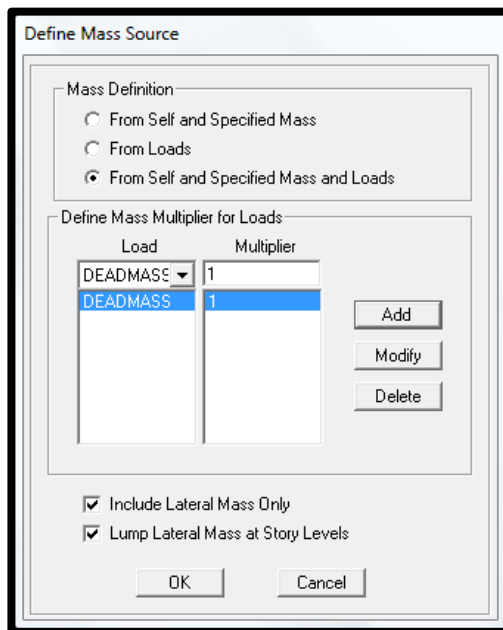


Figura 38. Definición de masa.

En esta ventana se debe escoger “From Self and Specified Mass and Loads” se elige esta opción debido a que el programa calculará la masa con base al peso propio de los elementos y las cargas, después de eso, en el desplegable se debe escoger la carga que se define para la masa. Las dos últimas opciones hacen referencia a incluir la masa lateral de los miembros de la estructura y sus puntos.

4.6 DEFINIR ESPECTRO DE RESPUESTA SÍSMICO

De acuerdo a lo dispuesto en el reglamento colombiano de construcción sismo resistente en **A.2.6**.

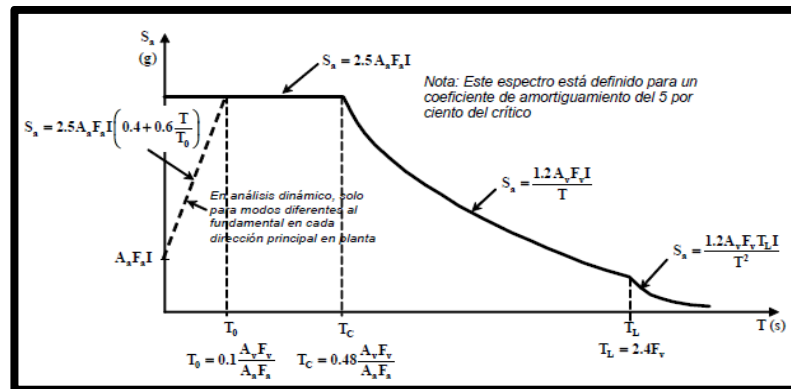


Figura 39. Definición del espectro elástico de aceleraciones de diseño como fracción de g.

Reglamento colombiano de construcción sismo resistente (NSR-10).

En ETABS se puede definir de diferentes maneras el espectro sísmico de diseño, el programa ya tiene algunos espectros definidos, otra es definirlo manualmente y por último es crear un archivo .txt e importarlo.

Parámetros para el análisis sísmico del edificio 102

Debido a que el proyecto se desarrollará en la ciudad de Bogotá, se debe adoptar la microzonificación sísmica de la ciudad según decreto 523 de 16 de diciembre de 2010.

ZONA	F_A	F_V	T_C	T_L	A_g
CERROS	1.35	1.3	0.62	3	0.18
PIEDEMONTE A	1.65	2	0.78	3	0.22
PIEDEMONTE B	1.95	1.7	0.56	3	0.26
PIEDEMONTE C	1.8	1.7	0.6	3	0.24
LACUSTRE – 50	1.4	2.9	1.33	4	0.21
LACUSTRE – 100	1.3	3.2	1.58	4	0.2
LACUSTRE – 200	1.2	3.5	1.87	4	0.18
LACUSTRE – 300	1.05	2.9	1.77	5	0.16
LACUSTRE – 500	0.95	2.7	1.82	5	0.14
LACUSTRE ALUVIAL – 200	1.1	2.8	1.63	4	0.17
LACUSTRE ALUVIAL – 300	1	2.5	1.6	5	0.15
ALUVIAL – 50	1.35	1.8	0.85	3.5	0.2
ALUVIAL – 100	1.2	2.1	1.12	3.5	0.18
ALUVIAL – 200	1.05	2.1	1.28	3.5	0.16
ALUVIAL – 300	0.95	2.1	1.41	3.5	0.14
DEPOSITO LADERA	1.65	1.7	0.66	3	0.22

TABLA 1. Coeficientes de Diseño

Microzonificación sísmica de la ciudad de Bogotá, decreto 523.

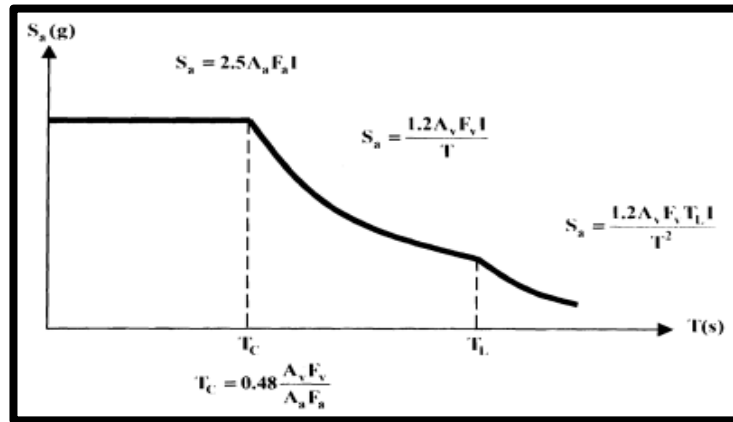


FIGURA 40. Curva de Diseño

Reglamento colombiano de construcción sismo resistente (NSR-10).

Parámetros:

A_a = Aceleración horizontal pico efectiva de diseño.

A_v = Aceleración que representa la velocidad horizontal efectiva de diseño.

A_0 = Aceleración horizontal pico efectiva del terreno en superficie.

F_a = Coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de períodos cortos, definido en **A.2.4.5.5**.

F_v= Coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de períodos intermedios, definido en **A.2.4.5.6**.

I = Coeficiente de importancia.

S_a= Aceleración espectral.

T = Periodo de vibración.

T_c = Periodo corto.

T_L= Periodo largo.

Dicho lo anterior los parámetros particulares del proyecto son:

Zona: Lacustre 200

A_a = 0.15

A_v= 0.20

F_a= 1.20 (dato extraído de la Tabla 1. Coeficientes de Diseño)

F_v= 3.50 (dato extraído de la Tabla 1. Coeficientes de Diseño)

T_c = 1.87

T_L =4.00

I= 1.00

Con estos parámetros se construirá el espectro sísmico de diseño, para este fin utilizaremos una tabla en Excel, en la cual se dispondrán los parámetros sísmicos. Para realizarlo se deben ver las ecuaciones definidas en la figura 40.

$$S_a = 2.5 A_a F_a I = 2.5 * 0.15 * 3.50 * 1.00 = 0.45 \text{ (2)}$$

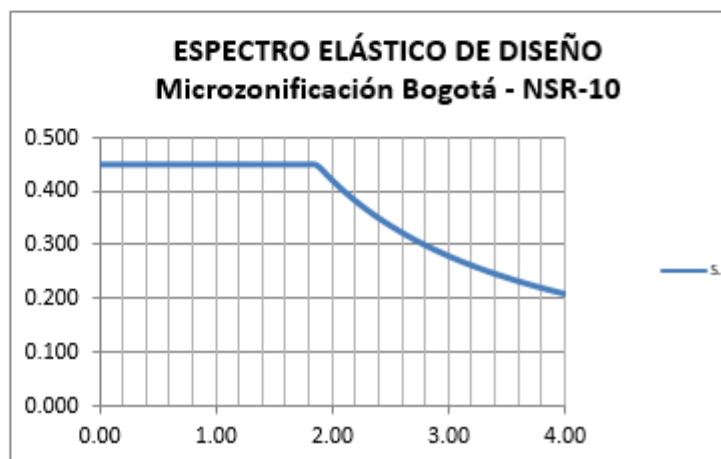
$$S_a = \frac{1.2 A_v F_v I}{T} = \frac{1.2 * 0.20 * 3.50 * 1.00}{1.90} = 0.442 \text{ (3)}$$

$$S_a = \frac{1.2 A_v F_v T_L I}{T^2} = \frac{1.2 * 0.20 * 3.50 * 4.00 * 1.00}{4.05^2} = 0.205 \text{ (4)}$$

Datos para la construcción del espectro

T (seg)	Sa (g)		
0,00	0,450	2,30	0,365
0,05	0,450	2,35	0,357
0,10	0,450	2,40	0,350
0,15	0,450	2,45	0,343
0,20	0,450	2,50	0,336
0,25	0,450	2,55	0,329
0,30	0,450	2,60	0,323
0,35	0,450	2,65	0,317
0,40	0,450	2,70	0,311
0,45	0,450	2,75	0,305
0,50	0,450	2,80	0,300
0,55	0,450	2,85	0,295
0,60	0,450	2,90	0,290
0,65	0,450	2,95	0,285
0,70	0,450	3,00	0,280
0,75	0,450	3,05	0,275
0,80	0,450	3,10	0,271
0,85	0,450	3,15	0,267
0,90	0,450	3,20	0,263
0,95	0,450	3,25	0,258
1,00	0,450	3,30	0,255
1,05	0,450	3,35	0,251
1,10	0,450	3,40	0,247
1,15	0,450	3,45	0,243
1,20	0,450	3,50	0,240
1,25	0,450	3,55	0,237
1,30	0,450	3,60	0,233
1,35	0,450	3,65	0,230
1,40	0,450	3,70	0,227
1,45	0,450	3,75	0,224
1,50	0,450	3,80	0,221
1,55	0,450	3,85	0,218
1,60	0,450	3,90	0,215
1,65	0,450	3,95	0,213
1,70	0,450	4,00	0,210
1,75	0,450		
1,80	0,450		
1,85	0,450		
1,90	0,442		
1,95	0,431		
2,00	0,420		
2,05	0,410		
2,10	0,400		
2,15	0,391		
2,20	0,382		
2,25	0,373		

Figura 41. Espectro sísmico de diseño.



La gráfica se construye a partir de los parámetros sísmicos antes descritos, estos datos son los que se deben guardar en un archivo .txt, para importar los datos al Etabs, se debe ir a **Define Response Spectrum Functions**.

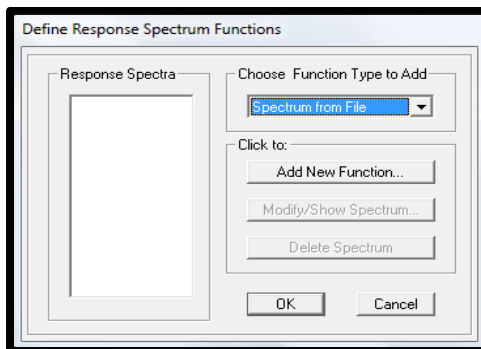


Figura 42. Definir funciones del espectro.

En esta ventana se debe elegir en el desplegable de la parte superior derecha “Spectrum From File”. El archivo de los datos del espectro sísmico de diseño se debe guardar en el lugar donde esté el archivo del modelo. En este caso el archivo del espectro se llamará 10LAC200.

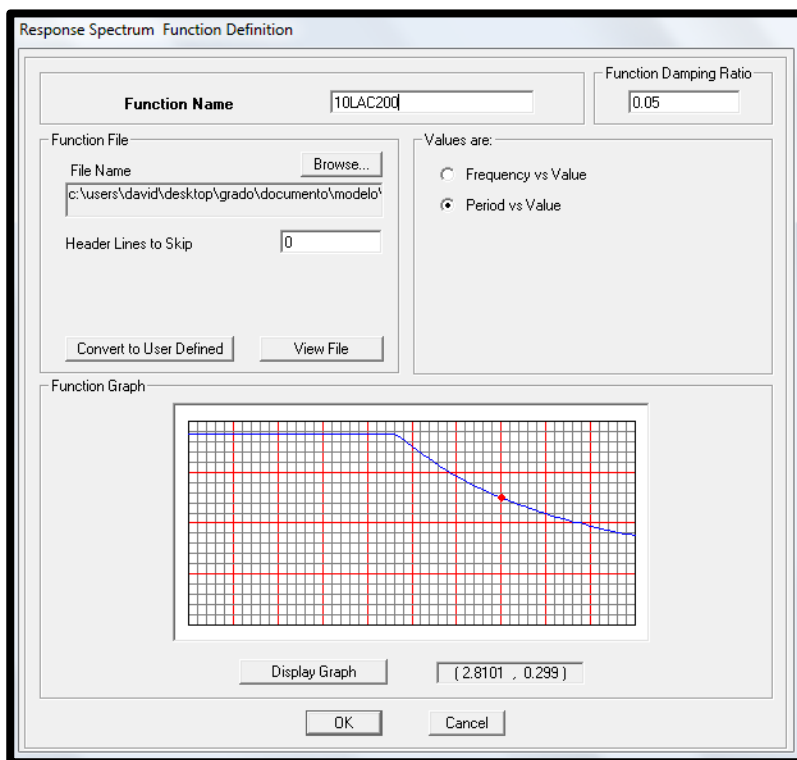


Figura 43. Definir espectro.

En esta ventana se debe ir al botón **“Browse”**, se debe buscar el archivo, una vez se encuentre, se activa la función **“Period vs value”**, se selecciona la opción en **“DisplayGraph”** y se cargó en el modelo el espectro sísmico de diseño. Si se selecciona la opción en **“Convert to user defined”** el programa exporta los datos del archivo de texto al archivo en ETABS.

4.7 DEFINIR FUERZAS SÍSMICAS

Para crear estas fuerzas es necesario dirigirse a **Define ⑦ Response Spectrum Cases**.

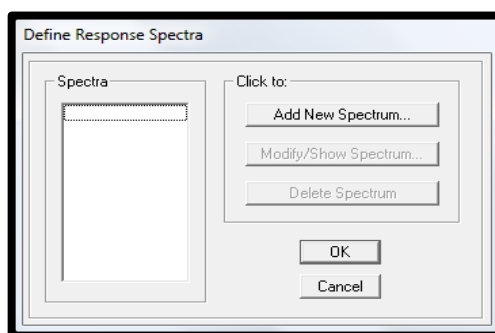


Figura 44. Definir respuesta espectral.

En esta ventana se selecciona la opción “add new spectrum”

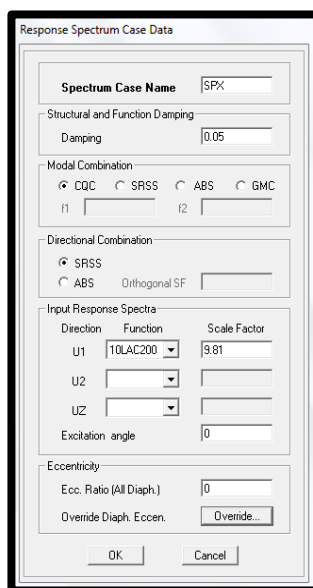


Figura 45. Definir casos de respuesta espectral.

En el cuadro de dialogo se puede elegir entre diferentes combinaciones modales (métodos), en un análisis dinámico como el que se sugiere para esta estructura con tres grados de libertad, se hallan las respuestas modales en cada dirección del sismo y para cada modo de vibración y luego se combinan para generar las sollicitaciones sísmicas, por eso el método más adecuado es el método de la combinación cuadrática completa (**CQC**).

SRSS: raíz cuadrada de la suma de los cuadrados, esta combinación modal no cuenta con amortiguamiento modal.

ABS: función absoluta, la suma de los valores absolutos de los resultados modales.

GMS: función general, este método tiene en cuenta la amortiguación modal, pero asume una correlación entre los datos de frecuencias altas.

En esta ventana se pondrá el nombre de la carga sísmica (SPX), las demás opciones se dejan tal y como están, menos en el desplegable de dirección **U1**, en ese lugar se debe buscar el nombre del archivo del espectro sísmico de diseño, y en la siguiente columna de factor de escala poner el valor de la gravedad. Después de definir todo lo anterior ok.

Este procedimiento se debe realizar tanto para x como para y, con la diferencia que en el sentido “y” se debe buscar el espectro sísmico de diseño en la dirección **U2** y asignar un factor de escala igual a la gravedad (SPY).

4.8 DEFINIR COMBINACIONES DE CARGA

Las combinaciones de carga están descritas en el título **B.2.4.2**, y especifica que el diseño de las estructuras, sus componentes y cimentaciones debe hacerse de tal forma que sus resistencias de diseño igualen o excedan los efectos producidos por las cargas de las combinaciones.

Para un análisis completo de los elementos constitutivos de la estructura y que las combinaciones de carga estén en función de la fuerza horizontal equivalente serán:

Para el chequeo de la deriva

- 1) 1.4 C.M
- 2) 1.2 C.M + 1.6 C.V
- 3) 1.2 C.M + 1.0 C.V + SPX

4) $1.2 \text{ C.M} + 1.0 \text{ C.V} + \text{SPY}$

5) $0.9 \text{ C.M} + \text{SPX}$

6) $0.9 \text{ C.M} + \text{SPY}$

Para el diseño de columnas y vigas a flexión

D1) 1.4 C.M

D2) $1.2 \text{ C.M} + 1.6 \text{ C.V}$

D3) $1.2 \text{ C.M} + 1.0 \text{ C.V} + 1.0 \text{ SPX} + 0.3 \text{ SPY}$

D4) $1.2 \text{ C.M} + 1.0 \text{ C.V} + 0.3 \text{ SPX} + 1.0 \text{ SPY}$

D5) $0.9 \text{ C.M} + 1.0 \text{ SPX} + 0.3 \text{ SPY}$

D6) $0.9 \text{ C.M} + 0.3 \text{ SPX} + 1.0 \text{ SPY}$

Para el diseño de columnas a cortante

DC1) 1.4 C.M

DC2) $1.2 \text{ C.M} + 1.6 \text{ C.V}$

DC3) $1.2 \text{ C.M} + 1.0 \text{ C.V} + 1.0 \Omega \text{SPX} + 0.3 \Omega \text{SPY}$

DC4) $1.2 \text{ C.M} + 1.0 \text{ C.V} + 0.3 \Omega \text{SPX} + 1.0 \Omega \text{SPY}$

DC5) $0.9 \text{ C.M} + 1.0 \Omega \text{SPX} + 0.3 \Omega \text{SPY}$

DC6) $0.9 \text{ C.M} + 0.3 \Omega \text{SPX} + 1.0 \Omega \text{SPY}$

Para el diseño de vigas a cortante

DC1) 1.4 C.M

DC2) $1.2 \text{ C.M} + 1.6 \text{ C.V}$

DC3) $1.2 \text{ C.M} + 1.0 \text{ C.V} + 2.0 \text{ SPX} + 0.6 \text{ SPY}$

DC4) $1.2 \text{ C.M} + 1.0 \text{ C.V} + 0.6 \text{ SPX} + 2.0 \text{ SPY}$

DC5) $0.9 \text{ C.M} + 2.0 \text{ SPX} + 0.6 \text{ SPY}$

DC6) $0.9 \text{ C.M} + 0.6 \text{ SPX} + 2.0 \text{ SPY}$

Ω = es el coeficiente de sobre Resistencia, descrito en **A.3.3.9**.

Para ingresar los casos de carga se debe dirigir a **Define 7 Load Combinations** se desplegará la siguiente ventana.

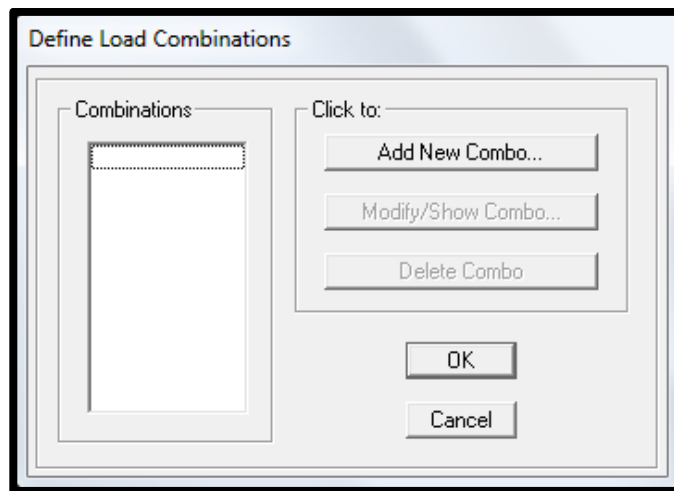


Figura 46. Definir combinaciones de carga.

Para definir un combo, se elige “Add new combo”, y se observará la siguiente ventana

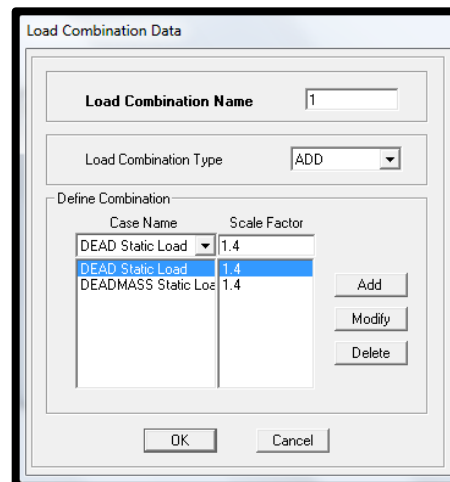


Figura 47. Combinaciones de carga.

En este punto se debe asignar un nombre, en este caso a los combos lo llamaremos como están descritos anteriormente, en el desplegable “load combination type” se debe escoger ADD (añadir), y paso seguido es definir la combinación, es decir la primera combinación de diseño es 1.4 veces la carga muerta, en el primer desplegable se escoge “DEAD Static Load” y en la columna siguiente el 1.4, y clic en “add” después se busca la carga creada para asignar la masa “DEADMASS Static Load” esta carga se debe asignar en cada uno de los combos con un coeficiente igual al de la carga muerta, y ok y ya se creó la

combinación. Este procedimiento se debe repetir para cada una de las combinaciones.

4.9 ANÁLISIS

Etabs tiene por defecto dos formas de análisis estructural, una de ellas es un análisis dinámico de la estructura cuando esta se ve perturbada por una carga sísmica.

La otra forma en la que analiza es con el efecto **P-Delta**, este efecto es un análisis no lineal que toma en cuenta la deformación inicial de los elementos constitutivos de la estructura, al ser sometidos a unas cargas. Estas cargas generan en los elementos deformaciones, al estar la estructura deformada solicitada a las cargas originales genera excentricidades y por consiguiente momentos adicionales.

En consecuencia, a lo anterior descrito el estudio que se hará a la estructura tendrá la consideración de los dos tipos de análisis, tanto el análisis dinámico de la estructura como el efecto P-delta según lo establece **A.6.2.3**.

Para activar los dos tipos de análisis se debe ir a **Analyze** ➤ **Set Analysis options**.

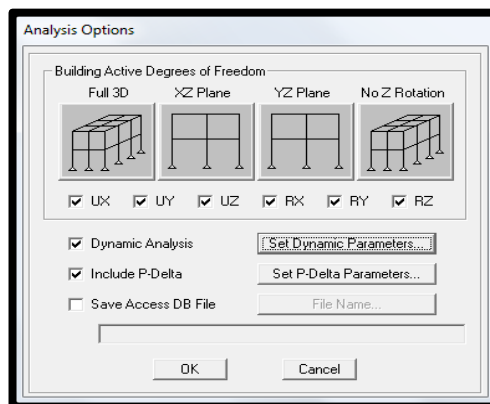


Figura 48. Opciones de análisis.

En esta ventana se pueden activar tanto el análisis dinámico como el efecto P-delta. Como también se pueden activar los grados de libertad de la estructura, para este caso se activarán todos los grados de libertad.

Para el análisis dinámico se recomienda que el número de modos de vibración sea el triple al número de pisos de la estructura en este caso 7 niveles, 21 modos. Esto para dar cumplimiento en lo descrito en **A.5.4.2** que exige que se incluya por lo menos el 90% de la masa participante de la estructura.

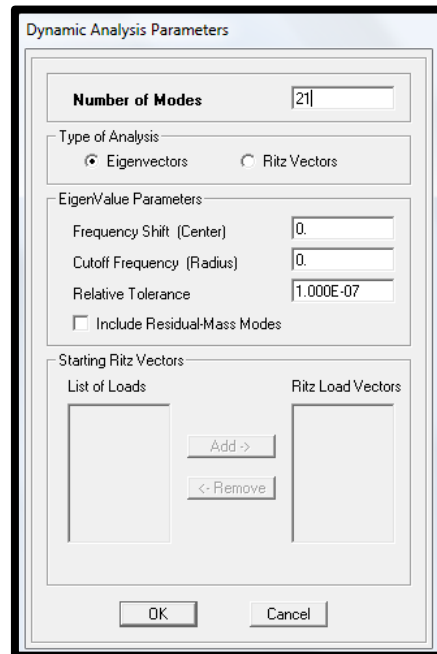


Figura 49. Parámetros del análisis dinámico.

Una vez definido los modos del análisis dinámico, se debe definir los parámetros del efecto P-Delta.

Vectores Eigen: de forma amortiguada determina los modos para los modos de vibración y calcula la frecuencia del sistema.

Vectores Ritz: busca encontrar modos que son solicitados a una carga particular.

Sin embargo, CSI comprobó la veracidad de los dos métodos el usuario debe elegir entre cualquiera de las técnicas.

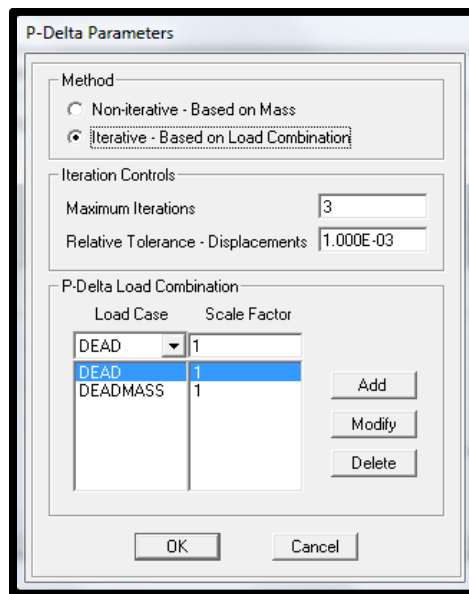


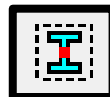
Figura 50. Parámetros efecto P-delta.

En esta ventana debemos activar el método iterativo basado en las combinaciones de carga, podremos asignar un máximo de iteraciones se aconsejan 3 iteraciones, y por último se deben buscar los casos de carga que el efecto va a tener en cuenta, en este caso solo se asignaran la carga muerta y el peso propio.

4.10 MODELO ESTRUCTURAL

Al tener ya definido todos los parámetros sísmicos de análisis y diseño de la estructura, el paso siguiente es realizar el dibujo de la unidad estructural propuesta. Para esto hay una serie de consejos la primera de ellas es graficar en primer lugar las columnas, esto porque al localizar las columnas se facilita de gran manera el dibujo de las vigas y viguetas.

Para el dibujo de columnas se sugiere realizar el dibujo en planta, esto se efectúa buscando el siguiente icono (dibujar columnas en planta).



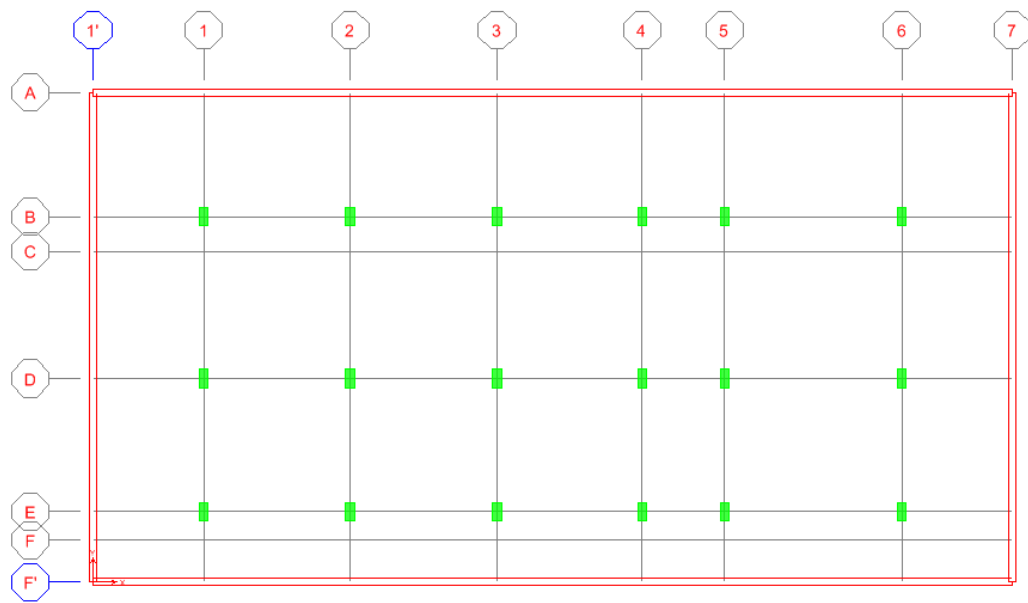


Figura 51. Localización de columnas modelo estructural.

Una vez localizadas las columnas, y como por arquitectura todas las columnas son iguales en todos los pisos, se puede utilizar la herramienta replicar para hacerlo se debe escoger los elementos que se van a replicar e ir a **Edit**  **Replicate**.

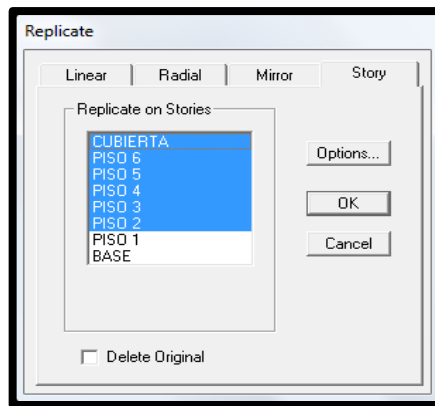


Figura 52. Comando replicar.

En esta ventana se debe ir a “Story” y allí escoger los pisos en los cuales quiere replicar los elementos que se escogieron, en este caso se eligen de piso 2 a cubierta.

Una vez hecho eso se deben asignar las vigas y las viguetas de acuerdo a la configuración estructural propuesta.

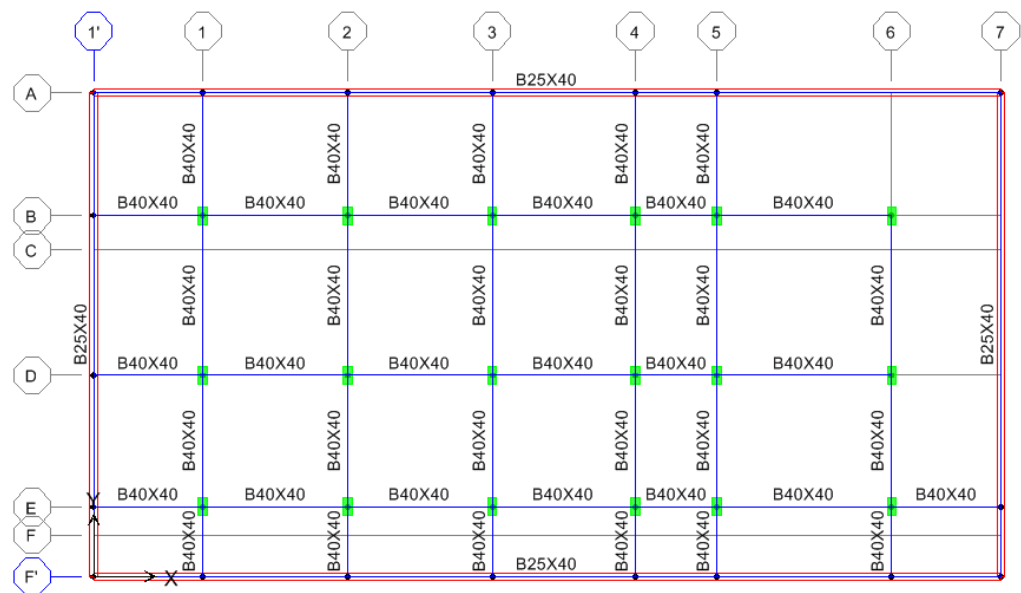


Figura 53. Planta de primer piso modelo estructural.

Al estar definidas las vigas principales se procede a asignar las viguetas estas se pueden hacer fácilmente si se dirigen al siguiente icono.



Después de seleccionar este icono se abrirá una ventana en la cual se puede indicar el número de elemento que se quieren, y en qué sentido, es decir en sentido horizontal o vertical.

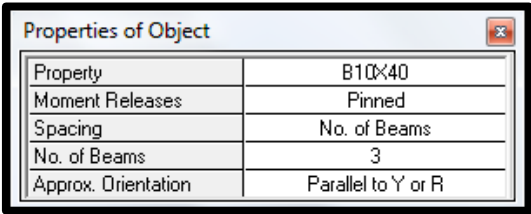


Figura 54. Propiedades de los objetos.

Las viguetas están en sentido “y”, entre los ejes 1’ y 1 existen según la configuración estructural 3 viguetas, posterior a asignar la propiedad de los elementos el número

de ellos y el sentido se selecciona la opción, en el vano en el cual deseamos que estén. Esto se repite para cada uno de los vanos. También se puede elegir si se quiere que el elemento esté amarrado a un elemento o que sea continuo.

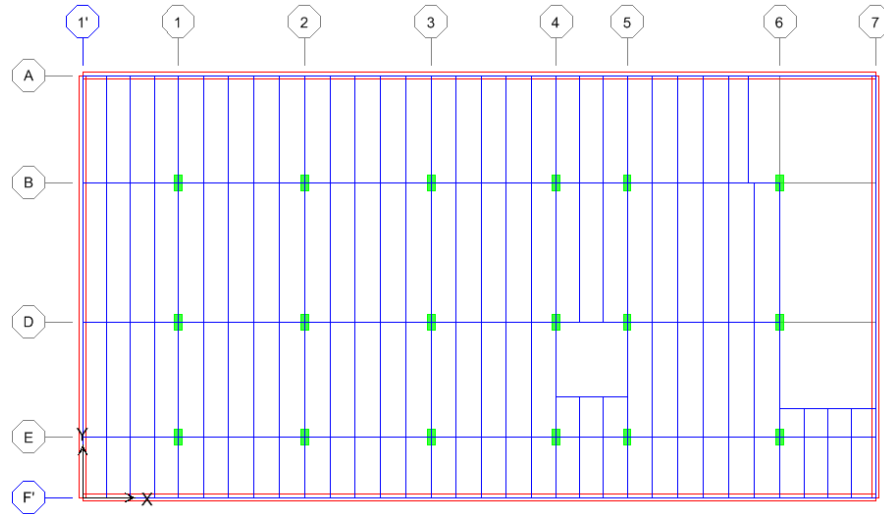


Figura 55. Planta de primer piso modelo estructural.

Así se debería ver la disposición estructural de la planta de primer piso, dado que las escaleras también aportan peso a la estructura, se puede asumir que en su lugar existe placa, una vez terminada esta planta hay que realizar la siguiente.

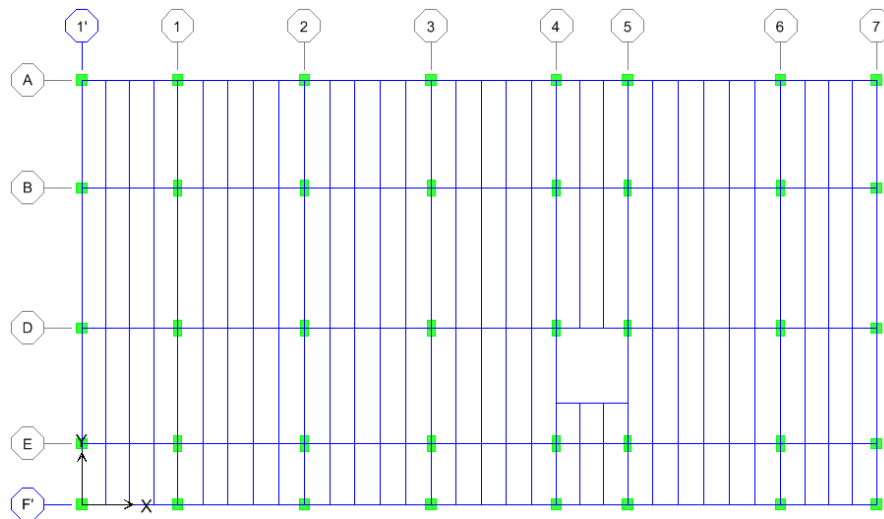


Figura 56. Planta de segundo piso modelo estructural.

Como del piso 3 a la cubierta son exactamente iguales utilizando la herramienta replicar se hace el piso 3 y se replica hasta la cubierta.

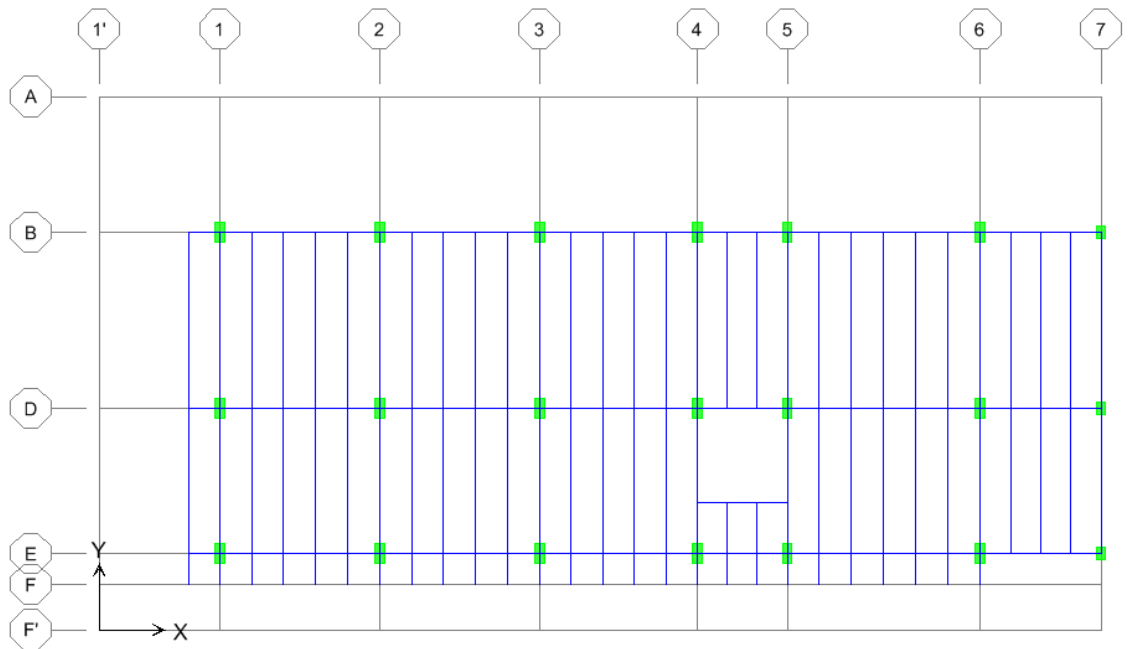


Figura 57. Planta piso tipo modelo estructural.

Al hacer la réplica en todos los pisos, y tener la geometría del proyecto definida, se puede ver en 3D, en **View**  **Create Open View**.

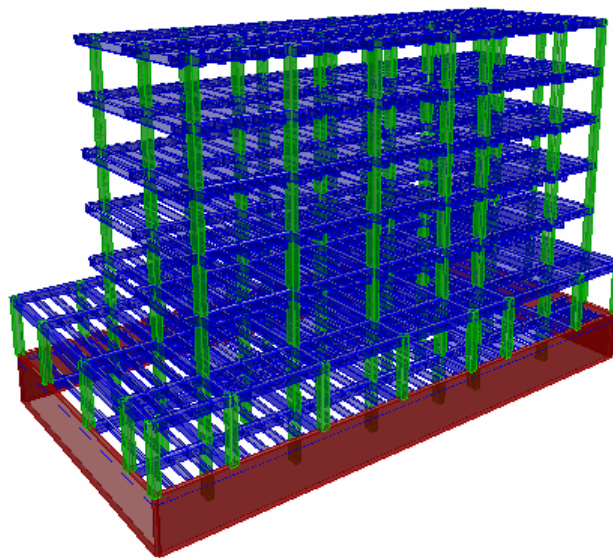


Figura 58. Imagen modelo estructural 3D.

De acuerdo a lo establecido en **C.9.5.2** con respecto a elementos reforzados en una dirección, las alturas o espesores mínimos para vigas no pre esforzadas o losas reforzadas en una dirección que soporten muros divisorios y particiones frágiles susceptibles a dañarse debido a deflexiones grandes.

Tabla 2. Alturas y espesores mínimos.

	Espesor mínimo, h			
	Simplemente apoyados	Con un Extremo continuo	Ambos Extremos continuos	En voladizo
Elementos	Elementos que soporten o estén ligados a divisiones u otro tipo de elementos susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes.			
Losas macizas en una dirección	$\frac{\ell}{14}$	$\frac{\ell}{16}$	$\frac{\ell}{19}$	$\frac{\ell}{7}$
Vigas o losas nervadas en una dirección	$\frac{\ell}{11}$	$\frac{\ell}{12}$	$\frac{\ell}{14}$	$\frac{\ell}{5}$

Para definir la altura de la placa es necesario conocer las longitudes de la luz más grande existente entre vigas principales o sísmicas y la longitud mayor de un voladizo presente en la estructura.

Losa nervada con ambos extremos continuos:

$$\frac{\ell}{14} = \frac{3.92}{14} 0.28m$$

Losa nervada en voladizo:

$$\frac{\ell}{5} = \frac{1.85}{5} = 0.37 m$$

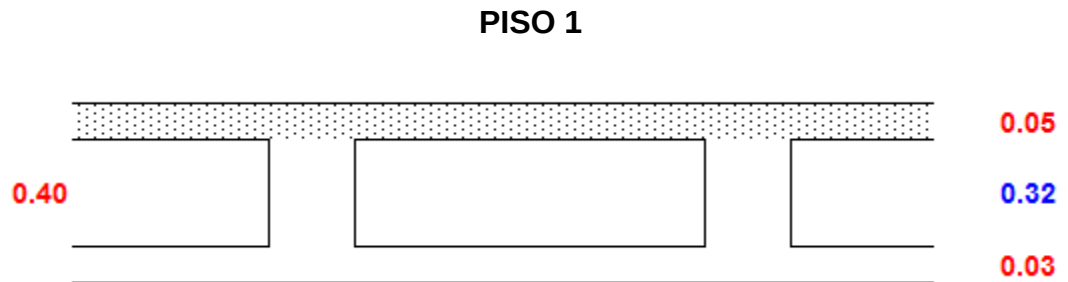
Se debe escoger la altura crítica, 0.37m por facilidad constructiva se adoptará una altura de vigas de 0.40m. La altura típica de una torta superior es de 5cm y de la inferior de 3cm.

Hechas las consideraciones anteriores el paso siguiente es definir las cargas muerta y viva a las cuales va estar solicitada la estructura.

CARGA MUERTA, para signar esta carga lo que se hará es encontrar un espesor equivalente de placa de acuerdo al avalúo de cargas que se haga por cada piso.

Piso 1

4.11 AVALUO DE CARGAS



Espesor torta inferior y superior 0.08m

Placa	0.08	x	24 kN/m³	=	1.92 kN/m²
--------------	-------------	----------	----------------------------	----------	------------------------------

Espesor típico de acabados 0.05m

Acabados	0.05	x	20kN/m³	=	1.00kN/m²
-----------------	-------------	----------	---------------------------	----------	-----------------------------

Muros no estructurales	=	2.50kN/m²
-------------------------------	----------	-----------------------------

Casetones	=	0.30 kN/m²
------------------	----------	------------------------------

C.M	=	5.72 kN/m²
------------	----------	------------------------------

(Carga viva – Garajes)	C.V	=	2.50 kN/m²
-------------------------------	------------	----------	------------------------------

Altura equivalente placa (El peso propio de las vigas las asigna el ETABS directamente)

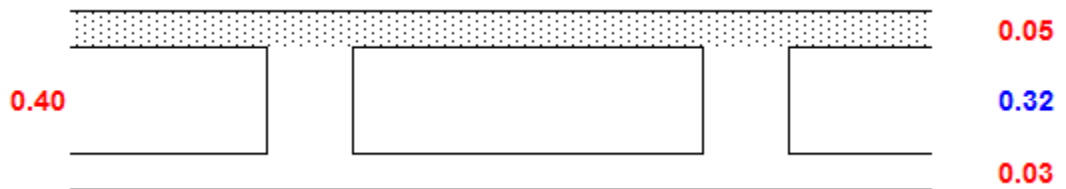
$$\text{Altura equivalente de placa} = \frac{CM}{24 \text{ kN/m}^2} = \frac{5.72}{24} = 0.238 \text{ m}$$

De este avalúo de cargas se debe decir que el valor de carga muerta de muros no estructurales al no hacerse un análisis más detallado de densidades de muros por piso se asigna a este rubro 2.5 kN/m² para mampostería de bloque de arcilla, esto está dispuesto en **B.3.4.2**. En cuanto al peso de los casetones, es un valor típico. Con respecto a los acabados se debe tener en cuenta que estos se enchapan y esto genera un peso adicional a la estructura estos valores se pueden ver en **B.3.4.1**.

Con respecto a la carga viva, se debe tener en cuenta la ocupación o el uso que la estructura va a tener, en este caso como la estructura está destinada hacer residencial y siguiendo lo dispuesto en **B.4.2.1**, la carga viva de garajes será 2.5 kN/m², y la residencial será de 1.8 kN/m².

AVALUO DE CARGAS

PISO 2



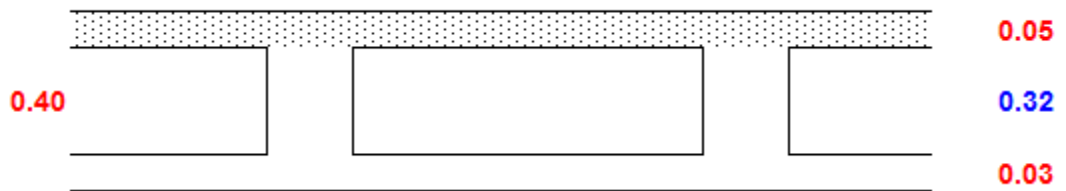
Placa	0.08	x	24 kN/m ³	=	1.92 kN/m ²
Acabados	0.05	x	20 kN/m ³	=	1.00 kN/m ²
Muros no estructurales				=	2.50 kN/m ²
Casetones				=	0.30 kN/m ²
				C.M =	5.72 kN/m ²
			(Carga viva – residencial)	C.V =	1.80 kN/m ²

Altura equivalente placa (El peso propio de las vigas las asigna el ETABS directamente)

$$\text{Altura equivalente de placa} = \frac{\text{CM}}{24 \text{ kN/m}^2} = \frac{5.72}{24} = 0.238 \text{ m}$$

AVALUO DE CARGAS

PISO TIPO



Placa	0.08	x	24 kN/m ³	=	1.92 kN/m ²
-------	------	---	----------------------	---	------------------------

Acabados	0.05	x	20 kN/m ³	=	1.00 kN/m ²
----------	------	---	----------------------	---	------------------------

Muros no estructurales				=	2.50 kN/m ²
------------------------	--	--	--	---	------------------------

Casetones				=	0.30 kN/m ²
-----------	--	--	--	---	------------------------

C.M	=	5.72 kN/m ²
-----	---	------------------------

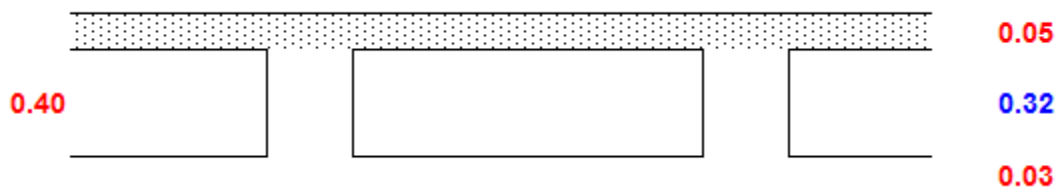
(Carga viva – residencial)	C.V	=	1.80 kN/m ²
----------------------------	-----	---	------------------------

Altura equivalente placa (El peso propio de las vigas las asigna el ETABS directamente)

$$\text{Altura equivalente de placa} = \frac{\text{CM}}{24 \text{ kN/m}^2} = \frac{5.92}{24} = 0.238 \text{ m}$$

AVALUO DE CARGAS

CUBIERTA



Placa	0.08	x	24 kN/m ³	=	1.92 kN/m ²
-------	------	---	----------------------	---	------------------------

Acabados	0.05	x	20 kN/m ³	=	1.00 kN/m ²
----------	------	---	----------------------	---	------------------------

Muros no estructurales				=	1.00 kN/m ²
------------------------	--	--	--	---	------------------------

Casetones				=	0.30 kN/m ²
-----------	--	--	--	---	------------------------

Granizo				=	1.00 kN/m ²
---------	--	--	--	---	------------------------

C.M	=	5.22 kN/m ²
-----	---	------------------------

(Carga viva – residencial)	C.V	=	5.00 kN/m ²
----------------------------	-----	---	------------------------

Altura equivalente placa (El peso propio de las vigas las asigna el ETABS directamente)

$$\text{Altura equivalente de placa} = \frac{\text{CM}}{24\text{kN/m}^2} = \frac{5.22}{24} = 0.217\text{m}$$

Es aconsejable que la carga viva para las cubiertas al no saber para que se utilizaran en el futuro este diseñadas para cubiertas usadas como jardines o para reuniones según **B.4.2.1-2**.

Para estructuras que estén en lugares con más de 2000 metros de altura sobre el nivel del mar, se debe tener en cuenta una carga de granizo con valor de 1.0 kN/m². Dispuesto en **B.4.8.3**

Una vez realizados los avalúos de carga para cada nivel, y tener la altura equivalente de placa a utilizar, el paso siguiente es definir las en ETABS, para ello se debe ir a **Define Wall/Slab/Deck sections**.

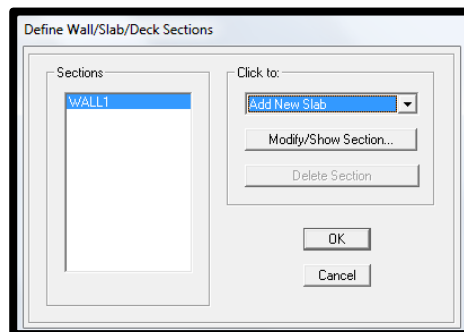


Figura 59. Definir losas.

En esta ventana se debe escoger en el desplegable “Add New Slab”. Se debe seleccionar “slab” por qué los elementos tipo “deck” están definidos en el programa para cubiertas tipo Steeldeck.

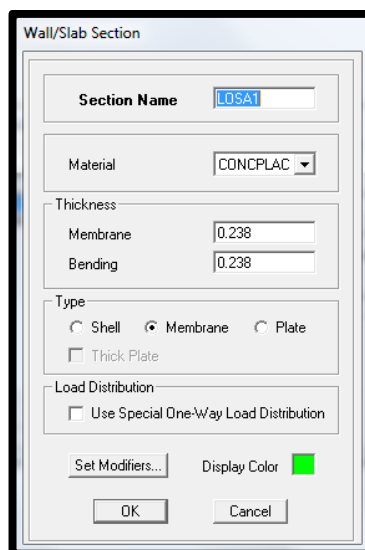


Figura 60. Definir sección de la losa.

En este lugar se definirá un nombre, en este caso se deberá hacer una losa para cada piso, es decir piso 1, 2, tipo y cubierta, con referencia a lo anterior los nombres serán LOSA 1, 2, tipo y cubierta.

Posteriormente a definir el nombre se debe definir el material, como ya se había creado anteriormente un material llamado CONCPLACA para asignarlo a las losas, este se debe fijar en el desplegable de material.

En las casillas de “Thickness” corresponde a la altura equivalente antes hallada en los avalúos de carga.

El tipo define los grados de libertad con los que contarán los elementos de área, en este caso se activará la opción “**Membrane**”, esta opción a diferencia del tipo “**Shell**” no tiene en cuenta los desplazamientos que tendrá el elemento en sentido vertical, además se garantiza que la losa distribuya cargas tanto verticales como horizontales.

Este procedimiento se debe repetir para las cuatro losas que se deben crear para asignarlas en el modelo.

En consecuencia, para asignar los elementos tipo área, se aconseja hacerlo en planta, dado que hay menos posibilidades de no conectar la placa con cada uno de los puntos que constituyen el borde de cada nivel. Para ello se debe ir al siguiente icono:



En el instante en el que se selecciona la opción en este icono, se desplegará la siguiente ventana en la cual se debe asignar la losa que se va a utilizar.

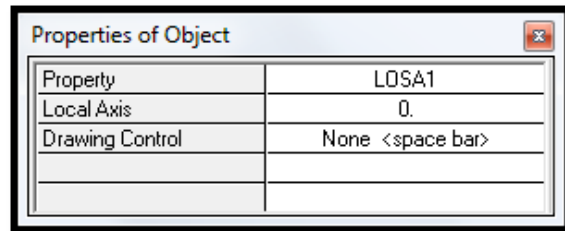


Figura 61. Propiedades de elementos.

Una vez definido la sección que se utilizara, el siguiente paso en asignarla al modelo de la siguiente manera. Dado que el modelo tiene una forma muy regular va ser muy sencillo asignar la losa, esta se asigna haciendo clic en cada uno de los puntos que configuran el borde de placa de la estructura. Este procedimiento se repite en cada uno de los niveles.

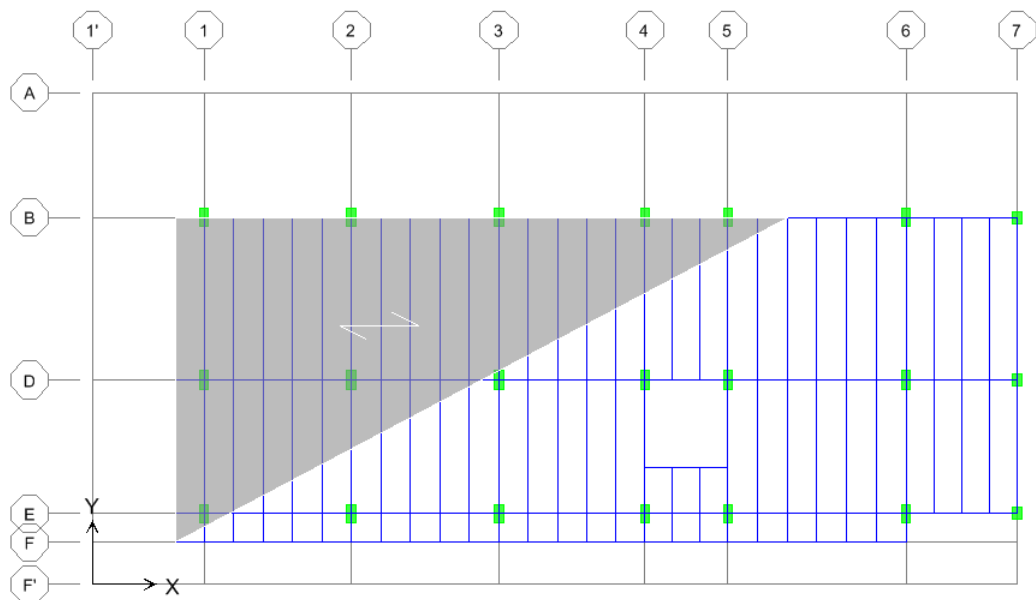


Figura 62. Proceso de dibujo placa en planta.

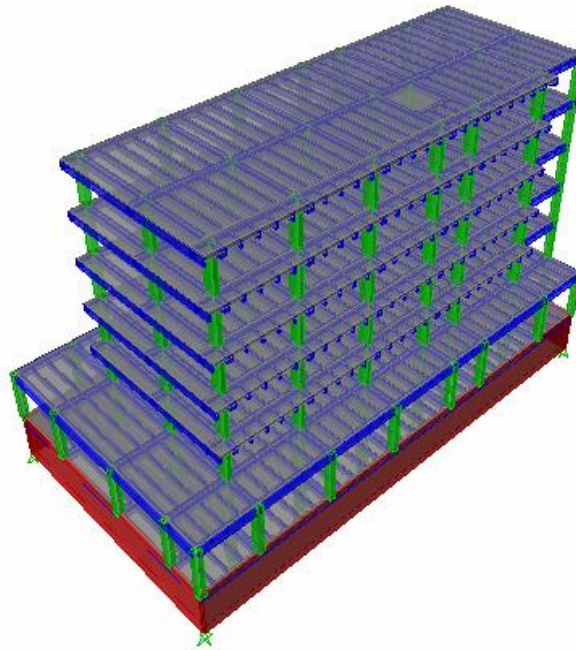


Figura 63. Modelo 3D.

Posterior a asignar a cada nivel su losa, se procede a definir la carga viva a la que cada piso va estar solicitada, es decir el piso uno por tener parqueaderos tendrá 2.5 kN/m^2 , mientras que del piso dos al seis serán 1.8 kN/m^2 y la cubierta 5.0 kN/m^2 .

Para este propósito es necesario dirigirse a **Assign**  **Shell/Area Loads**  **Uniform**

 A screenshot of a software dialog box titled "Uniform Surface Loads". The dialog box has a light gray background and a dark border. It contains several input fields and buttons. At the top, there is a "Load Case Name" dropdown menu set to "LIVE" and a "Units" dropdown menu set to "KN-m". Below these, there are two main sections: "Uniform Load" and "Options". In the "Uniform Load" section, there is a "Load" input field with the value "5" and a "Direction" dropdown menu set to "Gravity". In the "Options" section, there are three radio buttons: "Add to Existing Loads", "Replace Existing Loads" (which is selected), and "Delete Existing Loads". At the bottom of the dialog box, there are two buttons: "OK" and "Cancel".

Figura 64. Cargas uniformes sobre placa.

Como se va asignar la carga viva para cada nivel, en el caso de la cubierta, se debe escoger en el primer desplegable el caso de carga, **“Live”**, posterior a eso se debe asignar el valor de carga uniforme que le corresponde a la losa, en el caso de la cubierta es de 5 kN/m², en dirección de la gravedad. De esta manera se debe asignar la carga viva en cada nivel.

Para tener en cuenta, una vez asignada la carga viva a cada losa, es importante verificar que las placas estén cargadas de acuerdo al avalúo de cargas. Para confirmar esta información basta con escoger el elemento tipo área y dar clic derecho sobre él. Al hacer esto saldrá un cuadro de dialogo en el cual están descritos las propiedades geométricas, las asignaciones que se le han hecho y las cargas.

Area Information

Location Assignments Loads

Identification

Label F3 Area Type Floor

Story CUBIERTA

Static Load Case	LIVE
Uniform FG	5.

Units
KN-m

OK

Figura 65. Información de área.

Es conveniente que una vez se haya concluido el proceso de modelación, se chequee el modelo, ya que este puede tener errores tales como la superposición de elementos o que algunos de ellos no estén debidamente conectados. Para este fin se debe ir a **Analyze**  **CheckModel**

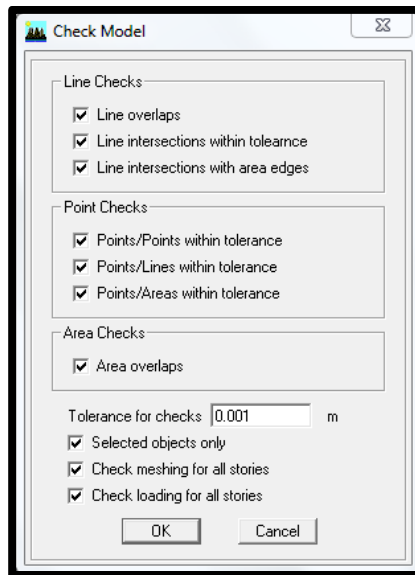


Figura 66. Verificar el modelo.

Una vez en esta ventana se deben activar, todos los chequeos dado que unos son para los elementos tipo línea, otros para el tipo punto y los últimos para el tipo área es importante que se revisen todos.

- Superposición de líneas.
- Intersecciones de las líneas dentro de las tolerancias.
- Intersecciones con los bordes del área.
- Puntos-punto dentro de la zona de tolerancia.
- Punto-línea dentro de la zona de tolerancia.
- Punto –área dentro de la zona de tolerancia.
- Superposición de áreas.
- Comprobar mallado en todos los niveles.
- Comprobar cargas para todos los niveles.

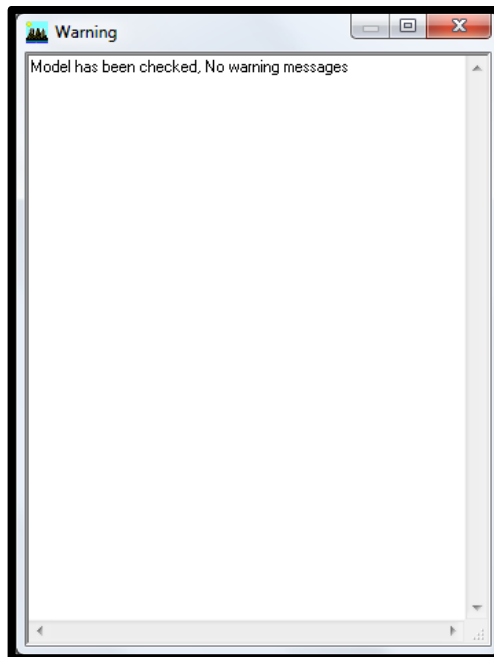


Figura 67. Cuadro de errores.

ETABS al hacer la verificación genera un mensaje con los errores que pueda tener el programa en este caso, no tenemos ninguno por ende podemos continuar.

En este punto, donde ya se han definido las cargas, los casos de carga, las secciones, el espectro sísmico de diseño, para posteriormente asignarles, se ha verificado que no existen errores en el modelo, el paso siguiente es dirigirse al icono seleccionar todo, después **Assign Joint Point Diaphragms**. Esto con el fin de asignarle un diafragma rígido a cada piso.

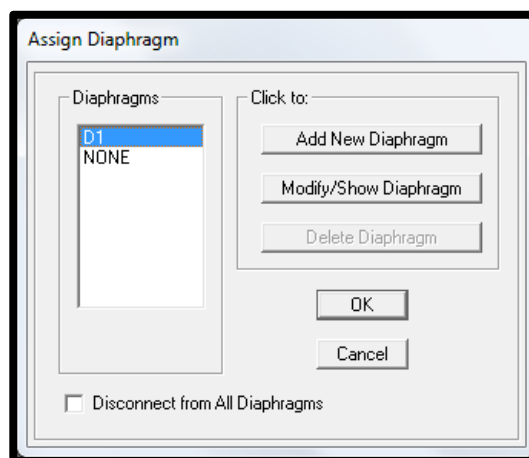


Figura 68. Asignar diagrama.

En esta ventana si se quiere, se puede crear un diafragma para cada piso, pero para nuestro análisis no es necesario dado que todos los pisos aéreos de la estructura son tipo y el diafragma será el mismo. por ende se da ok.

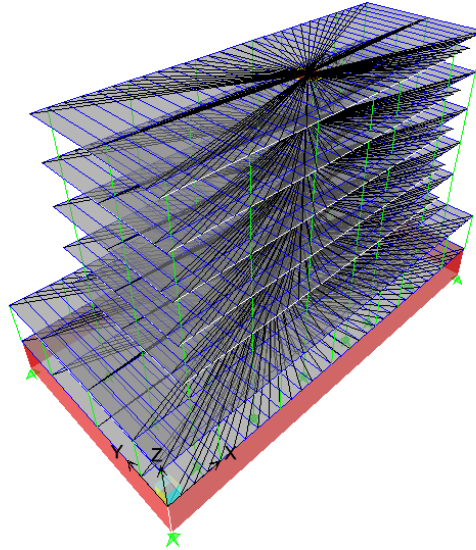


Figura 69. Modelo con el diafragma asignado.

Así se deberá ver el modelo si se asignó de manera correcta el diafragma rígido a la estructura.

Una vez asignado el diafragma rígido se debe, ir a **Assign**  **Frame/Line**  **Frame End Length Offsets.**

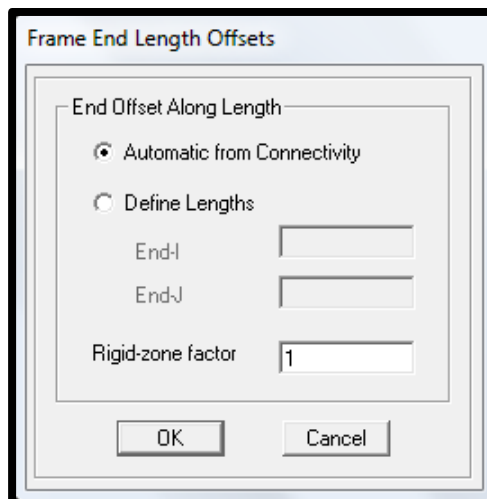


Figura 70. Factor de rigidez.

Se debe activar la opción automática para la conectividad, y en el espacio de “Rigid-zone factor”, se puede poner valores del cero al uno, para nuestro análisis se debe poner uno dado que al hacer esto el programa asume que cada conexión viga-viga o columna-viga es indeformable.

Dado que el diseño de los elementos se hará con la ayuda de un software llamado DC-CAD, es necesario hacer la siguiente operación. Nuevamente se debe toda la estructura e ir a **Assign**➤**Frame/Line**➤**Frame Output Station**.

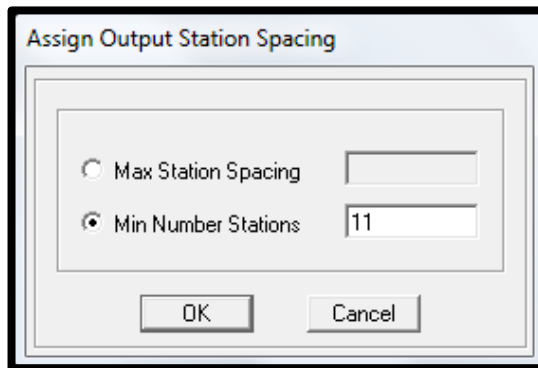


Figura 71. Estaciones de salida.

Dado que para que el DC-CAD pueda leer las solicitudes de los elementos debemos asignarles a estos 11 números de estaciones.

Finalmente se deben empotrar los apoyos de la estructura, para esto se debe ubicar en la planta BASE del modelo, elegir todos los puntos y dirigirse a **Assign**➤**Joint/Point**➤**Restraints (Supports)**.

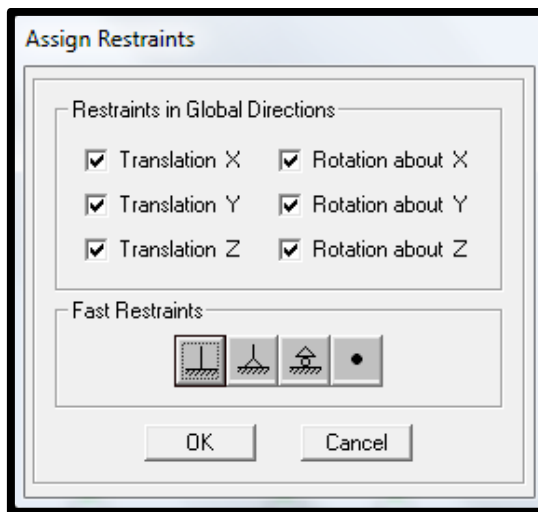


Figura 72. Asignar restricciones.

En esta ventana se debe dar clic en el primer icono de “Fast Restraints”, puesto que éste restringe el movimiento en el sentido “X”, “Y” y “Z” además de no permitir rotaciones en torno a ningún eje simula en empotramiento.

Hecho lo anterior el paso final será, ir a **Analyze** ➔ **Run Analysis**. Esto puede tomar algunos minutos.

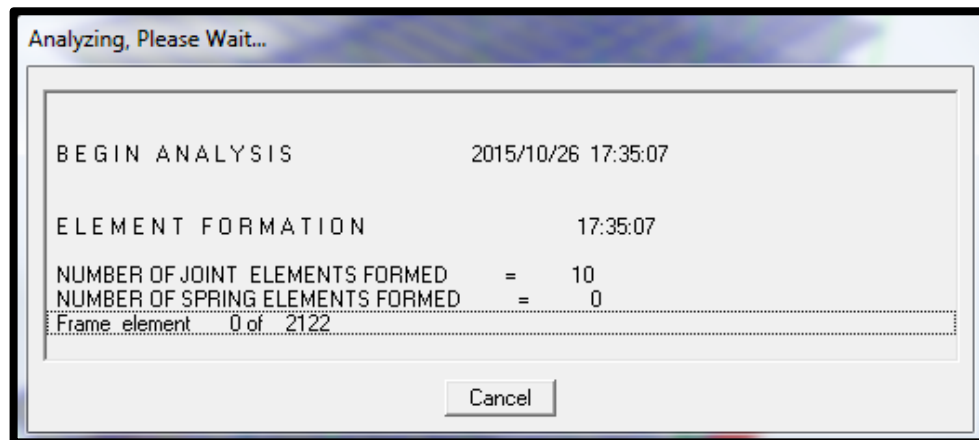


Figura 73. Analizando.

5. CAPÍTULO ANÁLISIS DE RESULTADOS

El análisis sísmico se realizará por el método del análisis dinámico. El software ETABS realiza el análisis dinámico utilizando el espectro de diseño (según la microzonificación sísmica de Bogotá D.C) construido con los siguientes parámetros:

Zona: Lacustre 200.

Grupo de uso: I

$A_a = 0.15$

$A_v = 0.20$

$F_a = 1.20$

$F_v = 3.50$

$T_c = 1.87$

$T_L = 3.50$

$A_0 = 0.18$

Zona de amenaza sísmica: Intermedia.

Sistema estructural: Pórticos de concreto – DMO.

Datos para el análisis sísmico:

A partir de este momento se necesita, comenzar a extraer datos del ETABS, esos datos serán el área de cada piso, la altura de cada piso, y el peso. Para proceder se debe ir a **Display>Show Tables**.

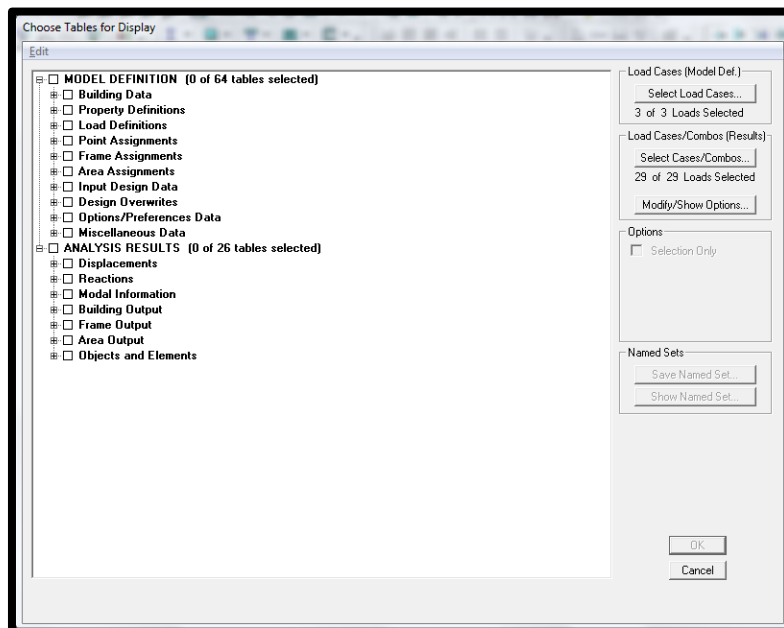


Figura 74. Elegir las tablas para su visualización.

En esta ventana se debe configurar, cuáles casos de carga se quiere tener en cuenta, de igual manera cuáles combinaciones de diseño, para esto se debe dirigir a la parte superior derecha “Select Load Cases”, corresponde activar los tres casos de carga. En cuanto a las combinaciones de carga se deben escoger solo las combinaciones de carga destinadas para verificar la deriva, es decir las 6 primeras.

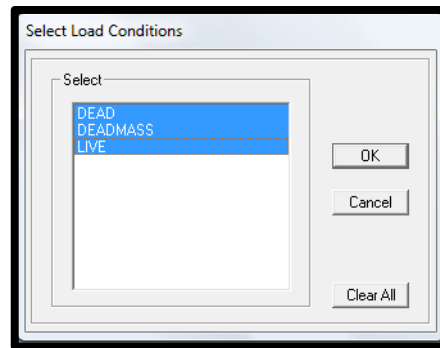


Figura 75. Seleccionar condiciones de carga.

- Datos de área: para extraer esta información se debe ir a:
Model Definition 7 Building Data 7 Material List 7 Material list By Story.
- Datos de altura:
Model Definition 7 Building Data 7 Story Data 7 Story Data.

Material	TotalWeight	FloorArea	UnitWeight	NumPieces	NumStuds
CONC280	25109.492	298.561	84.1017	21	
CONC210	75745.498	298.561	253.7019	114	0
CONCPLAC	204588.711	298.561	685.2493		
PISO 6 Column CONC280	25109.492	298.561	84.1017	21	
PISO 6 Beam CONC210	75745.498	298.561	253.7019	114	0
PISO 6 Floor CONCPLAC	158556.251	298.561	531.0682		
PISO 5 Column CONC280	25109.492	298.561	84.1017	21	
PISO 5 Beam CONC210	75745.498	298.561	253.7019	114	0
PISO 5 Floor CONCPLAC	158556.251	298.561	531.0682		
PISO 4 Column CONC280	25109.492	298.561	84.1017	21	
PISO 4 Beam CONC210	75745.498	298.561	253.7019	114	0
PISO 4 Floor CONCPLAC	158556.251	298.561	531.0682		
PISO 3 Column CONC280	25109.492	298.561	84.1017	21	
PISO 3 Beam CONC210	75745.498	298.561	253.7019	114	0
PISO 3 Floor CONCPLAC	158556.251	298.561	531.0682		
PISO 2 Column CONC210	22299.969	502.272	44.3982	17	
PISO 2 Column CONC280	31482.310	502.272	62.6798	23	
PISO 2 Beam CONC210	140246.055	502.272	279.2233	168	0

Figura 76. Lista de materiales.

Una vez seleccionadas las rutas anteriormente descritas el programa generará esta ventana, las tablas se pueden copiar y pegar en Excel, dando clic en “Edit➤Copy Entire Table”, esto se debe hacer con cada una de las tablas que nos genera el programa.

- Datos de masa: para hallar la masa y los centroides de cada piso se deben activar dos tablas simultáneamente.

Model Definition➤Building Data➤Mass Data➤Diaphragm Mass Data.

Analysis Results➤Building Output➤Center Mass Rigidity.

Paso seguido es generar una tabla propia en la cual se calculará el peso total del edificio.

	Area (m ²)	Alt. Piso (m)	Elevación (h) h(m)	W (kN)	W / A kN/m ²	Masa
CUBIERTA	298.56	2.85	20.45	2817.69	9.44	287.23
PISO 6	298.56	2.85	17.60	2495.62	8.36	254.40
PISO 5	298.56	2.85	14.75	2495.62	8.36	254.40
PISO 4	298.56	2.85	11.90	2495.62	8.36	254.40
PISO 3	298.56	2.85	9.05	2495.62	8.36	254.40
PISO 2	502.27	3.35	6.20	4543.16	9.05	463.12
PISO 1	502.27	2.85	2.85	5168.40	10.29	526.85
			Σ	17343.33		

Tabla 3. Datos para el análisis sísmico.

5.1. ANÁLISIS SÍSMICO POR FUERZA HORIZONTAL EQUIVALENTE

Este análisis se realiza con el fin de ajustar el valor del cortante en la base según **A.5.4.5.**

Coeficiente utilizado para calcular el periodo máximo permisible de la estructura **A.4.2-2.**

$$C_U = 1.75 - 1.20(A_V F_V) \quad (2)$$

$$C_U = 1.75 - 1.20(0.20 * 3.50) = 0.91$$

Para llevar a cabo el análisis de la fuerza horizontal equivalente, es necesario dirigirse a la tabla **A.4.2-1 Valores de los parámetros C_U y α para el cálculo aproximado del periodo aproximado.**

Estos parámetros están en función del sistema estructural de resistencia sísmica en el caso del EDIFICIO 102, son pórticos resistentes a momentos de concreto reforzado que resisten la totalidad de las fuerzas sísmicas y que no están limitados o adheridos a componentes más rígidos, estructurales o no estructurales, que limiten los desplazamientos horizontales al verse sometidos a fuerzas sísmicas.

$$C_t=0.047$$

$$\alpha=0.9$$

Periodo fundamental aproximado T_a , A.4.2-3.

$$T_a = C_t h^\alpha \quad (3)$$

$$T_a = 0.047 * 20.45^{0.9} = 0.71$$

Ajuste de los resultados A.5.4.5, para efectos de calcular el cortante en la base, el periodo fundamental de la estructura obtenido del análisis dinámico, este periodo no puede exceder $C_u T_a$.

$$C_u T_a = 0.91 \times 0.71 = 0.65 \quad (4)$$

Dado que la norma especifica claramente que el periodo fundamental no puede exceder el valor antes calculado, es necesario obtener del software el periodo que obtuvo después de realizar el análisis dinámico. A fin de llevar a buen término esto, corresponde ingresar a **Display→Show tables**.

- Relaciones de masas participativas
Analysis Results  **Modal Information**  **Modal Participating Mass Ratios**.

		%Mass	%Mass	%Mass									
Mode	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
1	0.893	57.662	0.092	0.000	57.662	0.092	0.000	0.156	94.651	0.411	0.156	94.651	0.411
2	0.843	0.102	55.532	0.000	57.764	55.624	0.000	95.574	0.163	0.469	95.730	94.815	0.879
3	0.747	0.058	0.069	0.000	57.822	55.693	0.000	0.132	0.096	43.678	95.861	94.911	44.558
4	0.294	11.921	0.000	0.000	69.744	55.693	0.000	0.000	1.785	0.000	95.861	96.695	44.558
5	0.264	0.001	13.237	0.000	69.745	68.930	0.000	12.40	0.000	0.205	97.101	96.695	44.763
6	0.237	0.040	0.309	0.000	69.785	69.239	0.000	0.060	0.001	12.280	97.162	96.696	57.043
7	0.181	6.121	0.000	0.000	75.905	69.239	0.000	0.000	0.000	0.049	97.162	96.696	57.092
8	0.148	0.000	7.223	0.000	75.906	76.462	0.000	15.18	0.000	0.038	98.679	96.696	57.131
9	0.143	0.028	0.292	0.000	75.933	76.754	0.000	0.063	0.002	9.276	98.742	96.698	66.407
10	0.127	1.376	0.002	0.000	77.309	76.756	0.000	0.000	0.152	0.144	98.742	96.850	66.551
11	0.095	0.059	0.033	0.000	77.368	76.788	0.000	0.002	0.000	1.118	98.744	96.850	67.669
12	0.093	0.166	0.068	0.000	77.533	76.857	0.000	0.004	0.001	0.550	98.748	96.850	68.219
13	0.092	0.002	1.762	0.000	77.536	78.618	0.000	0.139	0.000	0.121	98.887	96.850	68.339
14	0.076	0.033	0.000	0.000	77.568	78.618	0.000	0.000	0.007	0.002	98.887	96.857	68.341
15	0.062	0.000	0.062	0.00	77.568	78.680	0.00	0.006	0.000	0.214	98.893	96.857	68.555
16	0.059	0.000	0.365	0.00	77.568	79.045	0.00	0.038	0.000	0.032	98.930	96.857	68.587
17	0.046	0.000	0.020	0.00	77.568	79.065	0.00	0.001	0.000	0.032	98.931	96.857	68.618
18	0.043	0.000	0.094	0.00	77.568	79.158	0.00	0.005	0.000	0.007	98.936	96.857	68.625
19	0.027	0.000	20.839	0.00	77.568	99.997	0.00	1064	0.000	0.209	100.000	96.857	68.835
20	0.020	22.416	0.000	0.00	99.985	99.997	0.00	0.000	3.141	0.033	100.000	99.998	68.868
21	0.017	0.016	0.003	0.00	100.000	100.000	0.00	0.000	0.002	31.133	100.000	100.000	100.000

Tabla4. Masas participativas.

Tan pronto como se genere esta tabla del ETABS, se debe buscar en las columnas UX Y UY, el porcentaje mayor de masa. Señalados con color amarillo, lo otro que se debe buscar es el periodo que corresponde a los valores antes mostrados, señalados con color rojo. Esto se hace con la finalidad de comparar los resultados del análisis dinámico y el ajuste que se hace para efecto de calcular el cortante en la base.

$T_x = 0.89$ seg (Obtenido del análisis dinámico de la estructura hecho con ETABS).

$T_y = 0.84$ seg (Obtenido del análisis dinámico de la estructura hecho con ETABS).

En definitiva, dado que según el ajuste de los resultados de los periodos $C_u T_a$, es igual a 0.65, y la norma específica que no pueden exceder ese valor los periodos definitivos serán:

$T_x = 0.65$ seg (Definitivo).

$T_y = 0.65$ seg (Definitivo).

Otra verificación que se debe hacer, es la sumatoria de las masas participativas, estas como se describe en **A.5.4.2**, se considera que se ha cumplido este requisito si con el número de modos empleados, la sumatoria de la masa participativa de cada una de las direcciones de análisis es de por lo menos el 90 por ciento. Como se puede observar en las celdas color verde, la sumatoria de las masas participativas es del cien por ciento.

5.2 CORTANTE EN LA BASE

Tal como hallamos el espectro sísmico de diseño, la norma exige hacer una comprobación a la máxima aceleración horizontal de diseño (**S_a**). Esta demostración se debe hacer con los periodos que se adoptaron como definitivos.

$$S_a = 1.20 \frac{A_v F_v I}{T} \quad (5)$$

$$S_a = 1.20 \frac{(0.20 \times 3.5 \times 1.0)}{0.65} = 1.30$$

Esto se debe hacer en el sentido “x” e “y”, dado que en este caso es igual basta con hacerlo una vez.

$$S_a = 2.5 A_a F_a I \quad (6)$$

$$S_a = 2.5 \times 0.15 \times 1.20 = 0.45$$

Y, por último,

$$S_a = 1.20 \frac{A_v F_v T_L I}{T^2} \quad (7)$$

$$S_a = 1.20 \frac{0.20 \times 3.50 \times 4.00 \times 1.00}{0.65^2} = 7.95$$

Se debe escoger el menor de los tres valores, dicho lo anterior la aceleración máxima horizontal. Será:

S_{ax} = 0.45 (definitivo).

S_{ay} = 0.45 (definitivo).

En consecuencia, el valor del cortante en la base será igual a:

$$V_{sx} = S_{ax} \Sigma w \quad (8)$$

$$V_{sx} = 0.45 \times 17343.33 = 7804.49 \text{ kN}$$

$$V_{sy} = 0.45 \times 17343.33 = 7804.49 \text{ kN}$$

Σw , es la sumatoria de pesos de todos los pisos que pueden desplazarse, es decir el hecho que el primer piso del EDIFICIO 102 sea un sótano, sugiere que en teoría no tendrá desplazamientos horizontales. Dicho esto, la sumatoria de pesos solo se realiza de la cubierta al piso dos.

5.3 CORTANTES DINÁMICOS EN LA BASE

Estos cortantes, corresponden a los calculados por el software, para averiguarlos se debe ir a **Display>Show Tables**.

- Reacciones en las bases

Analysis Results **Modal Information** **Response Spectrum** **Base Reactions**.

Spec	Mode	Dir	F1	F2	F3	M1	M2	M3
SPX	1	U1	5841.306	232.718	0	-3000.802	74342.006	-36130.787
SPX	2	U1	10.353	-241.336	0	3127.301	130.436	-4074.742
SPX	3	U1	5.894	6.426	0	-88.496	75.151	65.320
SPX	4	U1	1207.658	1.698	0	-12.862	-160.216	-8931.293
SPX	5	U1	0.127	-13.059	0	10.944	0.485	-211.067
SPX	6	U1	4.055	11.269	0	-27.756	15.779	147.241
SPX	7	U1	620.022	1.535	0	-4.871	1800.147	-5120.815
SPX	8	U1	0.018	-3.657	0	9.776	0.029	-55.875
SPX	9	U1	2.827	9.145	0	-25.128	2.457	111.955
SPX	10	U1	139.385	-4.806	0	10.828	40.421	-1379.640
SPX	11	U1	5.937	-4.428	0	-1.344	16.243	-126.856
SPX	12	U1	16.768	10.773	0	-0.944	39.413	-26.304
SPX	13	U1	0.222	-6.298	0	3.340	0.501	-91.772
SPX	14	U1	3.300	-0.037	0	0.135	-2.120	-39.111
SPX	15	U1	0.005	0.176	0	-0.165	-0.003	2.260
SPX	16	U1	0.000	-0.047	0	0.048	0.000	-0.615
SPX	17	U1	0.000	0.001	0	0.000	0.000	0.008
SPX	18	U1	0.000	0.016	0	0.003	0.000	0.212
SPX	19	U1	0.000	-0.188	0	-0.024	0.000	-2.853
SPX	20	U1	2270.827	0.787	0	-0.001	-80.952	-18193.790
SPX	21	U1	1.571	-0.689	0	0.018	0.034	-23.074
SPX	All	All	6437.842	167.351	0	2155.523	74482.925	44640.278
SPY	1	U2	232.718	9.272	0	-119.552	2961.793	-1439.454
SPY	2	U2	-241.336	5625.562	0	-72897.718	-3040.483	94982.673
SPY	3	U2	6.426	7.006	0	-96.479	81.930	71.212
SPY	4	U2	1.698	0.002	0	-0.018	-0.225	-12.557
SPY	5	U2	-13.059	1340.941	0	-1123.797	-49.804	21672.881
SPY	6	U2	11.269	31.318	0	-77.139	43.852	409.213
SPY	7	U2	1.535	0.004	0	-0.012	4.457	-12.678
SPY	8	U2	-3.657	731.702	0	-1956.152	-5.884	11180.347
SPY	9	U2	9.145	29.580	0	-81.281	7.948	362.137
SPY	10	U2	-4.806	0.166	0	-0.373	-1.394	47.569
SPY	11	U2	-4.428	3.302	0	1.003	-12.114	94.609
SPY	12	U2	10.773	6.921	0	-0.606	25.321	-16.900
SPY	13	U2	-6.298	178.459	0	-94.637	-14.186	2600.551
SPY	14	U2	-0.037	0.000	0	-0.002	0.024	0.442
SPY	15	U2	0.176	6.308	0	-5.901	-0.097	80.907
SPY	16	U2	-0.047	36.921	0	-37.750	-0.041	486.588
SPY	17	U2	0.001	1.983	0	0.677	0.098	25.502
SPY	18	U2	0.016	9.474	0	2.031	-0.087	123.445
SPY	19	U2	-0.188	2111.053	0	267.901	-1.065	32049.266
SPY	20	U2	0.787	0.000	0	0.000	-0.028	-6.308
SPY	21	U2	-0.689	0.302	0	-0.008	-0.015	10.111
SPY	All	All	167.351	6234.076	0	73075.689	2111.334	102565.155

Tabla 5. Reacciones en la base.

A fin de hallar los cortantes dinámicos en la base, una vez generada esta tabla, se debe buscar, la fila que dice "All", tanto para SPX y SPY, cargas sísmicas en el modelo.

En dirección 1 (U1)

Dirección x = 6437.842kN

Dirección y = 167.351kN

En dirección 2 (U2)

Dirección x = 167.351kN

Dirección y = 6234.076kN

Se deben escoger los valores mayores en los dos sentidos, en consecuencia, los valores de los cortantes dinámicos en la base serán:

Dirección x = 6437.842kN

Dirección y = 6234.076kN

5.4 Factores De Ajuste

Según lo descrito en la norma en **A.5.4.5**, si la estructura es regular, el cortante dinámico en la base no puede ser menor que el 80% del cortante calculado por la fuerza horizontal equivalente.

Pero si la estructura es irregular, el cortante dinámico en la base no puede ser menor que el 90% del cortante calculado por la fuerza horizontal equivalente.

Dado que la estructura es irregular, porque el cortante dinámico es menor que el 90% del cortante calculado por el método de la fuerza horizontal equivalente. Se tendrá.

$$F_x = (7804,49 \times 0.9) / 6437.84 = \mathbf{1.09}$$

$$F_y = (7804,49 \times 0.9) / 6234.07 = \mathbf{1.13}$$

Los factores de ajuste se utilizarán en las combinaciones de diseño. En consecuencia, de esto las combinaciones de chequeo de derivas, quedarán de la siguiente manera:

- 1) 1.40 C.M
- 2) 1.20 C.M + 1.60 C.V
- 3) 1.20 C.M + 1.00 C.V + 1.09 SPX
- 4) 1.20 C.M + 1.00 C.V + 1.13 SPY

- 5) 0.90 C.M + 1.09 SPX
- 6) 0.90 C.M + 1.13 SPY

5.5 CHEQUEO DE DERIVA

Se define como la deformación relativa que sufre un piso por acción de una fuerza horizontal. Se determina restando el desplazamiento del extremo superior el desplazamiento del extremo inferior del piso. La norma colombiana dicta que la relación existente entre la deriva antes descrita y la altura del piso no debe ser mayor al 1% para el caso de pórticos de concreto o acero. Esto se establece en **A.6.4.**

Estructuras de:	Deriva máxima
concreto reforzado, metálicas, de madera, y de mampostería que cumplen los requisitos de A.6.4.2.2	1.0% $(\Delta_{max}^i \leq 0.010 h_{pi})$
de mampostería que cumplen los requisitos de A.6.4.2.3	0.5% $(\Delta_{max}^i \leq 0.005 h_{pi})$

Tabla 6. Deriva máxima permitida.

Reglamento colombiano de construcción sismo resistente (NSR-10).

Para hacer el análisis de la deriva, lo primero es hacer un esquema estructural, en el cual se van a escoger cuatro puntos, estos puntos deben estar en cada una de las plantas. En consecuencia, estos son los nodos en los cuales se hará el análisis de la deriva.

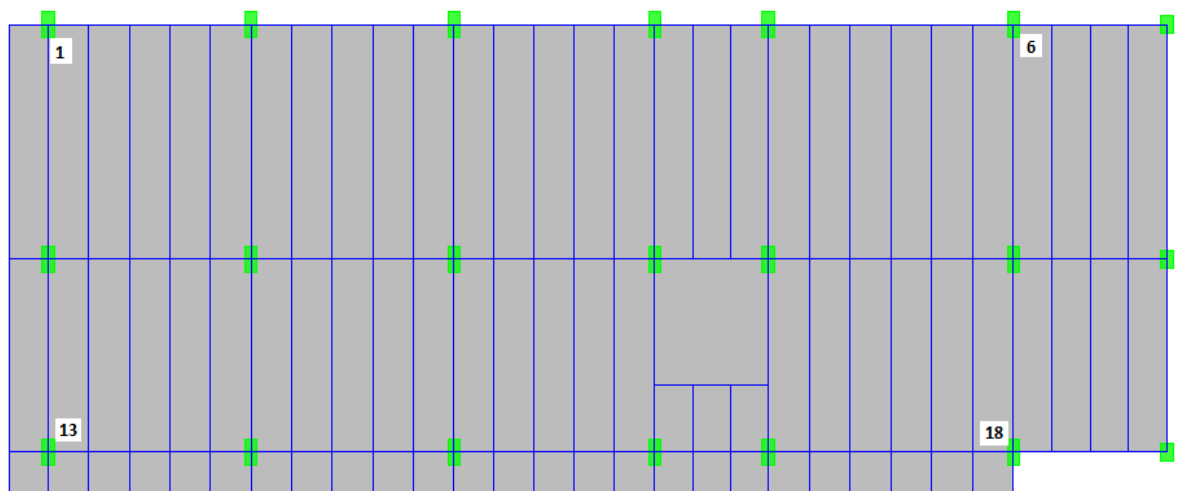


Figura 77. Esquema para revisión del análisis estructural.

Después de definir los puntos a los cuales se les hará el análisis, es primordial obtener los datos de desplazamiento que genera ETABS, sin embargo, es de vital importancia generar una tabla en EXCEL en la que se puedan buscar los desplazamientos máximos en los puntos escogidos y de acuerdo a los casos de carga.

Para generar los desplazamientos se debe ir a **Display→Show Tables**.

- **Analysis Results→Displacements→Displacements Data→Point Displacements.**

Una vez ya se tenga la tabla antes descrita se puede hacer el análisis, este análisis se hará en los cuatro puntos antes mencionados, con los casos de carga número 3 y 4 y teniendo en consideración el sismo en “x” y “y”. La deriva se define como:

$$\Delta_a = \sqrt{(\delta_{x1} - \delta_{x2})^2 + (\delta_{y1} - \delta_{y2})^2} \quad (9)$$

SISMO EN X

Columna eje vertical: 1

Caso de carga: 3

	Alt. piso (m)	d x (m)	d y (m)	$\Delta\alpha$ (cm)	$\Delta\rho$ (cm)		%
CUBIERTA	2.85	0.1154	0.0034	1.02	2.85	OK	0.36
PISO 6	2.85	0.1052	0.0034	1.66	2.85	OK	0.58
PISO 5	2.85	0.0886	0.0032	2.21	2.85	OK	0.78
PISO 4	2.85	0.0665	0.0028	2.60	2.85	OK	0.91
PISO 3	2.85	0.0405	0.0022	2.49	2.85	OK	0.87
PISO 2	3.35	0.0156	0.0012	1.55	3.35	OK	0.46
PISO 1	2.85	0.0001	0.0000	0.01	2.85	OK	0.00

Tabla 7. Sismo en X columna eje vertical 1, caso de carga 3.

dx = desplazamiento en x.

dy = desplazamiento en y.

$\Delta\alpha$ = deriva.

$$\Delta_a = \sqrt{(0.1154 - 0.1052)^2 + (0.0034 - 0.0034)^2} \times 100 = 1.02 \text{ cm}$$

$\Delta\rho$ = deriva permitida 1 %

$$\Delta\rho = \text{alt. piso} \times 0.01 \times 100 \text{ (10)}$$

$$\Delta\rho = 2.85 \times 0.01 \times 100 = 2.85 \text{ cm}$$

%= es la relación entre la deriva y la deriva permitida, debe ser menor al 1% de la altura del piso.

$$\% = \frac{\Delta\alpha}{\Delta\rho} \text{ (11)}$$

$$\% = \frac{1.02}{2.85} = 0.3579$$

Este análisis se debe hacer para cada uno de los puntos y con los casos de carga antes nombrados como se ve a continuación.

SISMO EN Y

Columna eje vertical: 1

Caso de carga: 5

	Alt. piso (m)	d x (m)	d y (m)	$\Delta\alpha$ (cm)	$\Delta\rho$ (cm)		%
CUBIERTA	2.85	0.1152	0.0038	1.01	2.85	OK	0.35
PISO 6	2.85	0.1051	0.0037	1.66	2.85	OK	0.58
PISO 5	2.85	0.0885	0.0034	2.21	2.85	OK	0.78
PISO 4	2.85	0.0664	0.0028	2.59	2.85	OK	0.91
PISO 3	2.85	0.0405	0.0021	2.50	2.85	OK	0.88
PISO 2	3.35	0.0155	0.0011	1.54	3.35	OK	0.46
PISO 1	2.85	0.0001	0.0000	0.01	2.85	OK	0.00

Tabla 8. Sismo en Y columna eje vertical 1, caso de carga 5.

SISMO EN X

Columna eje vertical: 6

Caso de carga: 3

	Alt. piso (m)	$d x$ (m)	$d y$ (m)	$\Delta \alpha$ (cm)	$\Delta \rho$ (cm)		%
CUBIERTA	2.85	0.1154	0.0070	1.02	2.85	OK	0.36
PISO 6	2.85	0.1052	0.0065	1.66	2.85	OK	0.58
PISO 5	2.85	0.0886	0.0057	2.21	2.85	OK	0.78
PISO 4	2.85	0.0665	0.0046	2.60	2.85	OK	0.91
PISO 3	2.85	0.0405	0.0032	2.50	2.85	OK	0.88
PISO 2	3.35	0.0156	0.0016	1.56	3.35	OK	0.47
PISO 1	2.85	0.0001	0.0000	0.01	2.85	OK	0.00

Tabla 9. Sismo en X columna eje vertical 6, caso de carga 3.

SISMO EN Y

Columna eje vertical: 6

Caso de carga: 5

	Alt. piso (m)	$d x$ (m)	$d y$ (m)	$\Delta \alpha$ (cm)	$\Delta \rho$ (cm)		%
CUBIERTA	2.85	0.1152	0.0069	1.01	2.85	OK	0.36
PISO 6	2.85	0.1051	0.0063	1.66	2.85	OK	0.58
PISO 5	2.85	0.0885	0.0055	2.21	2.85	OK	0.78
PISO 4	2.85	0.0664	0.0044	2.59	2.85	OK	0.91
PISO 3	2.85	0.0405	0.0030	2.50	2.85	OK	0.88
PISO 2	3.35	0.0155	0.0015	1.55	3.35	OK	0.46
PISO 1	2.85	0.0001	0.0000	0.01	2.85	OK	0.00

Tabla 10. Sismo en Y columna eje vertical 6, caso de carga 5.

SISMO EN X

Columna eje vertical: 13

Caso de carga: 3

	Alt. piso (m)	d_x (m)	d_y (m)	$\Delta\alpha$ (cm)	$\Delta\rho$ (cm)		%
CUBIERTA	2.85	0.1191	0.0034	1.05	2.85	OK	0.37
PISO 6	2.85	0.1086	0.0034	1.70	2.85	OK	0.60
PISO 5	2.85	0.0916	0.0032	2.26	2.85	OK	0.79
PISO 4	2.85	0.0690	0.0028	2.66	2.85	OK	0.93
PISO 3	2.85	0.0424	0.0022	2.59	2.85	OK	0.91
PISO 2	3.35	0.0165	0.0012	1.63	3.35	OK	0.49
PISO 1	2.85	0.0002	0.0000	0.02	2.85	OK	0.01

Tabla 11. Sismo en X columna eje vertical 13, caso de carga 3.

SISMO EN Y

Columna eje vertical: 13

Caso de carga: 5

	Alt. piso (m)	d_x (m)	d_y (m)	$\Delta\alpha$ (cm)	$\Delta\rho$ (cm)		%
CUBIERTA	2.85	0.1187	0.0038	1.04	2.85	OK	0.36
PISO 6	2.85	0.1083	0.0037	1.69	2.85	OK	0.59
PISO 5	2.85	0.0914	0.0034	2.25	2.85	OK	0.79
PISO 4	2.85	0.0689	0.0028	2.66	2.85	OK	0.93
PISO 3	2.85	0.0423	0.0021	2.58	2.85	OK	0.91
PISO 2	3.35	0.0165	0.0011	1.63	3.35	OK	0.49
PISO 1	2.85	0.0002	0.0000	0.02	2.85	OK	0.01

Tabla 12. Sismo en Y columna eje vertical 13, caso de carga 5.

SISMO EN X

Columna eje vertical: 18

Caso de carga: 3

	Alt. piso (m)	d_x (m)	d_y (m)	$\Delta\alpha$ (cm)	$\Delta\rho$ (cm)		%
CUBIERTA	2.85	0.1191	0.0070	1.05	2.85	OK	0.37
PISO 6	2.85	0.1086	0.0065	1.70	2.85	OK	0.60
PISO 5	2.85	0.0916	0.0057	2.26	2.85	OK	0.79
PISO 4	2.85	0.0690	0.0046	2.66	2.85	OK	0.93
PISO 3	2.85	0.0424	0.0032	2.59	2.85	OK	0.91
PISO 2	3.35	0.0165	0.0016	1.64	3.35	OK	0.49
PISO 1	2.85	0.0002	0.0000	0.02	2.85	OK	0.01

Tabla 13. Sismo en X columna eje vertical 18, caso de carga 3.

SISMO EN Y

Columna eje vertical: 18

Caso de carga: 5

	Alt. piso (m)	d_x (m)	d_y (m)	$\Delta\alpha$ (cm)	$\Delta\rho$ (cm)		%
CUBIERTA	2.85	0.1187	0.0069	1.04	2.85	OK	0.37
PISO 6	2.85	0.1083	0.0063	1.69	2.85	OK	0.59
PISO 5	2.85	0.0914	0.0055	2.25	2.85	OK	0.79
PISO 4	2.85	0.0689	0.0044	2.66	2.85	OK	0.93
PISO 3	2.85	0.0423	0.0030	2.58	2.85	OK	0.91
PISO 2	3.35	0.0165	0.0015	1.64	3.35	OK	0.49
PISO 1	2.85	0.0002	0.0000	0.02	2.85	OK	0.01

Tabla 14. Sismo en Y columna eje vertical 18, caso de carga 5.

5.6 IRREGULARIDADES

Teniendo en cuenta que el proyecto EDIFICIO 102, posee un sistema estructural de pórticos resistentes a momentos, sin diagonales, que resiste todas las cargas verticales y horizontales según lo dispuesto en **A.3.2.1.3.**

El paso siguiente es determinar el coeficiente de capacidad de disipación de energía (R_0) y el coeficiente de sobre resistencia, definidos para cada sistema

estructural, por consiguiente estos valores están consignados en el reglamento colombiano de construcción sismo resistente, en la **tabla A.3-3**.

2. Pórticos resistentes a momentos con capacidad moderada de disipación de energía (DMO)								
a. De concreto (DMO)	el mismo	5.0	3.0	no se permite	si	sin límite	si	sin límite
b. De acero (DMO)	el mismo	5.0 (Nota-3)	3.0	no se permite	si	sin límite	si	sin límite
c. Mixtos con conexiones rígidas (DMO)	Pórticos de acero o mixtos resistentes o no a momentos	5.0	3.0	no se permite	si	sin límite	si	sin límite

Tabla 15. Sistema estructural resistente a momentos.

Reglamento colombiano de construcción sismo resistente (NSR-10).

En consecuencia, a lo consignado en esta tabla, nuestro ($R_0 = 5.0$) y el coeficiente de sobre resistencia ($\Omega = 3.0$).

Dado que el coeficiente de disipación de energía para ser empleado en el diseño, se define como, según **A.3.3.3**

$$R = \phi_a \phi_p \phi_r R_0 \quad (12)$$

Dónde:

ϕ_a : coeficiente de reducción de la capacidad de disipación de energía causada por irregularidades en altura de la edificación, ver **A.3.3.5**.

El reglamento colombiano de construcción sismo resistente, estipula las siguientes irregularidades en altura:

1aA. Piso flexible (irregularidad en rigidez): Cuando la rigidez ante fuerzas horizontales de un piso es menor del 70 por ciento, pero superior al 60 por ciento de la rigidez del piso superior o menor del 80 por ciento, pero superior o igual al 70 por ciento del promedio de la rigidez de los tres pisos superiores, la estructura se considera irregular.

1bA. Piso flexible (irregularidad extrema en rigidez): Cuando la rigidez ante fuerzas horizontales de un piso es menor del 60 por ciento de la rigidez del piso superior o menor del 70 por ciento del promedio de rigidez de los tres pisos superiores, la estructura se considera irregular.

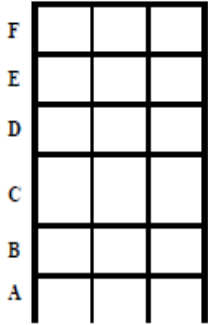
Tipo 1aA — Piso flexible $\phi_a = 0.9$ $0.60 \text{ Rigidez } K_D \leq \text{Rigidez } K_C < 0.70 \text{ Rigidez } K_D$ o $0.70 (K_D + K_E + K_F) / 3 \leq \text{Rigidez } K_C < 0.80 (K_D + K_E + K_F) / 3$	
Tipo 1bA — Piso flexible extremo $\phi_a = 0.8$ $\text{Rigidez } K_C < 0.60 \text{ Rigidez } K_D$ o $\text{Rigidez } K_C < 0.70 (K_D + K_E + K_F) / 3$	

Figura 78. Irregularidad piso flexible.

Reglamento colombiano de construcción sismo resistente (NSR-10).

En este caso no existen diferencias de altura en los pisos típicos de la estructura, por ende, se hace innecesario realizar un análisis de rigideces.

2A. Irregularidad en la distribución de masas: Cuando la masa de cualquier piso es mayor que 1.5 veces la masa de uno de los pisos contiguos, la estructura se considera irregular. Se exceptúa el caso de cubiertas que sean más livianas que el piso de abajo.

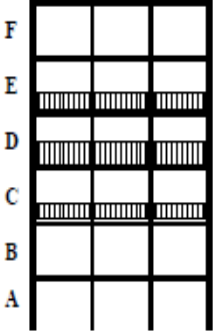
Tipo 2A — Distribución masa — $\phi_a = 0.9$ $m_D > 1.50 m_E$ o $m_D > 1.50 m_C$	
--	---

Figura 79. Irregularidad distribución de masas.

Reglamento colombiano de construcción sismo resistente (NSR-10).

Este tipo de irregularidades se presentan cuando un piso de la estructura en cualquiera de sus pisos aéreos tiene maquinaria, piscinas, que hacen que ese piso en particular tenga más masa que los otros. Para la estructura en estudio todos los

pisos están destinados a servicio residencial, por lo cual es innecesario hacer esta verificación.

3A. Irregularidad geométrica: Cuando la dimensión horizontal del sistema de resistencia sísmica en cualquier piso es mayor que 1.3 veces la misma dimensión en un piso adyacente, la estructura se considera irregular. Se exceptúa el caso de los altillos de un solo piso.

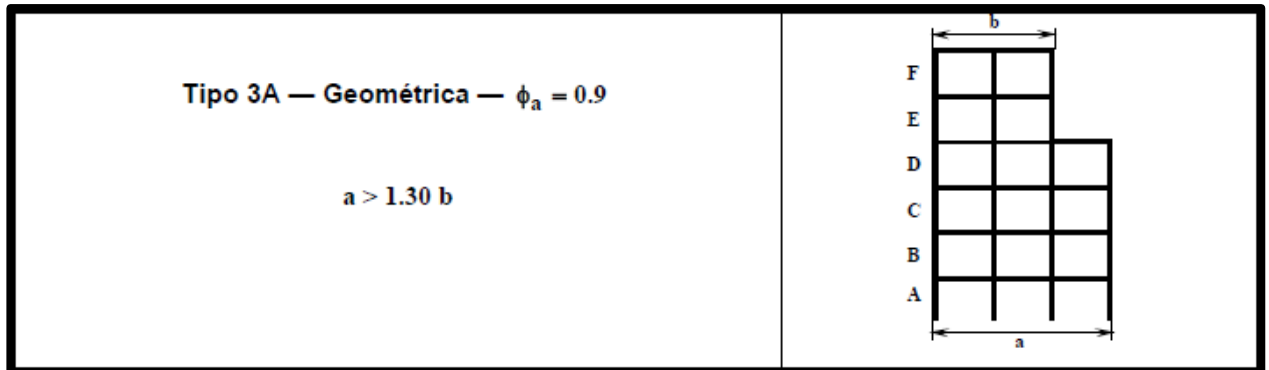


Figura 80. Irregularidad geométrica.

Reglamento colombiano de construcción sismo resistente (NSR-10).

4A. desplazamiento dentro del plano de acción: La estructura se considera irregular cuando existen desplazamientos en el alineamiento de elementos verticales del sistema de resistencia sísmica, dentro del mismo plano que los contiene, y estos desplazamientos son mayores que la dimensión horizontal del elemento. Cuando los elementos desplazados solo sostienen la cubierta de la edificación sin otras cargas adicionales de tanques o equipos, se eximen de esta consideración.

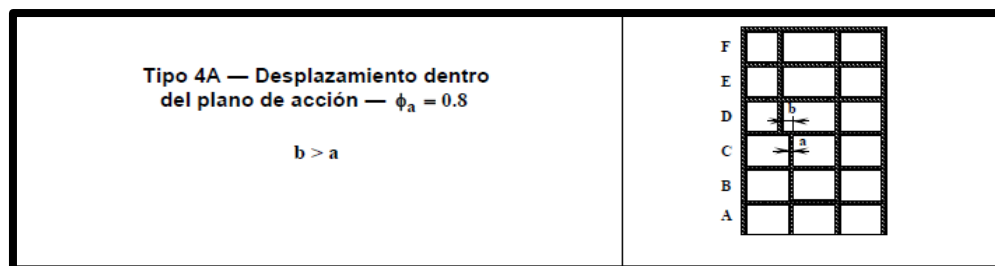


Figura 81. Irregularidad en el plano de acción.

Reglamento colombiano de construcción sismo resistente (NSR-10).

Esta irregularidad se manifiesta cuando existen interrupciones en la longitud de las columnas, se considera irregular porque estas interrupciones en el alzado de la columna crean excentricidades y momentos adicionales que sobre esfuerzan las vigas que conectan estos elementos. Dado que en el edificio 102 no existen desplazamientos en las columnas no es necesario hacer la verificación de este tipo de irregularidad.

5aA. Piso débil (discontinuidad en la resistencia): Cuando la resistencia del piso es menor del 80 por ciento de la del piso inmediatamente superior pero superior o igual al 65 por ciento, entendiendo la resistencia del piso como la suma de la resistencia de todos los elementos que comparten el cortante del piso para la dirección considerada, la estructura se considera irregular.

5bA. Piso débil (discontinuidad extrema en la resistencia): Cuando la resistencia del piso es menor del 65 por ciento de la del piso inmediatamente superior, entendiendo la resistencia del piso como la suma de las resistencias de todos los elementos que comparten el cortante del piso para dirección considerada, la estructura se considera irregular.

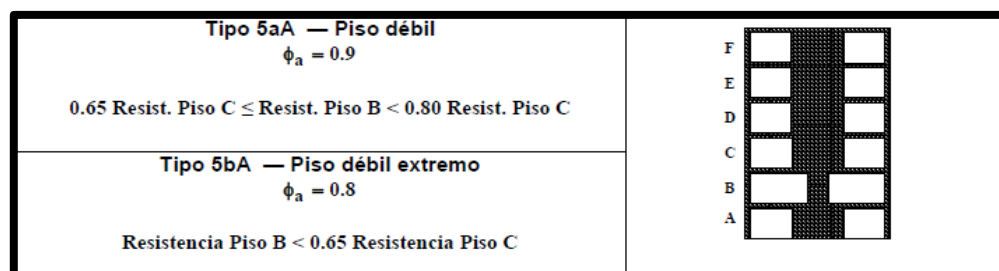


Figura 82. Irregularidad piso débil.

Reglamento colombiano de construcción sismo resistente (NSR-10).

Esta irregularidad se presenta cuando el ancho de los elementos verticales en algún piso se disminuye, cuando se presente esa situación se debe hacer un análisis de resistencia. En el caso del edificio 102 no existen cambios de sección en el desarrollo de los elementos verticales.

ϕ_p : coeficiente de reducción de la capacidad de disipación de energía causada por irregularidades en planta de la edificación, ver **A.3.3.4**.

1aP. Irregularidad torsional: La irregularidad torsional existe en una edificación con diafragma rígido, la máxima deriva de piso de un extremo de la estructura, calculada incluyendo la torsión accidental y medida perpendicularmente a un eje

determinado, es más de 1.4 veces la deriva promedio de los dos extremos de la estructura, con respecto al mismo eje de referencia.

1bP. Irregularidad torsional extrema: La irregularidad torsional extrema existe cuando en una edificación con diafragma rígido, la máxima deriva de piso de un extremo de la estructura, calculada incluyendo la torsión accidental y medida particularmente a un eje determinado, es más de 1.4 veces la deriva promedio de los dos extremos de la estructura, con respecto al mismo eje de referencia.

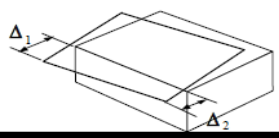
Tipo 1aP — Irregularidad torsional $\phi_p = 0.9$	Tipo 1bP — Irregularidad torsional extrema $\phi_p = 0.8$
$1.4 \left(\frac{\Delta_1 + \Delta_2}{2} \right) \geq \Delta_1 > 1.2 \left(\frac{\Delta_1 + \Delta_2}{2} \right)$	$\Delta_1 > 1.4 \left(\frac{\Delta_1 + \Delta_2}{2} \right)$
	

Figura 83. Irregularidad torsional.

Reglamento colombiano de construcción sismo resistente (NSR-10).

Ver análisis de irregularidad torsional y torsional extrema en el aparte 4.6.1 análisis de irregularidades del presente documento.

2P. Retrocesos excesivos en esquinas: La configuración de una estructura se considera irregular cuando esta tiene retrocesos excesivos en sus esquinas. Un retroceso se considera excesivo cuando las proyecciones de la estructura, a ambos lados del retroceso, son mayores al 15 por ciento, entre niveles consecutivos, la estructura se considera irregular.

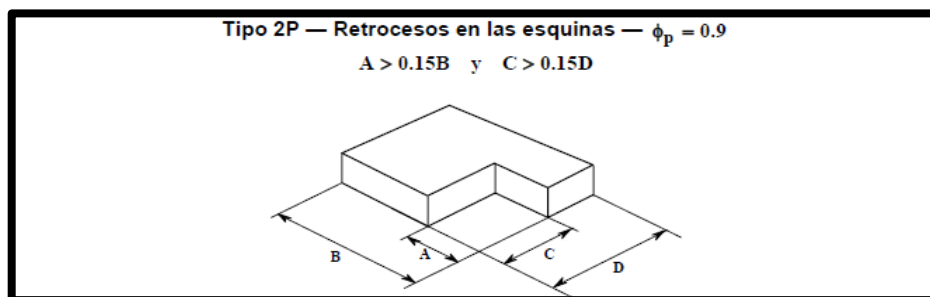


Figura 84. Irregularidad retrocesos en esquina.

Reglamento colombiano de construcción sismo resistente (NSR-10).

La arquitectura del proyecto edificio 102 es bastante regular es un rectángulo que se desarrolla desde pisos 3 hasta cubierta sin retrocesos en esquinas.

3P. Discontinuidades en el diafragma: Cuando el diafragma tiene discontinuidades considerables o variaciones en su rigidez, incluyendo las causadas por aberturas, entradas, retrocesos o huecos con áreas mayores al 50 por ciento, entre niveles consecutivos, la estructura se considera irregular.

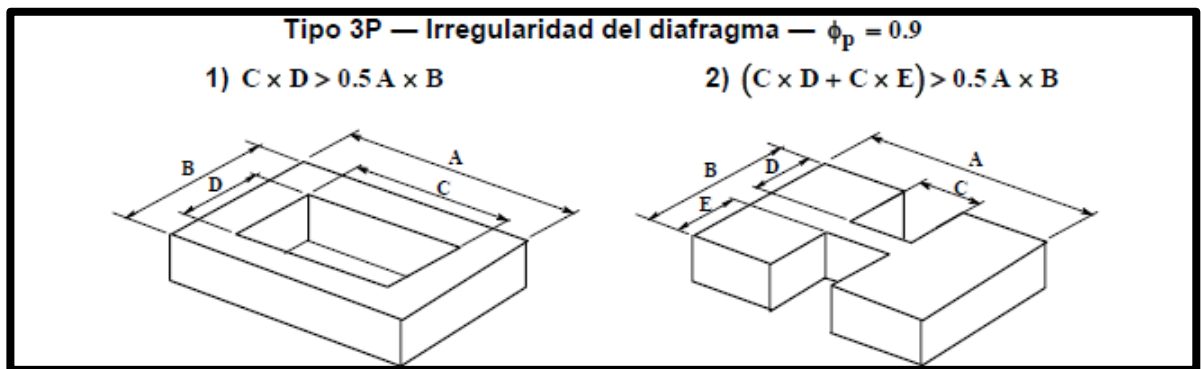


Figura 85. Irregularidad del diafragma.

Reglamento colombiano de construcción sismo resistente (NSR-10).

No existen vacíos de gran tamaño ni tampoco retrocesos considerables. Por lo cual este análisis será que la estructura es regular.

4P. Desplazamientos del plano de acción de elementos verticales: la estructura se considera irregular cuando existen discontinuidades en las trayectorias de las fuerzas inducidas por efectos sísmicos, tales como cuando se traslada el plano que contiene a un grupo de elementos verticales del sistema de resistencia sísmica, en una dirección perpendicular a él, generando un nuevo plano. Los altillos o mansardas de un solo piso se eximen de este requisito.

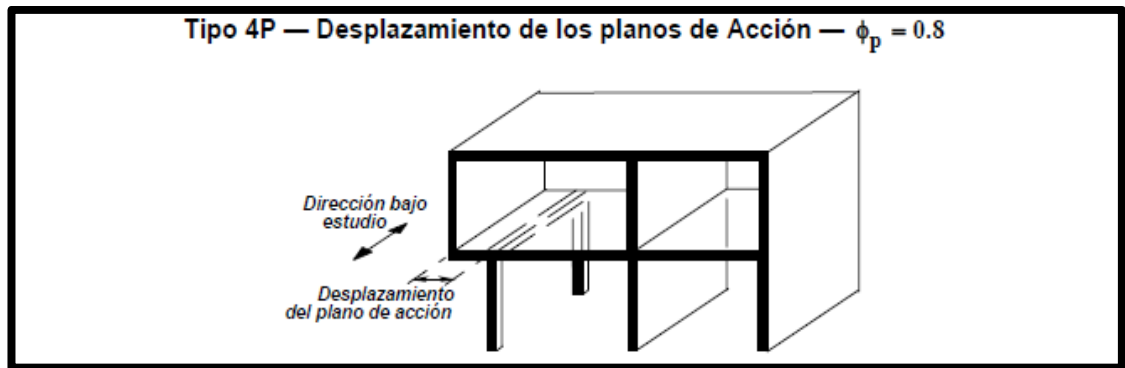


Figura 86. Desplazamiento en el plano de acción.

Reglamento colombiano de construcción sismo resistente (NSR-10).

Esta irregularidad se manifiesta cuando existen interrupciones en la longitud de las columnas, se considera irregular porque estas interrupciones en el alzado de la columna crean excentricidades y momentos adicionales que sobre esfuerzan las vigas que conectan estos elementos. Dado que en el edificio 102 no existen desplazamientos en las columnas no es necesario hacer la verificación de este tipo de irregularidad.

5P. Sistemas no paralelos: Cuando las direcciones de acción horizontal de los elementos verticales del sistema de resistencia sísmica no son paralelas o simétricas con respecto a los ejes ortogonales horizontales principales del sistema de resistencia sísmica, la estructura se considera irregular.

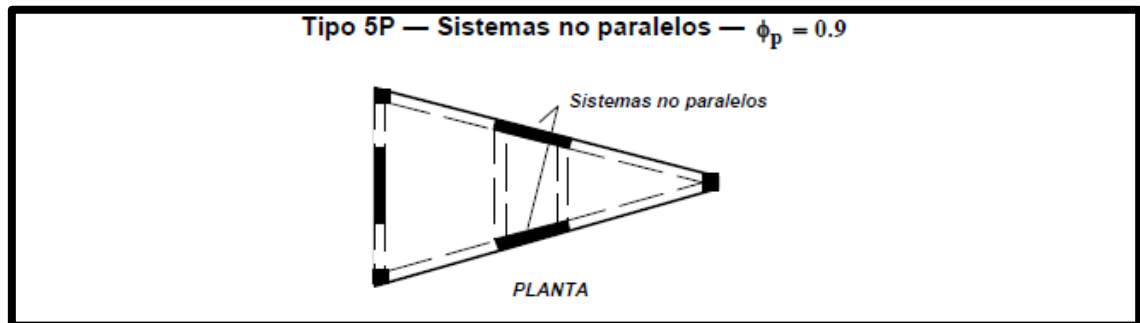


Figura 87. Irregularidad sistemas no paralelos.

Reglamento colombiano de construcción sismo resistente (NSR-10).

Al ser la estructura tan regular este tipo de irregularidad no aplica dado que siempre los pórticos van hacer paralelos.

ϕ_r : coeficiente de reducción de la capacidad de disipación de energía causada por ausencia de redundancia en el sistema de resistencia sísmica, ver **A.3.3.8**.

En edificaciones con sistema estructural con capacidad de disipación de energía moderada (DMO) y especial (Des), el valor del factor de reducción de resistencia por ausencia de redundancia en el sistema estructural de resistencia sísmica ϕ_r , se le puede asignar un valor de la unidad ($\phi_r = 1.00$) cuando en todos los pisos que resistan más del 35 por ciento del cortante basal en la dirección de estudio.

5.6.1 ANÁLISIS DE IRREGULARIDADES

Posteriormente, se debe hacer un análisis para saber, qué irregularidades puede tener la estructura. Con respecto a las irregularidades en altura:

PARAMETRO	Si	No	Factor de Reducción
Piso Flexible (Irregularidad en Rigidez)		x	0.9
Piso Flexible (Irregularidad extrema en Rigidez)		x	0.8
Distribución de Masas		x	0.9
Geométrica		x	0.9
Desplazamiento del Plano de Acción		x	0.8
Piso Débil (Discontinuidad en la resistencia)		x	0.9
Piso Débil (Discontinuidad extrema en la resistencia)		x	0.8

Tabla 16. Análisis de irregularidades en altura.

No se encontró que existieran razones para asignarle al coeficiente de reducción de disipación de energía causada por irregularidades en altura un valor diferente a $\phi_a = 1.00$, de acuerdo a lo descrito en **A.3.3.5**.

Irregularidades en planta

Para realizar un análisis de irregularidades torsional y torsional extrema es necesario crear una hoja de cálculo en la cual se pueda evidenciar si efectivamente la estructura es o no irregular.

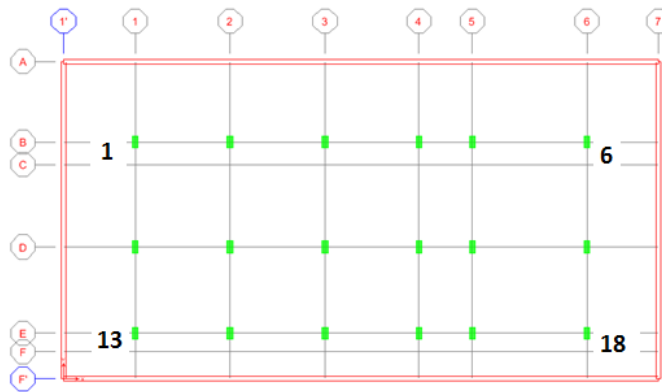


Figura 88. Esquema para revisión del análisis estructural.

SISMO EN X

Caso de carga: 3

	Columnas Eje Vertical		$\frac{1.2 * (\Delta 1 + \Delta 2)}{2}$	$\frac{1.4 * (\Delta 1 + \Delta 2)}{2}$	Irregularidad Torsional	Irregularidad Torsional Extrema
	1	13				
	$\Delta 1$ (cm)	$\Delta 2$ (cm)				
CUBIERTA	1.02	1.05	1.24	1.45	NO	NO
PISO 6	1.66	1.70	2.02	2.35	NO	NO
PISO 5	2.21	2.26	2.68	3.13	NO	NO
PISO 4	2.60	2.66	3.16	3.68	NO	NO
PISO 3	2.49	2.59	3.05	3.56	NO	NO
PISO 2	1.55	1.63	1.91	2.23	NO	NO
PISO 1	0.02	0.02	0.02	0.03	NO	NO

Tabla 17. Análisis de irregularidades torsional y torsional extrema eje vertical 1 y 13.

Para saber si corresponde o no asignarle la irregularidad torsional, se debe ver si el valor de las derivas es menor que el valor calculado en la cuarta columna, entonces NO tiene irregularidad torsional.

Para determinar si posee irregularidad torsional extrema, el procedimiento es similar, si el valor de las derivas, es menor al valor calculado en la quinta columna, NO tiene irregularidad torsional extrema.

	Columnas Eje Vertical		$\frac{1.2*(\Delta1 + \Delta2)}{2}$	$\frac{1.4*(\Delta1 + \Delta2)}{2}$	Irregularidad Torsional	Irregularidad Torsional Extrema
	6	18				
	$\Delta1$ (cm)	$\Delta2$ (cm)				
CUBIERTA	1.02	1.05	1.24	1.45	NO	NO
PISO 6	1.66	1.70	2.02	2.35	NO	NO
PISO 5	2.21	2.26	2.69	3.13	NO	NO
PISO 4	2.60	2.66	3.16	3.69	NO	NO
PISO 3	2.50	2.59	3.05	3.56	NO	NO
PISO 2	1.56	1.64	1.92	2.24	NO	NO
PISO 1	0.02	0.02	0.02	0.03	NO	NO

Tabla 18. Análisis de irregularidades torsional y torsional extrema eje vertical 6 y 18.

SISMO EN Y

Caso de carga: 5

	Columnas Eje Vertical		$\frac{1.2*(\Delta1 + \Delta2)}{2}$	$\frac{1.4*(\Delta1 + \Delta2)}{2}$	Irregularidad Torsional	Irregularidad Torsional Extrema
	1	6				
	$\Delta1$ (cm)	$\Delta2$ (cm)				
CUBIERTA	1.01	1.01	1.21	1.42	NO	NO
PISO 6	1.66	1.66	1.99	2.33	NO	NO
PISO 5	2.21	2.21	2.65	3.10	NO	NO
PISO 4	2.59	2.59	3.11	3.63	NO	NO
PISO 3	2.50	2.50	3.00	3.50	NO	NO
PISO 2	1.54	1.55	1.85	2.16	NO	NO
PISO 1	0.01	0.01	0.01	0.01	NO	NO

Tabla 19. Análisis de irregularidades torsional y torsional extrema eje vertical 1 y 6.

	Columnas Eje Vertical		$\frac{1.2*(\Delta1 + \Delta2)}{2}$	$\frac{1.4*(\Delta1 + \Delta2)}{2}$	Irregularidad Torsional	Irregularidad Torsional Extrema
	13	18				
	$\Delta1$ (cm)	$\Delta2$ (cm)				
CUBIERTA	1.04	1.04	1.25	1.46	NO	NO
PISO 6	1.69	1.69	2.03	2.37	NO	NO
PISO 5	2.25	2.25	2.70	3.15	NO	NO
PISO 4	2.66	2.66	3.19	3.73	NO	NO
PISO 3	2.58	2.58	3.10	3.62	NO	NO
PISO 2	1.63	1.64	1.96	2.29	NO	NO
PISO 1	0.02	0.02	0.02	0.03	NO	NO

Tabla 20. Análisis de irregularidades torsional y torsional extrema eje vertical 13 y 18.

Como se puede observar la estructura, NO posee irregularidad torsional, ni tampoco torsional extrema.

PARAMETRO	Si	No	Factor de Reducción
Irregularidad Torsional		x	0.9
Irregularidad Torsional Extrema		x	0.8
Retrocesos en las Esquinas		x	0.9
Discontinuidades en el Diafragma		x	0.9
Desplazamiento del Plano de Acción		x	0.8
Sistemas no Paralelos		x	0.9

Tabla 21. Análisis irregularidades en planta.

No se encontró que existieran razones para asignarle al coeficiente de reducción de disipación de energía causada por irregularidades en planta un valor diferente a $\phi_p = 1.00$, de acuerdo a lo descrito en **A.3.3.4.**

PARAMETRO	Si	No	Factor de Reducción
Ausencia de redundancia en el sistema sismo-resistente		x	0.75

Tabla 22. Análisis ausencia de redundancia.

De acuerdo con lo dispuesto, en **A.3.3.8**, no se encuentran razones para asignarle este tipo de irregularidad $\phi_r = 1.00$. Para este tipo de irregularidad el análisis que se realiza es articular algún pórtico de la estructura en el modelo es decir que deje de

ser parte del sistema sísmico, después de hacer esto se extraen los datos de desplazamientos y se vuelve hacer el análisis de irregularidad torsional. Si la estructura es irregular con este cambio también tiene ausencia de redundancia. En la estructura en cuestión al hacer este cambio no se evidencio la irregularidad torsional por ende no existen razones para asignarle esta irregularidad.

Para concluir, conociendo cada uno de los coeficientes que afectan el coeficiente de disipación de energía.

$$R = \phi_a \phi_p \phi_r R_0(12)$$

$$R = (1.00) \times (1.00) \times (1.00) \times (5.00) = 5.00$$

$$\Omega = 3.00$$

5.7 COMBINACIONES PARA EL DISEÑO

Puesto que las combinaciones de diseño a flexión y cortante están en función de los factores de ajuste, el coeficiente de disipación de energía y el coeficiente de sobre resistencia. En consecuencia, los casos de carga se deben calcular de la siguiente manera.

Diseño de columnas y vigas a flexión

D1) 1.40 C.M

D2) 1.20 C.M + 1.60 C.V

Para el cálculo de los coeficientes de las fuerzas sísmicas, serán:

Recordando que nuestro **R = 5.00** y nuestros factores de ajuste son **Fx= 1.09** y **Fy=1.13**.

D3) 1.20 C.M + 1.00 C.V + 0.18 SPX + 0.06 SPY

$$SPX = \frac{1.00}{R F_x} = \frac{1.00}{(5.00) * (1.09)} = 0.18$$

$$SPY = \frac{0.30}{R F_y} = \frac{0.30}{(5.00) * (1.13)} = 0.06$$

D4) 1.2 C.M + 1.0 C.V + 0.06 SPX + 0.18 SPY

$$SPX = \frac{0.30}{R F_x} = \frac{0.30}{(5.00) * (1.09)} = 0.06$$

$$SPY = \frac{1.00}{R F_y} = \frac{1.00}{(5.00) * (1.13)} = 0.18$$

D5) 0.9 C.M + 0.18 SPX + 0.06 SPY

$$SPX = \frac{1.00}{R F_x} = \frac{1.00}{(5.00) * (1.09)} = 0.18$$

$$SPY = \frac{0.30}{R F_y} = \frac{0.30}{(5.00) * (1.13)} = 0.06$$

D6) 0.9 C.M + 0.06 SPX + 0.18 SPY

$$SPX = \frac{0.30}{R F_x} = \frac{0.30}{(5.00) * (1.09)} = 0.06$$

$$SPY = \frac{1.00}{R F_y} = \frac{1.00}{(5.00) * (1.13)} = 0.18$$

Diseño de columnas a cortante

DC1) 1.4 C.M

DC2) 1.2 C.M + 1.6C.V

DC3) 1.2 C.M + 1.0 C.V + 0.55 SPX + 0.16 SPY

$$SPX = \frac{1.00\Omega}{R F_x} = \frac{1.00 * 3.00}{(5.00) * (1.09)} = 0.55$$

$$SPY = \frac{0.30 \Omega}{R F_y} = \frac{0.30 * 3.00}{(5.00) * (1.13)} = 0.16$$

DC4) 1.2 C.M + 1.0 C.V + 0.16 SPX + 0.55 SPY

$$SPX = \frac{0.30 \Omega}{R F_x} = \frac{0.30 * 3.00}{(5.00) * (1.09)} = 0.16$$

$$SPY = \frac{1.00 \Omega}{R F_y} = \frac{1.00 * 3.00}{(5.00) * (1.13)} = 0.55$$

DC5) 0.9 C.M + 0.55 SPX + 0.16 SPY

$$SPX = \frac{1.00 \Omega}{R F_x} = \frac{1.00 * 3.00}{(5.00) * (1.09)} = 0.55$$

$$SPY = \frac{0.30 \Omega}{R F_y} = \frac{0.30 * 3.00}{(5.00) * (1.13)} = 0.16$$

DC6) 0.9 C.M + 0.16 SPX + 0.55 SPY

$$SPX = \frac{0.30 \Omega}{R F_x} = \frac{0.30 * 3.00}{(5.00) * (1.09)} = 0.16$$

$$SPY = \frac{1.00 \Omega}{R F_y} = \frac{1.00 * 3.00}{(5.00) * (1.13)} = 0.55$$

Diseño de vigas a cortante

DV1) 1.4 C.M

DV2) 1.2 C.M + 1.6 C.V

DV3) 1.2 C.M + 1.0 C.V + 0.37 SPX + 0.11 SPY

$$SPX = \frac{2.00}{R F_x} = \frac{2.00}{(5.00) * (1.09)} = 0.37$$

$$SPY = \frac{0.60}{R F_y} = \frac{0.60}{(5.00) * (1.13)} = 0.11$$

DV4) 1.2 C.M + 1.0 C.V + 0.11 SPX + 0.37 SPY

$$SPX = \frac{0.60}{R F_x} = \frac{0.60}{(5.00) * (1.09)} = 0.11$$

$$SPY = \frac{2.00}{R F_y} = \frac{2.00}{(5.00) * (1.13)} = 0.37$$

DV5) 0.9 C.M + 0.37 SPX + 0.11 SPY

$$SPX = \frac{2.00}{R F_x} = \frac{2.00}{(5.00) * (1.09)} = 0.37$$

$$SPY = \frac{0.60}{R F_y} = \frac{0.60}{(5.00) * (1.13)} = 0.11$$

DV6) 0.9 C.M + 0.11 SPX + 0.37 SPY

$$SPX = \frac{0.60}{R F_x} = \frac{0.60}{(5.00) * (1.09)} = 0.11$$

$$SPY = \frac{1.00}{R F_y} = \frac{2.00}{(5.00) * (1.13)} = 0.37$$

En consecuencia, después de calcular los coeficientes de los casos de carga del diseño a flexión y cortante de columnas y vigas, es primordial hacer esos cambios directamente en el modelo estructural, para ello se debe ir a **Define** ➔ **Load Combinations**.

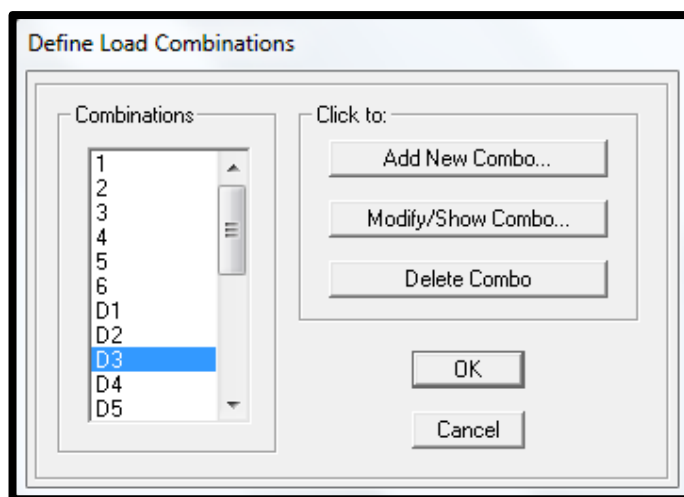


Figura 89. Definir combinaciones de carga.

Se elige la combinación que se desea modificar y clic en “Modify/Show Combo”.

Load Combination Data

Load Combination Name: D3

Load Combination Type: ADD

Define Combination

Case Name	Scale Factor
SPY Spectra	0.05
DEAD Static Load	1.2
DEADMASS Static Load	1.2
LIVE Static Load	1
SPX Spectra	0.17
SPY Spectra	0.05

Buttons: Add, Modify, Delete, OK, Cancel

Figura 90. Datos de combinación de carga.

En esta ventana se elige la carga que se desea modificar, una vez allí se debe poner el número del coeficiente antes calculado y ok. Este procedimiento se debe realizar con cada una de las combinaciones de carga.

6 CAPÍTULO 6. DISEÑO

En el medio colombiano los aplicativos que más se utilizan en el área de diseño estructural, además de ETABS es el DC-CAD, este último es un programa que tiene por fin hacer los despieces de vigas, columnas y pantallas.

Este programa analiza la estructura, lo único que necesita es un archivo de solicitaciones y la geometría del proyecto estos se obtienen directamente del ETABS. Para hallar las solicitaciones que se necesitan para que el DC-CAD pueda hacer el análisis de cada uno de los elementos se debe generar un archivo .txt, para obtenerlo la ruta es, **File**➤**PrintTables**➤**Analysis Output**.

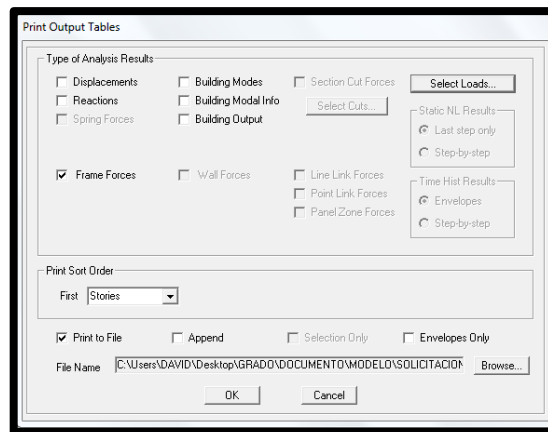


Figura 91. Datos de salida.

En esta ventana se debe activar “Frame Forces” y “Print to File” después de activar la opción anterior se debe buscar la carpeta que contiene el modelo y se recomienda guardar el archivo allí con el nombre “SOLICITACIONES”. Pero antes se deben escoger las combinaciones de diseño, esto se hace dando clic en “Select Loads”.

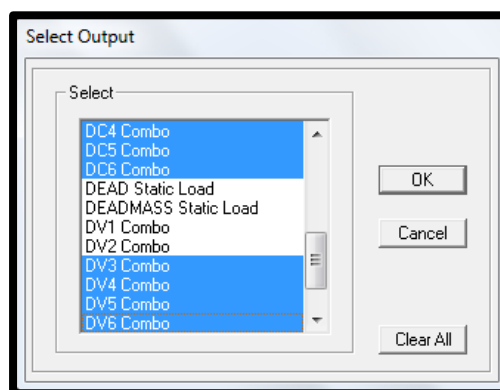


Figura 92. Selección de combos de diseño.

En esta ventana se deben escoger, los combos de diseño a flexión y cortante tanto para vigas como para columnas. En este momento ya se creó el archivo .txt, que necesita el DC-CAD para leer las solicitudes de los elementos.

Ahora es momento de cargar la geometría y las solicitudes de nuestro modelo al DC-CAD, este programa tiene una interfaz muy sencilla en la primera ventana, se encuentran tres opciones: Abrir proyecto, Nuevo proyecto y Crear Proyecto viguetas. En este caso específico se debe elegir Nuevo proyecto.

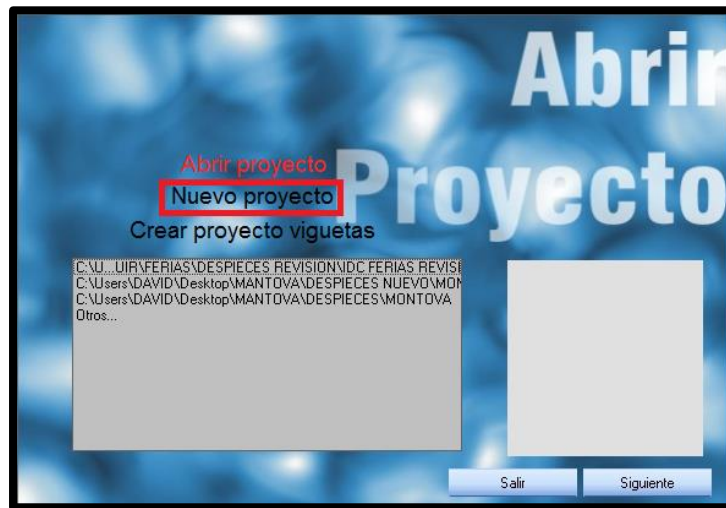


Figura 93. DC-CAD nuevo proyecto.

Al dar clic en Nuevo proyecto se desplegará la siguiente ventana:



Figura 94. DC-CAD estructura analizada en ETABS.

En esta ventana se debe escoger el programa con el cual se hizo la modelación en este caso “Etabs 7,8,9”, las unidades deben ser consistentes con las del modelo, por ende, las dimensiones serán metros y las solicitaciones en Kilonewtons. En este momento se desplegará una ventana para buscar el archivo con extensión (.\$ET) este lo genera ETABS automáticamente. Se escoge y se selecciona la opción en abrir.

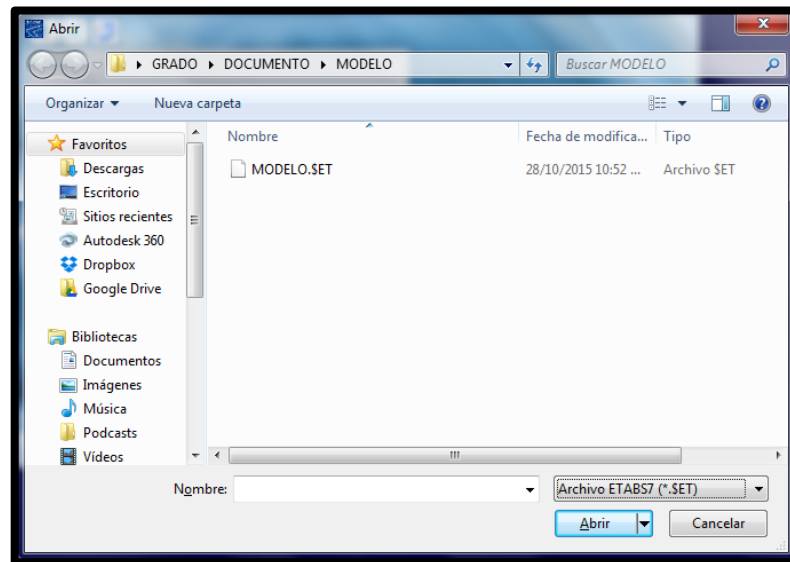


Figura 95. Buscar modelo.

Una vez ya ha leído el archivo de la geometría, se debe ver en el costado superior izquierdo esta ventana.

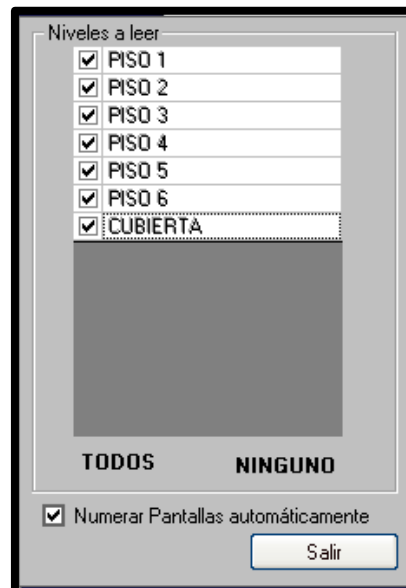


Figura 96. Niveles a leer.

Esta ventana muestra cuales son los niveles de la estructura si se desea se puede elegir o no alguno de los niveles, y se selecciona la opción salir.

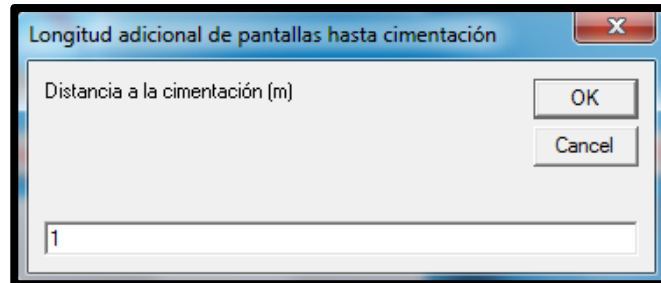


Figura 97. Distancia a cimentación.

El programa genera esta ventana en la cual se le debe asignar una altura a la cimentación, por ejemplo, será de un metro. Después de seleccionar la opción ok, el programa automáticamente abre una ventana en la que se debe buscar el archivo "Solicitaciones".

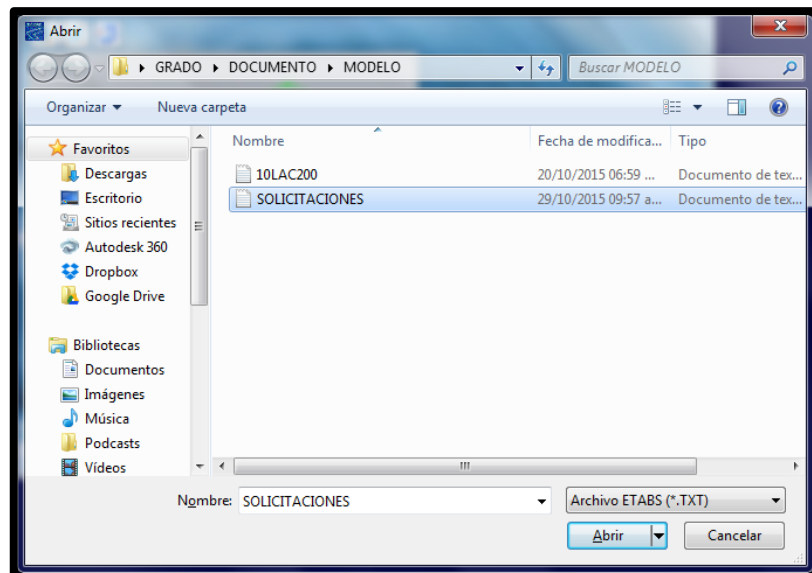


Figura 98. Buscar solicitudes.

Al elegir y abrir el archivo, el programa toma unos cuantos minutos, importando los datos de las solicitudes de cada elemento. Una vez terminó, se debe ver una ventana como esta.

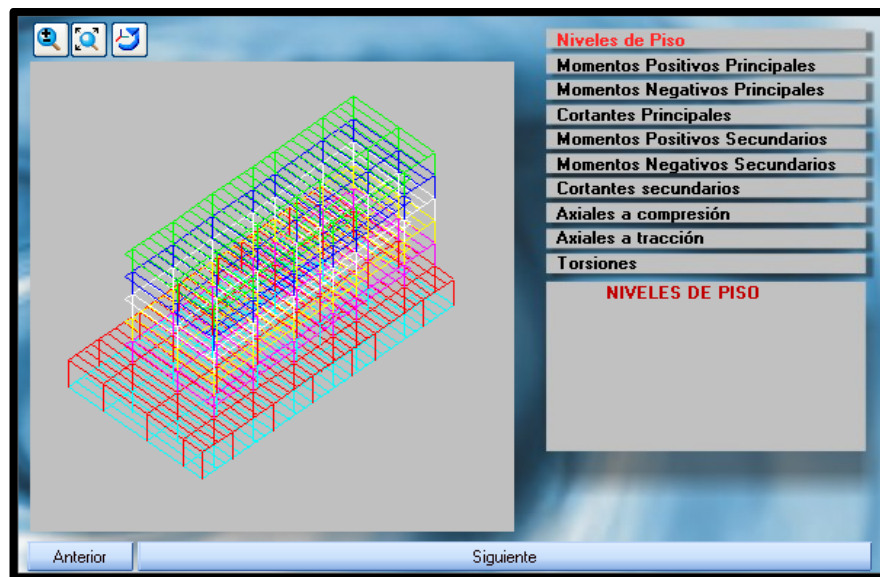


Figura 99. Geometría y solicitaciones cargadas.

En esta ventana se ve un esquema de la estructura y la lista de solicitaciones que importó del ETABS. Se selecciona la opción siguiente, y se desplegará la ventana principal del programa.

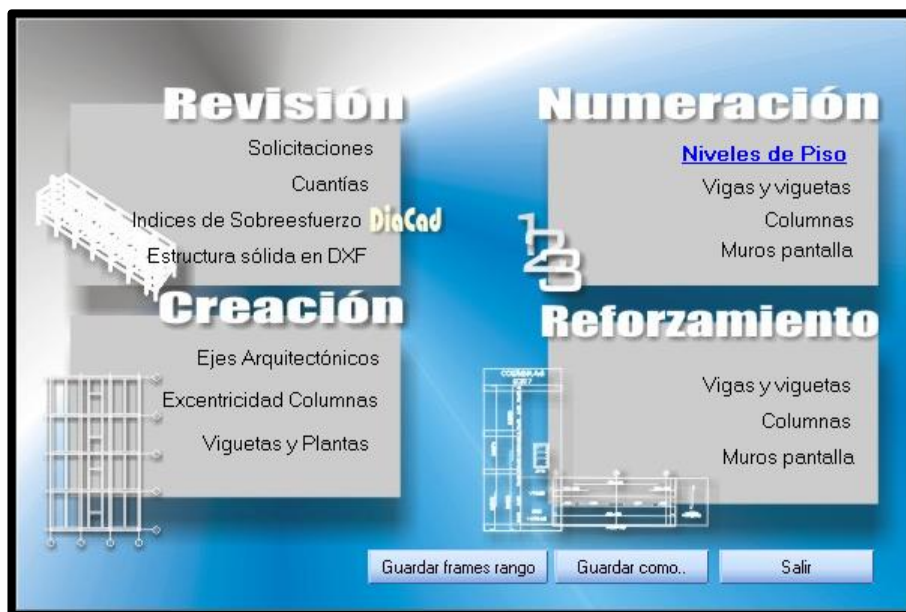


Figura 100. Ventana principal DC-CAD.

Lo primero que se debe hacer es numerar los elementos, tanto horizontales como verticales, se sugiere comenzar por las columnas.

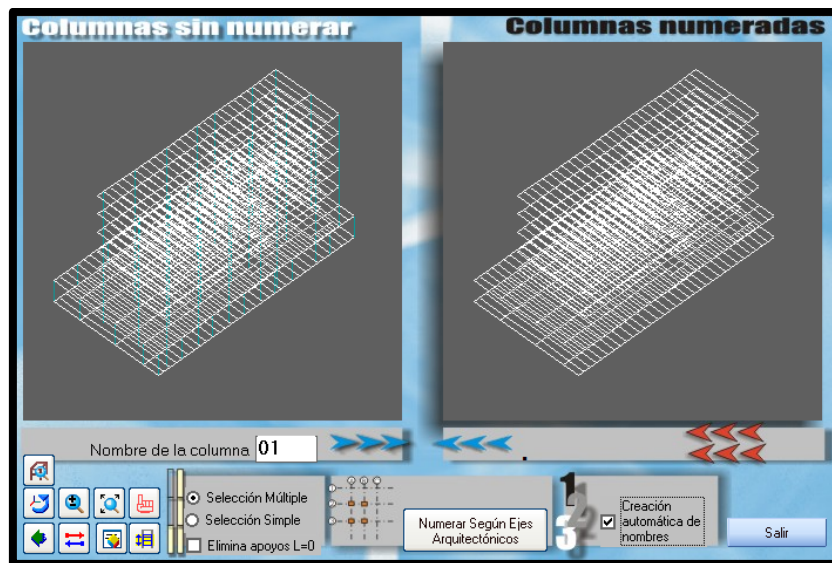


Figura 101. Numeración de columnas.

En esta ventana se activa la opción “Creación automática de nombres”, y se selecciona la opción “Numerar Según Ejes Arquitectónicos”. Donde enumeran los elementos verticales.

El proceso para numerar las vigas tiene más trabajo, de acuerdo a las plantas estructurales se enumeran las vigas en el programa, para esto se debe elegir en la pantalla principal **Numeración Vigas y Viguetas**.

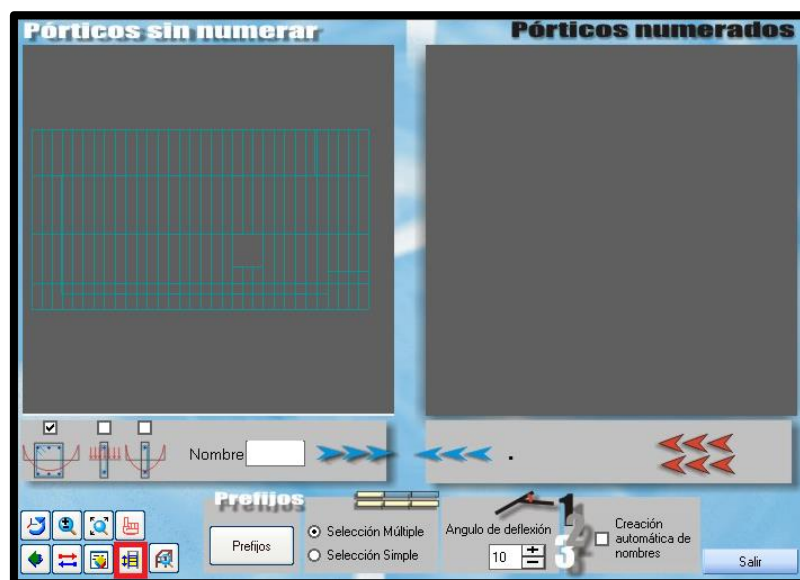


Figura 102. Numeración de vigas.

El programa por defecto carga todos los pisos, dado que no todos los pisos son iguales exceptuando los pisos tipo, se debe elegir uno a la vez, por consiguiente, se debe dar clic en el icono señalado con el recuadro rojo y se desplegará la siguiente ventana.

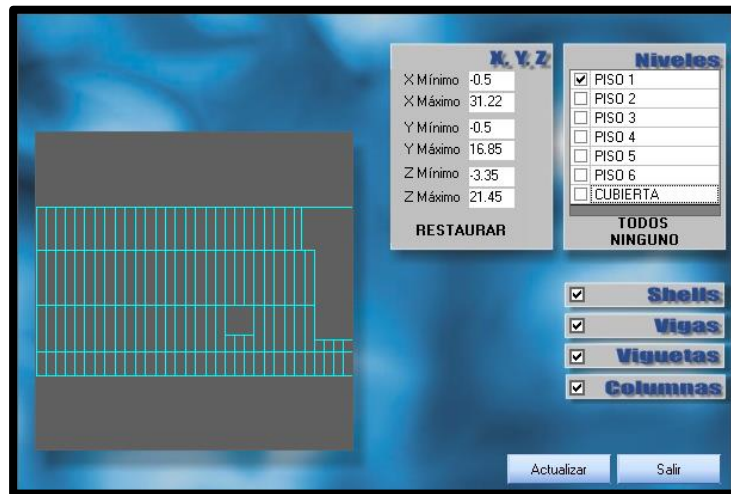


Figura 103. Selección de niveles.

Allí se elegirá el piso al cual se quiere comenzar a enumerar, en este caso, se comienza con el piso 1, se selecciona la opción actualizar y en la ventana anterior ya solo estará el piso 1 para comenzar a nombrarlo.

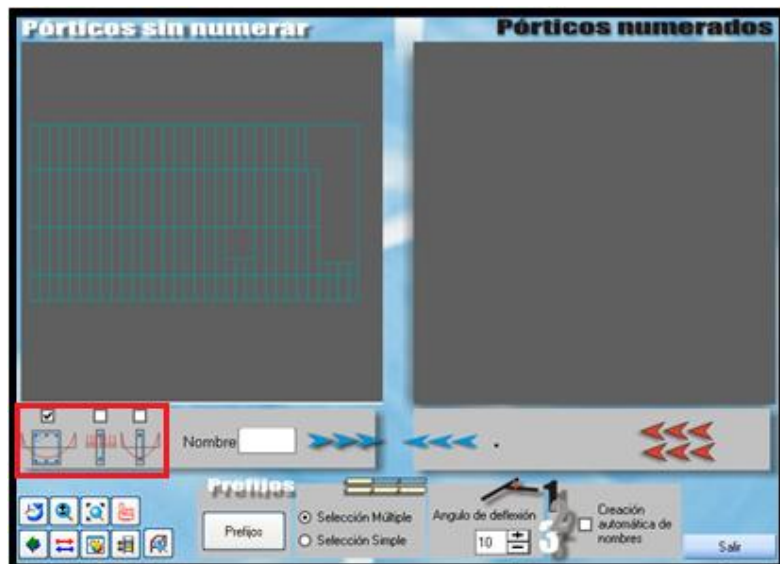


Figura 104. Selección viga principal o vigueta.

En el recuadro rojo se muestra, el tipo de elemento que se va a nombrar, el primero es viga principal con solicitaciones, el segundo vigueta con carga y la última vigueta con solicitaciones, en este caso todas las vigas principales tendrán activo el primero y para las viguetas el tercero. Una vez se elija entre viga principal o vigueta se asigna el nombre en el vano destinado para eso y se selecciona la opción de las tres flechas que miran a la derecha. Este procedimiento se debe realizar con cada piso.

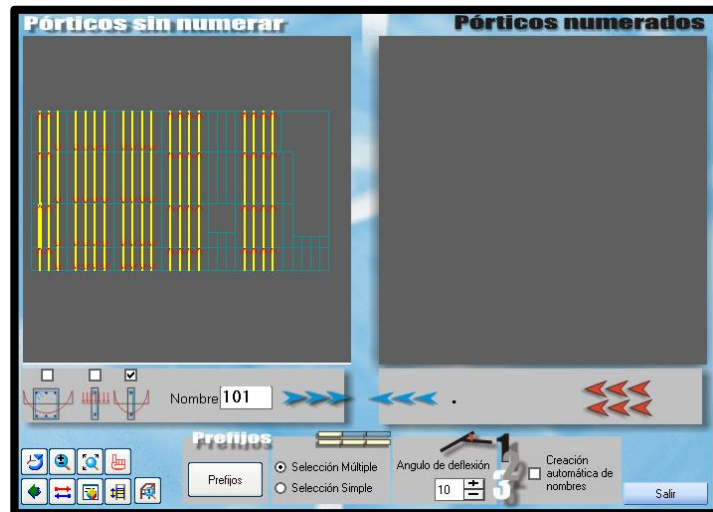


Figura 105. Numeración.

Una vez numerados todos los elementos, el paso siguiente es asignar el refuerzo, correspondiente a cada elemento.



Figura 106. Refuerzo.

Se sugiere comenzar por las vigas, se elige en la columna de “Reforzamiento” vigas y viguetas.

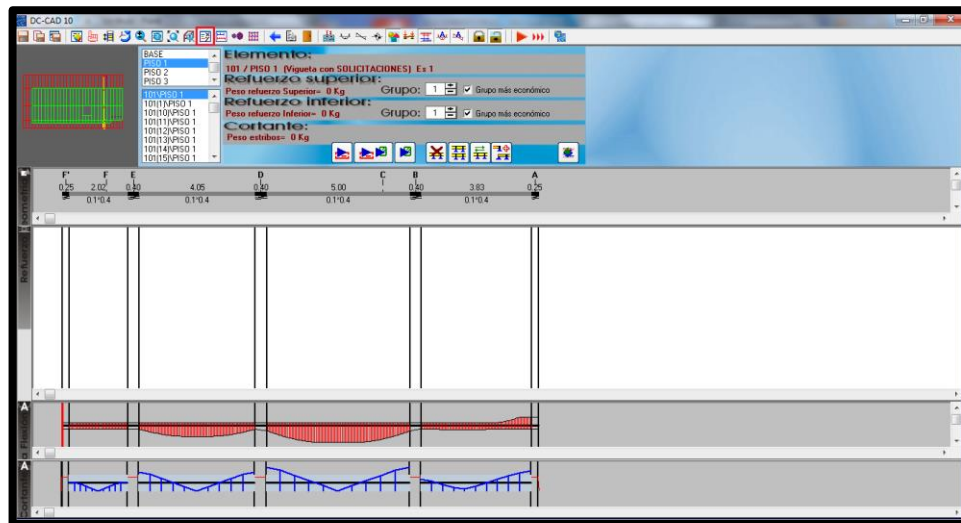


Figura 107. Pantalla para adicionar refuerzo.

Esta es el área de trabajo del DC-CAD, es en este lugar donde se hacen los despieces. Lo primero que se debe hacer es ajustar las variables. Esto se hace dando clic en el recuadro rojo (Variables), y se desplegará la siguiente ventana:

Normas y combinaciones.



Figura 108. Normas y combinaciones.

En esta ventana se debe elegir la norma, por defecto el software tiene muchas normas cargadas, en el caso del proyecto EDIFICIO 102, se elige “Colombia/NSR-10/DMO-Moderada”, en la lista de factores adicionales se deja igual.

En la lista de combinaciones, dado que ETABS trabaja con las combinaciones máximas y mínimas, si la combinación de carga tiene sismo este va tomar tanto el valor positivo como el negativo del momento, esa es la razón por la que en el DC-CAD aparece el nombre de las combinaciones que creamos y el sufijo máximo o mínimo. Debido a que no se necesitan los valores mínimos para diseñar se debe desactivar todas las combinaciones que digan “MIN”.

Otro tema a tener en cuenta de la combinación D1 a la D6 son las combinaciones destinadas a flexión, al desactivar los mínimos ya está bien. Pero también se deben desactivar todas las combinaciones que tengan que ver con las columnas dado que vamos a evaluar vigas, es decir se deben desactivar las combinaciones de las DC3 a la DC6. Y por último se deben desactivar en las combinaciones de carga todos los momentos destinados para diseñar vigas.

Barras de refuerzo

Archivo

Normas y combinaciones **Barras de Refuerzo** Concreto Tendencia del refuerzo

Refuerzo Longitudinal

fy (Mpa) 420

Def.	Usar	Solo Const.
#2	☐	☐
#3	☐	☐
#4	☐	☐
#5	☒	☐
#6	☒	☐
#7	☒	☐
#8	☒	☐
#10	☐	☐

EDITAR BARRAS DE REFUERZO

Longitud mínima (m) 2

Incremento de longitudes(m) 0.5

☒ Proteger áreas 1/10 de luz

Refuerzo Transversal

Estribos

Externo #3

Ganchos #3

Longitud Adicional gancho (mm) 0

☒ Usar para diseño el cortante en la cara del apoyo

Longitud de la zona de confinamiento 2.4 **Veces H**

☒ Confinar alrededor de Apoyo tipo VIGA

☐ Calcular cortante plástico

Ramas de estribos

Máxima Distancia (cm) 25

Máxima Distancia en zona de confinamiento(cm) 25

☒ Ramas ☐ Adicional ☐ Doble ☐ Solo adicional ☐ Solo doble

Separación entre estribos

Separación mínima entre estribos en centímetros 11

☒ Usar separación mínima en zonas de confinamiento

Separación MÁXIMA entre estribos en centímetros 22

Delta de Separación en milímetros 5

☐ Usar solo cuatro zonas de estribos

☐ Colocar estribos de transición

Figura 109. Barras de refuerzo.

Refuerzo longitudinal: según lo especifica la NSR-10 en **C.21.3.4.3** el diámetro mínimo para capacidad moderada de energía es número cuatro (#4). De acuerdo con eso se deben activar las barras de la 4 a la 8. Y es obligatorio disponer dos barras arriba y abajo. Longitud mínima debe ser igual a dos metros, y el incremento de longitudes obedece a 0.5 esto por facilidad en la construcción y el incremento en las barras es cada 50 cm.

Refuerzo transversal: de acuerdo a lo descrito en la norma en **C.21.5.3**, la longitud de confinamiento será igual a dos veces la altura del elemento, se debe activar la opción “confinar alrededor del apoyo de la viga”. DC-CAD tiene varias opciones para determinar las ramas de los estribos, si se activa ramas el programa dispondrá un fleje cerrado y ganchos sencillos hasta completar la cuantía de corte.

La separación de los estribos se define según **C.21.5.3.2** y da varias opciones para determinarla. ($d/4$) es decir la distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal a tracción sobre cuatro. Y para el resto del vano ($d/2$).

Concreto

Archivo

Normas y combinaciones Barras de Refuerzo Concreto Tendencia del refuerzo

Concreto

f'c Vanos en Mpa

☒ 21
☐ 28
☐ 35

21 Mpa

f'c nudos en Mpa

☒ 21
☐ 28
☐ 35

21 Mpa

Tamaño Agregado en milímetros

☒ 19
☐ 25
☐ 40

19 mm

Recubrimiento del refuerzo longitudinal en milímetros:

Refuerzo Principal (d : al centro de las barras) 40

Extensión después del gancho 75

Recubrimiento de estribos en milímetros:

Lateral 40

Superior e Inferior 40

Figura 110. Concreto.

Según lo establece el reglamento en **C.21.1.4.2** la resistencia específica del concreto no debe ser menor a 21 MPa. Con tamaño de agregado iguala $\frac{3}{4}$ " o 19 mm.

En cuanto a los recubrimientos según **C.7.7.1** para concreto expuesto a la intemperie se tiene un mínimo de 4cm. Y la extensión después del gancho de acuerdo a **C.7.1.4** no debe ser menor a 7.5 mm.

Tendencia de refuerzo

En esta ventana se puede elegir los grupos de diseño, es decir elegir si se quiere usar varios diámetros de refuerzo. En este caso se sugiere utilizar solo dos tipos de diámetros por facilidad constructiva.

B Viga	Mínimo	Máximo
5 cm	1	2
10 cm	1	2
15 cm	2	3
20 cm	2	3
25 cm	2	4
30 cm	2	4
35 cm	3	5
40 cm	4	5
45 cm	4	6
50 cm	5	6

Figura 111. Tendencia de refuerzo.

El valor de la cuantía es el que se encuentra en **C.10.6**.

Posteriormente, y paso final es diseñar los elementos para esto nos podemos dirigir al icono.



Con este icono el programa diseñará todos los elementos de todos los niveles.

Después de hacer esto ya podemos sacar el diseño que hizo el programa, para esto se debe dirigir al icono,



Al dar clic en este icono se desplegará la siguiente ventana.

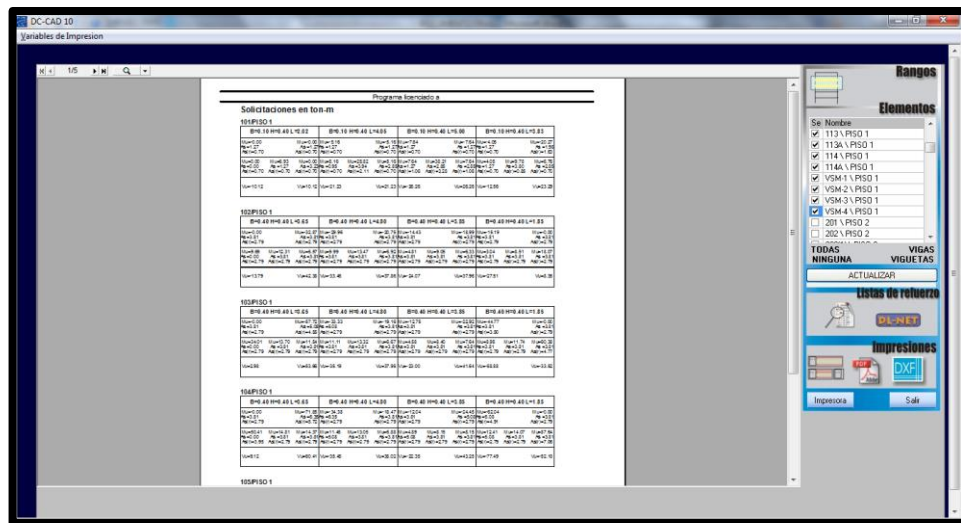


Figura 112. Ventana de resultados.

En la parte superior derecha se encuentra la lista de elementos que se diseñaron se puede escoger los que se deseen, un poco más abajo aparecen los iconos para guardar estos datos para hacer el listado de hierros con un programa llamado DL-NET, y en la parte inferior están el icono de memorias o de despieces, seguido si el usuario quiere generar las memorias o los despieces en PDF, y el último es el icono que exporta los despieces que se generaron a AutoCAD.

6.1. DISEÑO DE VIGAS

6.1.1. VIGAS PISO 1

Los valores de área de refuerzo que el programa calculó en función de las solicitaciones que se importaron desde ETABS, son los siguientes para cada elemento. Se recomienda hacer primero el diseño de las vigas, para que el programa pueda generar el análisis de viga débil columna fuerte.

101/PISO 1		
B=0.10 H=0.40 L=2.20		→ Geometria
Mu=-0.00 As =1.49 As(r)=1.18	Mu=-0.00 As =1.98 As(r)=1.18	→ Momentos Negativos
Mu=7.91 As =4.83 As(r)=1.18		→ Momentos Positivos
Vu=-11.52	Vu=11.52	→ Cortantes

Figura 113. Memorial vigas

Geometría: se encuentran los datos de sección y longitud del vano.

Momentos Negativos: allí se encuentran los datos de momento último en los apoyos, el área de refuerzo requerido ($A_s(r)$), y el área de refuerzo que se tuvo en cuenta en el diseño (A_s).

Momentos Positivos: tiene el dato de momento último a centro de luz y sus respectivas áreas de acero.

Cortantes: en este último recuadro están consignados los datos de cortantes últimos.

101/PISO 1

B=0.10 H=0.40 L=2.20		B=0.10 H=0.40 L=4.35		B=0.10 H=0.40 L=5.30		B=0.10 H=0.40 L=4.00	
Mu=-0.00 As =1.49 As(r)=1.18	Mu=-0.00 As =1.98 As(r)=1.18	Mu=-5.90 As =1.98 As(r)=1.18	Mu=-5.90 As =1.98 As(r)=1.18	Mu=-8.73 As =1.98 As(r)=1.18	Mu=-8.73 As =1.98 As(r)=1.18	Mu=-4.75 As =1.98 As(r)=1.18	Mu=-23.77 As =1.98 As(r)=1.87
Mu=7.91 As =4.83 As(r)=1.18		Mu=29.50 As =2.85 As(r)=2.36		Mu=43.65 As =2.85 As(r)=3.65		Mu=10.59 As =2.85 As(r)=1.18	
Vu=-11.52		Vu=11.52		Vu=-24.22		Vu=24.22	
Vu=-29.96		Vu=29.96		Vu=-14.53		Vu=25.73	

102/PISO 1

B=0.40 H=0.40 L=3.65		B=0.40 H=0.40 L=4.80		B=0.40 H=0.40 L=3.85		B=0.40 H=0.40 L=1.85	
Mu=-0.00 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-36.93 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-34.62 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-23.66 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-16.36 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-21.97 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-15.98 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-0.00 As =7.92 As(r)=4.74
Mu=12.31 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=14.74 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=9.05 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=8.51 As =5.94 As(r)=4.74	
Vu=-15.97		Vu=42.38		Vu=-38.52		Vu=37.86	
Vu=-27.54		Vu=37.96		Vu=-29.88		Vu=8.35	

103/PISO 1

B=0.40 H=0.40 L=3.65		B=0.40 H=0.40 L=4.80		B=0.40 H=0.40 L=3.85		B=0.40 H=0.40 L=1.85	
Mu=-0.00 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-64.53 As =7.92 As(r)=4.96	Mu=-38.63 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-21.82 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-14.35 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-26.56 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-47.56 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-0.00 As =7.92 As(r)=4.74
Mu=13.70 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=14.52 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=8.85 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=11.74 As =5.94 As(r)=4.74	
Vu=2.98		Vu=55.17		Vu=-40.41		Vu=37.95	
Vu=-26.35		Vu=41.64		Vu=-63.50		Vu=-34.69	

104/PISO 1

B=0.40 H=0.40 L=3.65		B=0.40 H=0.40 L=4.80		B=0.40 H=0.40 L=3.85		B=0.40 H=0.40 L=1.85	
Mu=-0.00 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-80.43 As =7.92 As(r)=6.25	Mu=-39.80 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-21.04 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-13.55 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-28.23 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-66.60 As =7.92 As(r)=5.12	Mu=-0.00 As =7.92 As(r)=4.74
Mu=14.81 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=14.17 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=9.41 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=14.07 As =5.94 As(r)=4.74	
Vu=9.12		Vu=63.89		Vu=-40.70		Vu=38.02	
Vu=-25.62		Vu=43.25		Vu=-84.06		Vu=-55.32	

105/PISO 1

B=0.40 H=0.40 L=3.65		B=0.40 H=0.40 L=4.80		B=0.40 H=0.40 L=3.85		B=0.40 H=0.40 L=1.85	
Mu=-0.00 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-80.67 As =7.92 As(r)=6.27	Mu=-37.87 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-22.24 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-25.44 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-39.86 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-71.95 As =7.92 As(r)=5.55	Mu=-0.00 As =7.92 As(r)=4.74
Mu=15.60 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=13.53 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=14.35 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=15.19 As =5.94 As(r)=4.74	
Vu=10.41		Vu=64.04		Vu=-39.29		Vu=-89.98	
		Vu=-39.26		Vu=38.53		Vu=-61.74	

106/PISO 1

B=0.10 H=0.40 L=5.25		B=0.10 H=0.40 L=4.00	
Mu=-0.00 As =1.49 As(r)=1.18	Mu=-0.00 As =1.98 As(r)=1.18	Mu=-0.00 As =1.98 As(r)=1.18	Mu=-0.00 As =1.98 As(r)=1.18
Mu=40.91 As =3.88 As(r)=3.39		Mu=24.02 As =3.88 As(r)=1.89	
Vu=-28.24		Vu=28.24	
		Vu=-21.17	
		Vu=21.17	

107/PISO 1

B=0.10 H=0.40 L=2.20		B=0.10 H=0.40 L=1.40	
Mu=-0.00 As =1.49 As(r)=1.18	Mu=-0.00 As =1.98 As(r)=1.18	Mu=-0.00 As =1.98 As(r)=1.18	Mu=-0.00 As =1.98 As(r)=1.18
Mu=7.46 As =1.98 As(r)=1.18		Mu=3.04 As =1.98 As(r)=1.18	
Vu=10.98		Vu=-10.98	
		Vu=-6.45	
		Vu=6.45	

108/PISO 1

B=0.40 H=0.40 L=3.65		B=0.40 H=0.40 L=4.80		B=0.40 H=0.40 L=3.85		B=0.40 H=0.40 L=1.85	
Mu=-0.00 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-71.48 As =7.92 As(r)=5.52	Mu=-39.31 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-21.50 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-25.79 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-40.62 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-61.37 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-0.00 As =7.92 As(r)=4.74
Mu=16.38 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=13.44 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=15.06 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=15.69 As =5.94 As(r)=4.74	
Vu=6.74		Vu=59.71		Vu=-39.92		Vu=-80.10	
		Vu=-39.92		Vu=38.64		Vu=-51.73	

109/PISO 1

B=0.10 H=0.40 L=2.20		B=0.10 H=0.40 L=4.35		B=0.10 H=0.40 L=5.25	
Mu=-0.00 As =1.49 As(r)=1.18	Mu=-0.00 As =1.98 As(r)=1.18	Mu=-5.90 As =1.98 As(r)=1.18	Mu=-5.90 As =1.98 As(r)=1.18	Mu=-0.00 As =1.98 As(r)=1.18	Mu=-0.00 As =1.98 As(r)=1.18
Mu=7.91 As =4.83 As(r)=1.18		Mu=29.50 As =2.85 As(r)=2.36		Mu=43.65 As =2.85 As(r)=3.65	
Vu=-11.52	Vu=11.52	Vu=-24.22	Vu=24.22	Vu=-29.96	Vu=29.96

109A/PISO 1

B=0.20 H=0.40 L=3.95	
Mu=-12.70 As =2.97 As(r)=2.37	Mu=-35.69 As =3.96 As(r)=2.75
Mu=22.51 As =3.96 As(r)=2.37	
Vu=-30.87	Vu=41.95

110/PISO 1

B=0.40 H=0.40 L=4.80		B=0.40 H=0.40 L=3.85		B=0.40 H=0.40 L=1.85	
Mu=-56.95 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-51.67 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-34.45 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-44.75 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-22.49 As =8.15 As(r)=4.74	Mu=-0.00 As =7.92 As(r)=4.74
Mu=30.47 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=16.83 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=15.31 As =5.94 As(r)=4.74	
Vu=-62.55	Vu=72.88	Vu=-55.56	Vu=76.00	Vu=-41.79	Vu=-13.35

111/PISO 1

B=0.10 H=0.40 L=2.20		B=0.10 H=0.40 L=0.95	
Mu=-0.00 As =1.49 As(r)=1.18	Mu=-0.00 As =1.98 As(r)=1.18	Mu=-0.00 As =1.98 As(r)=1.18	Mu=-0.00 As =1.98 As(r)=1.18
Mu=7.51 As =1.98 As(r)=1.18		Mu=1.36 As =1.98 As(r)=1.18	
Vu=-11.04	Vu=11.04	Vu=-3.91	Vu=3.91

112/PISO 1

B=0.40 H=0.40 L=3.30		B=0.40 H=0.40 L=4.50		B=0.40 H=0.40 L=4.50		B=0.40 H=0.40 L=4.45	
Mu=-39.58 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-83.30 As =9.90 As(r)=6.48	Mu=-105.84 As =9.90 As(r)=8.37	Mu=-111.87 As =9.90 As(r)=8.89	Mu=-109.59 As =9.90 As(r)=8.70	Mu=-111.85 As =9.90 As(r)=8.89	Mu=-112.79 As =9.90 As(r)=8.97	Mu=-95.07 As =7.92 As(r)=7.46
Mu=38.61 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=55.60 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=53.74 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=57.13 As =5.94 As(r)=4.74	
Vu=-76.59	Vu=108.07	Vu=-126.71	Vu=129.34	Vu=-127.53	Vu=128.51	Vu=-130.69	Vu=122.90

B=0.40 H=0.40 L=2.35		B=0.40 H=0.40 L=5.52	
Mu=-40.11 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-61.68 As =11.72 As(r)=4.74	Mu=-154.08 As =11.72 As(r)=12.67	Mu=-131.36 As =11.64 As(r)=10.60
Mu=12.34 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=94.91 As =5.94 As(r)=7.45	
Vu=-53.08	Vu=80.16	Vu=-157.95	Vu=154.95

113/PISO 1

B=0.40 H=0.40 L=3.30		B=0.40 H=0.40 L=4.50		B=0.40 H=0.40 L=4.50		B=0.40 H=0.40 L=4.45	
Mu=-42.31 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-86.32 As =9.90 As(r)=6.73	Mu=-110.14 As =9.90 As(r)=8.74	Mu=-113.83 As =9.90 As(r)=9.06	Mu=-112.78 As =9.90 As(r)=8.97	Mu=-115.20 As =9.90 As(r)=9.18	Mu=-115.90 As =9.90 As(r)=9.24	Mu=-97.10 As =7.92 As(r)=7.63
Mu=38.65 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=57.23 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=55.23 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=59.23 As =5.94 As(r)=4.74	
Vu=-78.97	Vu=110.83	Vu=-130.83	Vu=132.43	Vu=-131.10	Vu=132.16	Vu=-134.50	Vu=126.24

B=0.40 H=0.40 L=2.35		B=0.40 H=0.40 L=5.52	
Mu=-34.13 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-59.62 As =14.25 As(r)=4.74	Mu=-165.53 As =14.25 As(r)=13.75	Mu=-142.88 As =14.25 As(r)=11.64
Mu=11.92 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=106.11 As =5.94 As(r)=8.40	
Vu=-37.29	Vu=68.94	Vu=-168.61	Vu=160.54

113A/PISO 1

B=0.20 H=0.40 L=2.55	
Mu=-12.51 As =2.97 As(r)=2.37	Mu=-15.01 As =3.96 As(r)=2.37
Mu=6.45 As =3.96 As(r)=2.37	
Vu=-22.72	Vu=24.54

114/PISO 1

B=0.40 H=0.40 L=3.30		B=0.40 H=0.40 L=4.50		B=0.40 H=0.40 L=4.50		B=0.40 H=0.40 L=4.45	
Mu=-37.75 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-54.56 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-77.15 As =7.92 As(r)=5.98	Mu=-81.90 As =7.92 As(r)=6.37	Mu=-80.13 As =7.92 As(r)=6.22	Mu=-82.33 As =7.92 As(r)=6.40	Mu=-82.02 As =7.92 As(r)=6.38	Mu=-70.46 As =7.92 As(r)=5.43
Mu=27.22 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=41.29 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=39.59 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=42.08 As =5.94 As(r)=4.74	
Vu=-61.62	Vu=76.65	Vu=-93.93	Vu=96.00	Vu=-94.49	Vu=95.44	Vu=-96.58	Vu=91.50

B=0.40 H=0.40 L=2.35		B=0.40 H=0.40 L=5.52		B=0.40 H=0.40 L=3.35	
Mu=-22.15 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-35.48 As =9.90 As(r)=4.74	Mu=-110.74 As =9.90 As(r)=8.79	Mu=-118.55 As =9.90 As(r)=9.47	Mu=-57.20 As =9.90 As(r)=4.74	Mu=-0.00 As =7.92 As(r)=4.74
Mu=7.10 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=70.69 As =5.94 As(r)=5.45		Mu=14.51 As =5.94 As(r)=4.74	
Vu=-24.47	Vu=49.23	Vu=-117.07	Vu=119.85	Vu=-58.02	Vu=22.78

114A/PISO 1

B=0.25 H=0.40 L=3.50	
Mu=-28.03 As =2.97 As(r)=2.96	Mu=-15.69 As =3.96 As(r)=2.96
Mu=18.14 As =3.96 As(r)=2.96	
Vu=-38.31	Vu=31.64

6.1.2. VIGAS PISO 2

203/PISO 2

B=0.40 H=0.40 L=3.65		B=0.40 H=0.40 L=4.80		B=0.40 H=0.40 L=3.85		B=0.40 H=0.40 L=1.85	
Mu=-11.40 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-19.30 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=35.73 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-18.20 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-13.91 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-18.50 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-14.91 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-18.72 As =7.92 As(r)=4.74
Mu=11.80 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=13.82 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=10.61 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=14.91 As =5.94 As(r)=4.74	
Vu=30.81	Vu=70.13	Vu=-37.33	Vu=62.72	Vu=32.86	Vu=74.52	Vu=114.65	Vu=137.94

204/PISO 2

B=0.40 H=0.40 L=3.65		B=0.40 H=0.40 L=4.80		B=0.40 H=0.40 L=3.85		B=0.40 H=0.40 L=1.85	
Mu=-0.00 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-39.19 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-40.41 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-15.72 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-13.22 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-20.38 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-10.07 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-10.07 As =7.92 As(r)=4.74
Mu=9.75 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=13.78 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=10.30 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=10.07 As =5.94 As(r)=4.74	
Vu=34.32	Vu=77.40	Vu=-39.54	Vu=62.94	Vu=34.95	Vu=77.60	Vu=86.77	Vu=108.65

205/PISO 2

B=0.40 H=0.40 L=3.65		B=0.40 H=0.40 L=4.80		B=0.40 H=0.40 L=3.85		B=0.40 H=0.40 L=1.85	
Mu=-0.00 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-51.29 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-41.67 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-14.86 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-13.36 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-20.82 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-16.39 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-0.46 As =7.92 As(r)=4.74
Mu=8.26 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=13.49 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=9.85 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=6.63 As =5.94 As(r)=4.74	
Vu=37.96	Vu=82.91	Vu=-39.90	Vu=63.57	Vu=36.95	Vu=79.50	Vu=75.35	Vu=92.95

206/PISO 2

B=0.40 H=0.40 L=3.65		B=0.40 H=0.40 L=4.80		B=0.40 H=0.40 L=3.85		B=0.40 H=0.40 L=1.85	
Mu=-0.00 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-51.62 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-39.31 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-16.21 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-25.79 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-30.71 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-23.95 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-0.00 As =7.92 As(r)=4.74
Mu=7.83 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=12.95 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=15.77 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=5.65 As =5.94 As(r)=4.74	
Vu=40.33	Vu=84.68	Vu=-38.36	Vu=65.12	Vu=-38.54	Vu=97.41	Vu=77.26	Vu=92.38

207/PISO 2

B=0.10 H=0.40 L=5.25		B=0.10 H=0.40 L=4.00	
Mu=-0.00 As =1.49 As(r)=1.18	Mu=-0.00 As =1.98 As(r)=1.18	Mu=0.00 As =1.98 As(r)=1.18	Mu=-0.00 As =1.98 As(r)=1.18
Mu=37.13 As =3.88 As(r)=3.04		Mu=21.80 As =3.88 As(r)=1.70	
Vu=-25.65	Vu=25.65	Vu=-19.23	Vu=19.23

208/PISO 2

B=0.10 H=0.40 L=2.20		B=0.10 H=0.40 L=1.40	
Mu=-0.00 As =1.49 As(r)=1.18	Mu=-0.00 As =1.98 As(r)=1.18	Mu=0.00 As =1.98 As(r)=1.18	Mu=-0.00 As =1.98 As(r)=1.18
Mu=6.77 As =1.98 As(r)=1.18		Mu=2.77 As =1.98 As(r)=1.18	
Vu=9.99	Vu=9.99	Vu=-5.88	Vu=5.88

209/PISO 2

B=0.40 H=0.40 L=3.65		B=0.40 H=0.40 L=4.80		B=0.40 H=0.40 L=3.85		B=0.40 H=0.40 L=1.85	
Mu=-0.00 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-43.44 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-39.82 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-15.68 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-25.99 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-30.44 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-12.83 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-9.55 As =7.92 As(r)=4.74
Mu=8.42 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=13.28 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=16.45 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=9.55 As =5.94 As(r)=4.74	
Vu=41.05	Vu=84.13	Vu=-38.80	Vu=65.95	Vu=-39.02	Vu=97.47	Vu=92.02	Vu=110.65

210/PISO 2

B=0.40 H=0.40 L=3.65		B=0.40 H=0.40 L=4.80		B=0.40 H=0.40 L=3.85		B=0.40 H=0.40 L=1.85	
Mu=-21.67 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-10.44 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-41.67 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-13.23 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-12.11 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-20.00 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-19.08 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-29.80 As =7.92 As(r)=4.74
Mu=11.73 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=13.87 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=11.26 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=19.08 As =5.94 As(r)=4.74	
Vu=36.78	Vu=74.18	Vu=-39.86	Vu=66.80	Vu=42.58	Vu=84.77	Vu=148.15	Vu=171.48

211/PISO 2

B=0.40 H=0.40 L=3.75		B=0.40 H=0.40 L=5.00		B=0.40 H=0.40 L=4.05		B=0.40 H=0.40 L=1.95	
Mu=-44.73 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-13.44 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-31.22 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-7.11 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-9.52 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-27.90 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-17.21 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-40.19 As =7.92 As(r)=4.74
Mu=13.44 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=13.00 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=12.41 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=17.21 As =5.94 As(r)=4.74	
Vu=-35.67	Vu=47.60	Vu=-28.83	Vu=45.58	Vu=29.00	Vu=61.67	Vu=130.77	Vu=147.29

212/PISO 2

B=0.40 H=0.40 L=3.30		B=0.40 H=0.40 L=4.50		B=0.40 H=0.40 L=4.50		B=0.40 H=0.40 L=4.45	
Mu=-35.55 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-15.05 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-53.63 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-35.27 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-52.16 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-40.51 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-46.02 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-37.36 As =7.92 As(r)=4.74
Mu=16.33 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=25.07 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=25.55 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=28.66 As =5.94 As(r)=4.74	
Vu=-47.06	Vu=81.83	Vu=-60.89	Vu=72.75	Vu=-59.40	Vu=76.66	Vu=-58.20	Vu=74.79

B=0.40 H=0.40 L=2.35		B=0.40 H=0.40 L=5.52		B=0.40 H=0.40 L=3.30	
Mu=-8.83 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-41.89 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-49.57 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-78.46 As =7.92 As(r)=6.09	Mu=-23.38 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-27.90 As =7.92 As(r)=4.74
Mu=8.38 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=43.33 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=18.68 As =5.94 As(r)=4.74	
Vu=57.43	Vu=104.02	Vu=-65.64	Vu=86.23	Vu=-40.11	Vu=78.63

212A/PISO 2

B=0.40 H=0.40 L=3.30		B=0.40 H=0.40 L=4.50		B=0.40 H=0.40 L=4.50		B=0.40 H=0.40 L=4.45	
Mu=-37.71 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-63.95 As =7.92 As(r)=4.91	Mu=-96.45 As =7.92 As(r)=7.58	Mu=-101.41 As =9.90 As(r)=8.00	Mu=-99.40 As =9.90 As(r)=7.83	Mu=-102.52 As =9.90 As(r)=8.09	Mu=-99.65 As =9.90 As(r)=7.85	Mu=-91.09 As =7.92 As(r)=7.13
Mu=33.35 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=52.08 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=51.58 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=54.33 As =5.94 As(r)=4.74	
Vu=-77.08	Vu=139.63	Vu=-116.01	Vu=139.98	Vu=-116.41	Vu=144.01	Vu=-117.85	Vu=140.12

B=0.40 H=0.40 L=2.35		B=0.40 H=0.40 L=5.52		B=0.40 H=0.40 L=3.30	
Mu=-38.82 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-52.35 As =11.72 As(r)=4.74	Mu=-136.47 As =11.72 As(r)=11.06	Mu=-152.95 As =11.64 As(r)=12.56	Mu=-91.01 As =11.64 As(r)=7.12	Mu=-19.39 As =7.92 As(r)=4.74
Mu=10.47 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=86.40 As =5.94 As(r)=6.74		Mu=31.64 As =5.94 As(r)=4.74	
Vu=59.15	Vu=145.01	Vu=-143.40	Vu=160.94	Vu=-105.13	Vu=110.47

213/PISO 2

B=0.40 H=0.40 L=3.30		B=0.40 H=0.40 L=4.50		B=0.40 H=0.40 L=4.50		B=0.40 H=0.40 L=4.45	
Mu=-39.72 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-63.09 As =9.90 As(r)=4.84	Mu=-101.56 As =9.90 As(r)=8.01	Mu=-102.50 As =9.90 As(r)=8.09	Mu=-101.46 As =9.90 As(r)=8.00	Mu=-105.70 As =9.90 As(r)=8.36	Mu=-100.14 As =9.90 As(r)=7.89	Mu=-96.83 As =7.92 As(r)=7.61
Mu=35.22 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=53.14 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=53.48 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=55.23 As =5.94 As(r)=4.74	
Vu=-80.30	Vu=141.22	Vu=-120.15	Vu=144.00	Vu=-119.44	Vu=149.38	Vu=-119.94	Vu=145.94

B=0.40 H=0.40 L=2.35		B=0.40 H=0.40 L=5.52		B=0.40 H=0.40 L=3.30	
Mu=-34.55 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-42.83 As =11.72 As(r)=4.74	Mu=-140.72 As =11.72 As(r)=11.44	Mu=-158.65 As =11.64 As(r)=13.10	Mu=-99.40 As =11.64 As(r)=7.83	Mu=-19.88 As =7.92 As(r)=4.74
Mu=8.57 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=88.11 As =5.94 As(r)=6.88		Mu=33.13 As =5.94 As(r)=4.74	
Vu=68.13	Vu=133.97	Vu=-147.26	Vu=166.43	Vu=-111.44	Vu=108.93

213A/PISO 2

B=0.20 H=0.40 L=2.55	
Mu=-11.46 As =2.97 As(r)=2.37	Mu=-12.50 As =3.96 As(r)=2.37
Mu=6.78 As =3.96 As(r)=2.37	
Vu=-21.24	Vu=32.29

214/PISO 2

B=0.40 H=0.40 L=3.30		B=0.40 H=0.40 L=4.50		B=0.40 H=0.40 L=4.50		B=0.40 H=0.40 L=4.45	
Mu=-34.65 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-38.59 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=70.94 As =7.92 As(r)=5.47	Mu=-74.05 As =7.92 As(r)=5.73	Mu=-71.80 As =7.92 As(r)=5.54	Mu=-76.48 As =7.92 As(r)=5.92	Mu=-70.84 As =7.92 As(r)=5.47	Mu=-69.82 As =7.92 As(r)=5.38
Mu=32.22 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=40.52 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=40.63 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=41.50 As =5.94 As(r)=4.74	
Vu=-62.05	Vu=119.81	Vu=-86.43	Vu=114.78	Vu=-86.09	Vu=120.31	Vu=-86.49	Vu=116.96

B=0.40 H=0.40 L=2.35		B=0.40 H=0.40 L=5.52		B=0.40 H=0.40 L=3.30	
Mu=-21.15 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-30.08 As =9.90 As(r)=4.74	Mu=100.13 As =9.90 As(r)=7.89	Mu=-110.96 As =9.90 As(r)=8.81	Mu=-56.43 As =9.90 As(r)=4.74	Mu=-25.42 As =7.92 As(r)=4.74
Mu=8.63 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=64.25 As =5.94 As(r)=4.93		Mu=23.34 As =5.94 As(r)=4.74	
Vu=77.38	Vu=120.37	Vu=-106.70	Vu=127.34	Vu=-71.83	Vu=108.42

214A/PISO 2

B=0.40 H=0.40 L=3.30		B=0.40 H=0.40 L=4.50		B=0.40 H=0.40 L=4.50		B=0.40 H=0.40 L=4.45	
Mu=-17.03 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-14.03 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-31.34 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-25.70 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-30.48 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-28.97 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-28.00 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-25.87 As =7.92 As(r)=4.74
Mu=12.28 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=18.52 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=20.34 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=20.51 As =5.94 As(r)=4.74	
Vu=38.31	Vu=79.32	Vu=-38.44	Vu=60.28	Vu=-37.52	Vu=63.97	Vu=-37.29	Vu=61.32

B=0.40 H=0.40 L=2.35		B=0.40 H=0.40 L=5.52		B=0.40 H=0.40 L=3.30	
Mu=-7.40 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-26.88 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-32.35 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-49.41 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-17.16 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-15.66 As =7.92 As(r)=4.74
Mu=7.40 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=27.57 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=9.19 As =5.94 As(r)=4.74	
Vu=65.45	Vu=96.68	Vu=-43.11	Vu=63.90	Vu=27.90	Vu=69.35

6.1.3. VIGAS PISO TIPO

301/PISO TIPO

B=0.30 H=0.40 L=0.75		B=0.30 H=0.40 L=4.60		B=0.30 H=0.40 L=4.60		B=0.30 H=0.40 L=4.55	
Mu=-0.00 As =4.45 As(r)=3.55	Mu=-12.49 As =5.94 As(r)=3.55	Mu=-53.27 As =5.94 As(r)=4.11	Mu=-54.67 As =5.94 As(r)=4.22	Mu=-54.96 As =5.94 As(r)=4.25	Mu=-56.08 As =5.94 As(r)=4.34	Mu=-51.24 As =5.94 As(r)=3.95	Mu=-56.25 As =5.94 As(r)=4.35
Mu=0.00 As =5.94 As(r)=3.55		Mu=34.59 As =3.96 As(r)=3.55		Mu=34.63 As =3.96 As(r)=3.55		Mu=33.45 As =3.96 As(r)=3.55	
Vu=18.51	Vu=23.09	Vu=-64.42	Vu=110.26	Vu=-64.49	Vu=104.84	Vu=-63.01	Vu=105.73

B=0.30 H=0.40 L=2.45		B=0.30 H=0.40 L=5.62		B=0.30 H=0.40 L=3.40	
Mu=-21.92 As =5.94 As(r)=3.55	Mu=-20.36 As =7.92 As(r)=3.55	Mu=-80.08 As =7.92 As(r)=6.34	Mu=-81.57 As =7.92 As(r)=6.47	Mu=-47.47 As =7.92 As(r)=3.64	Mu=-14.55 As =3.96 As(r)=3.55
Mu=12.52 As =3.96 As(r)=3.55		Mu=46.63 As =3.96 As(r)=3.58		Mu=16.88 As =3.96 As(r)=3.55	
Vu=102.09	Vu=148.27	Vu=-80.60	Vu=105.25	Vu=-56.20	Vu=103.59

302/PISO TIPO

B=0.40 H=0.40 L=0.75		B=0.40 H=0.40 L=4.60		B=0.40 H=0.40 L=4.60		B=0.40 H=0.40 L=4.55	
Mu=-0.04 As =5.94 As(r)=4.74	Mu=-24.07 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-90.98 As =7.92 As(r)=7.12	Mu=-97.74 As =7.92 As(r)=7.69	Mu=-96.83 As =7.92 As(r)=7.61	Mu=-99.85 As =7.92 As(r)=7.86	Mu=-91.55 As =7.92 As(r)=7.17	Mu=-96.19 As =7.92 As(r)=7.56
Mu=0.00 As =7.92 As(r)=4.74		Mu=55.87 As =5.94 As(r)=5.02		Mu=55.19 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=54.97 As =5.94 As(r)=4.74	
Vu=26.99	Vu=34.27	Vu=-112.80	Vu=167.17	Vu=-113.61	Vu=158.71	Vu=-112.17	Vu=158.96

B=0.40 H=0.40 L=2.45		B=0.40 H=0.40 L=5.62		B=0.40 H=0.40 L=3.40	
Mu=-35.23 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-36.69 As =14.25 As(r)=4.74	Mu=-137.78 As =14.25 As(r)=11.18	Mu=-144.08 As =14.25 As(r)=11.75	Mu=-92.13 As =14.25 As(r)=7.22	Mu=-18.70 As =7.92 As(r)=4.74
Mu=12.53 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=84.71 As =5.94 As(r)=6.60		Mu=30.71 As =5.94 As(r)=4.74	
Vu=112.06	Vu=173.24	Vu=-141.70	Vu=168.64	Vu=-103.66	Vu=133.53

302A/PISO TIPO

B=0.20 H=0.40 L=2.55	
Mu=-8.21 As =2.97 As(r)=2.37	Mu=-8.53 As =3.96 As(r)=2.37
Mu=9.14 As =3.96 As(r)=2.37	
Vu=-20.42	Vu=30.77

303/PISO TIPO

B=0.30 H=0.40 L=0.75		B=0.40 H=0.40 L=4.60		B=0.40 H=0.40 L=4.60		B=0.40 H=0.40 L=4.55	
Mu=-0.00 As =5.94 As(r)=3.55	Mu=-12.66 As =7.92 As(r)=3.55	Mu=-53.34 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-56.73 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-55.46 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-59.66 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-51.47 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-58.73 As =7.92 As(r)=4.74
Mu=1.05 As =5.94 As(r)=3.55		Mu=38.66 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=37.37 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=36.29 As =5.94 As(r)=4.74	
Vu=32.44	Vu=38.78	Vu=-67.71	Vu=122.90	Vu=-67.53	Vu=116.29	Vu=-66.18	Vu=117.07

B=0.40 H=0.40 L=2.45		B=0.40 H=0.40 L=5.62		B=0.40 H=0.40 L=3.40	
Mu=-17.62 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-19.11 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-78.63 As =7.92 As(r)=6.10	Mu=-84.16 As =7.92 As(r)=6.55	Mu=-33.46 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-24.14 As =7.92 As(r)=4.74
Mu=13.90 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=50.54 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=13.63 As =5.94 As(r)=4.74	
Vu=119.48	Vu=149.55	Vu=-84.21	Vu=115.45	Vu=59.58	Vu=120.99

303A/PISO TIPO

B=0.20 H=0.40 L=0.75		B=0.20 H=0.40 L=4.60		B=0.20 H=0.40 L=4.60		B=0.20 H=0.40 L=4.55	
Mu=-0.35 As =2.97 As(r)=2.37	Mu=-3.53 As =3.96 As(r)=2.37	Mu=-8.33 As =3.96 As(r)=2.37	Mu=-15.19 As =3.96 As(r)=2.37	Mu=-14.43 As =3.96 As(r)=2.37	Mu=-14.30 As =3.96 As(r)=2.37	Mu=-13.52 As =3.96 As(r)=2.37	Mu=-12.48 As =3.96 As(r)=2.37
Mu=3.19 As =3.96 As(r)=2.37		Mu=12.68 As =3.96 As(r)=2.37		Mu=7.43 As =3.96 As(r)=2.37		Mu=8.55 As =3.96 As(r)=2.37	
Vu=17.36	Vu=21.45	Vu=-15.26	Vu=27.15	Vu=-16.68	Vu=20.15	Vu=-16.70	Vu=21.73

B=0.20 H=0.40 L=2.45		B=0.20 H=0.40 L=5.62	
Mu=-9.84 As =3.96 As(r)=2.37	Mu=-14.09 As =3.96 As(r)=2.37	Mu=18.59 As =3.96 As(r)=2.37	Mu=-12.04 As =3.96 As(r)=2.37
Mu=2.82 As =3.96 As(r)=2.37		Mu=16.83 As =3.96 As(r)=2.37	
Vu=-7.27	Vu=14.14	Vu=-21.49	Vu=24.40

304/PISO TIPO

B=0.10 H=0.40 L=5.05		B=0.10 H=0.40 L=4.10		B=0.10 H=0.40 L=0.70	
Mu=-9.95 As =1.98 As(r)=1.18	Mu=-13.63 As =1.98 As(r)=1.18	Mu=9.33 As =1.98 As(r)=1.18	Mu=-8.02 As =1.98 As(r)=1.18	Mu=-2.28 As =1.98 As(r)=1.18	Mu=-1.87 As =1.98 As(r)=1.18
Mu=8.45 As =1.98 As(r)=1.18		Mu=5.56 As =1.98 As(r)=1.18		Mu=1.94 As =1.98 As(r)=1.18	
Vu=-13.38	Vu=19.79	Vu=-11.70	Vu=19.38	Vu=15.10	Vu=17.36

305/PISO TIPO

B=0.30 H=0.40 L=4.80		B=0.30 H=0.40 L=3.85		B=0.30 H=0.40 L=0.55	
Mu=-27.44 As =3.96 As(r)=3.55	Mu=-18.99 As =3.96 As(r)=3.55	Mu=12.83 As =3.96 As(r)=3.55	Mu=-27.41 As =3.96 As(r)=3.55	Mu=-13.36 As =3.96 As(r)=3.55	Mu=-0.00 As =3.96 As(r)=3.55
Mu=12.79 As =6.81 As(r)=3.55		Mu=12.83 As =6.81 As(r)=3.55		Mu=0.00 As =3.96 As(r)=3.55	
Vu=-31.47	Vu=73.16	Vu=60.24	Vu=97.91	Vu=-26.42	Vu=-20.77

306/PISO TIPO

B=0.10 H=0.40 L=0.80		B=0.10 H=0.40 L=4.35		B=0.10 H=0.40 L=5.25	
Mu=-0.00 As =1.49 As(r)=1.18	Mu=-0.00 As =1.98 As(r)=1.18	Mu=5.05 As =1.98 As(r)=1.18	Mu=-5.05 As =1.98 As(r)=1.18	Mu=-0.00 As =1.98 As(r)=1.18	Mu=-0.00 As =1.98 As(r)=1.18
Mu=0.80 As =2.85 As(r)=1.18		Mu=25.27 As =2.85 As(r)=1.99		Mu=37.39 As =2.85 As(r)=3.06	
Vu=-2.66	Vu=2.66	Vu=-20.79	Vu=20.79	Vu=-25.71	Vu=25.71

307/PISO TIPO

B=0.30 H=0.40 L=4.80		B=0.30 H=0.40 L=3.85		B=0.30 H=0.40 L=0.55	
Mu=-31.26 As =3.96 As(r)=3.55	Mu=-15.84 As =3.96 As(r)=3.55	Mu=-13.27 As =3.96 As(r)=3.55	Mu=-29.62 As =3.96 As(r)=3.55	Mu=-23.94 As =3.96 As(r)=3.55	Mu=-0.00 As =3.96 As(r)=3.55
Mu=12.85 As =6.81 As(r)=3.55		Mu=13.27 As =6.81 As(r)=3.55		Mu=0.00 As =3.96 As(r)=3.55	
Vu=-33.23	Vu=73.12	Vu=62.12	Vu=100.56	Vu=-40.39	Vu=-34.74

308/PISO TIPO

B=0.30 H=0.40 L=4.80		B=0.30 H=0.40 L=3.85		B=0.30 H=0.40 L=0.55	
Mu=-31.59 As =3.96 As(r)=3.55	Mu=-15.29 As =3.96 As(r)=3.55	Mu=-13.21 As =3.96 As(r)=3.55	Mu=-28.01 As =3.96 As(r)=3.55	Mu=-23.13 As =3.96 As(r)=3.55	Mu=-0.00 As =3.96 As(r)=3.55
Mu=12.83 As =6.81 As(r)=3.55		Mu=13.21 As =6.81 As(r)=3.55		Mu=0.00 As =3.96 As(r)=3.55	
Vu=-33.31	Vu=73.26	Vu=62.22	Vu=100.29	Vu=-38.98	Vu=-33.33

309/PISO TIPO

B=0.30 H=0.40 L=4.80		B=0.30 H=0.40 L=3.85		B=0.30 H=0.40 L=0.55	
Mu=-29.26 As =3.96 As(r)=3.55	Mu=-16.85 As =3.96 As(r)=3.55	Mu=-17.35 As =3.96 As(r)=3.55	Mu=-35.27 As =3.96 As(r)=3.55	Mu=-17.13 As =3.96 As(r)=3.55	Mu=-0.26 As =3.96 As(r)=3.55
Mu=12.37 As =6.81 As(r)=3.55		Mu=13.62 As =6.81 As(r)=3.55		Mu=0.00 As =3.96 As(r)=3.55	
Vu=-31.84	Vu=74.00	Vu=56.01	Vu=115.36	Vu=-29.20	Vu=-23.55

310/PISO TIPO

B=0.10 H=0.40 L=5.20	
Mu=-0.00 As =1.49 As(r)=1.18	Mu=-0.00 As =1.98 As(r)=1.18
Mu=35.09 As =3.88 As(r)=2.85	
Vu=-24.26	Vu=24.26

311/PISO TIPO

B=0.10 H=0.40 L=0.80		B=0.10 H=0.40 L=1.40	
Mu=-0.00 As =1.49 As(r)=1.18	Mu=-0.00 As =1.98 As(r)=1.18	Mu=0.00 As =1.98 As(r)=1.18	Mu=-0.00 As =1.98 As(r)=1.18
Mu=0.80 As =1.98 As(r)=1.18		Mu=2.62 As =1.98 As(r)=1.18	
Vu=-2.66	Vu=2.66	Vu=-5.57	Vu=5.57

312/PISO TIPO

B=0.30 H=0.40 L=4.80		B=0.30 H=0.40 L=3.85		B=0.30 H=0.40 L=0.55	
Mu=-31.20 As =3.96 As(r)=3.55	Mu=-15.26 As =3.96 As(r)=3.55	Mu=16.39 As =3.96 As(r)=3.55	Mu=-36.87 As =3.96 As(r)=3.55	Mu=-22.06 As =3.96 As(r)=3.55	Mu=-0.00 As =3.96 As(r)=3.55
Mu=12.42 As =6.81 As(r)=3.55		Mu=13.55 As =6.81 As(r)=3.55		Mu=0.00 As =3.96 As(r)=3.55	
Vu=-32.75	Vu=74.00	Vu=57.61	Vu=116.11	Vu=-37.51	Vu=-31.86

313/PISO TIPO

B=0.30 H=0.40 L=4.80		B=0.30 H=0.40 L=3.85		B=0.30 H=0.40 L=0.55	
Mu=-35.02 As =3.96 As(r)=3.55	Mu=-11.72 As =3.96 As(r)=3.55	Mu=14.21 As =3.96 As(r)=3.55	Mu=-30.38 As =3.96 As(r)=3.55	Mu=-13.78 As =3.96 As(r)=3.55	Mu=-0.09 As =3.96 As(r)=3.55
Mu=12.60 As =6.81 As(r)=3.55		Mu=14.21 As =6.81 As(r)=3.55		Mu=0.00 As =3.96 As(r)=3.55	
Vu=-34.45	Vu=73.58	Vu=66.72	Vu=104.85	Vu=-23.26	Vu=-19.28

314/PISO TIPO

B=0.10 H=0.40 L=4.30		B=0.10 H=0.40 L=5.25	
Mu=-0.00 As =1.49 As(r)=1.18	Mu=-0.00 As =1.98 As(r)=1.18	Mu=0.00 As =1.98 As(r)=1.18	Mu=-0.00 As =1.98 As(r)=1.18
Mu=23.92 As =2.46 As(r)=1.88		Mu=35.36 As =5.18 As(r)=2.88	
Vu=-19.78	Vu=19.78	Vu=-24.43	Vu=24.43

315/PISO TIPO

B=0.30 H=0.40 L=5.00		B=0.30 H=0.40 L=4.05	
Mu=-29.65 As =3.96 As(r)=3.55	Mu=-9.42 As =3.96 As(r)=3.55	Mu=-13.57 As =3.96 As(r)=3.55	Mu=-35.79 As =3.96 As(r)=3.55
Mu=10.94 As =4.83 As(r)=3.55		Mu=13.57 As =4.83 As(r)=3.55	
Vu=25.18	Vu=53.09	Vu=53.90	Vu=82.41

6.1.4. VIGAS CUBIERTA

CU-01/CUBIERTA

B=0.30 H=0.40 L=0.75		B=0.30 H=0.40 L=4.60		B=0.30 H=0.40 L=4.60		B=0.30 H=0.40 L=4.55	
Mu=-0.00 As =4.45 As(r)=3.55	Mu=-18.99 As =5.94 As(r)=3.55	Mu=-74.95 As =5.94 As(r)=5.90	Mu=-90.94 As =7.92 As(r)=7.28	Mu=-89.60 As =7.92 As(r)=7.16	Mu=-89.17 As =7.92 As(r)=7.13	Mu=-87.27 As =7.92 As(r)=6.96	Mu=-78.93 As =7.92 As(r)=6.24
Mu=0.00 As =5.94 As(r)=3.55		Mu=49.53 As =3.96 As(r)=3.86		Mu=43.09 As =3.96 As(r)=3.55		Mu=46.61 As =3.96 As(r)=3.57	
Vu=20.89	Vu=27.22	Vu=-99.44	Vu=106.40	Vu=-103.01	Vu=102.82	Vu=-103.74	Vu=100.07

B=0.30 H=0.40 L=2.45		B=0.30 H=0.40 L=5.62		B=0.30 H=0.40 L=3.40	
Mu=-40.12 As =7.92 As(r)=3.55	Mu=-50.42 As =11.40 As(r)=3.88	Mu=-120.78 As =11.40 As(r)=9.99	Mu=-127.41 As =11.40 As(r)=10.62	Mu=-80.47 As =11.40 As(r)=6.37	Mu=-19.60 As =3.96 As(r)=3.55
Mu=10.08 As =3.96 As(r)=3.55		Mu=79.81 As =3.96 As(r)=6.32		Mu=26.44 As =3.96 As(r)=3.55	
Vu=45.37	Vu=60.65	Vu=-127.56	Vu=129.92	Vu=-91.59	Vu=57.48

CU-02/CUBIERTA

B=0.40 H=0.40 L=0.75		B=0.40 H=0.40 L=4.60		B=0.40 H=0.40 L=4.60		B=0.40 H=0.40 L=4.55	
Mu=-0.13 As =8.91 As(r)=4.74	Mu=-38.01 As =11.88 As(r)=4.74	Mu=-129.56 As =11.88 As(r)=10.44	Mu=-163.77 As =13.86 As(r)=13.58	Mu=-159.84 As =13.86 As(r)=13.21	Mu=-160.58 As =9.90 As(r)=13.28	Mu=-156.26 As =9.90 As(r)=12.87	Mu=-137.88 As =14.10 As(r)=11.19
Mu=0.00 As =7.92 As(r)=4.74		Mu=90.47 As =9.90 As(r)=7.22		Mu=76.93 As =9.26 As(r)=5.96		Mu=85.12 As =7.92 As(r)=6.65	
Vu=42.45	Vu=53.23	Vu=-176.63	Vu=191.50	Vu=-183.91	Vu=184.23	Vu=-186.29	Vu=178.22

B=0.40 H=0.40 L=2.45		B=0.40 H=0.40 L=5.62		B=0.40 H=0.40 L=3.40	
Mu=-65.90 As =14.10 As(r)=5.07	Mu=-88.37 As =24.24 As(r)=6.90	Mu=-211.29 As =22.34 As(r)=18.32	Mu=-226.72 As =20.28 As(r)=19.98	Mu=-147.94 As =20.28 As(r)=12.10	Mu=-32.72 As =7.92 As(r)=4.74
Mu=17.67 As =8.02 As(r)=4.74		Mu=146.06 As =7.92 As(r)=11.93		Mu=46.62 As =7.92 As(r)=4.74	
Vu=-57.14	Vu=77.36	Vu=-227.54	Vu=233.03	Vu=-165.63	Vu=97.85

CU-02A/CUBIERTA

B=0.20 H=0.40 L=2.55	
Mu=-15.84 As =2.97 As(r)=2.37	Mu=-17.63 As =3.96 As(r)=2.37
Mu=11.71 As =3.96 As(r)=2.37	
Vu=-32.33	Vu=33.63

CU-03/CUBIERTA

B=0.30 H=0.40 L=0.75		B=0.40 H=0.40 L=4.60		B=0.40 H=0.40 L=4.60		B=0.40 H=0.40 L=4.55	
Mu=-0.00 As =5.94 As(r)=3.55	Mu=-20.69 As =7.92 As(r)=3.55	Mu=73.10 As =7.92 As(r)=5.65	Mu=-92.70 As =7.92 As(r)=7.26	Mu=-90.13 As =7.92 As(r)=7.05	Mu=-92.80 As =7.92 As(r)=7.27	Mu=-86.70 As =7.92 As(r)=6.76	Mu=-81.69 As =7.92 As(r)=6.35
Mu=0.00 As =5.94 As(r)=3.55		Mu=53.04 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=44.48 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=48.90 As =5.94 As(r)=4.74	
Vu=25.90	Vu=34.43	Vu=-103.14	Vu=111.66	Vu=-106.82	Vu=107.98	Vu=-107.42	Vu=106.88

B=0.40 H=0.40 L=2.45		B=0.40 H=0.40 L=5.62		B=0.40 H=0.40 L=3.40	
Mu=-34.04 As =7.92 As(r)=4.74	Mu=-45.63 As =9.90 As(r)=4.74	Mu=118.44 As =9.90 As(r)=9.46	Mu=-126.53 As =11.64 As(r)=10.17	Mu=-68.92 As =11.64 As(r)=5.31	Mu=-24.75 As =7.92 As(r)=4.74
Mu=9.13 As =5.94 As(r)=4.74		Mu=85.77 As =5.94 As(r)=6.69		Mu=18.73 As =5.94 As(r)=4.74	
Vu=-24.34	Vu=43.63	Vu=-132.41	Vu=135.28	Vu=-77.04	Vu=56.63

CU-03A/CUBIERTA

B=0.20 H=0.40 L=0.75		B=0.20 H=0.40 L=4.60		B=0.20 H=0.40 L=4.60		B=0.20 H=0.40 L=4.55	
Mu=-0.47 As =2.97 As(r)=2.37	Mu=-3.47 As =3.96 As(r)=2.37	Mu=-8.76 As =3.96 As(r)=2.37	Mu=-22.56 As =3.96 As(r)=2.37	Mu=-21.72 As =3.96 As(r)=2.37	Mu=-20.71 As =3.96 As(r)=2.37	Mu=-19.78 As =3.96 As(r)=2.37	Mu=-16.89 As =3.96 As(r)=2.37
Mu=0.34 As =3.96 As(r)=2.37		Mu=16.09 As =3.96 As(r)=2.37		Mu=10.54 As =3.96 As(r)=2.37		Mu=12.78 As =3.96 As(r)=2.37	
Vu=4.45	Vu=9.65	Vu=-21.27	Vu=26.90	Vu=-24.29	Vu=23.88	Vu=-24.43	Vu=23.43

B=0.20 H=0.40 L=2.45		B=0.20 H=0.40 L=5.62	
Mu=-16.11 As =3.96 As(r)=2.37	Mu=-23.64 As =3.96 As(r)=2.37	Mu=-26.19 As =3.96 As(r)=2.37	Mu=-15.01 As =3.96 As(r)=2.37
Mu=4.73 As =3.96 As(r)=2.37		Mu=26.25 As =3.96 As(r)=2.37	
Vu=-9.90	Vu=16.99	Vu=-31.42	Vu=27.64

CU-04/CUBIERTA

B=0.10 H=0.40 L=5.05		B=0.10 H=0.40 L=4.10		B=0.10 H=0.40 L=0.70	
Mu=-14.73 As =1.98 As(r)=1.18	Mu=-22.52 As =1.98 As(r)=1.76	Mu=15.26 As =1.98 As(r)=1.18	Mu=-12.62 As =1.98 As(r)=1.18	Mu=-4.46 As =1.98 As(r)=1.18	Mu=-2.36 As =1.98 As(r)=1.18
Mu=13.73 As =1.98 As(r)=1.18		Mu=7.94 As =1.98 As(r)=1.18		Mu=0.00 As =1.98 As(r)=1.18	
Vu=-20.89	Vu=23.77	Vu=-18.67	Vu=18.27	Vu=-4.62	Vu=4.45

CU-05/CUBIERTA

B=0.30 H=0.40 L=4.80		B=0.30 H=0.40 L=3.85		B=0.30 H=0.40 L=0.55	
Mu=-37.13 As =3.96 As(r)=3.55	Mu=-32.31 As =3.96 As(r)=3.55	Mu=8.55 As =3.96 As(r)=3.55	Mu=-42.75 As =3.96 As(r)=3.55	Mu=-17.94 As =3.96 As(r)=3.55	Mu=-0.00 As =3.96 As(r)=3.55
Mu=20.92 As =3.96 As(r)=3.55		Mu=11.82 As =3.96 As(r)=3.55		Mu=0.00 As =3.96 As(r)=3.55	
Vu=-46.85	Vu=59.09	Vu=-26.91	Vu=67.21	Vu=-35.60	Vu=-27.39

CU-06/CUBIERTA

B=0.10 H=0.40 L=0.80		B=0.10 H=0.40 L=4.35		B=0.10 H=0.40 L=5.25	
Mu=-0.00 As =1.49 As(r)=1.18	Mu=-0.00 As =1.98 As(r)=1.18	Mu=8.45 As =1.98 As(r)=1.18	Mu=-8.45 As =1.98 As(r)=1.18	Mu=-0.00 As =1.98 As(r)=1.18	Mu=-0.00 As =1.98 As(r)=1.18
Mu=1.30 As =3.88 As(r)=1.18		Mu=42.26 As =3.88 As(r)=3.52		Mu=62.54 As =4.94 As(r)=6.13	
Vu=-4.25	Vu=4.25	Vu=-34.59	Vu=34.59	Vu=-42.82	Vu=42.82

CU-07/CUBIERTA

B=0.30 H=0.40 L=4.80		B=0.30 H=0.40 L=3.85		B=0.30 H=0.40 L=0.55	
Mu=-44.17 As =3.96 As(r)=3.55	Mu=-26.84 As =3.96 As(r)=3.55	Mu=9.73 As =3.96 As(r)=3.55	Mu=-48.66 As =3.96 As(r)=3.74	Mu=-35.10 As =3.96 As(r)=3.55	Mu=-0.00 As =3.96 As(r)=3.55
Mu=20.84 As =3.96 As(r)=3.55		Mu=16.22 As =3.96 As(r)=3.55		Mu=0.00 As =3.96 As(r)=3.55	
Vu=-50.00	Vu=57.60	Vu=-24.68	Vu=70.38	Vu=-59.41	Vu=-51.20

CU-08/CUBIERTA

B=0.30 H=0.40 L=4.80		B=0.30 H=0.40 L=3.85		B=0.30 H=0.40 L=0.55	
Mu=-44.92 As =3.96 As(r)=3.55	Mu=-25.90 As =3.96 As(r)=3.55	Mu=-9.37 As =3.96 As(r)=3.55	Mu=-46.86 As =3.96 As(r)=3.59	Mu=-33.37 As =3.96 As(r)=3.55	Mu=-0.00 As =3.96 As(r)=3.55
Mu=20.70 As =3.96 As(r)=3.55		Mu=15.62 As =3.96 As(r)=3.55		Mu=0.00 As =3.96 As(r)=3.55	
Vu=-50.18	Vu=56.97	Vu=-25.36	Vu=69.21	Vu=-56.52	Vu=-48.31

CU-09/CUBIERTA

B=0.30 H=0.40 L=4.80		B=0.30 H=0.40 L=3.85		B=0.30 H=0.40 L=0.55	
Mu=-40.45 As =3.96 As(r)=3.55	Mu=-29.68 As =3.96 As(r)=3.55	Mu=-23.57 As =3.96 As(r)=3.55	Mu=-57.90 As =5.94 As(r)=4.49	Mu=-24.19 As =5.94 As(r)=3.55	Mu=-0.46 As =5.94 As(r)=3.55
Mu=19.56 As =3.96 As(r)=3.55		Mu=21.69 As =3.96 As(r)=3.55		Mu=0.00 As =3.96 As(r)=3.55	
Vu=-47.30	Vu=57.39	Vu=-47.77	Vu=86.43	Vu=-41.34	Vu=-33.14

CU-10/CUBIERTA

B=0.10 H=0.40 L=5.20	
Mu=-0.00 As =1.49 As(r)=1.18	Mu=-0.00 As =1.98 As(r)=1.18
Mu=58.49 As =8.95 As(r)=5.19	
Vu=-40.27	Vu=40.27

CU-11/CUBIERTA

B=0.10 H=0.40 L=0.80		B=0.10 H=0.40 L=1.40	
Mu=-0.00 As =1.49 As(r)=1.18	Mu=-0.00 As =1.98 As(r)=1.18	Mu=0.00 As =1.98 As(r)=1.18	Mu=-0.00 As =1.98 As(r)=1.18
Mu=1.30 As =1.98 As(r)=1.18		Mu=4.34 As =1.98 As(r)=1.18	
Vu=-4.25	Vu=4.25	Vu=-9.11	Vu=9.11

CU-12/CUBIERTA

B=0.30 H=0.40 L=4.80		B=0.30 H=0.40 L=3.85		B=0.30 H=0.40 L=0.55	
Mu=-43.20 As =3.96 As(r)=3.55	Mu=-27.38 As =3.96 As(r)=3.55	Mu=22.46 As =3.96 As(r)=3.55	Mu=-60.74 As =5.94 As(r)=4.72	Mu=-32.26 As =5.94 As(r)=3.55	Mu=-0.00 As =5.94 As(r)=3.55
Mu=19.73 As =3.96 As(r)=3.55		Mu=21.78 As =3.96 As(r)=3.55		Mu=0.00 As =3.96 As(r)=3.55	
Vu=-48.66	Vu=56.75	Vu=-47.35	Vu=88.10	Vu=-55.00	Vu=-46.80

CU-13/CUBIERTA

B=0.30 H=0.40 L=4.80		B=0.30 H=0.40 L=3.85		B=0.30 H=0.40 L=0.55	
Mu=-48.75 As =3.96 As(r)=3.75	Mu=-20.73 As =3.96 As(r)=3.55	Mu=9.63 As =3.96 As(r)=3.55	Mu=-48.15 As =3.96 As(r)=3.70	Mu=-19.60 As =3.96 As(r)=3.55	Mu=-0.17 As =3.96 As(r)=3.55
Mu=20.47 As =3.96 As(r)=3.55		Mu=16.05 As =3.96 As(r)=3.55		Mu=0.00 As =3.96 As(r)=3.55	
Vu=-51.35	Vu=54.57	Vu=-23.57	Vu=69.75	Vu=-32.89	Vu=-27.64

CU-14/CUBIERTA

B=0.10 H=0.40 L=4.30		B=0.10 H=0.40 L=5.25	
Mu=-0.00 As =1.49 As(r)=1.18	Mu=-0.00 As =1.98 As(r)=1.18	Mu=0.00 As =1.98 As(r)=1.18	Mu=-0.00 As =1.98 As(r)=1.18
Mu=39.87 As =5.72 As(r)=3.29		Mu=58.97 As =7.93 As(r)=5.25	
Vu=-32.82	Vu=32.82	Vu=-40.58	Vu=40.58

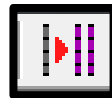
CU-15/CUBIERTA

B=0.30 H=0.40 L=5.00		B=0.30 H=0.40 L=4.05	
Mu=-30.31 As =3.96 As(r)=3.55	Mu=-8.83 As =3.96 As(r)=3.55	Mu=7.25 As =3.96 As(r)=3.55	Mu=-36.23 As =3.96 As(r)=3.55
Mu=15.07 As =3.96 As(r)=3.55		Mu=9.20 As =3.96 As(r)=3.55	
Vu=-31.48	Vu=35.32	Vu=14.06	Vu=47.99

6.2. DISEÑO COLUMNAS

Para el diseño de columnas es un procedimiento análogo al de las vigas, con la diferencia que en las combinaciones de carga se deben desactivar todas las de diseño a cortante de vigas.

Una vez diseñadas las columnas hay que hacerlas tipo, el DC-CAD tiene una función para ello, él toma dos criterios para unificarlas: refuerzo y geometría. Para realizar esto se debe ir al icono.



Al ejecutar el icono se desplegará la siguiente ventana.

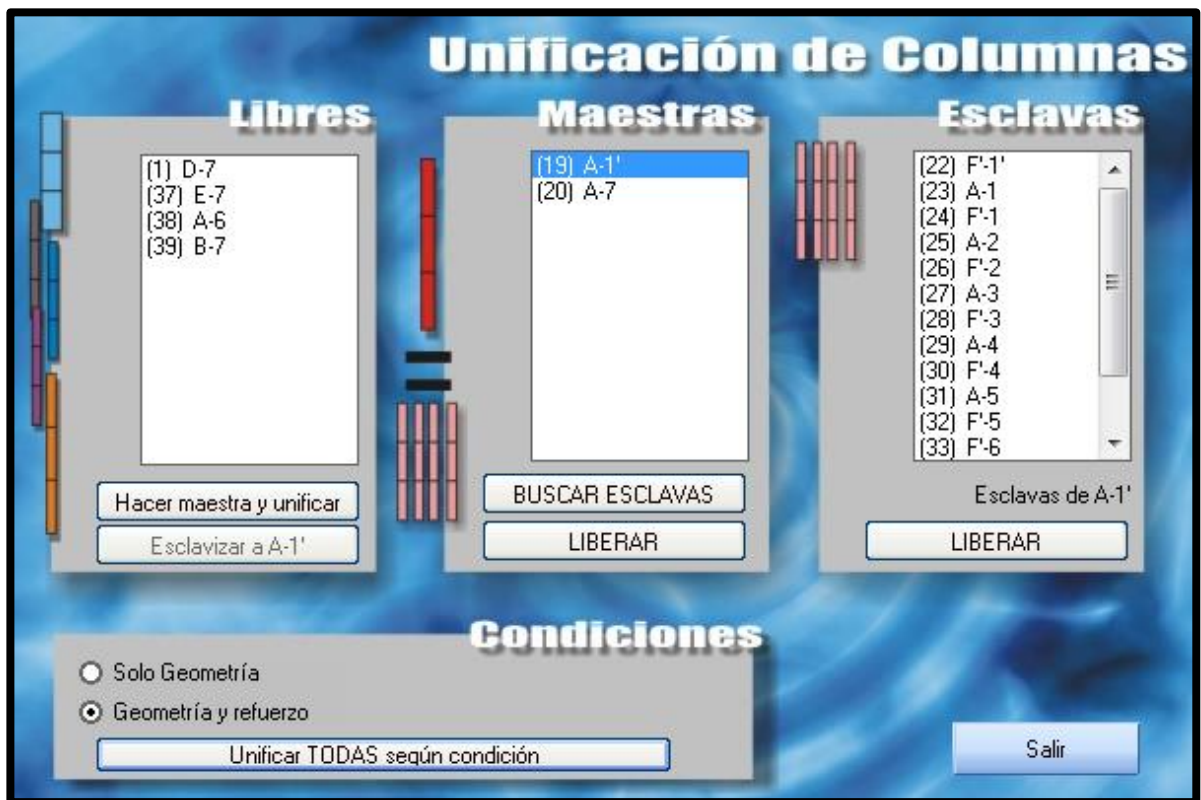


Figura 114. Unificación de columnas.

El programa lo hace automáticamente al activar los criterios antes descritos y elegir la opción en "Unificar TODAS según condición", como se puede ver solo quedaron 6 tipos de columna: 4 libres y 2 maestras.

Columnas B-1, B-												
Nivel	Altura		B (m)	H (m)	M1 (Kgr-m)	M2 (Kgr-m)	P (Kgr)	V (Kgr)	Cuantia	M/Mr	Col/Vig je ppal	Col/vig
CUBIERTA	2.45	.40	.60	.30	5885.77	-3498.94	-15529.67	6402.18	14/#4 #5 (1.2%)	0.36	1.29	3.67
PISO 6	2.45	.40	.60	.30	3558.27	81.28	-26177.74	7641.29	14/#4 #5 (1.2%)	0.28	1.32	3.62
PISO 5	2.45	.40	.60	.30	4715.21	-545.84	-35929.33	10002.29	14/#4 #5 (1.2%)	0.33	1.40	2.93
PISO 4	2.45	.40	.60	.30	3970.71	184.93	-24346.20	11247.93	14/#4 #5 (1.2%)	0.32	1.49	2.62
PISO 3	2.45	.40	.60	.30	4170.83	-664.16	-28836.07	13582.03	14/#4 #5 (1.2%)	0.29	1.55	2.76
PISO 2	2.95	.40	.60	.30	4016.77	121.52	-82658.71	6823.10	14/#4 #5 (1.2%)	0.26	1.62	2.47
PISO 1	2.45	.40	.60	.30	1381.25	3461.64	110786.46	4725.68	14/#4 #5 (1.2%)	0.13	1.73	4.31

En esta memoria muestra cuál será la cuantía, y las solicitaciones a las cuales está sometido el elemento, las dos últimas columnas son las que realizan el análisis de viga débil- columna fuerte, este análisis se hace para garantizar que en caso de formarse una articulación plástica esta se va a generar, en la viga y no en la columna, tal como está dispuesto en **C.21.3.6.2**. Que establece que la suma de momentos nominales de flexión de las columnas debe ser mayor 1.2 veces que la suma de momentos nominales resistentes a flexión de las vigas que llegan al nudo.

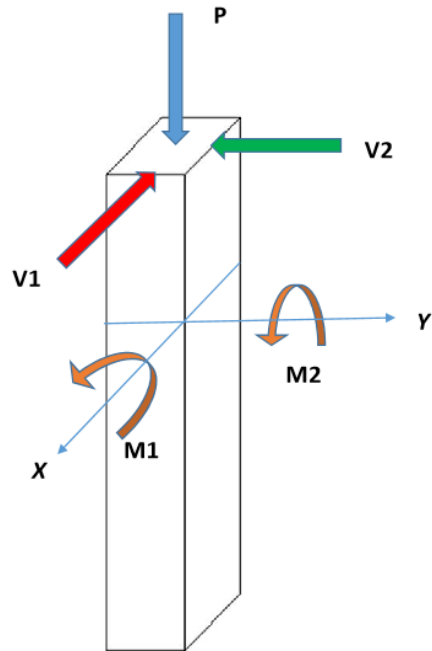


Figura 115. Esquema de columna.

Columnas A-1'												
Nivel	Altura	Losa	B (m)	H (m)	M1 (Kgr-m)	M2 (Kgr-m)	P (Kgr)	V (Kgr)	Cuantia	M/Mr	Col/Vig je ppal	Col/vig
PISO 2					6981.24	-420.73			12/#4 #5 (1.1%)	0.59	1.96	1.34
	2.95	.40	.40	.40			-4926.36	6894.08				
PISO 1		.40			-1250.18	5105.51			12/#4 #5 (1.1%)	0.43	2.73	2.76

Columnas A-7												
Nivel	Altura (m)	Losa (m)	B (m)	H (m)	M1 (Kgr-m)	M2 (Kgr-m)	P (Kgr)	V (Kgr)	Cuantia	M/Mr	Col/Vig je ppal	Col/vig Eje sec
PISO 2					-1527.87	4843.83			10/#4 #5 (1.3%)	0.62	1.80	1.81
	2.95	.40	.30	.40			-5281.87	4721.14				
PISO 1					8979.33	-1294.35			10/#4 #5 (1.3%)	0.89	2.27	1.76

Columna E-7

Nivel	Altura	Losa	B (m)	H (m)	M1 (Kgr-m)	M2 (Kgr-m)	P (Kgr)	V (Kgr)	Cuantia	M/Mr	Col/Vig je ppal	Col/vig
CUBIERTA	2.45	.40	.30	.40	4493.38	2635.65	-7332.71	1939.95	10/#4 (1.1%)	0.61	1.77	1.23
PISO 6	2.45	.40	.30	.40	2235.71	3568.56	-13250.32	4078.84	10/#4 (1.1%)	0.51	1.94	1.58
PISO 5	2.45	.40	.30	.40	2712.14	4285.66	-17309.73	5975.02	10/#4 (1.1%)	0.60	1.98	1.75
PISO 4	2.45	.40	.30	.40	2533.52	4753.26	-20228.04	7744.44	10/#4 (1.1%)	0.63	2.05	1.98
PISO 3	2.45	.40	.30	.40	2478.15	4635.38	-22499.10	8472.92	10/#4 (1.1%)	0.61	2.14	2.45
PISO 2	2.95	.40	.30	.40	6701.48	1796.73	-33205.60	3474.18	10/#4 (1.1%)	0.59	2.32	2.49
PISO 1												

Columna A-6

Nivel	Altura (m)	Losa (m)	B (m)	H (m)	M1 (Kgr-m)	M2 (Kgr-m)	P (Kgr)	V (Kgr)	Cuantia	M/Mr	Col/Vig je ppal	Col/vig Eje sec
PISO 2					-4754.52	-2067.25			12/#4 #5 (1.1%)	0.38	1.72	1.33
PISO 1	2.95	.40	.40	.40			-16416.77	10856.55				

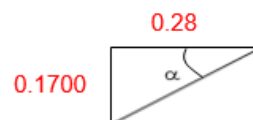
Columnas B-7, D-												
Nivel	Altura (m)	Losa (m)	B (m)	H (m)	M1 (Kgr-m)	M2 (Kgr-m)	P (Kgr)	V (Kgr)	Cuantia	M/Mr	Col/Vig je ppal	Col/vig Eje sec
CUBIERTA	2.45	.40	.30	.40	-2835.45	2233.22	-9905.09	1601.66	10/#4 (1.1%)	0.42	1.91	1.30
PISO 6	2.45	.40	.30	.40	-210.35	2648.45	-13137.58	3458.30	10/#4 (1.1%)	0.37	1.98	2.14
PISO 5	2.45	.40	.30	.40	129.60	2939.40	-8366.93	4956.11	10/#4 (1.1%)	0.44	2.44	2.23
PISO 4	2.45	.40	.30	.40	209.21	3347.05	-9106.55	6368.80	10/#4 (1.1%)	0.50	3.04	2.78
PISO 3	2.45	.40	.30	.40	-71.59	3324.34	-9417.78	7312.74	10/#4 (1.1%)	0.49	3.88	3.54
PISO 2					-956.77	2645.94			10/#4 (1.1%)	0.32	3.55	3.84
PISO 1	2.95	.40	.30	.40			-30965.57	3026.86				

6.3. DISEÑO ESCALERA

ϕ	0.9
Luz escalones:	3.45 m
Luz descanso:	2.45 m
Luz de cálculo:	6.49 m
Espesor adoptado:	0.15 m
Angulo (α):	0.55 31.26 grados
Huella de:	0.28 m
Contrahuella de:	0.17 m

Materiales

Concreto	210	k/cm ²
Acero	4200	k/cm ²



Avaluo de Cargas:

					t / m ²
Peso propio de placa	0.15	x	2.4 / cos	31.26	= 0.421
Peso de peldaños	0.17	x	2.4 / 2		= 0.204
Acabado superior	.03 x 2.0 x (	0.28 + 0.17	) / 0.28		= 0.096
Acabado Inferior	.02 x 2.0 / coseno	(	31.26)		= 0.047
			Carga Muerta	CM	0.768
			Carga Viva	CV	0.300
			Carga Real	CR	1.068
			CU = 1.4 CM + 1.6 CV	CU	1.586

Considerando Placa simplemente apoyada

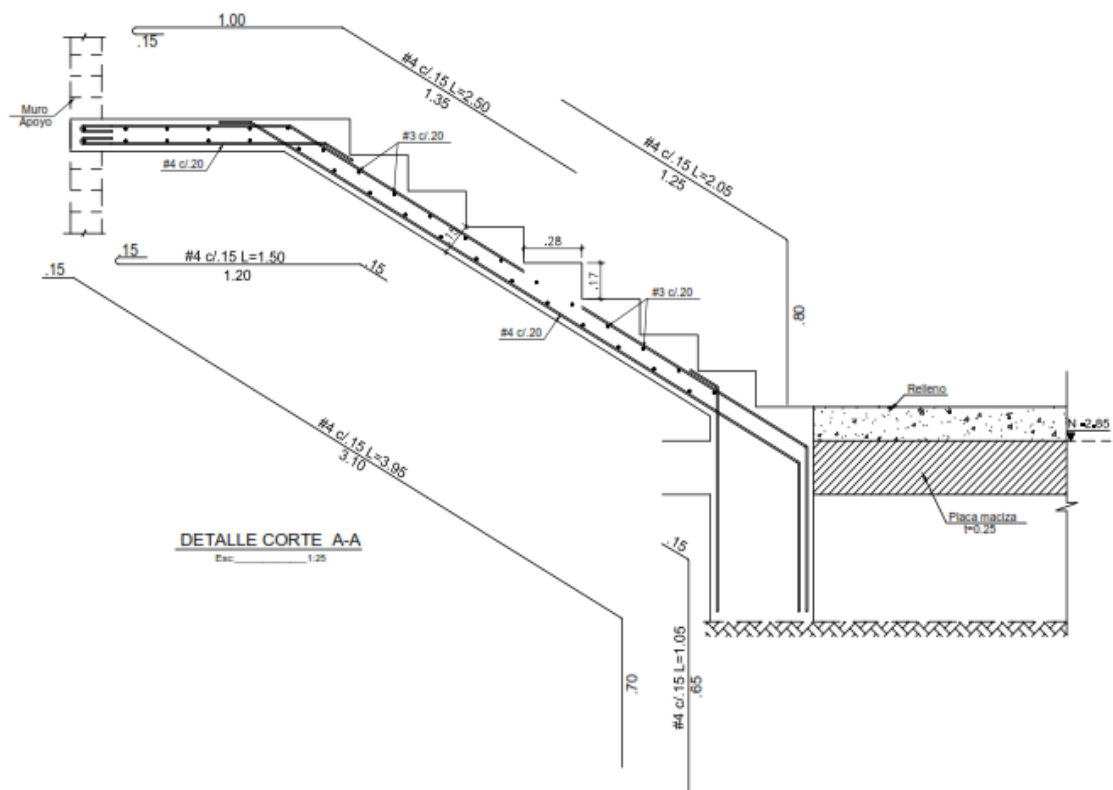
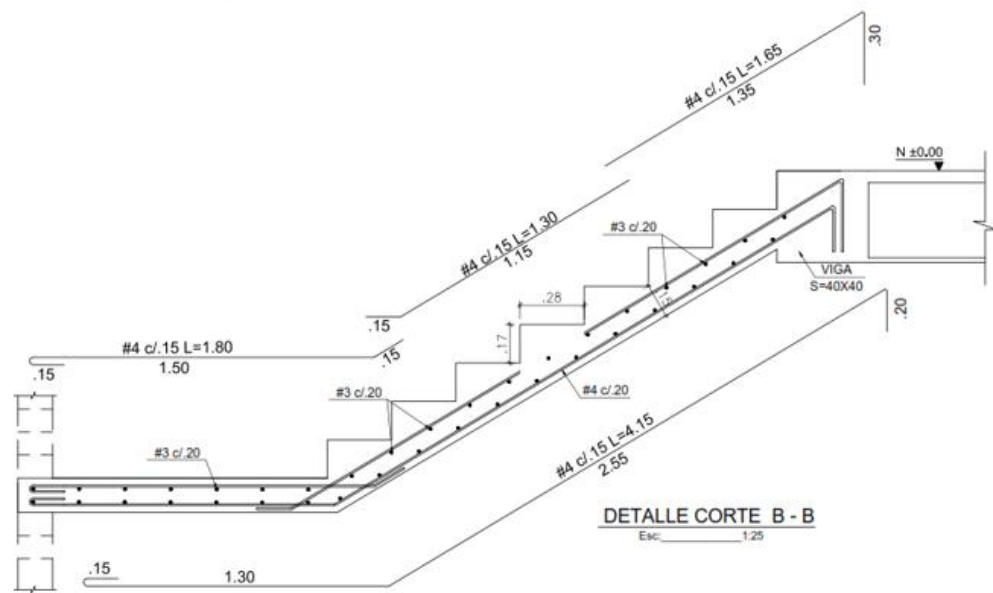
$$M = \frac{WL^2}{8} = \frac{1.586 \times 6.5^2}{8} \quad \mu = 8.34 \text{ tm/m}$$

* Diseño para:	b = 100 cm	d = 15 cm
* Cuantía del Análisis:	= 0.0200	$\rho = 0.85 \frac{f'_c}{f_y} \left(1 - \sqrt{\frac{1 - 2(M_u)}{0.85 * \phi * f'_c * d'^2}} \right)$
* As	= 24.06 cm ² / m	As = $\rho * d * b$
* As mínimo:	= 2.16 cm ² / m	As = 0.0018 * d * b
* Colocar	24.06 cm ² / m	#4 c / .15 25.06 cm ² /m OK!

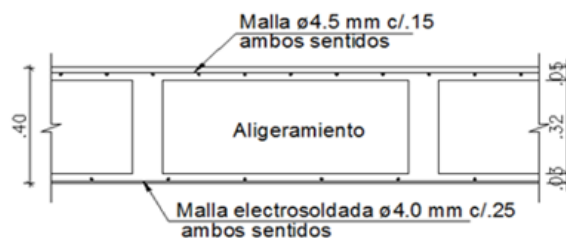
Reacción en los apoyos

$$V_u = \frac{W L}{2} = \frac{1.586}{2} \times \frac{6.5}{2}$$

$$V_u = 5.14 \text{ t/m/m}$$



6.4. DISEÑO DE PLACA ENTRE PISO



Ver avaluo de cargas	CM	0.572 tf/m ²
	CV	0.18 tf/m ²
w_u	1.2CM x 1.6 CV	0.9744 tf/m ²

DISEÑO TORTA SUPERIOR

w_u	=	0.97	tf/m ²
Luz de Calculo (L)	=	1.80	m
Altura (H)	=	0.05	m
$M_{max}(w_u \cdot L^2/10)$	=	0.316	t-m
b	=	100	cm
h	=	5	cm
d'	=	3.5	cm
f_y	=	4200	kg/cm ²
f_c	=	210	kg/cm ²
Cuantia	=	0.007	

$$\rho = 0.85 \frac{f'_c}{f_y} \left(1 - \sqrt{\frac{1 - 2(M_u)}{0.85 * \phi * f'_c * d'^2}} \right)$$

$$As = \rho * d * b \quad As = 2.460 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$As_{min} = 0.0018 * 7 * 100 = 0.900 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$\Phi 4.5\text{mm c/ 15 x } \Phi 4.5\text{mm c/ 15}$

DISEÑO TORTA INFERIOR

Ver avaluo de cargas	CM	0.472 tf/m ²
	CV	0.18 tf/m ²
w_u	1.2CM x 1.6 CV	0.8544 tf/m ²

(w_u)	=	0.85	tf/m ²
Luz de Calculo (L)	=	1.80	m
Altura (H)	=	0.03	m
$M_{max}(w_u \cdot L^2/10)$	=	0.277	t-m
b	=	100	cm
h	=	3	cm
d'	=	1.5	cm
f_y	=	4200	kg/cm ²
f_c	=	210	kg/cm ²
Cuantia	=	0.012	

$$\rho = 0.85 \frac{f'_c}{f_y} \left(1 - \sqrt{\frac{1 - 2(M_u)}{0.85 * \phi * f'_c * d'^2}} \right)$$

$$As = \rho * d * b \quad As = 1.810 \text{ cm}^2/\text{m}$$

$$\Phi 4.0\text{mm c/ 15 x } \Phi 4.0\text{mm c/ 15}$$

7. CAPÍTULO 7. RECOMENDACIONES DE DISEÑO

7.1. COLUMNAS

- El análisis en ETABS siempre debe incluir el efecto P-Delta con un coeficiente de 1 para la carga muerta. En casos de cargas vivas mayores a 5 kN/m^2 se sugiere incluir en el efecto un coeficiente de carga viva de 0.25. según **A.6.2.3.**
- Las combinaciones de diseño para las columnas deben tener en cuenta el cien por ciento en una de sus direcciones más el treinta por ciento en la perpendicular. **C.21.3.3.**
- El diseño de las columnas se hará con ETABS por lo cual se debe tener en cuenta lo siguiente:
 - En la definición de la sección de cada elemento se tiene que poner la cantidad de varillas definitiva.
 - Se debe indicar correctamente el recubrimiento.
 - El DC-CAD se usará para despiezar los elementos teniendo en cuenta las cuantías que se obtienen en el análisis por ETABS.
- La cuantía de refuerzo longitudinal de las columnas es mínimo del 1% y máximo del 4%. según lo descrito en **C.21.6.3.1.**
- Para el diseño a cortante se tienen que afectar las combinaciones por el coeficiente de sobre resistencia (Ω). **C.21.3.3.**
- Refuerzo transversal columnas DMO, el espaciamiento en zonas de confinamiento debe ser $H/6$, siendo H la altura libre de la columna, B, en planta el lado mayor de la sección o cada 500mm. Y en la zona central cada 200m. el refuerzo transversal no puede ser menor a #3.
- En columnas que tengan capacidad especial de disipación de energía (DES), los estribos deben ser #4. **C.21.5.1.4.**
- Cuando la estructura cuente con irregularidad en el plano de acción, esas columnas deben ser diseñadas con capacidad especial de disipación de energía.

7.2. VIGAS Y VIGUETAS

- El número de barras está dado por $B \cdot 10$, en donde B es el ancho de la viga en metros.
- En vigas la cuantía mínima es de 0.0033 y la máxima de 0.025. según **C.10.6.**
- En viguetas la cuantía mínima es de 0.0018. según **C.7.12.2.1.**
- Longitud mínima de la varilla 2 m.
- Cuando la altura de las vigas es mayor a 90 cm se debe proporcionar refuerzo lateral. **C.10.7.1.**
- Se debe proporcionar como mínimo estribos de confinamiento cada $d/4$ en una longitud $2h$ cerca a los apoyos. En el resto del vano poner estribos separados $d/2$, sin exceder los 70cm. **C.21.5.3.2.**
- Cuando la altura de la viga sea mayor a 1.10m se deben poner 5 estribos cada 30 y en el resto de la longitud de confinamiento completar con estribos cada $d/4$.
- Para vigas de altura mayor a 1.70m el estribo debe ser #4 mínimo.
- Se recomienda no usar fleje #2 para viguetas con altura mayor a los 60cm.
- Recubrimientos para vigas: 5 cm arriba y abajo, 4cm laterales. Para viguetas: 2cm por todas las caras. **C.7.7.1.**
- Tener en cuenta que la longitud de gancho es el número de la varilla por cinco. **C.7.2.3.**

Varillas Longitudinales	
#	Gancho(m)
2	0.10
3	0.15
4	0.20
5	0.25
6	0.30
7	0.35
8	0.40

- Ganchos para estribos. según lo dispuesto en **C.7.2.2.**

Estribos	
#	Gancho(m)
2	0.075
3	0.075
4	0.100
5	0.100

- La tabla de traslapos es la siguiente.**C.12.2.2.**

Varillas Longitudinales	
#	Traslapo (m)
2	0.50
3	0.50
4	0.60
5	0.70
6	0.90
7	1.20
8	1.40

8. CONCLUSIONES

1. Se debe tener especial cuidado al hacer la modelación geométrica de la estructura, dado que es fácil incurrir en errores tales como superponer elementos, asignar secciones de elementos que no corresponden a las plantas estructurales o no realizar una unión efectiva entre los elementos. De igual manera se debe tener cuidado al asignar las cargas al modelo, ya que se debe tener en cuenta lo dispuesto en el título B de la NSR-10 en el cual se especifican las cargas muertas y vivas mínimas para tener en cuenta al realizar un análisis estructural.
2. Dado que el método por el cual se generó el diseño de la estructura es el de resistencia última y este parte de la premisa de la existencia de un margen predeterminado entre la resistencia de los miembros estructurales y los esfuerzos causados por las cargas de trabajo, con referencia a ello debe existir una relación entre la carga última y la carga de trabajo. En este caso a la carga de trabajo se le aplican coeficientes para mayorarla de este modo introduce un factor de seguridad. De allí la importancia de las combinaciones de carga.
3. Para la ejecución de un proyecto de análisis y diseño sísmico de edificaciones, se necesitan conocimientos sólidos, y estos deben estar ligados con la comprensión de los parámetros exigidos por el reglamento colombiano de construcción sismo resistente.
4. Al existir aplicativos cada vez más sofisticados y eficientes al realizar el análisis estructural, que permiten evaluar la respuesta de las mismas cuando son sometidas a fuerzas laterales, los resultados que se obtienen se puede realizar por cualquier de los métodos que el reglamento colombiano de construcción sismo resistente estipula. El autor sugiere utilizar el método de la fuerza horizontal equivalente combinándolo con el análisis dinámico, con el objetivo de simular la respuesta sísmica de la estructura.
5. Con la utilización del aplicativo ETABS este permitió obtener resultados del análisis sísmico por fuerza horizontal equivalente, los cortantes en la base, los cortantes dinámicos en la base, los factores de ajuste, el chequeo de derivas y el análisis de las irregularidades. De manera ágil reduciendo así el tiempo de análisis, los resultados que arroja ETABS son consistentes y al poder verificarse generan una confianza en el software.

6. Dado que, en el medio colombiano, los programas que más se utilizan para el análisis y posterior diseño estructural son ETABS y DC-CAD, este último se convierte en una herramienta importante para llevar a buen término cualquier proyecto estructural. Ya que sin ellos los despieces de los elementos verticales y horizontales (vigas, columnas y muros), sería un trabajo dispendioso. En consecuencia, el trabajo de realizar estos se puede hacer en menor tiempo.

7. Al poder ASIGNAR las recomendaciones de diseño antes mencionadas (Páginas 130-132) al DC-CAD, permite que los despieces que se generen allí cumplan con lo dispuesto en el reglamento colombiano de construcción sismo resistente.

8. Aunque la NSR-10 es válida para cualquier parte del país, en ciudades importantes como Bogotá, Medellín o Cali, poseen una propia microzonificación, en consecuencia, con estos datos de aceleraciones y periodos se debe construir el espectro sísmico de diseño.

9. Existen diversas formas de hacer la modelación estructural en ETABS, esto depende del criterio particular del ingeniero que esté a cargo. Dicho lo anterior para elaborar este documento se realizaron dos tipos de modelo. En el primer modelo se asignaron los elementos no sísmicos como las viguetas de manera tal que estos contaban con sección y un material, en el segundo modelo estas viguetas fueron reemplazadas por líneas nulas, a las cuales se les cargó el peso propio de cada elemento con una carga distribuida por metro lineal. Lo anterior se hizo por dar cumplimiento a lo que estipula la NSR-10 con respecto a este tema.

Según A.3.6 solamente los elementos que hagan parte del sistema estructural de resistencia sísmica pueden contribuir a la resistencia sísmica de la edificación, en consecuencia, elementos tales como viguetas o riostras no deben ser parte de la modelación estructural. Sin embargo, al realizar los dos modelos antes descritos se evidencio que el cambio en los valores de los cortantes dinámicos en la base y los factores de ajuste son muy cercanos tal como se puede ver en este cuadro comparativo.

TIPO	MODELO 1	MODELO2
Periodo fundamental	$T_x = 0.89$ $T_y = 0.84$	$T_x = 0.86$ $T_y = 0.82$
Cortantes dinámicos en la base	$V_{tx} = 6437.8 \text{ kN}$ $V_{ty} = 6234.1 \text{ kN}$	$V_{tx} = 6433.7 \text{ kN}$ $V_{ty} = 6231.8 \text{ kN}$
Factores de ajuste	$F_x = 1.09$ $F_y = 1.13$	$F_x = 1.08$ $F_y = 1.13$

En consecuencia, hacer las viguetas como líneas nulas y asignar su peso como una carga distribuida tiene un efecto equivalente a definir estos elementos con secciones articuladas

BIBLIOGRAFIA

SEGURA FRANCO, Jorge. Estructuras de Concreto 1. Bogotá D.C: Universidad Nacional de Colombia. 2011.

JARAMILLO JIMENEZ, José Oscar. Ingeniería Estructural. Manizales: Universidad Nacional de Colombia. 2010.

URIBE ESCAMILLA, Jairo. Análisis de Estructuras. Bogotá D.C: Universidad escuela colombiana de Ingenieria.1997.

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente (NSR-10). Bogotá D.C. 2010.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS. Guía para la presentación de trabajos escritos. Bogotá D.C. 2014.

COMPUTER AND STRUCTURES.INC. Manual del usuario. Berkley, California.2005.

DISEÑO DE SOLUCIONES, Manual del usuario. Bogotá, Cundinamarca.2010

ANEXO A

Combinaciones de carga, el diseño de las estructuras, sus componentes y cimentación debe hacerse de tal forma que sus resistencias de diseño igualen o excedan los efectos producidos por las cargas mayoradas en las siguientes combinaciones.

$$1.4 * (D)$$

$$1.2 * (D) + 1.6 (L)$$

DISEÑO DE COLUMNAS

1. Diseñar una columna cuadrada para soportar una carga muerta axial de 130000 kg y carga viva 180000 kg, $f'_c = 28$ MPa y $f_y = 420$ MPa, suponiendo 1% de acero longitudinal (mínimo permitido por la norma sismo resistente colombiana).

- Para hallar la carga última se mayoran las cargas.

$$P_u = 1,2 (130000) + 1,4 (180000) = 444000 \text{ kg}$$

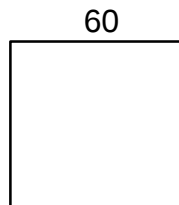
- Hallar el área bruta de la columna.

$$A_g = \frac{P_u}{0,52[0,85(f'_c)(1 - \rho) + (f_y * \rho)]}$$

$$A_g = \frac{P_u}{0,52[0,85(280)(1 - 0,01) + (4220 * 0,01)]} = 3073,38 \text{ cm}^2$$

- Dimensiones de la columna.

$$\sqrt{3073,38} = 55,44 \approx 60 \text{ cm}$$



- Área de acero

$$A_s = \rho (A_g) = 0,01 (3600) = 36 \text{ cm}^2$$

Ahora utilizando el programa ETABS.

Diagrama de interacción de la columna.

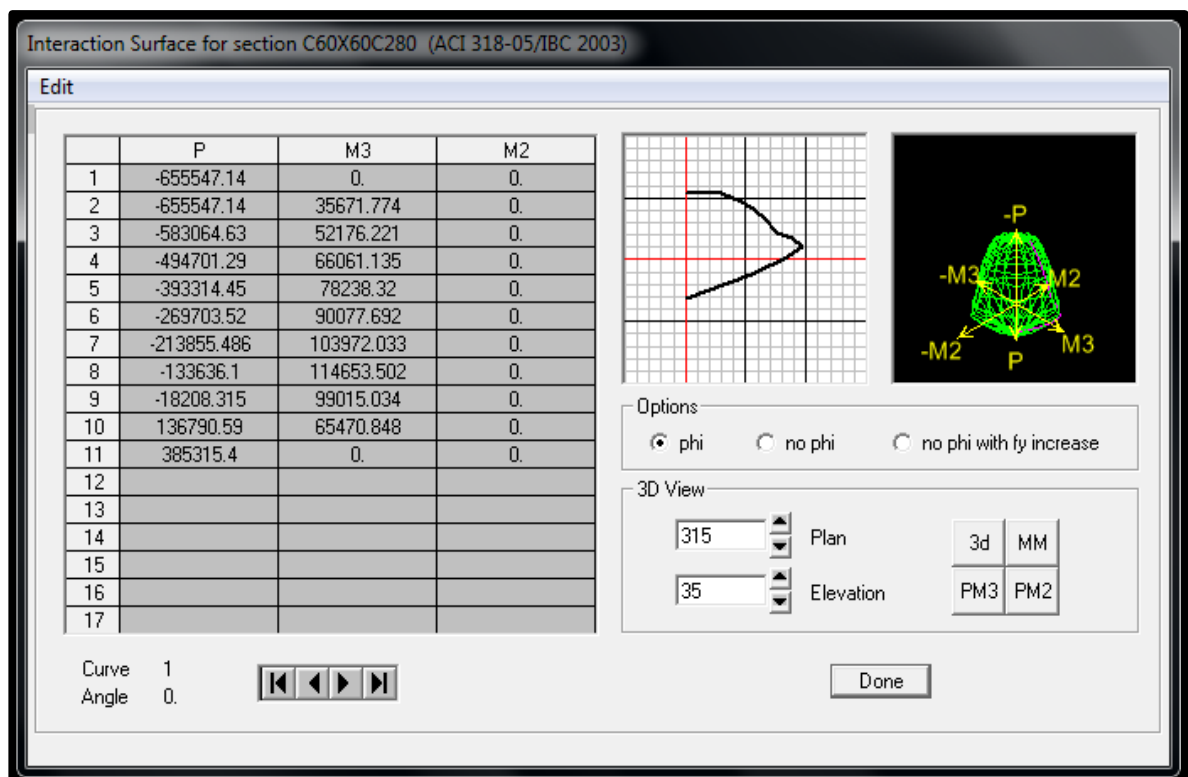


Figura 116. Diagrama de interacción de la columna.

Área de refuerzo de la columna datos de salida del software.

Tabla acero longitudinal columnas

Story	ColLine	SecID	StnLo c	DesignOpt	Status	PMMCom bo	AsMin	As
PISO 1	C1	C60X60C2 80	0	Check	No Message	DCON2	0.00036	0.010194
PISO 1	C1	C60X60C2 80	1.5	Check	No Message	DCON2	0.00036	0.010194
PISO 1	C1	C60X60C2 80	3	Check	No Message	DCON2	0.00036	0.010194

Como se puede ver en la columna (AsMin, acero mínimo de refuerzo) tiene el mismo valor del análisis de la columna de que se hizo anteriormente. Sin embargo, este valor de refuerzo longitudinal no se puede utilizar, dado que la norma colombiana de sismo resistencia dicta que el área de refuerzo mínimo para una columna es del 1% de la sección bruta de la columna.

DISEÑO DE VIGAS

1. Diseñar una viga de sección 30 por 50 cm, con calidad de concreto $f'_c = 21$ MPa, $f_y = 420$ MPa, y momento ultimo igual a 12 t/m.

$$Mu = \frac{W L^2}{8} = \frac{(12)(7)^2}{8} = 73.5 \text{ kN.m}$$

Hallamos la constante menor que la unidad que multiplicada por la altura efectiva equivale a la profundidad del eje neutro (k).

$$k = \frac{Mu}{bd^2} = \frac{73.5}{(0,30)(0,45)^2} = 1209.87 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$$

De las tablas para el diseño, de vigas rectangulares con armadura a tracción por el método de la resistencia última del libro “Estructuras de concreto 1”, sacamos los datos de cuantías para este k.

Haciendo una interpolación entre dos valores diferentes de k y de p.

$$\begin{array}{ll} k_1 = 1094 & \rho_1 = 0.0030 \\ k_2 = 1210,6 & \rho_2 = 0.0033 \end{array}$$

$$\rho = \rho_1 + \frac{\rho_2 - \rho_1}{k_2 - k_1} (k - k_1) = 0.0030 + \frac{0.0033 - 0.0030}{1210.6 - 1094} (1209.87 - 1094) = 0.003298$$

La NSR-10 especifica que la cuantía mínima para una viga es igual a 0.0033.

Área de refuerzo

$$A_s = \rho b d = 0.0033 * 30 * 45 = 4.45 \text{ cm}^2$$

Ahora con el software ETABS.

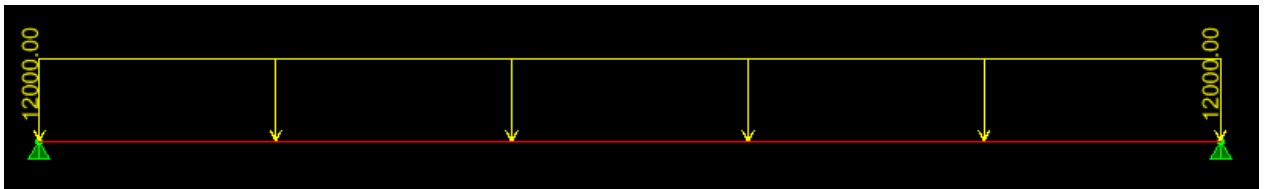


Figura 117. Cargas sobre viga.

Después de correr el programa, asignado las propiedades geométricas y de materiales de la sección los valores de momento y cortantes son los siguientes.

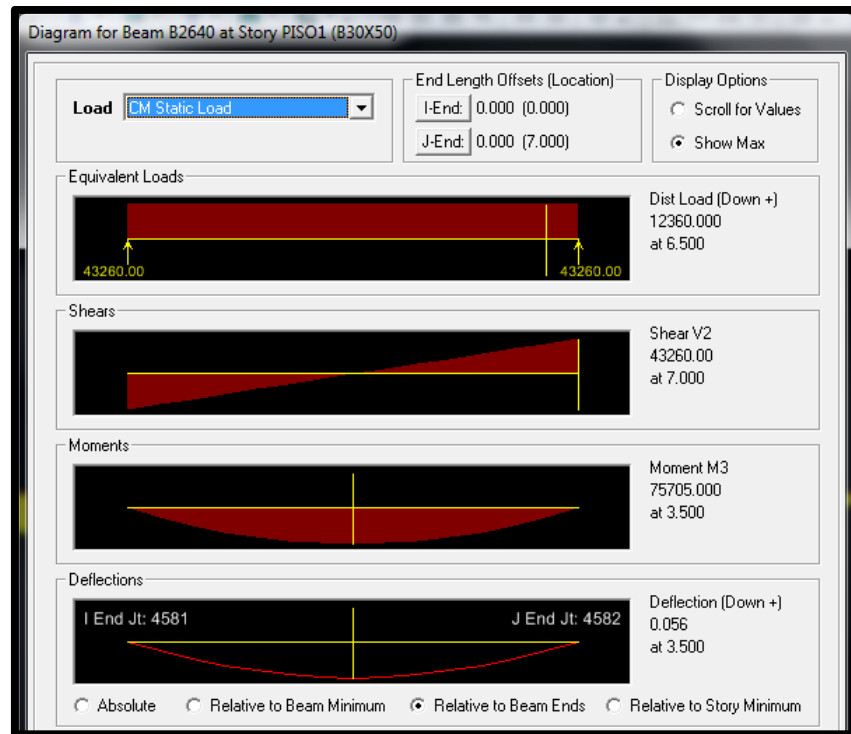


Figura 118. Momentos, Cortantes y deflexiones en el elemento.

Como se puede ver en el diagrama de momentos el valor del momento último es 75705 kg/m, o 75 t/m. los valores pueden llegar a ser mayores debido al número de iteraciones que hace el programa.

Tabla acero longitudinal vigas

Story	BayID	SecID	AsMinTop	AsTop
PISO1	B1	B30X50	0.00033	0.0004652
PISO1	B1	B30X50	0.00033	0.0004652
PISO1	B1	B30X50	0.00033	0.0004652

Como se puede apreciar el área de refuerzo será de 0.0004652 m² o 4,65 cm².

Despiece

Viga sección 40 cm por 40 cm.

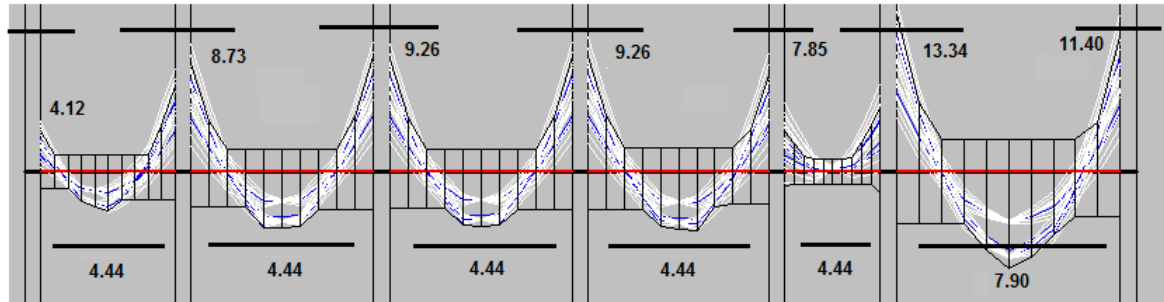


Figura 119. Diagrama de momentos.

Los valores presentes en la gráfica son las áreas de refuerzo a flexión necesarias.

Es decir, teniendo en cuenta estas áreas es posible determinar cuántas y qué número de barras necesita el elemento.

Para un área de refuerzo de $4,12 \text{ cm}^2$ y utilizando barras #4 que tiene un área de $1,29 \text{ cm}^2$ como se establece en **C.3.5.3-2**. Dividiendo el área de refuerzo que se encuentra en la gráfica sobre el área de la barra se encuentra el número de barras necesarias. En este caso esa relación da 3.19 entonces se asignarán 4 barras # 4.

Para $8,73 \text{ cm}^2$ se pueden utilizar número de barras diferentes en este caso serán 2#5 y 2#6, las barras número 5 tienen un área de refuerzo igual a $1,99 \text{ cm}^2$ y del número 6 $2,84 \text{ cm}^2$.

Este procedimiento se repite con cada uno de los valores de refuerzo por momento positivo o negativo, esto con el fin de asignar al elemento el refuerzo adecuado.

ANEXO B

DATOS DE ENTRADA

ETABS v9.7.4 File:MODELO Units:Kgf-m marzo 6, 2016 19:52 PAGE 1

S T O R Y D A T A

STORY	SIMILAR TO	HEIGHT	ELEVATION
CUBIERTA	None	2.850	17.600
PISO 6	PISO 3	2.850	14.750
PISO 5	PISO 3	2.850	11.900
PISO 4	PISO 3	2.850	9.050
PISO 3	None	2.850	6.200
PISO 2	None	3.350	3.350
PISO 1	None	2.850	0.000
BASE	None		-2.850

ETABS v9.7.4 File:MODELO Units:Kgf-m marzo 6, 2016 19:52 PAGE 3

P O I N T C O O R D I N A T E S

POINT	X	Y	DZ-BELOW
1	3.700	12.200	0.000
2	8.600	12.200	0.000
3	13.500	12.200	0.000
4	18.350	12.200	0.000
5	21.100	12.200	0.000
6	27.020	12.200	0.000
7	3.700	6.800	0.000
8	8.600	6.800	0.000
9	13.500	6.800	0.000
10	18.350	6.800	0.000
11	21.100	6.800	0.000
12	27.020	6.800	0.000
13	3.700	2.350	0.000
14	8.600	2.350	0.000
15	13.500	2.350	0.000
16	18.350	2.350	0.000
17	21.100	2.350	0.000
18	27.020	2.350	0.000
19	0.000	16.350	0.000
20	30.720	16.350	0.000
21	30.720	0.000	0.000
22	0.000	0.000	0.000
23	3.700	16.350	0.000
24	3.700	0.000	0.000
25	8.600	16.350	0.000
26	8.600	0.000	0.000
27	13.500	16.350	0.000
28	13.500	0.000	0.000
29	18.350	16.350	0.000
30	18.350	0.000	0.000
31	21.100	16.350	0.000
32	21.100	0.000	0.000
33	27.020	0.000	0.000
34	0.000	12.200	0.000
35	0.000	6.800	0.000
36	0.000	2.350	0.000
37	30.720	2.350	0.000
38	0.925	2.350	0.000
39	0.925	6.800	0.000
40	1.850	2.350	0.000
41	1.850	6.800	0.000
42	2.775	2.350	0.000
43	2.775	6.800	0.000
44	0.925	12.200	0.000
45	1.850	12.200	0.000
46	2.775	12.200	0.000
47	0.925	16.350	0.000
48	1.850	16.350	0.000
49	2.775	16.350	0.000
50	0.925	0.000	0.000

51	1.850	0.000	0.000
52	2.775	0.000	0.000
53	4.680	12.200	0.000
54	4.680	16.350	0.000
55	5.660	12.200	0.000
56	5.660	16.350	0.000
57	6.640	12.200	0.000
58	6.640	16.350	0.000
59	7.620	12.200	0.000
60	7.620	16.350	0.000
61	4.680	6.800	0.000
62	5.660	6.800	0.000
63	6.640	6.800	0.000
64	7.620	6.800	0.000
65	4.680	2.350	0.000
66	5.660	2.350	0.000
67	6.640	2.350	0.000
68	7.620	2.350	0.000
69	4.680	0.000	0.000
70	5.660	0.000	0.000
71	6.640	0.000	0.000
72	7.620	0.000	0.000
73	9.580	12.200	0.000
74	9.580	16.350	0.000
75	10.560	12.200	0.000
76	10.560	16.350	0.000
77	11.540	12.200	0.000
78	11.540	16.350	0.000
79	12.520	12.200	0.000
80	12.520	16.350	0.000
81	9.580	6.800	0.000
82	10.560	6.800	0.000
83	11.540	6.800	0.000
84	12.520	6.800	0.000
85	9.580	2.350	0.000
86	10.560	2.350	0.000
87	11.540	2.350	0.000
88	12.520	2.350	0.000
89	9.580	0.000	0.000
90	10.560	0.000	0.000
91	11.540	0.000	0.000
92	12.520	0.000	0.000
93	14.470	12.200	0.000
94	14.470	16.350	0.000
95	15.440	12.200	0.000
96	15.440	16.350	0.000
97	16.410	12.200	0.000
98	16.410	16.350	0.000
99	17.380	12.200	0.000
100	17.380	16.350	0.000
101	14.470	6.800	0.000
102	15.440	6.800	0.000
103	16.410	6.800	0.000
104	17.380	6.800	0.000
105	14.470	2.350	0.000
106	15.440	2.350	0.000
107	16.410	2.350	0.000
108	17.380	2.350	0.000
109	14.470	0.000	0.000
110	15.440	0.000	0.000
111	16.410	0.000	0.000
112	17.380	0.000	0.000
113	19.267	12.200	0.000
114	19.267	16.350	0.000
115	20.183	12.200	0.000
116	20.183	16.350	0.000
117	19.267	6.800	0.000
118	20.183	6.800	0.000
119	19.267	0.000	0.000
120	19.267	2.350	0.000
121	20.183	0.000	0.000
122	20.183	2.350	0.000
139	18.350	3.900	0.000
140	21.100	3.900	0.000
141	19.267	3.900	0.000
142	20.183	3.900	0.000
143	22.087	6.800	0.000
144	22.087	12.200	0.000
145	23.073	6.800	0.000
146	23.073	12.200	0.000
147	24.060	6.800	0.000
148	24.060	12.200	0.000
149	25.047	6.800	0.000
150	25.047	12.200	0.000
151	26.033	6.800	0.000
152	26.033	12.200	0.000
153	22.087	2.350	0.000
154	23.073	2.350	0.000
155	24.060	2.350	0.000

156	25.047	2.350	0.000
157	26.033	2.350	0.000
158	22.087	0.000	0.000
159	23.073	0.000	0.000
160	24.060	0.000	0.000
161	25.047	0.000	0.000
162	26.033	0.000	0.000
163	25.783	12.200	0.000
164	25.783	16.350	0.000
165	22.087	16.350	0.000
166	23.073	16.350	0.000
167	24.060	16.350	0.000
168	25.047	16.350	0.000
169	27.945	0.000	0.000
170	27.945	2.350	0.000
171	28.870	0.000	0.000
172	28.870	2.350	0.000
173	29.795	0.000	0.000
174	29.795	2.350	0.000
175	27.020	3.450	0.000
176	30.720	3.450	0.000
177	27.945	3.450	0.000
178	28.870	3.450	0.000
179	29.795	3.450	0.000
180	27.020	16.350	0.000
181	30.720	12.200	0.000
182	30.720	6.800	0.000
191	26.033	16.350	0.000
192	27.945	12.200	0.000
193	27.945	16.350	0.000
194	28.870	12.200	0.000
195	28.870	16.350	0.000
196	29.795	12.200	0.000
197	29.795	16.350	0.000
198	27.945	6.800	0.000
199	28.870	6.800	0.000
200	29.795	6.800	0.000
201	27.020	1.400	0.000
202	21.100	1.400	0.000
203	18.350	1.400	0.000
204	13.500	1.400	0.000
205	8.600	1.400	0.000
206	3.700	1.400	0.000
207	2.750	12.200	0.000
208	2.750	6.800	0.000
209	2.750	2.350	0.000
210	2.750	1.400	0.000
211	4.680	1.400	0.000
212	5.660	1.400	0.000
213	6.640	1.400	0.000
214	7.620	1.400	0.000
215	9.580	1.400	0.000
216	10.560	1.400	0.000
217	11.540	1.400	0.000
218	12.520	1.400	0.000
219	14.470	1.400	0.000
220	15.440	1.400	0.000
221	16.410	1.400	0.000
222	17.380	1.400	0.000
223	19.267	1.400	0.000
224	20.183	1.400	0.000
225	22.087	1.400	0.000
226	23.073	1.400	0.000
227	24.060	1.400	0.000
228	25.047	1.400	0.000
229	26.033	1.400	0.000

ETABS v9.7.4 File:MODELO Units:Kgf-m marzo 6, 2016 19:52 PAGE 4

C O L U M N C O N N E C T I V I T Y D A T A

COLUMN	I END PT	J END PT	I END STORY
C1	1	1	Below
C2	2	2	Below
C3	3	3	Below
C4	4	4	Below
C5	5	5	Below
C6	6	6	Below
C7	7	7	Below
C8	8	8	Below
C9	9	9	Below
C10	10	10	Below
C11	11	11	Below
C12	12	12	Below

C13	13	13	Below
C14	14	14	Below
C15	15	15	Below
C16	16	16	Below
C17	17	17	Below
C18	18	18	Below
C19	19	19	Below
C20	23	23	Below
C21	25	25	Below
C22	27	27	Below
C23	29	29	Below
C24	31	31	Below
C25	180	180	Below
C26	20	20	Below
C27	181	181	Below
C28	182	182	Below
C29	37	37	Below
C30	21	21	Below
C31	33	33	Below
C32	32	32	Below
C33	30	30	Below
C34	28	28	Below
C35	26	26	Below
C36	24	24	Below
C37	22	22	Below
C38	36	36	Below
C39	35	35	Below
C40	34	34	Below

ETABS v9.7.4 File:MODELO Units:Kgf-m marzo 6, 2016 19:52 PAGE 5

B E A M C O N N E C T I V I T Y D A T A

BEAM	I END PT	J END PT
B1	19	20
B2	20	21
B3	22	21
B4	22	19
B5	23	1
B6	1	7
B7	7	13
B8	13	24
B9	25	2
B10	2	8
B11	8	14
B12	14	26
B13	27	3
B14	3	9
B15	9	15
B16	15	28
B17	29	4
B18	4	10
B19	10	16
B20	16	30
B21	31	5
B22	5	11
B23	11	17
B24	17	32
B25	6	12
B26	12	18
B27	18	33
B28	34	1
B29	1	2
B30	2	3
B31	3	4
B32	4	5
B33	5	6
B34	35	7
B35	7	8
B36	8	9
B37	9	10
B38	10	11
B39	11	12
B40	36	13
B41	13	14
B42	14	15
B43	15	16
B44	16	17
B45	17	18
B46	18	37
B47	38	39
B48	40	41
B49	42	43
B50	39	44

B51	41	45
B52	43	46
B53	44	47
B54	45	48
B55	46	49
B56	38	50
B57	40	51
B58	52	42
B59	53	54
B60	55	56
B61	57	58
B62	59	60
B63	61	53
B64	62	55
B65	63	57
B66	64	59
B67	65	61
B68	66	62
B69	67	63
B70	68	64
B71	69	65
B72	70	66
B73	71	67
B74	72	68
B75	73	74
B76	75	76
B77	77	78
B78	79	80
B79	81	73
B80	82	75
B81	83	77
B82	84	79
B83	85	81
B84	86	82
B85	87	83
B86	88	84
B87	89	85
B88	90	86
B89	91	87
B90	88	92
B91	93	94
B92	95	96
B93	97	98
B94	99	100
B95	101	93
B96	102	95
B97	103	97
B98	104	99
B99	105	101
B100	106	102
B101	107	103
B102	108	104
B103	109	105
B104	110	106
B105	111	107
B106	112	108
B107	113	114
B108	115	116
B109	117	113
B110	118	115
B111	119	120
B112	122	121
B125	139	140
B126	120	141
B127	122	142
B128	143	144
B129	145	146
B130	147	148
B131	149	150
B132	151	152
B133	153	143
B134	154	145
B135	155	147
B136	156	149
B137	157	151
B138	158	153
B139	159	154
B140	160	155
B141	161	156
B142	162	157
B143	163	164
B144	144	165
B145	146	166
B146	148	167
B147	150	168
B148	169	170
B149	171	172
B150	173	174
B151	175	176

B152	170	177
B153	172	178
B154	174	179
B155	19	34
B156	34	35
B157	35	36
B158	36	22
B159	19	23
B160	23	25
B161	25	27
B162	27	29
B163	29	31
B164	31	180
B165	180	20
B166	20	181
B167	181	182
B168	182	37
B169	37	21
B170	33	21
B171	32	33
B172	30	32
B173	28	30
B174	26	28
B175	24	26
B176	22	24
B177	180	6
B178	6	181
B179	12	182
B184	152	191
B185	192	193
B186	194	195
B187	196	197
B188	198	192
B189	199	194
B190	200	196
B191	170	198
B192	172	199
B193	174	200
B194	18	201
B195	17	202
B196	16	203
B197	15	204
B198	14	205
B199	13	206
B200	207	1
B201	209	13
B202	208	7
B203	207	208
B204	208	209
B205	209	210
B206	211	65
B207	212	66
B208	213	67
B209	214	68
B210	215	85
B211	216	86
B212	217	87
B213	218	88
B214	219	105
B215	220	106
B216	221	107
B217	222	108
B218	223	120
B219	224	122
B220	225	153
B221	226	154
B222	227	155
B223	228	156
B224	229	157
B231	210	206
B232	206	205
B233	205	204
B234	204	203
B235	203	202
B236	202	201

ETABS v9.7.4 File:MODELO Units:Kgf-m marzo 6, 2016 19:52 PAGE 6

W A L L C O N N E C T I V I T Y D A T A

WALL	POINT 1	POINT 2	POINT 3	POINT 4	PT1 STORY	PT2 STORY	PT3 STORY	PT4 STORY
W1	19	20	20	19	Below	Below	Same	Same
W2	20	21	21	20	Below	Below	Same	Same
W3	21	22	22	21	Below	Below	Same	Same

W4	22	19	19	22	Below	Below	Same	Same
----	----	----	----	----	-------	-------	------	------

ETABS v9.7.4 File:MODELO Units:Kgf-m marzo 6, 2016 19:52 PAGE 7

F L O O R C O N N E C T I V I T Y D A T A

FLOOR	POINT	POINT	POINT	POINT
F1	19	20	21	22
F3	207	181	37	18
	201	210		

ETABS v9.7.4 File:MODELO Units:Kgf-m marzo 6, 2016 19:52 PAGE 8

M A S S S O U R C E D A T A

MASS	LATERAL	LUMP MASS
FROM	MASS ONLY	AT STORIES

Masses & LoaYes Yes

M A S S S O U R C E L O A D S

LOAD	MULTIPLIER
------	------------

DEADMAS 1.0000

ETABS v9.7.4 File:MODELO Units:Kgf-m marzo 6, 2016 19:52 PAGE 9

G R O U P M A S S D A T A

GROUP NAME	SELF MASS	SELF WEIGHT	TOTAL MASS-X	TOTAL MASS-Y	TOTAL MASS-Z
ALL	243339.3250	2433393.250	243339.3250	243339.3250	0.0000

ETABS v9.7.4 File:MODELO Units:Kgf-m marzo 6, 2016 19:52 PAGE 10

M A T E R I A L L I S T B Y E L E M E N T T Y P E

ELEMENT TYPE	MATERIAL	TOTAL MASS tons	NUMBER PIECES	NUMBER STUDS
Column	CONC210	22.300	17	
Column	CONC280	179.628	146	
Beam	CONC210	643.389	880	0
Wall	CONC210	164.153		
Floor	CONCPLAC	1423.922		

ETABS v9.7.4 File:MODELO Units:Kgf-m marzo 6, 2016 19:52 PAGE 11

M A T E R I A L L I S T B Y S E C T I O N

SECTION	ELEMENT TYPE	NUMBER PIECES	TOTAL LENGTH meters	TOTAL MASS tons	NUMBER STUDS
C30X60C280	Column	126	368.100	162.154	
B40X40	Column	17	56.950	22.300	
B40X40	Beam	174	738.060	264.451	0
B20X40	Beam	38	144.750	28.340	0
B10X40	Beam	523	1961.800	192.046	0
B30X40	Beam	140	517.850	134.607	0
B25X40	Beam	5	97.840	23.945	0

C30X40C280	Column	20	59.500	17.474
WALL1	Wall			164.153
LOSA1	Floor			292.554
LOSA2	Floor			292.554
LOSATIPO	Floor			634.225
LOSACUB	Floor			204.589

ETABS v9.7.4 File:MODELO Units:Kgf-m marzo 6, 2016 19:52 PAGE 12

M A T E R I A L L I S T B Y S T O R Y

STORY	ELEMENT TYPE	MATERIAL	TOTAL WEIGHT tons	FLOOR AREA m2	UNIT WEIGHT kg/m2	NUMBER PIECES	NUMBER STUDS
CUBIERTA	Column	CONC280	25.109	298.561	84.1017	21	
CUBIERTA	Beam	CONC210	75.745	298.561	253.7019	114	0
CUBIERTA	Floor	CONCPLAC	204.589	298.561	685.2493		
PISO 6	Column	CONC280	25.109	298.561	84.1017	21	
PISO 6	Beam	CONC210	75.745	298.561	253.7019	114	0
PISO 6	Floor	CONCPLAC	158.556	298.561	531.0682		
PISO 5	Column	CONC280	25.109	298.561	84.1017	21	
PISO 5	Beam	CONC210	75.745	298.561	253.7019	114	0
PISO 5	Floor	CONCPLAC	158.556	298.561	531.0682		
PISO 4	Column	CONC280	25.109	298.561	84.1017	21	
PISO 4	Beam	CONC210	75.745	298.561	253.7019	114	0
PISO 4	Floor	CONCPLAC	158.556	298.561	531.0682		
PISO 3	Column	CONC280	25.109	298.561	84.1017	21	
PISO 3	Beam	CONC210	75.745	298.561	253.7019	114	0
PISO 3	Floor	CONCPLAC	158.556	298.561	531.0682		
PISO 2	Column	CONC210	22.300	502.272	44.3982	17	
PISO 2	Column	CONC280	31.482	502.272	62.6798	23	
PISO 2	Beam	CONC210	140.246	502.272	279.2233	168	0
PISO 2	Floor	CONCPLAC	292.554	502.272	582.4619		
PISO 1	Column	CONC280	22.599	502.272	44.9926	18	
PISO 1	Beam	CONC210	124.416	502.272	247.7061	142	0
PISO 1	Wall	CONC210	164.153	502.272	326.8215		
PISO 1	Floor	CONCPLAC	292.554	502.272	582.4619		
SUM	Column	CONC210	22.300	2497.349	8.9295	17	
SUM	Column	CONC280	179.628	2497.349	71.9276	146	
SUM	Beam	CONC210	643.389	2497.349	257.6289	880	0
SUM	Wall	CONC210	164.153	2497.349	65.7310		
SUM	Floor	CONCPLAC	1423.922	2497.349	570.1735		
TOTAL	All	All	2433.393	2497.349	974.3905	1043	0

ETABS v9.7.4 File:MODELO Units:Kgf-m marzo 6, 2016 19:52 PAGE 13

M A T E R I A L P R O P E R T Y D A T A

MATERIAL NAME	MATERIAL TYPE	DESIGN TYPE	MATERIAL DIR/PLANE	MODULUS OF ELASTICITY	POISSON'S RATIO	THERMAL COEFF	SHEAR MODULUS
STEEL	Iso	Steel	All	2.039E+10	0.3000	1.1700E-05	7841930445
CONC210	Iso	Concrete	All	2196275543.8	0.2000	9.9000E-06	915114809.9
OTHER	Iso	None	All	2.039E+10	0.3000	1.1700E-05	7841930445
CONC280	Iso	Concrete	All	2536040492.3	0.2000	9.9000E-06	1056683538.5
CONCPLAC	Iso	Concrete	All	2196275543.8	0.2000	9.9000E-06	915114809.9

M A T E R I A L P R O P E R T Y M A S S A N D W E I G H T

MATERIAL NAME	MASS PER UNIT VOL	WEIGHT PER UNIT VOL
------------------	----------------------	------------------------

STEEL	7.9814E+02	7.8334E+03
CONC210	2.4473E+02	2.4473E+03
OTHER	7.9814E+02	7.8334E+03
CONC280	2.4473E+02	2.4473E+03
CONCPLAC	2.4473E+02	2.4473E+03

MATERIAL DESIGN DATA FOR STEEL MATERIALS

MATERIAL	STEEL	STEEL	STEEL
NAME	FY	FU	COST (\$)

STEEL	35153481.31	45699525.70	27679906.54
-------	-------------	-------------	-------------

MATERIAL DESIGN DATA FOR CONCRETE MATERIALS

MATERIAL	LIGHTWEIGHT	CONCRETE	REBAR	REBAR	LIGHTWT
NAME	CONCRETE	FC	FY	FYS	REDUC FACT

CONC210	No	2141404.004	42828080.07	42828080.07	N/A
CONC280	No	2855205.338	42828080.07	42828080.07	N/A
CONCPLAC	No	2141404.004	42828080.07	42828080.07	N/A

ETABS v9.7.4 File:MODELO Units:Kgf-m marzo 6, 2016 19:52 PAGE 14

FRAME SECTION PROPERTY DATA

FRAME SECTION NAME	MATERIAL	SECTION SHAPE NAME OR NAME	CONC	CONC
	NAME	IN SECTION DATABASE FILE	COL	BEAM
C30X60C280	CONC280	Rectangular	Yes	
B40X40	CONC210	Rectangular		Yes
B20X40	CONC210	Rectangular		Yes
B10X40	CONC210	Rectangular		Yes
B30X40	CONC210	Rectangular		Yes
B25X40	CONC210	Rectangular		Yes
C40X040C280	CONC280	Rectangular	Yes	
C30X40C280	CONC280	Rectangular	Yes	

FRAME SECTION PROPERTY DATA

FRAME SECTION NAME	SECTION	FLANGE	FLANGE	WEB	FLANGE	FLANGE
	DEPTH	WIDTH TOP	THICK TOP	THICK	WIDTH BOT	THICK BOT
C30X60C280	0.3000	0.6000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
B40X40	0.4000	0.4000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
B20X40	0.4000	0.2000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
B10X40	0.4000	0.1000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
B30X40	0.4000	0.3000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
B25X40	0.4000	0.2500	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
C40X040C280	0.4000	0.4000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
C30X40C280	0.4000	0.3000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

FRAME SECTION PROPERTY DATA

FRAME SECTION NAME	SECTION	TORSIONAL	MOMENTS OF INERTIA		SHEAR AREAS	
	AREA	CONSTANT	I33	I22	A2	A3
C30X60C280	0.1800	0.0037	0.0014	0.0054	0.1500	0.1500
B40X40	0.1600	0.0036	0.0021	0.0021	0.1333	0.1333
B20X40	0.0800	0.0007	0.0011	0.0003	0.0667	0.0667
B10X40	0.0400	0.0001	0.0005	0.0000	0.0333	0.0333
B30X40	0.1200	0.0019	0.0016	0.0009	0.1000	0.1000
B25X40	0.1000	0.0013	0.0013	0.0005	0.0833	0.0833
C40X040C280	0.1600	0.0036	0.0021	0.0021	0.1333	0.1333

C30X40C280	0.1200	0.0019	0.0016	0.0009	0.1000	0.1000
------------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

FRAME SECTION PROPERTY DATA

FRAME SECTION NAME	SECTION MODULI		PLASTIC MODULI		RADIUS OF GYRATION	
	S33	S22	Z33	Z22	R33	R22
C30X60C280	0.0090	0.0180	0.0135	0.0270	0.0866	0.1732
B40X40	0.0107	0.0107	0.0160	0.0160	0.1155	0.1155
B20X40	0.0053	0.0027	0.0080	0.0040	0.1155	0.0577
B10X40	0.0027	0.0007	0.0040	0.0010	0.1155	0.0289
B30X40	0.0080	0.0060	0.0120	0.0090	0.1155	0.0866
B25X40	0.0067	0.0042	0.0100	0.0063	0.1155	0.0722
C40X040C280	0.0107	0.0107	0.0160	0.0160	0.1155	0.1155
C30X40C280	0.0080	0.0060	0.0120	0.0090	0.1155	0.0866

FRAME SECTION WEIGHTS AND MASSES

FRAME SECTION NAME	TOTAL WEIGHT	TOTAL MASS
C30X60C280	162154.4531	16215.4453
B40X40	286751.3721	28675.1372
B20X40	28339.9524	2833.9952
B10X40	192046.0057	19204.6006
B30X40	134607.4320	13460.7432
B25X40	23944.5677	2394.4568
C40X040C280	0.0000	0.0000
C30X40C280	17473.8567	1747.3857

CONCRETE COLUMN DATA

FRAME SECTION NAME	REINF CONFIGURATION		REINF SIZE/TYPE	NUM BARS 3DIR/2DIR	NUM BARS CIRCULAR	BAR COVER
	LONGIT	LATERAL				
C30X60C280	Rectangular	Ties	#9/Design	3/3	N/A	0.0400
C40X040C280	Rectangular	Ties	#9/Design	3/3	N/A	0.0457
C30X40C280	Rectangular	Ties	#9/Design	3/3	N/A	0.0457

CONCRETE BEAM DATA

FRAME SECTION NAME	TOP COVER	BOT COVER	TOP LEFT AREA	TOP RIGHT AREA	BOT LEFT AREA	BOT RIGHT AREA
B40X40	0.0400	0.0400	0.000	0.000	0.000	0.000
B20X40	0.0400	0.0400	0.000	0.000	0.000	0.000
B10X40	0.0400	0.0400	0.000	0.000	0.000	0.000
B30X40	0.0400	0.0400	0.000	0.000	0.000	0.000
B25X40	0.0400	0.0400	0.000	0.000	0.000	0.000

ETABS v9.7.4 File:MODELO Units:Kgf-m marzo 6, 2016 19:52 PAGE 15

SHELL SECTION PROPERTY DATA

SHELL SECTION	MATERIAL NAME	SHELL TYPE	LOAD DIST ONE WAY	MEMBRANE THICK	BENDING THICK	TOTAL WEIGHT	TOTAL MASS
WALL1	CONC210	Shell-Thin	No	0.2500	0.2500	164153.3008	16415.3301
LOSA1	CONCPLAC	Membrane	No	0.2380	0.2380	292554.2979	29255.4298
LOSA2	CONCPLAC	Membrane	No	0.2380	0.2380	292554.2979	29255.4298
LOSA1TIPO	CONCPLAC	Membrane	No	0.2170	0.2170	634225.0030	63422.5003
LOSACUB	CONCPLAC	Membrane	No	0.2800	0.2800	204588.7106	20458.8711

S T A T I C L O A D C A S E S

STATIC CASE	CASE TYPE	AUTO LAT LOAD	SELF WT MULTIPLIER	NOTIONAL FACTOR	NOTIONAL DIRECTION
DEAD	DEAD	N/A	1.0000		
LIVE	LIVE	N/A	0.0000		
DEADMASS	DEAD	N/A	0.0000		

R E S P O N S E S P E C T R U M C A S E S

RESP SPEC CASE: SPX

BASIC RESPONSE SPECTRUM DATA

MODAL COMBO	DIRECTION COMBO	MODAL DAMPING	SPECTRUM ANGLE	TYPICAL ECCEN
CQC	SRSS	0.0500	0.0000	0.0000

RESPONSE SPECTRUM FUNCTION ASSIGNMENT DATA

DIRECTION	FUNCTION	SCALE FACT
U1	10LAC200	9.8100
U2	----	N/A
UZ	----	N/A

RESP SPEC CASE: SPY

BASIC RESPONSE SPECTRUM DATA

MODAL COMBO	DIRECTION COMBO	MODAL DAMPING	SPECTRUM ANGLE	TYPICAL ECCEN
CQC	SRSS	0.0500	0.0000	0.0000

RESPONSE SPECTRUM FUNCTION ASSIGNMENT DATA

DIRECTION	FUNCTION	SCALE FACT
U1	----	N/A
U2	10LAC200	9.8100
UZ	----	N/A

L O A D I N G C O M B I N A T I O N S

COMBO	COMBO TYPE	CASE	CASE TYPE	SCALE FACTOR
1	ADD	DEAD	Static	1.4000
		DEADMASS	Static	1.4000
2	ADD	DEAD	Static	1.2000

		DEADMASS	Static	1.2000
		LIVE	Static	1.6000
3	ADD	DEAD	Static	1.2000
		DEADMASS	Static	1.2000
		LIVE	Static	1.0000
		SPX	Spectra	1.1700
4	ADD	DEAD	Static	1.2000
		DEADMASS	Static	1.2000
		LIVE	Static	1.0000
		SPY	Spectra	1.2000
5	ADD	DEAD	Static	0.9000
		DEADMASS	Static	0.9000
		SPX	Spectra	1.1700
6	ADD	DEAD	Static	0.9000
		DEADMASS	Static	0.9000
		SPY	Spectra	1.2000
D1	ADD	DEAD	Static	1.4000
		DEADMASS	Static	1.4000
D2	ADD	DEAD	Static	1.2000
		DEADMASS	Static	1.2000
		LIVE	Static	1.6000
D3	ADD	DEAD	Static	1.2000
		DEADMASS	Static	1.2000
		LIVE	Static	1.0000
		SPX	Spectra	0.1800
		SPY	Spectra	0.0600
D4	ADD	DEAD	Static	1.2000
		DEADMASS	Static	1.2000
		LIVE	Static	1.0000
		SPX	Spectra	0.0600
		SPY	Spectra	0.1800
D5	ADD	DEAD	Static	0.9000
		DEADMASS	Static	0.9000
		SPX	Spectra	0.1800
		SPY	Spectra	0.0600
D6	ADD	DEAD	Static	0.9000
		DEADMASS	Static	0.9000
		SPX	Spectra	0.0600
		SPY	Spectra	0.1800
DC1	ADD	DEAD	Static	1.4000
		DEADMASS	Static	1.4000
DC2	ADD	DEAD	Static	1.2000
		DEADMASS	Static	1.2000
		LIVE	Static	1.6000
DC3	ADD	DEAD	Static	1.2000
		DEADMASS	Static	1.2000
		LIVE	Static	1.0000
		SPX	Spectra	0.5500
		SPY	Spectra	0.1600
DC4	ADD	DEAD	Static	1.2000
		DEADMASS	Static	1.2000
		LIVE	Static	1.0000
		SPX	Spectra	0.1600
		SPY	Spectra	0.5500
DC5	ADD	DEAD	Static	0.9000
		DEADMASS	Static	0.9000
		SPX	Spectra	0.5500
		SPY	Spectra	0.1600
DC6	ADD	DEAD	Static	0.9000
		DEADMASS	Static	0.9000
		SPX	Spectra	0.1600
		SPY	Spectra	0.5500
DV1	ADD	DEAD	Static	1.4000
		DEADMASS	Static	1.4000
DV2	ADD	DEAD	Static	1.2000
		DEADMASS	Static	1.2000
		LIVE	Static	1.6000
DV3	ADD	DEAD	Static	1.2000
		DEADMASS	Static	1.2000
		LIVE	Static	1.0000
		SPX	Spectra	0.3700
		SPY	Spectra	0.1100
DV4	ADD	DEAD	Static	1.2000
		DEADMASS	Static	1.2000
		LIVE	Static	1.0000
		SPX	Spectra	0.1100
		SPY	Spectra	0.3700
DV5	ADD	DEAD	Static	0.9000
		DEADMASS	Static	0.9000
		SPX	Spectra	0.3700
		SPY	Spectra	0.1100
DV6	ADD	DEAD	Static	0.9000
		DEADMASS	Static	0.9000
		SPX	Spectra	0.1100
		SPY	Spectra	0.3700

R E S P O N S E S P E C T R U M F U N C T I O N - F R O M F I L E

FUNCTION NAME: 10LAC200

FILE NAME: c:\users\david\desktop\grado\documento\modelo\10lac200.txt
 DATA TYPE: Period vs Acceleration
 NUMBER OF HEADER LINES = 0

PERIOD	ACCEL
0.0000	0.4500
0.0500	0.4500
0.1000	0.4500
0.1500	0.4500
0.2000	0.4500
0.2500	0.4500
0.3000	0.4500
0.3500	0.4500
0.4000	0.4500
0.4500	0.4500
0.5000	0.4500
0.5500	0.4500
0.6000	0.4500
0.6500	0.4500
0.7000	0.4500
0.7500	0.4500
0.8000	0.4500
0.8500	0.4500
0.9000	0.4500
0.9500	0.4500
1.0000	0.4500
1.0500	0.4500
1.1000	0.4500
1.1500	0.4500
1.2000	0.4500
1.2500	0.4500
1.3000	0.4500
1.3500	0.4500
1.4000	0.4500
1.4500	0.4500
1.5000	0.4500
1.5500	0.4500
1.6000	0.4500
1.6500	0.4500
1.7000	0.4500
1.7500	0.4500
1.8000	0.4500
1.8500	0.4500
1.9000	0.4420
1.9500	0.4310
2.0000	0.4200
2.0500	0.4100
2.1000	0.4000
2.1500	0.3910
2.2000	0.3820
2.2500	0.3730
2.3000	0.3650
2.3500	0.3570
2.4000	0.3500
2.4500	0.3430
2.5000	0.3360
2.5500	0.3290
2.6000	0.3230
2.6500	0.3170
2.7000	0.3110
2.7500	0.3050
2.8000	0.3000
2.8500	0.2950
2.9000	0.2900
2.9500	0.2850
3.0000	0.2800
3.0500	0.2750
3.1000	0.2710
3.1500	0.2670
3.2000	0.2630
3.2500	0.2580
3.3000	0.2550
3.3500	0.2510
3.4000	0.2470
3.4500	0.2430
3.5000	0.2400

3.5500	0.2370
3.6000	0.2330
3.6500	0.2300
3.7000	0.2270
3.7500	0.2240
3.8000	0.2210
3.8500	0.2180
3.9000	0.2150
3.9500	0.2130
4.0000	0.2100

ETABS v9.7.4 File:MODELO Units:Kgf-m marzo 6, 2016 19:52 PAGE 20

R I G I D D I A P H R A G M A S S I G N M E N T S T O P O I N T O B J E C T S

STORY	DIAPHRAGM	POINT	POINT	POINT	POINT	POINT
CUBIERTA	D1	1	2	3	4	5
CUBIERTA	D1	6	7	8	9	10
CUBIERTA	D1	11	12	13	14	15
CUBIERTA	D1	16	17	18	181	182
CUBIERTA	D1	37	201	202	203	204
CUBIERTA	D1	205	206	207	209	208
CUBIERTA	D1	210	61	53	62	55
CUBIERTA	D1	63	57	64	59	65
CUBIERTA	D1	66	67	68	211	212
CUBIERTA	D1	213	214	81	73	82
CUBIERTA	D1	75	83	77	84	79
CUBIERTA	D1	85	86	87	88	215
CUBIERTA	D1	216	217	218	101	93
CUBIERTA	D1	102	95	103	97	104
CUBIERTA	D1	99	105	106	107	108
CUBIERTA	D1	219	220	221	222	117
CUBIERTA	D1	113	118	115	223	120
CUBIERTA	D1	224	122	139	140	141
CUBIERTA	D1	142	143	144	145	146
CUBIERTA	D1	147	148	149	150	151
CUBIERTA	D1	152	153	154	155	156
CUBIERTA	D1	157	225	226	227	228
CUBIERTA	D1	229	198	192	199	194
CUBIERTA	D1	200	196	170	172	174
PISO 6	D1	1	2	3	4	5
PISO 6	D1	6	7	8	9	10
PISO 6	D1	11	12	13	14	15
PISO 6	D1	16	17	18	181	182
PISO 6	D1	37	201	202	203	204
PISO 6	D1	205	206	207	209	208
PISO 6	D1	210	61	53	62	55
PISO 6	D1	63	57	64	59	65
PISO 6	D1	66	67	68	211	212
PISO 6	D1	213	214	81	73	82
PISO 6	D1	75	83	77	84	79
PISO 6	D1	85	86	87	88	215
PISO 6	D1	216	217	218	101	93
PISO 6	D1	102	95	103	97	104
PISO 6	D1	99	105	106	107	108
PISO 6	D1	219	220	221	222	117
PISO 6	D1	113	118	115	223	120
PISO 6	D1	224	122	139	140	141
PISO 6	D1	142	143	144	145	146
PISO 6	D1	147	148	149	150	151
PISO 6	D1	152	153	154	155	156
PISO 6	D1	157	225	226	227	228
PISO 6	D1	229	198	192	199	194
PISO 6	D1	200	196	170	172	174
PISO 5	D1	1	2	3	4	5
PISO 5	D1	6	7	8	9	10
PISO 5	D1	11	12	13	14	15
PISO 5	D1	16	17	18	181	182
PISO 5	D1	37	201	202	203	204
PISO 5	D1	205	206	207	209	208
PISO 5	D1	210	61	53	62	55
PISO 5	D1	63	57	64	59	65
PISO 5	D1	66	67	68	211	212
PISO 5	D1	213	214	81	73	82
PISO 5	D1	75	83	77	84	79
PISO 5	D1	85	86	87	88	215
PISO 5	D1	216	217	218	101	93
PISO 5	D1	102	95	103	97	104
PISO 5	D1	99	105	106	107	108
PISO 5	D1	219	220	221	222	117
PISO 5	D1	113	118	115	223	120
PISO 5	D1	224	122	139	140	141
PISO 5	D1	142	143	144	145	146
PISO 5	D1	147	148	149	150	151

PISO 5	D1	152	153	154	155	156
PISO 5	D1	157	225	226	227	228
PISO 5	D1	229	198	192	199	194
PISO 5	D1	200	196	170	172	174
PISO 4	D1	1	2	3	4	5
PISO 4	D1	6	7	8	9	10
PISO 4	D1	11	12	13	14	15
PISO 4	D1	16	17	18	181	182
PISO 4	D1	37	201	202	203	204
PISO 4	D1	205	206	207	209	208
PISO 4	D1	210	61	53	62	55
PISO 4	D1	63	57	64	59	65
PISO 4	D1	66	67	68	211	212
PISO 4	D1	213	214	81	73	82
PISO 4	D1	75	83	77	84	79
PISO 4	D1	85	86	87	88	215
PISO 4	D1	216	217	218	101	93
PISO 4	D1	102	95	103	97	104
PISO 4	D1	99	105	106	107	108
PISO 4	D1	219	220	221	222	117
PISO 4	D1	113	118	115	223	120
PISO 4	D1	224	122	139	140	141
PISO 4	D1	142	143	144	145	146
PISO 4	D1	147	148	149	150	151
PISO 4	D1	152	153	154	155	156
PISO 4	D1	157	225	226	227	228
PISO 4	D1	229	198	192	199	194
PISO 4	D1	200	196	170	172	174
PISO 3	D1	1	2	3	4	5
PISO 3	D1	6	7	8	9	10
PISO 3	D1	11	12	13	14	15
PISO 3	D1	16	17	18	181	182
PISO 3	D1	37	201	202	203	204
PISO 3	D1	205	206	207	208	209
PISO 3	D1	210	61	53	62	55
PISO 3	D1	63	57	64	59	65
PISO 3	D1	66	67	68	211	212
PISO 3	D1	213	214	81	73	82
PISO 3	D1	75	83	77	84	79
PISO 3	D1	85	86	87	88	215
PISO 3	D1	216	217	218	101	93
PISO 3	D1	102	95	103	97	104
PISO 3	D1	99	105	106	107	108
PISO 3	D1	219	220	221	222	117
PISO 3	D1	113	118	115	223	120
PISO 3	D1	224	122	141	142	139
PISO 3	D1	140	143	144	145	146
PISO 3	D1	147	148	149	150	151
PISO 3	D1	152	153	154	155	156
PISO 3	D1	157	225	226	227	228
PISO 3	D1	229	198	192	199	194
PISO 3	D1	200	196	170	172	174
PISO 2	D1	1	2	3	4	5
PISO 2	D1	6	7	8	9	10
PISO 2	D1	11	12	13	14	15
PISO 2	D1	16	17	18	19	23
PISO 2	D1	25	27	29	31	180
PISO 2	D1	20	181	182	37	21
PISO 2	D1	33	32	30	28	26
PISO 2	D1	24	22	36	35	34
PISO 2	D1	44	47	45	48	46
PISO 2	D1	49	39	41	43	38
PISO 2	D1	40	42	50	51	52
PISO 2	D1	53	54	55	56	57
PISO 2	D1	58	59	60	61	62
PISO 2	D1	63	64	65	66	67
PISO 2	D1	68	69	70	71	72
PISO 2	D1	73	74	75	76	77
PISO 2	D1	78	79	80	81	82
PISO 2	D1	83	84	85	86	87
PISO 2	D1	88	89	90	91	92
PISO 2	D1	93	94	95	96	97
PISO 2	D1	98	99	100	101	102
PISO 2	D1	103	104	105	106	107
PISO 2	D1	108	109	110	111	112
PISO 2	D1	144	165	146	166	148
PISO 2	D1	167	150	168	152	191
PISO 2	D1	143	145	147	149	151
PISO 2	D1	153	154	155	156	157
PISO 2	D1	158	159	160	161	162
PISO 2	D1	192	193	194	195	196
PISO 2	D1	197	198	199	200	170
PISO 2	D1	172	174	169	171	173
PISO 2	D1	141	142	113	114	115
PISO 2	D1	116	117	118	119	120
PISO 2	D1	122	121	139	140	
PISO 1	D1	1	2	3	4	5
PISO 1	D1	6	7	8	9	10
PISO 1	D1	11	12	13	14	15

PISO 1	D1	16	17	18	20	19
PISO 1	D1	21	22	23	24	25
PISO 1	D1	26	27	28	29	30
PISO 1	D1	31	32	33	34	35
PISO 1	D1	36	37	38	39	40
PISO 1	D1	41	42	43	44	45
PISO 1	D1	46	47	48	49	50
PISO 1	D1	51	52	53	54	55
PISO 1	D1	56	57	58	59	60
PISO 1	D1	61	62	63	64	65
PISO 1	D1	66	67	68	69	70
PISO 1	D1	71	72	73	74	75
PISO 1	D1	76	77	78	79	80
PISO 1	D1	81	82	83	84	85
PISO 1	D1	86	87	88	89	90
PISO 1	D1	91	92	93	94	95
PISO 1	D1	96	97	98	99	100
PISO 1	D1	101	102	103	104	105
PISO 1	D1	106	107	108	109	110
PISO 1	D1	111	112	113	114	115
PISO 1	D1	116	117	118	119	120
PISO 1	D1	121	122	139	140	141
PISO 1	D1	142	143	144	145	146
PISO 1	D1	147	148	149	150	151
PISO 1	D1	152	153	154	155	156
PISO 1	D1	157	158	159	160	161
PISO 1	D1	162	163	164	165	166
PISO 1	D1	167	168	169	170	171
PISO 1	D1	172	173	174	175	176
PISO 1	D1	177	178	179	180	181
PISO 1	D1	182				

ETABS v9.7.4 File:MODELO Units:Kgf-m marzo 6, 2016 19:52 PAGE 21

S U P P O R T (R E S T R A I N T) D A T A

STORY	POINT	/-----RESTRAINED DOF's-----/					
		UX	UY	UZ	RX	RY	RZ
BASE	1	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
BASE	2	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
BASE	3	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
BASE	4	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
BASE	5	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
BASE	6	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
BASE	7	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
BASE	8	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
BASE	9	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
BASE	10	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
BASE	11	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
BASE	12	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
BASE	13	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
BASE	14	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
BASE	15	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
BASE	16	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
BASE	17	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
BASE	18	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
BASE	19	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
BASE	20	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
BASE	21	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
BASE	22	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes

ETABS v9.7.4 File:MODELO Units:Kgf-m marzo 6, 2016 19:52 PAGE 22

F R A M E S E C T I O N A S S I G N M E N T S T O L I N E O B J E C T S

STORY LEVEL	LINE ID	LINE TYPE	SECTION TYPE	AUTO SELECT SECTION	ANALYSIS SECTION	DESIGN PROCEDURE	DESIGN SECTION
CUBIERTA	C1	Column	Rectangular	None	C30X60C280	Conc Frame	C30X60C280
CUBIERTA	C2	Column	Rectangular	None	C30X60C280	Conc Frame	C30X60C280
CUBIERTA	C3	Column	Rectangular	None	C30X60C280	Conc Frame	C30X60C280
CUBIERTA	C4	Column	Rectangular	None	C30X60C280	Conc Frame	C30X60C280
CUBIERTA	C5	Column	Rectangular	None	C30X60C280	Conc Frame	C30X60C280
CUBIERTA	C6	Column	Rectangular	None	C30X60C280	Conc Frame	C30X60C280
CUBIERTA	C7	Column	Rectangular	None	C30X60C280	Conc Frame	C30X60C280
CUBIERTA	C8	Column	Rectangular	None	C30X60C280	Conc Frame	C30X60C280
CUBIERTA	C9	Column	Rectangular	None	C30X60C280	Conc Frame	C30X60C280
CUBIERTA	C10	Column	Rectangular	None	C30X60C280	Conc Frame	C30X60C280
CUBIERTA	C11	Column	Rectangular	None	C30X60C280	Conc Frame	C30X60C280
CUBIERTA	C12	Column	Rectangular	None	C30X60C280	Conc Frame	C30X60C280

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible]

PISO 1	B96	Beam	Rectangular	None	B10X40	Conc	Frame	B10X40
PISO 1	B97	Beam	Rectangular	None	B10X40	Conc	Frame	B10X40
PISO 1	B98	Beam	Rectangular	None	B10X40	Conc	Frame	B10X40
PISO 1	B99	Beam	Rectangular	None	B10X40	Conc	Frame	B10X40
PISO 1	B100	Beam	Rectangular	None	B10X40	Conc	Frame	B10X40
PISO 1	B101	Beam	Rectangular	None	B10X40	Conc	Frame	B10X40
PISO 1	B102	Beam	Rectangular	None	B10X40	Conc	Frame	B10X40
PISO 1	B103	Beam	Rectangular	None	B10X40	Conc	Frame	B10X40
PISO 1	B104	Beam	Rectangular	None	B10X40	Conc	Frame	B10X40
PISO 1	B105	Beam	Rectangular	None	B10X40	Conc	Frame	B10X40
PISO 1	B106	Beam	Rectangular	None	B10X40	Conc	Frame	B10X40
PISO 1	B107	Beam	Rectangular	None	B10X40	Conc	Frame	B10X40
PISO 1	B108	Beam	Rectangular	None	B10X40	Conc	Frame	B10X40
PISO 1	B109	Beam	Rectangular	None	B10X40	Conc	Frame	B10X40
PISO 1	B110	Beam	Rectangular	None	B10X40	Conc	Frame	B10X40
PISO 1	B111	Beam	Rectangular	None	B10X40	Conc	Frame	B10X40
PISO 1	B112	Beam	Rectangular	None	B10X40	Conc	Frame	B10X40
PISO 1	B125	Beam	Rectangular	None	B20X40	Conc	Frame	B20X40
PISO 1	B126	Beam	Rectangular	None	B10X40	Conc	Frame	B10X40
PISO 1	B127	Beam	Rectangular	None	B10X40	Conc	Frame	B10X40
PISO 1	B128	Beam	Rectangular	None	B10X40	Conc	Frame	B10X40
PISO 1	B129	Beam	Rectangular	None	B10X40	Conc	Frame	B10X40
PISO 1	B130	Beam	Rectangular	None	B10X40	Conc	Frame	B10X40
PISO 1	B131	Beam	Rectangular	None	B10X40	Conc	Frame	B10X40
PISO 1	B132	Beam	Rectangular	None	B10X40	Conc	Frame	B10X40
PISO 1	B133	Beam	Rectangular	None	B10X40	Conc	Frame	B10X40
PISO 1	B134	Beam	Rectangular	None	B10X40	Conc	Frame	B10X40
PISO 1	B135	Beam	Rectangular	None	B10X40	Conc	Frame	B10X40
PISO 1	B136	Beam	Rectangular	None	B10X40	Conc	Frame	B10X40
PISO 1	B137	Beam	Rectangular	None	B10X40	Conc	Frame	B10X40
PISO 1	B138	Beam	Rectangular	None	B10X40	Conc	Frame	B10X40
PISO 1	B139	Beam	Rectangular	None	B10X40	Conc	Frame	B10X40
PISO 1	B140	Beam	Rectangular	None	B10X40	Conc	Frame	B10X40
PISO 1	B141	Beam	Rectangular	None	B10X40	Conc	Frame	B10X40
PISO 1	B142	Beam	Rectangular	None	B10X40	Conc	Frame	B10X40
PISO 1	B143	Beam	Rectangular	None	B20X40	Conc	Frame	B20X40
PISO 1	B144	Beam	Rectangular	None	B10X40	Conc	Frame	B10X40
PISO 1	B145	Beam	Rectangular	None	B10X40	Conc	Frame	B10X40
PISO 1	B146	Beam	Rectangular	None	B10X40	Conc	Frame	B10X40
PISO 1	B147	Beam	Rectangular	None	B10X40	Conc	Frame	B10X40
PISO 1	B148	Beam	Rectangular	None	B10X40	Conc	Frame	B10X40
PISO 1	B149	Beam	Rectangular	None	B10X40	Conc	Frame	B10X40
PISO 1	B150	Beam	Rectangular	None	B10X40	Conc	Frame	B10X40
PISO 1	B151	Beam	Rectangular	None	B25X40	Conc	Frame	B25X40
PISO 1	B152	Beam	Rectangular	None	B10X40	Conc	Frame	B10X40
PISO 1	B153	Beam	Rectangular	None	B10X40	Conc	Frame	B10X40
PISO 1	B154	Beam	Rectangular	None	B10X40	Conc	Frame	B10X40

ETABS v9.7.4 File:MODELO Units:Kgf-m marzo 6, 2016 19:52 PAGE 23

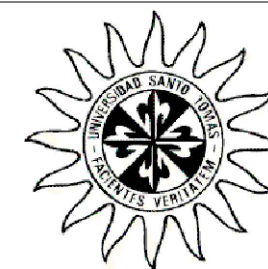
W A L L , S L A B , D E C K & O P E N I N G A S S I G N M E N T S T O A R E A O B J E C T S

STORY LEVEL	AREA ID	AREA TYPE	SECTION TYPE	SECTION LABEL
PISO 1	W1	Wall	Wall	WALL1
PISO 1	W2	Wall	Wall	WALL1
PISO 1	W3	Wall	Wall	WALL1
PISO 1	W4	Wall	Wall	WALL1
CUBIERTA	F3	Floor	Slab	LOSACUB
PISO 6	F3	Floor	Slab	LOSATIPO
PISO 5	F3	Floor	Slab	LOSATIPO
PISO 4	F3	Floor	Slab	LOSATIPO
PISO 3	F3	Floor	Slab	LOSATIPO
PISO 2	F1	Floor	Slab	LOSA2
PISO 1	F1	Floor	Slab	LOSA1

ETABS v9.7.4 File:MODELO Units:Kgf-m marzo 6, 2016 19:52 PAGE 24

U N I F O R M L O A D A S S I G N M E N T S T O A R E A O B J E C T S

CASE	STORY	AREA	AREATYPE	DIRECTION	LOAD
LIVE	CUBIERTA	F3	Floor	Gravity	509.8581
LIVE	PISO 6	F3	Floor	Gravity	183.5489
LIVE	PISO 5	F3	Floor	Gravity	183.5489
LIVE	PISO 4	F3	Floor	Gravity	183.5489
LIVE	PISO 3	F3	Floor	Gravity	183.5489
LIVE	PISO 2	F1	Floor	Gravity	183.5489
LIVE	PISO 1	F1	Floor	Gravity	254.9290



David Leonardo Acosta Rodriguez.
Codigo: 2092412

PROYECTO:

EDIFICIO 102

CONTENIDO:

PLANTA LOCALIZACION
DE COLUMNAS

MICROZ. SÍSMICA

LACUSTRE 200

Aa=	0.15
AV=	0.20
Fa=	1.20
Fv=	3.50
Tc=	1.87
TL=	4.00

RIESGO SÍSMICO INTERMEDIA

SIST. DE RESISTENCIA SISMICA (DMO)
PORTICOS DE CONCRETO (DMO) Ro= 5.00
GRUPO DE USO
GRUPO DE USO I I = 1.00

CARGAS:

ACABADOS	1.00 kN/m ²
MUROS (Total)	2.50 kN/m ²
C, VIVA (pisos tipicos)	1.80 kN/m ²
C, VIVA (Cubierta)	5.00 kN/m ²

ESCALA:

1:125

FECHA:

DICIEMBRE 11 DE 2015

DIBUJO:

David Acosta

ARCHIVO:

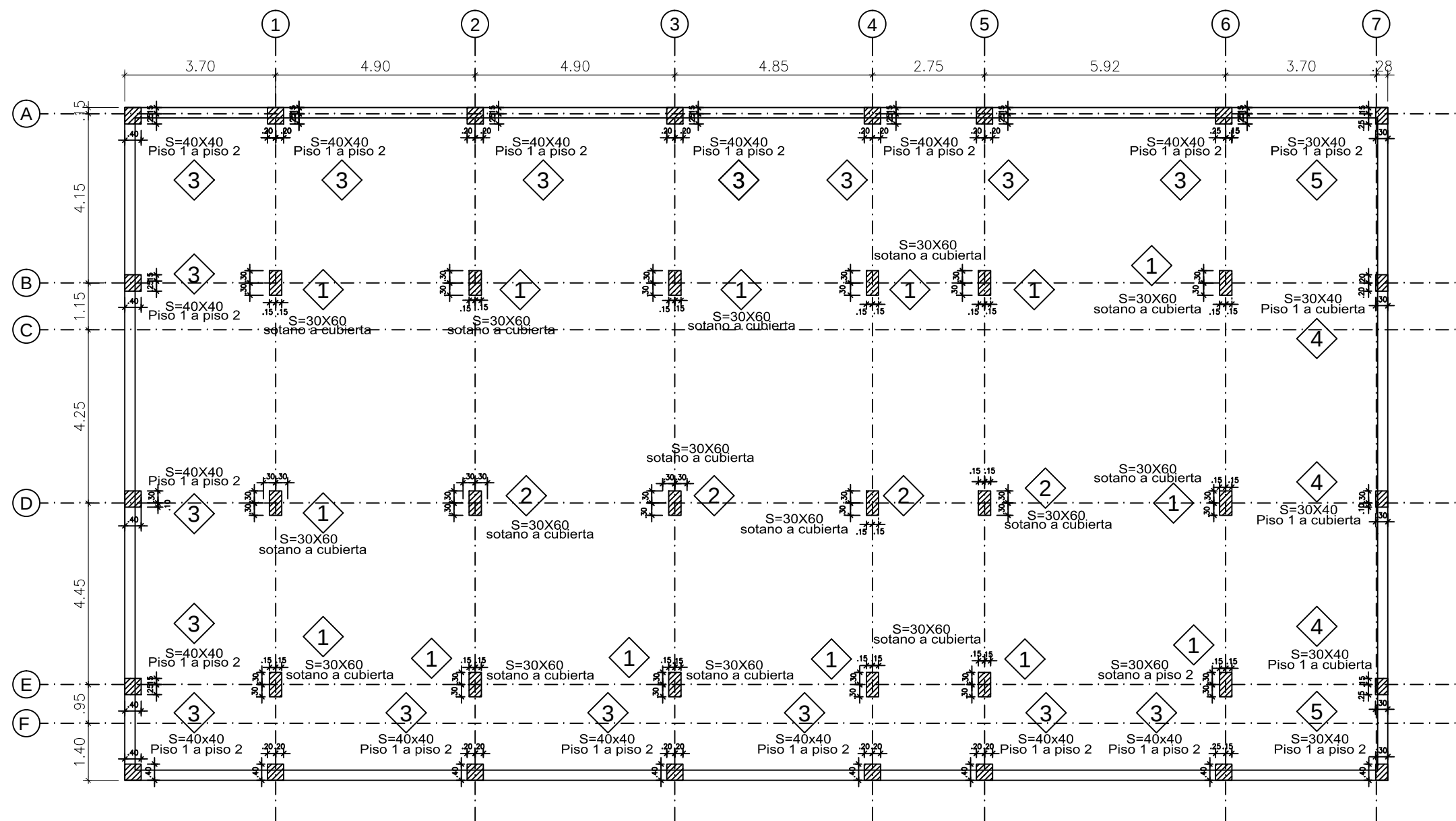
Edificio102.dwg

ESPECIFICACIONES:

CONCRETO PL:	f _c = 210 kgf/cm ²
CONCRETO Col:	f _c = 280 kgf/cm ²
ACERO:	f _y = 4200 kgf/cm ²
MAMPOSTERÍA:	f _m = 100 kgf/cm ²

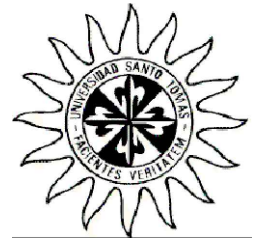
PLANO No.

1 de 8



PLANTA LOCALIZACIÓN Y DESARROLLO DE COLUMNAS

Esc. 1:125



David Leonardo Acosta Rodriguez.
Codigo: 2092412

PROYECTO:

EDIFICIO 102

CONTENIDO:

PLANTA PISO 1
N ±0.00

MICROZ. SÍSMICA

LACUSTRE 200	
Aa=	0.15
Av=	0.20
Fa=	1.20
Fv=	3.50
Tc=	1.87
TL=	4.00

RIESGO SÍSMICO INTERMEDIA

SIST. DE RESISTENCIA SÍSMICA (DMO)	
PORTICOS DE CONCRETO (DMO) Ro= 5.00	
GRUPO DE USO	
GRUPO DE USO I	I = 1.00

CARGAS:

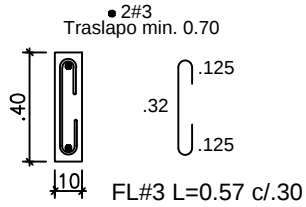
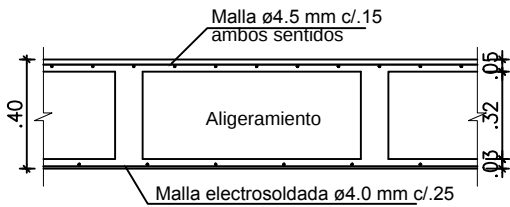
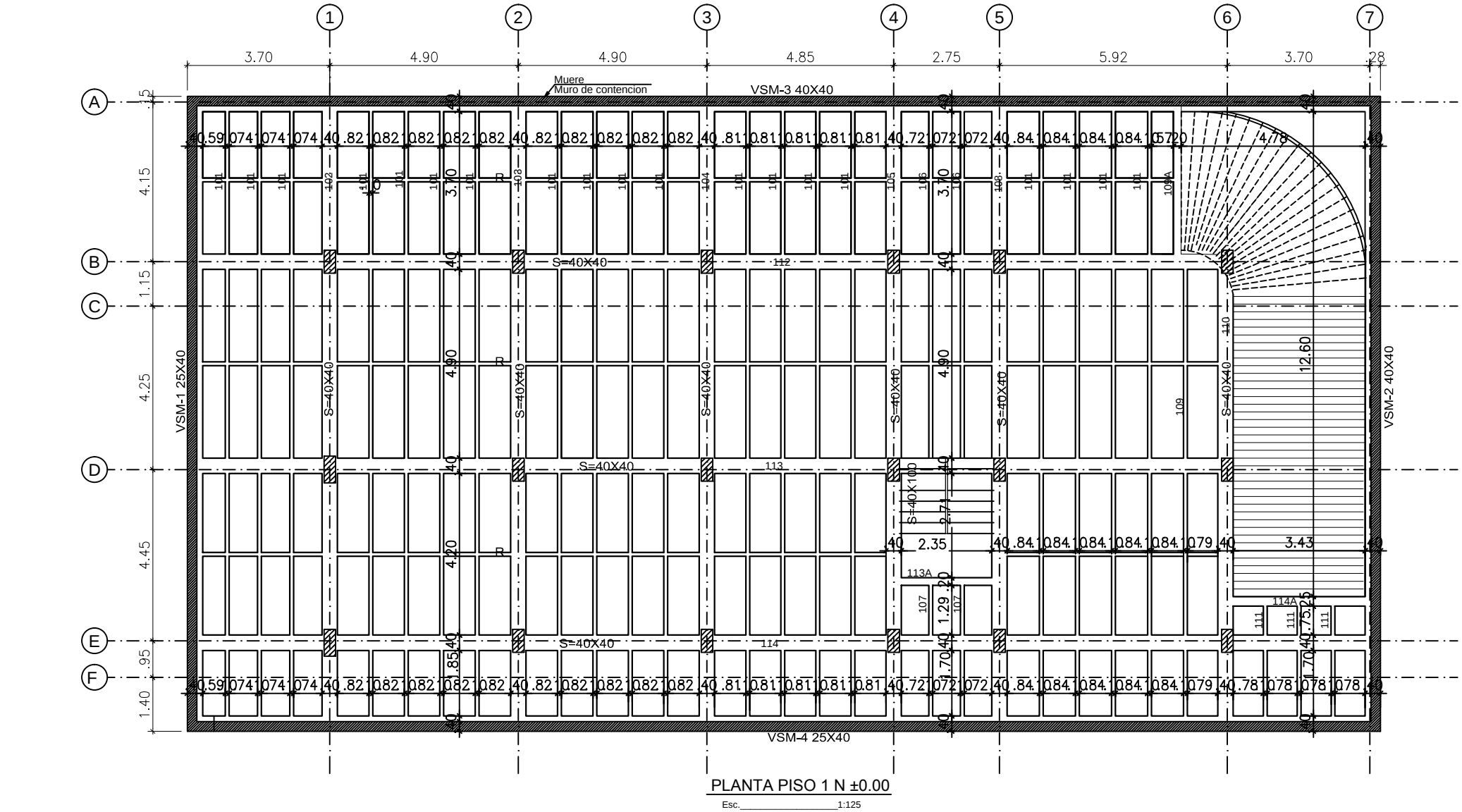
ACABADOS	1.00 kN/m²
MUROS (Total)	2.50 kN/m²
C. VIVA (pisos típicos)	1.80 kN/m²
C. VIVA (Cubierta)	5.00 kN/m²

ESCALA: 1:125	FECHA: MAYO 21 DE 2015
DIBUJO: David Acosta	ARCHIVO: Edificio102.dwg

ESPECIFICACIONES:	
CONCRETO PL:	f'c = 21 MPa
CONCRETO Col:	f'c = 28 MPa
ACERO:	f'y = 420 MPa
MAMPOSTERÍA:	f'm = 10 MPa

PLANO No.

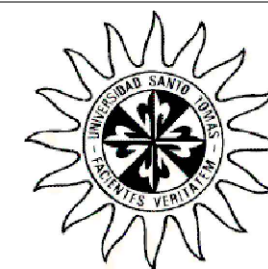
2



CORTE TÍPICO DE PLACA

Escala 1:25

RIOSTRA
S=10x40



David Leonardo Acosta Rodriguez.
Codigo: 2092412

PROYECTO:

EDIFICIO 102

CONTENIDO:

PLANTA PISO 2
N +3.35

MICROZ. SÍSMICA

LACUSTRE 200

Aa=	0.15
Av=	0.20
Fa=	1.20
Fv=	3.50
Tc=	1.87
TL=	4.00

RIESGO SÍSMICO INTERMEDIA

SIST. DE RESISTENCIA SISMICA (DMO)	
PORTICOS DE CONCRETO (DMO)	Ro= 5.00
GRUPO DE USO	
GRUPO DE USO I	I = 1.00

CARGAS:

ACABADOS	1.00 kN/m²
MUROS (Total)	2.50 kN/m²
C, VIVA (pisos tipicos)	1.80 kN/m²
C, VIVA (Cubierta)	5.00 kN/m²

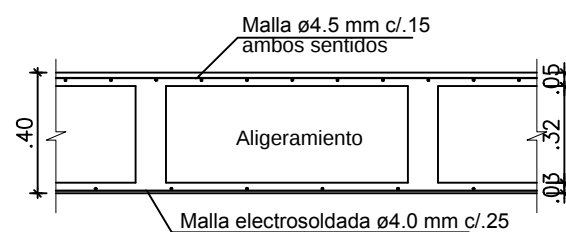
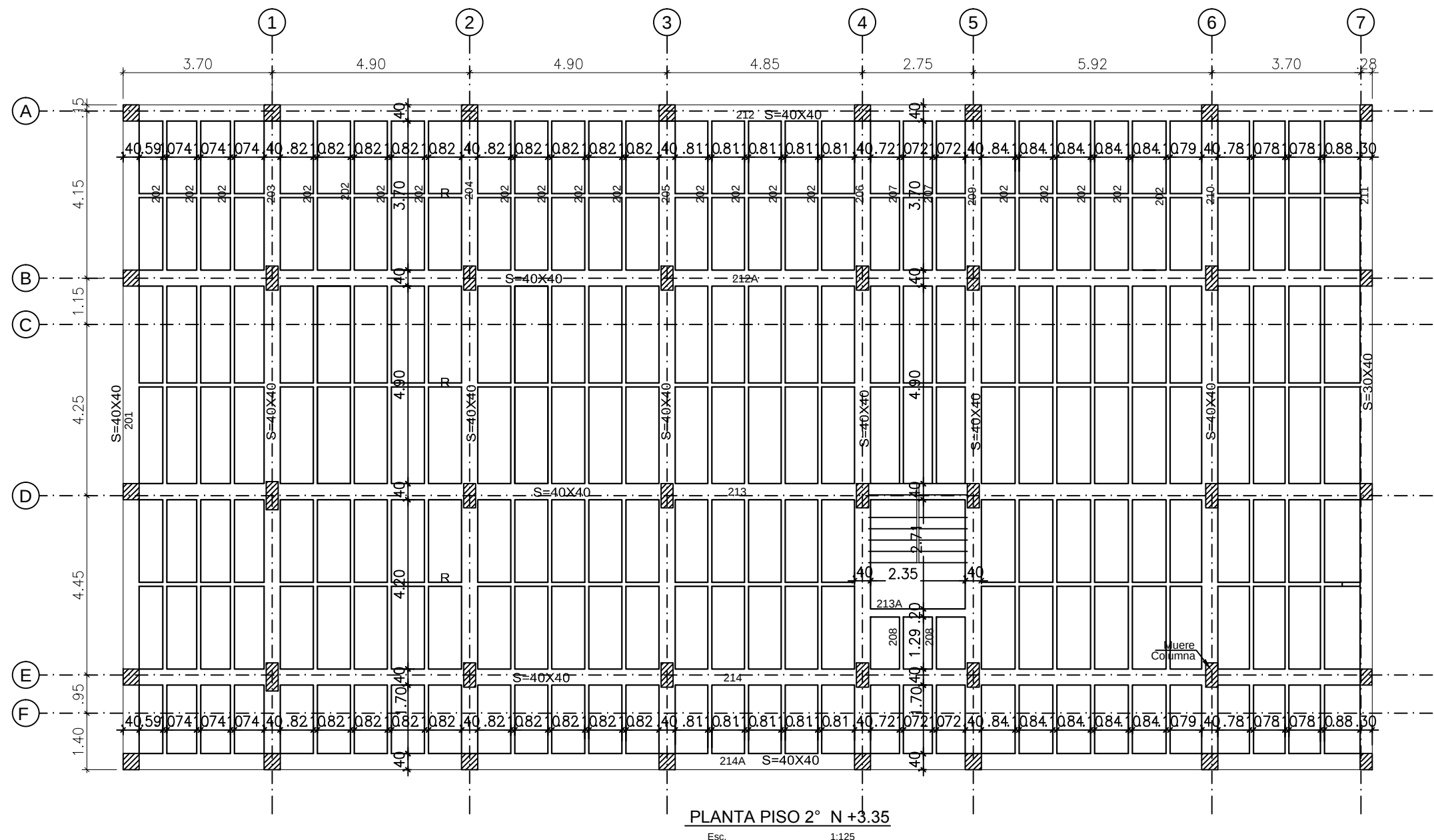
ESCALA:	FECHA:
1:125	DICIEMBRE 11 DE 2015
DIBUJO:	ARCHIVO:
David Acosta	Edificio102.dwg

ESPECIFICACIONES:

CONCRETO PL:	f'c:	= 21 MPa
CONCRETO Col:	f'c:	= 28 MPa
ACERO:	f'y:	= 420 MPa
MAMPOSTERÍA:	f'm:	= 10 MPa

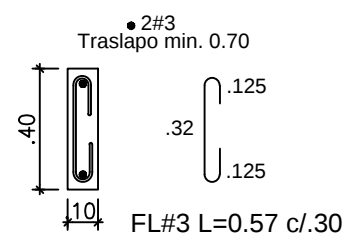
PLANO No.

3 de 8

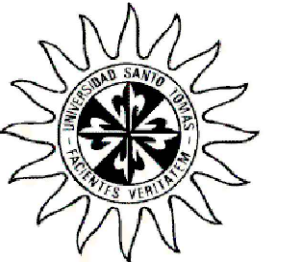


CORTE TIPICO DE PLACA

Escala 1:25



RIOSTRA S=10x40



David Leonardo Acosta Rodriguez.
Codigo: 2092412

PROYECTO:

EDIFICIO 102

CONTENIDO:

PLANTA PISO
TIPO

MICROZ. SÍSMICA

LACUSTRE 200	
Aa=	0.15
Av=	0.20
Fa=	1.20
Fv=	3.50
Tc=	1.87
TL=	4.00

RIESGO SÍSMICO INTERMEDIA

SIST. DE RESISTENCIA SISMICA (DMO)	
PORTICOS DE CONCRETO (DMO) Ro= 5.00	
GRUPO DE USO	
GRUPO DE USO I	I = 1.00

CARGAS:

ACABADOS	1.00 kN/m²
MUROS (Total)	2.50 kN/m²
C, VIVA (pisos tipicos)	1.80 kN/m²
C, VIVA (Cubierta)	5.00 kN/m²

ESCALA:

1:125

FECHA:

DICIEMBRE 11 DE 2015

DIBUJO:

David Acosta

ARCHIVO:

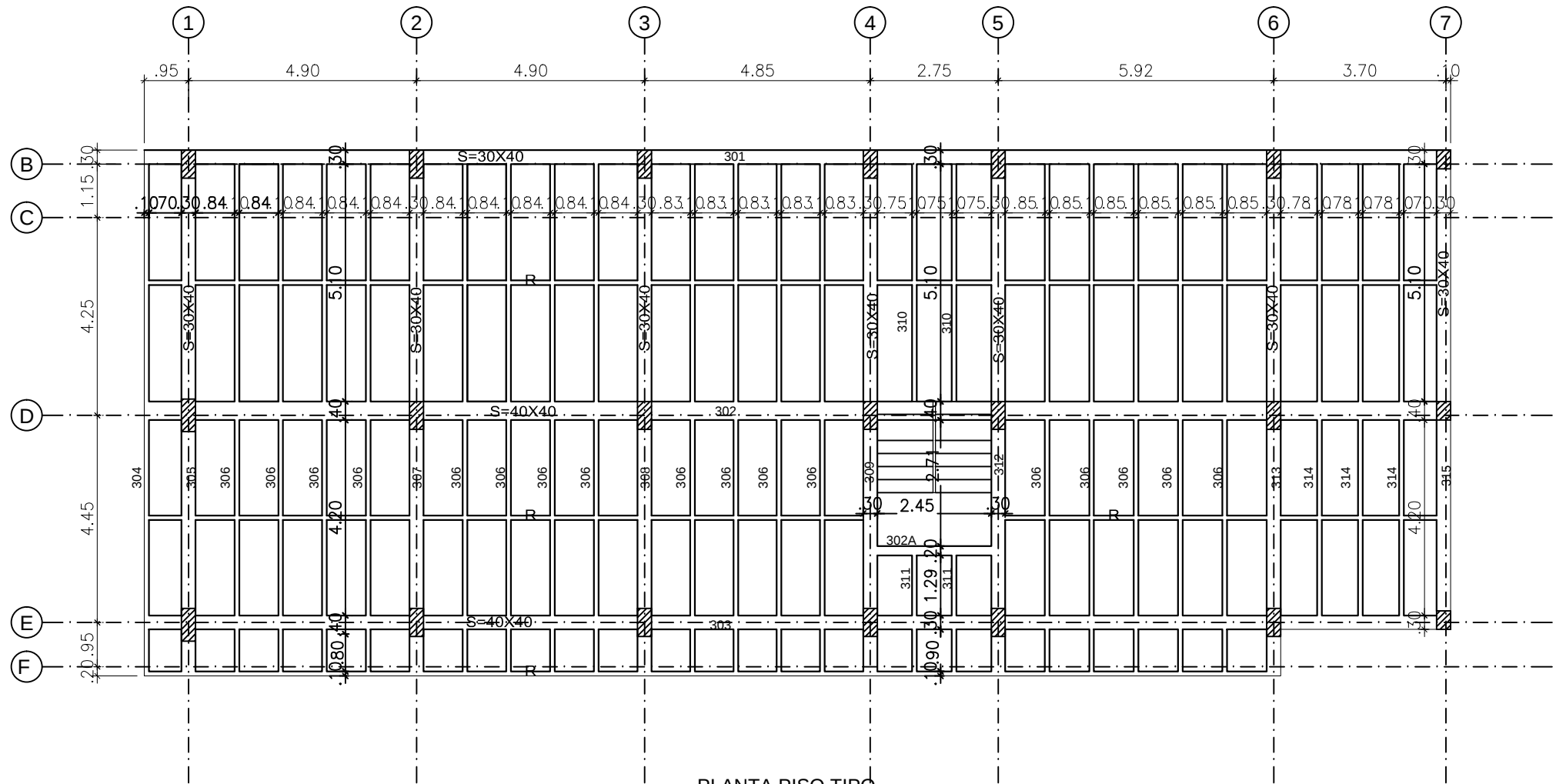
Edificio102.dwg

ESPECIFICACIONES:

CONCRETO PL:	f'c:	= 21 MPa
CONCRETO Col:	f'c:	= 28 MPa
ACERO:	f'y:	= 420 MPa
MAMPOSTERÍA:	f'm:	= 10 MPa

PLANO No.

4 de 8

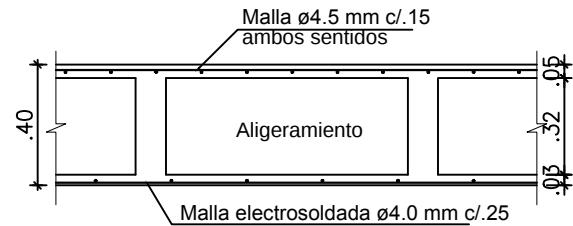


PLANTA PISO TIPO

Esc. 1:125

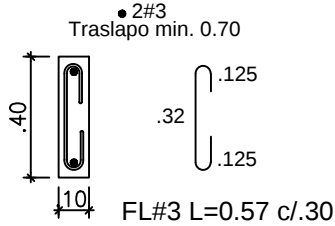
CUADRO DE NIVELES

PISO 3	Ne+6.20
PISO 4	Ne+9.05
PISO 5	Ne+11.90
PISO 6	Ne+14.75

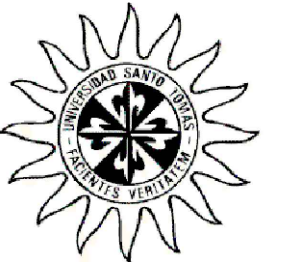


CORTE TIPICO DE PLACA

Escala 1:25



RIOSTRA
S=10x40



David Leonardo Acosta Rodriguez.
Codigo: 2092412

PROYECTO:

EDIFICIO 102

CONTENIDO:

PLANTA CUBIERTA
N+17.60

MICROZ. SÍSMICA

LACUSTRE 200	
Aa=	0.15
Av=	0.20
Fa=	1.20
Fv=	3.50
Tc=	1.87
TL=	4.00

RIESGO SÍSMICO INTERMEDIA

SIST. DE RESISTENCIA SISMICA (DMO)	
PORTICOS DE CONCRETO (DMO) Ro= 5.00	
GRUPO DE USO	
GRUPO DE USO I	I = 1.00

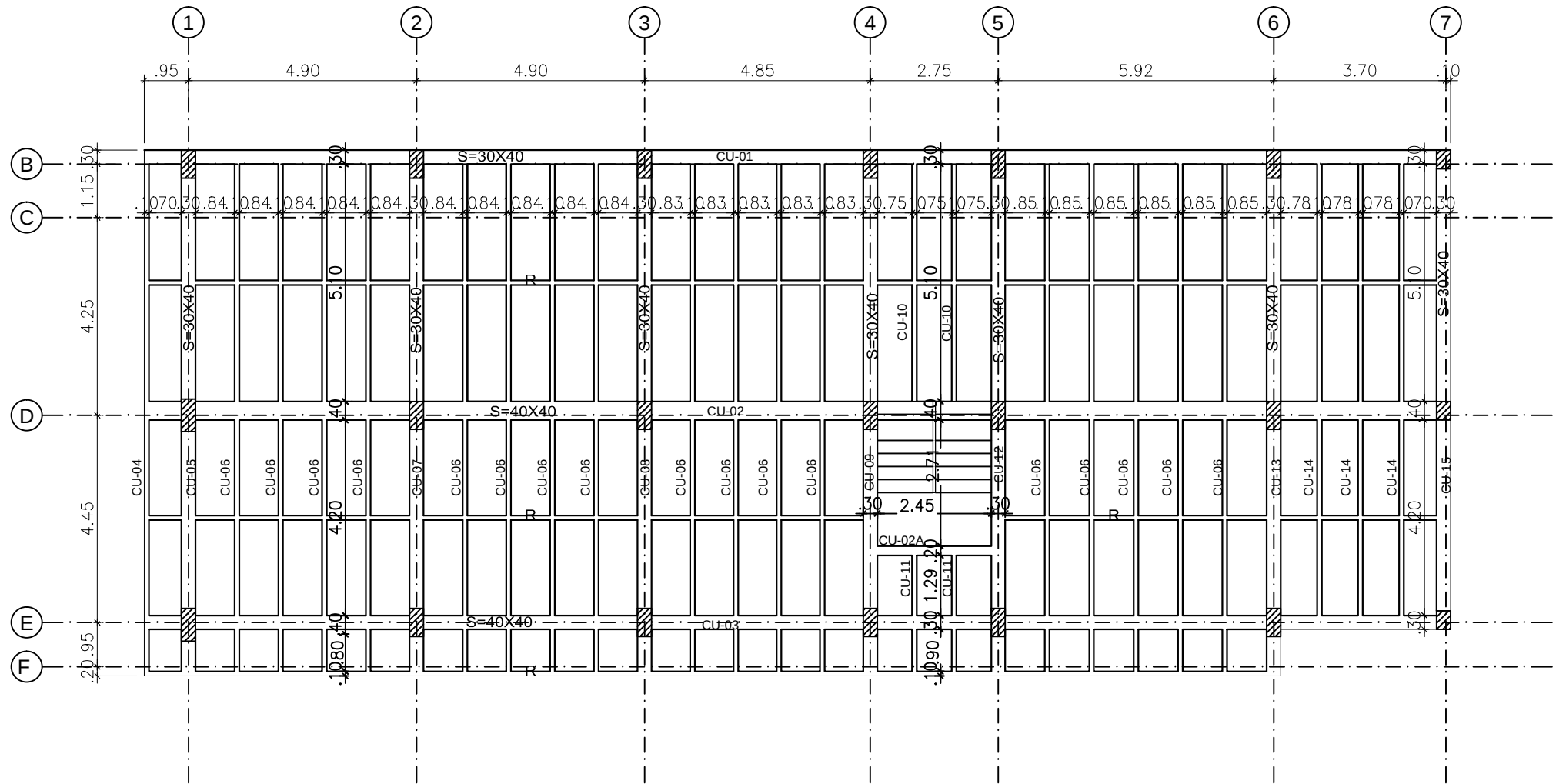
CARGAS:

ACABADOS	1.00 kN/m²
MUROS (Total)	2.50 kN/m²
C, VIVA (pisos tipicos)	1.80 kN/m²
C, VIVA (Cubierta)	5.00 kN/m²

ESCALA: 1:125	FECHA: DICIEMBRE 11 DE 2015
DIBUJO: David Acosta	ARCHIVO: Edificio102.dwg

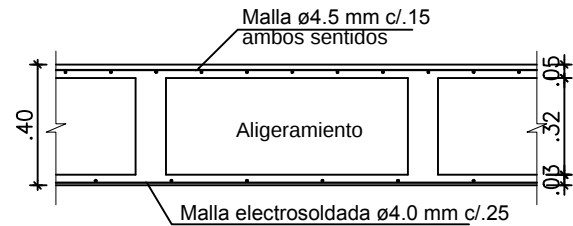
ESPECIFICACIONES:		
CONCRETO PL:	f'c:	= 21 MPa
CONCRETO Col:	f'c:	= 28 MPa
ACERO:	f'y:	= 420 MPa
MAMPOSTERÍA:	f'm:	= 10 MPa

PLANO No.
5 de 8



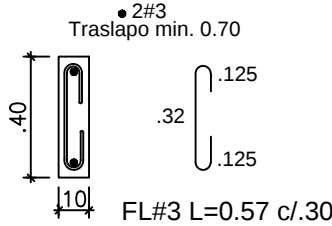
PLANTA CUBIERTA N +17.60

Esc. 1:125

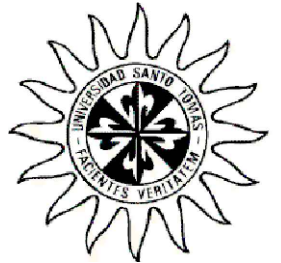
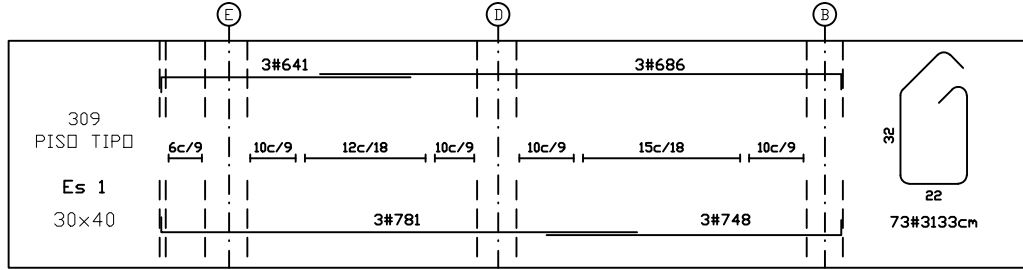
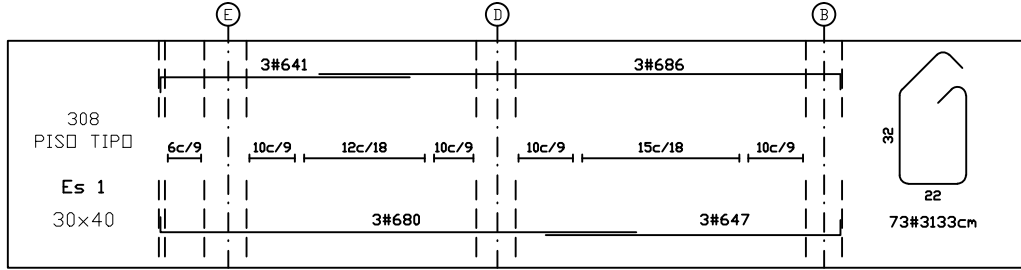
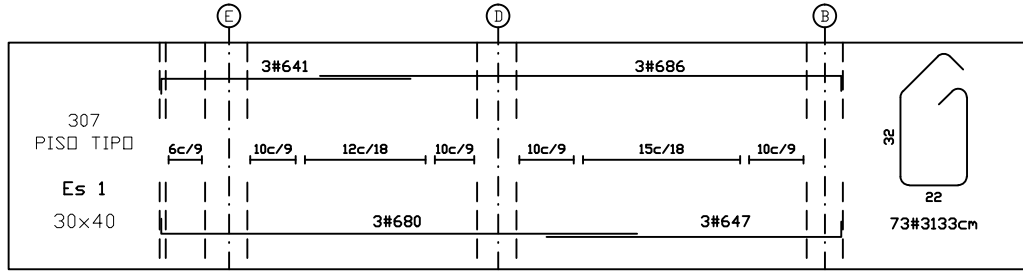
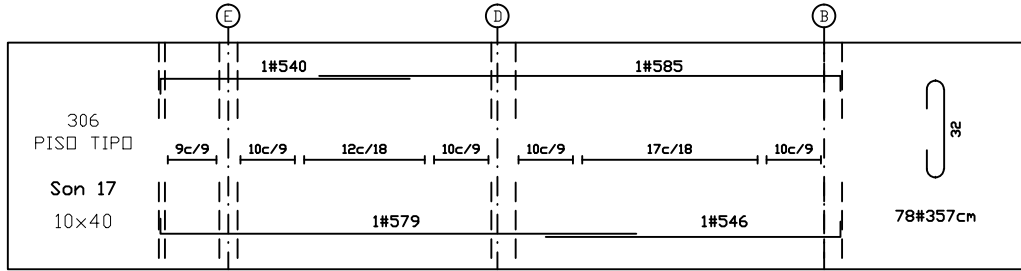
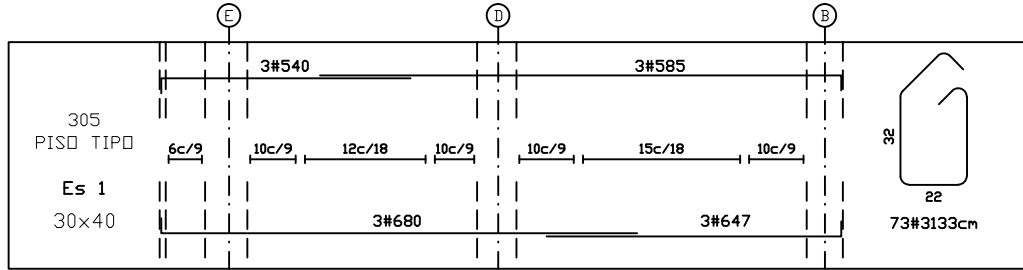
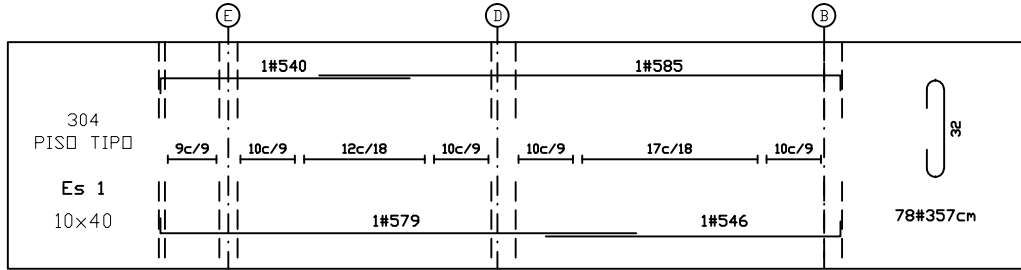
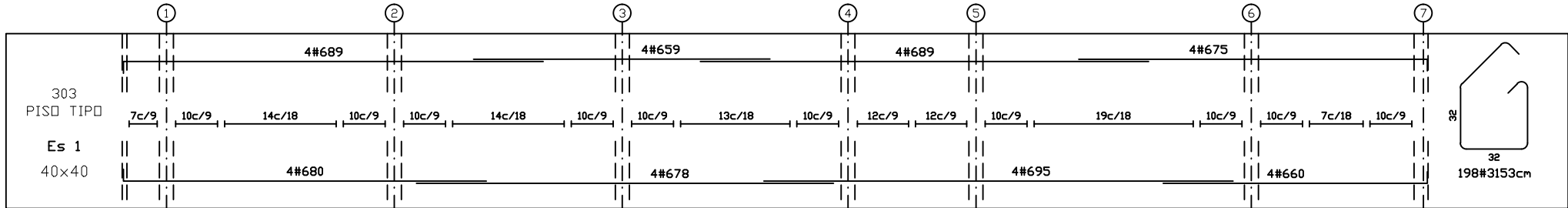
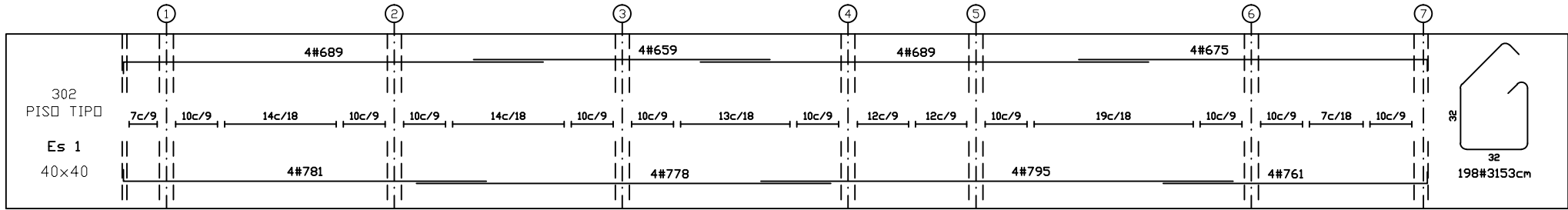
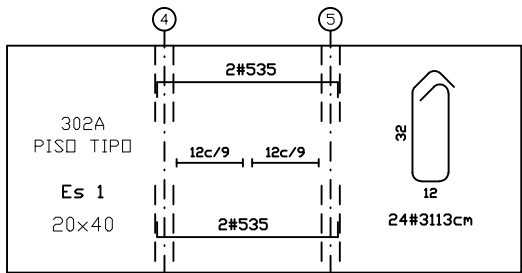
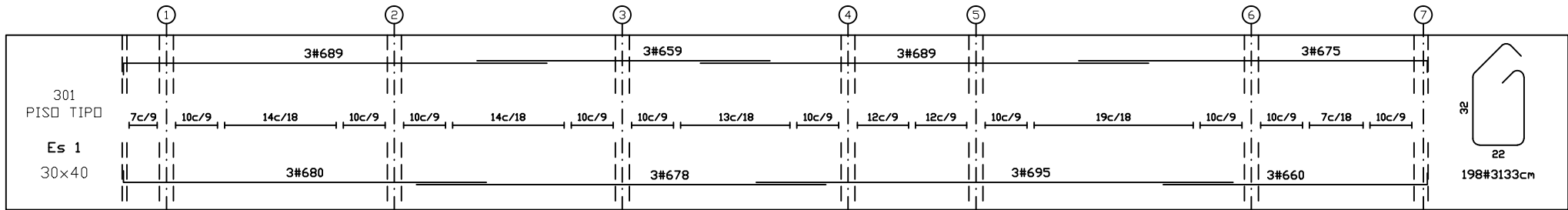


CORTE TIPICO DE PLACA

Escala 1:25



RIOSTRA
S=10x40



David Leonardo Acosta Rodriguez.
Codigo: 2092412

PROYECTO:

EDIFICIO 102

CONTENIDO:

DESPIECES
PLANTA PISO
TIPO

MICROZ. SÍSMICA

LACUSTRE 200

Aa= 0.15

Av= 0.20

Fa= 1.20

Fv= 3.50

Tc= 1.87

TL= 4.00

RIESGO SÍSMICO INTERMEDIA

SIST. DE RESISTENCIA SISMICA (DMO)

PORTICOS DE CONCRETO (DMO) Ro= 5.00

GRUPO DE USO

GRUPO DE USO I I= 1.00

CARGAS:

ACABADOS 1.00 kN/m²

MUROS (Total) 2.50 kN/m²

C, VIVA (pisos tipicos) 1.80 kN/m²

C, VIVA (Cubierta) 5.00 kN/m²

ESCALA:

1:125

FECHA:

DICIEMBRE 11 DE 2015

DIBUJO:

David Acosta

ARCHIVO:

Edificio102.dwg

ESPECIFICACIONES:

CONCRETO PL: f'c= 21 MPa

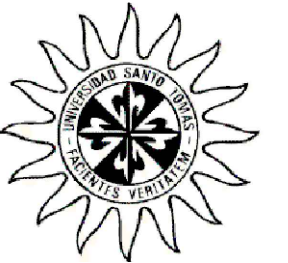
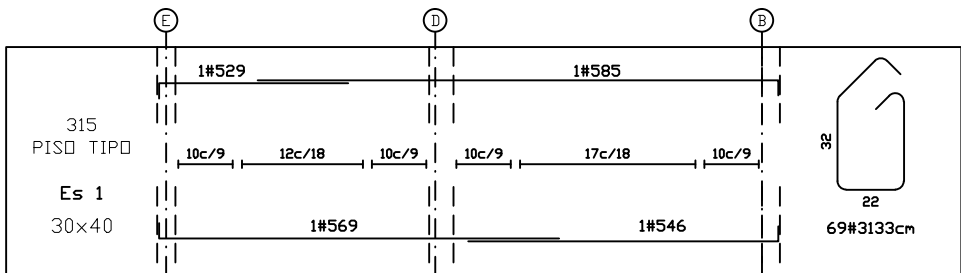
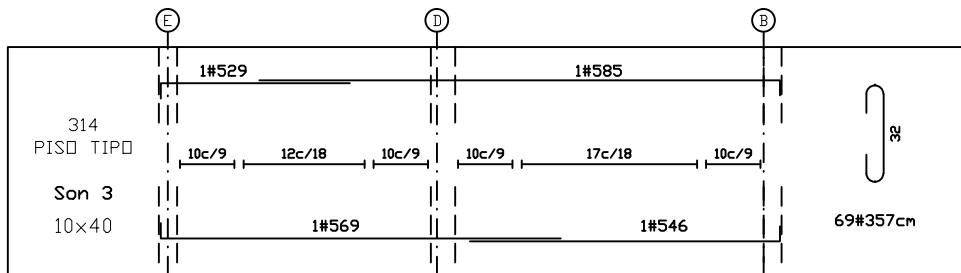
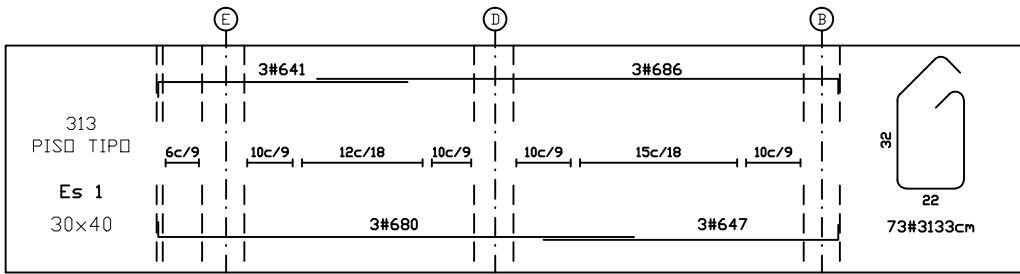
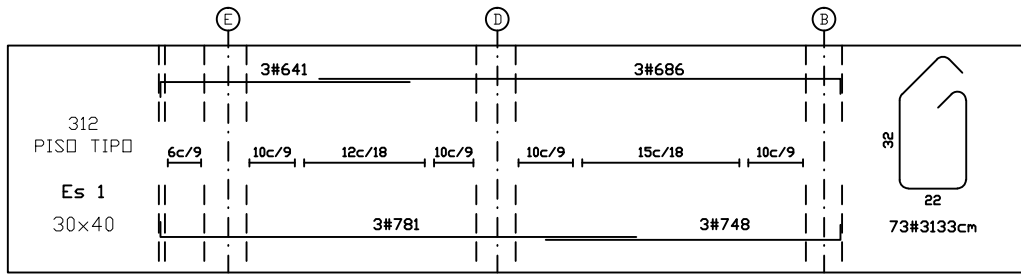
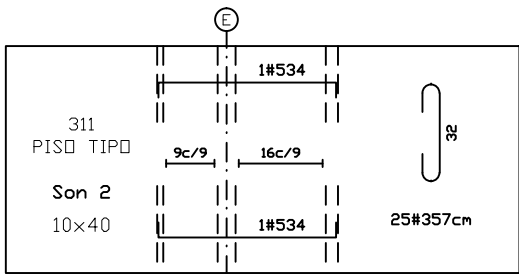
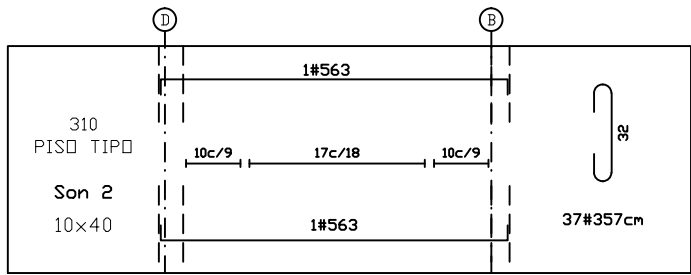
CONCRETO Col: f'c= 28 MPa

ACERO: fy= 420 MPa

MAMPOSTERÍA: fm= 10 MPa

PLANO No.

6 de 8



David Leonardo Acosta Rodriguez.
Codigo: 2092412

PROYECTO:

EDIFICIO 102

CONTENIDO:

DESPIECES
PLANTA PISO
TIPO

MICROZ. SÍSMICA

LACUSTRE 200	
Aa=	0.15
Av=	0.20
Fa=	1.20
Fv=	3.50
Tc=	1.87
TL=	4.00

RIESGO SÍSMICO INTERMEDIA

SIST. DE RESISTENCIA SISMICA (DMO)	
PORTICOS DE CONCRETO (DMO) Ro= 5.00	
GRUPO DE USO	
GRUPO DE USO I	I = 1.00

CARGAS:

ACABADOS	1.00 kN/m²
MUROS (Total)	2.50 kN/m²
C, VIVA (pisos tipicos)	1.80 kN/m²
C, VIVA (Cubierta)	5.00 kN/m²

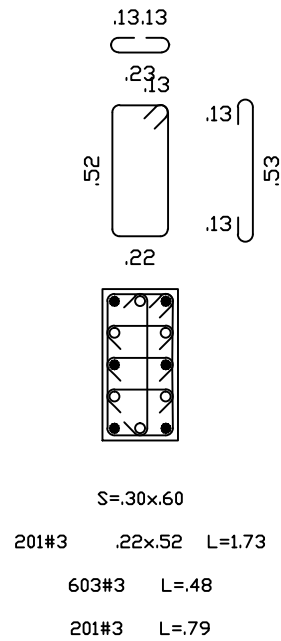
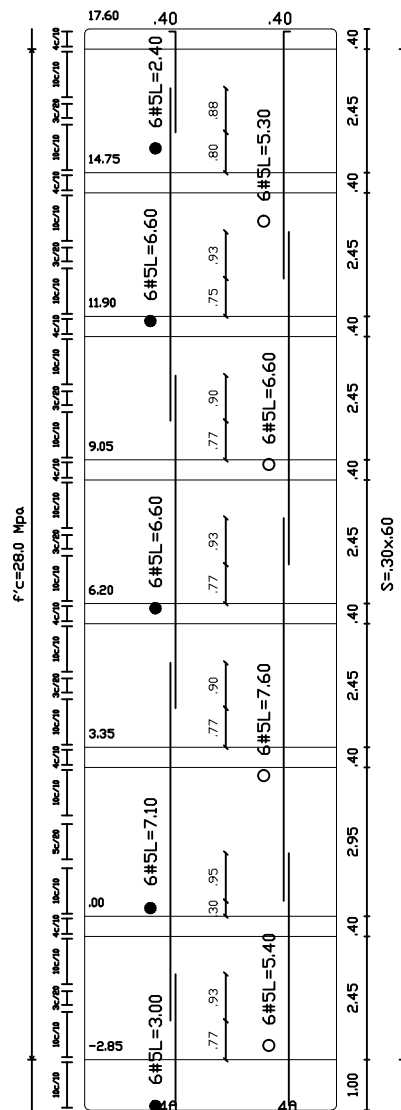
ESCALA:	FECHA:
1:125	DICIEMBRE 11 DE 2015
DIBUJO:	ARCHIVO:
David Acosta	Edificio102.dwg

ESPECIFICACIONES:		
CONCRETO PL:	f'c:	= 21 MPa
CONCRETO Col:	f'c:	= 28 MPa
ACERO:	f'y:	= 420 MPa
MAMPOSTERÍA:	f'm:	= 10 MPa

PLANO No.
7 de 8

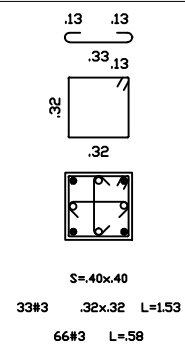
Columna Tipo 1

Son 14



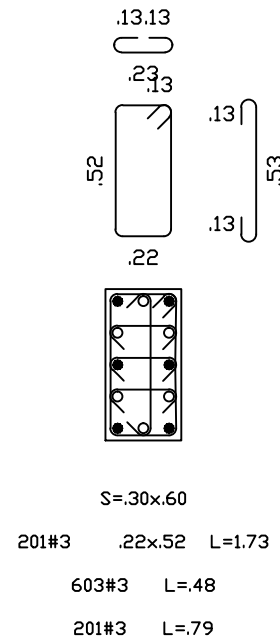
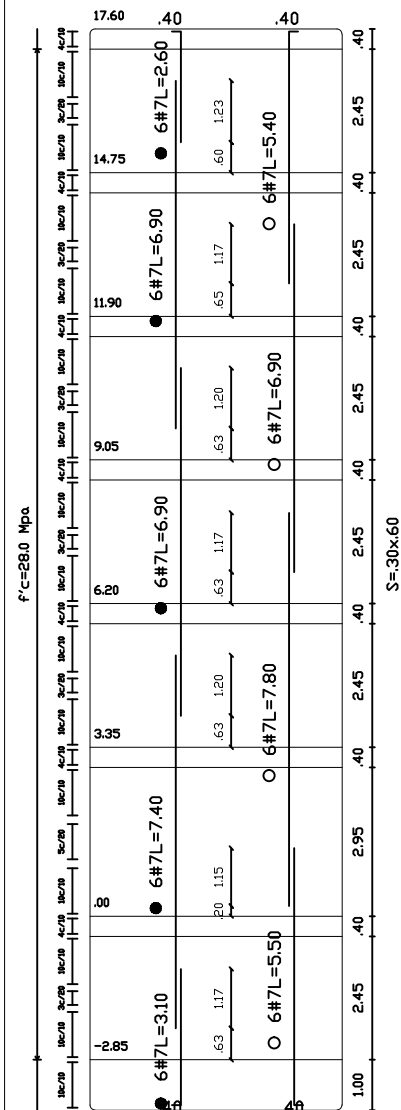
Columnas Tipo 3

Son 16



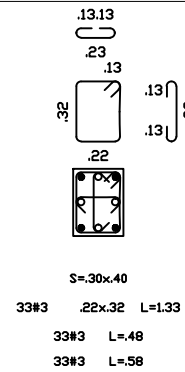
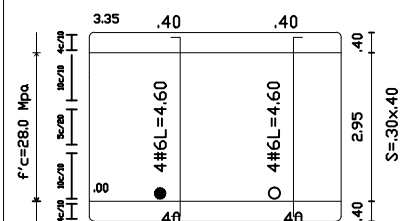
Columnas Tipo 2

Son 4



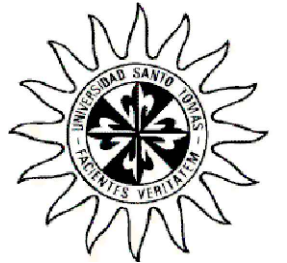
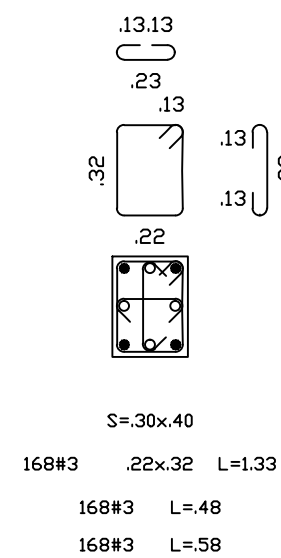
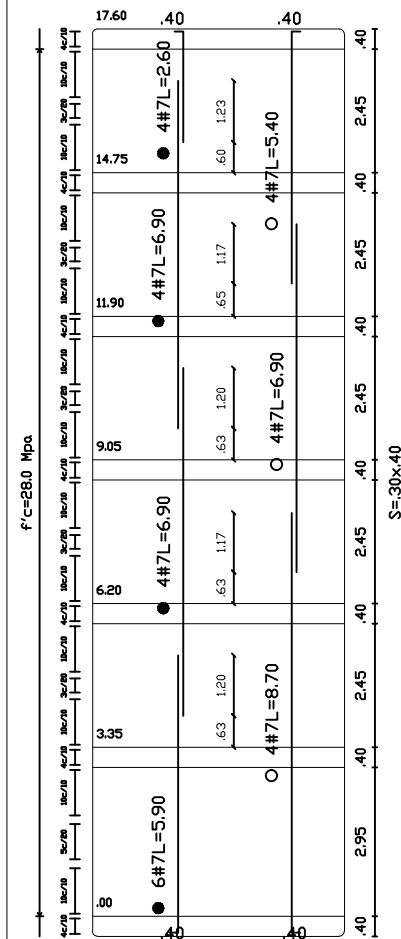
Columnas Tipo 5

Son 2



Columnas Tipo 4

Son 3



David Leonardo Acosta Rodriguez.
Codigo: 2092412

PROYECTO:

EDIFICIO 102

CONTENIDO:

DESPIECES
DE COLUMNAS

MICROZ. SÍSMICA

LACUSTRE 200

Aa= 0.15

AV= 0.20

Fa= 1.20

Fv= 3.50

Tc= 1.87

TL= 4.00

RIESGO SÍSMICO INTERMEDIA

SIST. DE RESISTENCIA SISMICA (DMO)

PORTICOS DE CONCRETO (DMO) Ro= 5.00

GRUPO DE USO

GRUPO DE USO I I= 1.00

CARGAS:

ACABADOS	1.00 kN/m ²
MUROS (Total)	2.50 kN/m ²
C, VIVA (pisos tipicos)	1.80 kN/m ²
C, VIVA (Cubierta)	5.00 kN/m ²

ESCALA:	FECHA:
1:150	DICIEMBRE 11 DE 2015
DIBUJO:	ARCHIVO:
David Acosta	Edificio102.dwg

ESPECIFICACIONES:

CONCRETO PL:	f _c = 210 kgf/cm ²
CONCRETO Col:	f _c = 280 kgf/cm ²
ACERO:	f _y = 4200 kgf/ m ²
MAMPOSTERÍA:	f _m = 100 kgf/cm ²

PLANO No.

8 de 8

ESTUDIO DE SUELOS Y ANÁLISIS DE CIMENTACIONES

EDIFICIO 102

En este informe se presentan los resultados del análisis de suelos y cimentaciones para el Edificio que se hará en un predio ubicado en la Calle 102 No. 16-10, en la ciudad de Bogotá.

1. CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO

El proyecto arquitectónico contempla la construcción de una estructura de seis pisos de altura y sótano, destinados para vivienda.

Su estructura en concreto reforzado se encuentra modulada de manera regular con luces entre columnas no mayores a 10 m de longitud.

De manera inicial se ha estimado un peso del edificio en su área en proyección de 12 T/m² y por lo tanto cargas en pedestal con valores máximos de 600 T.

2. EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO Y ENSAYOS DE LABORATORIO

Para la exploración del subsuelo se efectuaron cinco perforaciones que alcanzaron profundidades comprendidas entre 6 y 33 m bajo la superficie y cuyos resultados se complementaron con ensayos de veleta de corte de campo y ensayos de resistencia a la penetración estándar SPT. Se obtuvo buen número de muestras remoldeadas para su clasificación visual y para efectuar en el laboratorio ensayos de clasificación y humedad.

3. SUBSUELO

El perfil estratigráfico se puede describir así:

- a. Superficialmente aparecen rellenos en arcillas, tierras varias y escombros, con espesores que varían entre 0.5 y 2.0 m.
- b. Se encuentran luego arcillas y limos arcillosos de color café y negro con lentes orgánicos intercalados con capas de arena. Los suelos cohesivos tienen una consistencia media a blanda y los materiales granulares una densidad media, que llegan a profundidades comprendidas entre 6.7 y 8.0 m bajo la superficie.
- c. Hay luego arcillas de color café intercaladas con lentes y capas de arena, que llegan a profundidades que varían entre 12.0 y 12.5 m bajo la superficie.
- d. Por último, se encuentran gravas, piedras y grandes bloques de roca arenisca en matriz arenosa y arcillosa de color café, con una densidad muy compacta y las cuales alcanzaron la profundidad de exploración.

En el momento de realizar la exploración del subsuelo se detectó agua libre a profundidades comprendidas entre 2.0 y 3.2 m bajo la superficie. En la perforación P5 se perdió el agua a través de los estratos granulares hasta una profundidad de 15 m.

4. CIMENTACIÓN

Después de un análisis cuidadoso, se ha concluido que la cimentación más conveniente para el edificio está combinada y estará conformada por una placa con pilotes de concreto.

El nivel de agua libre se estabiliza a largo plazo a una profundidad cercana a 3.35 m bajo el nivel del andén de la Calle 102.

5. CARACTERIZACIÓN SISMICA

Según la norma NSR-10 el suelo se puede clasificar como tipo E.

El terreno se encuentra ubicado en la Zona Lacustre 200 del Mapa de Microzonificación Sísmica de Bogotá $A_a = 0.15$ Y $A_v = 0.20$. Para el diseño se utilizará el espectro definido por el Decreto 523 del 16 de Diciembre de 2010.

De todas formas es indispensable que se verifique con la Curaduría Urbana respectiva la Microzonificación Sísmica mencionada antes de iniciar el diseño estructural.



David Leonardo Acosta Rodriguez.
Codigo: 2092412

PROYECTO:

EDIFICIO 102

CONTENIDO:

PLANTA ARQ SOTANO

MICROZ. SÍSMICA

LACUSTRE 200

Aa=	0.15
Av=	0.20
Fa=	1.20
Fv=	3.50
Tc=	1.87
TL=	4.00

RIESGO SÍSMICO INTERMEDIA

SIST. DE RESISTENCIA SISMICA (DMO)	
PORTICOS DE CONCRETO (DMO) Ro= 5.00	
GRUPO DE USO	
GRUPO DE USO I	I = 1.00

CARGAS:

ACABADOS	1.00 kN/mi
MUROS (Total)	2.50 kN/mi
C, VIVA (pisos típicos)	1.80 kN/mi
C, VIVA (Cubierta)	5.00 kN/mi

ESCALA:

1:125

FECHA:

MAYO 21 DE 2015

DIBUJO:

David Acosta

ARCHIVO:

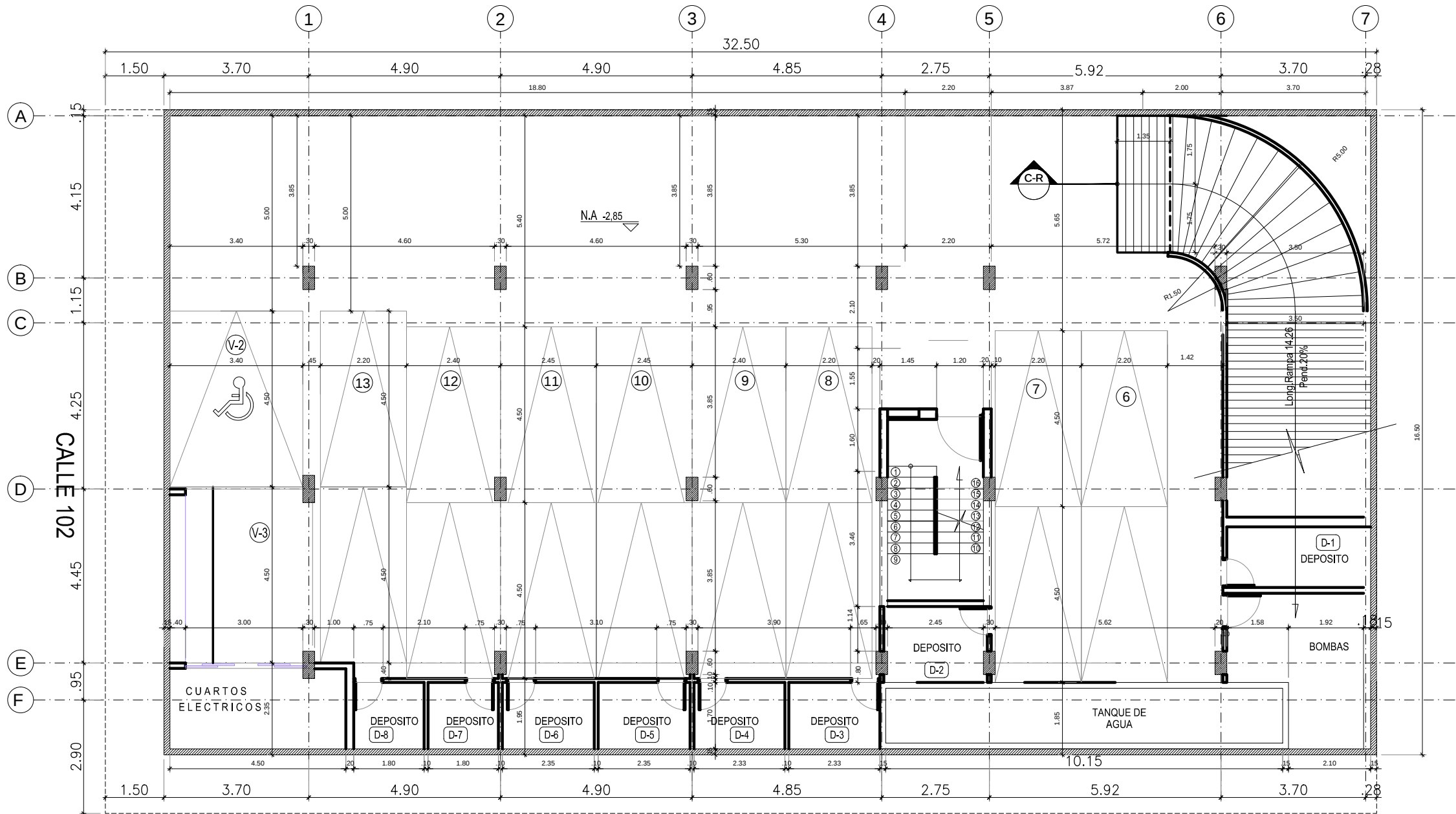
Edificio102.dwg

ESPECIFICACIONES:

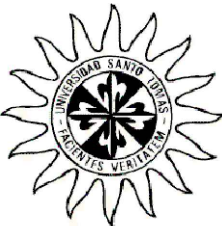
CONCRETO PL:	fc: = 210 kgr-f/cmi
CONCRETO Col:	fc: = 280 kgr-f/cmi
ACERO:	fy: = 4200 kgr-f/ mi
MAMPOSTERÍA:	fm: = 100 kgr-f/cmi

PLANO No.

1



PROYECTO CALLE 102-CRA16
ANTEPROYECTO SOTANO



David Leonardo Acosta Rodriguez.
Codigo: 2092412

PROYECTO:

EDIFICIO 102

CONTENIDO:

PLANTA ARQ PISO 1

MICROZ. SÍSMICA

LACUSTRE 200

Aa= 0.15

AV= 0.20

Fa= 1.20

Fv= 3.50

Tc= 1.87

TL= 4.00

RIESGO SÍSMICO INTERMEDIA

SIST. DE RESISTENCIA SÍSMICA (DMO)

PORTICOS DE CONCRETO (DMO), Ro= 5.00

GRUPO DE USO

GRUPO DE USO I I= 1.00

CARGAS:

ACABADOS

1.00 kN/m²

MUROS (Total)

2.50 kN/m²

C, VIVA (pisos típicos)

1.80 kN/m²

C, VIVA (Cubierta)

5.00 kN/m²

ESCALA:

1:125

FECHA:

MAYO 21 DE 2015

DIBUJO:

David Acosta

ARCHIVO:

Edificio102.dwg

ESPECIFICACIONES:

CONCRETO PL:

fc = 210 kgf/cm²

CONCRETO Col:

fc = 280 kgf/cm²

ACERO:

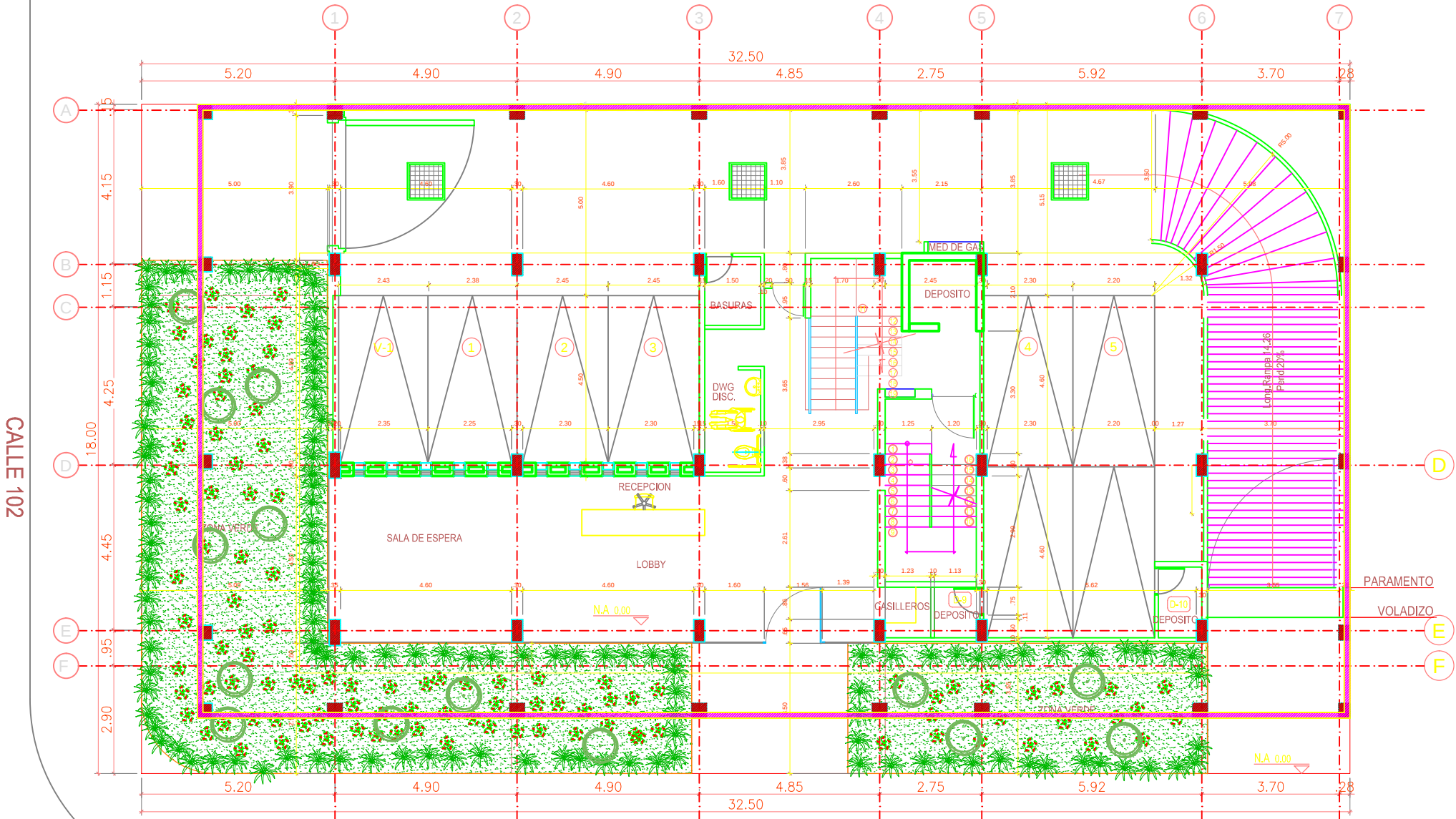
fy = 4200 kgf/di m²

MAMPOSTERIA:

fm = 100 kgf/cm²

PLANO No.

2



PROYECTO CALLE 102-CRA16
ANTEPROYECTO PRIMER PISO

CARRERA 16

CALLE 102



David Leonardo Acosta Rodriguez.
Codigo: 2092412

PROYECTO:
EDIFICIO 102

CONTENIDO:
PLANTA ARQ PISO 2

MICROZ. SÍSMICA

LACUSTRE 200	
Aa=	0.15
AV=	0.20
Fa=	1.20
Fv=	3.50
Tc=	1.87
TL=	4.00

RIESGO SÍSMICO INTERMEDIA

SIST. DE RESISTENCIA SISMICA (DMO)	
PORTICOS DE CONCRETO (DMO) Ro= 5.00	
GRUPO DE USO	
GRUPO DE USO I	I = 1.00

CARGAS:

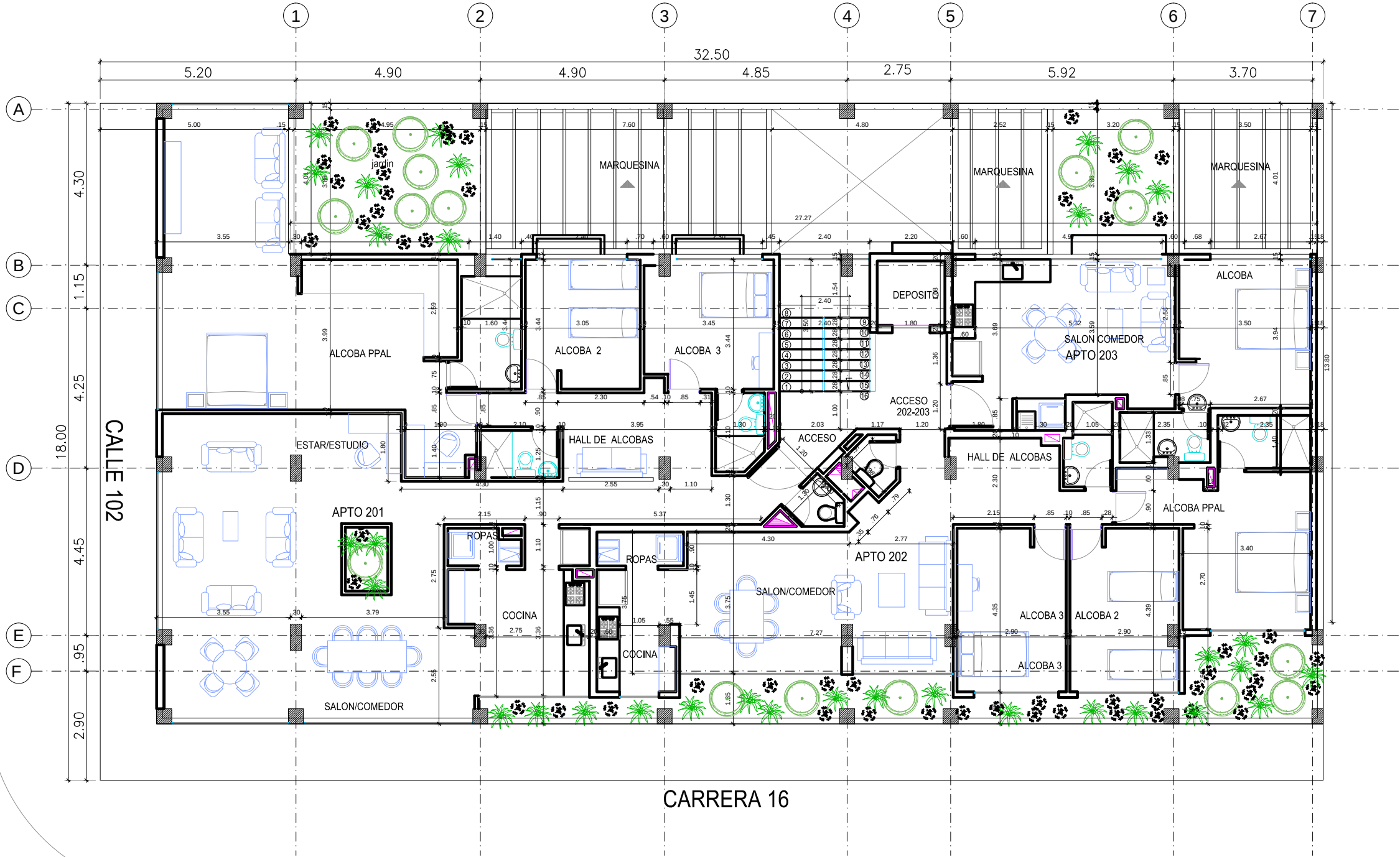
ACABADOS	1.00 kN/mi
MUROS (Total)	2.50 kN/mi
C, VIVA (pisos típicos)	1.80 kN/mi
C, VIVA (Cubierta)	5.00 kN/mi

ESCALA: 1:125	FECHA: MAYO 21 DE 2015
DIBUJO: David Acosta	ARCHIVO: Edificio102.dwg

ESPECIFICACIONES:	
CONCRETO PL:	fc: = 210 kgr-f/cmi
CONCRETO Col:	fc: = 280 kgr-f/cmi
ACERO:	fy: = 4200 kgr-f/ mi
MAMPOSTERÍA:	fm: = 100 kgr-f/cmi

PLANO No. **3**

CALLE 102



CARRERA 16

CARRERA 16



David Leonardo Acosta Rodriguez.
Codigo: 2092412

PROYECTO:

EDIFICIO 102

CONTENIDO:

PLANTA ARQ PISO TIPO

MICROZ. SÍSMICA

LACUSTRE 200

Aa=	0.15
AV=	0.20
Fa=	1.20
Fv=	3.50
Tc=	1.87
TL=	4.00

RIESGO SÍSMICO INTERMEDIA

SIST. DE RESISTENCIA SISMICA (DMO)
PORTICOS DE CONCRETO (DMO) Ro= 5.00
GRUPO DE USO
GRUPO DE USO I I = 1.00

CARGAS:

ACABADOS	1.00 kN/mi
MUROS (Total)	2.50 kN/mi
C, VIVA (pisos típicos)	1.80 kN/mi
C, VIVA (Cubierta)	5.00 kN/mi

ESCALA:

1:125

FECHA:

MAYO 21 DE 2015

DIBUJO:

David Acosta

ARCHIVO:

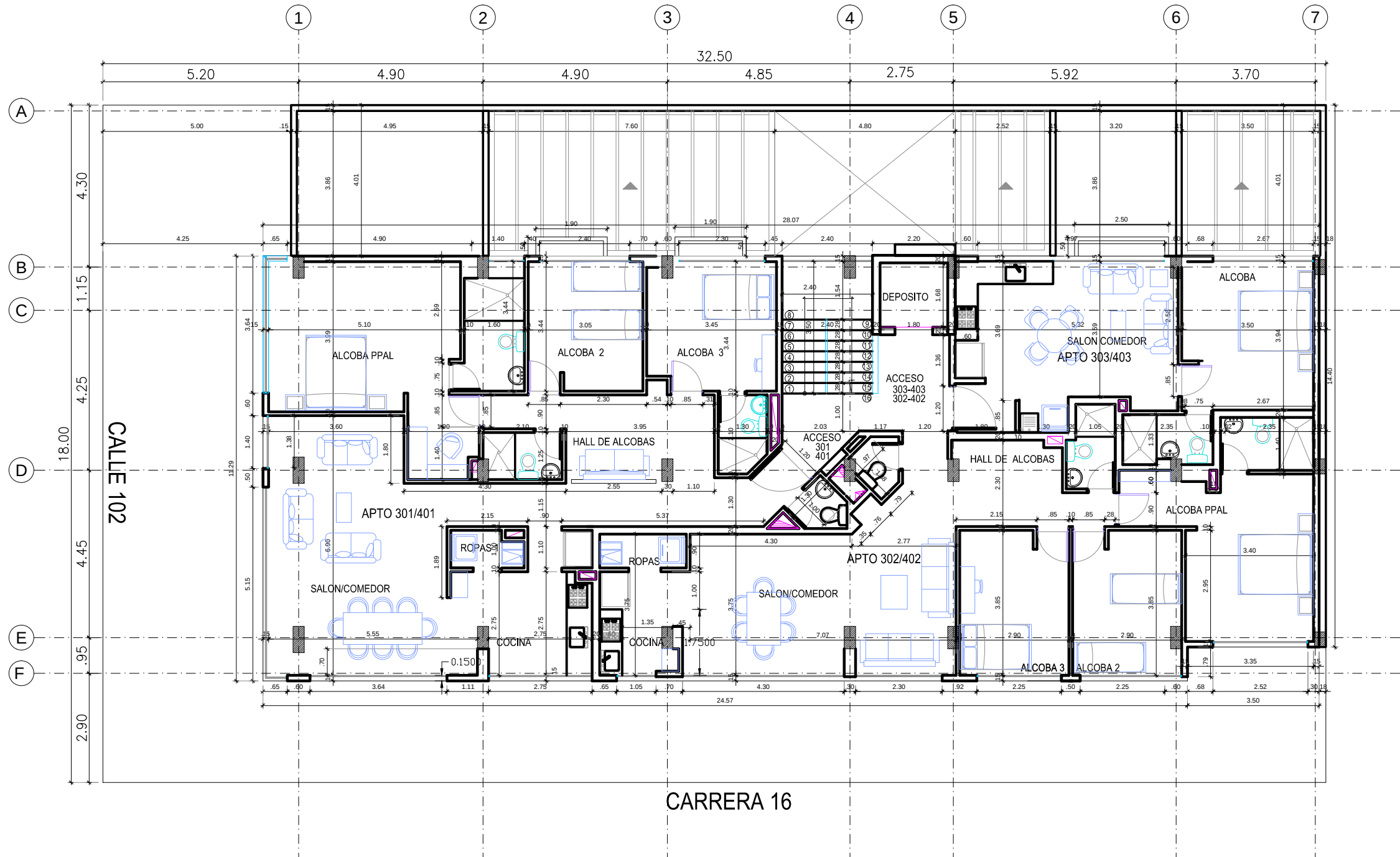
Edificio102.dwg

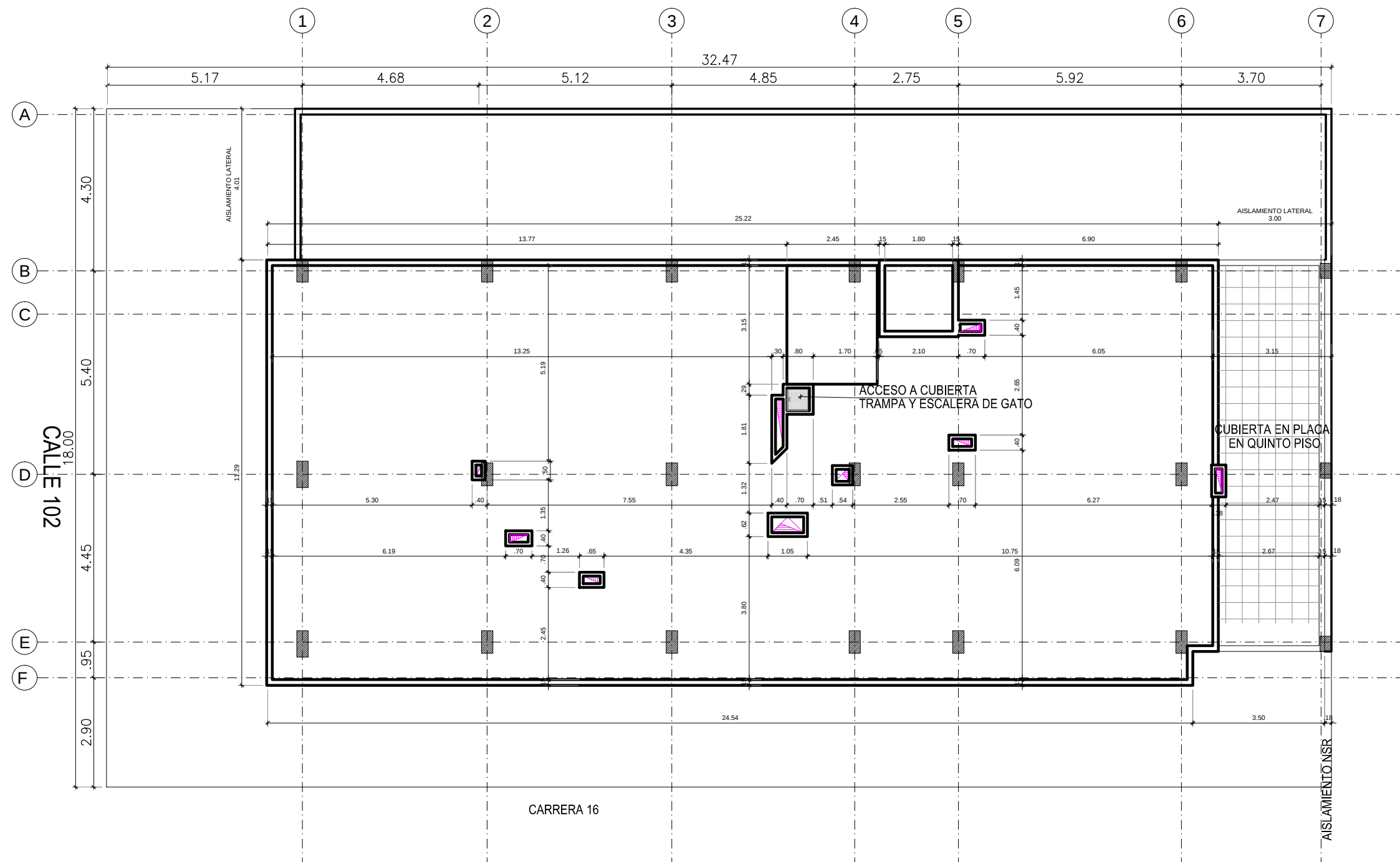
ESPECIFICACIONES:

CONCRETO PL:	fc: = 210 kgr-f/cmi
CONCRETO Col:	fc: = 280 kgr-f/cmi
ACERO:	fy: = 4200 kgr-f/ mi
MAMPOSTERÍA:	fm: = 100 kgr-f/cmi

PLANO No.

4





David Leonardo Acosta Rodriguez.
Codigo: 2092412

PROYECTO:
EDIFICIO 102

CONTENIDO:
PLANTA ARQ CUBIERTA

MICROZ. SÍSMICA

LACUSTRE 200

Aa=	0.15
Av=	0.20
Fa=	1.20
Fv=	3.50
Tc=	1.87
TL=	4.00

RIESGO SÍSMICO INTERMEDIA

SIST. DE RESISTENCIA SISMICA (DMO)
PORTICOS DE CONCRETO (DMO) Ro= 5.00
GRUPO DE USO
GRUPO DE USO I I = 1.00

CARGAS:

ACABADOS	1.00 kN/mi
MUROS (Total)	2.50 kN/mi
C, VIVA (pisos típicos)	1.80 kN/mi
C, VIVA (Cubierta)	5.00 kN/mi

ESCALA: 1:125	FECHA: MAYO 21 DE 2015
DIBUJO: David Acosta	ARCHIVO: Edificio102.dwg

ESPECIFICACIONES:

CONCRETO PL:	fc: = 210 kgr-f/cmi
CONCRETO Col:	fc: = 280 kgr-f/cmi
ACERO:	fy: = 4200 kgr-f/ mi
MAMPOSTERÍA:	fm: = 100 kgr-f/cmi

PLANO No.

5