



**FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS

**“APLICACIÓN DE LA ESTRATEGIA ESTRUCTURA
ALGORITMICA EN EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE
UN EDIFICIO ECOTURISTICO Y SU CÁLCULO DE
ACUERDO AL RNE EN LA CIUDAD DE HUANUCO,
AÑO 2018”**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER
JOB SILVESTRE FULGENCIO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

**HUANUCO – PERÚ
MAYO, 2019**

A mis queridos padres Juan y Bernardina, a toda mi familia por su apoyo constante y por la alegría que me brindan cada día.

A todos mis colegas alrededor del planeta tierra, a aquellos que creen que no existen límites en sus vidas y a aquellas personas que esperan mucho de mí.

Agradezco a Dios, solo con su ayuda todo es posible.

A mi familia por todo su apoyo incondicional en esta etapa de mi desarrollo profesional.

A mis docentes académicos por sus esfuerzos para lograr entender cada clase proporcionada.

A mi mejor amiga Annie E. por su alegría, siempre con sus opiniones y conceptos precisos para la vida.

RESUMEN:

Esta investigación consiste en el empleo de la estrategia de estructura algorítmica en el planteamiento del diseño estructural de un edificio ecoturístico, el cual se desarrolla en los distintos capítulos con el objetivo de lograr demostración de cuan eficaz es el empleo de la estrategia. La investigación corresponde al tipo de aplicada explicativa.

El desarrollo del trabajo, en primer lugar, se ha realizado un diagnóstico de las características para identificar de qué manera se desarrolla la estructura algorítmica y cuál es su participación en el diseño estructural tradicional. Para el análisis y comprobación de la eficacia, se eligió la ficha de observación como un instrumento de medición. El universo son los elementos de un edificio ecoturístico, obteniendo la muestra a partir de un muestreo no probabilístico, una muestra espontánea que son los elementos de la configuración y forma estructural.

En los siguientes capítulos se explica las fases del proceso de empleo de la estrategia estructura algorítmica para el planteamiento del diseño estructural de un edificio ecoturístico, la estructura algorítmica tiene como principio el orden matemático de la naturaleza desarrollándose en sistemas de ordenación, organización de espacios y sistemas de definición de patrones estructurales.

El proceso algorítmico ofrece sistemas de generación de formas controlables y flexibles que hace que lo estructural y lo arquitectónico sea de una sola configuración, esto es lo que permite que sea posible construir edificios contemporáneas; como lo es el edificio ecoturístico, la configuración generada a partir de procesos algorítmicos matemáticos y geométricos no generan irregularidades por el mismo que viene a ser una estructura resistente y visualmente atractivo.

Las conclusiones de la presente investigación comprueban que es muy eficaz el empleo de estructuras algorítmicas en el planteamiento del diseño estructural de un edificio ecoturístico.

La eficacia del empleo de la estrategia de estructura algorítmica para el planteamiento del diseño estructural de un edificio ecoturístico ha sido

principalmente porque considera como una sola configuración la estructura y la arquitectura.

Palabras claves: Planteamiento del diseño estructural, estructura algorítmica, estructuras arquitectónicas, formas complejas, estructura de la naturaleza, arquitectura reciente.

SUMMARY:

This research consists of the use of the algorithmic structure strategy in the design of the structural design of an ecotourism building, which is developed in the different chapters with the objective of demonstrating how effective the use of the strategy is. The investigation corresponds to the type of explanatory applied.

The development of the work, in the first place, has been made a diagnosis of the characteristics to identify in which way the algorithmic structure is developed and what is its participation in the traditional structural design. For the analysis and verification of effectiveness, the observation form was chosen as a measuring instrument. The universe are the elements of an ecotourism building, obtaining the sample from a non-probabilistic sampling, a spontaneous sample that are the elements of the configuration and structural form.

In the following chapters the phases of the process of using the algorithmic structure strategy for the design of the structural design of an ecotourism building are explained, the algorithmic structure has as a principle the mathematical order of nature developing in systems of ordering, organization of spaces and systems for defining structural patterns.

The algorithmic process offers systems of generation of controllable and flexible forms that makes that the structural and the architectural is of a single configuration, this is what allows that it is possible to construct contemporary buildings; As it is the ecotourism building, the configuration generated from mathematical and geometric algorithmic processes do not generate irregularities because it is a resistant and visually attractive structure.

The conclusions of the present investigation prove that the use of algorithmic structures in the approach of the structural design of an ecotourism building is very effective.

The effectiveness of the use of the algorithmic structure strategy for the design of the structural design of an ecotourism building has been mainly because it considers structure and architecture as a single configuration.

Keywords: Structural design approach, algorithmic structure, architectural structures, complex shapes, structure of nature, recent architecture.

SINTESIS:

El objeto de esta investigación es analizar el empleo de la estrategia estructura algorítmica en el planteamiento del diseño estructural de un edificio ecoturístico, el cual tiene como principio el orden matemático de la naturaleza. Cada elemento de la naturaleza tiene una propia estructura que es ordenada y de una sola composición entre su forma y configuración estructural.

El interés por mejorar el planteamiento del diseño estructural de edificios contemporáneos en el país, se analiza la eficacia de la estructura algorítmica, que inicia por la definición y descripción de los elementos que lo componen el diseño, continúa con la definición de los sistemas de generación estructural y una vez planteado el diseño se realiza el cálculo de acuerdo al RNE (Reglamento Nacional de edificaciones).

Al relacionar la forma con su elemento resistente, que a través de procesos algorítmicos matemáticos y geométricos se logra obtener una estructura ordenada y de una sola composición con su forma.

INDICE:

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
RESUMEN.....	iv
SUMMARY.....	vi
SINTESIS.....	viii
INDICE.....	ix
INTRODUCCION.....	xix

CAPÍTULO I**PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO**

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	20
1.2 DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	21
1.2.1 Espacial.....	21
1.2.2 Temporal.....	21
1.3 PLANTEAMIENTO DE PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN...	21
1.3.1 Problema General.....	21
1.3.2 Problemas Específicos.....	22
1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	22
1.4.1 Objetivo General.....	22
1.4.2 Objetivos Específicos.....	22
1.5 FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN	22
1.5.1 Hipótesis General.....	22
1.5.2 Hipótesis Específicas.....	22
1.6 VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN.....	23
1.6.1 Variable independiente.....	23
1.6.2 Variables dependientes.....	23
1.6.3 Operacionalización de Variables.....	23
1.7 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	24
1.7.1 Tipo de Investigación.....	24
1.7.2 Nivel de Investigación.....	25

1.7.3 Métodos de Investigación.....	25
1.7.4 Diseño de investigación.....	25
1.8 POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN	25
1.8.1 Población.....	25
1.8.2 Muestra.....	25
1.9 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	26
1.9.1 Técnicas.....	26
1.9.2 Instrumentos	26
1.10 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN	26
1.10.1 Justificación.....	26
1.10.2 Importancia	27
CAPITULO II	
MARCO TEÓRICO	
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	28
2.2 BASES TEÓRICAS.....	32
2.2.1 Características de la estructura algorítmica.....	32
2.2.1.1 Definición del término "Estructura Algorítmica".....	32
2.2.1.2 Estructura algorítmica en el planteamiento del diseño estructural de un edificio ecoturístico	32
2.2.1.2.1 Analiza el orden de la configuración de los elementos de la naturaleza	33
2.2.1.2.2 Desarrolla sistemas de ordenación y conectividad de elementos de una estructura.....	35
2.2.1.2.3 Desarrolla sistema de definición de la configuración y forma estructural	36
2.2.1.2.4 Las fundamentales ventajas del empleo de algoritmos en el planteamiento del diseño estructural.....	37
2.2.1.3 El proceso de diseño de la estructura algorítmica.....	39
2.2.2 Participación de la estructura algorítmica en el diseño estructural tradicional.....	40
2.2.2.1 Verificación del procesos.....	40
2.2.2.2 Definición de la participación.....	42
2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	42
2.4 EMPLEO DE LA ESTRUCTURA ALGORITMICA EN EL PLANTEAMIENTO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO ECOTURISTICO.....	44

2.4.1 DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS QUE COMPONEN EL DISEÑO.....	44
2.4.1.1 Ámbito de la estructura.....	44
2.4.1.2 Plantilla.....	51
2.4.1.3 Conectividad.....	51
2.4.1.4 Geometría.....	52
2.4.1.5 Material.....	53
2.4.2 DEFINICION DE LOS SISTEMAS DE GENERACION ESTRUCTURAL.....	54
2.4.2.1 Representación.....	55
2.4.2.2 Entramado.....	56
2.4.2.3 Sistema.....	57
2.4.2.3.1 Configuración estructural	57
2.4.2.4 Proporciones.....	57
2.4.2.4.1 Forma del elemento estructural.....	57
2.5 CÁLCULO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL EDIFICIO ECOTURISTICO PLANTEADO, DE ACUERDO AL RNE.	58
2.5.1 Modelamiento del edificio.....	58
2.5.1.1 Descripción de la estructura.....	58
2.5.1.2 Desarrollo de las cargas sísmicas y requisitos de diseño	63
2.5.1.2.1 Sismicidad.....	63
2.5.1.2.2 Requisitos de diseño estructural.....	64
2.5.1.3 Propiedades de los materiales y elementos.....	65
2.5.1.3.1 Propiedades del concreto.....	65
2.5.1.3.2 Propiedades del suelo.....	66
2.5.1.3.3 Rigidez.....	68
2.5.1.3.4 Secciones en muros estructurales.....	69
2.5.1.3.5 Secciones en losas de entrepisos.....	71
2.5.1.4 Definiciones en el Sap2000.....	72
2.5.1.4.1 Definición del material.....	72
2.5.1.4.2 Definición secciones "Área".....	73
2.5.1.4.3 Definición de las cargas patrón (load patterns)	77
2.5.1.4.4 Definición de los casos de diseño (load cases)	79
2.5.1.4.5 Definición de la masa efectiva sísmica....	83

2.5.1.5 Dibujo del modelo en el Sap2000.....	84
2.5.1.5.1 Visualización en planta, elevación y 3d.....	84
2.5.1.5.2 Dibujo de los objetos área.....	85
2.5.1.5.3 Visualización de las propiedades.....	86
2.5.1.5.4 Malla de elementos finitos.....	87
2.5.1.6 Cargas restricciones y limitaciones.....	87
2.5.1.6.1 Asignación de cargas.....	87
2.5.1.6.2 Asignación de restricciones.....	91
2.5.1.6.3 Asignación de diafragmas rígidos.....	92
2.5.1.7 Análisis y revisión de resultados.....	94
2.5.1.7.1 Análisis del modelo.....	94
2.5.1.7.2 Visualización de resultados - post procesamiento	95
2.5.1.7.3 Visualización de tablas de resultados.....	95
2.5.2 Análisis modal de respuesta espectral.....	96
2.5.2.1 Periodos naturales y modos de vibración.....	96
2.5.2.2 Análisis de respuesta espectral.....	98
2.5.2.2.1 Espectro de respuesta de diseño.....	98
2.5.2.2.2 Respuesta modales.....	100
2.5.3 Resultados de fuerzas, momentos y esfuerzos.....	107
2.5.3.1 Diagrama de fuerzas resultantes.....	107
2.5.3.2 Diagrama de momentos resultantes.....	112
2.5.3.3 Diagrama de tensión.....	115
2.5.3.4 Reacciones en los apoyos.....	116
2.5.3.5 Diagrama de esfuerzos resultantes.....	117
2.5.4 Junta de separación sísmica.....	118
2.5.5 Peso de la estructura: pesos propio total de la edificación..	119
2.5.6 Consideraciones para diseño de elementos estructurales.	119
2.5.7 Cálculo de los elementos estructurales.....	121
2.5.7.1 Predimensionamiento.....	121
2.5.7.2 Metrado de cargas.....	128
2.5.7.3 Cálculo.....	129
2.5.8 Elementos estructurales definidos del edificio ecoturístico...	159
2.5.8.1 Especificaciones técnicas.....	159
2.5.8.1.1 Concreto.....	159

2.5.8.1.2 Acero.....	160
2.5.8.1.3 Sistema Bubbledeck.....	160
2.5.8.2 Planos estructurales.....	160
2.5.8.3 Maqueta de la estructura del edificio ecoturístico.....	160
2.5.9 Análisis descriptivo y comparativo de la estrategia estructura algorítmica – metodología tradicional.....	161
CAPITULO III	
PRESENTACION DE RESULTADOS	
3.1. CONFIABILIDAD Y VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO.....	164
3.2. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LAS VARIABLES.....	165
CAPITULO IV	
PROCESO DE CONTRASTE DE HIPOTESIS	
4.1. PRUEBA DE HIPÓTESIS GENERAL.....	175
4.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	176
	180
CAPITULO V	
DISCUSION DE RESULTADOS	
CONCLUSIONES.....	181
RECOMENDACIONES.....	184
FUENTES DE INFORMACIÓN.....	186
ANEXOS	
1. Matriz de consistencia.....	188
2. Instrumentos de recolección de datos.....	189
3. Certificado de confiabilidad y validación.....	190
4. Gráfico.....	195
5. Prototipo.....	197
6. Relación de planos.....	200
7. Estudio de mecánica de suelos	210

Relación de Diagrama

Diagrama N°01. Diagrama de las fases de proceso de diseño (Fuente: autor).....	40
--	----

Relación de Cuadros

Cuadro N°01. Operacionalización de variables (Fuente: autor).....	24
Cuadro N°02. Predimensionamiento de losa maciza.....	122
Cuadro N°03. Predimensionamiento de losa con el sistema Bubbledeck.....	123
Cuadro N°04. Definición de peso de los elementos tipo losa de la estructura.....	123
Cuadro N°05. Dimensiones de los elementos estructurales.....	124
Cuadro N°06. Análisis de los elementos estructurales.....	125
Cuadro N°07. Resultados del análisis de los elementos estructurales.....	126
Cuadro N°08. Predimensionamiento de espesor muros estructurales	127
Cuadro N°09. Peso propio de la edificación por cada piso $T=3276.17$ T_n	128

Relación de figuras.

Fig. 01. Esquema del proceso de diseño. Cecil Balmond, 2002. (Fuente: Balmond, 2002: 384).....	32
Fig. 02 Diversos patrones generados mediante la modificación del factor multiplicador de la serie, que varía del 1 al 9101. (Fuente: a+u, 2006b: 118).....	35
Fig. 03. Pabellón de la Serpentine Gallery. Londres, 2002. Generación de la malla estructural mediante el giro y el cambio de tamaño de un cuadrado. (Fuente: Bernabeu Larena A. 2007).....	37
Fig. 04 Localización nacional del proyecto	45
Fig. 05 Localización regional del proyecto	45
Fig. 06 Localización del proyecto	45
Fig 07. Croquis de la carretera central (La esperanza) hacia el terreno elegido para el proyecto (Fuente: elaboración propia).....	46
Fig. 08. Área de terreno elegido para el proyecto, al costado de la carretera Huánuco - Malconga (Fuente: elaboración propia).....	46
Fig.09. Plano topográfico del terreno en la localidad de la Esperanza (Fuente: "ANTEPROYECTO SUB ESTACION AMARILIS", INFORME DEL ESTUDIO GEOLÓGICO, GEOTÉCNICO Y DE MECANICA DE SUELOS, LABORATORIO DE SUELOS Y ASFALTO "LA PIRÁMIDE" E.I.R.L.)p3.....	47
Fig. 10 Plano topográfico del terreno en la localidad de la Esperanza..	48
Fig.11 Vista fotográfica de la zona de exploraciones del campo para el proyecto de subestación.....	49
Fig. 12. Árbol frondoso, fotografía tomada en las inmediaciones del Jr. Abtao entre la Av. Circunvalación en la ciudad de Huánuco-Perú (fuente: Autor).....	50
Fig. 13. Modelado en el software MAPLE 18 con la ecuación toroidal. (fuente: Autor).....	51
Fig. 14. Unión del árbol y el toroide componen el patrón del proyecto. (fuente: Autor).....	51
Fig. 15. Estructura de las ramificaciones distribuidas ordenadamente en un árbol, el cual define un orden matemático de la naturaleza (fuente: Autor).....	52

Fig. 16. Las líneas de contorno de función toroidal matemáticamente expresada (fuente: Autor).....	52
Fig. 17. Dimensiones de los elementos de conexiones en función de constantes. (Fuente: autor).....	53
Fig. 18 Auditorio de Tenerife, Santa Cruz de Tenerife España. (fuente: PERI Ltd. UK, Formwork Scaffolding Engineering).....	54
Fig. 19. Auditorio de Tenerife, Santa Cruz de Tenerife España. (fuente: PERI Ltd. UK, Formwork Scaffolding Engineering).....	54
Fig. 20. Auditorio de Tenerife, Santa Cruz de Tenerife España. (fuente: PERI Ltd. UK, Formwork Scaffolding Engineering).....	54
Fig. 21. Árbol en medio del desierto.(Fuente: Expok, comunicación de sustentabilidad y RSE). El Bosco Verticale 2014. (Fuente: Boeri Studio).....	55
Fig. 22. Vista 3D del proyecto inicial, se puede observar el árbol, el toroide y una hoja en el piso.(Fuente: Autor).....	56
Fig. 23 Cada elemento de las ramificaciones y el contorno de los toroides que pertenecen al patrón se encuentran ordenadamente conectados. (Fuente: Autor).....	56
Fig. 24. Proporción de la estructura del edificio ecoturístico. (Fuente Autor).....	58
Fig. 25. Planta del primer nivel. (Fuente Autor).....	59
Fig. 26. Planta del segundo nivel. (Fuente Autor).....	59
Fig. 27. Planta del tercer nivel. (Fuente Autor).....	60
Fig. 28. Planta del cuarto nivel. (Fuente Autor).....	60
Fig. 29. Planta del quinto nivel. (Fuente Autor).....	60
Fig. 30. Planta del sexto nivel. (Fuente Autor).....	61
Fig. 31. Planta del séptimo nivel. (Fuente Autor).....	61
Fig. 32. Planta del octavo nivel. (Fuente Autor).....	61
Fig. 33. Planta del noveno nivel. (Fuente Autor).....	62
Fig. 34. Planta del décimo nivel. (Fuente Autor).....	62
Fig. 35. Elevación del primer al décimo nivel. (Fuente Autor).....	62
Fig. 36. Vista 3D del edificio a calcular. (Fuente Autor).....	63
Fig. 37. Zonificación Sísmica – RNE E.030.....	64
Fig. 38. Tabla de clasificación de edificaciones.....	65
Fig. 39. Tabla de coeficiente de reducción.....	65
Fig.40 hoja 20-k de la carta del IGN – INGEMMET.....	66
Fig.41. Vista fotográfica de la exploración de suelo (calicata C-1).	67
Fig.42. Vista de la profundidad de desplante.....	68
Fig.43. Formulario New Model.....	70
Fig.44. Formulario Quick Grid Lines – Cylindrical.....	71
Fig. 45. Definición de los ejes Cartesianos del modelo.....	71
Fig. 46. Importación de la estructura 3D al software SAP2000.....	72
Fig. 47. Creación del material a usar en el modelo.....	72
Fig.48. Definición de las propiedades de los materiales para el análisis.....	73
Fig. 49. Definición de todos los elementos de la estructura.....	74
Fig. 50. Propiedades a considerar en la fase de diseño en el muro e=50cm.....	74
Fig. 51. Definición de muro base e=30cm.....	75
Fig. 52. Definición de muro e=25cm.....	75
Fig. 53. Definición de muro e=15cm.....	76
Fig. 54. Definición de muro e=10cm.....	76

Fig. 55. Definición de losa e=23cm.....	77
Fig.56. Definición de losa e=10cm.....	77
Fig. 57. Cargas vivas mínimas (RNE E0.20).....	78
Fig. 58. Definición de los patrones carga Viva y carga Muerta.....	79
Fig. 59. Definición del espectro de respuesta según el RNE E0.060	79
Fig. 60. Casos de carga.....	80
Fig. 61. Datos de caso de carga – modal: 12 modos.....	80
Fig. 62. Caso de carga espectral – sismo dirección x.....	81
Fig. 63. Caso de carga espectral – sismo dirección y.....	81
Fig. 64. Datos de combinación de carga de sismo en dirección x...	82
Fig. 65. Datos de combinación de carga de sismo en dirección x....	82
Fig. 66. Datos de combinación de carga envolvente.....	83
Fig. 67. Definición de casos de carga para ejecutar.....	83
Fig. 68. Definición de las fuentes de masa a considerar con respecto a los parámetros.....	84
Fig. 69. Definición de La masa efectiva sísmica.....	84
Fig. 70. Definición de la estructura 3D en el software AutoCAD 2018	85
Fig. 71. Importación de la estructura 3D al software SAP2000.....	85
Fig. 72. Vista de la estructura definida con cada una de las secciones	86
Fig. 73. Vista de las secciones asignadas.....	87
Fig. 74. Definición de las opciones de análisis.....	87
Fig. 75. Asignación de carga viva nivel 1.....	88
Fig. 76. Asignación de carga Muerta nivel 1.....	88
Fig. 77. Asignación de carga viva nivel 2.....	89
Fig. 78. Asignación de carga viva nivel 3.....	89
Fig. 79. Asignación de carga viva nivel 4.....	89
Fig. 80. Asignación de carga viva nivel 5.....	90
Fig. 81. Asignación de carga viva nivel 6.....	90
Fig. 82. Asignación de carga viva nivel 7.....	90
Fig. 83. Asignación de carga viva nivel 8.....	91
Fig. 84. Asignación de carga viva nivel 9.....	91
Fig. 85. Asignación de carga viva nivel 10.....	91
Fig. 86. Opciones para un empotramiento perfecto.....	92
Fig. 87. Opciones para un apoyo fijo.....	92
Fig. 88. Asignación de diafragma rígido.....	93
Fig. 89. Definición de las opciones de análisis.....	94
Fig. 90. Vista 3D del modelo analizado.....	95
Fig. 91. Deformada por caso envolvente y sismo x.....	95
Fig. 92. Formulario para exportar tablas de resultados.....	96
Fig. 93. Forma deformada (Modal) Modo 1 - Periodo T=0.61723	96
Fig. 94. Forma deformada (Modal) Modo 2 - Periodo T=0.59411	97
Fig. 95. Forma deformada (Modal) Modo 3 - Periodo T=0.39793	97
Fig. 96. Forma deformada (Modal) Modo 4 - Periodo T=0.33182	97
Fig. 97. Periodos del análisis modal – 12 modos.....	98
Fig. 98. Modos de análisis predominantes en la edificación.....	98
Fig. 99. Forma deformada por sismo dirección x.....	99
Fig. 100. Forma deformada por sismo dirección y.....	99
Fig. 101. Diagrama de fuerzas resultantes – Combo de sismo x....	99
Fig. 102. Diagrama de fuerzas resultantes – Combo de sismo y....	100
Fig. 103. Diagrama de tensión cara visible – Combo de sismo x....	100
Fig. 104. Diagrama de tensión cara visible – Combo de sismo y...	100

Fig. 105. Desplazamiento máximo en el piso 1 por la caso de carga Combo sismo x, $UX=0.0664$	101
Fig. 106. Desplazamiento máximo en el piso 2 por la caso de carga Combo sismo x, $UX=0.1163$	101
Fig. 107. Desplazamiento máximo en el piso 3 por la caso de carga Combo sismo x, $UX=0.2492$	101
Fig. 108. Desplazamiento máximo en el piso 4 por la caso de carga Combo sismo x, $UX=2.6592$	102
Fig. 109. Desplazamiento máximo en el piso 5 por la caso de carga Combo sismo x, $UX=05.9264$	102
Fig. 110. Desplazamiento máximo en el piso 6 por la caso de carga Combo sismo x, $UX=3.0808$	102
Fig. 111. Desplazamiento máximo en el piso 7 por la caso de carga Combo sismo x, $UX=2.6217$	103
Fig. 112. Desplazamiento máximo en el piso 8 por la caso de carga Combo sismo x, $UX=4.148$	103
Fig. 113. Desplazamiento máximo en el piso 9 por la caso de carga Combo sismo x, $UX=1.9377$	103
Fig. 114. Desplazamiento máximo en el piso 10 por la caso de carga Combo sismo x, $UX=1.92$	104
Fig. 115. Desplazamiento máximo en el piso 1 por la caso de carga Combo sismo y, $UY=0.114$	104
Fig. 116. Desplazamiento máximo en el piso 2 por la caso de carga Combo sismo y, $UY=0.286$	104
Fig. 117. Desplazamiento máximo en el piso 3 por la caso de carga Combo sismo y, $UY=0.2392$	105
Fig. 118. Desplazamiento máximo en el piso 4 por la caso de carga Combo sismo y, $UY=2.8046$	105
Fig. 119. Desplazamiento máximo en el piso 5 por la caso de carga Combo sismo y, $UY=5.7655$	105
Fig. 120. Desplazamiento máximo en el piso 6 por la caso de carga Combo sismo y, $UY=3.3663$	106
Fig. 121. Desplazamiento máximo en el piso 7 por la caso de carga Combo sismo y, $UY=2.9429$	106
Fig. 122. Desplazamiento máximo en el piso 8 por la caso de carga Combo sismo y, $UY=3.8454$	106
Fig.123. Desplazamiento máximo en el piso 9 por la caso de carga Combo sismo y, $UY=1.2995$	107
Fig. 124. Desplazamiento máximo en el piso 10 por la caso de carga Combo sismo y, $UY=1.5378$	107
Fig. 125. Verificación de las derivas (Drift) de la estructura.....	107
Fig. 126. Diagrama de fuerzas resultantes – Combo de carga ultima	108
Fig. 127. Diagrama de fuerzas resultantes – Envolvente.....	108
Fig. 128. Diagrama de fuerzas resultantes –de carga de servicio.....	108
Fig. 129. Diagrama de fuerzas resultantes – Combo de carga ultimo – nivel 1.....	109
Fig. 130. Diagrama de fuerzas resultantes – Combo de carga ultimo – nivel 2.....	109
Fig. 131. Diagrama de fuerzas resultantes – Combo de carga ultimo – nivel 3.....	109

Fig. 132. Diagrama de fuerzas resultantes – Combo de carga ultimo – nivel 4.....	110
Fig. 133. Diagrama de fuerzas resultantes – Combo de carga ultimo - nivel 5.....	110
Fig. 134. Diagrama de fuerzas resultantes – Combo de carga ultimo – nivel 6.....	110
Fig. 135. Diagrama de fuerzas resultantes – Combo de carga ultimo – nivel 7.....	111
Fig. 136. Diagrama de fuerzas resultantes – Combo de carga ultimo – nivel 8.....	111
Fig. 137. Diagrama de fuerzas resultantes – Combo de carga ultimo – nivel 9.....	111
Fig. 138. Diagrama de fuerzas resultantes – Combo de carga ultimo – nivel 10.....	112
Fig. 139. Diagrama de momentos resultantes – Combo de carga ultimo – nivel 1.....	112
Fig. 140. Diagrama de momentos resultantes – Combo de carga ultimo – nivel 2.....	113
Fig. 141. Diagrama de momentos resultantes – Combo de carga ultimo – nivel 3.....	113
Fig. 142. Diagrama de momentos resultantes – Combo de carga ultimo – nivel 4.....	113
Fig. 143. Diagrama de momentos resultantes – Combo de carga ultimo – nivel 5.....	114
Fig. 144. Diagrama de momentos resultantes – Combo de carga ultimo – nivel 6.....	114
Fig. 145. Diagrama de momentos resultantes – Combo de carga ultimo – nivel 7.....	114
Fig. 146. Diagrama de momentos resultantes – Combo de carga ultimo – nivel 8.....	115
Fig. 147. Diagrama de momentos resultantes – Combo de carga ultimo – nivel 9.....	115
Fig. 148. Diagrama de momentos resultantes – Combo de carga ultimo – nivel 10.....	115
Fig. 149. Diagrama de tensión cara visible – Carga ultima.....	116
Fig. 150. Diagrama de tensión cara visible – Envolvente.....	116
Fig. 151. Diagrama de tensión cara visible – Carga de servicio.....	116
Fig. 152. Reacciones en los apoyos – Combo de carga Ultima.....	117
Fig. 153 Reacciones en los apoyos – Combo de carga de servicio..	117
Fig. 154. Reacciones en los apoyos – Envolvente.....	117
Fig. 155. Diagrama de esfuerzos resultantes –carga ultima.....	118
Fig. 156. Diagrama de esfuerzos resultantes – envolvente.....	118
Fig. 157. Diagrama de esfuerzos resultantes – Combo de servicio	118
Fig. 158. Peso total de la estructura = 3144.01 Ton.....	119
Fig. 159. Tabla de predimensionamiento de espesor de losas (Fuente RNE E0.60).....	122
Fig. 160. Tabla de predimensionamiento de espesor de losa sistema Bubbledeck.....	122
Fig.161. Numero de cada elemento estructural.....	128
Fig. 162. Tabla de mapeo de puntajes de las Encuestas de Campo	173
Fig. 163. Resultado promedio de las encuestas de campo.....	174

INTRODUCCION:

La presente tesis tiene como origen en el trabajo como asistente técnico en el área del diseño y cálculo de estructuras de edificaciones y como estudiante en el curso de arquitectura en la EAPIC de la Universidad Alas Peruanas.

En este sentido la suscitación de limitaciones en este campo resultó un problema que está presente en el desarrollo de infraestructuras contemporáneas. El problema que se genera al no aplicar la estrategia de estructura algorítmica para el planteamiento del diseño estructural de un edificio ecoturístico. Las limitaciones son considerables para profesionales tanto de la rama de ingeniería civil, arquitectura y como de ingeniería ambiental.

El diseño estructural tradicional genera limitaciones en el planteamiento del diseño estructural de infraestructuras contemporáneas, realidad que determina la necesidad de analizar la eficacia del empleo de la estrategia de estructura algorítmica.

- Al analizar las estrategias que se originaron en el transcurso del desarrollo de la arquitectura Bernabéu Larena A. (2012) afirma que: *"Para Anthony Hunt que una estructura sea técnicamente correcta es un requisito necesario, pero no suficiente, la estructura debe ser además elegantes, visualmente atractivas"*. (p.203)

La presente investigación tiene como objetivo analizar la eficacia del empleo de la estructura algorítmica para el planteamiento del diseño estructural de un edificio ecoturístico.

La estructura algorítmica se define como un planteamiento para la generación de la configuración del diseño estructural de un edificio mediante un conjunto de procesos definidos por reglas matemáticas y geométricas. Si cogemos un elemento de la naturaleza y analizamos, podemos observar que la configuración de la estructura con el que cuenta es ordenada y resistente. Para el planteamiento del diseño estructural de un edificio ecoturístico, el procedimiento es en primera fase, evaluar y describir las características para generar una configuración estructural optimizada y eficaz.

CAPITULO I:

PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMATICA:

A nivel internacional: En gran porcentaje en países menos desarrollados, el desarrollo de infraestructuras de edificios con arquitecturas contemporáneas se encuentra limitadas por el diseño estructural. En algunos países más desarrollados, ya cuentan con estrategias de diseño estructural y no tienen limitaciones para construir edificaciones contemporáneas como lo son: edificios de formas libres, edificios ecoturísticos, etc.

A nivel nacional: la gran mayoría de ciudades, las edificaciones ejecutadas en zonas urbanas y rurales, han sido desarrolladas por diseño estructural básico, ya que no se cuenta con el conocimiento necesario para realizar planteamientos de diseños innovadores, que sean aplicables para aportar al desarrollo sostenible de una ciudad como lo es un edificio ecoturístico.

A nivel local: el desarrollo de la arquitectura contemporánea en infraestructuras de la ciudad de Huánuco se encuentra limitadas por condicionantes técnicos y constructivos. En algunos casos se construyeron edificaciones contemporáneas y el diseño estructural se realizó con la metodología tradicional, lo que produjo que la edificación tenga irregularidades estructurales porque no tiene ninguna compatibilidad entre la configuración estructural y la configuración arquitectónica.

Esto nos permite analizar el estado del desarrollo de edificaciones contemporáneas en nuestra ciudad, en la actualidad la ciudad de Huánuco se encuentra en crecimiento y cuenta con pocos espacios verdes, principalmente por la planificación urbanística antigua y poco interesado por la calidad del ambiente urbano.

- (Hernández & Vázquez, 2010), afirman:

“Nos encontramos frente a una ciudad que incrementa la segregación social, (...). Con un desarrollo desmedido de infraestructuras que consumen suelos y territorios, materiales y energía y apoya una práctica inmobiliaria que estimula la sustitución de las edificaciones frente a su

rehabilitación y conservación, incrementando el despilfarro de recursos y la producción de residuos" (p. 5).

El hacinamiento de construcciones en una ciudad, la falta de planificación y la falta de aplicación de sistemas innovadores para el desarrollo de edificaciones sostenibles. Es por ello el interés de desarrollar edificaciones sostenibles, porque mejoran la calidad de vida de los habitantes.

En este sentido, un edificio ecoturístico requiere de un diseño estructural en particular. el diseño estructural que se emplea actualmente limita al desarrollo de edificios contemporáneos de la forma que no sean compatibles en su configuración, ya que diseño estructural tradicional solamente plantea una malla definida que es una configuración simétrica y por consiguiente resistente lo cual no permite el edificio tome forma.

Un edificio ecoturístico tiene una configuración de forma libre definida a partir de un concepto, dicha composición tiene su propia configuración estructural, pero no es planteada y diseñada por los especialistas por falta de conocimiento de sistemas innovadores de diseño estructural, que permite plantear, analizar y diseñar una estructura adecuada para cada composición arquitectónica.

La investigación que se encuentra realizando, es por las limitaciones existentes para el desarrollo de edificaciones contemporáneas y sostenibles. Con respecto a esto, se plantea el análisis de la eficacia de la estrategia de estructura algorítmica, desarrollando de acuerdo a las características de la zona y así poder aportar, comprobar, la eficacia del empleo de estructura algorítmica en el planteamiento del diseño estructural de edificios contemporáneo y por consiguiente la mejora de la calidad de vida con infraestructuras contemporáneas.

1.2 DELIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

1.2.1 Espacial

Se desarrollará en ámbito de la ciudad de Huánuco

1.2.2 Temporal

El periodo de estudio que abarca el proyecto de investigación es desde el año 2016-2018

1.3 PLANTEAMIENTO DE PROBLEMAS DE INVESTIGACIÓN

1.3.1 Problema General

¿A qué se debe la eficacia del empleo de la estrategia de estructura algorítmica para el planteamiento del diseño estructural de un edificio ecoturístico y su diseño de acuerdo al RNE E 0.60 en la ciudad de Huánuco?

1.3.2 Problemas Específicos

- ✓ ¿Cuáles son las características de la estructura algorítmica y cómo es su participación en el diseño estructural tradicional en la ciudad de Huánuco?
- ✓ ¿Cómo es el proceso de empleo de la estrategia de estructura algorítmica para el planteamiento del diseño estructural de un edificio ecoturístico en la ciudad de Huánuco?
- ✓ ¿Cuáles son los elementos de la estructura del edificio ecoturístico planteado, de acuerdo al RNE E 0.60 en la ciudad de Huánuco?

1.4 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1 Objetivo General

- ✓ Analizar la eficacia del empleo de la estrategia de estructura algorítmica para el diseño estructural de un edificio ecoturístico y diseñar de acuerdo al RNE en la ciudad de Huánuco.

1.4.2 Objetivos Específicos

- ✓ Describir las características de la estructura algorítmica y verificar su participación en el diseño estructural tradicional en la ciudad de Huánuco.
- ✓ Desarrollar el proceso de empleo de la estrategia de estructura algorítmica para el planteamiento del diseño estructural de un edificio ecoturístico en la ciudad de Huánuco
- ✓ Calcular los elementos de la estructura del edificio ecoturístico planteado de acuerdo al RNE en la ciudad de Huánuco.

1.5 FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1 Hipótesis General

- ✓ La eficacia del empleo de la estrategia de estructura algorítmica para el planteamiento del diseño estructural de un edificio ecoturístico y su diseño de acuerdo al RNE en la ciudad de Huánuco, se deberá a que se considera una sola configuración la estructura y la arquitectura.

1.5.2 Hipótesis Específicas

- ✓ Las características de la estructura algorítmica es que serán: un sistema de ordenación y organización del espacio, sistema de definición de patrones estructurales y su participación en el diseño estructural tradicional será en la etapa de planteamiento.
- ✓ Los procesos de empleo de la estrategia de estructura algorítmica en el planteamiento del diseño estructural de un edificio ecoturístico en la ciudad de Huánuco, serán: la descripción de los elementos que componen el diseño y la definición de los sistemas de generación estructural
- ✓ Los elementos de la estructura del edificio ecoturístico planteado de acuerdo al RNE en la ciudad de Huánuco, serán losas, muros estructurales y cimentaciones.

1.6 VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1 Variable independiente

Empleo de la estrategia de estructura algorítmica

1.6.2 Variables dependientes

Herramienta eficaz para el planteamiento del diseño estructural de un edificio ecoturístico.

1.6.3 Operacionalización de Variables.

Variable	Definición Conceptual	Indicadores	Medición	Valoración
V.I.: Empleo de la estrategia de estructura algorítmica	Es el proceso de planteamiento del diseño de la estructura, esta estrategia de diseño estructural define como una sola configuración la estructura	-Elementos que componen el diseño.	Ámbito de la estructura	Ecológica, Espacial, Ecoturístico.
			Plantilla	Superposición de elementos.
			Conectividad	Vinculación de cada pieza.
			Geometría	Dimensión de cada pieza.
		Material	Concreto armado, Acero, Madera.	
		-Sistemas de generación estructural.	Representación	Alegoría o símbolo
	Entramado	Ejes de los elementos		

	y la arquitectura.		Sistema	Técnica, plan y régimen
			Proporciones	Medidas de las secciones
V.D.: Herramienta eficaz para el planteamiento del diseño estructural de un edificio ecoturístico	Al definir en una sola configuración lo estructural y arquitectónico conlleva a la eficacia del empleo de la estrategia de estructuras algorítmicas para el planteamiento del diseño estructural de un edificio ecoturístico	-Versatilidad del empleo	% de Versatilidad	50%-75%-100%
		-Generación Estructural de formas compleja	Capacidad	-----
		Optima configuración estructural	% Grado de optimización	-----
		Definición sorprendente de la forma	Diseño contemporáneo	-----
		-Periodo fundamental y predominante de la estructura	Seg.	-----
		-Control de las desplazamientos de entrepisos	cm	<7/1000
		Comportamiento estructural	Esfuerzos en los elementos	-----
		-Verificación de la dimensión de los elementos estructurales	m	-----
		-Estética de la edificación	% de atractivo	50%-75%-100%
-Grado de satisfacción de la estructura	% de satisfacción	0%-100%		

Cuadro N°01. Operacionalización de variables (Fuente: autor)

1.7 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1.7.1 Tipo de Investigación

- ✓ Según la finalidad: Explicativa

Se verificará la eficacia del empleo de la estrategia de estructura algorítmica, en el planteamiento del diseño estructural de un edificio ecoturístico.

✓ Según el énfasis: Cuantitativa

El diseño estructural de la estructura planteada se basa en la cuantificación y cálculo de datos.

1.7.2 Nivel de Investigación

Descriptiva y explicativa: En el estudio se señala cómo es, cómo se desarrolla la estrategia y la explicación del cálculo de los datos.

1.7.3 Métodos de Investigación

Cuantitativa y analítica: Se analizará el diseño por medio de cálculos y análisis respectivo de la configuración arquitectónica y estructural del edificio ecoturístico.

1.7.4 Diseño de investigación

Aplicativa: El estudio se realizará mediante la aplicación de procedimientos definidos por la estructura algorítmica para el planteamiento del diseño estructural. Luego se realizará el diseño estructural de los elementos de la estructura planteada.

1.8 POBLACIÓN Y MUESTRA DE LA INVESTIGACIÓN

1.8.1 Población

Docentes expertos en la rama de ingeniería estructural de UAP – Filial Huánuco.

1.8.2 Muestra

El Muestro es probalístico: Docentes expertos en temas de investigación en la rama de ingeniería estructural de la UAP- Filial Huánuco

Tamaño de Muestra		
Entradas:		
N=	9	Tamaño de Población: Docente expertos UAP -Filial Huánuco
p=	0.2	Probabilidad de Ocurrencia de los Casos
D=	0.05	Precisión (Error máximo admisible en términos de proporción)
Z	0.95	(95%)(1.96) (tabla de distribución normal)
Salidas		
q=(1-p)=	0.8	$n = \frac{N \times Z_a^2 \times p \times q}{d^2 \times (N - 1) + Z_a^2 \times p \times q}$
n=	8	

- ✓ n= 8 Docentes expertos en temas de investigación en la rama de ingeniería estructural de la UAP- Filial Huánuco

1.9 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

1.9.1 Técnicas

- 1) Información directa: Realizar una selección de la información relacionada en fuentes bibliográficas, que fueron libros redactados por profesionales expertos, tesis doctoral, artículos y páginas web.
- 2) Observación: Por la Prof. María Soledad Fabbri, la observación *"Es un procedimiento empírico por excelencia, el más primitivo y a la vez el más usado. Es el método por el cual se establece una relación concreta e intensiva entre el investigador y el hecho social o los actores sociales, de los que se obtienen datos que luego se sintetizan para desarrollar la investigación. Este método es una "lectura lógica de las formas" y supone el ejercicio y "metodología de la mirada" (deconstrucción y producción de nueva realidad)"*.
- 3) Análisis de textos: Es el conocimiento obtenido de los libros y demás artículos con el fin de verificar la información obtenida por distintas fuentes.

1.9.2 Instrumentos

- 1) Ficha de observación: Son instrumentos de investigación, evaluación y recolección de datos, referido a un objetivo específico, en el que se determinan variables específicas. Se usan para registrar datos a fin de brindar recomendaciones para la mejora correspondiente.

1.10 JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

1.10.1 Justificación

El desarrollo de la estructura algorítmica para el planteamiento del diseño estructural de un edificio ecoturístico, debe ser un aporte importante al estudio de esta rama de la carrera.

Por el beneficio: Ayudará a desarrollar nuevos edificios contemporáneos en la ciudad y mejorar la calidad de vida.

Por la fuente de datos: Con la presente investigación desarrollada se aportará conocimientos para el planteamiento del diseño estructural de un edificio ecoturístico.

Por la utilidad metodológica: Con el proceso descriptivo y experimental de la investigación servirá para obtener resultados reales y verificables, lo cual nos será de gran ayuda como ingenieros civiles para plantear diseños estructurales eficaces de edificios ecoturísticos.

Por el resultado: Con el resultado de la presente investigación, se demostrará la eficacia del empleo de estructura algorítmica en el planteamiento del diseño estructural de un ecoturístico.

1.10.2 Importancia

Es importante porque el desarrollo de una investigación sobre la aplicación de la estrategia de estructura algorítmica en el planteamiento del diseño estructural de un edificio ecoturístico, da origen al desarrollo de nuevas investigaciones del tema y así obtener resultados más eficaces que aporten para el planteamiento del diseño estructural de edificios contemporáneos y mejorar la calidad de vida de la población.

Campos beneficiados:

Ingeniería civil: El empleo de la estructura algorítmica hace que sea más versátil el planteamiento del diseño estructural de edificios ecoturísticos, ya que configuración estructural y arquitectónica del edificio se analiza como una sola configuración.

Arquitectura: El diseño arquitectónico tiene una sola configuración con la estructura, esto hace que el diseño arquitectónico no tenga modificación en el transcurso del desarrollo, conservando la idea original de tal forma que genera una gran satisfacción con el resultado obtenido.

Ingeniería ambiental: La versatilidad del empleo de estructuras algorítmicas en diferentes campos de composición y de formas complejas, hace que el planteamiento desde el punto de vista ambiental, ecológico, etc., es posible realizar el desarrollo de una forma versátil como por ejemplo: Un edificio ecoturístico.

CAPITULO II:

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

El empleo de estrategias de diseño estructural en la arquitectura contemporánea, fueron desarrolladas por muchos investigadores en el área de ingeniería estructural; un estudio similar lo realizó:

- Bernabeu Larena A. (2007) en su tesis doctoral *Estrategias de diseño estructural en la arquitectura contemporánea* afirma lo siguiente:

"El cambio significativo que se ha producido recientemente en los parámetros y condicionantes que rigen la arquitectura ha tenido una influencia determinante en la relación entre ingenieros y arquitectos, haciendo que resulte necesario reconsiderar el papel del ingeniero estructural en el proyecto arquitectónico y las posibilidades de colaboración entre ambos" (p.1).

"En efecto, si en épocas anteriores las posibilidades arquitectónicas estuvieron marcadas por condicionantes técnicos, constructivos y económicos, el desarrollo actual de las técnicas auxiliares de proyecto y ejecución ha hecho que dichos condicionantes hayan dejado de ser relevantes, generando una situación de libertad prácticamente total, en la que casi cualquier planteamiento formal puede ser resuelto y construido. Y este nuevo contexto arquitectónico tiene asociado, indudablemente, un cambio en los parámetros que rigen el papel de la estructura en el proyecto y la relación entre ingenieros y arquitectos, lo que hace que resulte muy oportuno centrar el estudio en un ingeniero contemporáneo, que desarrolla su trabajo en esta situación" (p.1,2).

"Dentro de los ingenieros contemporáneos, el trabajo desarrollado por Cecil Balmond resulta de especial relevancia en la arquitectura contemporánea, al haber colaborado con algunos de los arquitectos de mayor influencia y repercusión, como Rem Koolhaas, Daniel Libeskind o Toyo Ito, demostrando además un interés clarísimo por participar activamente en el diseño de los proyectos y hacer que la estructura adquiriera un papel creativo relevante. Su figura representa en este sentido una posición extrema de reivindicación del papel activo del ingeniero en la definición formal del proyecto y en su autoría" (p.2).

“Finalmente, los planteamientos proyectuales desarrollados por Balmond presentan un gran interés y resultan reveladores a la hora de valorar las posibilidades del ingeniero estructural en el contexto arquitectónico actual, permitiendo identificar una serie de estrategias de diseño estructural de gran potencial y aplicación en la arquitectura contemporánea” (p.2).

La función del ingeniero en el diseño edificios contemporáneos, ha dejado de ser relevante, omitiendo sus capacidades creativas en el planteamiento del diseño estructural. Los estudios realizados por:

- Bernabeu Larena A. (2007) afirma lo siguiente:

“El papel del ingeniero, sistemas de colaboración y procesos de diseño. Una constante en la valoración de la colaboración entre ingenieros y arquitectos a lo largo de la historia es la reivindicación por parte de los ingenieros del reconocimiento de su labor creativa en los proyectos, de manera que no se considere el diseño como obra exclusiva del arquitecto” (p.12).

La muestra de que los ingenieros no se les reconozcan como creativos en el diseño estructural, los estudios realizados por:

- Bernabeu Larena A. (2007) afirma que es por la misma actitud de los ingenieros estructurales.

“En primer lugar, un gran número de ingenieros, por falta de capacidad o de interés, prefiere mantenerse al margen del proceso de diseño de los proyectos, centrando su labor exclusivamente en el estricto cálculo de la estructura. Renuncian así a desarrollar sus capacidades formales y creativas, limitando su función a la de asistentes técnicos del arquitecto, al que ceden la total responsabilidad del diseño. Contra esta actitud se rebelaron enérgicamente ingenieros como Ove Arup o Edmund Happold, reclamando a los ingenieros que asumieran su responsabilidad social con respecto al entorno construido y adoptaran un papel activo en el desarrollo formal de los proyectos” (p. 12).

“Por otra parte, en términos generales y contrariamente a lo que ocurre con el mundo de la arquitectura, la ingeniería estructural ha demostrado poco interés por conocer y analizar su historia, renunciando así a desarrollar y establecer una memoria histórica que le permita establecer referentes y asentar las bases sobre las que avanzar hacia el futuro:

Esto es así incluso en el ámbito educativo, donde mientras en las escuelas de arquitectura se concede gran importancia al conocimiento y la valoración de la historia de la arquitectura, el arte y la construcción, en las de ingeniería no existe apenas interés por este tipo de análisis históricos, lo que hace que los alumnos no puedan situar en contexto sus estudios, dificultando el análisis de las posibilidades de evolución de su especialidad" (p.12,13).

"Finalmente, en general, los ingenieros han dedicado poco esfuerzo y disposición a reflexionar y escribir acerca de sus criterios formales y planteamientos conceptuales, limitándose a tratar cuestiones técnicas. Se descuida así el desarrollo de una vertiente que sea capaz de analizar y poner en valor la ingeniería estructural en términos creativos" (p.13).

Estos factores han sido los que limitan la capacidad creativa del ingeniero estructural y por consiguiente bajo desarrollo del planteamiento en el diseño estructural de edificios contemporáneos.

La estructura algorítmica actualmente se desarrolla en diferentes planteamientos y composiciones. Algunos factores principales que definen el potencial de la estructura en el proyecto arquitectónico, según:

- Bernabeu Larena A. (2007) afirma lo siguiente:

"Valor expresivo de los materiales estructurales: Un factor al que ya se ha hecho referencia y que resulta clave en la valoración del potencial de la estructura en el proyecto arquitectónico viene determinado por el valor expresivo que tienen los materiales estructurales; valor expresivo que los ingenieros pueden utilizar como estrategia de diseño y punto de partida del desarrollo de la estructura" (p.20).

"Nivel de legibilidad y eficiencia de la estructura: Un factor que determina el planteamiento estructural de un proyecto es el proceso de búsqueda y elección de un sistema que resulte adecuado a los distintos requisitos funcionales, arquitectónicos y estructurales. Para un mismo proyecto existen numerosos sistemas capaces de resolver positivamente estos condicionantes, por lo que el ingeniero y el arquitecto deben colaborar para determinar aquél que consideren más adecuado" (p.21).

"Relaciones posibles entre arquitectura y estructura: Un parámetro que permite valorar claramente la influencia y la relevancia de la estructura

en el diseño de un proyecto determinado, es la relación que se establece entre ésta y la forma arquitectónica" (p.26).

La actitud del ingeniero en la realización del proyecto debe ser de colaborador, de acuerdo a la teoría planteada según:

- Bernabeu Larena A. (2007) Posibles actitudes del ingeniero estructural. *"... para que pueda existir una colaboración de este tipo deben darse una serie de factores que la hagan posible": (p.33).*

"La colaboración entre el arquitecto y el ingeniero estructural debe comenzar desde el inicio del proyecto, de manera que los dos participen en la definición formal y conceptual del mismo" (p.34).

"El arquitecto tiene que estar dispuesto a que la estructura adquiera una relevancia y un protagonismo importante en el proyecto. Esta relevancia de la estructura no tiene que ser visualmente explícita (en algunos casos, en efecto, la estructura puede cobrar protagonismo en el proyecto justamente al no percibirse como tal), pero sí intervenir claramente en la definición y configuración del proyecto" (p.34).

"El ingeniero estructural debe tener la habilidad suficiente para racionalizar la propuesta del arquitecto. Debe proponer un planteamiento estructural que sea capaz de ofrecer una respuesta satisfactoria a los requisitos e inquietudes del arquitecto, con el suficiente potencial y carácter como para intervenir en el diseño del proyecto" (p.34).

"El proyecto debe tener unas características propicias que posibiliten el desarrollo de propuestas de este tipo. En efecto, proyectos muy condicionados por requisitos funcionales o de programa pueden limitar en gran medida la aparición de estos planteamientos, a la libertad que a menudo requieren" (p.34).

"Debe existir entre el arquitecto y el ingeniero una estrecha colaboración basada en la confianza, el respeto y la complicidad mutuas, que permitan el desarrollo conjunto del diseño" (p.34).

El ingeniero tiene la capacidad de desarrollar estructuras arquitectónicas, según un estudio realizado por:

- Rice, P. (1998) en su libro "Mémoires d'un ingénieur" afirma lo siguiente: *"Soy un ingeniero. Creyendo hacerme un cumplido, la gente a menudo me califica de "arquitecto ingeniero"; piensan nombrar así a un ingeniero*

más imaginativo y más interesado por la forma que el ingeniero tradicional. Dicho de otra manera, el ingeniero, en el pensar del público en general, se asocia a soluciones sin interés y sin imaginación. [...] Llamar a un ingeniero "arquitecto ingeniero", bajo el pretexto de que propone soluciones originales o inhabituales, supone sobre todo confundir su papel en la sociedad" (p.76).

El proceso del planteamiento del diseño estructural con la estructura algorítmica, de acuerdo a sus estudios realizados, Cecil Balmond (investigador en la rama de la ingeniería estructural), propone el siguiente proceso para planteamiento del diseño estructural.

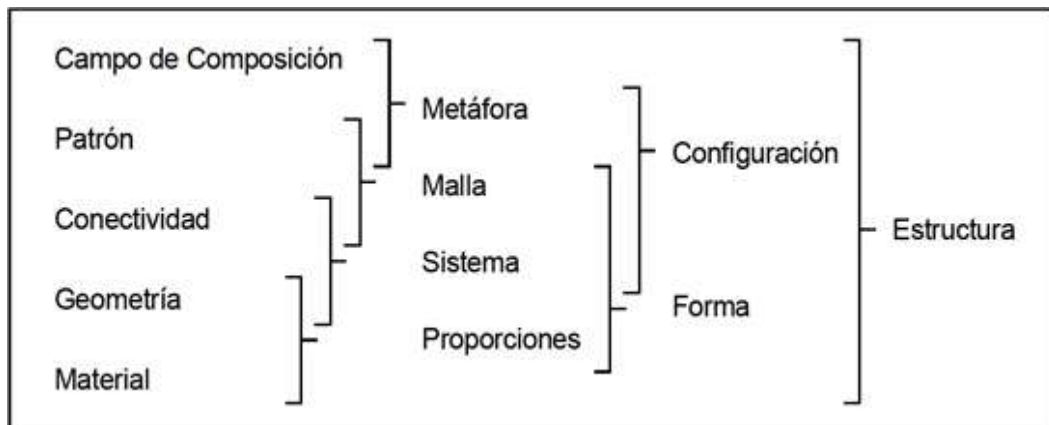


Fig. 01 Esquema del proceso de diseño propuesto por Cecil Balmond (fuente: Balmond, 2002: 384).

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 Características de la estructura algorítmica

2.2.1.1 Definición del término "Estructura Algorítmica"

➤ Según: Wickcionario define de la siguiente manera:

"Estructura: Distribución e interrelación de diferentes partes que componen un objeto o una idea".

"Algoritmo: Conjunto secuencial, definido y finito de reglas para obtener un determinado resultado en la realización de una actividad".

Estructura Algorítmica: es el planteamiento de la distribución e interrelación de un objeto mediante un conjunto de secuencias finitas y definido por reglas para la obtención de un resultado.

2.2.1.2 Estructura algorítmica en el planteamiento del diseño estructural de un edificio ecoturístico.

Es el planteamiento para la generación de la configuración del diseño estructural de un edificio mediante un conjunto de procesos definidos por reglas matemáticas y geométricas, según:

➤ *Bernabeu Larena A. (2007) afirma lo siguiente:*

“Utilización de algoritmos matemáticos y geométricos como sistemas generadores de la configuración estructural: la estructura algorítmica” (p.52).

El empleo de la estructura algorítmica en el planteamiento del diseño estructural de un edificio ecoturístico se basa a los siguientes puntos.

2.2.1.2.1 Analiza el orden de la configuración estructural de los elementos de la naturaleza.

La estructura algorítmica analiza la configuración arquitectónica a partir de su campo composición y la acepta como un elemento inmodificable y plantea la estructura de manera que ambas se desarrollen con la misma configuración, según:

➤ *Bernabeu Larena A. (2007) afirma lo siguiente: La estructura algorítmica el orden matemático de la naturaleza.*

“Gran parte de las formas arquitectónicas actuales presentan geometrías azarosas o informes. En la mayoría de estos casos la potencia actual de los sistemas de representación, cálculo, fabricación y montaje hace posible resolver su soporte estructural sin modificar prácticamente la geometría original y sin necesidad de definirla mediante parámetros matemáticos o sistemas geométricos conocidos. Sin embargo, un planteamiento de este tipo supone generalmente la desvinculación de forma y estructura. El ingeniero, en estos casos, acepta la forma arquitectónica como un elemento impuesto e inmutable del proyecto y define la estructura de manera que se acople y se ajuste a dicha forma sin modificarla. La estructura queda, por lo tanto, subordinada a la forma que sustenta y no interviene de manera relevante en su definición” (p.101).

Alrededor del mundo han sido desarrollados diferentes estrategias para el diseño estructural en la arquitectura contemporánea, cada uno de ellos con diferentes criterios para intentar relacionar la arquitectura y la estructura, de todos ellos la estructura algorítmica es la que permite

desarrollar una sola configuración de la arquitectura y la estructura de cualquier forma libre planteada, según:

➤ *Bernabeu Larena A. (2007) afirma lo siguiente:*

"... Y en esta búsqueda de lógicas que permitan la interacción de forma y estructura el empleo de algoritmos geométricos o matemáticos aparece cómo una estrategia de gran potencial con la que afrontar el desarrollo de formas "azarosas" en la arquitectura contemporánea" (p.101).

El planteamiento de la estructura mediante el uso de algoritmos, permite definir de manera ordenada y analizable una forma, según:

➤ *Bernabeu Larena A. (2007) afirma lo siguiente:*

"El empleo de algoritmos permite establecer una serie de leyes o de reglas capaces de definir de manera clara y precisa una forma determinada. Este sistema favorece por lo tanto el desarrollo de geometrías de gran complejidad, que difícilmente pueden ser asumidas por los esquemas estructurales tradicionales, ofreciendo una respuesta coherente a los requisitos formales del proyecto mediante la generación de formas aparentemente aleatorias que gozan, sin embargo, de un orden interno y de una lógica propia" (p.101).

La estructura algorítmica tiene el potencial de definir mediante el proceso de generación, formas "libres" a formas conocidas, según:

➤ *Bernabeu Larena A. (2007) afirma lo siguiente:*

"Y este conocimiento y control de las propiedades y los parámetros que rigen las formas aparentemente aleatorias permite aumentar el dominio de las mismas, ampliando la capacidad de explorar y desarrollar su potencial. Este proceso algorítmico de generación de la forma se convierte entonces en una potente herramienta de diseño, capaz de ampliar enormemente el abanico de formas posibles. Y en efecto, una pequeña variación en los parámetros que rigen un determinado algoritmo puede conducir a alteraciones sustanciales en las geometrías resultantes, permitiendo investigar las posibilidades formales que dicho algoritmo ofrece...". Así, el interés del proyecto no reside únicamente en la forma resultante, sino también en el proceso que la genera" (p.101).



Fig. 02 Diversos patrones generados mediante la modificación del factor multiplicador de la serie, que varía del 1 al 9. (fuente: a+u, 2006b: 118).

El empleo de procesos algorítmicos se puede considerar en dos grandes grupos, según:

➤ Bernabeu Larena A. (2007) afirma lo siguiente:

“Sistemas de ordenación y organización del espacio. Los elementos que cubren una superficie “ordenación bidimensional” o que componen una configuración estructural determinada del espacio –ordenación tridimensional- están generados y organizados en función de un algoritmo” (p.102).

“Sistemas de definición de patrones estructurales. Un algoritmo rige el patrón que define la directriz de un elemento estructural determinado (una serie de líneas que se cruzan, una curva, una superficie...)” (p.102).

2.2.1.2.2 Desarrolla Sistemas de ordenación y conectividad de elementos de una estructura.

Uno de los grupos del empleo de algoritmos es la ordenación de los elementos que componen la estructura y generar la conectividad de cada una de ellas en un sistema tridimensionales de manera controlada, según:

➤ Bernabeu Larena A. (2007) afirma lo siguiente: *Que la estructura algorítmica son sistemas de ordenación y organización del espacio “En primer lugar, el empleo de algoritmos permite desarrollar sistemas de ocupación del espacio, definiendo de manera controlada la cubrición de superficies o la configuración de sistemas tridimensionales. Se trata de procesos algorítmicos que generan una serie de elementos que, combinados entre sí en función de unas reglas determinadas, dan como resultado la composición de una superficie o de una estructura tridimensional” (p.102).*

El desarrollo de la configuración de superficies en dos dimensiones, es partir de elementos ordenados por una serie de procesos de acuerdo al campo de composición planteado, según:

➤ *Bernabeu Larena A. (2007) afirma lo siguiente:*

“A nivel bidimensional, la aplicación más habitual de esta estrategia es el empleo de métodos de cubrición de superficies en los que la geometría y la posición de cada elemento viene determinada por una serie de reglas específicas, de manera que no existen elementos superpuestos, sino que son tangentes entre sí y ajustan su tamaño en función de los vacíos existentes, garantizando la completa cubrición del espacio” (p.102).

2.2.1.2.3 Desarrolla sistemas de definición de la configuración y forma estructural.

Este grupo de empleo de procesos algorítmicos determinan la configuración y forma que tendrá la estructura del edificio, de esta manera permite analizar y controlar la geometría de formas complejas, según:

➤ *Bernabeu Larena A. (2007) afirma lo siguiente: Que la estructura algorítmica es un sistema de definición de patrones estructurales.*

“El otro gran grupo de sistemas generados a partir de algoritmos geométricos o matemáticos es aquél en el que los algoritmos definen la geometría y la posición de la directriz que rige un elemento o un conjunto de elementos estructurales. La diferencia con los sistemas de ordenación y organización del espacio radica en que, mientras que los primeros establecen un conjunto de elementos -superficiales o tridimensionales- que se combinan entre sí para definir un modo de ocupación del espacio, los sistemas de definición de patrones estructurales determinan la directriz o el patrón que adopta la estructura: la posición de los pilares, la geometría de un muro, la disposición de una serie de vigas... En estos casos, por lo tanto, no se busca establecer sistemas y organizaciones modulables de gran libertad compositiva, sino desarrollar un algoritmo que permita generar y controlar la geometría de formas y estructuras complejas, de manera

que éstas puedan ser definidas en función de determinadas reglas y parámetros" (p.106,107).

Un ejemplo de generación de patrones estructurales, aparentemente la configuración final es de forma aleatoria, sin embargo tiene un orden y una lógica.

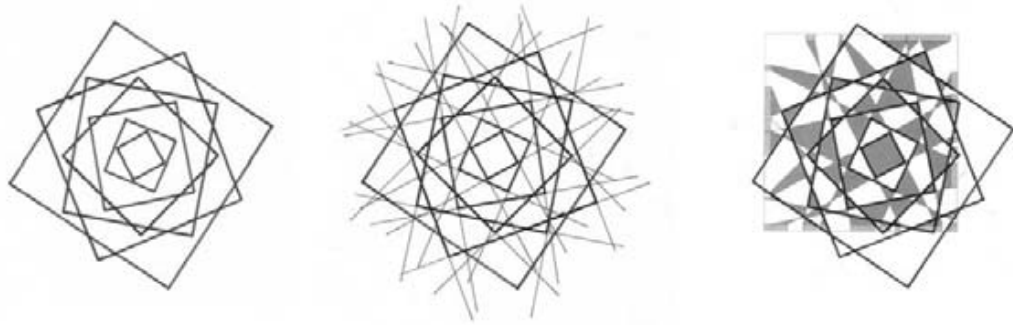


Fig. 03. Pabellón de la Serpentine Gallery. Londres, 2002. Generación de la malla estructural mediante el giro y el cambio de tamaño de un cuadrado. (fuente: Bernabeu Larena A. 2007).

2.2.1.2.4 Las fundamentales ventajas del empleo de algoritmos en el planteamiento del diseño estructural.

Las tres ventajas fundamentales del empleo de algoritmos matemáticos o geométricos, analizado en distintos proyectos por:

- Bernabeu Larena A. (2007) en el *Potencial del empleo de algoritmos en la arquitectura contemporánea* afirma lo siguiente:

Definición de geometrías complejas a una configuración y forma determinada.

- 1) *"La definición de geometrías complejas mediante algoritmos otorga a las formas resultantes un determinado orden interno que relaciona forma y estructura y dota al conjunto de una mayor coherencia y rigor. Se confiere así a las exploraciones formales de la arquitectura contemporánea un mayor grado de realismo y credibilidad, lo que radica en proyectos de gran belleza e integridad conceptual. En algunas ocasiones, sin embargo, esta búsqueda de algoritmos matemáticos o sistemas numéricos capaces de dar respuesta a los deseos formales del arquitecto puede resultar excesivamente forzada, y aparecer como un vano intento de "justificar lo injustificable" o incluso de búsqueda de argumentos innecesarios o*

ajenos al propio planteamiento formal y conceptual del proyecto"
(p.112).

Empleo de sistemas matemáticos para generar diferentes formas de manera controlada.

- 2) *"El empleo de sistemas matemáticos para generar formas "libres" conduce a la definición de configuraciones y geometrías a menudo más sorprendentes e interesantes que las derivadas de un "trazo libre", que corren el riesgo de caer rápidamente en ideas preconcebidas y espacios convencionales. Contrariamente, el empleo de algoritmos dota de mayor libertad al sistema, permitiendo crear situaciones híbridas y geometrías complejas e imprevisibles"*
(p.112).

Los procesos algoritmos te permiten determinar el orden y control de cualquier tipo de forma.

- 3) *"Los procesos algorítmicos ofrecen sistemas de generación de las formas controlables y flexibles que permiten, mediante la variación de los parámetros que controlan el algoritmo, definir nuevas formas y geometrías, abriendo nuevas vías de investigación y desarrollo"*
(p.112).

El orden matemático de la naturaleza, todos los elementos de la naturaleza tiene un orden en la configuración y forma de su estructura. Analizando el proceso matemático que las genera, se observa que es un potencial que es aplicable en el diseño estructural de elementos, según:

➤ *Bernabeu Larena A. (2007) afirma lo siguiente:*

"...esta estrategia se relaciona con los órdenes matemáticos y geométricos que rigen muchos de las formas y de los fenómenos de la naturaleza, buscando en cierto sentido satisfacer el deseo de acercar la obra construida por el hombre a la obra de la naturaleza" (p.113).

"...el interés de esta estrategia no está tanto en el funcionamiento de las formas de la naturaleza o en la búsqueda de sistemas de optimización de las estructuras, sino en el orden interno y la configuración profunda que rigen estos sistemas. Se podría decir entonces que su aproximación a las formas de la naturaleza no es estructural y formal, sino matemática y geométrica. Lo que interesa no

son las estructuras y las formas de la naturaleza, sino el proceso matemático que las genera" (p.113).

Como la naturaleza posee un orden matemático y una lógica en su proceso de desarrollo, el objetivo principal de la estrategia de estructuras algorítmicas es generar formas complejas de manera controlada.

➤ Bernabeu Larena A. (2007) afirma lo siguiente:

"Y así, al igual que en la naturaleza un simple algoritmo, mediante un proceso iterativo, genera órdenes complejos que gobiernan el crecimiento de las plantas y la organización de las células, esta estrategia de diseño estructural busca definir una serie de procesos y de reglas algorítmicas que sean capaces de generar formas complejas de manera controlada" (p.115).

Un edificio ecoturístico, el diseño de formas libres es considerado como formas caprichosas, sin embargo se debe interpretar que las formas libres o complejas sean el resultado de un proceso algorítmico definido por reglas matemáticas o geométricas que gozan de un orden y lógica, según.

➤ Bernabeu Larena A. (2007) afirma lo siguiente:

"Arquitecto e ingeniero, en este caso, aspiran a acercar la composición de los proyectos al orden de la naturaleza, de manera que las formas libres del proyecto estén de alguna manera justificadas y se pueda considerar que no se trata de formas caprichosas o arbitrarias, sino de derivaciones o aplicaciones de las reglas que rigen el orden natural del mundo" (p.115).

2.2.1.3 El proceso de diseño de acuerdo a la estructura algorítmica.

El proceso del planteamiento del diseño estructural mediante el empleo de la estructura algorítmica está desarrollado en base al proceso de diseño propuesto por Cecil Balmond en su libro "Informal".

El Proceso se encuentra definido por cuatro fases, cada una descrita y relacionada de manera que se desarrolle de forma correcta el conjunto de procedimientos con el fin de obtener un buen resultado.

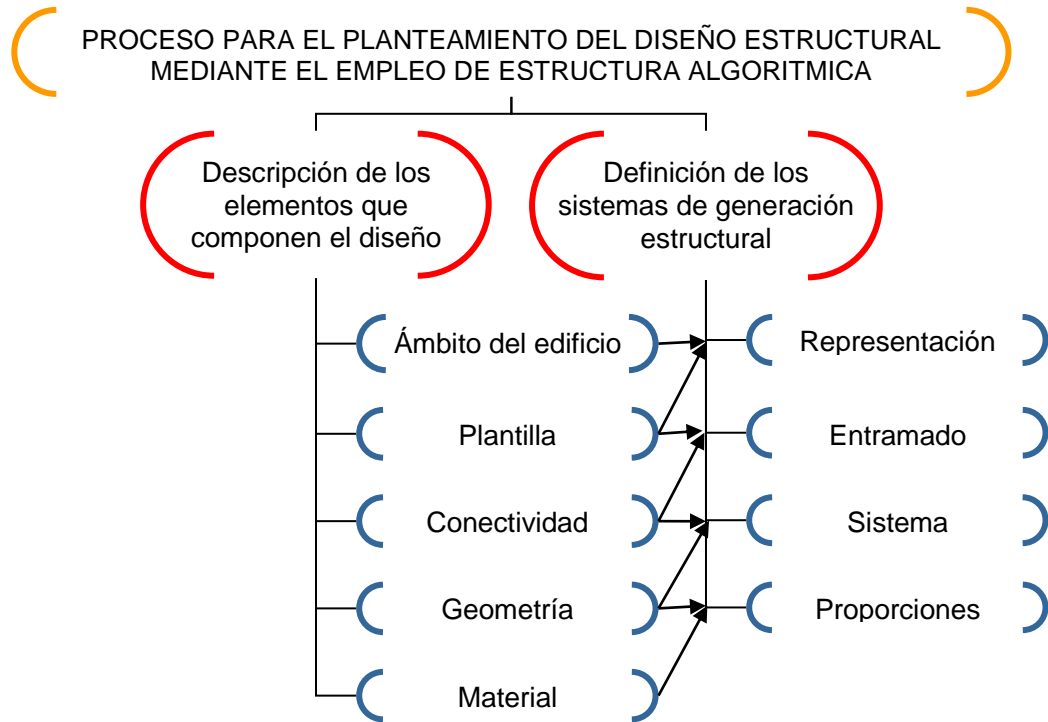


Diagrama 01. Diagrama de las fases del proceso de diseño.

2.2.2 Participación de la estructura algorítmica en el diseño estructural tradicional.

La estructura algorítmica es una estrategia que se emplea en el planteamiento del diseño estructural de un edificio, de manera que se ordene y organice los elementos estructurales. Para definir la participación en el diseño estructural se verificará los procesos de ambas metodologías.

2.2.2.1 Verificación de los procesos.

Se verifica de acuerdo al contenido de las fases de procesos de cada una de las metodologías.

DISEÑO ESTRUCTURAL TRADICIONAL

Planteamiento del diseño estructural tradicional:

- Ejes: Trazado de ejes horizontales, verticales u oblicuos por el cual se define la estructura.
- Sistema: Definición del sistema estructural principal.
- Pre-Dimensiones: Arreglo de la ubicación y dimensiones preliminares de los elementos estructurales comunes.

Generación de la configuración con el diseño estructural tradicional:

- Cargas: Definición de cargas que van a incidir sobre el sistema estructural durante su vida útil (Cargas: Vivas, Muertas, Viento, Sismo, etc.)
- Idealización de la estructura: Análisis estructural mediante algún software.

Expresión y cálculo con el diseño estructural tradicional:

- Determinar las acciones de diseño: Método elástico o rigidez
- Determinar la respuesta de las acciones de diseño en el modelo elegido para la estructura.
- Dimensionamiento.

ESTRUCTURA ALGORITMICA:

Planteamiento con el empleo de estructura algorítmica:

- **Ámbito de la estructura:** Definición y arreglo de los elementos que darán forma la base del proyecto de infraestructura, el campo de composición con la estrategia de estructuras algorítmicas se basa en el orden matemático de la naturaleza.
- **Plantilla:** Definición del modelo de referencia en lo cual se basará los siguientes proceso del diseño estructural.
- **Conectividad:** Estructura y distribución ordenado de elementos.
- **Geometría:** Extensión de los elementos, relaciones entre ellas y dimensiones.
- **Material:** Elección del conjunto de materiales necesarias para la ejecución del proyecto.

Generación de la configuración con estructuras algorítmica:

- **Representación:** Análisis del concepto que expresa el campo de composición y el patrón.
- **Entramado:** Definición de la estructura por el entrecruzamientos de líneas horizontales y verticales a partir del patrón y la conectividad, que facilitan el ordenamiento. Proceso algorítmico para la definición del sistema estructural.
- **Sistema:** Definición de la configuración estructural de acuerdo a la metáfora planteada inicialmente.
- **Proporciones:** Visualización de la estructura cumpliendo con el concepto inicial del patrón.

2.2.2.2 Definición de la participación

Según el análisis de los procesos de ambas metodologías en el ítem anterior, se define que la participación de la estructura algorítmica en el diseño estructural tradicional se encuentra en la etapa de planteamiento y generación de la configuración del diseño estructural.

De acuerdo a esto se deduce que, para realizar el diseño estructural del edificio ecoturístico, la etapa del planteamiento y generación de la configuración del diseño estructural debe ser desarrollada mediante el empleo de estructuras algorítmicas, mientras que en la etapa de cálculo de los elementos estructurales del edificio ecoturísticos debe ser elaborado de acuerdo al reglamento nacional de edificaciones RNE.

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Diseño: se define como el proceso previo de configuración mental, "prefiguración", en la búsqueda de una solución en cualquier campo.

Estructuras: una estructura consiste en un conjunto acompañado con una colección de funciones y relaciones finitas las cuales están bien definidas en él.

Arquitectura: Arte y técnica de diseñar, proyectar y construir edificios y espacios públicos.

Contemporánea: Que existe al mismo tiempo que otra cosa, que pertenece a la misma época que ella

Sostenible: Que es compatible con los recursos de que dispone una región, una sociedad, etc.

Algorítmica: Conjunto ordenado de operaciones sistemáticas que permite hacer un cálculo y hallar la solución de un tipo de problemas.

Patrones: Cosa que se toma como modelo o punto de referencia para medir o valorar otras de la misma especie.

Flexible: Que se adapta fácilmente a los cambios y a las diversas situaciones o circunstancias.

Tradicional: De la tradición o que está relacionado con ella por el modo de transmitirse o por su permanencia de generación en generación.

Evolución: Cambio o transformación gradual de algo, como un estado, una circunstancia, una situación, unas ideas, etc.

Infraestructura: Conjunto de medios técnicos, servicios e instalaciones necesarios para el desarrollo de una actividad o para que un lugar pueda ser utilizado.

Legible: Que puede ser leído por su claridad o interés.

Eficiencia: Capacidad para realizar o cumplir adecuadamente una función.

Determinante: Que constituye la causa que determina o decide algo que se considera importante.

Intrínseca: Que es propio o característico de la cosa que se expresa por sí misma y no depende de las circunstancias.

Sopesar: Levantar una cosa para calcular aproximadamente el peso que tiene.

Configuración: Forma particular de una cosa, determinada por la disposición de las partes que la componen.

Mutuas: Que se hace de manera recíproca entre dos o más personas, animales o cosas

Concepción: Idea, opinión o manera de entender cierta cosa.

Informal: Que no cumple con los compromisos que se ha establecido.

Azarosas: Que tiene abundantes percances, riesgos, contratiempos o dificultades.

Complejo: Que está compuesto de elementos diversos.

Fenómenos: Manifestación de una actividad que se produce en la naturaleza y se percibe a través de los sentidos.

Cuasicristal: Es una forma estructural que es ordenada pero no periódica. Se forman patrones que llenan todo el espacio aunque tienen falta de simetría traslacional.

Diagrama: Representación gráfica de las variaciones de un fenómeno o de las relaciones que tienen los elementos o las partes de un conjunto.

Arbitraria: Que depende solamente de la voluntad o el capricho de una persona y no obedece a principios dictados por la razón, la lógica o las leyes.

Eficacia: Capacidad para producir el efecto deseado o de ir bien para determinada cosa.

Eficiencia: Capacidad para realizar o cumplir adecuadamente una función.

2.4 EMPLEO DE LA ESTRUCTURA ALGORITMICA EN EL PLANTEAMIENTO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO ECOTURÍSTICO

El proceso a seguir para el planteamiento del diseño estructural es desarrollado de acuerdo al diagrama N°01

Descripción de las fases:

- Descripción de los elementos que componen el diseño
- Definición de los sistemas de generación estructural

2.4.1 DESCRIPCIÓN DE LOS ELEMENTOS QUE COMPONEN EL DISEÑO

Definición de los elementos del proceso en primera fase los cuales son:

- ✓ Ámbito de la estructura:
- ✓ Plantilla
- ✓ Conectividad
- ✓ Geometría
- ✓ Material

2.4.1.1 Ámbito de la estructura

El proyecto a diseñar es un edificio ecoturístico.

UBICACIÓN DEL PROYECTO

Departamento : Huánuco
Provincia : Huánuco
Distrito : Amarilis
Localidad : La Esperanza
Altitud : 2042.00 msnm..



Fig. 04. Localización nacional del proyecto



Fig.05. Localización regional del proyecto



Fig.06. Localización del proyecto

El proyecto se encuentra ubicado a una distancia de 1.91km de la carretera central Esperanza hacia Malconga, como indica el croquis en la siguiente figura.

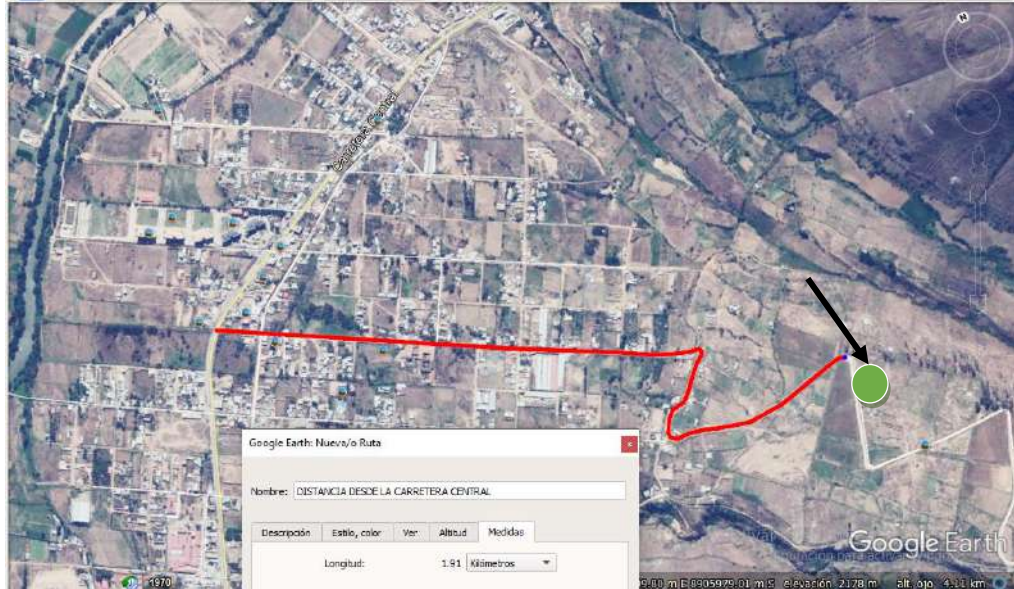


Fig 07. Croquis de la carretera central (La esperanza) hacia el terreno elegido para el proyecto (Fuente: elaboración propia).

El área terreno elegido se muestra en la siguiente figura



Fig. 08. Área de terreno elegido para el proyecto, al costado de la carretera Huánuco - Malconga (Fuente: elaboración propia).

Del plano topográfico extraído de un proyecto descrito debajo de la siguiente figura, se ha realizado un análisis de acuerdo a las curvas

nivel, y se observa que el terreno del proyecto tiene una ligera pendiente (llano). Que es apto y adecuado para el proyecto a desarrollarse.

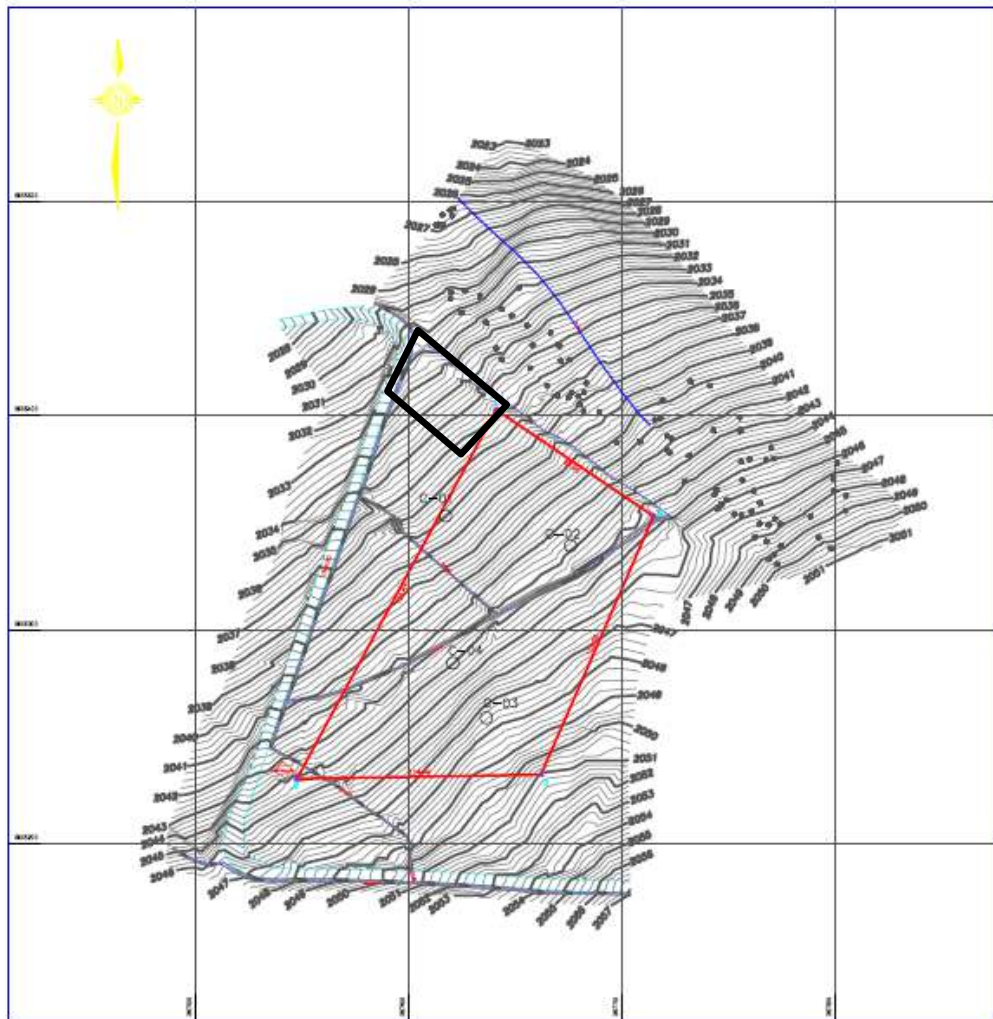


Fig.09. Plano topográfico del terreno en la localidad de la Esperanza (Fuente: "ANTEPROYECTO SUB ESTACION AMARILIS", INFORME DEL ESTUDIO GEOLÓGICO, GEOTÉCNICO Y DE MECANICA DE SUELOS, LABORATORIO DE SUELOS Y ASFALTO "LA PIRÁMIDE" E.I.R.L.)p3.

En el plano también se puede visualizar las ubicaciones de las calicatas de dicho proyecto.

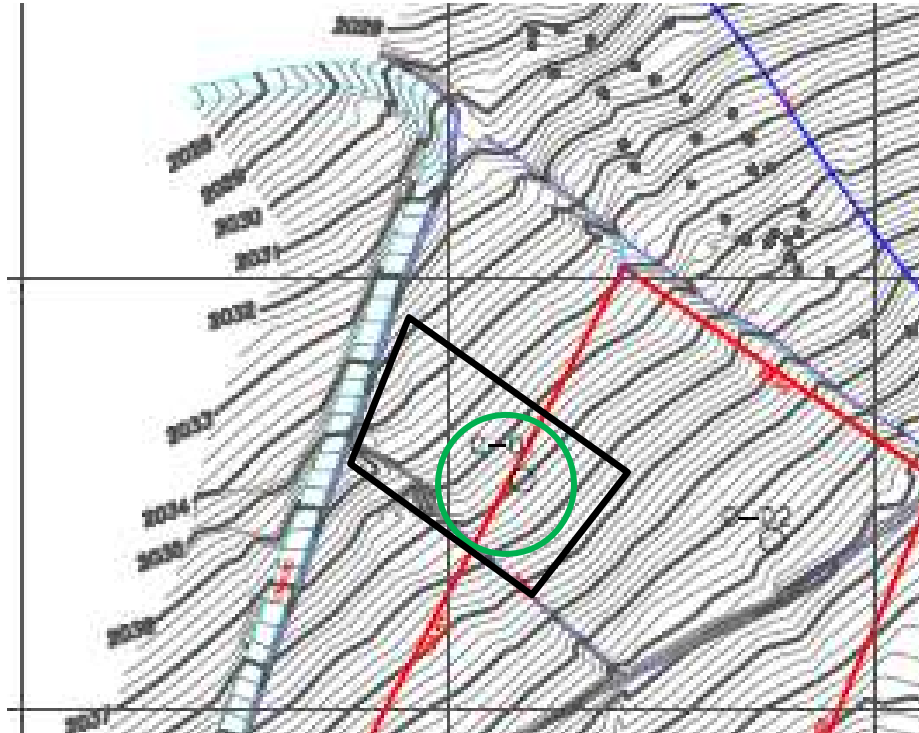


Fig. 10 Plano topográfico del terreno en la localidad de la Esperanza (Fuente: "ANTEPROYECTO SUB ESTACION AMARILIS", INFORME DEL ESTUDIO GEOLÓGICO, GEOTÉCNICO Y DE MECANICA DE SUELOS, LABORATORIO DE SUELOS Y ASFALTO "LA PIRÁMIDE" E.I.R.L.)p3.

EVALUACION EL ENTORNO DE LA ZONA DEL PROYECTO

Para el análisis del entorno se cuenta con una fotografía del área de terreno. De ello se observa una avanzada deforestación, y falta de infraestructuras contemporáneas que impulsen el desarrollo del lugar de influencia.



Fig.11 Vista fotográfica de la zona de exploraciones del campo para el proyecto de subestación. (Fuente: "ANTEPROYECTO SUB ESTACION AMARILIS", INFORME DEL ESTUDIO GEOLÓGICO, GEOTÉCNICO Y DE MECANICA DE SUELOS, LABORATORIO DE SUELOS Y ASFALTO "LA PIRÁMIDE" E.I.R.L.)p3.

Se eligió esta zona para facilitar el estudio de suelos (existente en dicho proyecto. De las características analizadas del entorno se plantea realizar un proyecto de edificación ecoturístico, para ello se define:

ECOTURISMO:

Según: Abruña F. (2007) define ecoturismo como "... aquellos viajes que tienen como propósito principal la interacción, conocimiento y contemplación de la naturaleza y la participación en su conservación. Tienden a realizarse en áreas poco perturbadas por el hombre y suelen incluir prácticas de entendimiento y sensibilización cultural". (p.8)

Y también menciona:

"Algunos elementos del ecoturismo son:

1. Conservación
2. Educación
3. Participación comunitaria
4. Desarrollo Económico".. (p.8)

La infraestructura debe estar enfocada en la innovación, sostenibilidad y que forme parte de la naturaleza, para lo cual se definen los elementos que serán parte de la composición, siendo el enfoque principal un árbol.

Árbol: Se eligió el árbol, no como una forma para la estructura sino como un sentido ecológico y turístico. Analizando su forma simétrica en sus ramificaciones, el árbol tiene un sistema estructural flexible al igual que resistente. De este modo ha sido definido como elemento principal para el diseño de la edificación con la composición de un árbol.



Fig. 12. Árbol frondoso, fotografía tomada en las inmediaciones del Jr. Abtao entre la Av. Circunvalación en la ciudad de Huánuco-Perú (fuente: Autor)

Toroide: Para relacionar la raíz del árbol con una base resistente y el cual este definido por un sistema matemático, para realizar el proceso algorítmico se encontró una composición en el toroide como base de la estructura.

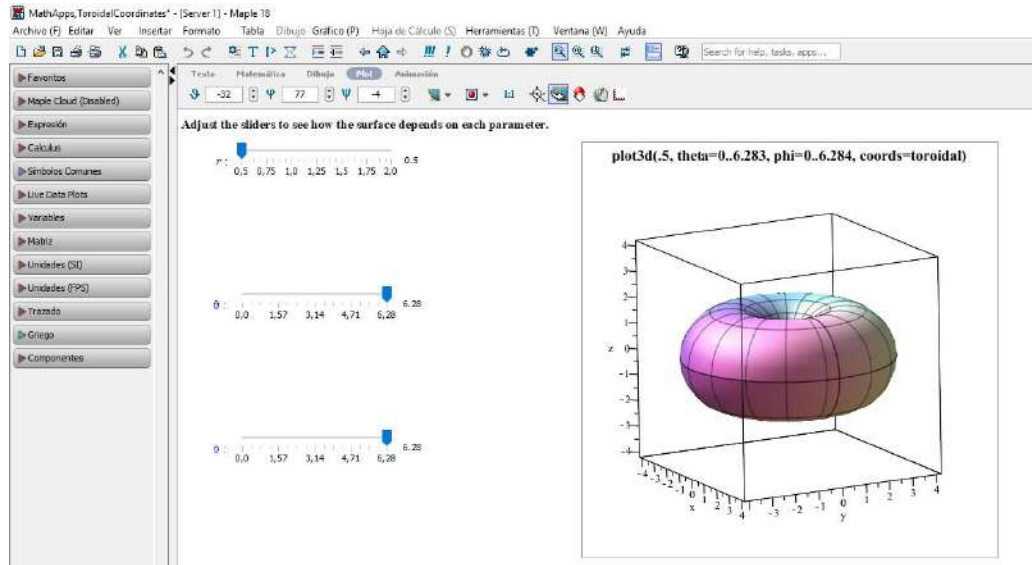


Fig. 13. Modelado en el software MAPLE 18 con la ecuación toroidal.
 (fuente: Autor)

2.4.1.2 Plantilla

La superposición de estos 2 elementos, de acuerdo a las dimensiones de la geometría controlada nos genera un plantilla para la configuración de la estructura.

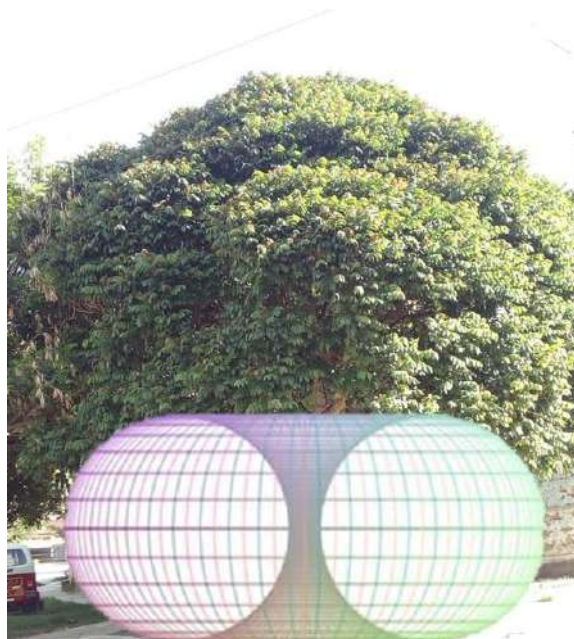


Fig.14. Unión del árbol y el toroide componen el patrón del proyecto.
 (fuente: Autor)

2.4.1.3 Conectividad

La relación de las ramificaciones de árbol y las líneas del contorno del toroide nos describe la conectividad existente en los elementos, lo cual es fundamental para el desarrollo de la configuración estructural.



Fig.15. estructura de las ramificaciones distribuidas ordenadamente del árbol, el cual define un orden matemático (las dimensiones son controladas sucesivamente) y la geometría es prácticamente simétrica horizontalmente (fuente: Autor)

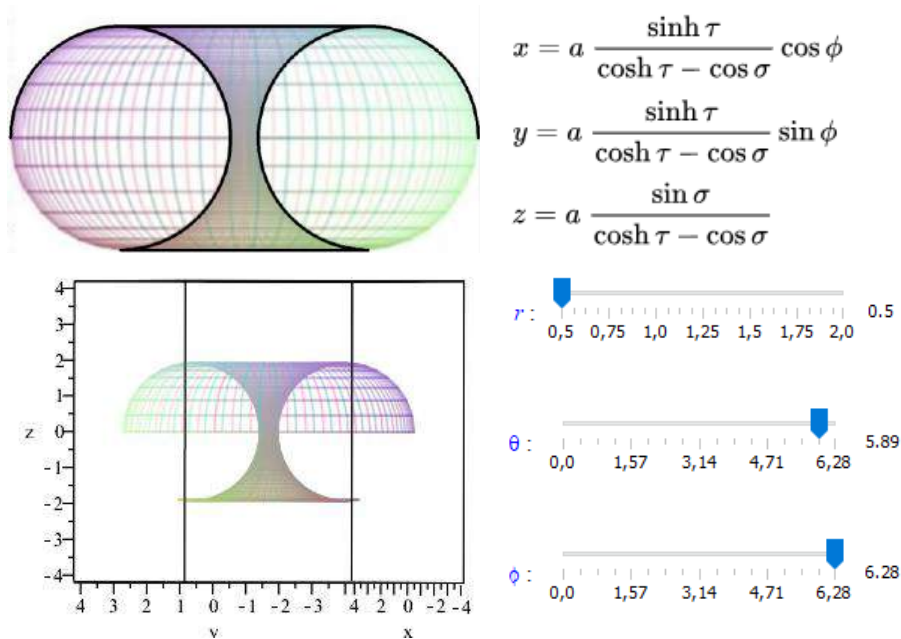


Fig.16. Las líneas de contorno del toroide se encuentra controlado por una función toroidal matemáticamente expresada (fuente: Autor)

2.4.1.4 Geometría

Las dimensiones de la ramificación y la relación de cada una de ellas en función de una constante, unión de manera controlada entre el contorno del toroide y la base de la estructura.

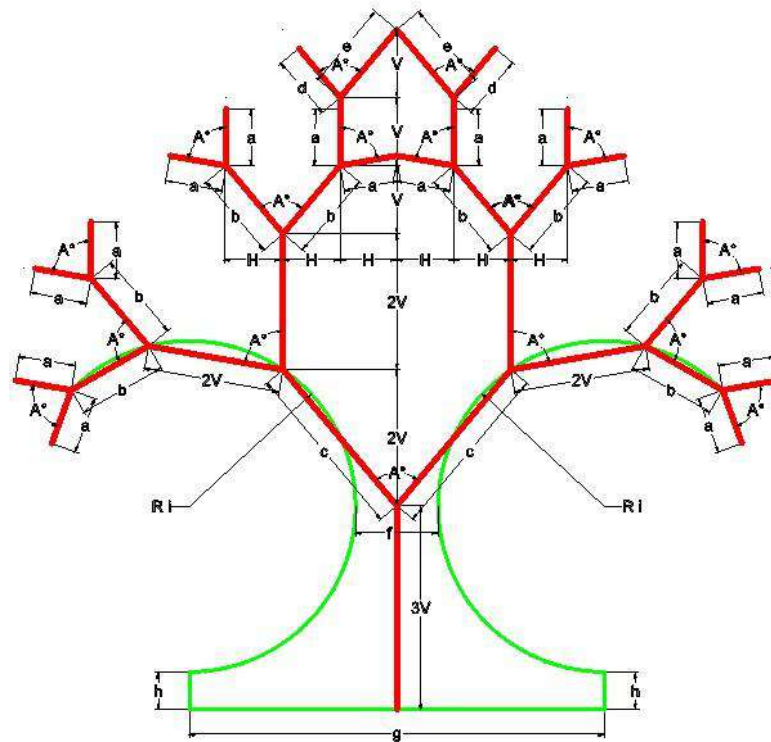


Fig.17. Dimensiones de los elementos de conexiones en función de constantes. (Fuente: autor)

2.4.1.5 Material

La elección del material para la forma del edificio proyectado es el concreto armado, para realizar el tipo de estructura planteado que tiene formas curvas entre otras formas complejas es inevitable el uso del concreto. Porque este material es adaptable a diferentes formas y su uso es económicamente rentable.

Las siguientes Fig. 10, 11, 12, muestra el proceso de realización de estructuras en proyectos similares.



Fig. 18. Posicionamiento del encofrado interno VARIO GT 24 para las paredes curvadas e inclinadas en forma de vela. El anclaje de los soportes en la losa intermedia

suspendida sirvió para transportar las altas cargas horizontales del arriostramiento. Auditorio de Tenerife, Santa Cruz de Tenerife España. (fuente: PERI Ltd. UK, Formwork Scaffolding Engineering).

Fig. 19. Debido a la forma esbelta del edificio, el uso del concreto para la realización de la estructura era inevitable. Para completar esta sala de conciertos se requirió una



amplia gama de conocimientos de encofrados: encofrado de panel TRIO para las cimentaciones, encofrado trepante para paredes en forma de vela, redonda y curvada simétricamente dispuestas. Auditorio de Tenerife, Santa Cruz de Tenerife España. (fuente: PERI Ltd. UK, Formwork Scaffolding Engineering).



Fig. 20. El Auditorio de Tenerife se utiliza como sala de conciertos y es un ejemplo de las posibilidades casi ilimitadas que ofrece la construcción de hormigón. La tecnología de

encofrado requerida para tal estructura presentó un desafío especial que nuestros ingenieros resolvieron de manera racional y segura. Auditorio de Tenerife, Santa Cruz de Tenerife España. (fuente: PERI Ltd. UK, Formwork Scaffolding Engineering).

2.4.2 DEFINICION DE LOS SISTEMAS DE GENERACIÓN ESTRUCTURAL

Definición de los elementos del proceso en segunda fase los cuales son:

- ✓ Representación: Análisis del concepto que expresa el campo de composición y el patrón.

- ✓ Entramado: Definición de la estructura por la intersección de líneas horizontales y verticales a partir del patrón y la conectividad, que facilitan el ordenamiento.
- ✓ Sistema: Definición de la configuración estructural de acuerdo a la metáfora planteada inicialmente.
- ✓ Proporciones: Visualización de la estructura cumpliendo con el concepto inicial de la plantilla.

2.4.2.1 Representación.

Una estructura no simplemente tiene que ser un elemento resistente, además tienen que ser elegantes y estar situados a la vista de todos.

La representación de una estructura arquitectónica inicia desde el campo de composición y el patrón.

El árbol representa una estructura resistente, a la vez arquitectónica y un sentido ecológico hermoso, una edificación en forma de un árbol, a la vez ecológica y sostenible en medio de una zona destruida es un magnifico desarrollo. Paralelamente reconstruyendo la naturaleza.

El toroide representa una estructura uniforme, ordenado y resistente que se adapta a la base del edificio, a la vez su representación matemáticamente es sencillo mediante funciones. El planteamiento tomó valor en remplazo de la estructura variable de la raíz del árbol, siendo el análisis menos compleja. En la fig. 15 se puede observar el sentido de un planteamiento contemporáneo ante una tradicional. La Fig. 16 es un ejemplo de infraestructura contemporánea.



Fig. 21. Árbol en medio del desierto.(Fuente: Expok, comunicación de sustentabilidad y RSE). El Bosco Verticale (en español, Bosque Vertical) es un complejo de dos rascacielos residenciales diseñado por el Boeri Studio (integrado por Stefano Boeri, Gianandrea Barreca y Giovanni La

Varra) y situado en el Centro Direzionale di Milano, en los límites del barrio Isola, 2014. (Fuente: Boeri Studio).

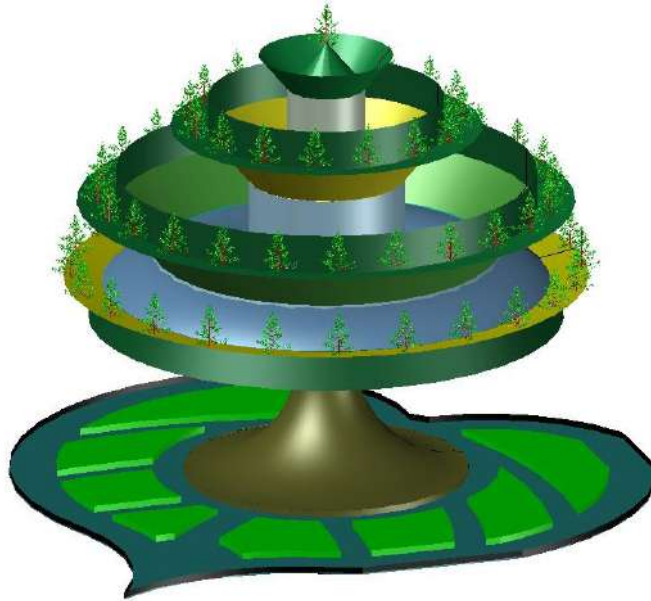


Fig. 22. Vista 3D del proyecto inicial, se puede observar el árbol, el toroide y una hoja en el piso.(Fuente: Autor)

2.4.2.2 Entramado

De acuerdo al patrón y conectividad de la estructura se genera la malla, con el cual es posible identificar el orden que tiene cada elemento de la estructura.

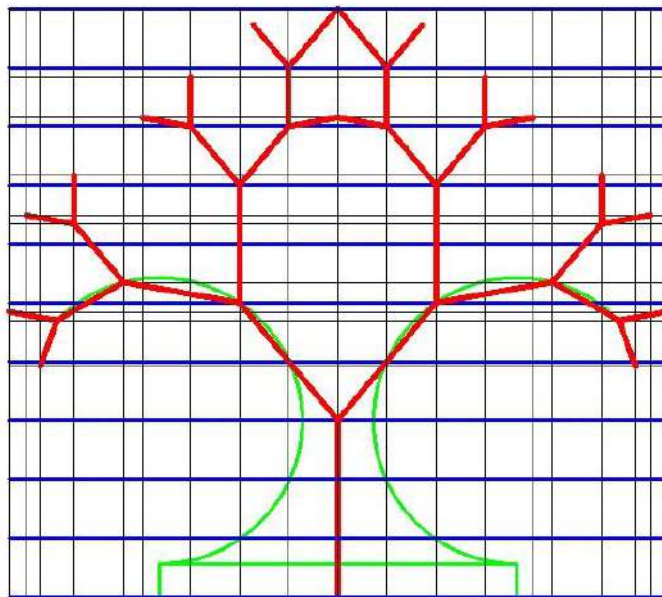


Fig. 23. Cada elemento de las ramificaciones y el contorno de los toroides que pertenecen al patrón se encuentran ordenadamente conectados. (Fuente: Autor)

2.4.2.3 Sistema

El sistema es definido por los siguientes factores analizados:

Ordenación: La ubicación de cada elemento se encuentra asignado en el plano del entramado.

Organización: la relación y conexión de cada elemento se encuentra analizados en el plano de conectividad.

Definición: la configuración estructural es la que describe la definición del sistema.

2.4.2.3.1 Configuración estructural

La configuración estructural se encuentra definido por:

- Elementos verticales, inclinados y curvos (muros estructurales)
- Elementos horizontales (losas)
- Cimentación (tipo anular)

Todos ellos se encuentran sometidos a esfuerzos particulares ya sea flexión, tracción, compresión o volteo. Teniendo en cuenta el reglamento nacional de edificaciones.

2.4.2.4 Proporciones

La proporción de cada uno de los elementos estructurales del edificio ecoturístico se definieron de acuerdo a la forma adquirida en el proceso algorítmico.

2.4.2.4.1 Forma de los elementos estructurales

El proceso algoritmo generó la forma de los elementos estructurales según:

La geometría propuesta para el planteamiento del diseño estructural,

El material elegido es el adecuado al modelo de la edificación.

En base a ello se obtiene la siguiente proporción de la estructura

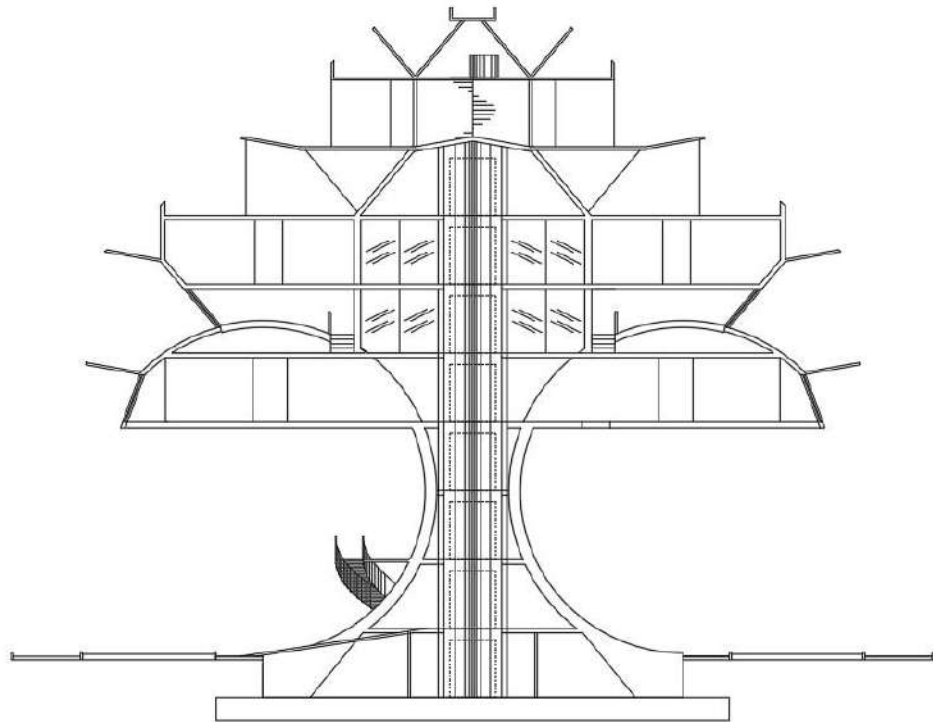


Fig. 24. Proporción de la estructura del edificio ecoturístico. (Fuente Autor)

2.5 CÁLCULO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL EDIFICIO ECOTURÍSTICO PLANTEADO, DE ACUERDO AL RNE.

El modelo de proceso de cálculo se realizará de acuerdo a los planteado por Vlacev Toledo Espinoza en su Libro II de la colección: Ingeniería Sísmica Basada en Desempeño "Cálculo de edificios de concreto armado con sap2000"

2.5.1 Modelamiento del edificio

Se presente un edificio ecoturístico de 10 pisos, que está formados por muros estructurales, para el análisis de la estructura se desarrollará con el siguiente método:

- Análisis Modal de Respuesta Espectral Tri-Dimensional

Los análisis fueron desarrollados empleando el software SAP2000 (Version 19), los resultados de este programa son evaluados con hojas de cálculo. El SAP2000 es un programa de análisis y diseño desarrollados por la Computers and Structures. Inc.

2.5.1.1 Descripción de la estructura

El edificio a calcular tiene 10 niveles, la configuración fue generada por el proceso algorítmico. Todos los niveles tienen una altura de 3 metros, la altura total del edificio es 28.15 metros.

El sistema resistente está conformado por muros estructurales conectados en toda la estructura del edificio. La resistencia a la compresión del concreto es de 210 kg/cm², y el límite de fluencia del acero del refuerzo es de 4200 kg/cm².

Las losas de entresijos se consideran losas macizas y sistema Bubbledeck que garantizan el comportamiento como diafragma rígido. Las dimensiones generales y tamaño de los elementos se pueden apreciar en el plano que se muestra. La cimentación se considerará de un tipo anular debido a la forma.

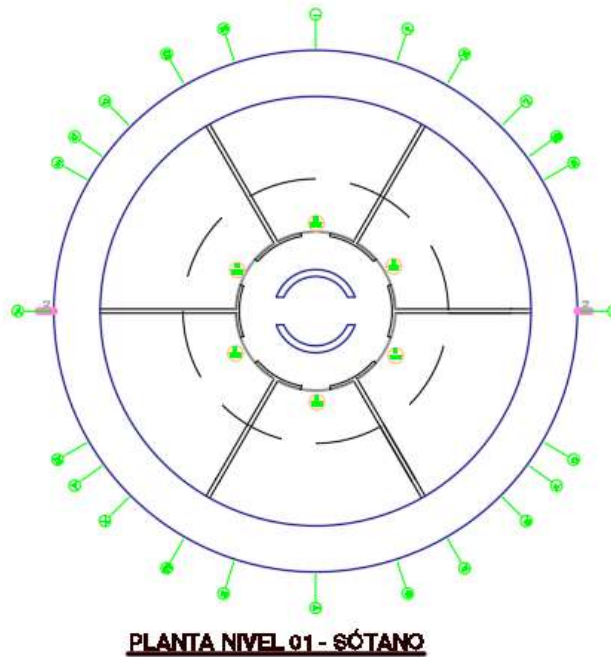


Fig. 25. Planta del primer nivel. (Fuente Autor)

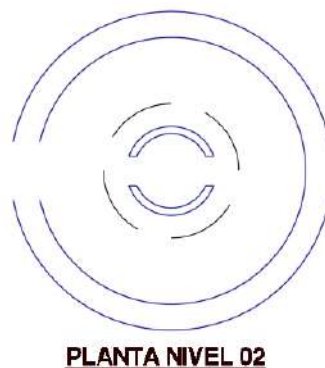


Fig. 26. Planta del segundo nivel. (Fuente Autor)

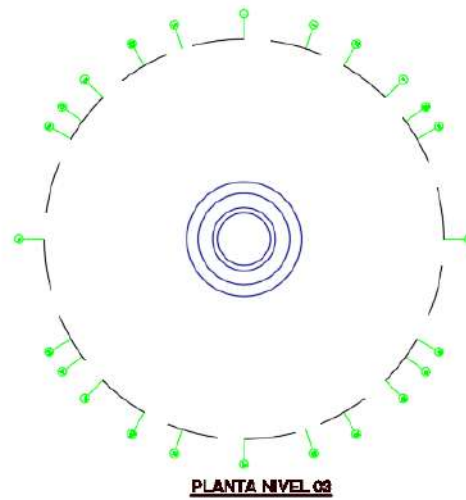


Fig. 27. Planta del tercer nivel. (Fuente Autor)

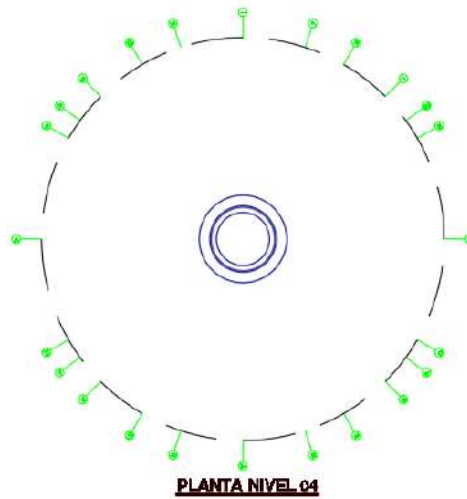


Fig. 28. Planta del cuarto nivel. (Fuente Autor)

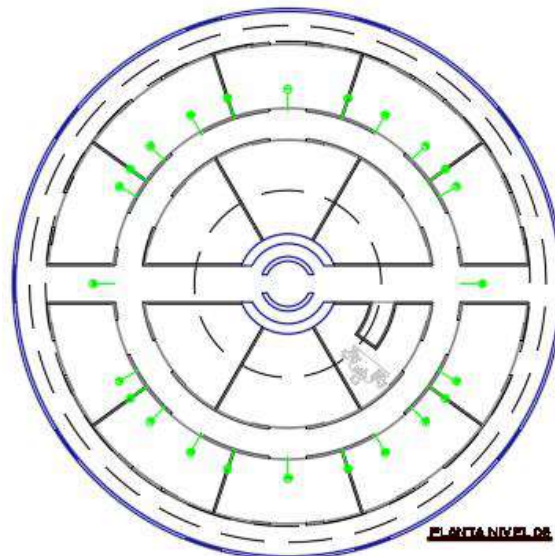


Fig. 29. Planta del quinto nivel. (Fuente Autor)

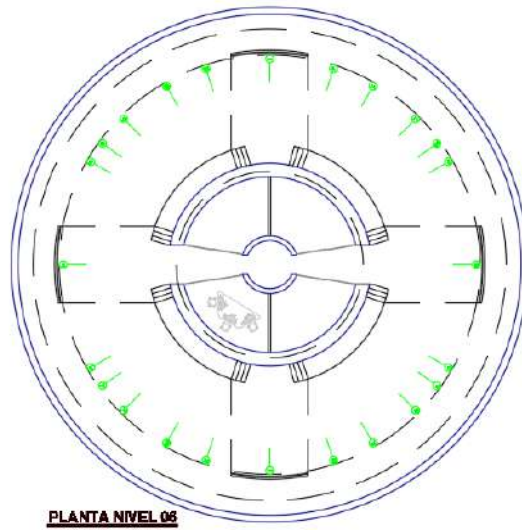


Fig. 30. Planta del sexto nivel. (Fuente Autor)

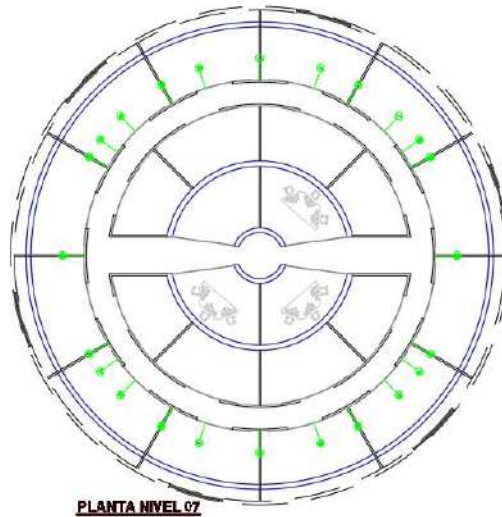


Fig. 31. Planta del séptimo nivel. (Fuente Autor)

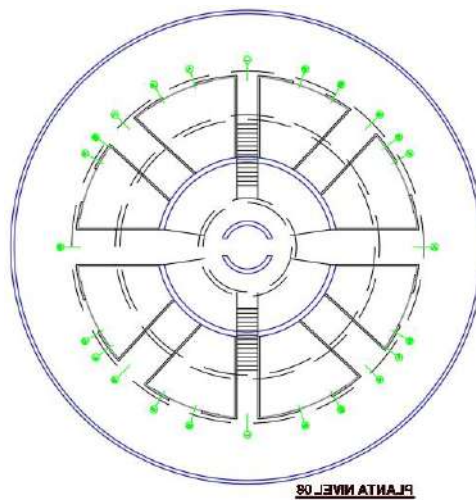


Fig. 32. Planta del octavo nivel. (Fuente Autor)

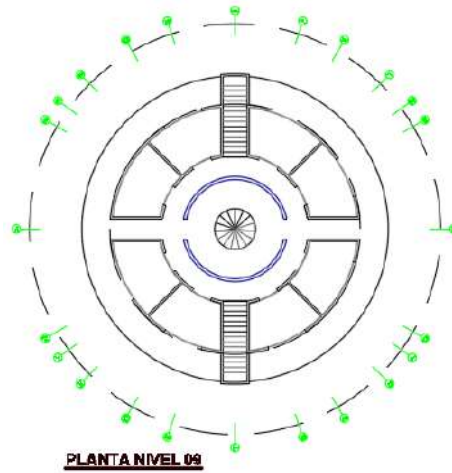


Fig. 33. Planta del noveno nivel. (Fuente Autor)

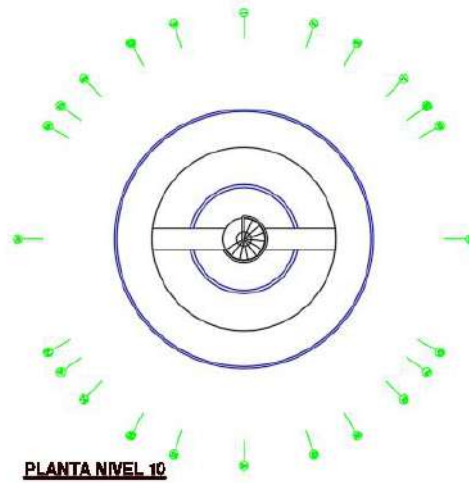


Fig. 34. Planta del décimo nivel. (Fuente Autor)

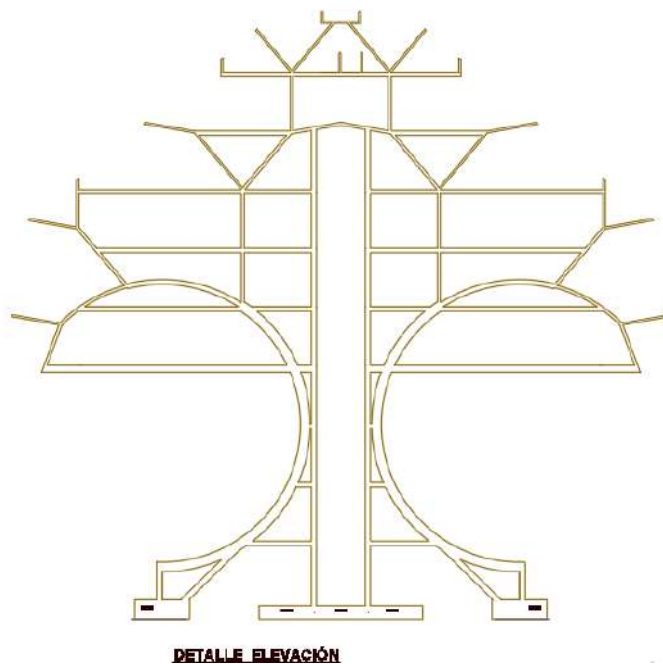


Fig. 35. Elevación del primer al décimo nivel. (Fuente Autor)

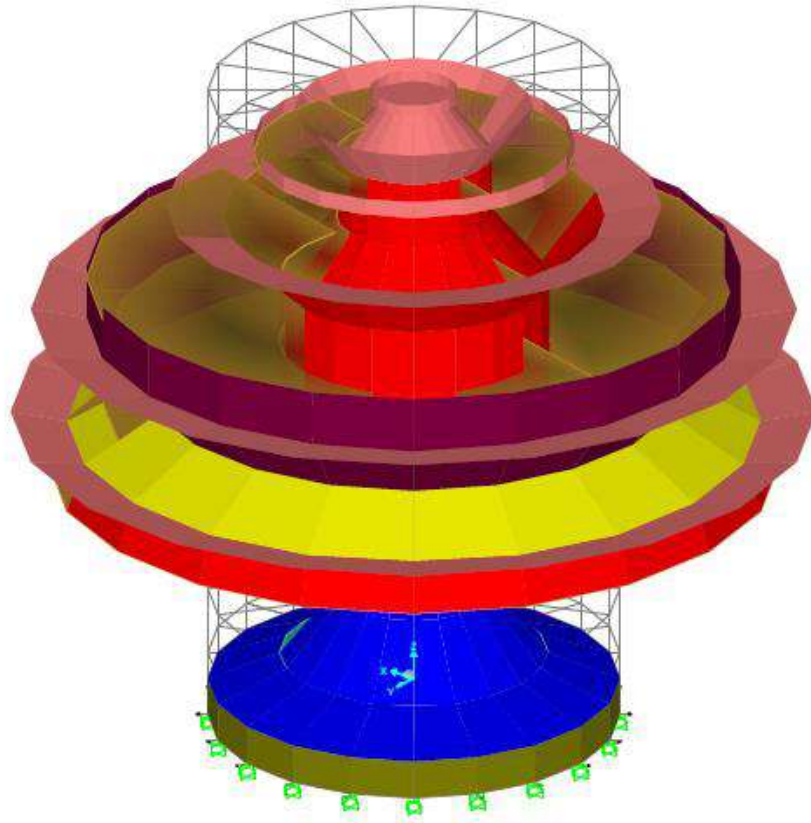


Fig. 36. Vista 3D del edificio a calcular. (Fuente Autor)

2.5.1.2 Desarrollo de las Cargas Sísmicas y Requisitos de Diseño

2.5.1.2.1 Sismicidad

Para realizar el cálculo se empleará el Reglamento Nacional de Edificaciones, debido a la zona donde se proyecta el edificio. A continuación se detalla los parámetros sísmicos para el análisis.

Norma RNE E.030 Diseño Sismorresistente

- ✓ Zona 2 : $Z=0.25$ (Huánuco)
- ✓ Perfil tipo del S_2 : Suelos Intermedios
- ✓ Parámetro| de sitio: $S=1.20$, $T_p(s)= 0.6$, $T_I=2.0$
- ✓ Factor de suelo $S=1.20$
- ✓ Factor de amplificación Sísmica: $C=2.5$



Fig. 37. Zonificación Sísmica – RNE E.030

2.5.1.2.2 Requisitos de diseño estructural

- ✓ Categoría de la edificación: Categoría C=Edificaciones Comunes.
- ✓ Factor de Uso: $U=1$
- ✓ Sistema Estructural: Muros estructurales
- ✓ Coeficiente Básico de Reducción: $R_0=6$

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
B Edificaciones Importantes	Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas. También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.	1,3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

Fig. 38. Tabla de clasificación de edificaciones

Sistema Estructural	Coficiente Básico de Reducción R_d (*)
Acero:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	6
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada.	3
Madera (Por esfuerzos admisibles)	7

Fig. 39. Tabla de coeficiente de reducción

2.5.1.3 Propiedades de los Materiales y Elementos

2.5.1.3.1 Propiedades del Concreto

El valor del módulo de elasticidad para concretos de densidad normal se puede tomar de acuerdo al RNE E.060, como sigue:

$$E_c = 15000 \text{ spqr}(F'c)$$

El concreto a usar en la superestructura: columnas, muros estructurales, vigas, losas de entrepisos, tiene las siguientes propiedades:

Peso Específico:	2400 Kg/m ³ .
Resistencia a la Compresión del Concreto:	210 Kg/cm ² .
Esfuerzo de Fluencia del Acero:	4200 Kg/cm ² .
Módulo de Elasticidad:	217370.65 Kg/cm ² .
Módulo de $C0.417 \times EC =$	90643.56 Kg/cm ² .
Módulo de Poisson: $\nu =$	0.30.

2.5.1.3.2 Propiedades del Suelo

Datos referenciales obtenidos del: INFORME DEL ESTUDIO DE GEOLOGICO, GEOTECNICO Y DE MECANICA DE SUELOS HUANUCO- "ANTEPROYECTO SUB ESTACION AMARILIS"- LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO "LA PIRAMIDE"E.I.R.L. (Se encuentra adjuntado en la parte de anexo)

La verificación se realizó mediante una cartografía.

- ✓ Mapa físico-político del Departamento de Huánuco.
- ✓ Mapa físico-político de la Provincia de Huánuco
- ✓ Mapa físico-político del Distrito de Amarilis
- ✓ Carta del IGN a escala 1/100 000.
- ✓ Geología del cuadrángulo de Huánuco (hoja 20-k) INGEMMET.



Fig.40 hoja 20-k de la carta del IGN – INGEMMET



Fig.41. Vista fotográfica de la exploración de suelo (calicata C-1). Dimensiones de la excavación 1.50mt x 1.50mt, hasta una profundidad de 3.50m. (Fuente: "ANTEPROYECTO SUB ESTACION AMARILIS", INFORME DEL ESTUDIO GEOLÓGICO, GEOTÉCNICO Y DE MECANICA DE SUELOS, LABORATORIO DE SUELOS Y ASFALTO "LA PIRÁMIDE" E.I.R.L.)p.10.

Laboratorio de Suelos y asfalto la "PIRAMIDE" afirma que: "En esta calicata se ha encontrado tres estratos compuesto por un suelo de grano fino en las capas superiores y suelo de grano grueso en las capas inferiores, suelo de color marrón oscuro en las capas superficiales y de marrón amarillento en las capas profundas, el primer estrato a 0.80 mts., de espesor está compuesto por una arcilla inorgánica con presencia de material granular en poco porcentaje. El segundo estrato de 0.40 mts. de espesor es un suelo de grano grueso compuesto por arenas limosas de color marrón rojizo con presencia de gravas aisladas, el tercer estrato de 2.30 mts. de espesor esta conformado por un suelo de grano grueso compuesto por mezcla de arenas con limos y presencia de gravas esquistas, al final de la excavación se encontró afloramiento rocoso (roca metamórfica)"p.9.

Los datos del suelo (Calicata 01 a una profundidad de 3.0mts) referenciales obtenidos del "ANTEPROYECTO SUB ESTACION

AMARILIS", INFORME DEL ESTUDIO GEOLÓGICO, GEOTÉCNICO Y DE MECANICA DE SUELOS, LABORATORIO DE SUELOS Y ASFALTO "LA PIRÁMIDE" E.I.R.L.", son la siguientes:

Nivel de Cimentación DF : 3.00m

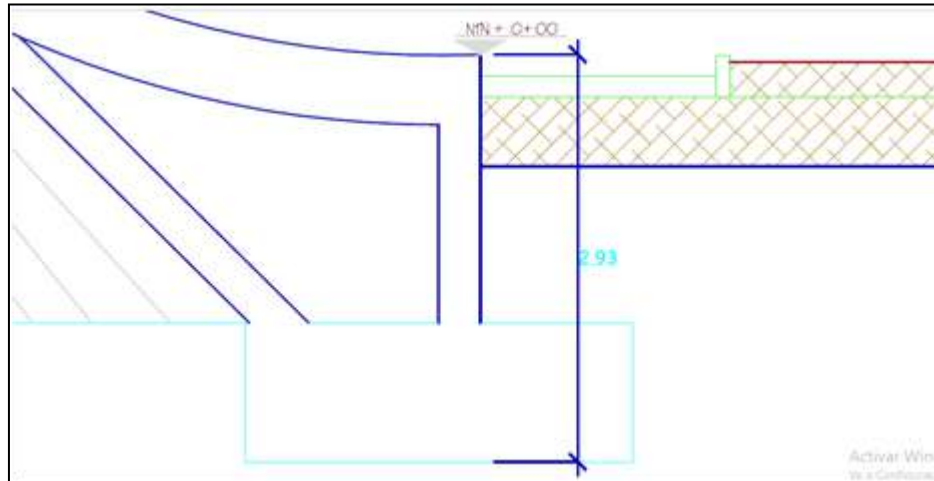


Fig.42. Vista de la profundidad de desplante

Tipo de Cimentación	: Superficial
Angulo de fricción interna	: 26.56°
Peso Específico del Suelo	: 1.65tn/m ³
Cohesión	: 0.05
Capacidad Admisible	: 3.91 kg/cm ²
Asentamiento	: 0.464 cm – 0.634 cm
Perfil tipo del suelo	: Suelos Intermedios

2.5.1.3.3 Rigidez

Las rigideces de los componentes deberán tomar en cuenta el comportamiento a flexión, corte axial, se tomarán los siguientes valores para el cálculo lineal del edificio:

✓ Flexión sin carga axial	0,90
✓ Carga axial de tracción con o sin flexión	0,90
✓ Carga axial de compresión con o sin flexión	
Elementos con refuerzo en espiral	0,75
Otros elementos	0,70
✓ Cortante y torsión	0,85
✓ Aplastamiento en el concreto (excepto para las zonas de anclajes de postensado)	0,70
✓ Zonas de anclaje de postensado	0,85

- ✓ Concreto estructural simple para flexión, compresión, cortante y
aplastamiento 0,65

2.5.1.3.4 Secciones en muros estructurales

Considerando el espesor de los muros de corte se tienen dos tipos de muros. A continuación se detallan las propiedades por cada tipo de muro:

Muro M E. e=50cm

Espesor:	50 cm.
Recubrimiento:	4 cm.
Rigidez a Flexión:	0.90.
Rigidez al Corte:	0.65.

Muro M E. e=30cm

Espesor:	30 cm.
Recubrimiento:	4 cm.
Rigidez a Flexión:	0.90.
Rigidez al Corte:	0.65.

Muro M E. e=25cm

Espesor:	25 cm.
Recubrimiento:	4 cm.
Rigidez a Flexión:	0.90.
Rigidez al Corte:	0.65.

Muro M E. e=15cm

Espesor:	15 cm.
Recubrimiento:	4 cm.
Rigidez a Flexión:	0.90.
Rigidez al Corte:	0.65.

Muro M E. e=10cm

Espesor:	10 cm.
Recubrimiento:	4 cm.
Rigidez a Flexión:	0.90.
Rigidez al Corte:	0.65.

2.5.1.3.5 Secciones en losas de entrepisos

Se tiene cuatro tipos de losa, dos con sistema de losa maciza y dos con el sistema Bubbledeck.

Losa Maciza e=10cm

Espesor: 10 cm.

Losa Maciza e=23cm

Espesor: 23 cm.

Losa Sistema Bubbledeck e=23cm

Espesor: 23 cm.

Losa Sistema Bubbledeck e=34cm

Espesor: 34 cm.

2.5.1.4 Definiciones en el Sap2000

El primer paso a realizar en el Sap2000 es definir los materiales, secciones, cargas patrón, casos de diseño, espectro de diseño, y la masa efectiva sísmica. Una vez que se ingresa al programa se crea un nuevo modelo desde el menú: "File/New Model", o haciendo click en la herramienta, o con la combinación de teclas "Ctrl+N". Se tendrá acceso al formulario "New Model", para la creación de un modelo tomando como base una plantilla del programa, o iniciando un modelo desde cero. En el ítem se debe de elegir las unidades con las que se trabajará, las que se podrán cambiar en cualquier momento de acuerdo a los resultados requeridos. Las unidades iniciales para el modelo serán Tonf,m,C.

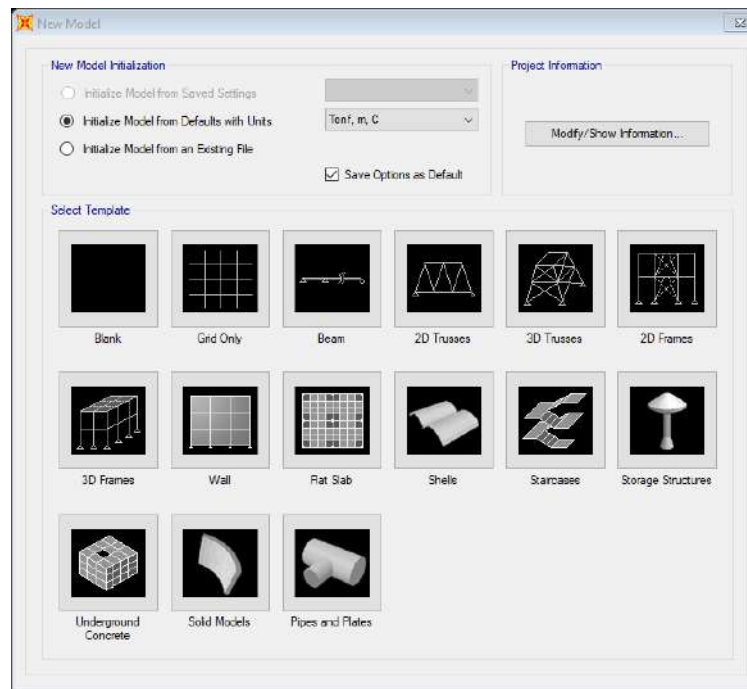


Fig.43. Formulario New Model

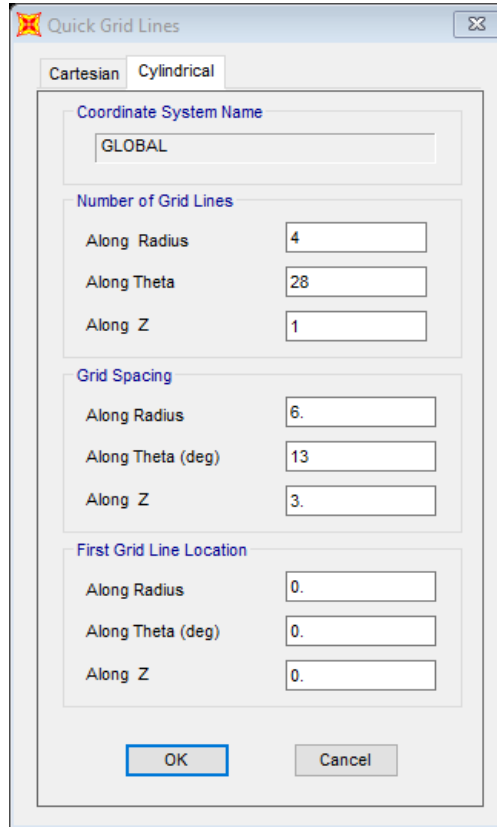


Fig.44. Formulario Quick Grid Lines - Cylindrical

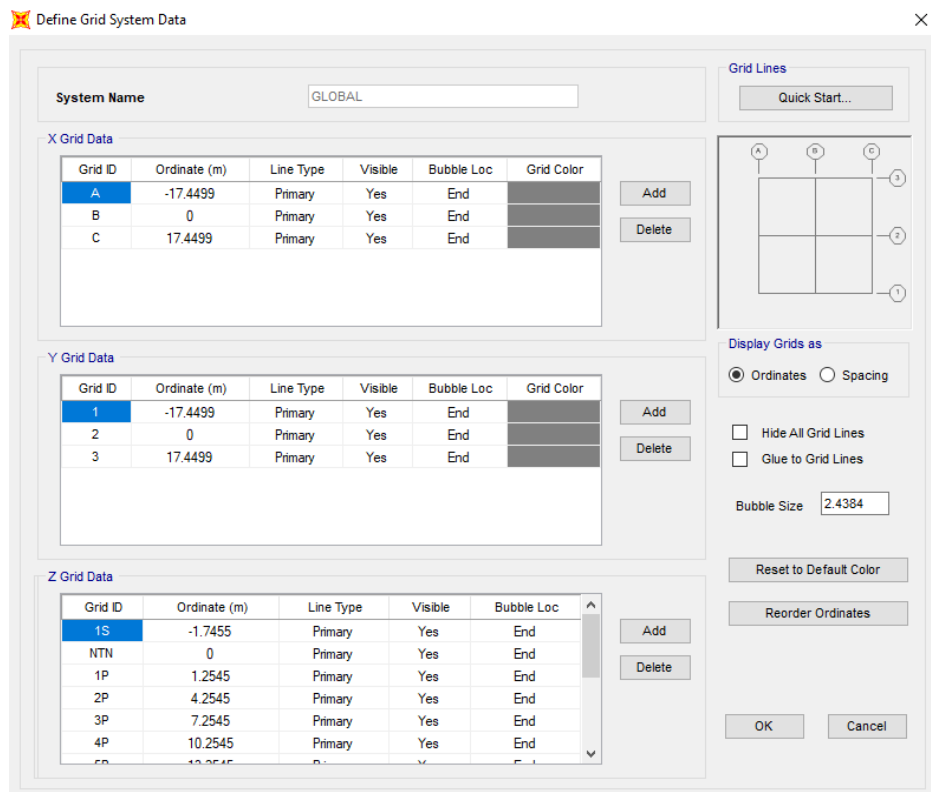


Fig. 45. Definición de los ejes Cartesianos del modelo

En la sección "Select Template" se elige "Grid Only", y en el formulario que se nos abre, "Quick Grid Lines", verificamos que la lengüeta elegida sea "Cartesian" para trabajar con una malla de ejes coordenados con base en los ejes cartesianos.

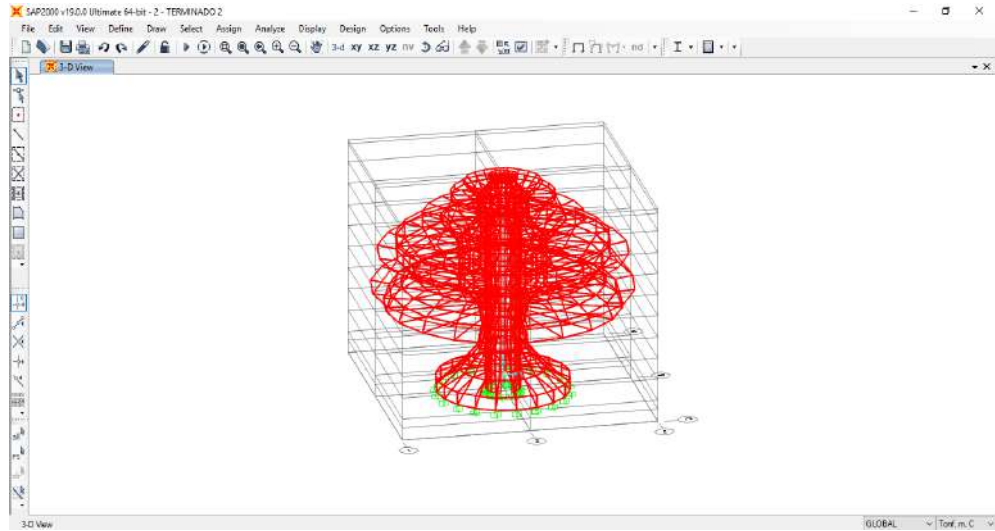


Fig. 46. Importación de la estructura 3D al software SAP2000.

2.5.1.4.1 Definición del Material

Con las propiedades del material indicadas en la sección 1.3.1, se procede a crear el material en el Sap2000. Por medio del menú: se tiene acceso al formulario "Define Materials", se pueden observar materiales que por defecto genera el programa, hacemos click en el botón para generar un nuevo material con las propiedades tal como se observa en la siguiente figura. Se hace click el botón para crear el material.

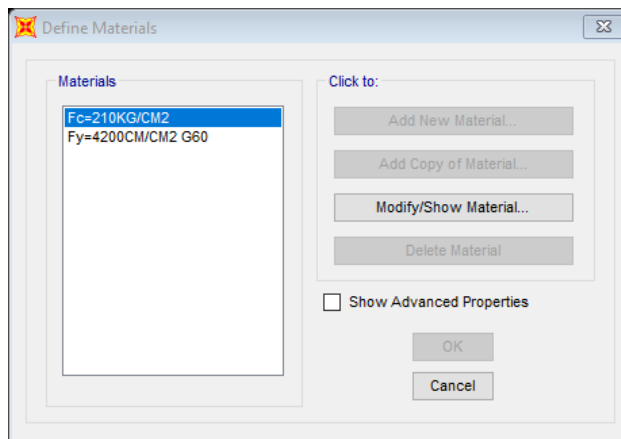


Fig. 47. Creacion del material a usar en el modelo

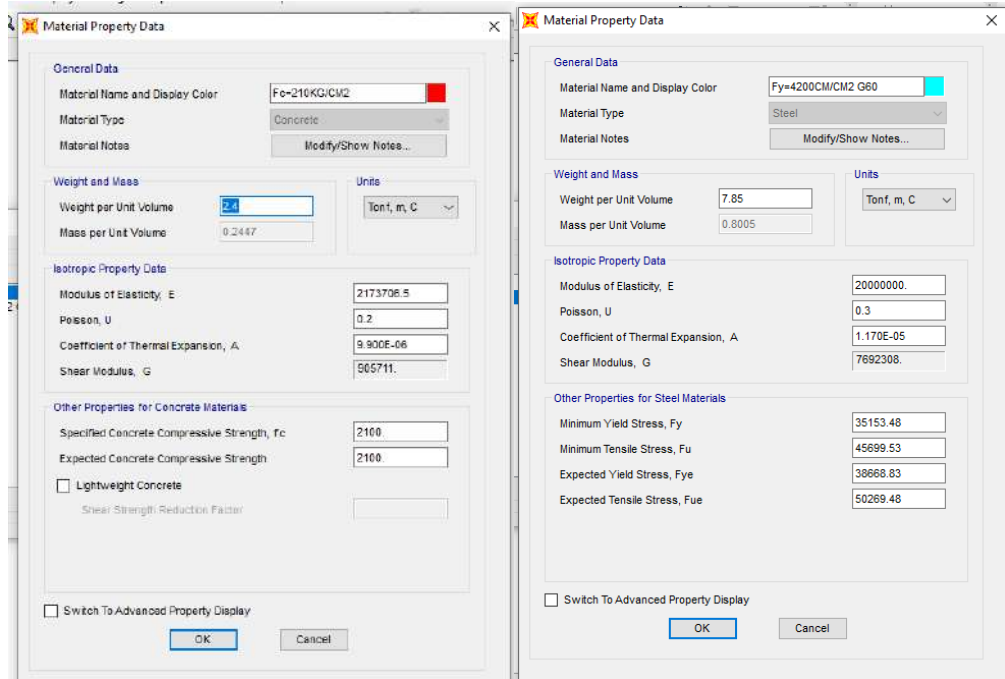


Fig. 48. Definición de las propiedades de los materiales para el análisis.

El siguiente paso será crear las secciones con sus respectivas propiedades para usarlas en el dibujo del modelo.

2.5.1.4.2 Definición Secciones "Area"

En el formulario "Area Sections" seleccionamos "Shell" en la sección "Select Section Type To Add", luego hacemos click en el botón para crear una sección con los parámetros adecuados a usar en los muros de corte. Se tienen dos tipos de muros de corte que se diferencian por su espesor.

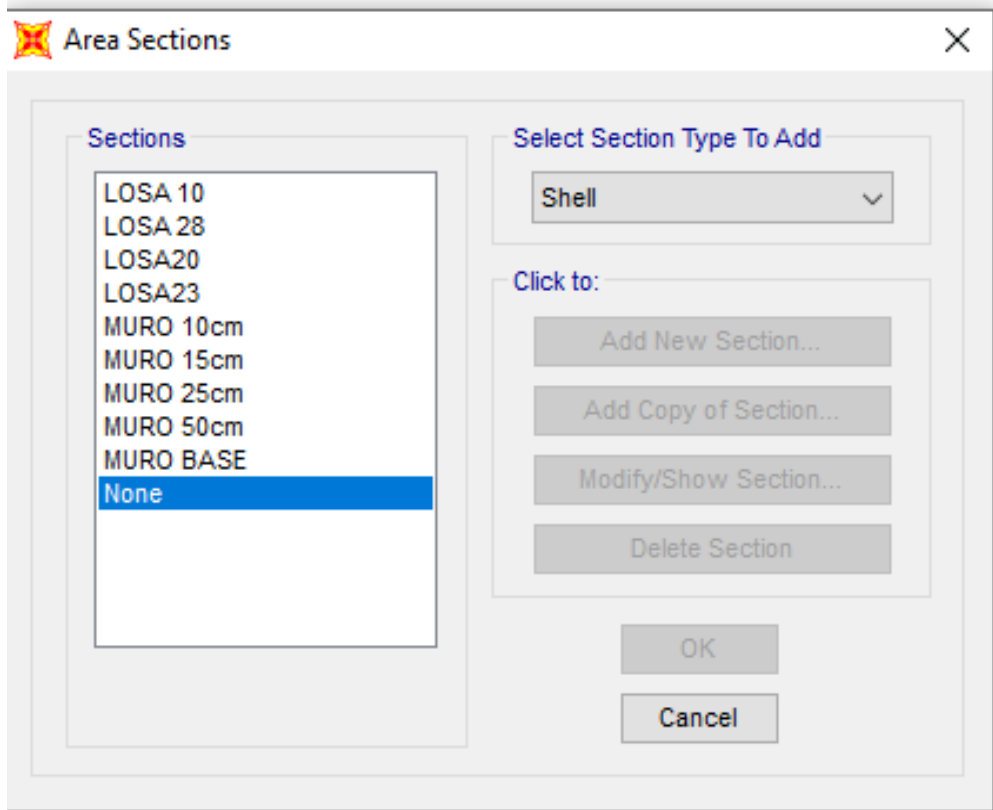


Fig. 49. Definición de todos los elementos de la estructura

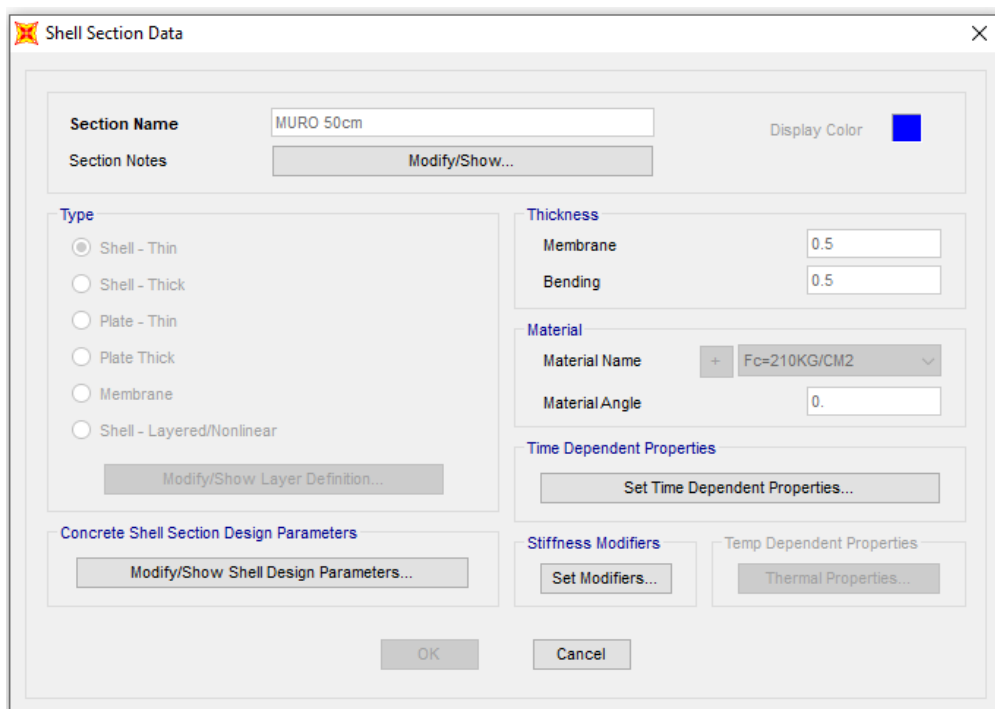


Fig. 50. Propiedades a considerar en la fase de diseño en el muro e=50cm

Shell Section Data

Section Name: MURO BASE

Section Notes: Modify/Show...

Display Color: [Purple]

Type:

- Shell - Thin
- Shell - Thick
- Plate - Thin
- Plate Thick
- Membrane
- Shell - Layered/Nonlinear

Modify/Show Layer Definition...

Thickness:

Membrane: 0.3

Bending: 0.3

Material:

Material Name: + Fc=210KG/CM2

Material Angle: 0.

Time Dependent Properties:

Set Time Dependent Properties...

Concrete Shell Section Design Parameters:

Modify/Show Shell Design Parameters...

Stiffness Modifiers:

Set Modifiers...

Temp Dependent Properties:

Thermal Properties...

OK Cancel

Fig. 51. Definición de muro base e=30cm

Shell Section Data

Section Name: MURO 25cm

Section Notes: Modify/Show...

Display Color: [Green]

Type:

- Shell - Thin
- Shell - Thick
- Plate - Thin
- Plate Thick
- Membrane
- Shell - Layered/Nonlinear

Modify/Show Layer Definition...

Thickness:

Membrane: 0.25

Bending: 0.25

Material:

Material Name: + Fc=210KG/CM2

Material Angle: 0.

Time Dependent Properties:

Set Time Dependent Properties...

Concrete Shell Section Design Parameters:

Modify/Show Shell Design Parameters...

Stiffness Modifiers:

Set Modifiers...

Temp Dependent Properties:

Thermal Properties...

OK Cancel

Fig. 52. Definición de muro e=25cm

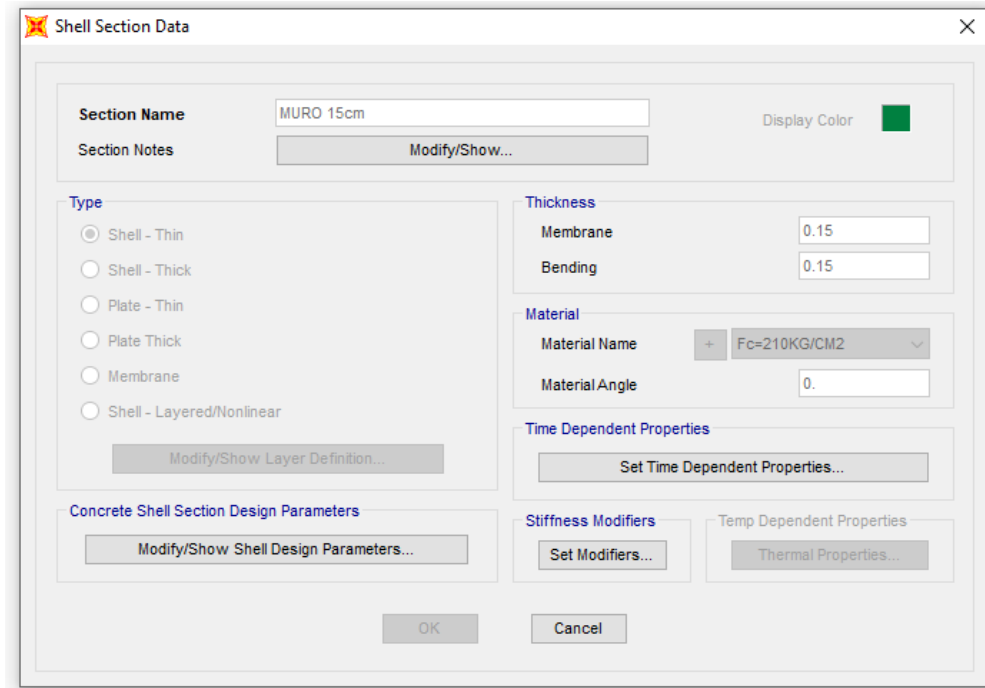


Fig. 53. Definición de muro e=15cm

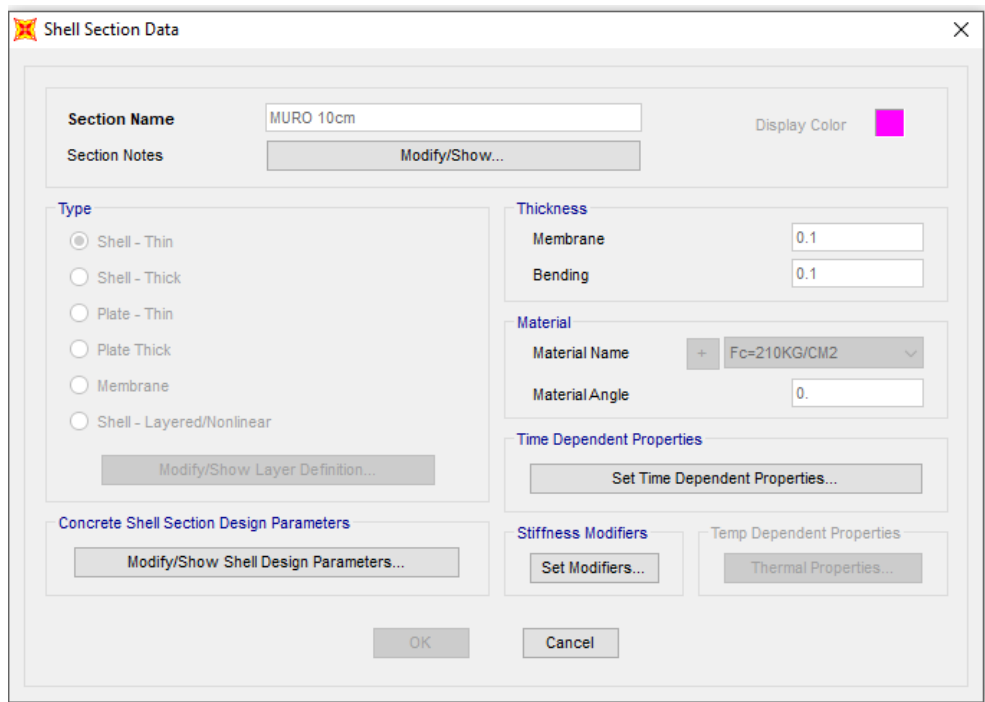


Fig. 54. Definición de muro e=10cm

Para definir las secciones a usar en las losas de entrepisos se sigue el mismo procedimiento para los muros de corte.

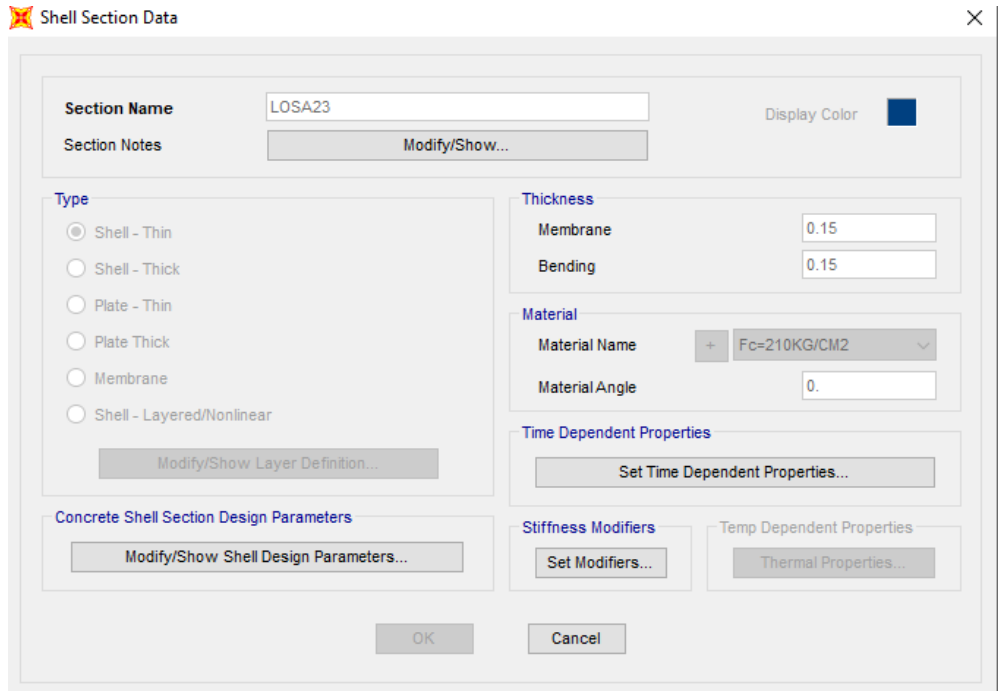


Fig. 55. Definición de losa e=23cm

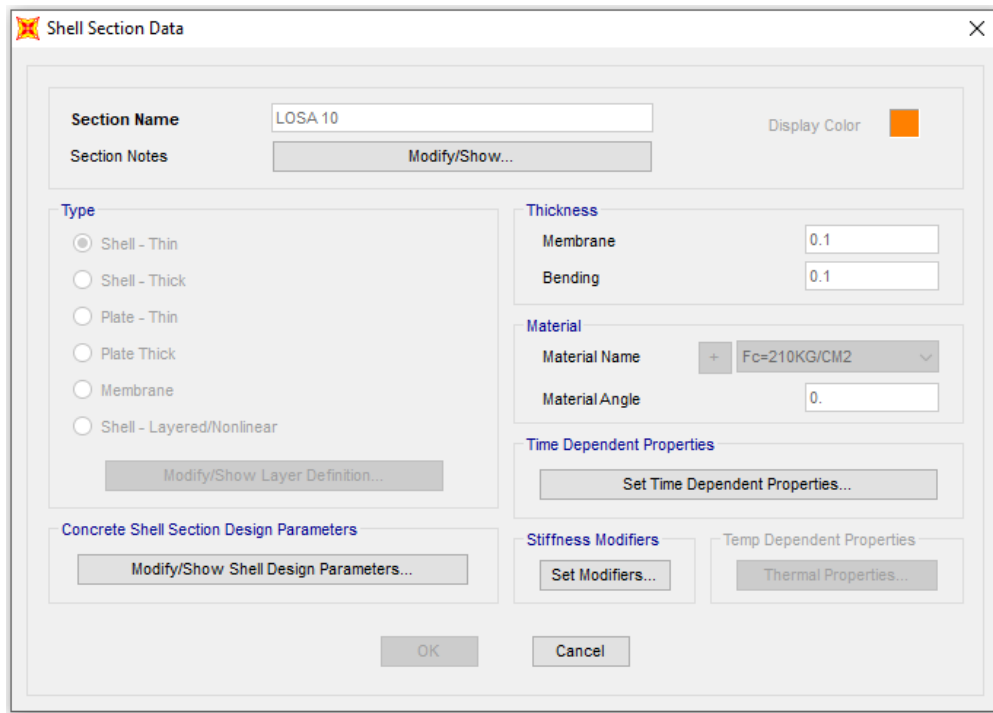


Fig.56. Definición de losa e=10cm

2.5.1.4.3 Definición de las Cargas Patrón (Load Patterns)

Además de las cargas por peso propio (que viene por defecto en el programa, "DEAD") se generarán cinco cargas patrón adicionales: cargas superimpuestas (CM), cargas vivas reducidas en entrepisos (LIVE), cargas en techos (LIVEUP), las cargas sísmicas se generarán en cada dirección (SISMOX y SISMOY).

Las cargas patrón se definen en el formulario "Define Load Patterns", ingresando por el menú: "Define/Load Patterns"

CARGA VIVA CV: Carga general Interior Talleres=350 Kg/m²

TABLA I
CARGAS VIVAS MÍNIMAS REPARTIDAS

OCUPACIÓN O USO	CARGAS REPARTIDAS kPa (Kgf/m ²)
Almacenaje	5,0 (500) Ver 6.4
Baños	Igual a la carga principal del resto del área, sin que sea necesario que exceda de 3,0 (300)
Bibliotecas	Ver 6.4
Salas de lectura	3,0 (300)
Salas de Almacenaje con estantes fijos (no apilables)	7,5 (750)
Corredores y escaleras	4,0 (400)
Centros de Educación	
Aulas	2,5 (250)
Talleres	3,5 (350) Ver 6.4

Fig. 57. Cargas vivas mínimas (RNE E0.20)

CARGA MUERTA CM: PP+ ACABADO+TABIQUERÍA

CM1(Carga muerta interna): 100KG/M²+120KG/M²=0.22Tn/m²,

- La carga del área verde en techo se tomó referencia de la "VARIACIÓN DE LA ESTRUCTURA PRINCIPAL Y SUS COSTOS DIRECTOS EN UN EDIFICIO CONVENCIONAL DE 5 PISOS CON LAS ALTERNATIVAS DE TECHO VERDE REGULADOS POR LA ALCALDÍA MAYOR DE BOGOTÁ" DIEGO FELIPE CAMPOS HERRERA y DANIEL OSWALDO CHÁVEZ SUÁREZ. Trabajo presentado para la obtención del título de Ingeniero Civil, PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA FACULTAD DE INGENIERÍA DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL BOGOTÁ D.C 2014. Para el techo verde ajardinado robusto, la guía no presenta ninguna restricción de altura de carpeta vegetal ni peso total, no obstante, una altura de suelo orgánico de 25 cm arroja en promedio una carga de 500 kg/m².(p.22). Para efectos de la presente tesis estamos considerando una carga de 570 kg/m² para mostrar un peso mayor a los otros tipos de techos verdes.
- CM2(Carga muerta de los áreas verdes+ agua pluvial) :
100KG/M²+120KG/M²=0.22Tn/m²+0.35Tn/m²(av + ap) =0.57tn/m²
PESO=CM+25%CV

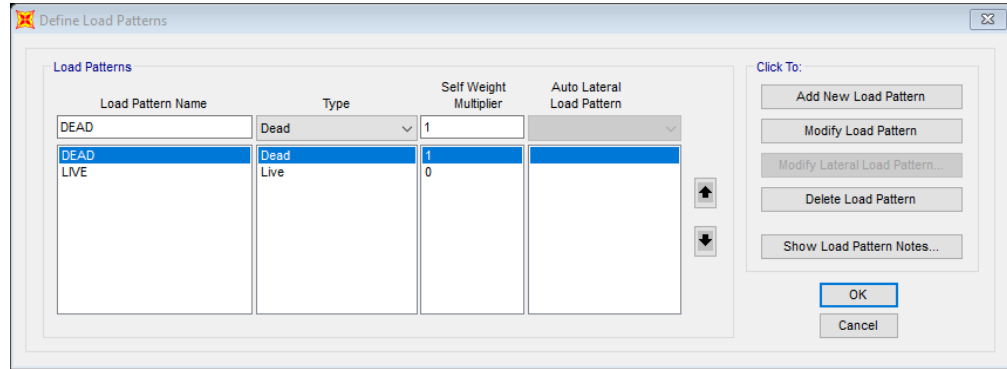


Fig. 58. Definición de los patrones carga Viva y carga Muerta

2.5.1.4.4 Definición de las Casos de Diseño (Load Cases)

Ingreso del Espectro de Diseño

Para definir el espectro de diseño se ingresa por el menú: "Define/Functions/Response Spectrum" o haciendo click en la herramienta; se tiene la opción de elegir espectros de diseño según normativas, ingreso de archivos o ingreso de los valores del espectro manualmente. Se elegirá "From File" desde la sección "Choose Function Type to Add" y luego click en el botón, se ubica el archivo del espectro, se verifica que se tenga marcada, y haciendo click en el botón se podrá observar el espectro de diseño.

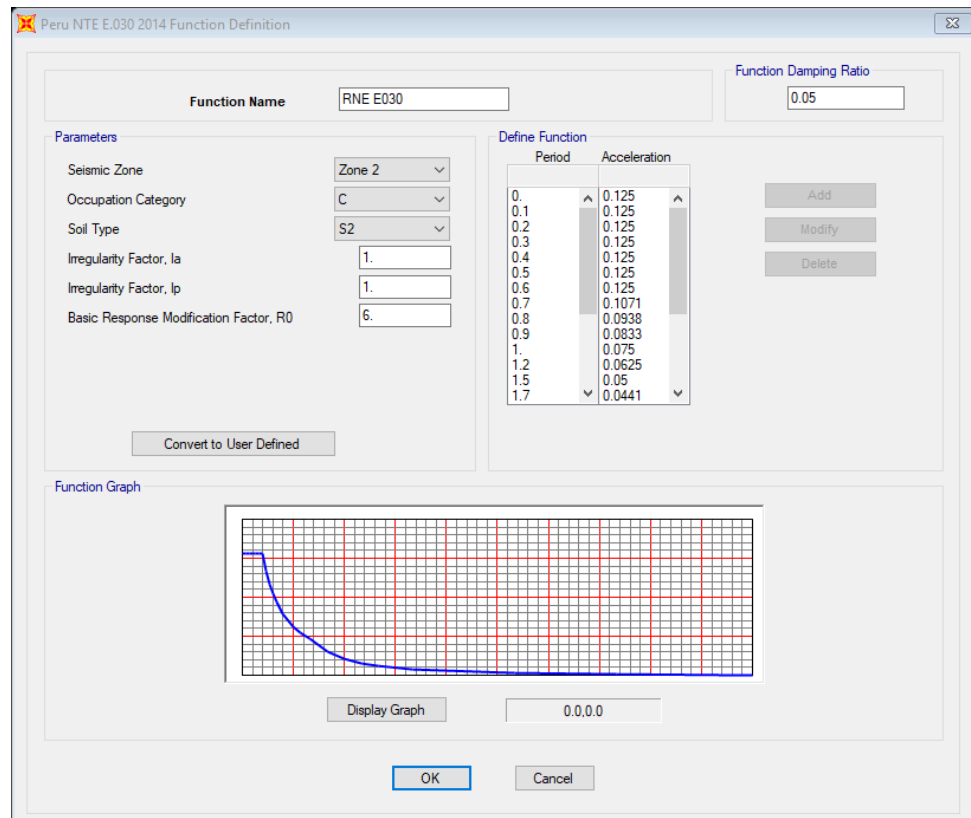


Fig. 59. Definición del espectro de respuesta según el RNE E0.060

Casos de Carga para el Análisis Modal de Respuesta Espectral

Una vez se tenga el espectro de diseño se crearán los casos de carga para el análisis modal de respuesta espectral. Ingresamos por el menú: "Define/Load Cases" o haciendo click en la herramienta, y en el formulario "Define Load Cases" podremos agregar, modificar, copiar y borrar casos de carga. En dicho formulario se pueden observar los seis patrones de carga con un tipo de carga "Linear Static", además se tiene un caso "MODAL" que el programa genera automáticamente y es el caso que realizará el análisis modal (valores y vectores característicos, participación modal, etc.).

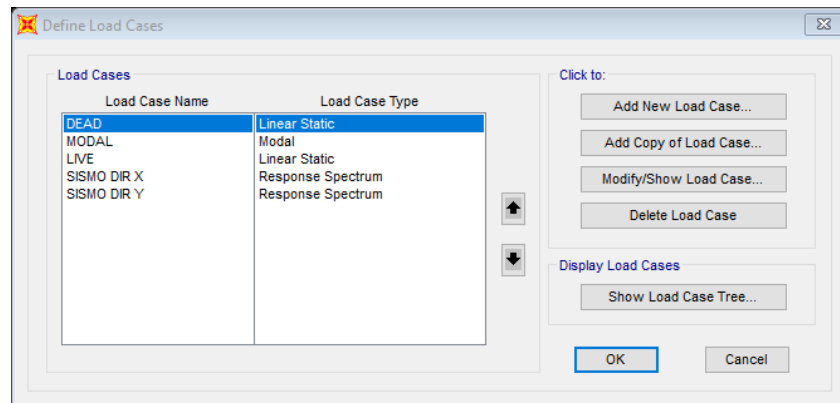


Fig. 60. Casos de carga

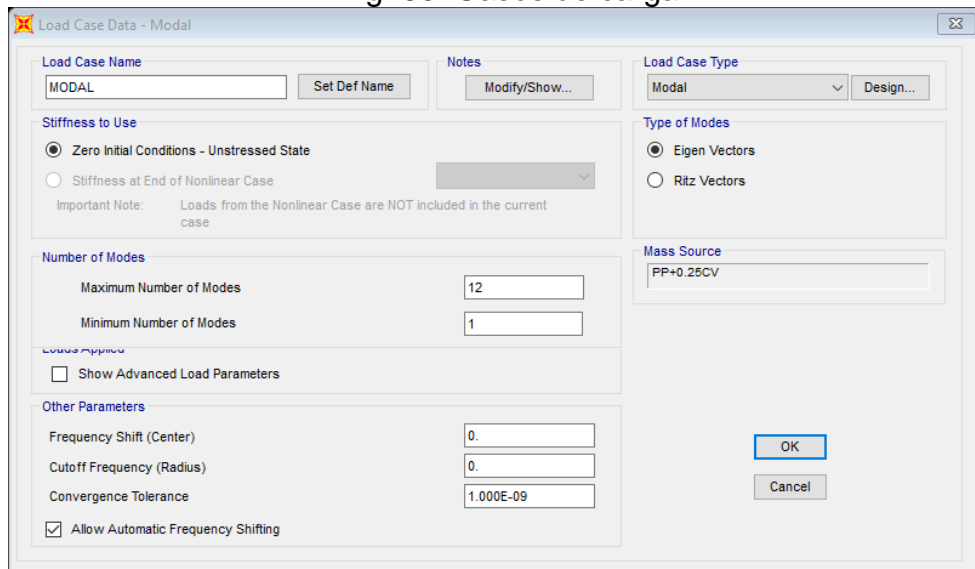


Fig. 61. Datos de caso de carga – modal: 12 modos

The dialog box 'Load Case Data - Response Spectrum' is configured for 'SISMO DIR X'. The 'Load Case Name' is 'SISMO DIR X'. Under 'Modal Combination', 'SRSS' is selected. 'GMC f1' is 1.0 and 'GMC f2' is 0.0. 'Periodic + Rigid Type' is 'SRSS'. Under 'Directional Combination', 'SRSS' is selected. 'Mass Source' is 'Previous (PP+0.25CV)'. 'Diaphragm Eccentricity' is 0.0. Under 'Modal Load Case', 'Use Modes from this Modal Load Case' is checked and set to 'MODAL'. 'Standard - Acceleration Loading' is selected. The 'Loads Applied' table is as follows:

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Accel	U1	RNE E030	1.
Accel	U1	RNE E030	1.

'Modal Damping' is set to 'Constant at 0.05'. Buttons for 'OK' and 'Cancel' are present.

Fig. 62. Caso de carga espectral – sismo dirección x

The dialog box 'Load Case Data - Response Spectrum' is configured for 'SISMO DIR Y'. The 'Load Case Name' is 'SISMO DIR Y'. Under 'Modal Combination', 'SRSS' is selected. 'GMC f1' is 1.0 and 'GMC f2' is 0.0. 'Periodic + Rigid Type' is 'SRSS'. Under 'Directional Combination', 'SRSS' is selected. 'Mass Source' is 'Previous (PP+0.25CV)'. 'Diaphragm Eccentricity' is 0.0. Under 'Modal Load Case', 'Use Modes from this Modal Load Case' is checked and set to 'MODAL'. 'Standard - Acceleration Loading' is selected. The 'Loads Applied' table is as follows:

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Accel	U2	RNE E030	1.
Accel	U2	RNE E030	1.

'Modal Damping' is set to 'Constant at 0.05'. Buttons for 'OK' and 'Cancel' are present.

Fig. 63. Caso de carga espectral – sismo dirección y

The dialog box 'Load Combination Data' is titled 'COMB SISMO X'. It features a 'Load Combination Name' field with '(User-Generated)' and a 'Notes' field with a 'Modify/Show Notes...' button. The 'Load Combination Type' is set to 'Linear Add'. Under the 'Options' section, there are buttons for 'Convert to User Load Combo' and 'Create Nonlinear Load Case from Load Combo'. The 'Define Combination of Load Case Results' section contains a table with the following data:

Load Case Name	Load Case Type	Scale Factor
DEAD	Linear Static	1.25
DEAD	Linear Static	1.25
LIVE	Linear Static	1.25
SISMO DIR X	Response Spectrum	1.

Buttons for 'Add', 'Modify', and 'Delete' are located to the right of the table. 'OK' and 'Cancel' buttons are at the bottom.

Fig. 64. Datos de combinación de carga de sismo en dirección x

The dialog box 'Load Combination Data' is titled 'COMB SISMO Y'. It features a 'Load Combination Name' field with '(User-Generated)' and a 'Notes' field with a 'Modify/Show Notes...' button. The 'Load Combination Type' is set to 'Linear Add'. Under the 'Options' section, there are buttons for 'Convert to User Load Combo' and 'Create Nonlinear Load Case from Load Combo'. The 'Define Combination of Load Case Results' section contains a table with the following data:

Load Case Name	Load Case Type	Scale Factor
DEAD	Linear Static	1.25
DEAD	Linear Static	1.25
LIVE	Linear Static	1.25
SISMO DIR Y	Response Spectrum	1.

Buttons for 'Add', 'Modify', and 'Delete' are located to the right of the table. 'OK' and 'Cancel' buttons are at the bottom.

Fig. 65. Datos de combinación de carga de sismo en dirección x

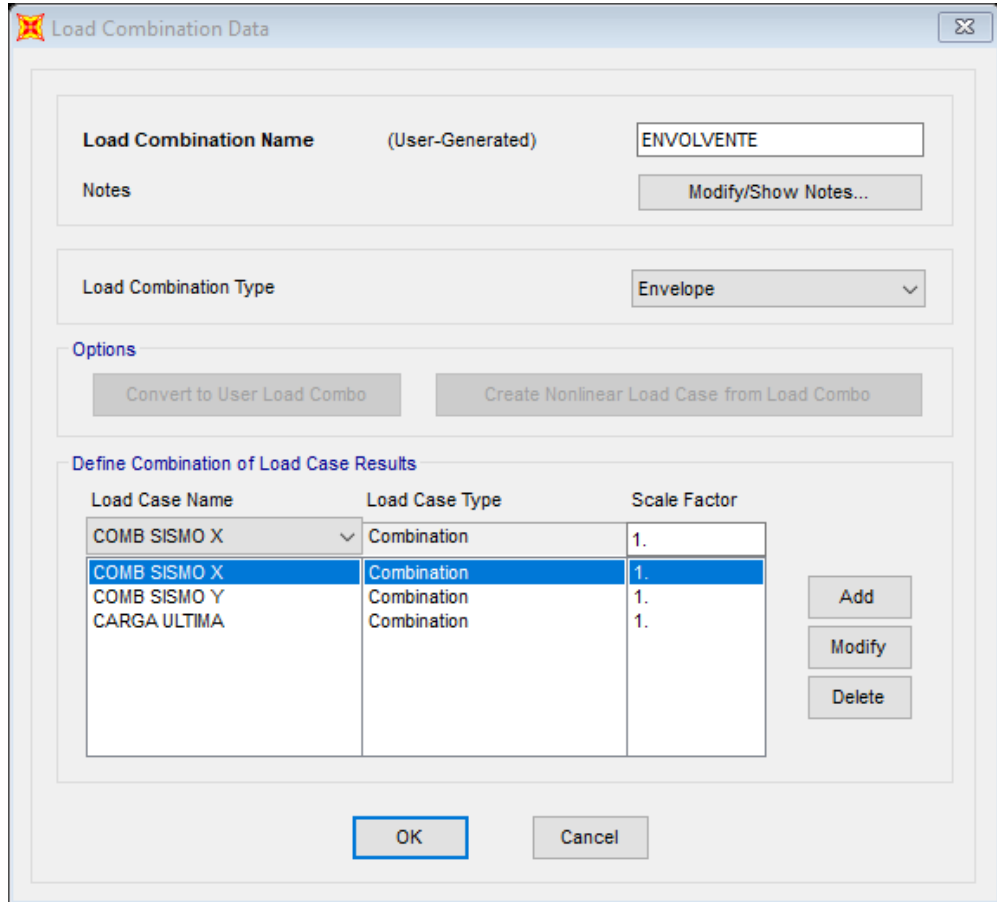


Fig. 66. Datos de combinación de carga envolvente

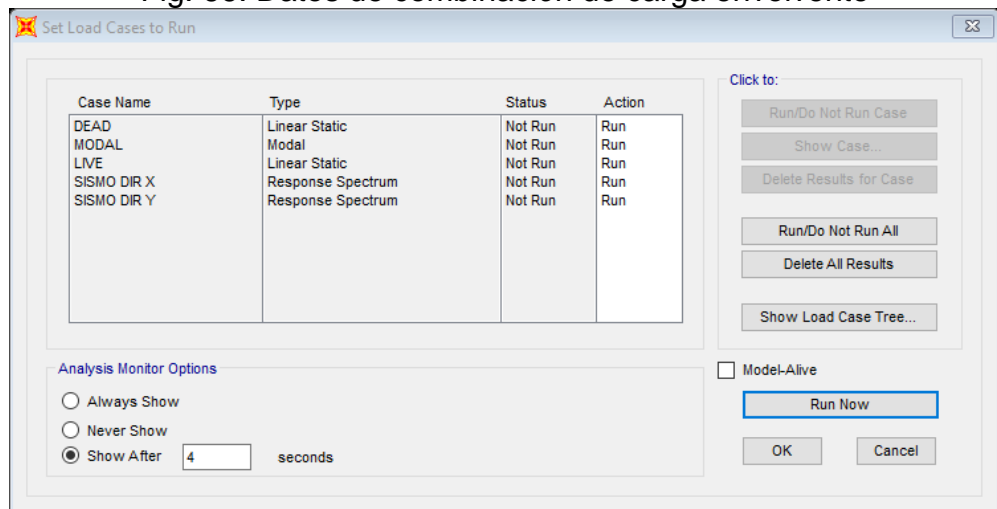


Fig. 67. Definición de casos de carga para ejecutar

2.5.1.4.5 Definición de la Masa Efectiva Sísmica

La masa efectiva sísmica se ingresa desde el menú: "Define/Mass Source" se considerará el 100% de la carga por peso propio y cargas muertas, pero como el edificio no es un almacén no se considerará un porcentaje de las cargas vivas. En la Figura se puede observar el formulario "Define Mass Source" con los parámetros elegidos, se hace

click en el botón para aceptar los cambios y se vuelve a la pantalla principal del Sap2000.

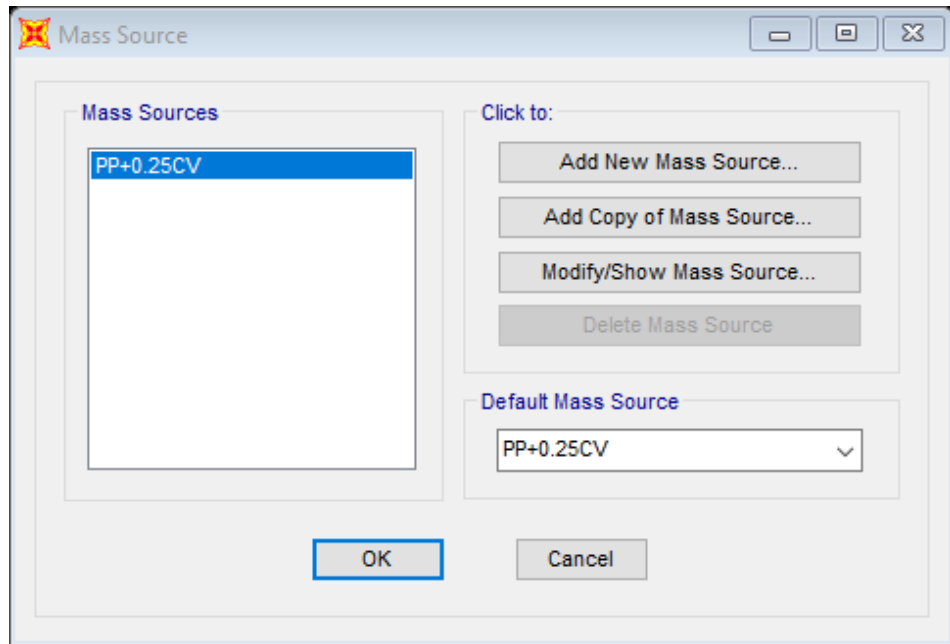


Fig. 68. Definición de las fuentes de masa a considerar con respecto a los parámetros

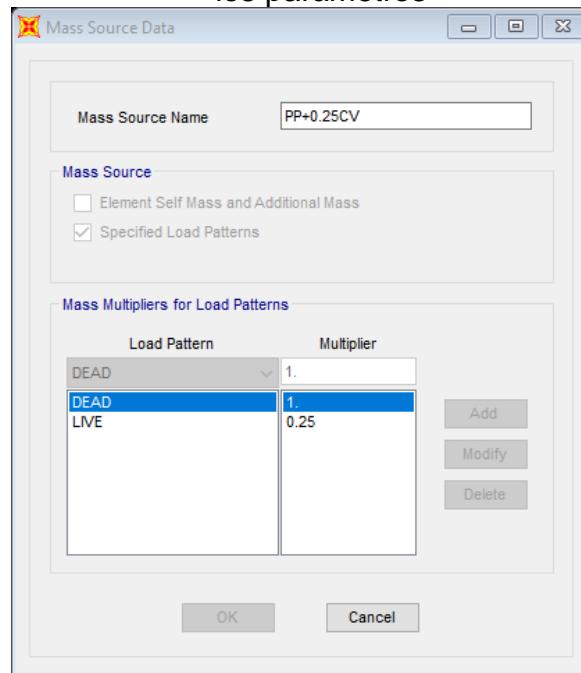


Fig. 69. Definición de La masa efectiva sísmica

2.5.1.5 Dibujo del Modelo en el Sap2000

2.5.1.5.1 Visualización en Planta, Elevaciones y 3D

El dibujo del modelo en el SAP2000 fue importado desde un archivo ".dxf" del software AUTOCAD, debido a la configuración de los elementos con que cuenta el edificio.

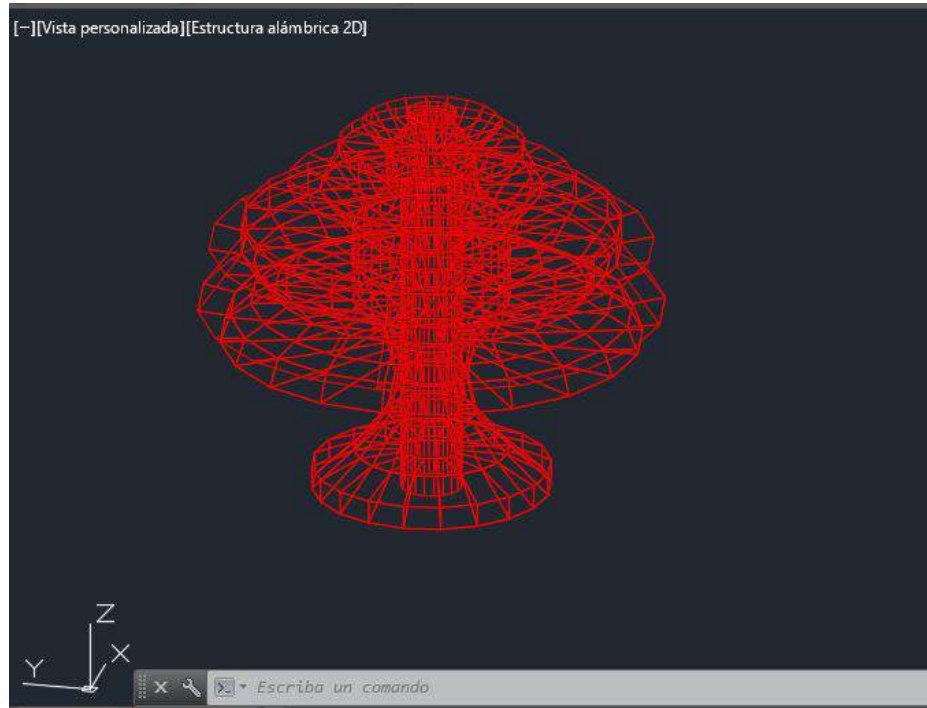


Fig. 70. Definición de la estructura 3D en el software AutoCAD 2018

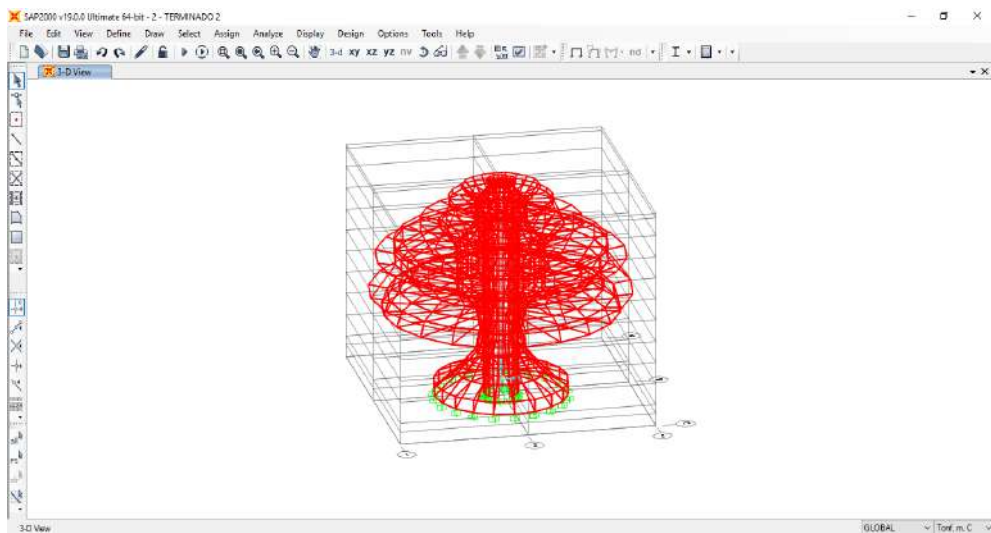


Fig. 71. Importación de la estructura 3D al software SAP2000

2.5.1.5.2 Dibujo de los Objetos Area

Losas de entrepiso y Muros Estructurales

Las herramientas que se tienen para dibujar los muros y losas son las siguientes: : "Draw Poly Area", con esta herramienta podemos dibujar elementos "Area", que sean polígonos, se necesita introducir los puntos uno a uno para el dibujo del elemento. Se activa en vistas en planta, elevación y 3D. Siempre se nos activará, al igual que para las demás herramientas, un cuadro "Properties of Object" que puede variar

dependiendo de la herramienta escogida, de esta manera podemos elegir el tipo de sección.

: "Draw Rectangular Area", esta segunda opción permite dibujar elementos "Area" rectangulares, nos solicitará dos puntos para el trazado. La limitación es que sólo se puede usar en vistas en planta y elevación.

: "Quick Draw Area", esta es otra herramienta que sólo se activa en vistas en planta y elevación. Al hacer click en algún lugar interno de la grilla nos dibujará un objeto cuyos límites serán las intersecciones de la grilla.

En la siguiente figura se muestra las losas de entepiso y muros estructurales asignadas acuerdo a cada uno de las secciones definidas. En las áreas de losas de entepisos se debe de tener cuidado con los ejes locales de las losas.

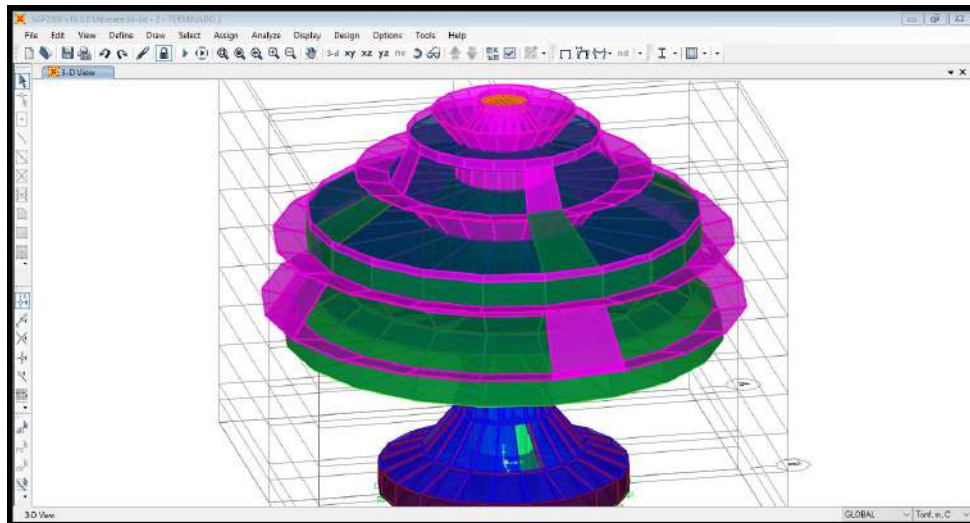


Fig. 72. Vista de la estructura definida con cada una de las secciones.

2.5.1.5.3 Visualización de Propiedades

Las imágenes previas mostradas, donde se aprecian las secciones que se usan en cada elemento, no es la que por defecto entrega el programa. El programa brinda la opción de mostrarnos una serie de propiedades de los elementos como pueden ser la etiqueta o nombre asignada, tipo de sección, ejes locales, etc.; además puede mostrarnos la extrusión en vista.

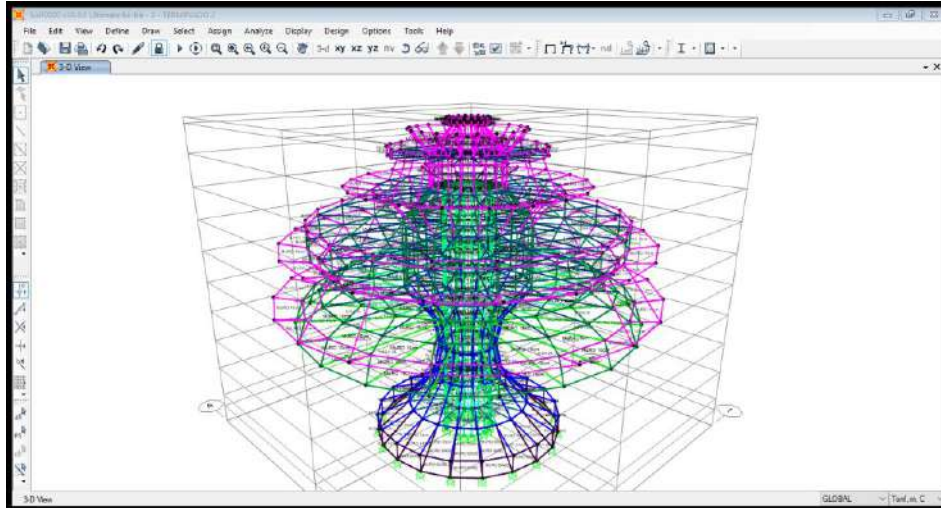


Fig. 73. Vista de las secciones asignadas

2.5.1.5.4 Malla de Elementos Finitos

Asignar la malla de elementos finitos a las losas de entrepisos. Desde la herramienta "Set Display Option"

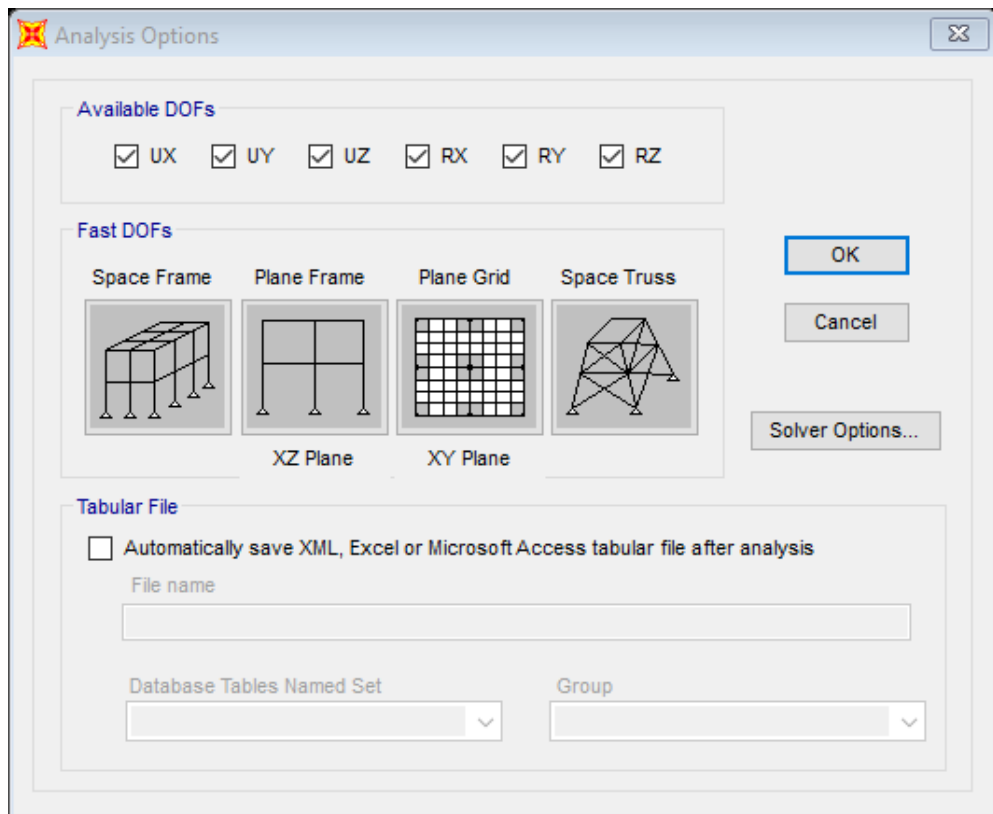


Fig. 74. Definición de las opciones de análisis

2.5.1.6 Cargas, Restricciones y Limitaciones

2.5.1.6.1 Asignación de Cargas

Sólo se asignarán cargas a las losas de entrepisos, las cargas por tipo. Para asignar una carga distribuida a una losa de entrepiso se selecciona la losa, se ingresa por el menú "Assign/Area Loads/Uniform Shell" o por

la herramienta. En el formulario "Area Uniform Loads" se escoge el tipo de carga patrón, se verifican las unidades y en la sección "Uniform Load" se ingresa el valor que corresponde en la caja de texto "Load", el sistema de coordenadas será el "GLOBAL" (no se tiene un sistema distinto), y la dirección será en la dirección de la Gravedad (por defecto). Se tiene que completar el proceso de ingreso de cargas en todas las losas.

De la misma manera como se ingresa la carga viva también se realiza la asignación de la carga muerta.

CM1: 0.35Tn/m²

CM2: áreas verdes+ agua pluvial (av + ap) =0.57tn/m

CV: 0.22 Tn/m²

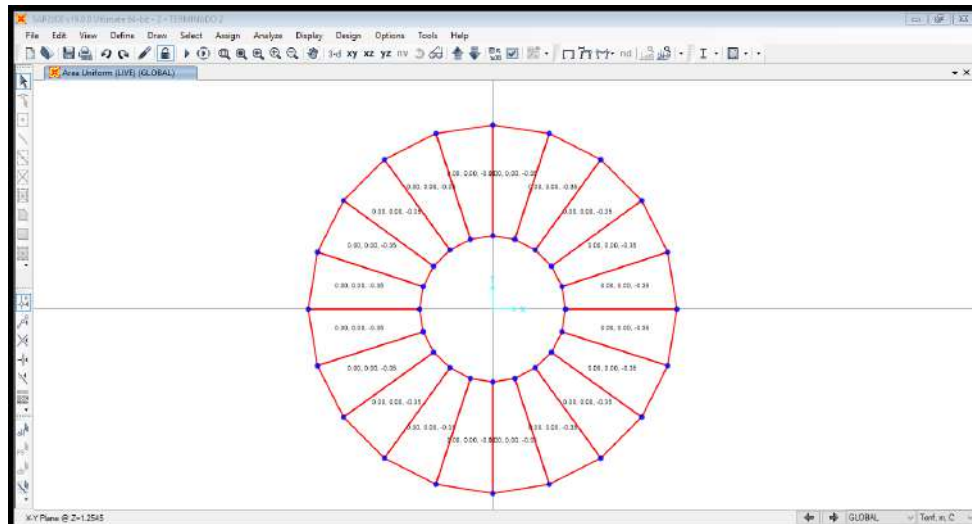


Fig. 75. Asignación de carga viva nivel 1

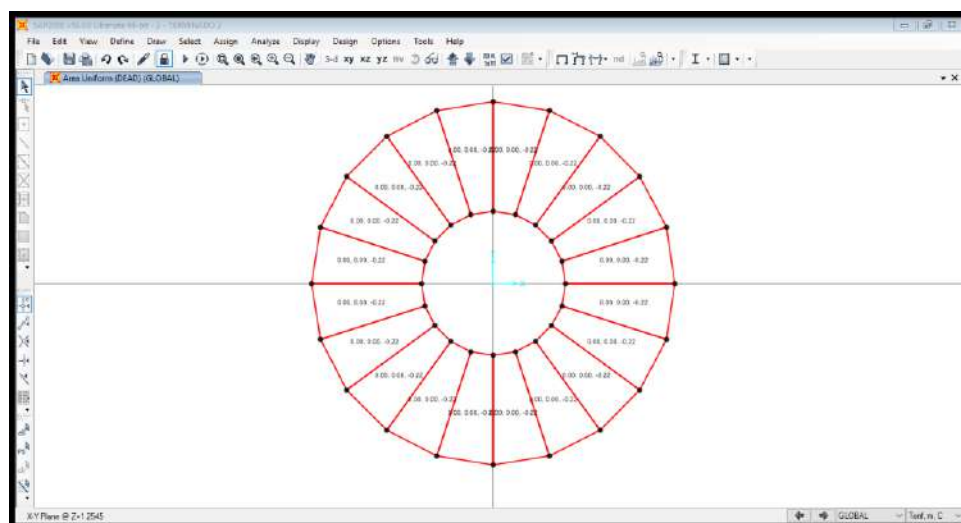


Fig. 76. Asignación de carga Muerta nivel 1

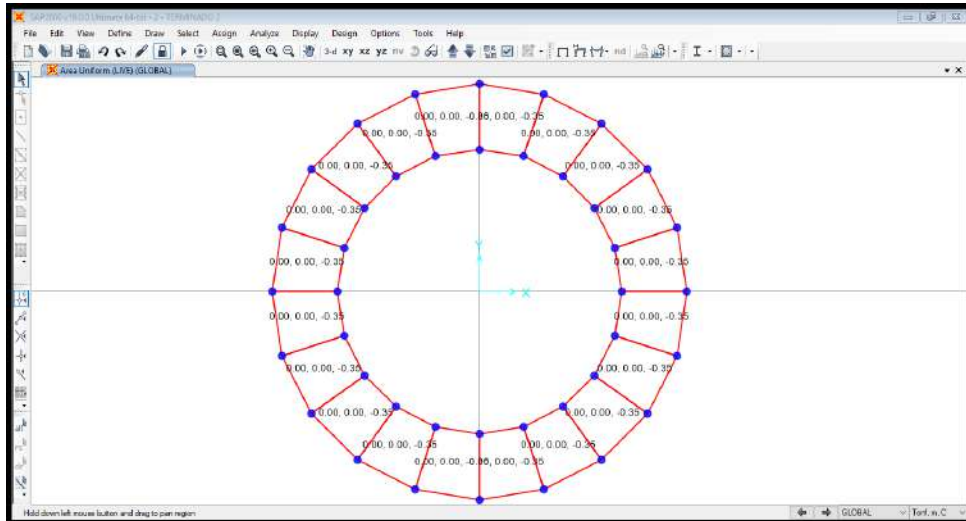


Fig. 77. Asignación de carga viva nivel 2

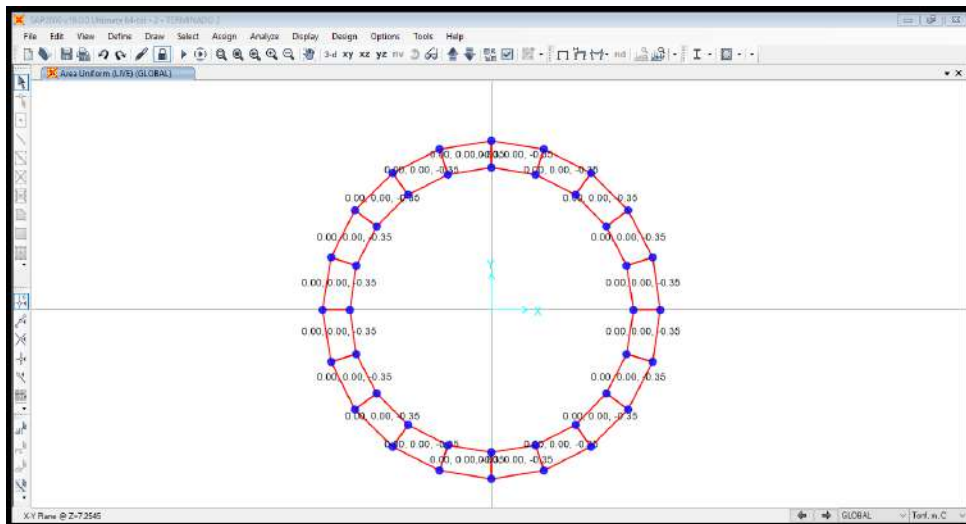


Fig. 78. Asignación de carga viva nivel 3

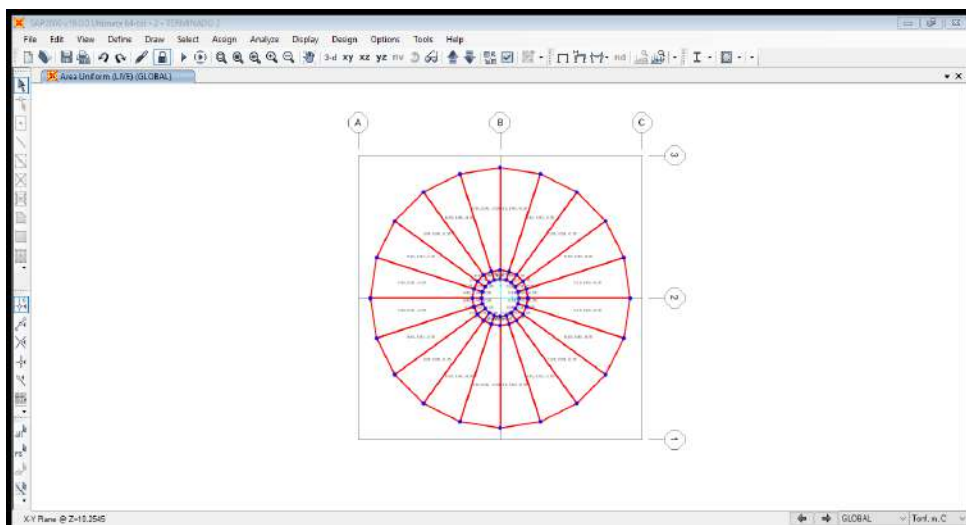


Fig. 79. Asignación de carga viva nivel 4

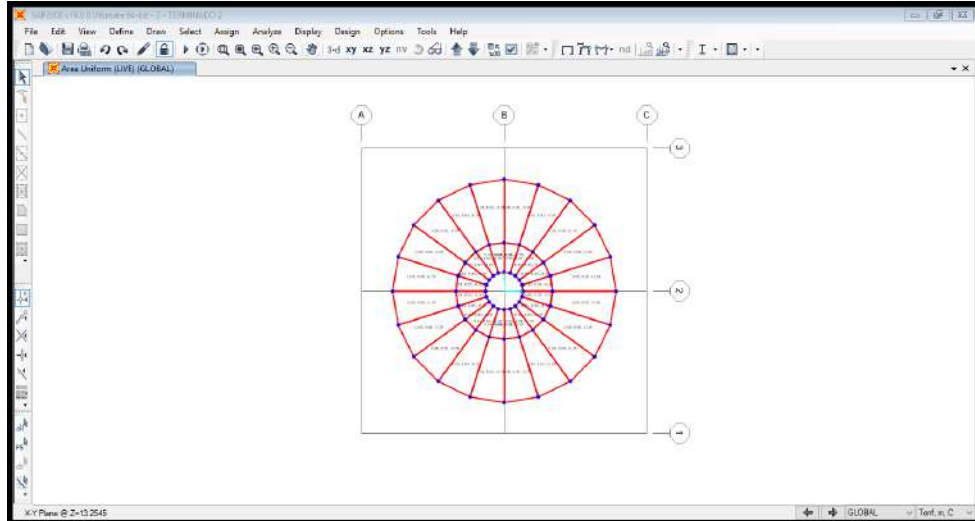


Fig. 80. Asignación de carga viva nivel 5

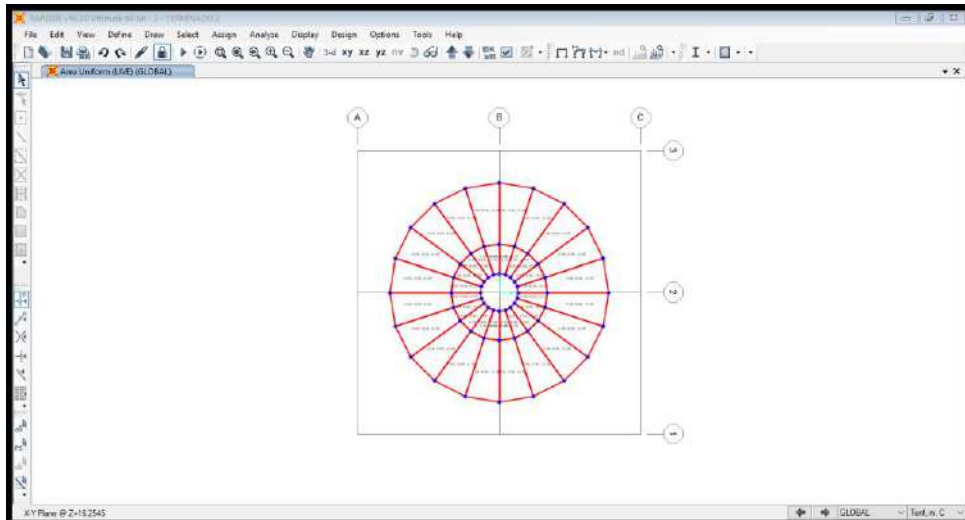


Fig. 81. Asignación de carga viva nivel 6

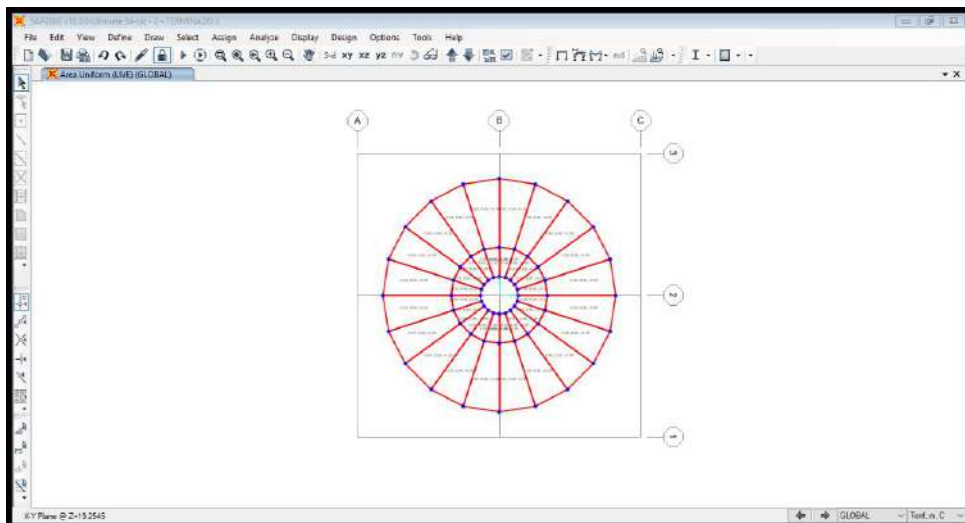


Fig. 82. Asignación de carga viva nivel 7

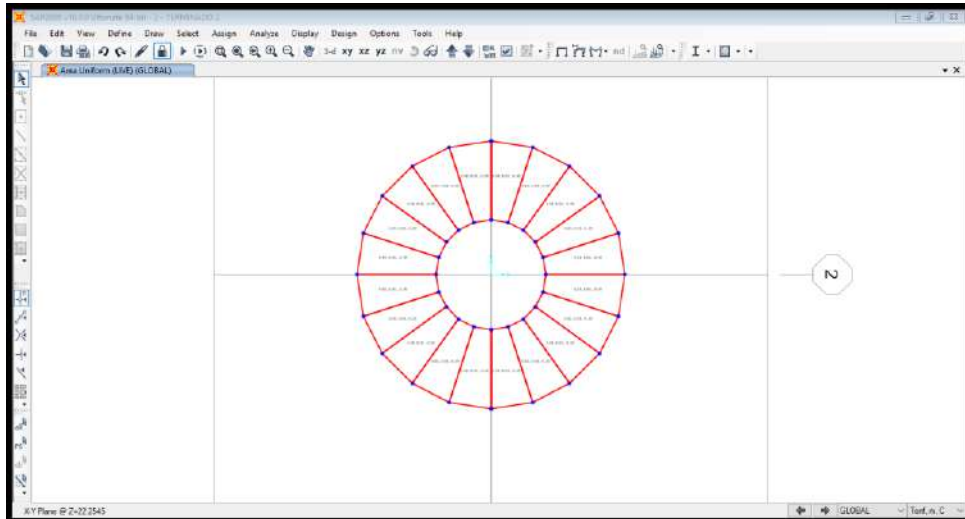


Fig. 83. Asignación de carga viva nivel 8

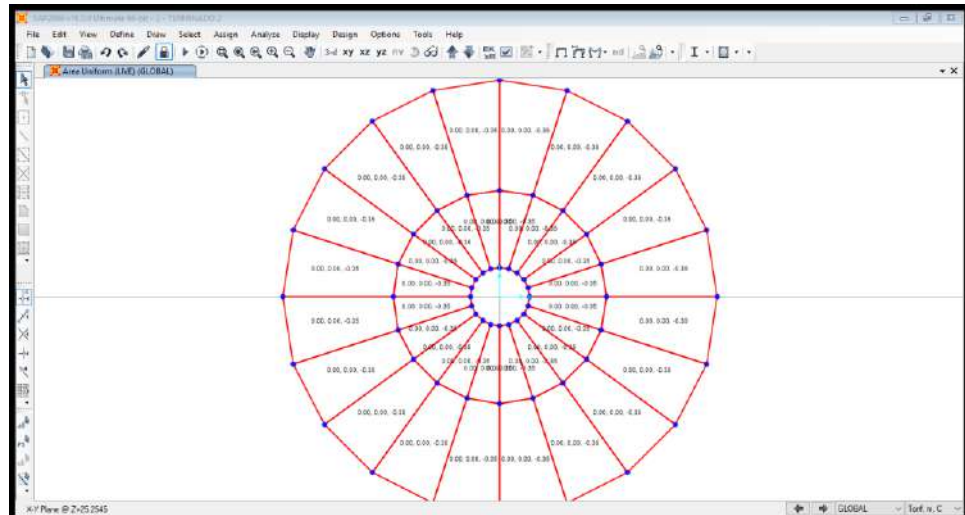


Fig. 84. Asignación de carga viva nivel 9

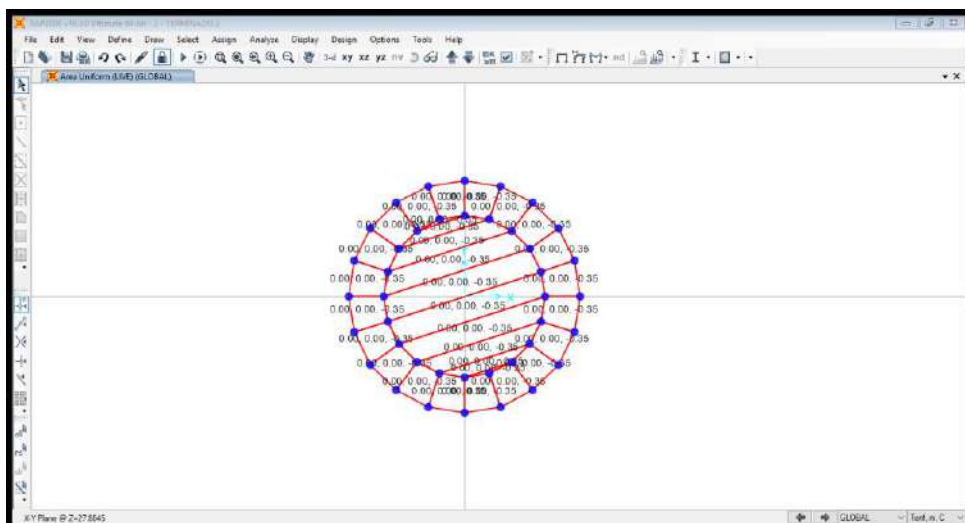


Fig. 85. Asignación de carga viva nivel 10

2.5.1.6.2 Asignación de Restricciones

El siguiente paso es asignar restricciones al modelo, o los soportes en los nodos de la base, no se tienen soportes laterales. Se asignarán empotramientos perfectos en las columnas y apoyos fijos en los muros estructurales. Nos ubicamos al nivel $Z=0$ y seleccionamos los nodos que corresponden a las columnas e ingresamos por el menú: "Assign/Joint/Restrains", o por la herramienta y elegimos el botón del formulario "Joint Restraints". Hacemos click en el botón y habremos asignado empotramientos perfectos en las bases de las columnas. Se repite el procedimiento para los muros de corte pero se elige el botón del formulario "Joint Restraints", para asignar apoyos fijos.

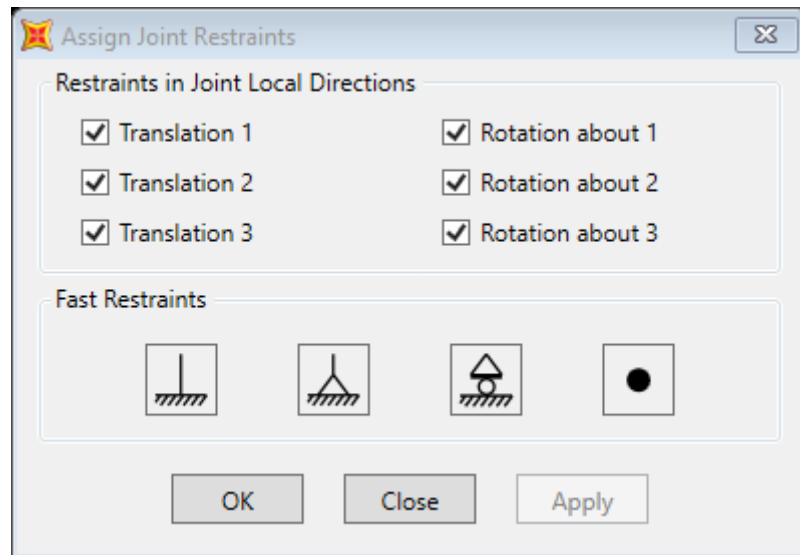


Fig. 86. Opciones para un empotramiento perfecto

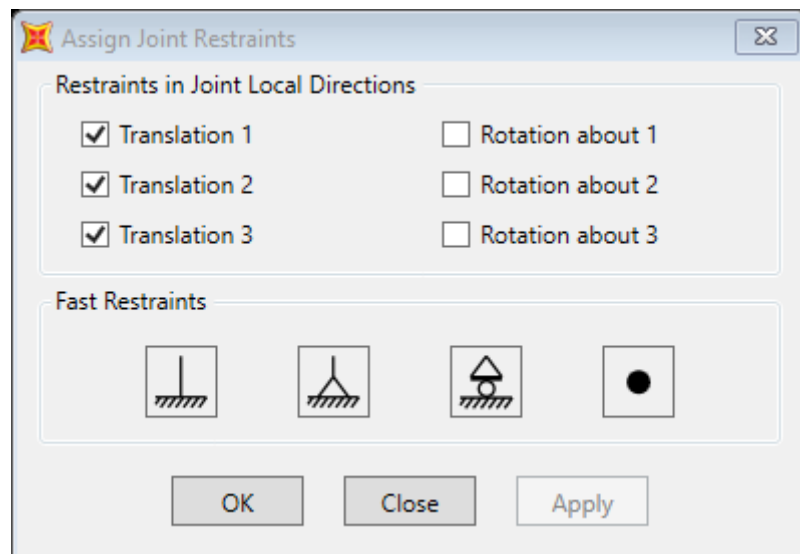


Fig. 87. Opciones para un apoyo fijo

2.5.1.6.3 Asignación de Diafragmas Rígidos

Para la asignación de diafragmas rígidos a las losas de entresijos, se seleccionan los nodos de un piso y por el menú: "Assign/Joint/Constraints", tenemos acceso al formulario "Assign/Define Constraints" seleccionamos "Diaphragm" en la sección "Choose Constraint Type to Add" ; se nos abrirá un nuevo formulario en el que le indicaremos al programa el sistema coordinado y el eje al que se desea limitar el elemento, se coloca un nombre y hacemos click en aceptar y se habrá asignado un diafragma rígido al piso seleccionado.

También se puede asignar diafragmas seleccionando todos los nodos del modelo, a excepción de los nodos en la base, pero que difieran en su coordenada en "Z", para así facilitarnos el trabajo.

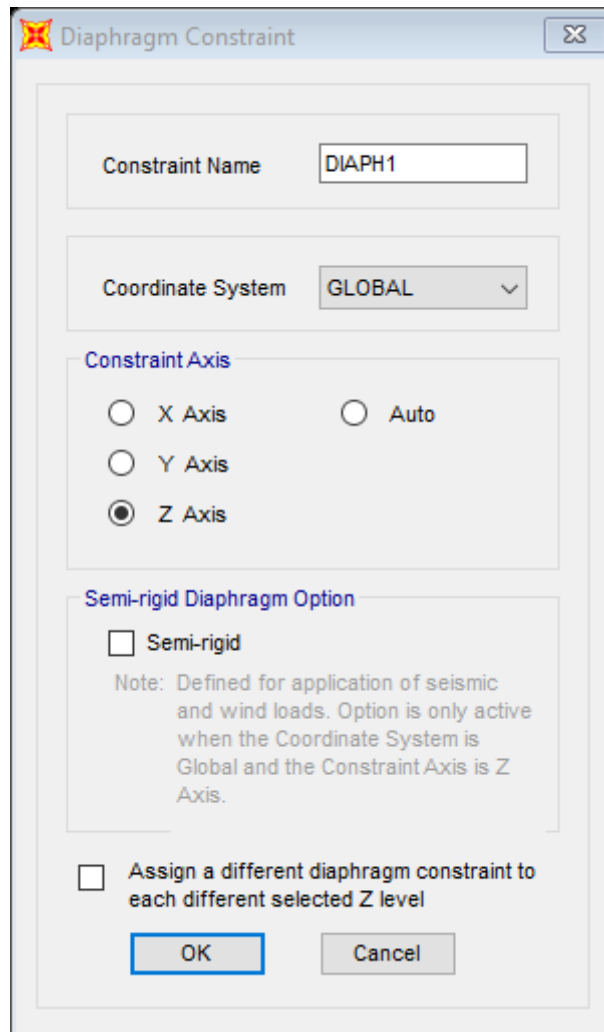


Fig. 88. Asignación de diafragma rígido

Una vez completado los pasos mencionados hasta esta sección, se desarrollará como ejecutar el análisis del modelo y como disponer de las tablas de resultados.

2.5.1.7 Análisis y Revisión de Resultados

2.5.1.7.1 Análisis del Modelo

Para realizar el análisis del modelo se ingresa por el menú: "Analyze/Set Analysis Options..." y seleccionamos el botón "Space Frame" en la sección "Fast DOFs", con esto le indicamos al programa que realice un análisis tridimensional.

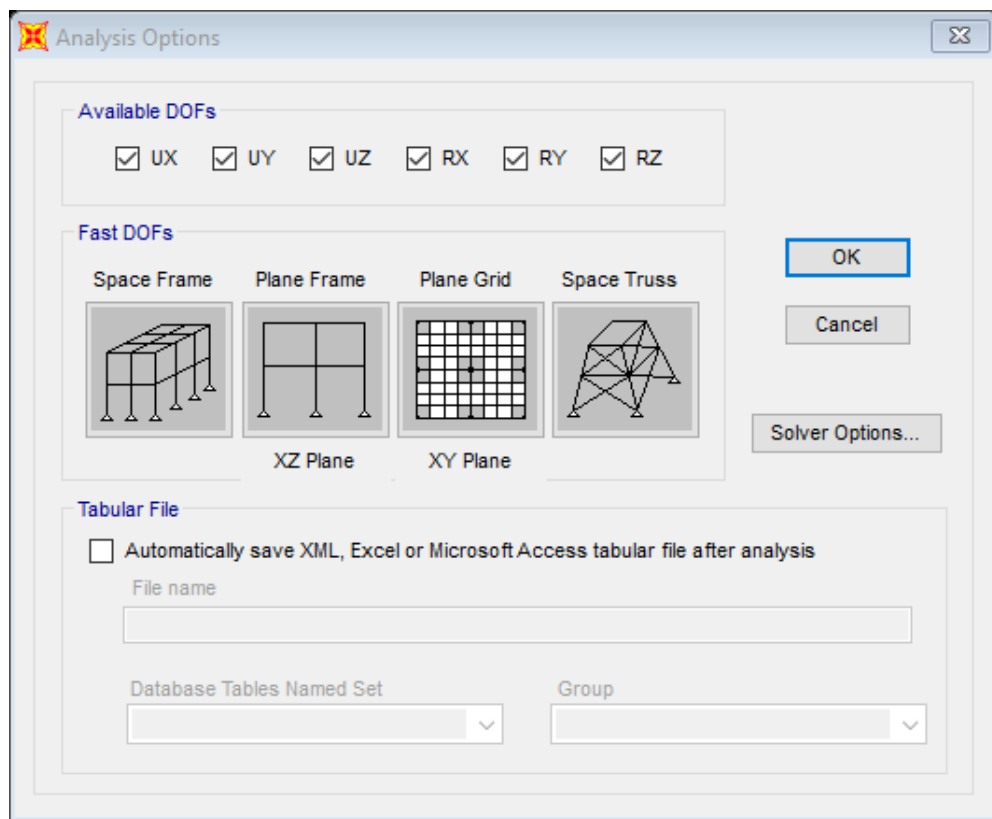



Fig. 89. Definición de las opciones de análisis

El siguiente paso será correr el modelo. Por el menú: "Analyze/Run Analysis", o haciendo click en la herramienta , o por medio del teclado con la tecla "F5", ingresamos al formulario "Set Load Cases to Run", donde se tiene la opción de indicarle al programa que casos de carga ejecutar y cuáles no. Al finalizar el análisis el programa nos entrega el modelo deformado para algún caso de carga. En la siguiente figura se puede apreciar el modelo luego del análisis. Posteriormente se podrán visualizar los resultados gráficamente y por medio de tablas.

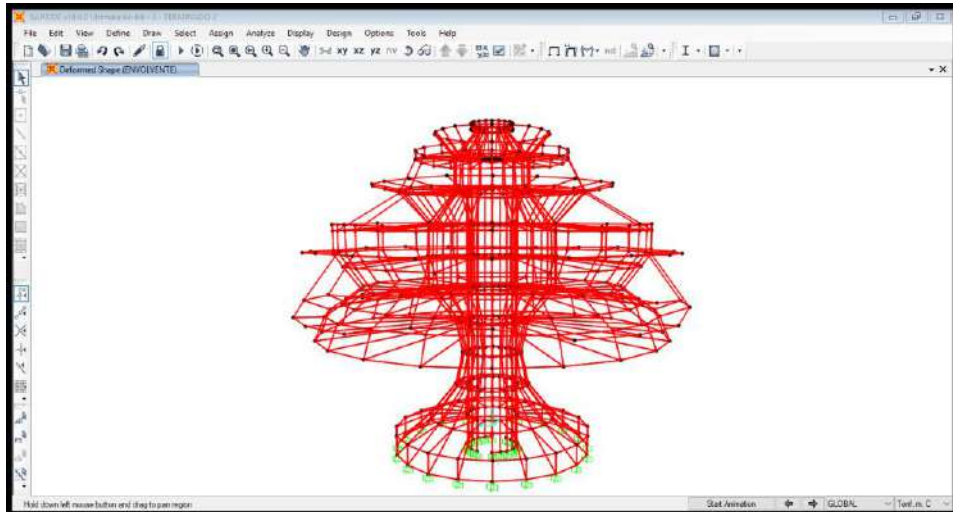


Fig. 90. Vista 3D del modelo analizado

2.5.1.7.2 Visualización de Resultados – Postprocesamiento

El programa entrega los resultados por cada caso de carga o combinación que se haya definido. Podemos tener acceso a los resultados gráficamente por la barra de herramientas de la parte superior, o también por el menú "Display". Podemos visualizar el modelo no deformado, deformado por la acción de alguna carga, diagramas de fuerzas axiales, cortantes y momentos. En la Figura se puede ver los resultados de los momentos producidos para dos tipos de carga. Luego se puede usar el módulo de diseño y tener los resultados de las áreas de refuerzo necesarias en los elementos.

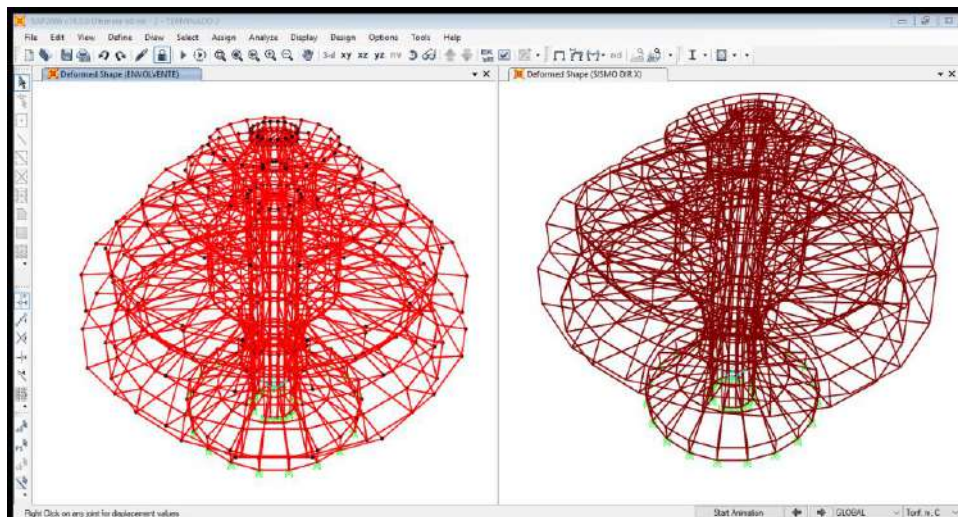


Fig. 91. Deformada por caso envolvente y sismo x

2.5.1.7.3 Visualización de Tablas de Resultados

Muchos de los resultados que entrega el Sap2000, como por ejemplo la fuerza cortante en la base, se presentan en tablas que fácilmente se pueden exportar a hojas de cálculo como el Excel.

Para visualizar las tablas de resultados, se ingresa por el menú "Display/Show Tables".

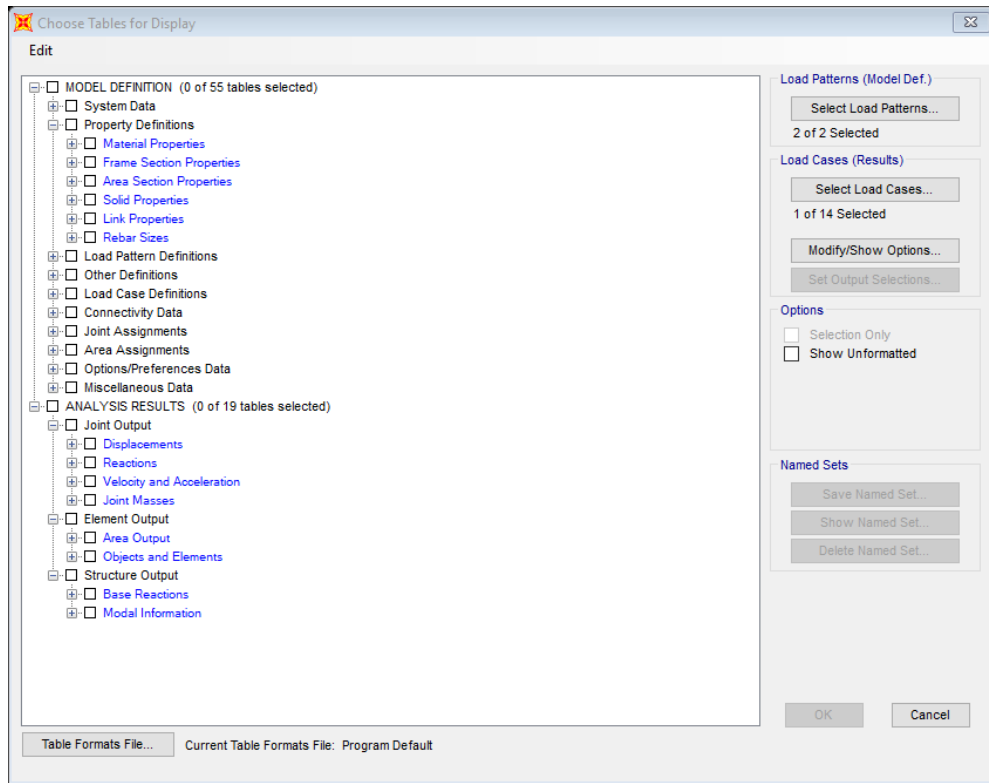


Fig. 92. Formulario para exportar tablas de resultados

2.5.2 Análisis Modal de Respuesta Espectral

2.5.2.1 Periodos Naturales y Modos de Vibración

A continuación se muestran gráficamente los resultados de los modos de vibración.

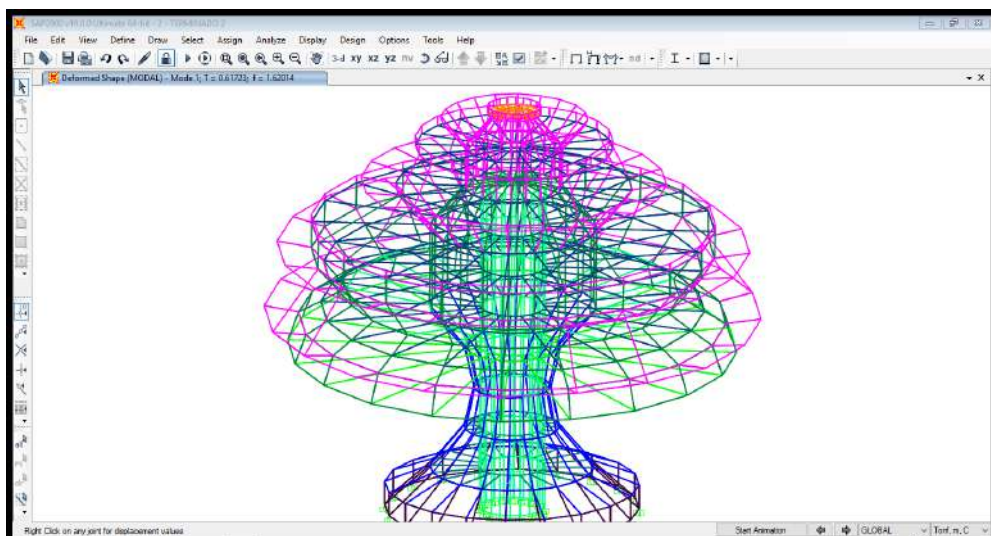


Fig. 93. Forma deformada (Modal) Modo 1 - Periodo T=0.61723

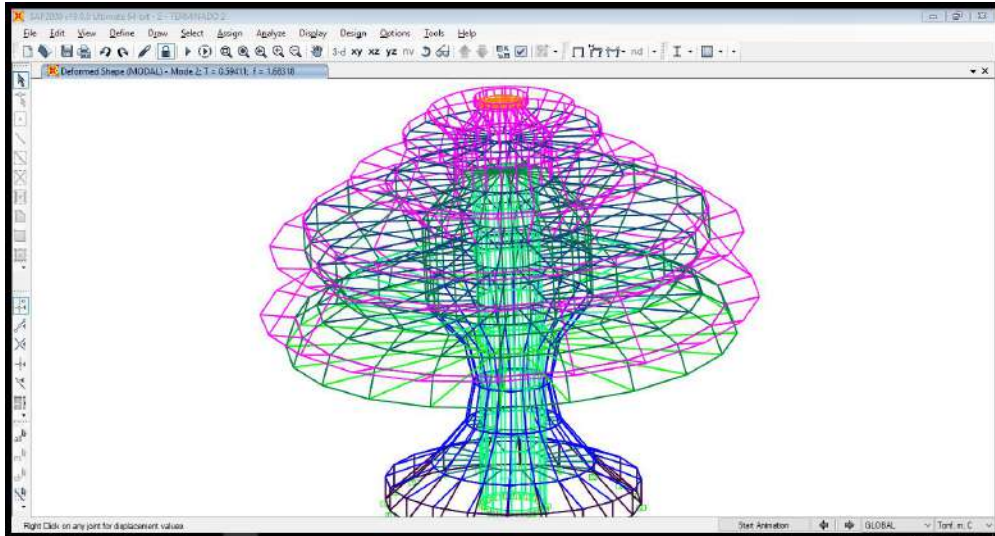


Fig. 94. Forma deformada (Modal) Modo 2 - Periodo $T=0.59411$

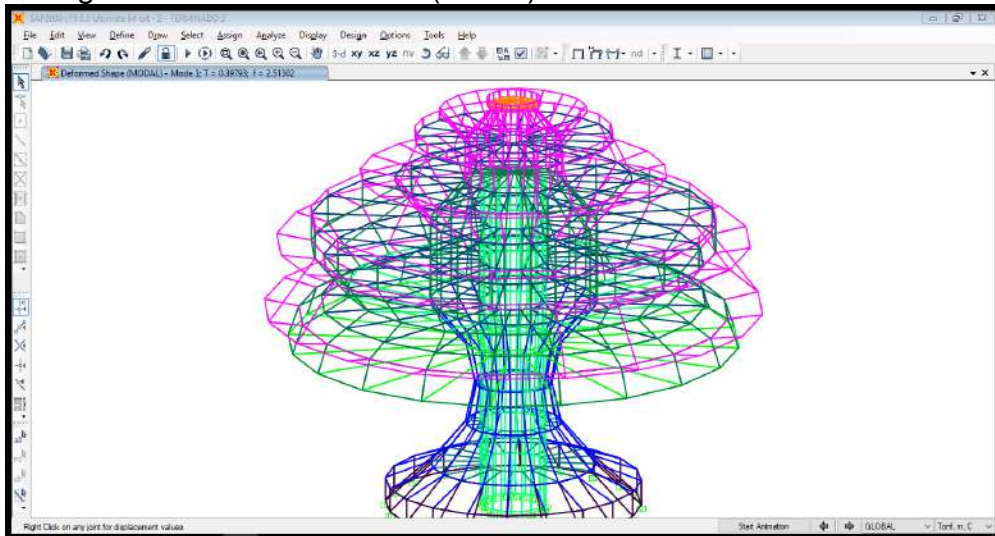


Fig. 95. Forma deformada (Modal) Modo 3 - Periodo $T=0.39793$

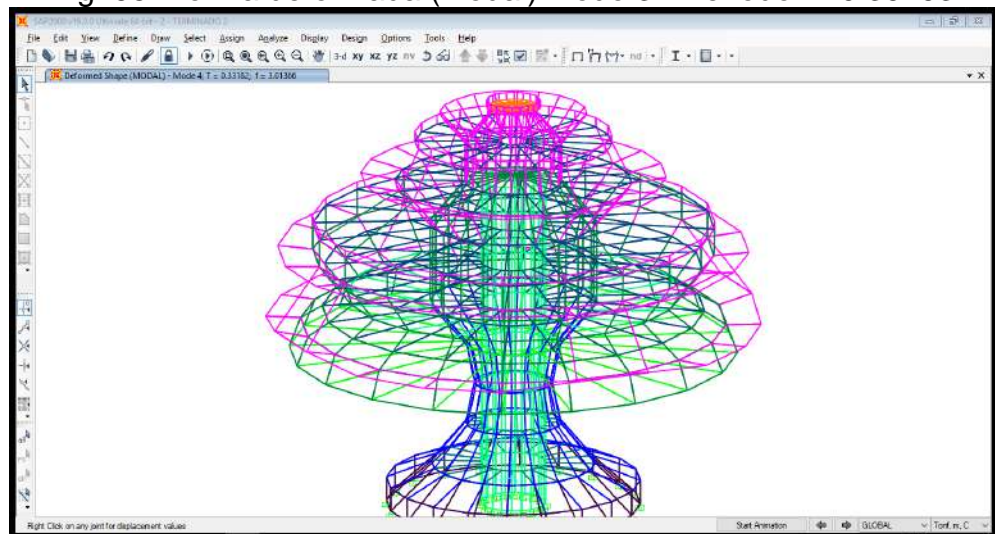


Fig. 96. Forma deformada (Modal) Modo 4 - Periodo $T=0.33182$

Verificación de los periodos fundamentales y predominantes en la estructura, verificación de las derivas.

OutputCase	StepType Text	StepNum Unitless	Period Sec	Frequency Cyc/sec	CircFreq rad/sec	Eigenvalue rad/sec2
MODAL	Mode	1	0.61723	1.62014226...	10.1796540...	103.625357...
MODAL	Mode	2	0.594114	1.68317748...	10.5757160...	111.845769...
MODAL	Mode	3	0.397928	2.51302050...	15.7897735...	249.316947...
MODAL	Mode	4	0.331823	3.01365730...	18.9353673...	358.548135...
MODAL	Mode	5	0.20259	4.93607631...	31.0142821...	961.885698...
MODAL	Mode	6	0.200457	4.98861312...	31.3443806...	982.470199...
MODAL	Mode	7	0.181055	5.52318945...	34.7032228...	1204.31367...
MODAL	Mode	8	0.180202	5.54931355...	34.8673653...	1215.73316...
MODAL	Mode	9	0.179664	5.56595198...	34.9719077...	1223.03433...
MODAL	Mode	10	0.17966	5.56607455...	34.9726778...	1223.08819...
MODAL	Mode	11	0.179576	5.56888045...	34.9890512...	1224.23370...
MODAL	Mode	12	0.177637	5.62944489...	35.3708442...	1251.09662...

Fig. 97. Periodos del análisis modal – 12 modos

OutputCase	StepType Text	StepNum Unitless	Period Sec	UX Unitless	UY Unitless	UZ Unitless	SumUX Unitless	SumUY Unitless	SumUZ Unitless	RX Unitless	RY Unitless	RZ Unitless
MODAL	Mode	1	0.61723	0.00208	0.384188	1.642E-06	0.00208	0.384188	1.642E-06	0.610186	0.000000	0.000000
MODAL	Mode	2	0.594114	0.392689	0.001745	9.622E-06	0.39477	0.385933	1.1E-05	0.003104	0.000000	0.000000
MODAL	Mode	3	0.397928	4.959E-07	7.245E-09	1.447E-08	0.39477	0.385933	1.1E-05	2.111E-06	0.000000	0.000000
MODAL	Mode	4	0.331823	3.718E-06	3.94E-07	0.418417	0.394774	0.385934	0.418428	3.338E-07	0.000000	0.000000
MODAL	Mode	5	0.20259	0.008381	0.28351	1.527E-06	0.403155	0.669444	0.41843	0.075043	0.000000	0.000000
MODAL	Mode	6	0.200457	0.262013	0.008703	1.894E-08	0.665167	0.678146	0.41843	0.002093	0.000000	0.000000
MODAL	Mode	7	0.181055	4.597E-08	2.487E-07	6.414E-08	0.665167	0.678147	0.41843	6.646E-08	0.000000	0.000000
MODAL	Mode	8	0.180202	3.172E-10	2.192E-10	9.125E-12	0.665167	0.678147	0.41843	2.619E-09	0.000000	0.000000
MODAL	Mode	9	0.179664	2.724E-07	2.005E-06	2.395E-08	0.665168	0.678149	0.41843	8.312E-07	0.000000	0.000000
MODAL	Mode	10	0.17966	2.195E-06	4.922E-07	3.758E-09	0.66517	0.678149	0.41843	1.859E-07	0.000000	0.000000
MODAL	Mode	11	0.179576	1.535E-08	1.2E-08	2.611E-12	0.66517	0.678149	0.41843	3.443E-09	0.000000	0.000000
MODAL	Mode	12	0.177637	4.939E-09	1.056E-07	0.000815	0.66517	0.678149	0.419245	5.878E-08	0.000000	0.000000

Fig. 98. Modos de análisis predominantes en la edificación, periodos fundamentales resaltadas en la figura del resultado del análisis, la participación de la masa en cada modo es T1=0.617seg con 38.4% y T2=0.594seg con 39.3%

2.5.2.2 Análisis de Respuesta Espectral

2.5.2.2.1 Espectro de Respuesta de Diseño

Visualización de las deformadas debido al espectro de respuesta sísmica

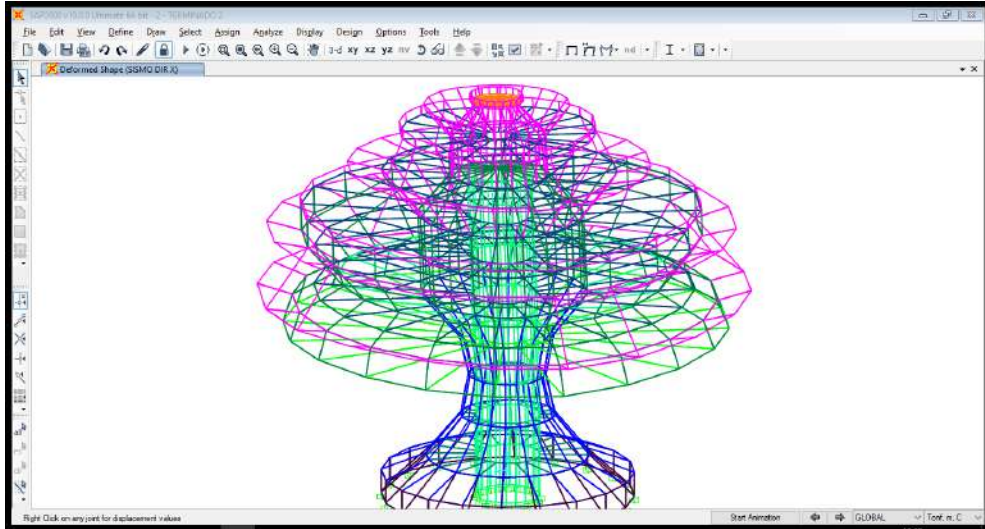


Fig. 99. Forma deformada por sismo dirección x

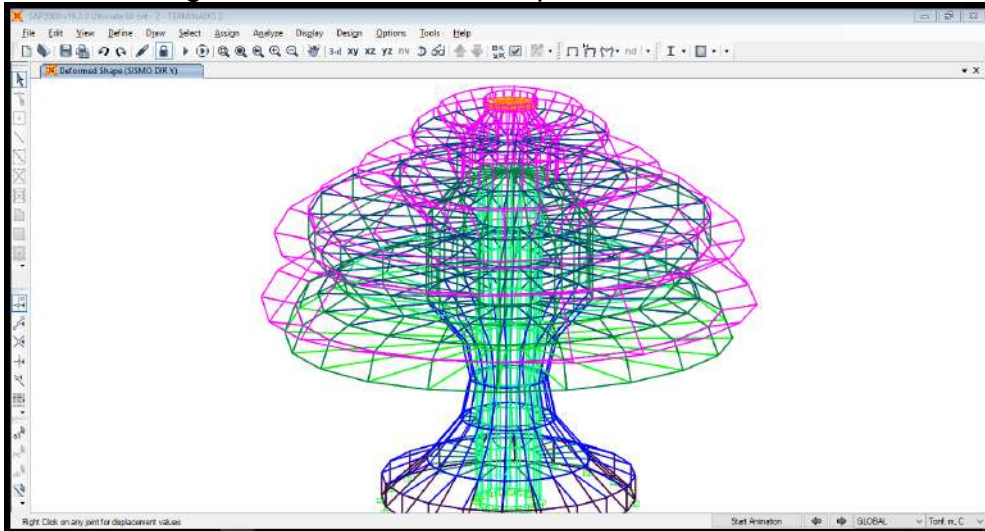


Fig. 100. Forma deformada por sismo dirección y

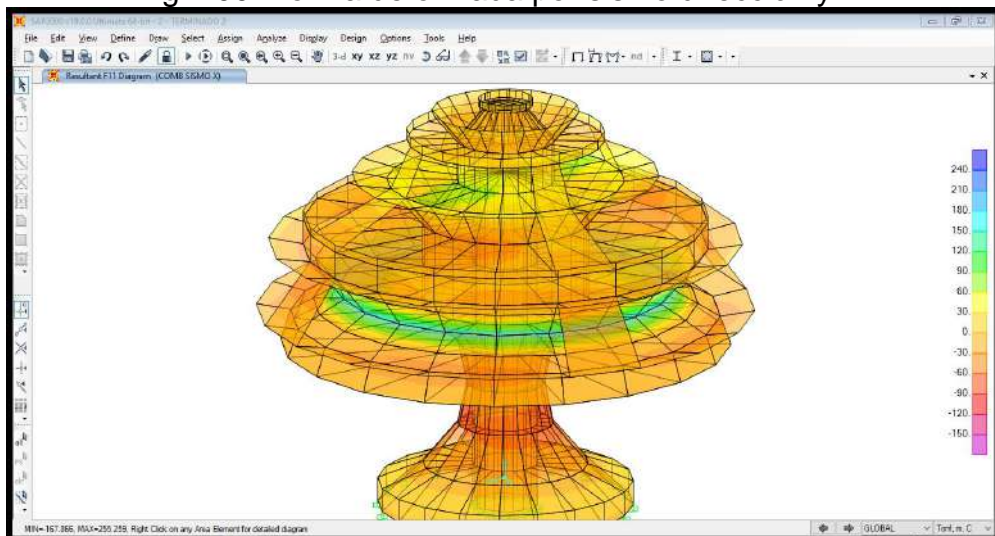


Fig. 101. Diagrama de fuerzas resultantes – Combo de sismo x

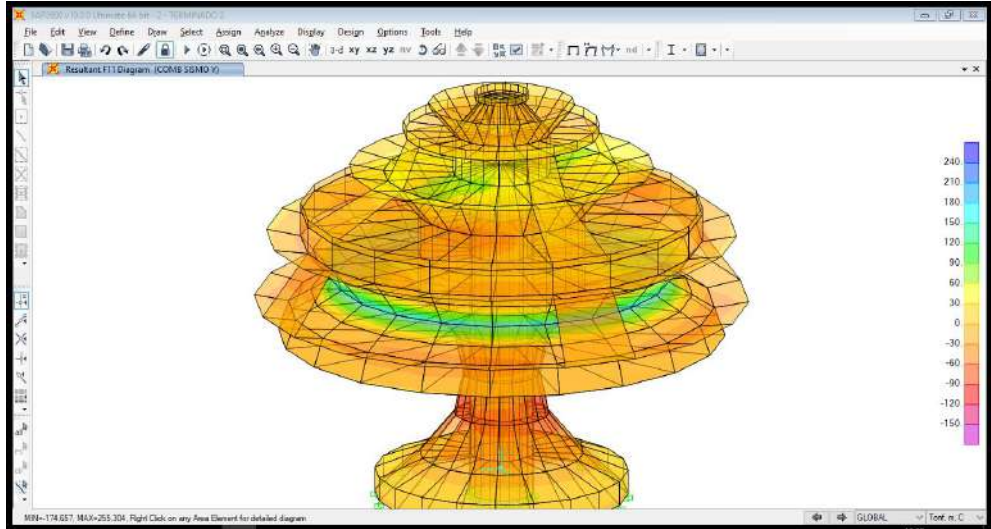


Fig. 102. Diagrama de fuerzas resultantes – Combo de sismo y

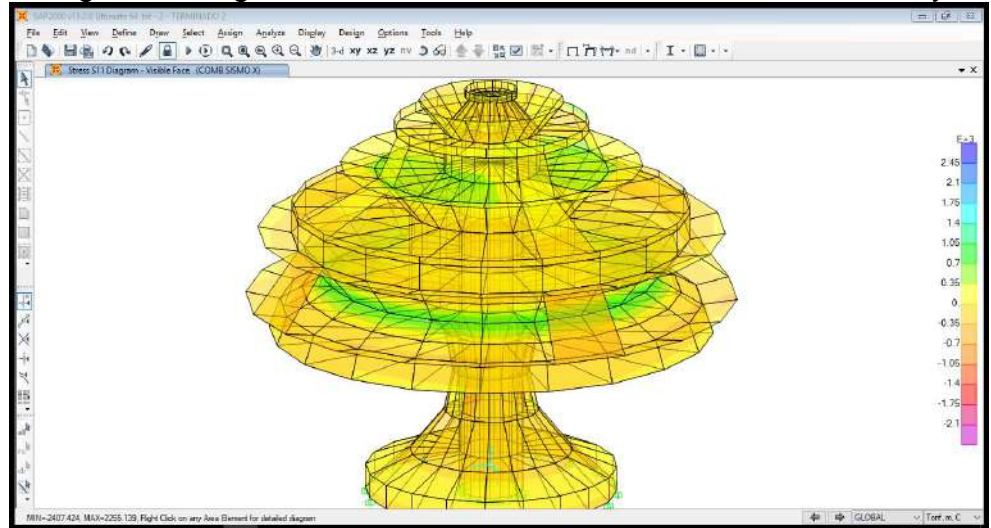


Fig. 103. Diagrama de tensión cara visible – Combo de sismo x

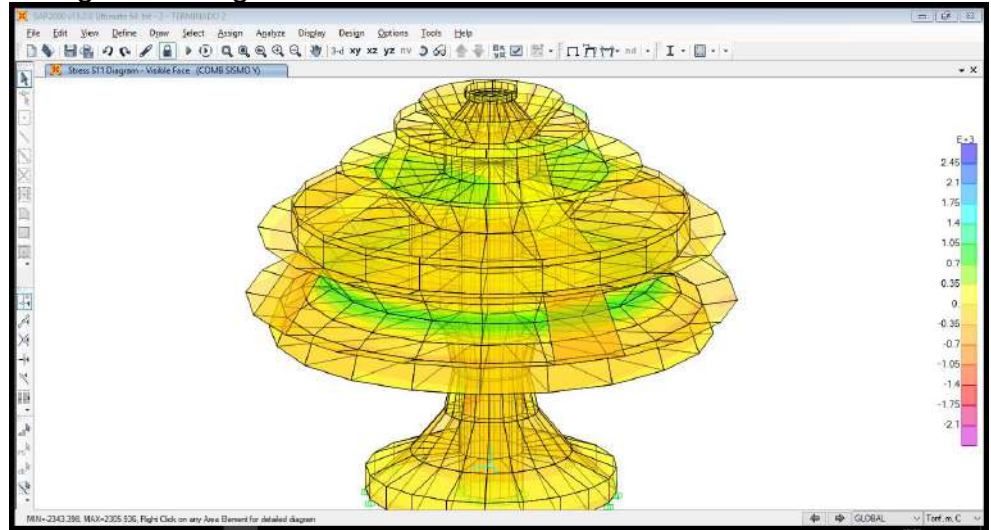


Fig. 104. Diagrama de tensión cara visible – Combo de sismo y

2.5.2.2 Respuestas Modales

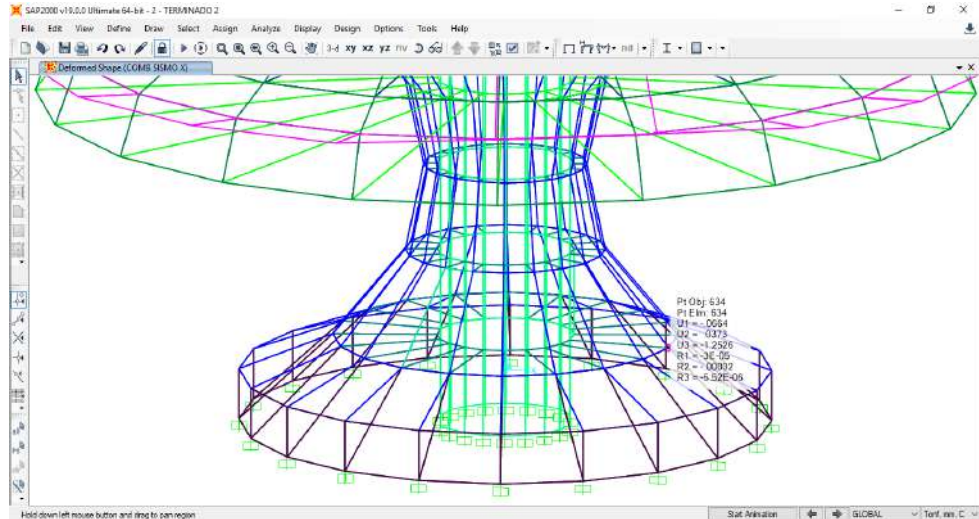


Fig. 105. Desplazamiento máximo en el piso 1 por el caso de carga Combo sismo x, $UX=0.0664$

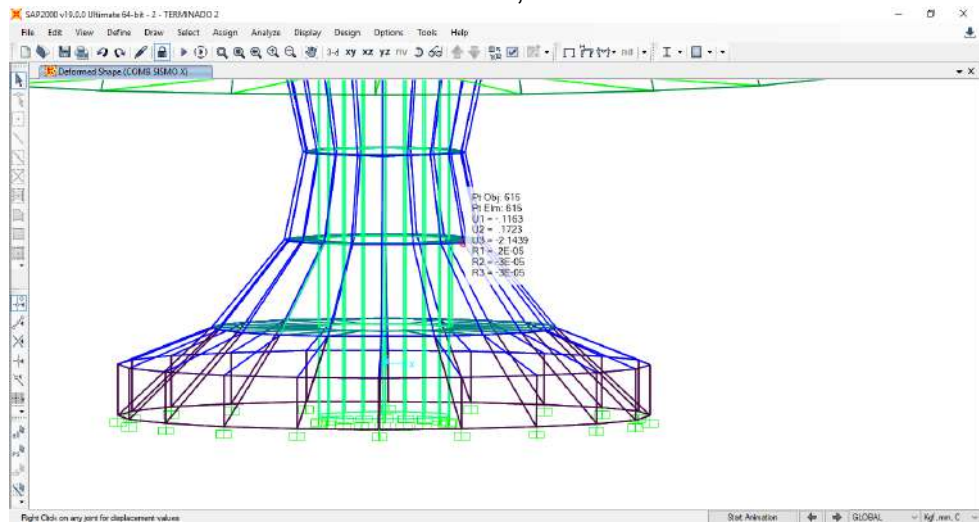


Fig. 106. Desplazamiento máximo en el piso 2 por la caso de carga Combo sismo x, $UX=0.1163$

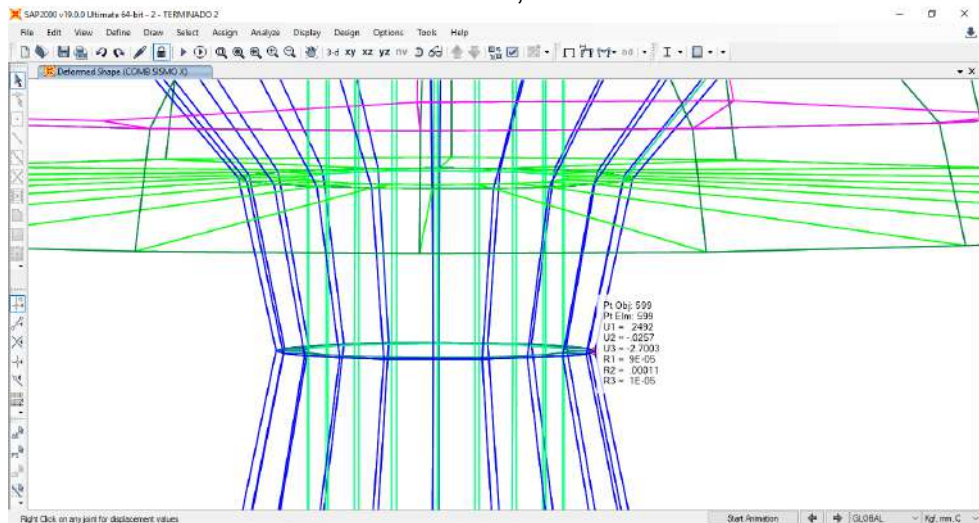


Fig. 107. Desplazamiento máximo en el piso 3 por la caso de carga Combo sismo x, $UX=0.2492$

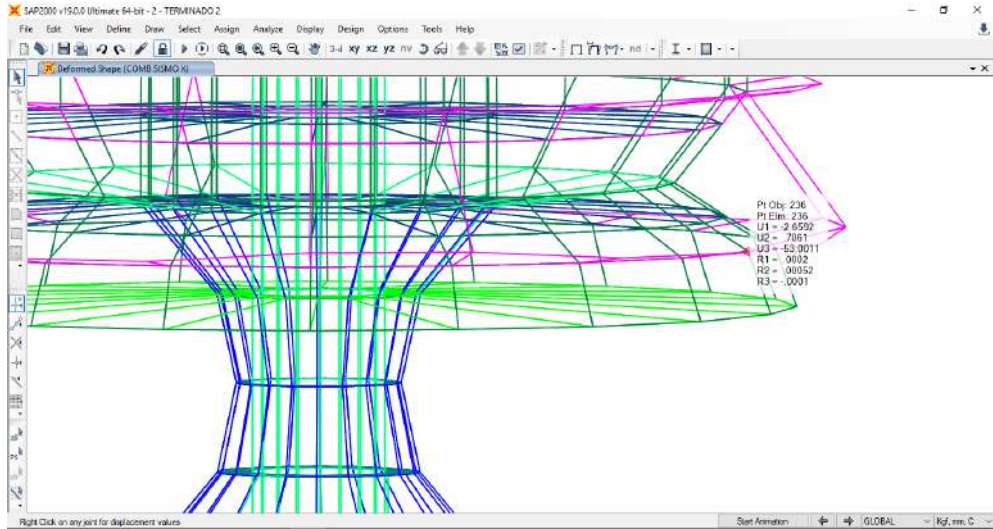


Fig. 108. Desplazamiento máximo en el piso 4 por la caso de carga Combo sismo x, $UX=2.6592$

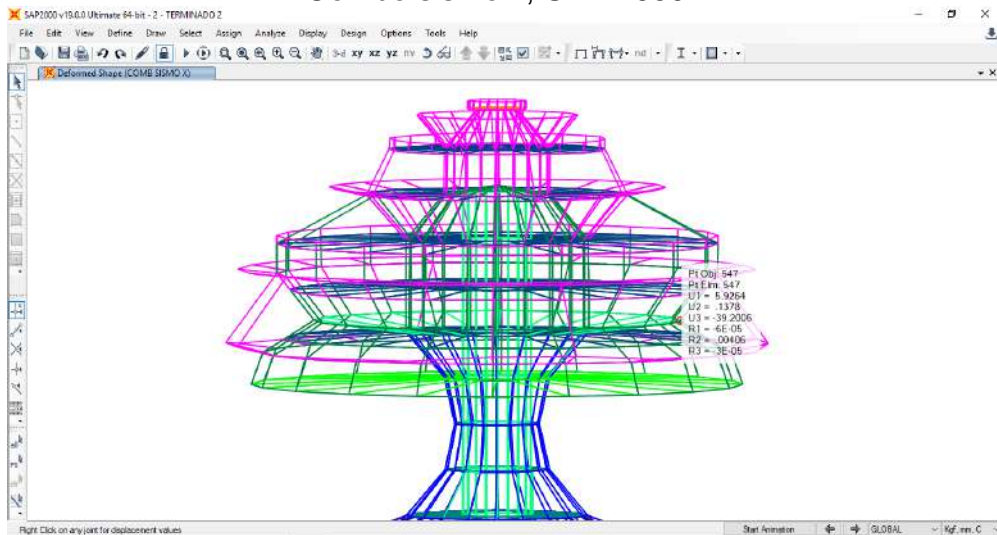


Fig. 109. Desplazamiento máximo en el piso 5 por la caso de carga Combo sismo x, $UX=05.9264$

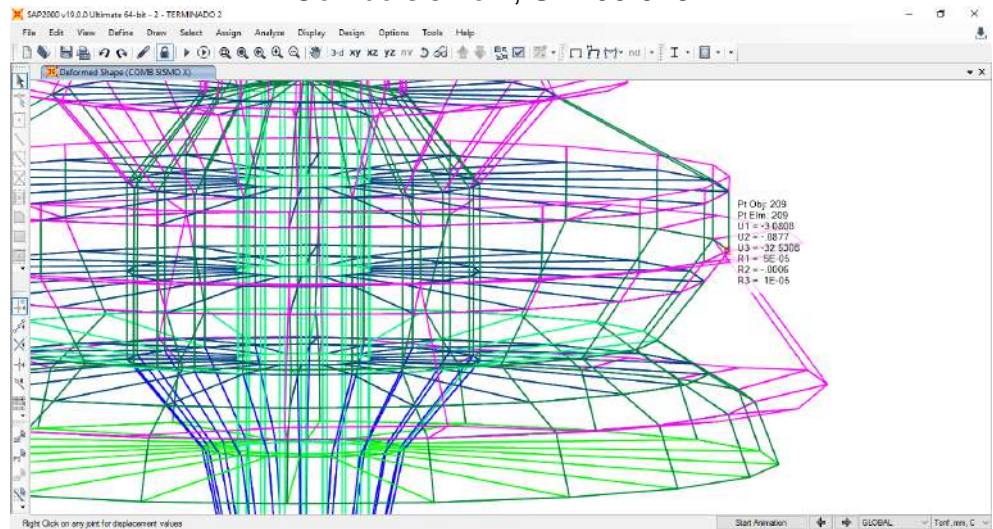


Fig. 110. Desplazamiento máximo en el piso 6 por la caso de carga Combo sismo x, $UX=3.0808$

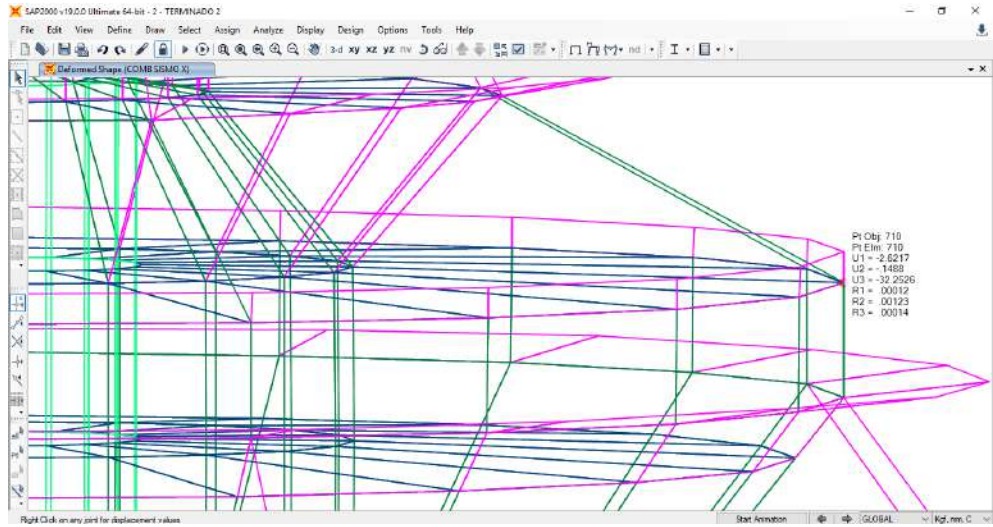


Fig. 111. Desplazamiento máximo en el piso 7 por la caso de carga Combo sismo x, $UX=2.6217$

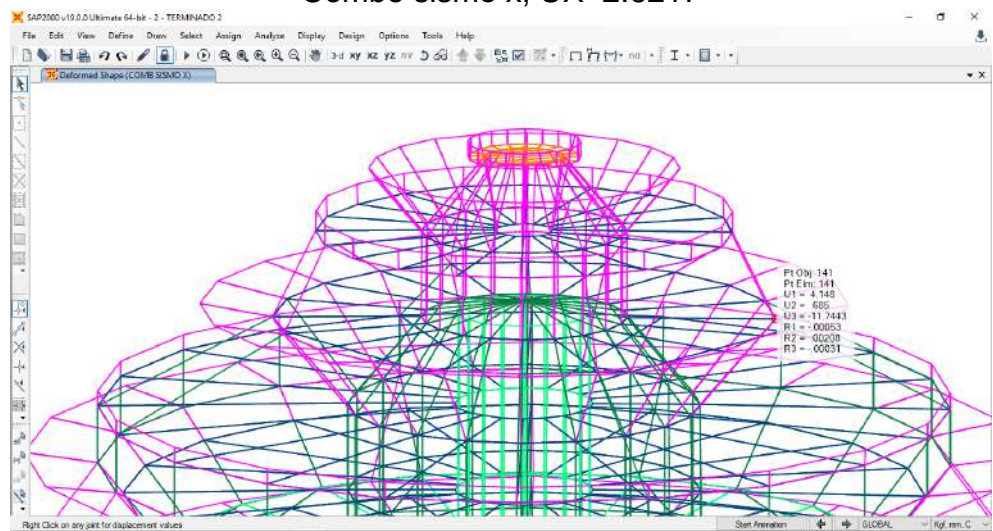


Fig. 112. Desplazamiento máximo en el piso 8 por la caso de carga Combo sismo x, $Ux=4.148$

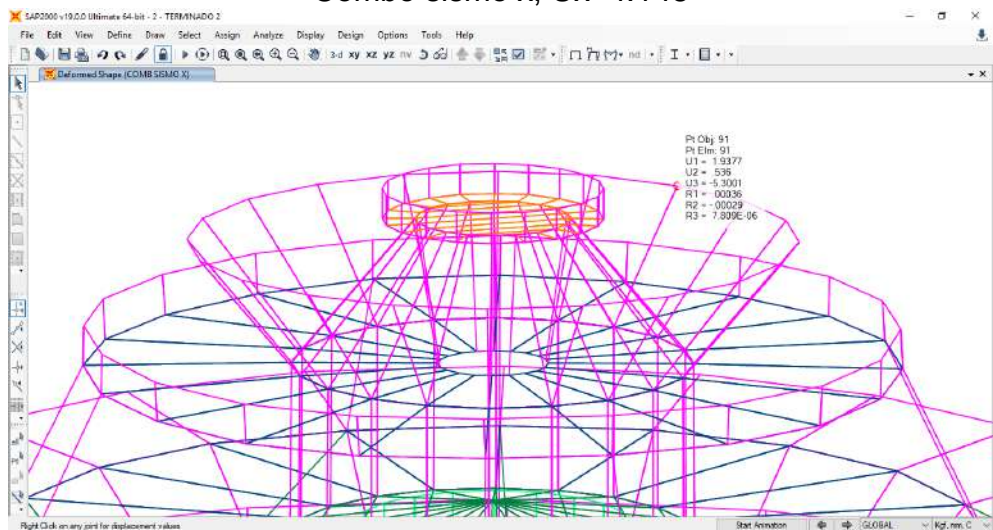


Fig. 113. Desplazamiento máximo en el piso 9 por la caso de carga Combo sismo x, $UX=1.9377$

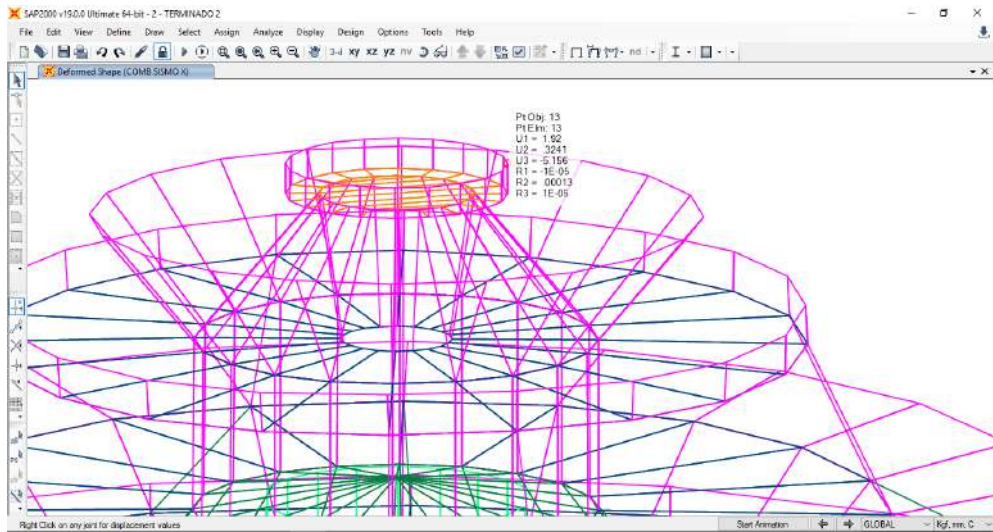


Fig. 114. Desplazamiento máximo en el piso 10 por la caso de carga Combo sismo x, UX=1.92

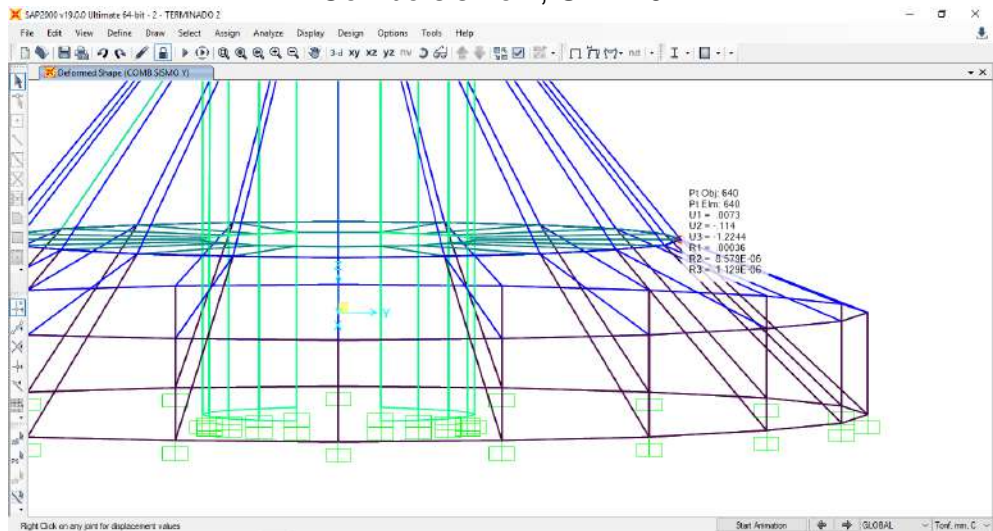


Fig. 115. Desplazamiento máximo en el piso 1 por la caso de carga Combo sismo y, UY=0.114

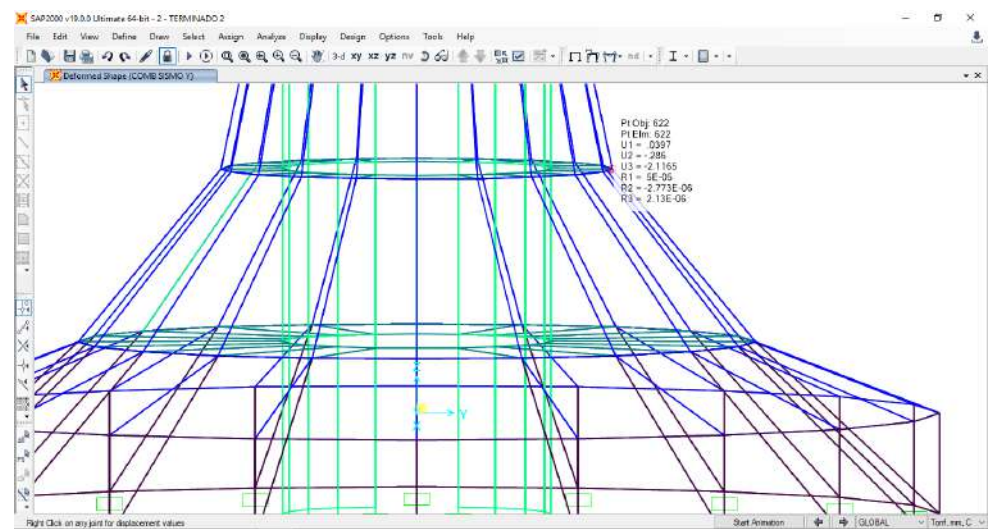


Fig. 116. Desplazamiento máximo en el piso 2 por la caso de carga Combo sismo y, UY=0.286

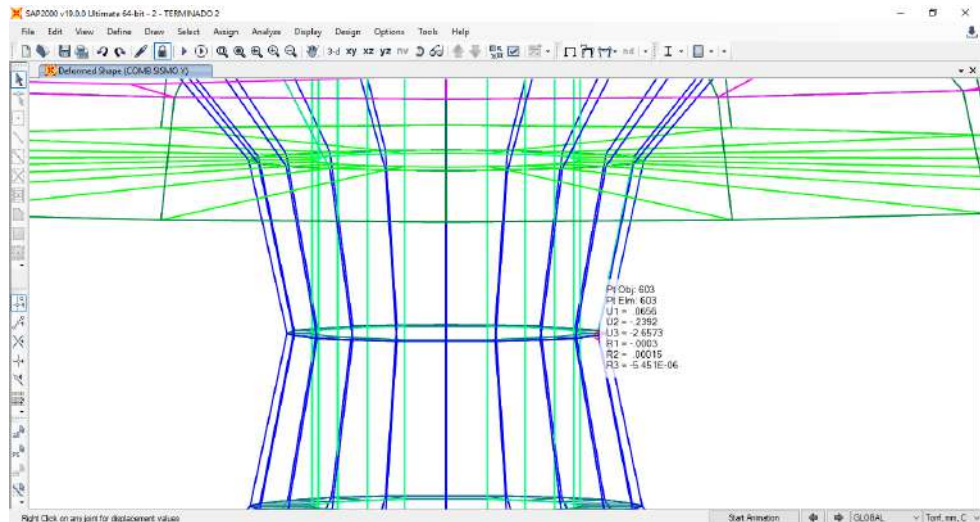


Fig. 117. Desplazamiento máximo en el piso 3 por el caso de carga Combo sismo y, $UY=0.2392$

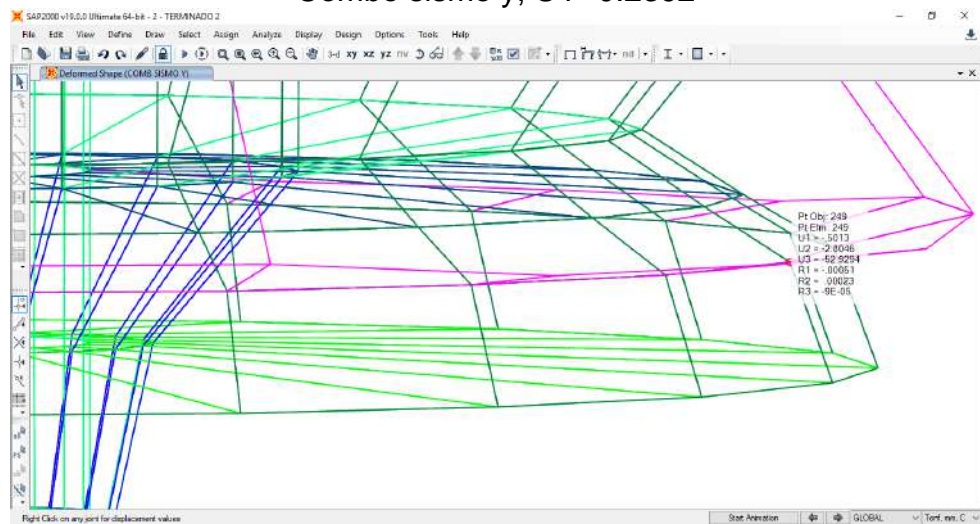


Fig. 118. Desplazamiento máximo en el piso 4 por la caso de carga Combo sismo y, $UY=2.8046$

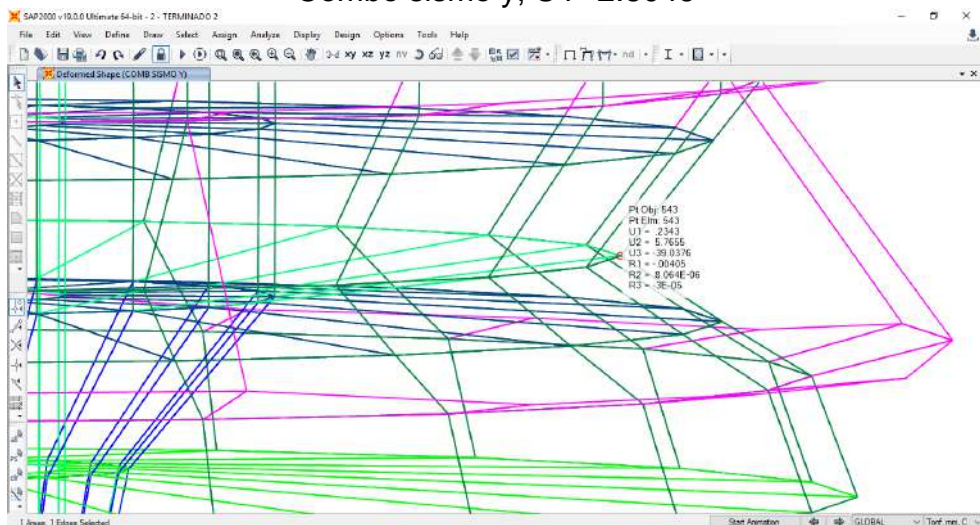


Fig. 119. Desplazamiento máximo en el piso 5 por la caso de carga Combo sismo y, $UY=5.7655$

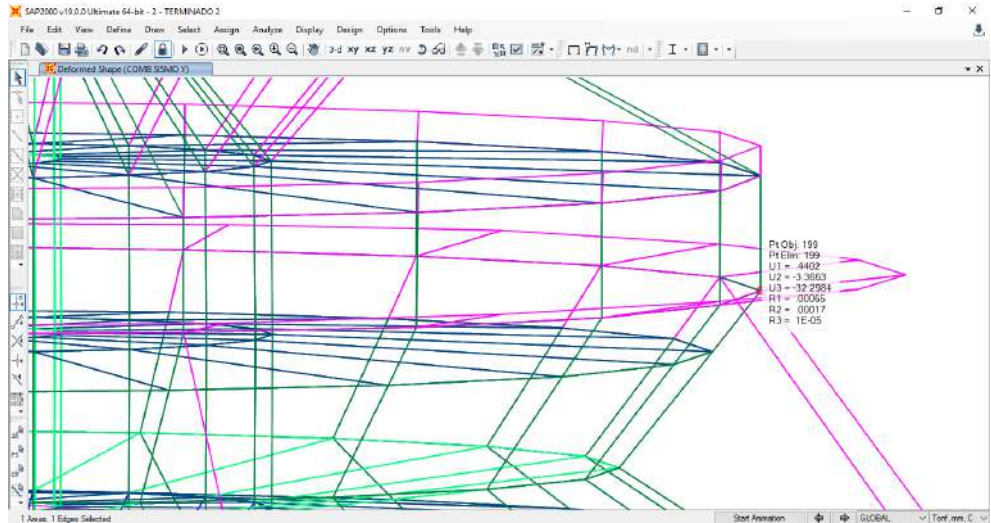


Fig. 120. Desplazamiento máximo en el piso 6 por la caso de carga Combo sismo y, $UY=3.3663$

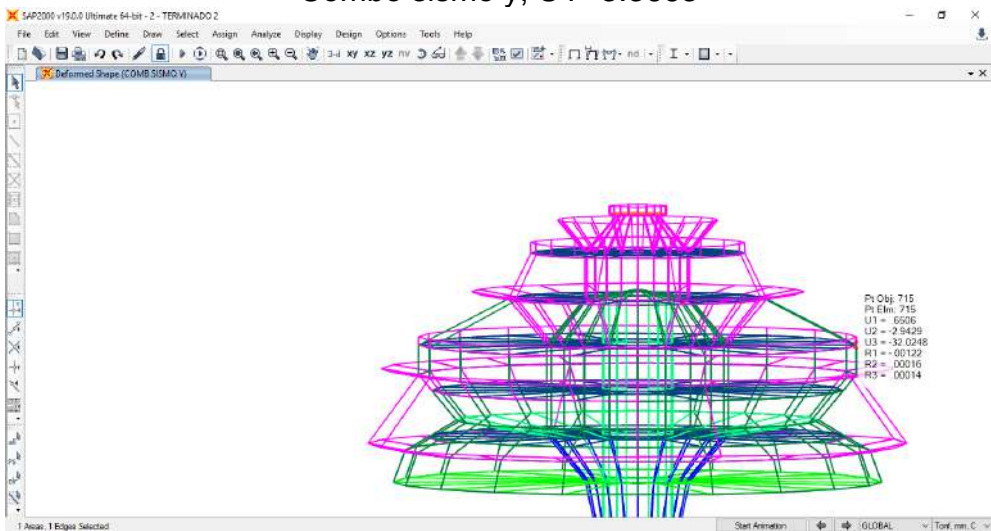


Fig. 121. Desplazamiento máximo en el piso 7 por la caso de carga Combo sismo y, $UY=2.9429$

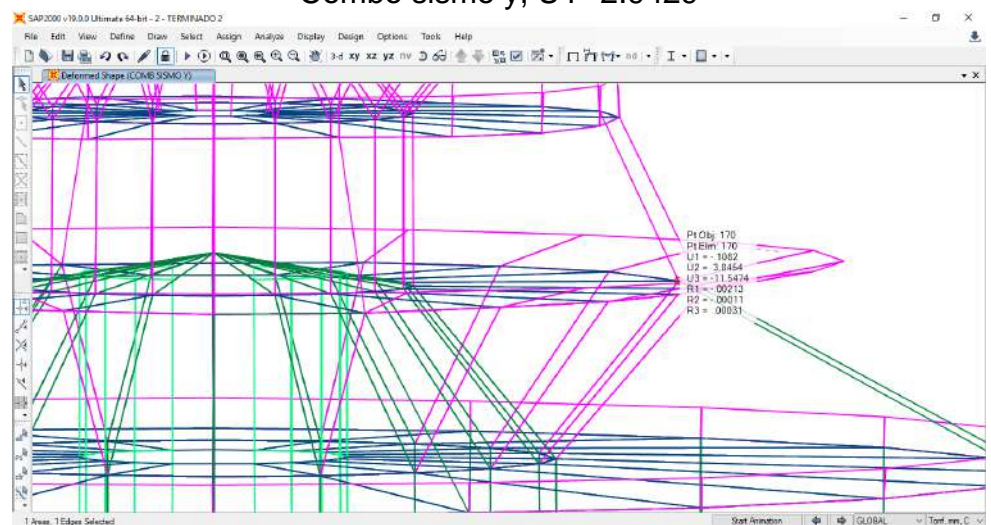


Fig. 122. Desplazamiento máximo en el piso 8 por la caso de carga Combo sismo y, $UY=3.8454$

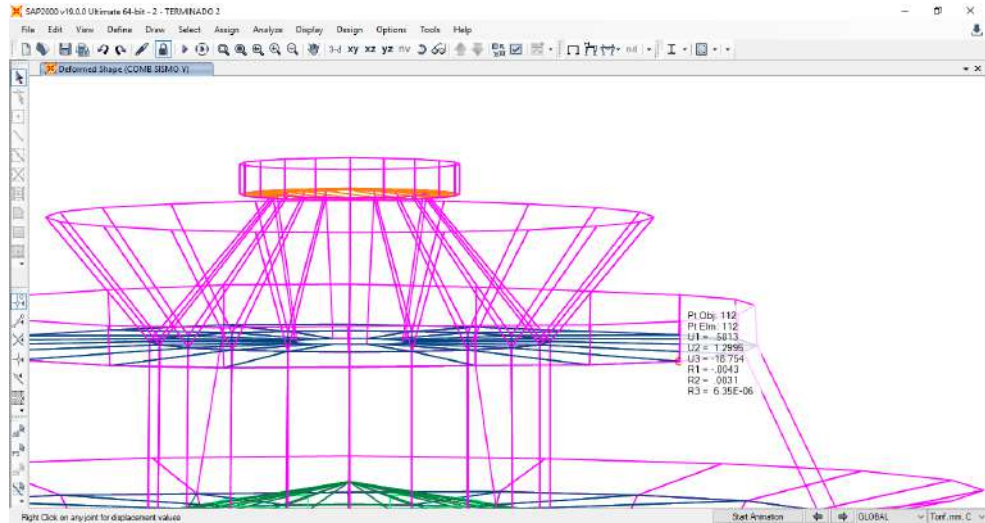


Fig.123. Desplazamiento máximo en el piso 9 por la caso de carga Combo sismo y, UY=1.2995

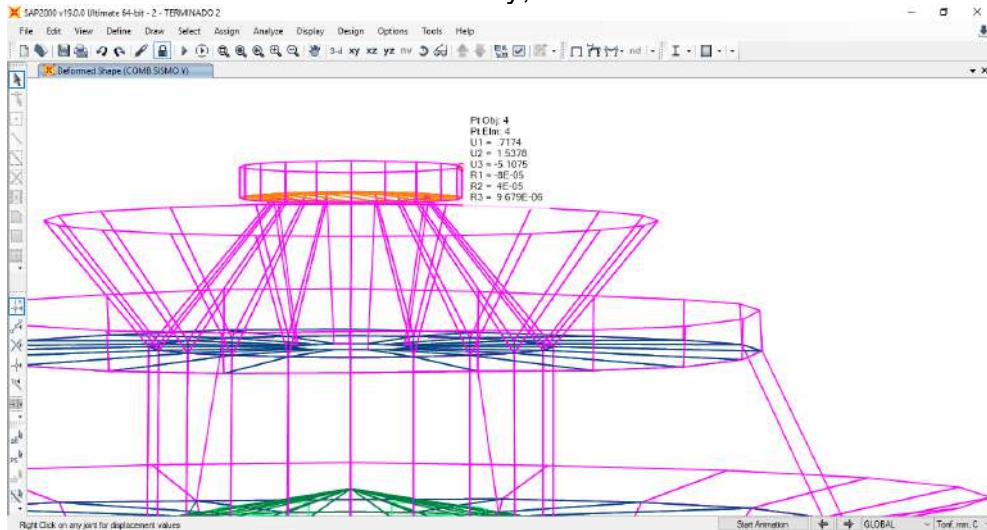


Fig. 124. Desplazamiento máximo en el piso 10 por la caso de carga Combo sismo y, UY=1.5378

TABLA DE VERIFICACION DE DERIVAS DE LA EDIFICACIÓN								
Piso	Ux	Uy	Drift x	Drift Y	Drift Total	0.75*6*Drift	Max	Verificación
PISO 1	6.6E-05	0.00011	2.2E-05	3.8E-05	4.4E-05	0.0002	0.007	Si Cumple
PISO 2	0.00012	0.00029	1.7E-05	5.7E-05	6E-05	0.0003	0.007	Si Cumple
PISO 3	0.00025	0.00024	4.4E-05	1.6E-05	4.7E-05	0.0002	0.007	Si Cumple
PISO 4	0.00266	0.0028	0.0008	0.00086	0.00117	0.0053	0.007	Si Cumple
PISO 5	0.00593	0.00577	0.00109	0.00099	0.00147	0.0066	0.007	Si Cumple
PISO 6	0.00308	0.00337	0.00095	0.0008	0.00124	0.0056	0.007	Si Cumple
PISO 7	0.00262	0.00294	0.00015	0.00014	0.00021	0.0009	0.007	Si Cumple
PISO 8	0.00415	0.00385	0.00051	0.0003	0.00059	0.0027	0.007	Si Cumple
PISO 9	0.00194	0.0013	0.00074	0.00085	0.00112	0.0051	0.007	Si Cumple
PISO 10	0.00192	0.00154	5.9E-06	7.9E-05	8E-05	0.0004	0.007	Si Cumple

Fig. 125. Verificación de las derivas (Drift) de la estructura, se consideró la norma y las combinaciones de carga de sismo para la respectiva verificación: siendo 0.75xR y R=6.

2.5.3 Resultados de Fuerzas, Momentos y Esfuerzos

2.5.3.1 Diagrama de fuerzas resultantes

A continuación se muestran los diagramas de fuerza resultantes por los diferentes casos de análisis.

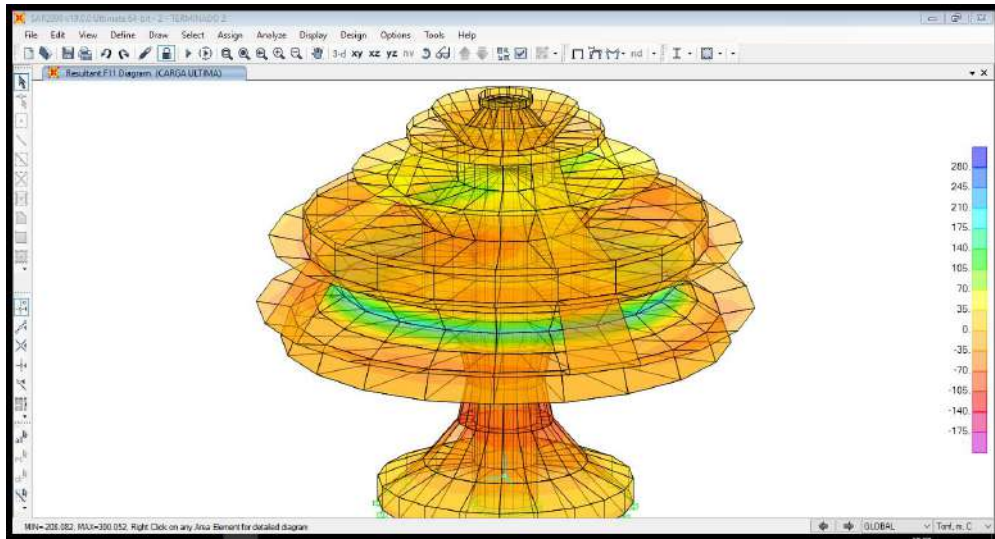


Fig. 126. Diagrama de fuerzas resultantes – Combo de carga ultima

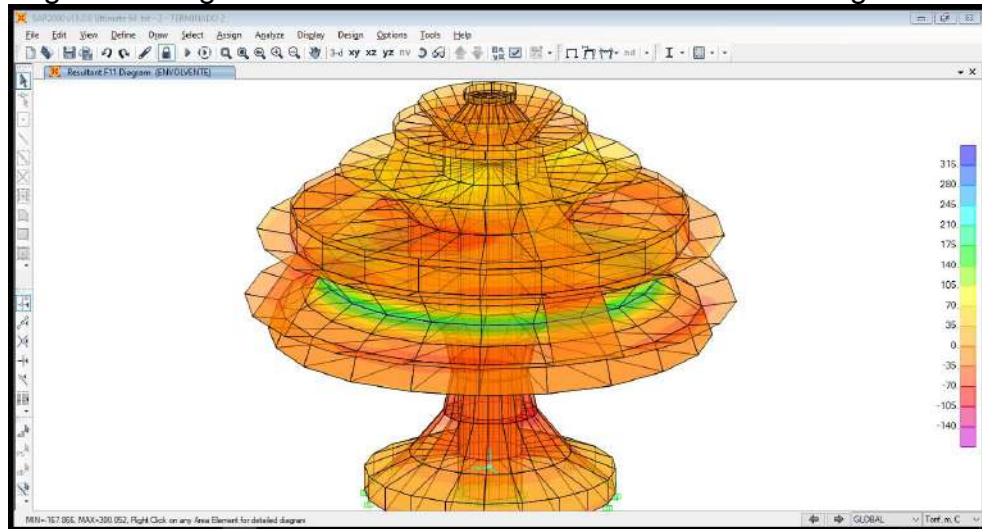


Fig. 127. Diagrama de fuerzas resultantes – Envolverte

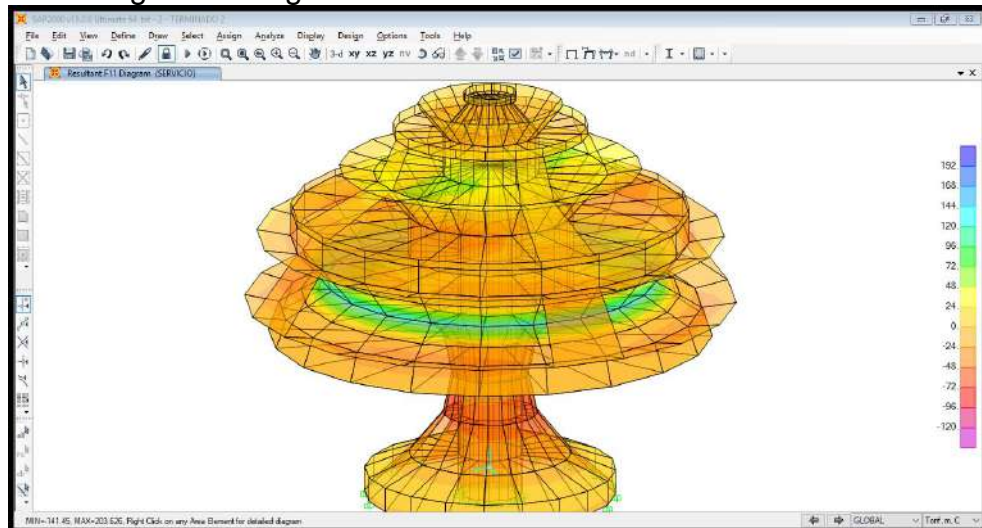


Fig. 128. Diagrama de fuerzas resultantes – Combo de carga de servicio

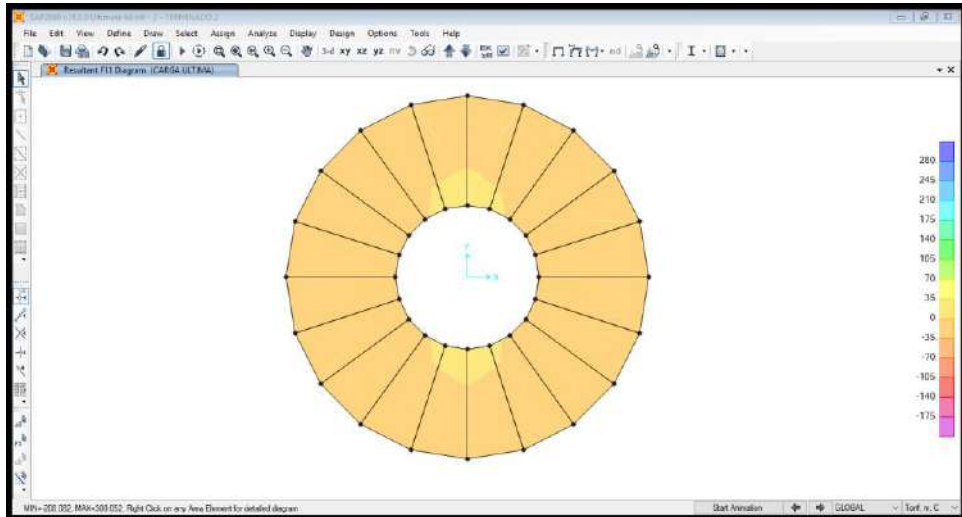


Fig. 129. Diagrama de fuerzas resultantes – Combo de carga ultimo – nivel 1

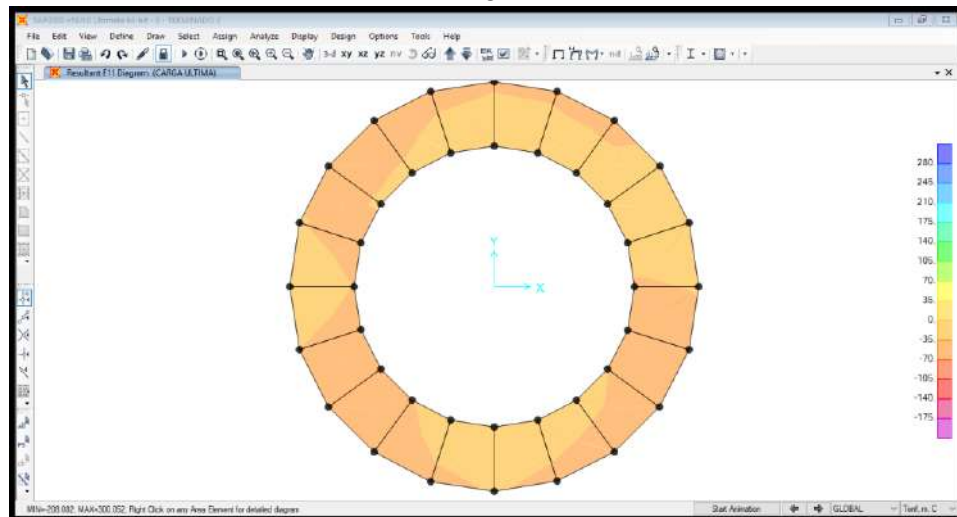


Fig. 130. Diagrama de fuerzas resultantes – Combo de carga ultimo – nivel 2

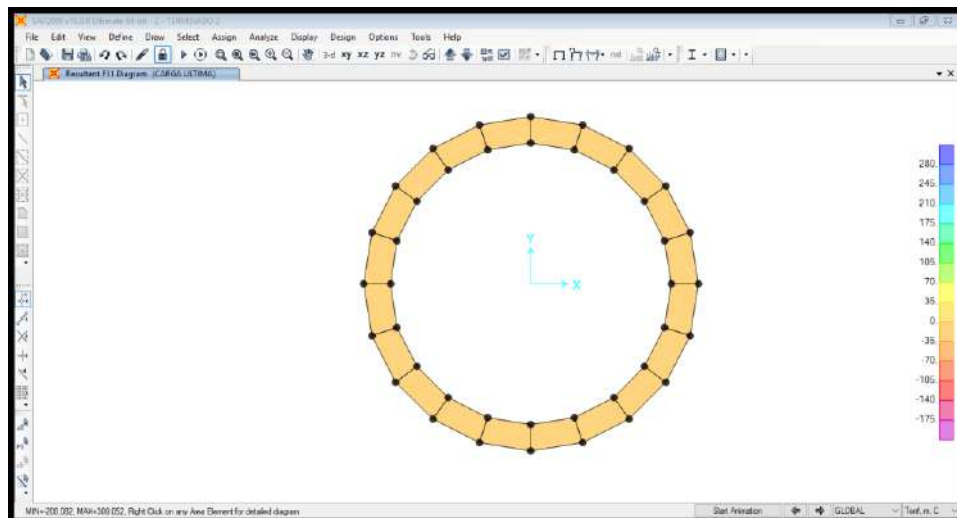


Fig. 131. Diagrama de fuerzas resultantes – Combo de carga ultimo – nivel 3

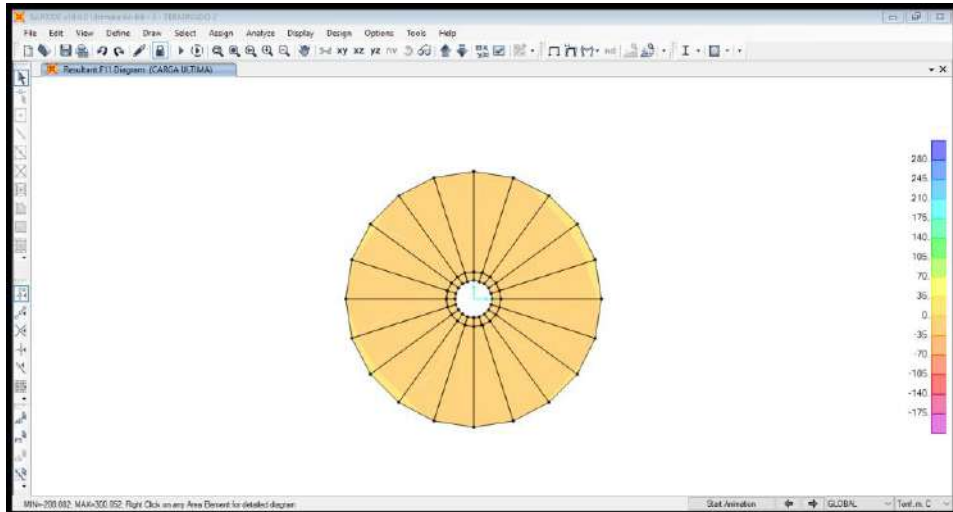


Fig. 132. Diagrama de fuerzas resultantes – Combo de carga ultimo – nivel 4

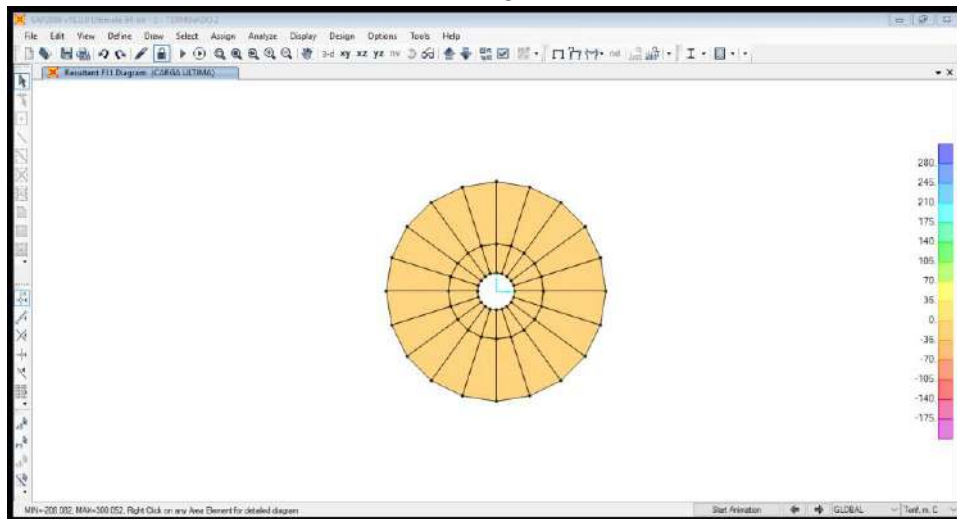


Fig. 133. Diagrama de fuerzas resultantes – Combo de carga ultimo nivel 5

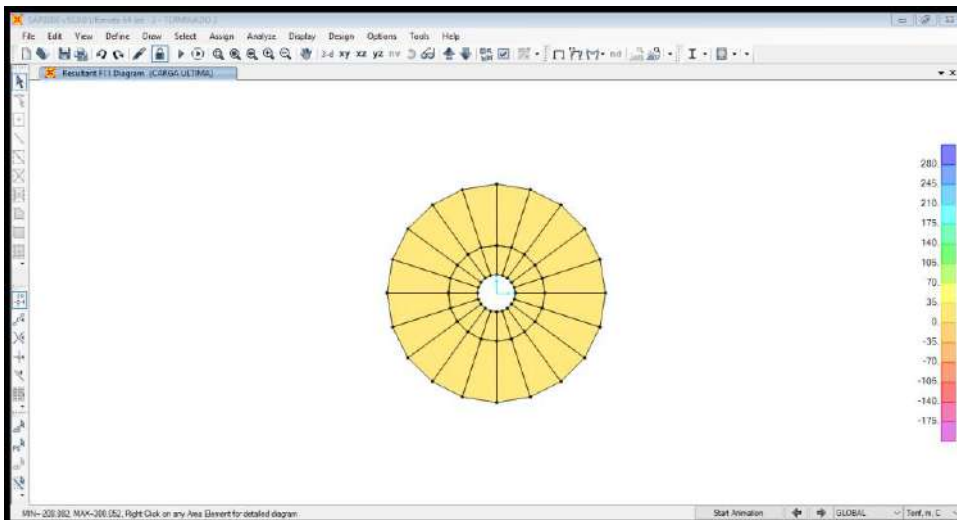


Fig. 134. Diagrama de fuerzas resultantes – Combo de carga ultimo – nivel 6

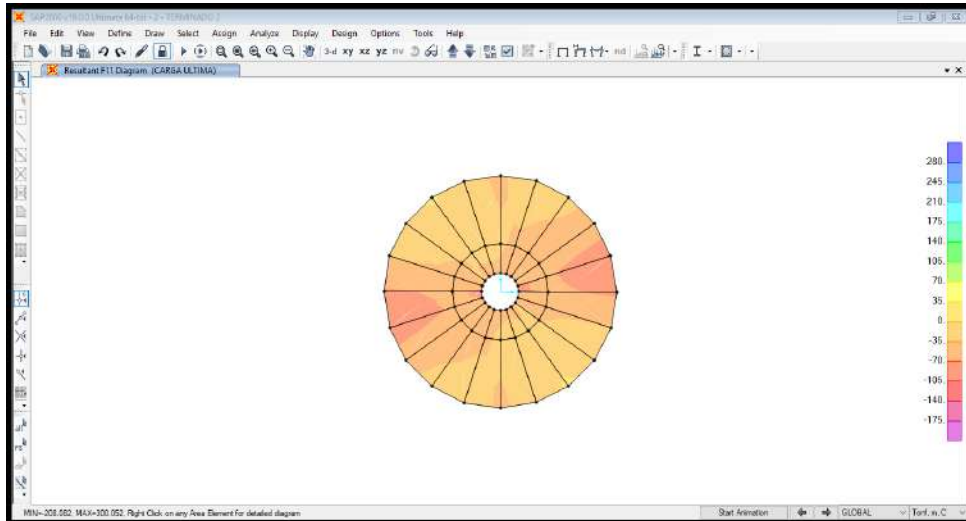


Fig. 135. Diagrama de fuerzas resultantes – Combo de carga ultimo – nivel 7

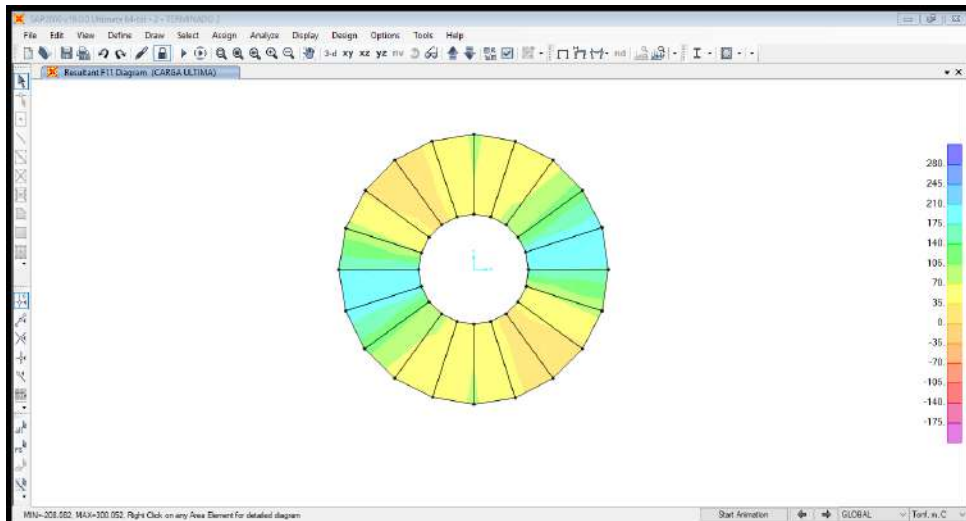


Fig. 136. Diagrama de fuerzas resultantes – Combo de carga ultimo – nivel 8

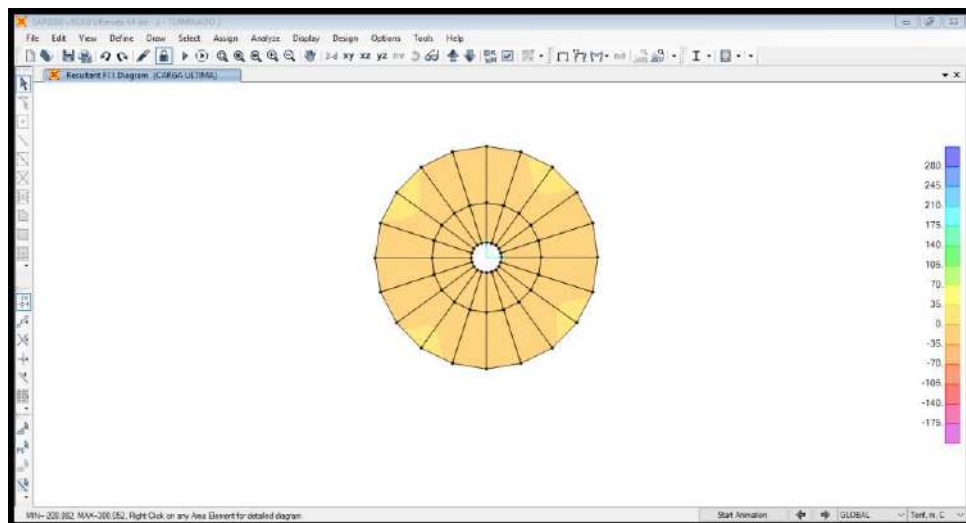


Fig. 137. Diagrama de fuerzas resultantes – Combo de carga ultimo – nivel 9

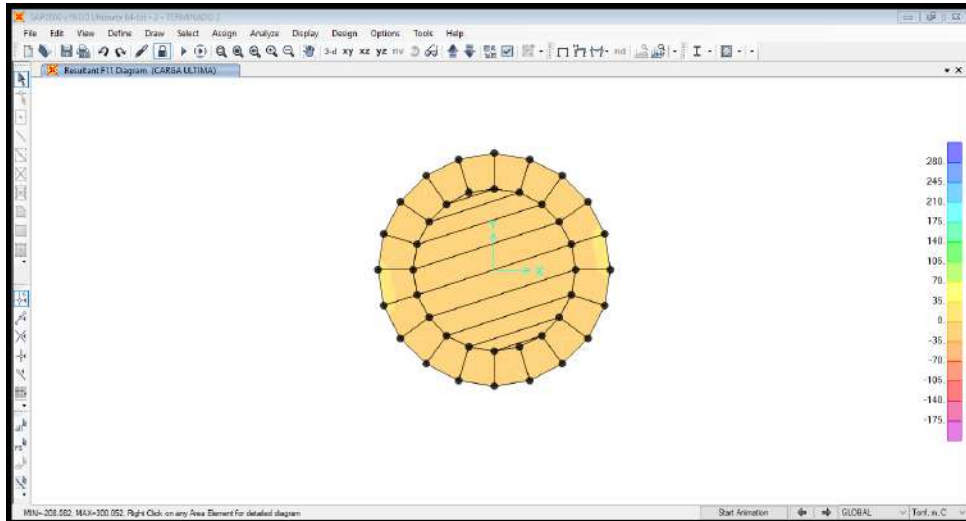


Fig. 138. Diagrama de fuerzas resultantes – Combo de carga ultimo – nivel 10

2.5.3.2 Diagrama de Momentos resultantes

A continuación se muestran los diagramas de Momentos resultantes por los diferentes casos de análisis.

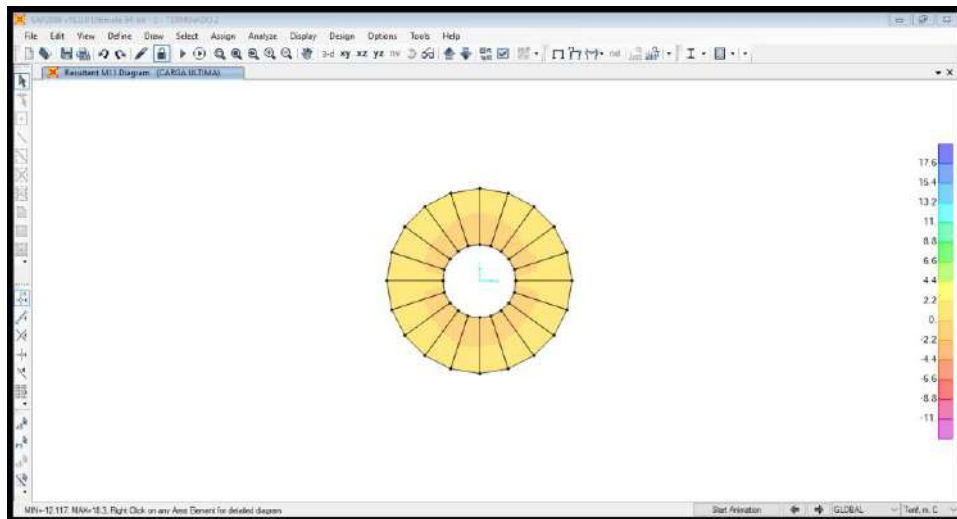


Fig. 139. Diagrama de momentos resultantes – Combo de carga ultimo – nivel 1

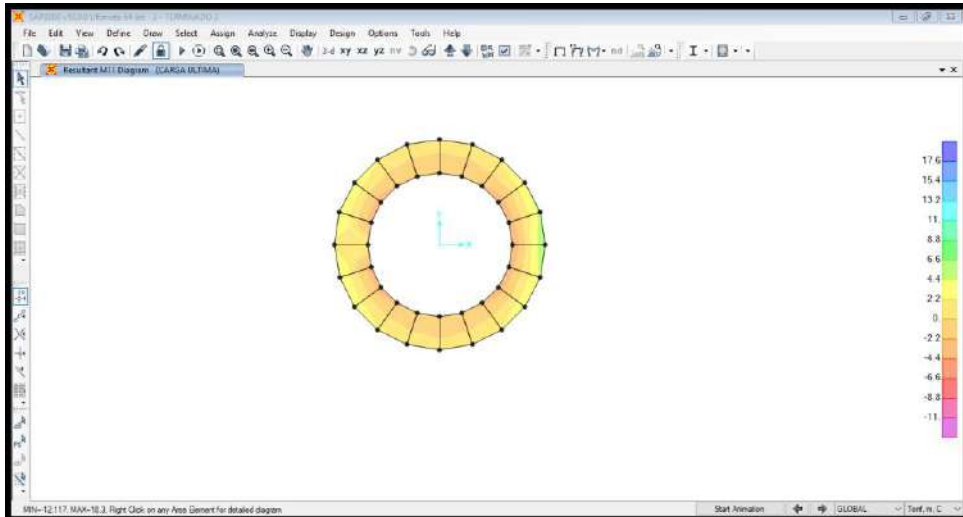


Fig. 140. Diagrama de momentos resultantes – Combo de carga ultimo – nivel 2

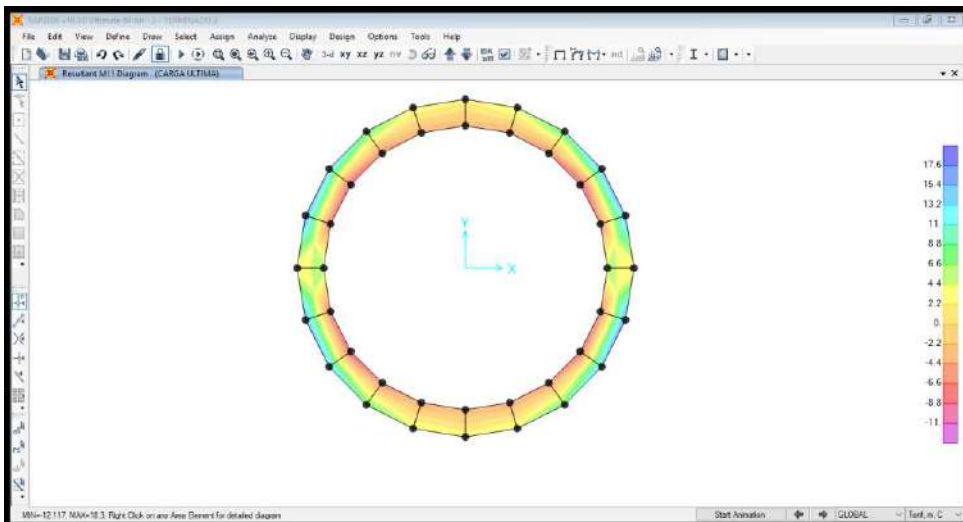


Fig. 141. Diagrama de momentos resultantes – Combo de carga ultimo – nivel 3

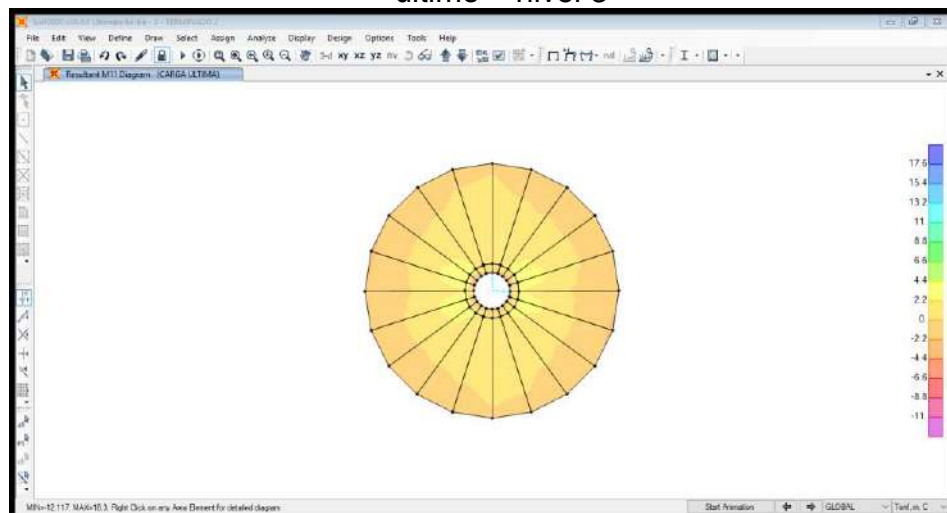


Fig. 142. Diagrama de momentos resultantes – Combo de carga ultimo – nivel 4

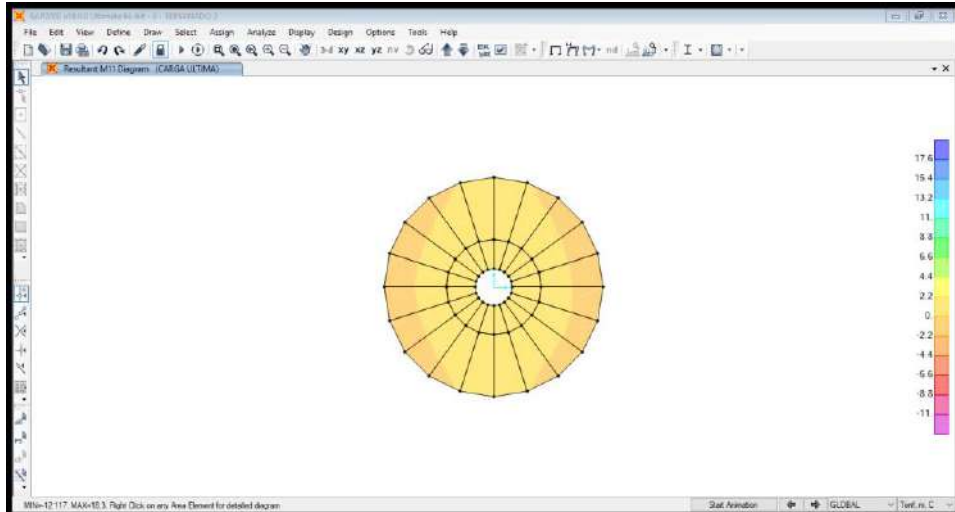


Fig. 143. Diagrama de momentos resultantes – Combo de carga ultimo – nivel 5

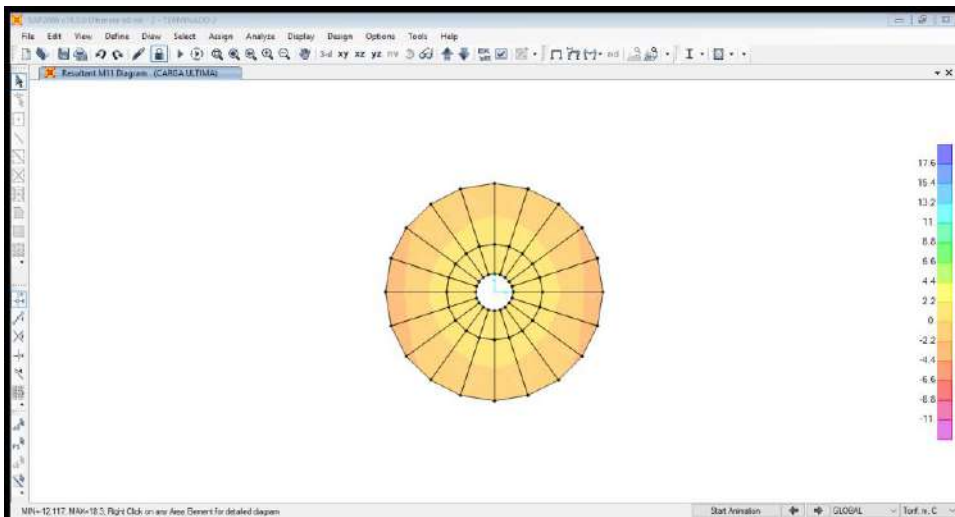


Fig. 144. Diagrama de momentos resultantes – Combo de carga ultimo – nivel 6

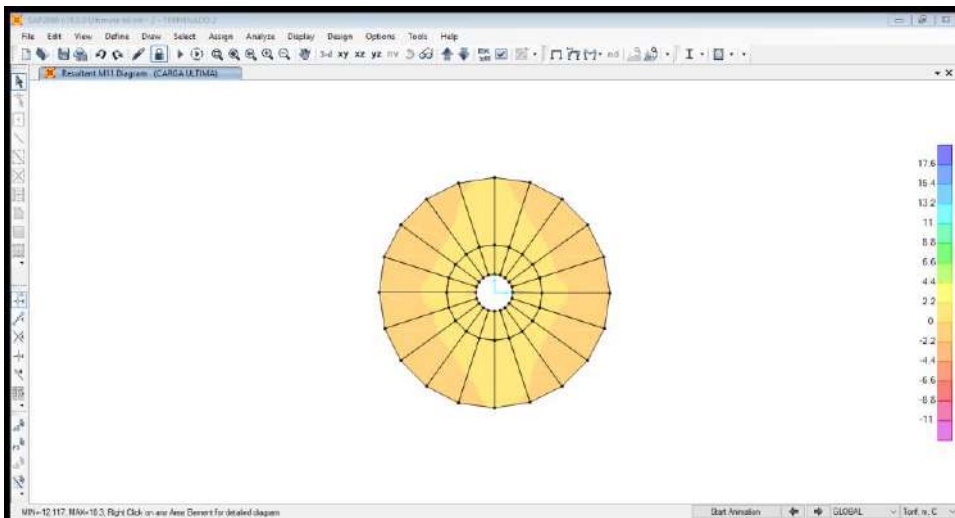


Fig. 145. Diagrama de momentos resultantes – Combo de carga ultimo – nivel 7

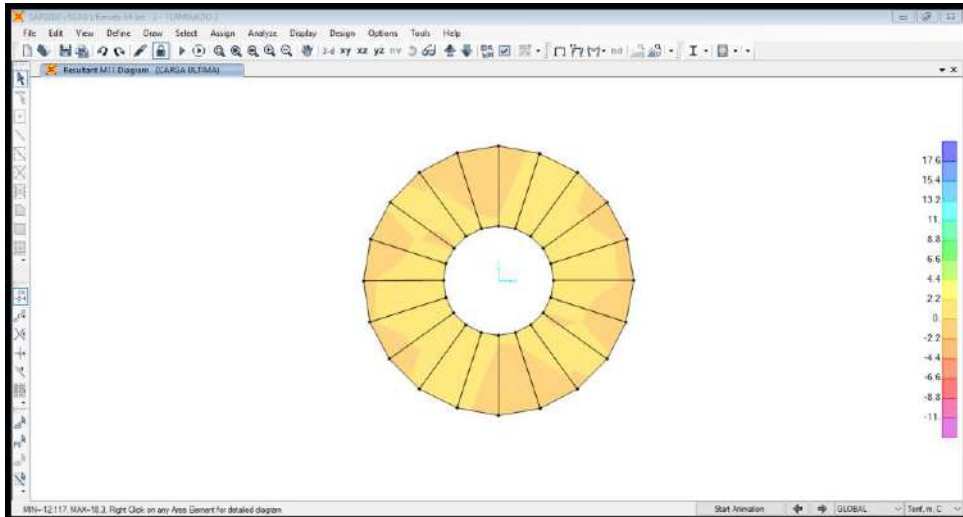


Fig. 146. Diagrama de momentos resultantes – Combo de carga ultimo – nivel 8

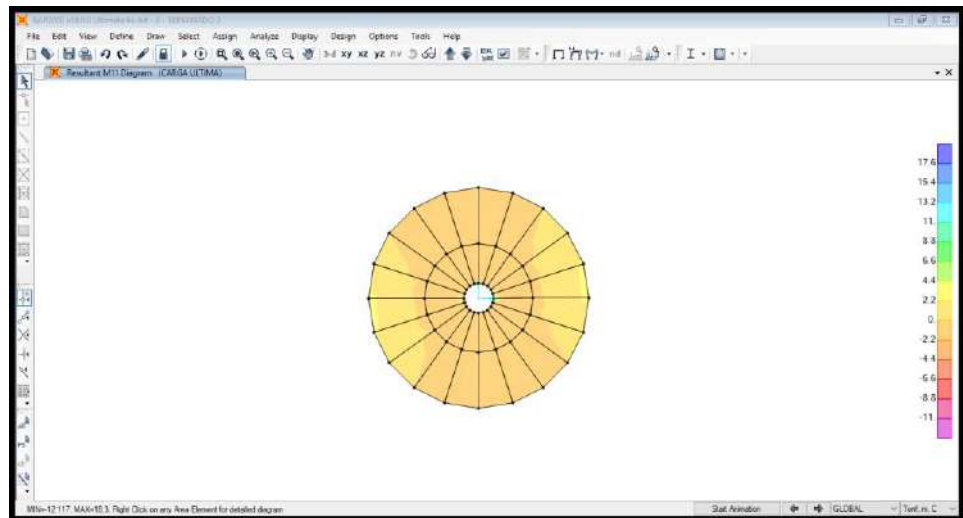


Fig. 147. Diagrama de momentos resultantes – Combo de carga ultimo – nivel 9

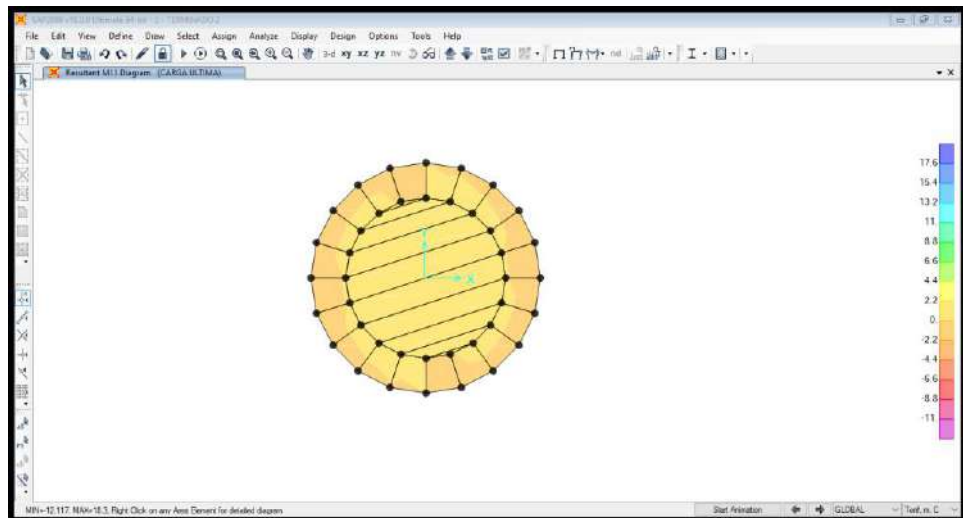


Fig. 148. Diagrama de momentos resultantes – Combo de carga ultimo – nivel 10

2.5.3.3 Diagrama de tensión

A continuación se muestran los diagramas de tensión por los diferentes casos de análisis.

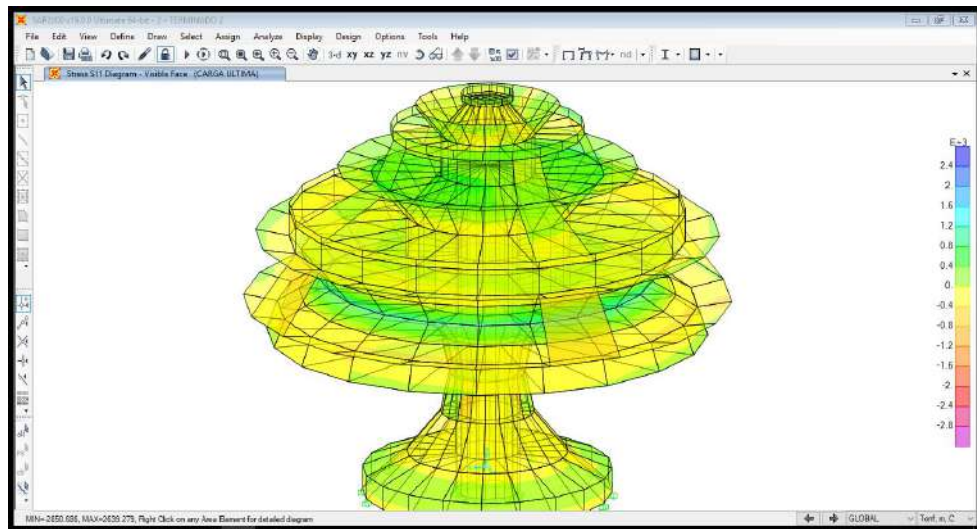


Fig. 149. Diagrama de tensión cara visible – Carga ultima

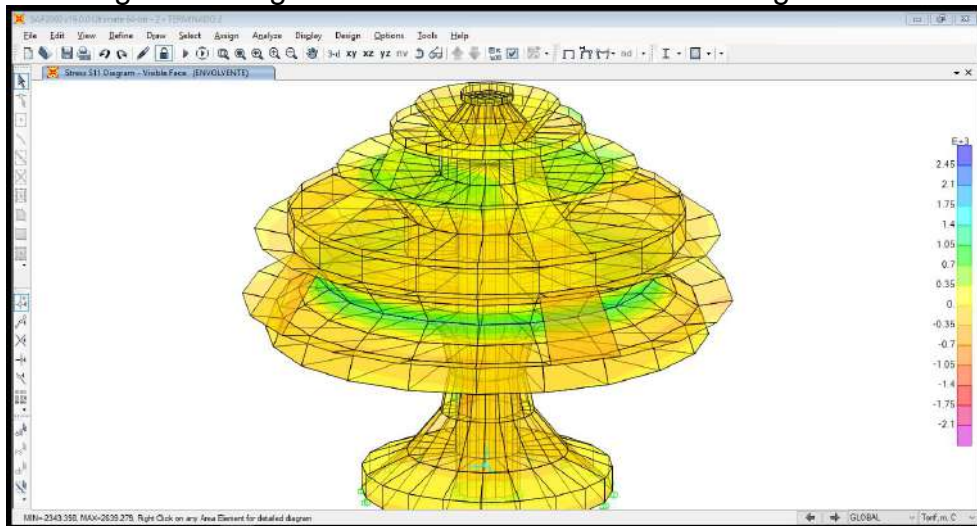


Fig. 150. Diagrama de tensión cara visible – Envoltente

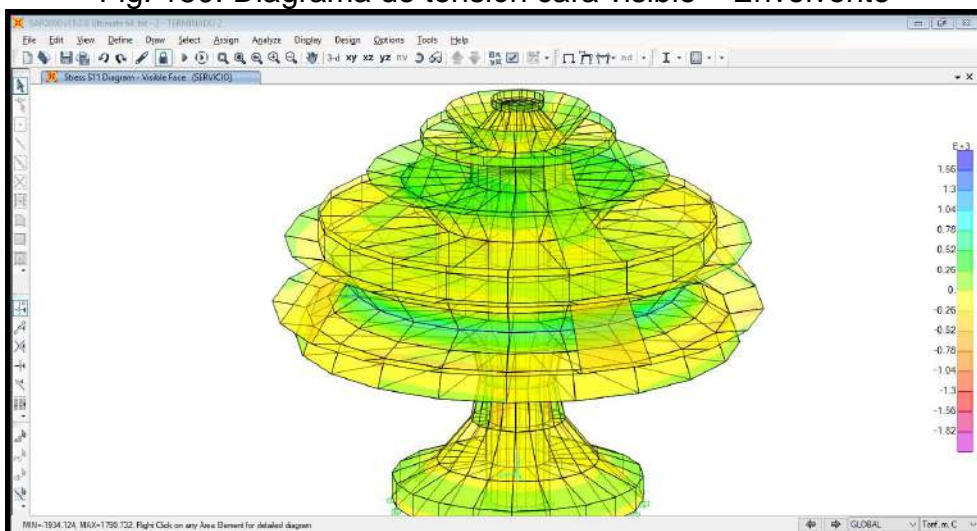


Fig. 151. Diagrama de tensión cara visible – Carga de servicio

2.5.3.4 Reacciones en los apoyos

A continuación se muestran las reacciones en los puntos de apoyo de la estructura.

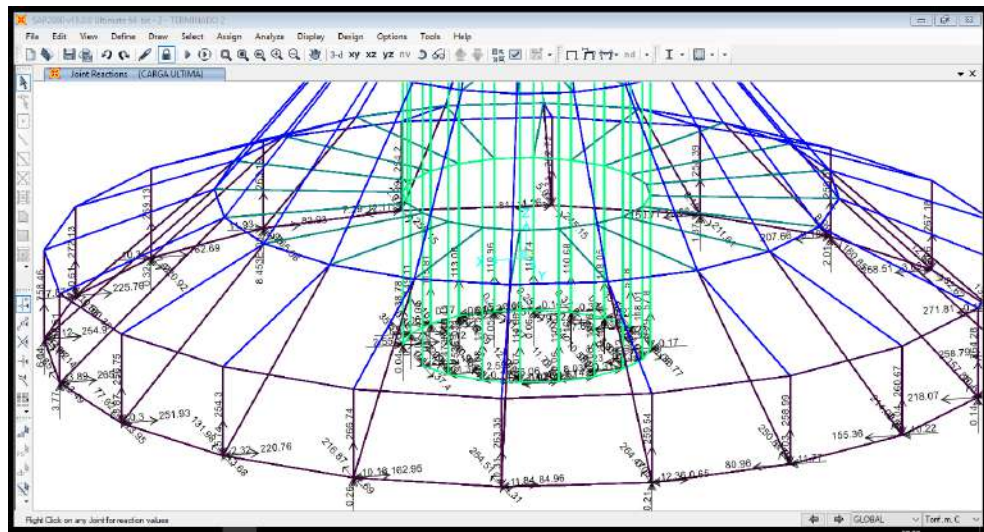


Fig. 152. Reacciones en los apoyos – Combo de carga Ultima

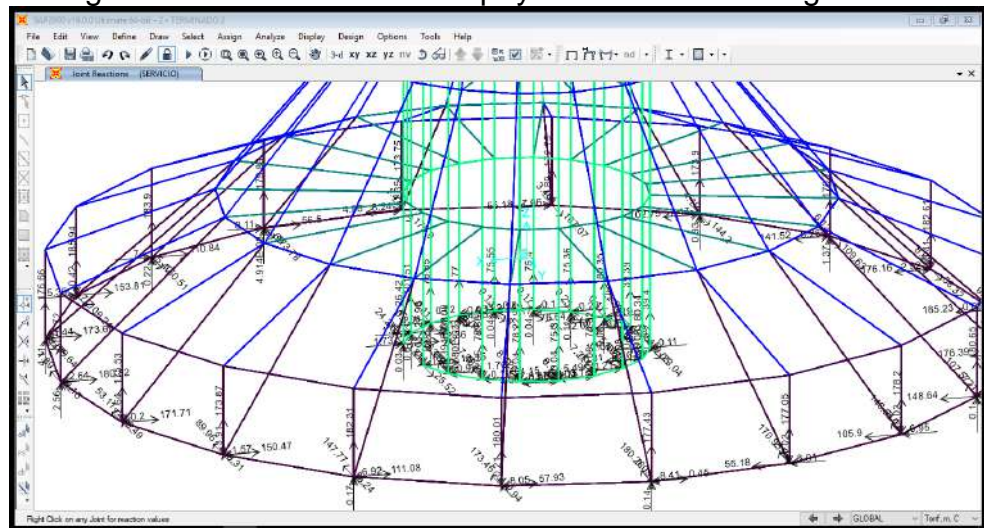


Fig. 153 Reacciones en los apoyos – Combo de carga de servicio

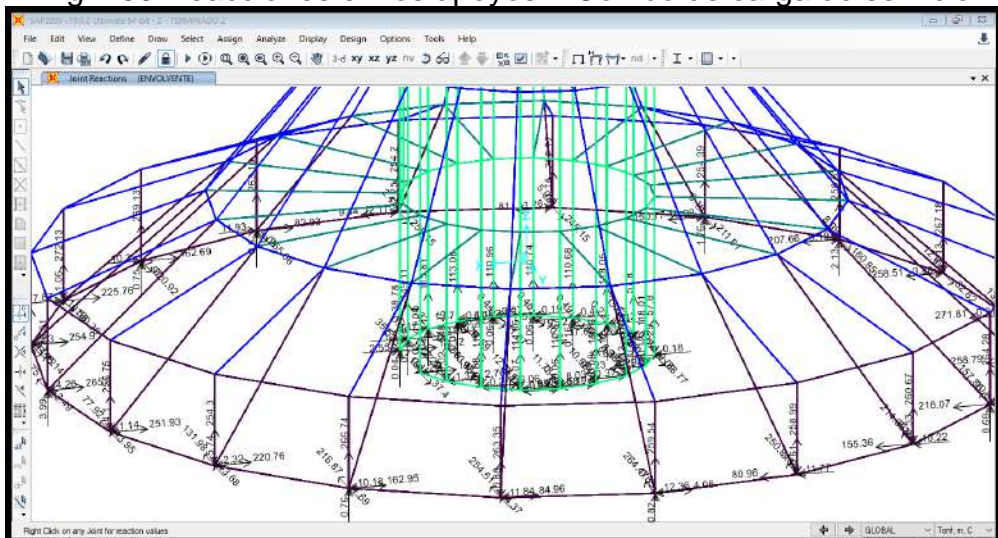


Fig. 154. Reacciones en los apoyos – Envoltante

2.5.3.5 Diagrama de Esfuerzos Resultantes

A continuación se muestran esfuerzos en la estructura debido a los diferentes casos de análisis de la estructura.

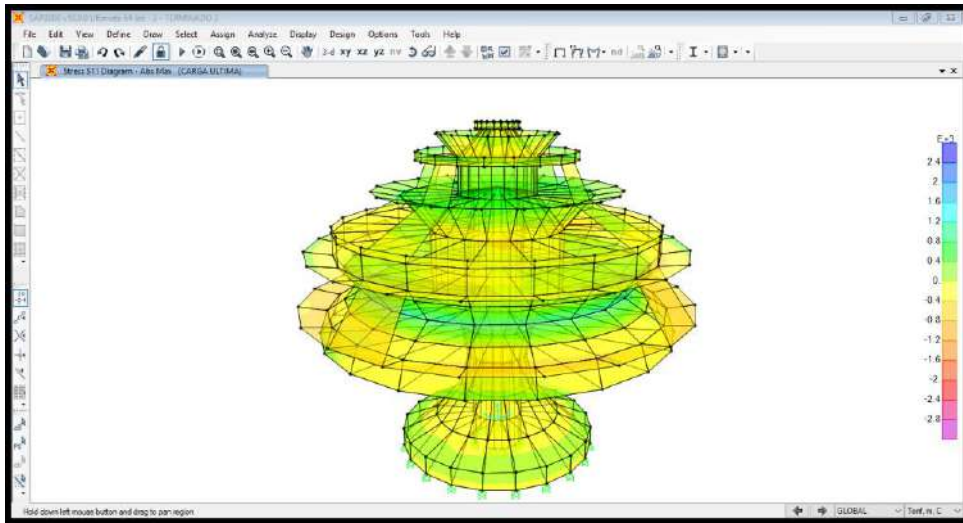


Fig. 155. Diagrama de esfuerzos resultantes – Combo de carga ultima

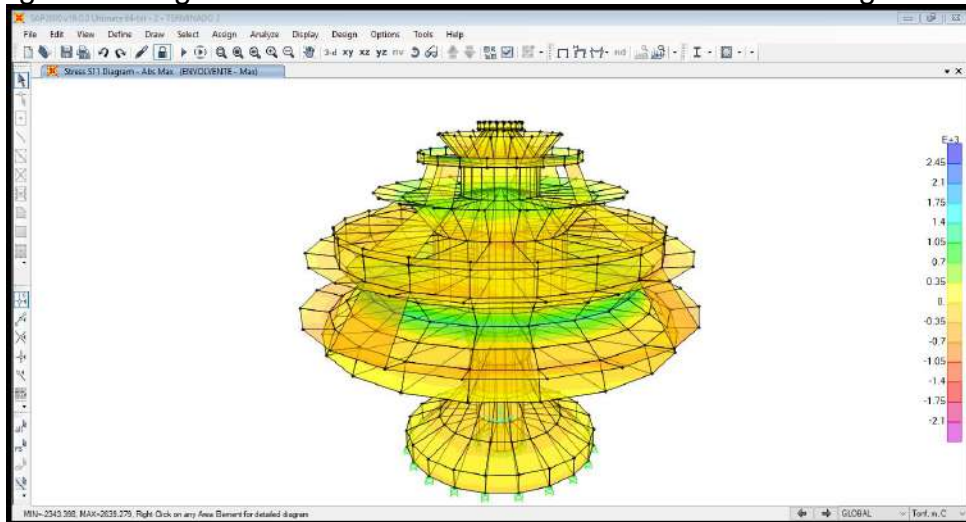


Fig. 156. Diagrama de esfuerzos resultantes – envolvente

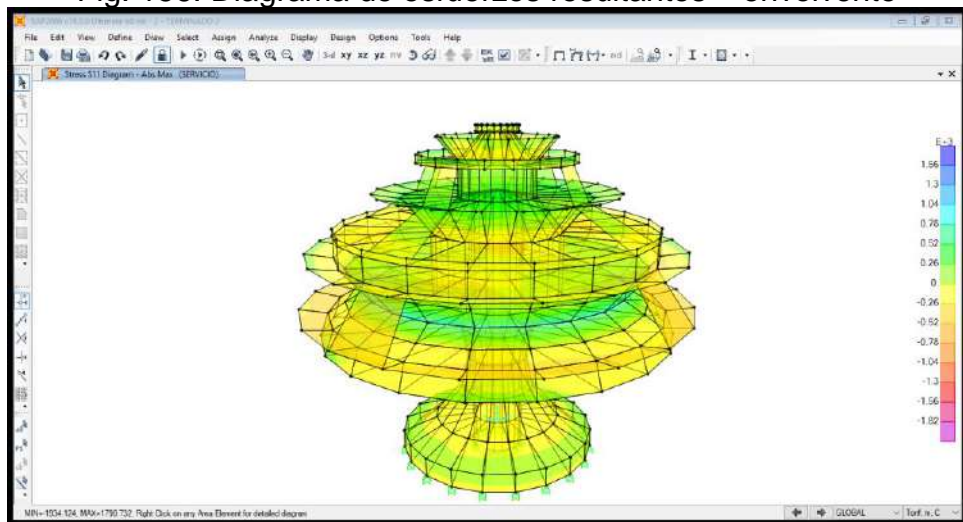


Fig. 157. Diagrama de esfuerzos resultantes – Combo de servicio

2.5.4 Junta de separación sísmica.

La separación mínima según el RNE E0.60 no será menor que los 2/3 de la suma de los desplazamientos máximos de los edificios adyacentes ni menor que:

$$s = 0,006 h \geq 0,03 \text{ m}$$

$$s = 0.006 \times 30 = 0.18 \text{ m} = 18 \text{ cm}$$

Los límites son: $D_{\max} = 2/3(18) = 12 \text{ cm}$ y $D_{\min} = 1/2(18) = 9 \text{ cm}$

Entonces la junta de separación sísmica será **S=11cm**

2.5.5 Peso de la estructura: el peso propio total de la edificación

GroupName Text	SelfMass Tonf-s2/m	SelfWeight Tonf	TotalMassX Tonf-s2/m	TotalMassY Tonf-s2/m	TotalMassZ Tonf-s2/m
ALL	320.6	3144.0102	320.6	320.6	320.6
DXFIN	320.6	3144.0102	320.6	320.6	320.6

Fig. 158. Peso total de la estructura = 3144.01 Ton

2.5.6 Consideraciones para el diseño de elementos estructurales

Factores de reducción según indica la norma RNE E0.60

- ✓ Flexión sin carga axial 0,90
- ✓ Carga axial de tracción con o sin flexión 0,90
- ✓ Carga axial de compresión con o sin flexión
 - Elementos con refuerzo en espiral 0,75
 - Otros elementos 0,70
- ✓ Cortante y torsión 0,85
- ✓ Aplastamiento en el concreto (excepto para las zonas de anclajes de postensado) 0,70

Fuerzas axiales, cortantes y momentos para el diseño: Todos los esfuerzos considerados son los máximos de la estructura.

Considerando la carga última con la combinación $U=1.4CM+1.7CV$

Losas macizas de e = 10cm: LOSA E26

Momento máximo (+) = 0.665 Tn-m

Momento mínimo (-) = -0.094 Tn-m

Cortante máximo = 1.481 Tn

Losas macizas de e = 23cm: LOSA E16, LOSA E17, LOSA E18.

Momento máximo (+) = 4.749 Tn-m

Momento mínimo (-) = -1.087 Tn-m

Cortante máximo = 11.989 Tn

Losa Sistema Bubbledeck 23cm (Ver especificaciones en el ítem 2.5.7.1.5.3 y hoja de cálculo)

Momento máximo (+) = 0.580 Tn-m

Momento mínimo (-) = -0.84 Tn-m

Cortante máximo = 1.413 Tn

**Losa Sistema Bubbledeck 34cm (Ver especificaciones en el ítem
2.5.7.1.5.3 y hoja de cálculo)**

Momento máximo (+) = 1.449 Tn-m

Momento mínimo (-) = -0.407 Tn-m

Cortante máximo = 10.377 Tn

**Muro estructural e = 10cm: MURO E15, MURO E36, MURO E35,
MURO E14, MURO E13, MURO E31.**

Fuerza axial máximo (+) = 19.267 Tn

Fuerza axial mínimo (-) = -12.707 Tn

Cortante máximo = 0.762 Tn

Momento máximo (+) = 0.136 Tn-m

Momento mínimo (-) = -0.137 Tn-m

**Muro estructural e = 15cm: MURO E32, MURO E11, MURO E12,
MURO E10, MURO E29, MURO E27, MURO E39.**

Fuerza axial máximo (+) = 86.131 Tn

Fuerza axial mínimo (-) = -42.578 Tn

Cortante máximo = 3.46 Tn

Momento máximo (+) = 2.537 Tn-m

Momento mínimo (-) = -2.491 Tn-m

**Muro estructural e = 25cm: MURO E9, MURO E8, MURO E7, MURO
E6, MURO E5, MURO E4, MURO E3, MURO E2.**

Fuerza axial máximo (+) = 7.692 Tn

Fuerza axial mínimo (-) = -180.699 Tn

Cortante máximo = 68.456 Tn

Momento máximo (+) = 4.749 Tn-m

Momento mínimo (-) = -1.217 Tn-m

Muro estructural e = 30cm: MURO E1, MURO E36.

Fuerza axial máximo (+) = 11.89 Tn

Fuerza axial mínimo (-) = -145.257 Tn

Cortante máximo = 6.148 Tn

Momento máximo (+) = 0.521 Tn-m

Momento mínimo (-) = -0.567 Tn-m

Muro estructural e = 50cm: MURO E37.

Fuerza axial máximo (+) = 19.275 Tn

Fuerza axial mínimo (-) = -325.115 Tn

Cortante máximo = 5.231 Tn

Momento máximo (+) = 3.237 Tn-m

Momento mínimo (-) = -3.101 Tn-m

Zapata 1 - Borde.

Fuerza x = 3403.04 Tn

Fuerza y = 3307.21 Tn

Fuerza z = 5228.22 Tn

Momento x = 153.79 Tn-m

Momento y = 172.6 Tn-m

Momento z = 29.02 Tn-m

Zapata 2 - Ascensor.

Fuerza x = 142.6 Tn

Fuerza y = 306.05 Tn

Fuerza z = 1852.67 Tn

Momento x = 9.95 Tn-m

Momento y = 5.89 Tn-m

Momento z = 1.7 Tn-m

2.5.7 Cálculo de los elementos estructurales

2.5.7.1 Predimensionamiento

Predimensionamiento de losa maciza

TABLA 9.1
PERALTES O ESPESORES MÍNIMOS DE VIGAS NO PREESFORZADAS O LOSAS REFORZADAS EN UNA DIRECCIÓN A MENOS QUE SE CALCULEN LAS DEFLEXIONES

	Espesor o peralte mínimo, h			
	Simplemente apoyados	Con un extremo continuo	Ambos extremos continuos	En voladizo
Elementos	Elementos que no soporten o estén ligados a divisiones u otro tipo de elementos no estructurales susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes.			
Losas macizas en una dirección	$\frac{\ell}{20}$	$\frac{\ell}{24}$	$\frac{\ell}{28}$	$\frac{\ell}{10}$
Vigas o losas nervadas en una dirección	$\frac{\ell}{16}$	$\frac{\ell}{18,5}$	$\frac{\ell}{21}$	$\frac{\ell}{8}$

Fig. 159. Tabla de predimensionamiento de espesor de losas (Fuente RNE E0.60)

De la tabla se obtiene el factor para losas macizas simplemente apoyado es $L/20$

ELEMENTO	LONGITUD	ESP. CAL.	ESPESOR	TIPO
LOSA E16	3.54	0.18	0.20	MCZ.
LOSA E17	1.07	0.05	0.20	MCZ.
LOSA E18	0.44	0.02	0.20	MCZ.
LOSA E26	1.9	0.10	0.10	MCZ.
LOSA E28	2.5	0.10	0.10	MCZ.
LOSA E30	2.5	0.10	0.10	MCZ.
LOSA E33	2.5	0.10	0.10	MCZ.

Cuadro 2. Predimensionamiento de losa maciza

Predimensionamiento de losa sistema Bubbledeck

Parámetros de losa

Las características de la losa deben ser optimizadas según los requerimientos del proyecto. La medida máxima por unidad es de 3 ms de ancho y 9-14 m de largo.

Tipo	Espesor de losa (mm)	Diámetro de las esferas (mm)	Tramos (m)	Cargas (kgf/m)	Concreto (m3/m2)
BD230	230	180	7 a 10	370	0,15
BD280	280	225	8 a 12	460	0,19
BD340	340	270	9 a 14	550	0,23
BD390	390	315	10 a 16	640	0,25
BD450	450	360	11 a 18	730	0,31

Fig. 160. Tabla de predimensionamiento de espesor de losa sistema Bubbledeck.

Simplemente Apoyado $L/42.5$

Voladizo $L/21.25$

ELEMENTO	LONG.	ESP. CAL.	ESPEJOR	TIPO
LOSA E19	12.41	0.29	0.28	S. BubbleDeck
LOSA E20	8.22	0.19	0.23	S. BubbleDeck
LOSA E21	7.56	0.18	0.23	S. BubbleDeck
LOSA E22	8.43	0.20	0.23	S. BubbleDeck
LOSA E23	5.08	0.12	0.23	S. BubbleDeck
LOSA E24	3.58	0.17	0.23	S. BubbleDeck
LOSA E25	5	0.12	0.23	S. BubbleDeck

Cuadro 3. Predimensionamiento de losa con el sistema Bubbledeck

Predimensionamiento de muros estructurales

CARGA VIVA 350 Kg/m ² - Losa 10cm	240 Kg/m ²
Tabiquería 120 Kg/m ² - Losa 20cm	480 Kg/m ²
Acabado 100 Kg/m ² – Losa Bubbledeck 28cm	428.3 Kg/m ²
Losa Bubbledeck 23cm	357.2 Kg/m ²

Los muros de sección horizontal sólida y rectangular, pueden diseñarse de acuerdo con las disposiciones empíricas si la resultante de las cargas axiales mayoradas está localizada dentro del tercio central del muro en ambas direcciones.

ESPEJOR MINIMO PARA MUROS DISEÑADOS POR EL METODO EMPIRICO: El espesor de muros de carga no debe ser menos de 1/25 de la longitud no soportada, horizontal o vertical, la más corta, ni menos de 100 mm. El espesor de muros exteriores de sótano y muros que hagan parte de la cimentación no debe ser menor de 150 mm.

P10	Losa 10cm	810	1000
P9	Losa Bubbledeck 23cm	998.3	1000
P8	Losa Bubbledeck 23cm	927.2	1000
P7	Losa Bubbledeck 23cm	927.2	1000
P6	Losa Bubbledeck 23cm	927.2	1000
P5	Losa Bubbledeck 23cm	927.2	1000
P4	Losa Bubbledeck 28cm	998.3	1000
P3	Losa 20cm	1050	1100
P2	Losa 20cm	1050	1100
P1	Losa 20cm	1050	1100

Cuadro 4. Definición de peso de los elementos tipo losa de la estructura.

Cuadro 5. Dimensiones de los elementos estructurales

DESC.	PISO	H	DIAMETRO		LONGITUD		
			D. S.	D.I.	L.	L.	L.
MURO E15	11	0.53	2.00	2	6.28	6.28	6.28
MURO E36	10	3.32	0.75	5	2.36	15.71	9.04
MURO E35	10	2.81	8.60	5	27.02	15.71	21.37
MURO E14	10	0.7	12.15	12.15	38.17	38.17	38.17
MURO E13	9	3	5.00	5	15.71	15.71	15.71
MURO E9	8	3.2	2.75	2.75	8.64	8.64	8.64
MURO E32	8	3.9	5.00	10	15.71	31.42	23.57
MURO E31	8	3.9	15.00	10	47.12	31.42	39.27
MURO E8	7	3	2.75	2.75	8.64	8.64	8.64
MURO E11	7	3	10	10	31.42	31.42	31.42
MURO E12	7	2.5	26.86	26.86	84.38	84.38	84.38
MURO E7	6	3	2.75	2.75	8.64	8.64	8.64
MURO E10	6	3	10	10	31.42	31.42	31.42
MURO E29	6	2.5	26.86	21.82	84.38	68.55	76.47
MURO E6	5	3	2.75	2.75	8.64	8.64	8.64
MURO E27	5	2.24	28.6	30.1	89.85	94.56	92.21
MURO E39	5	3.95	21.82	28.6	68.55	89.85	79.2
MURO E38	6	6.18	21.82	10	68.55	31.42	49.99
MURO E37	1-5	17.55	10	16.22	31.42	50.96	41.19
MURO E5	4	3	2.75	2.75	8.64	8.64	8.64
MURO E4	3	3	2.75	2.75	8.64	8.64	8.64
MURO E3	2	3	2.75	2.75	8.64	8.64	8.64
MURO E2	1	3	2.75	2.75	8.64	8.64	8.64
MURO E1	1	1.75	16.22	16.22	50.96	50.96	50.96
MURO E36	1	3.84	9.86	14.72	30.98	46.24	38.61

DESC.	A.T.		CT (m)	P (kg)	P*A	AD	F'c (kg/ cm2)
	D (m)	AREA (m)					
MURO E15							
MURO E36	2	3.14	1000	1100	3454	3454	210
MURO E35							
MURO E14							
MURO E13	12.25	117.86	1000	1100	129646	161926	210
MURO E9	3.88	11.82	1500	1650	19503	19503	210
MURO E32	6.12	29.42	1000	1100	32362	211255	210
MURO E31	9.92	77.29	1000	1100	85019	85019	210
MURO E8	6.38	31.97	1000	1100	35167	64623.3	210
MURO E11	12.05	114.04	1000	1100	125444	509946	210
MURO E12	8.43	55.81	1000	1100	61391	61391	210
MURO E7	6.38	31.97	1000	1100	35167	109121	210
MURO E10	11.18	98.17	1000	1100	107987	651866	210
MURO E29	14.22	158.81	1000	1100	174691	174691	210
MURO E6	6.38	31.97	1000	1100	35167	153620	210
MURO E27	12.57	124.1	1000	1100	136510	136510	210
MURO E39	15.3	183.85	1000	1100	202235	413103	210
MURO E38		0	1000	1100	0	595912	210
MURO E37	11.84	110.1	1200	1320	354090	1858237	210
MURO E5	3.85	11.64	1200	1320	15364.8	178316	210
MURO E4	3.19	7.99	1200	1320	10546.8	198194	210
MURO E3	3.82	11.46	1200	1320	15127.2	222652	210
MURO E2	6.29	31.07	1200	1320	41012.4	272996	210
MURO E1	0	0	1200	1320	0	2725699	210
MURO 36	0	0	1200	1320	0	1362849	210

Cuadro 6. Analisis de los elementos estructurales

Cuadro 7. Resultados del análisis de los elementos estructurales

DESCRIPCION	AREA TRIBUTARIA.			P (kg)	P*A	AD	F'c (kg/cm ²)
	DIAMETRO (m)	AREA (m)	CT (m)				
MURO E15							
MURO E36	2	3.14	1000	1100	3454	3454	210
MURO E35							
MURO E14							
MURO E13	12.25	117.86	1000	1100	129646	161926	210
MURO E9	3.88	11.82	1500	1650	19503	19503	210
MURO E32	6.12	29.42	1000	1100	32362	205600	210
MURO E31	9.92	77.29	1000	1100	85019	85019	210
MURO E8	6.38	31.97	1000	1100	35167	71258.8	210
MURO E11	12.05	114.04	1000	1100	125444	485912	210
MURO E12	8.43	55.81	1000	1100	61391	61391	210
MURO E7	6.38	31.97	1000	1100	35167	121978	210
MURO E10	11.18	98.17	1000	1100	107987	627832	210
MURO E29	14.22	158.81	1000	1100	174691	174691	210
MURO E6	6.38	31.97	1000	1100	35167	172697	210
MURO E27	12.57	124.1	1000	1100	136510	136510	210
MURO E39	15.3	183.85	1000	1100	202235	413103	210
MURO E38		0	1000	1100	0	558371	210
MURO E37	11.84	110.1	1200	1320	354090	1759590	210
	13.68	146.98					
	0.44	0.15					
	1.07	0.9					
	3.59	10.12					
		268.25					
MURO E5	3.85	11.64	1200	1320	15364.8	203614	210
MURO E4	3.19	7.99	1200	1320	10546.8	229712	210
MURO E3	3.82	11.46	1200	1320	15127.2	260392	210
MURO E2	6.29	31.07	1200	1320	41012.4	316956	210
MURO E1	0	0	1200	1320	0	2627052	210
MURO E36	0	0	1200	1320	0	1313526	210

DESC.	COEF n	SECCION (cm2)	PERIMETR O (cm)	E. C. (cm)	PESO		E. PROY.		
MURO E15					798.82		10		
MURO E36	0.25	65.79	904	0.07	7203.07	0.49	10		
MURO E35					14411.93		10		
MURO E14					6412.56		10		
					28826.38				
MURO E13	0.25	3084.31	1571	1.96	11311.2	13.72	10		
						0			
MURO E9	0.25	371.49	864	0.43	16588.8	3.01	25		
MURO E32	0.25	3916.18	2357	1.66	33092.28	11.62	15		
MURO E31	0.25	1619.41	3927	0.41	36756.72	2.87	10		
						0			
MURO E8	0.25	1357.31	864	1.57	15552	10.99	25		
MURO E11	0.25	9255.46	3142	2.95	33933.6	20.65	15		
MURO E12	0.25	1169.35	8438	0.14	75942	0.98	15		
						0			
MURO E7	0.25	2323.39	864	2.69	15552	18.83	25		
MURO E10	0.25	11958.7	3142	3.81	33933.6	26.67	15		
MURO E29	0.25	3327.45	7647	0.44	68823	3.08	15		
						0			
MURO E6	0.25	3289.46	864	3.81	15552	26.67	25		
MURO E27	0.25	2600.19	9221	0.28	74358.14	1.96	15		
MURO E39	0.25	7868.63	7920	0.99	112622.4	6.93	15		
MURO E38	0.25	10635.7	4999	2.13	185362.92	14.91	25		
MURO E37	0.3	27930	4119	6.78	867461.4	47.46	50		
			2944	1	132126.72	7	50		
			1943	1	70181.16	7	50		
			1935	1	69892.2	7	50		
			2911	1	135885.48	7	50		
			4691	1	193081.56	7	50		
						0			
MURO E5	0.3	3231.96	864	3.74	15552	26.18	25		
						0			
MURO E4	0.3	3646.23	864	4.22	15552	29.54	25		
						0			
MURO E3	0.3	4133.2	864	4.78	15552	33.46	25		
									0
MURO E2	0.3	5031.05		864	5.82	15552	40.74		25
									0
MURO E1	0.3	41699.2		5096	8.18	64209.6	57.26		30
									0
MURO E36	0.3	20849.6		3861	5.4	106748.93	37.8		30

Cuadro 8. Predimensionamiento de espesor muros estructurales.

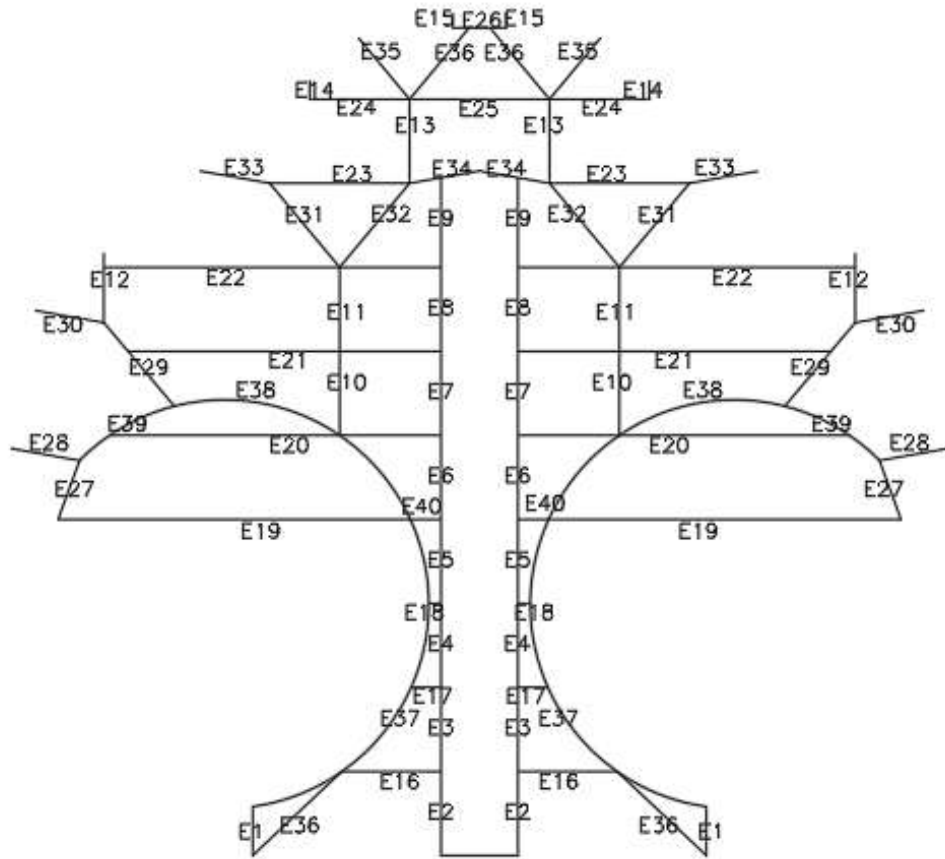


Fig.161. Numero de cada elemento estructural

2.5.7.2 Metrado de cargas

PISO	PESO(Tn)
10	28.83
9	140.96
8	223.32
7	347.43
6	1042.81
5	708.57
4	101.1
3	95.99
2	166.56
1	420.6

Cuadro 9. Peso propio de la edificación por cada piso. Peso total

$T=3276.17 \text{ Tn}$

2.5.7.3 Cálculo

DISEÑO DE LOSA MACIZA E=10cm

Luz L= 1.9 m
 PERALTE DE LOSA E= 10 cm
 F'c= 210 kg/cm²
 F'y= 4200 kg/cm²
 Cuantía mínima Pm= 0.0018

Refuerzo por contracción y temperatura Ast= 0.0012xbh cm²
 Espaciamiento max. S=40cm ó 3 veces el espesor

Momentos : Cortante: Recubrimiento =2+d/2= 3 cm
 Max.= 0.67 tn-m Vmax.= 1.48 tn d= 7
 Min.= -0.1 tn-m

Altura de losa (cm)	Malla mínima de losa	ΦMn(ton.m)
10	8mm@0.25m Inferior	0.55
15	8mm@0.25m Inferior	0.93
	6mm@0.30m Superior	0.47
20	8mm@0.25m Inferior	1.31
	8mm@0.30m Superior	1.09

DISEÑO POR FLEXION

ΦMn ≥ Mu Φ= 0.9 Mn= 0.74 Tn

PRIMER CASO

$$As = \frac{Mn}{Fy \left(d - \frac{a}{2} \right)} \quad a = d/5 \quad a = 1.4$$

As= 3.14 cm²

Verificando:

$$a = \frac{As \times f'y}{0.85 \times f'c \times b}$$

1da Int.	3ra Int.	4ta Int.
a= 0.74	a= 0.62	a= 0.62
As= 2.65 cm ²	As= 2.63 cm ²	As= 2.63 cm ²

5ta Int.

a= 0.62 As 3/8"= 0.71 cm²

As= 2.63 cm² OK => As/dk = 3.7 = 4 @ 25 cm

=> As= 2.84 cm² OK

VERIFICANDO ACERO MINIMO

Ast= 0.0018xbh cm²
 Ast= 1.8 cm² OK

DISEÑO POR CORTANTE

As max=0.75 Pb*b*d
 ΦVn ≥ Vu Vn=Vc Vc=0.53*sqrt(f'c)*b*d= 5376 kg = 5.38 tn
 Vu= 1.48 tn
 Φ= 0.85 Vn= 5.38 tn Verificando condicion: ΦVn ≥ Vu
 ΦVn= 4.57 ≥ Vu= 1.48 OK

DISEÑO DE LOSA MACIZA E=23cm

Luz $L= 1.9$ m
 PERALTE DE LOSA $E= 23$ cm Se modificó la sección por
 la verificación por corte
 $F'c= 210$ kg/cm²
 $F'y= 4200$ kg/cm²
 Cuantía mínima $Pm= 0.0018$

Refuerzo por contracción y temperatura $Ast= 0.0012xbh$ cm²
 Espaciamiento max. $S=40$ cm ó 3 veces el espesor

Momentos : Cortante: Recubrimiento $=2+d/2= 3$ cm
 Max.= 4.75 tn-m $Vmax.= 12$ tn $d= 20$
 Min.= -1.1 tn-m

Altura de losa (cm)	Malla mínima de losa	ΦMn (ton.m)
10	8mm@0.25m Inferior	0.55
15	8mm@0.25m Inferior	0.93
	6mm@0.30m Superior	0.47
20	8mm@0.25m Inferior	1.31
	8mm@0.30m Superior	1.09

DISEÑO POR FLEXION

$\Phi Mn \geq Mu$ $\Phi= 0.9$ $Mn= 5.28$ Tn

PRIMER CASO

$$As = \frac{Mn}{Fy \left(d - \frac{a}{2} \right)}$$

$a=d/5$ $a= 4$
 $As= 7.85$ cm²

Verificando:

$$a = \frac{As \times f'y}{0.85 \times f'c \times b}$$

1da Int.	3ra Int.	4ta Int.
$a= 1.85$	$a= 1.55$	$a= 1.54$
$As= 6.59$ cm ²	$As= 6.53$ cm ²	$As= 6.53$ cm ²

5ta Int.

$a= 1.54$ $2 As 1/2"= 2.54$ cm²
 $As= 6.53$ cm² OK $\Rightarrow As/dk = 2.57 = 3 @ 33.3$ cm
 $\Rightarrow As= 7.62$ cm² OK Doble capa

VERIFICANDO ACERO MINIMO

$Ast= 0.0018xbh$ cm²
 $Ast= 4.14$ cm² OK

DISEÑO POR CORTANTE

$As \max=0.75 Pb*b*d$
 $\Phi Vn \geq Vu$ $Vn=Vc$ $Vc=0.53*\text{sqr}(f'c)*b*d= #####$ kg = 15.4 tn
 $Vu= 12$ tn
 $\Phi= 0.85$ $Vn= 15.4$ tn Verificando condicion: $\Phi Vn \geq Vu$
 $\Phi Vn= 13.1 \geq Vu= 12$ OK

Losas Sistema Bubbledeck 23cm y 34cm

Sistema BubbleDeck: La construcción se crea literalmente como resultado de la geometría de estos dos reconocidos componentes: Refuerzo y Esferas plásticas huecas.

BubbleDeck se comporta como un losa maciza con comportamiento biaxial en cualquier dirección. La zona de tracción y compresión no está influenciada por los huecos conformados por las esferas. Las fuerzas se distribuyen libremente sin singularidades en la estructura tridimensional y el hormigón funciona efectivamente.

Luz $L = 8.5$ m
 PERALTE DE LOSA $E = 23$ cm BDM230
 Luz $L = 12$ m
 PERALTE DE LOSA $E = 34$ cm BDM340

Los concretos clase 1 tendrán una resistencia especificada $f'c$ igual o mayor a 250 kg/cm^2 .

$F'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ $E_c = 250998.008 \text{ kg/cm}^2$

Para el diseño de las losas BDM® se utilizará mallas de ingeniería

$F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

LOSA BDM230

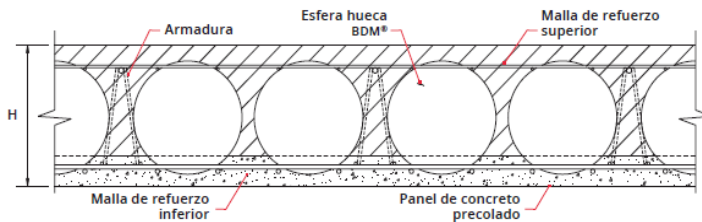
$M_o \text{ max.} = 0.58 \text{ tn-m}$ $V_{\text{max}} = 1.413 \text{ tn}$

$M_o \text{ min.} = -0.41 \text{ tn-m}$

LOSA BDM340

$M_o \text{ max.} = 1.449 \text{ tn-m}$ $V_{\text{max}} = 10.38 \text{ tn}$

$M_o \text{ min.} = -0.41 \text{ tn-m}$



Separación en doble sentido
 Transferencia de carga en dirección arbitraria

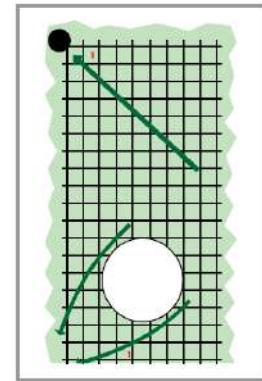


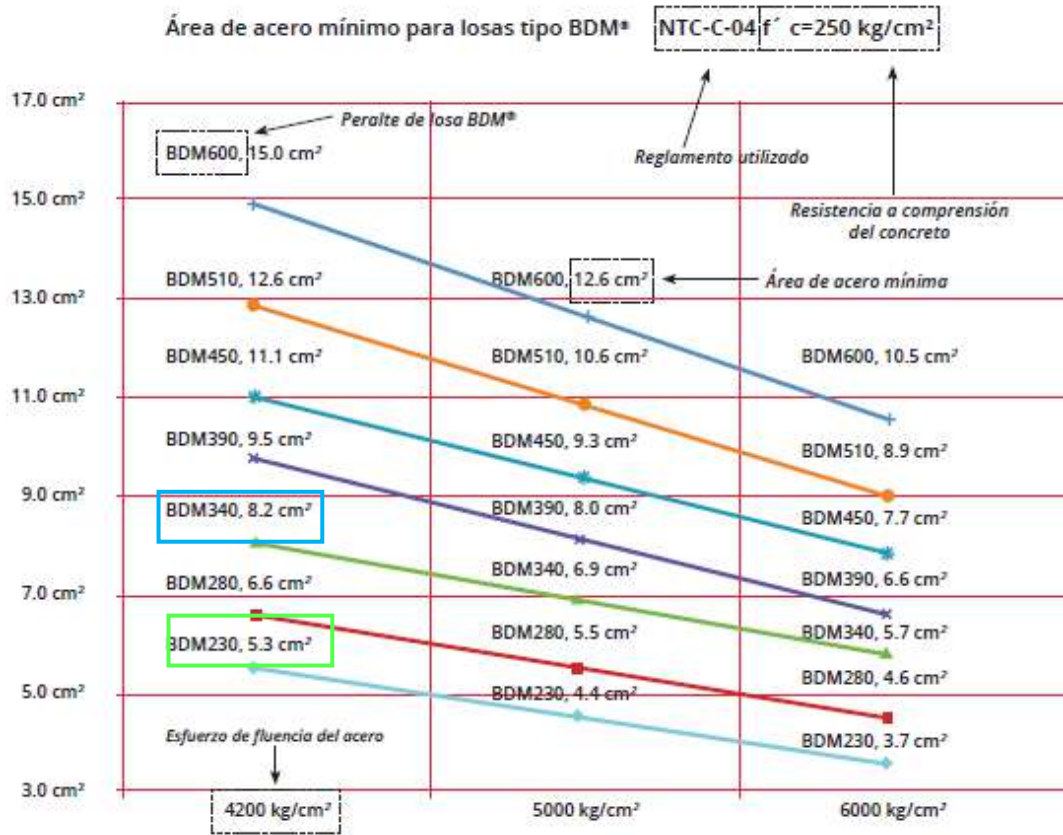
Tabla 1. Diámetros de esfera para diferentes peraltes de losa tipo

Peralte	Espesor final de losa	Diámetro de esfera cm	BDM®	
			$d =$	cm
BDM230	23 cm	18.0	18	18
BDM280	28 cm	22.5		
BDM340	34 cm	27.0	27	27

Tabla 2. Separación entre varillas para diferentes peraltes de BDM®

$$A_{s,min} = \frac{0.0018 * 4200}{f_y} * b_w d$$

BDM230 As min= 3.24 cm² BDM340 As min= 4.86 cm²



BDM230
 Cuantía de acero proporcionado = 5.3 cm² OK
 BDM340
 Cuantía de acero proporcionado = 8.2 cm² OK

Cuantía balanceada

$$\beta_1 = 0.85 - \frac{0.05(f'_c - 280)}{70} = 0.85 \quad \rho_b = \beta_1 0.85 \frac{f'_c}{f_y} \left(\frac{6000}{6000 + f_y} \right) \quad P_b = 0.03$$

BDM230 Asb= 51 cm²

BDM340 Asb= 76.5 cm²

$$A_{s,max} = 0.75 A_b$$

BDM230	As max.=	38.25 cm ²
BDM340	As max.=	57.38 cm ²

ANALISIS A CORTANTE

Esfuerzo cortante máximo en losas BubbleDeck

$$\tau_{max} = \frac{V_u}{0.667 (0.55b h)}$$

	=	1.675 Kg/cm ²	BDM230	OK
	=	8.32 Kg/cm ²	BDM340	OK

Se debe cumplir que:

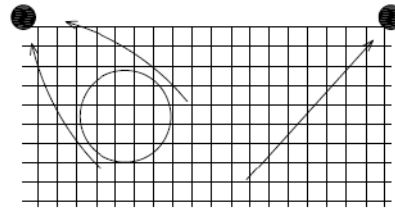
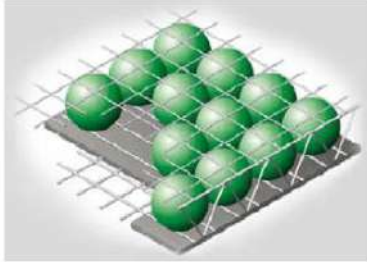
$$\tau_{concreto} > \tau_{max}, \quad \tau_{concreto} = 0.53 \lambda \sqrt{f'c} \quad (kg/cm^2) = 8.869$$

Inercias y momentos de agrietamiento de losas BubbleDeck

Tipo de losa Bubbledeck	Inercia bruta para sección de un metro de longitud en cm ⁴	Inercia agrietada para sección de un metro de longitud en cm ⁵	Momento de agrietamiento Kgm		
BD 230	89218	15877	2904	2.904 Tn	OK
BD 280	158873	30234	3858		
BD 340	290114	47960	5802	5.802 Tn	OK

sistema estructural

Dos apoyos de hormigón muy potentes a los cuales se sueldan dos vigas trianguladas de 11 metros de canto que albergarán las dos plantas del "edificio-puente", y que resistirán las cargas transmitidas desde las losas aligeradas.
 De forma puntual se utilizan pilares de hormigón de sección circular y 60 cm de diámetro.
 Forjados: Losa biaxial aligerada. [sistema Bubbledeck].
 Luz máxima a salvar por la losa: 20m



El forjado bubbledeck se comporta como una losa con comportamiento biaxial en todas direcciones, sin necesidad de vigas. Lo que permite abrir huecos de manera flexible

Se puede calcular como una losa sólida.
 Como norma general la luz puede ser de 20-40 veces el canto de la losa

Fuerza del Momento $M=0,6d^2 / d$ -diámetro de barras

FUENTES:



Nacemos con la inquietud de romper paradigmas arquitectónicos y constructivos.



UNIVERSIDAD DE CUENCA
 FACULTAD DE INGENIERÍA
 ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

"ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO Y APLICACIÓN DE LOSAS BUBBLEDECK"
 TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

AUTORES:
 Teodoro Esteban Amayo Astudillo
 Boris Jaime Galindo Baculima

DIRECTOR:
 ING. JORGE FERNANDO MOSCOSO FERNÁNDEZ SALVADOR
 CUENCA - ECUADOR
 2015

Muro 10cm

DISEÑO DE MURO ESTRUCTURAL MURO E15, MURO E36, MURO E35, MURO E14, MURO E13, MURO E31. (0.10x3.00) - ELEMENTO NO ESBELTO

Longitud del muro $L_w =$ **6.28** m.

no de Pisos Típicos : **1**

Fy	t	Lw	ϕ	f'c
Kg/cm ²	cm	cm		Kg/cm ²
4,200.00	10.00	628.00	0.75	210.00

DATOS		Niv	Miembros # m	SECCION		ESFUERZOS		C. AXIAL Ton	
TIPO	NOMENCLAT.			FLEXION (Ton-m)		CORTANTE V(Ton)	C. AXIAL Ton		
				Mz	My				
PLACAS	MURO E15, MURO E36, MURO E35, MURO E14	1	1	628.00	15.00	0.14	0.13	0.76	19.27
						TOTAL	0.14	0.13	0.76

TIPO	NOMENCLAT.	Niv	Miembros # m	SECCION		ESFUERZOS		C. AXIAL		
				ALTORA ENTABECIDA h(m)		CORTANTE V(Ton)	FLEXION Mu(Ton-m)	ACUMUL Ton		
PLACAS	MURO E15, MURO E36, MURO E35, MURO E14	1	1	628.00	15.00	3.00	3.00	0.76	2.29	19.27
						TOTAL	3.00	0.76	2.29	19.27

METODOS DE DISEÑO:

a) METODO EMPÍRICO:

1.- DATOS DE DISEÑO PARA MURO PL - 01(0.15 x 8.00)

Las fuerzas internas en la base son:

Carga axial en el nivel 1 = $P_u =$ 19.27 Ton

Momento ultimo en la plac = $M_u =$ 2.29 ton-m

Excentricidad

$$e = M_u / P_u = 0.12 \text{ m}$$

Excentricidad de referencia

$$e = \text{Longitud horizontal} / 6 = 1.05 \text{ m.}$$

COMO PUEDE OBSERVARSE LA RESULTANTE CAE DENTRO DEL TERCIO MEDIO DEL ESPESOR DEL MURO POR LO TANTO DEBE DISEÑARSE POR FLEJO COMPRESION.

VERIFICAR SI SE REQUIERE ELEMENTOS DE CONFINAMIENTO:

$$A_g = L_w * t = 6,280.00 \text{ cm}^2.$$

$$I = 206394293 \text{ cm}^4.$$

Leer Nota

$$f'c = \frac{P_u}{A_g} + \frac{M_u * L_w / 2}{I} = 6.55 \text{ Kg/cm}^2.$$

$$f'c = 6.55 \text{ Kg/cm}^2. > 0.2 f'c = 42.00 \text{ Kg/cm}^2.$$

o requiere elementos de confinamiento]

VERIFICAR SI SE REQUIERE REFUERZO EN DOS CAPAS:

Se necesita refuerzo en dos capas si:

a) La fuerza cortante factorada "Vu" en el muro excede a:

$$Vu > 0.53 \sqrt{fc} Acv$$

$$\frac{Vu}{0.53 \sqrt{fc} Acv} = \frac{0.76 \text{ Tn.}}{48.23 \text{ Tn.}}$$



0.76 Tn.	>	48.23 Tn.
[No requiere refuerzo en dos capas]		

O sí:

b) $h \geq 25 \text{ cm}$

10.00 < 25 cm.

2.- **ARMADURA MINIMA ACI - 318-71 SECCIO**



ARMADURA VERTICAL : Espaciamiento no mayor de 45cm

As min= 0.0f	15.70 cm2	As por ml=	2.50 cm2	# de barras	4 und
		As Ø3/8"	0.71		
As min= 0.0f	2.50 cm2	Caso de Sismo		Espaciamiento S=	25 cm

ARMADURA HORIZONTAL : Espaciamiento no mayor de 45 cm

As min= 0.0f	15.70 cm2	As por ml=	2.50 cm2	# de barras	4 und
		As Ø3/8"	0.71		
As min= 0.0f	2.50 cm2	Caso de Sismo		Espaciamiento S=	25 cm

PARA UNA CAPA EL ESPACIAMIENTO ES:

$$S = 100 \times 1.42 / As \quad \text{USAR } \mathbf{\text{Ø}3/8" @ 0.25 \text{ EN UNA CAPA}}$$

3.- **DISEÑO POR COMPRESI**

Determinamos la capacidad de carga del muro Pu:

DATOS:	Lw	628.00 cm	⇒	Ag =	6,280.00 cm2
	hot	10.00 cm			

ADEMAS	Lc	3.00 cm	En el primer nivel
	hot	10.00 cm	

$$\phi Pnw = 0.55 \phi f'c Ag \left[1 - \left(\frac{kLc}{32h} \right)^2 \right]$$

$\Phi Pnw =$	57,092.19 Kg.	$\gg Pu =$	19,267.00 Kg.
[No necesita refuerzo por compresión]			

$\phi = 0.65 ; k = 1$ (para el caso más desfavorable)

c) Si: $V_u > \phi V_c$ El área del acero horizontal será: $A_{vh} = \frac{(V_u - \phi V_c)}{\phi f_{yd}} S_2$

$0.76 \text{ Tn} > 50.94 \text{ Tn.}$ **VERIFICAR**

RESISTENCIA AL CORTE QUE DEBE SER APORTADA POR EL ACERO:

$V_s = (V_u - \phi V_c) / \phi = 2 \text{ Kg.}$

REFUERZO HORIZONTAL REQUERIDO:

ESPACIAMIENTO MAXIMO RECOMENDADO POR EL CÓDIGO:

$S_{max} = L_w / 5 = 1.26 \text{ m.}$	>	0.25 m.	OK
$S_{max} = 3h = 0.30 \text{ m.}$	>	0.25 m.	OK
$S_{max} = 0.35 \text{ m.}$	>	0.25 m.	OK

Como $V_u > \phi V_c$, $A_{vh} = \frac{(V_u - \phi V_c)}{\phi f_{yd}} S_2$

$A_{vh} / S_2 = V_s / (f_{yd}) = 2$
 u. 19 cm2

As (Ø 3/8") =	0.71 cm2
S =	25.00 cm

Lo cual equivale a 2 varillas de Ø 3/8" @ 35 cm.

LA CUANTÍA PROVISTA ES:

$\rho_{provista} = 2 \times \text{Área Varilla} / a \cdot t_s = 0.0057 \geq \rho_{min} = 0.0025$ **OK**

Nota: la cuantía mínima del refuerzo horizontal es: $\rho_{min} = 0.0025$

Ash = 5.68 cm2
Usar Ash = Ø 3/8" @ 25.00cm

REFUERZO VERTICAL REQUERIDO:

La cuantía del refuerzo vertical respecto a la sección bruta horizontales:

$\rho_n = 0.0025 + 0.5 \times (2.5 - h / L_w) \times (\rho_t - 0.0025) = 0.0065 \geq \rho_{min} = 0.0025$ **OK**

Nota: la cuantía mínima del refuerzo vertical es: $\rho_{min} = 0.0025$

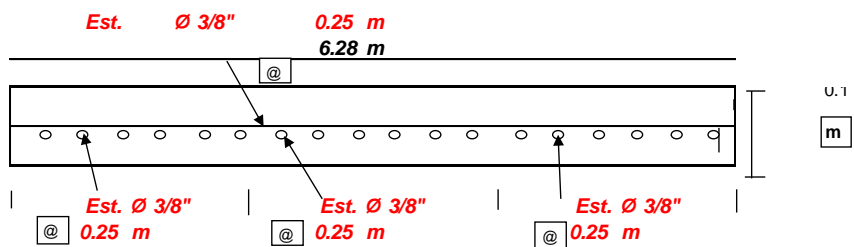
$A_v = 0.0025 b t = 6.47 \text{ cm2/m.}$

As (Ø 3/8") = 0.71 cm2

Articular consistirá en Ø 3/8" @ 35 cm. En dos capas

FINALMENTE AL HABER CALCULADO LA ARMADURA PARA DIVERSOS ESTADOS DE RESISTENCIA DE LA PLACA ADOPTAMOS LA SIGUIENTE DISTRIBUCION DE ACERO POR NIVELES:

NIVEL	EN LOS BORIN° CAPAS	EN INTERS. C/PORTICOS	N° CAPAS	EN EL RESTO
01		As = 0.01bt = 62.8 cm2	01	DEL MURO
		1 Ø 3/8" @ 0.25m		Ø3/8" @.25(1 Capa)
	ARMADURA VERTICAL	ARMADURA VERTICAL		HORIZONTAL Y VERTICAL



Muro 15cm

DISEÑO DE MURO ESTRUCTURAL MURO E32, MURO E11, MURO E12, MURO E10, MURO E29, MURO E27, MURO E39. (0.15x3.00) - ELEMENTO NO ESBELTO

Longitud del muro $L_w = 23.57$ m.

Número de Pisos Típicos 1

D A T O S				
Fy	t	Lw	ϕ	f'c
Kg/cm2	cm	cm		Kg/cm2
4,200.00	15.00	2,357.00	0.75	210.00

DATOS DEL SAP								
TIPO	NOMENCLAT.	Niv	Miembros # m	SECCION	ESFUERZOS			C. AXIAL Ton
					FLEXION (Ton-m)		CORTANTE	
					Mz	My	V(Ton)	
PLACAS	MURO E32, MURO E11, MURO E12, MURO E10.	1	1	2,357.00 x 15.00	2.54	2.49	3.46	86.13
TOTAL					2.54	2.49	3.46	86.13

TIPO	NOMENCLAT.	Niv	Miembros # m	SECCION	ALTURA	ESFUERZOS		C. AXIAL ACUMUL Ton	
					ENTREPISOS	CORTANTE	FLEXION		
					h(m)	V(Ton)	Mu(Ton-m)		
PLACAS	MURO E32, MURO E11, MURO E12, MURO E10.	1	1	2,357.00 x 15.00	3.00	3.00	3.46	10.38	86.13
TOTAL					3.00	3.46	10.38	86.13	

METODOS DE DISEÑO:

a) METODO EMPÍRICO:

1.- DATOS DE DISEÑO PARA MURO PL - 01(0.15 x 8.00)

Las fuerzas internas en la base son:

Carga axial en el nivel 1 $P_u = 86.13$ Ton

Momento ultimo en la pla $M_u = 10.38$ ton-m

Excentricidad

$$e = M_u / P_u = 0.12 \text{ m}$$

Excentricidad de referencia

$$e = \text{Longitud horizontal} / 6 = 3.93 \text{ m.}$$

COMO PUEDE OBSERVARSE LA RESULTANTE CAE DENTRO DEL TERCIO MEDIO DEL ESPESOR DEL MURO POR LO TANTO DEBE DISEÑARSE POR FLEJO COMPRESION.

VERIFICAR SI SE REQUIERE ELEMENTOS DE CONFINAMIENTO:

$$A_g = L_w * t = 35,355.00 \text{ cm}^2. \quad \text{Leer Nota } \uparrow$$

$$I = 1.637E+10 \text{ cm}^4.$$

$$f'_c = \frac{P_u}{A_g} + \frac{M_u * L_w / 3}{I} = 3.18 \text{ Kg/cm}^2.$$

f'c =	3.18 Kg/cm2.	>	0.2 f'c =	42.00 Kg/cm2.
[No requiere elementos de confinamiento]				

4.-A98:G162 DISEÑO POR FLEXION - DISEÑO COMO VIGA

- a) SE CALCULARA EL AREA DE ACERO EN LOS BORDES PARA EL CASO SUPUESTO QUE LA PLACA SE COMPORTE COMO UNA VIGA EN VOLADIZO DE GRAN PERALTE.
- b) SE USARA UN PERALTE, $d = 0.80L_w$, SIN CONSIDERAR EL APORTE DE ACERO EN COMPRESION.

CALCULO DEL PERALTE EFECTIVO:

$$d = 0.8L_w = 48.86 \text{ m.}$$

VERIFICAR SI EL MURO SE PUEDE DISEÑAR COMO UN ELEMENTO ESBELTO:

$$d / ht = 6.29 > 0.4 \quad \boxed{\text{[No se Diseñará como Elemento Esbelto]}}$$

5.- DISEÑO POR CORTE

Resistencia Nominal Máxima del Muro:

Se debe verificar que la fuerza cortante en el elemento no sea mayor que la $V_n = V_u / \Phi \leq V_{u \max}$.

$$V_{u \max} = 2.7 \sqrt{f'c} hd \quad \boxed{V_{u \max} = 1,106,660.07 \text{ Kg}}$$

$$V_n = V_u / \Phi = \boxed{\text{Tn.}} \quad \boxed{4.61 < 1,106.66 \text{ OK}}$$

La resistencia al corte aportada por el concreto en la sección ubicada a $L_w/2$ de la base (menor que $hw/2$) es determinada a través de las expresiones:

$$V_c = 0.88 \sqrt{f'c} hd + N_{ud} / 4L_w = \text{##### Kg.} \quad \text{NOTA: } \boxed{Mu/V_u - L_w/2 \text{ (878.50)}}$$

Si este valor es negativo
 Entonces la Ecuación
 $V_c = 0.88 \sqrt{f'c} hd + N_{ud} / 4L_w$
 no se aplica.

$$V_c = \left[0.16 \sqrt{f'c} + \frac{L_w(0.33 \sqrt{f'c} + 0.2 N_{ud} / L_w h)}{Mu/V_u - L_w/2} \right] hd = \text{Kg.}$$

Se escoge el valor menor de la resistencia al corte aportada por el concreto

La resistencia al corte aportada por $\boxed{377.92 \text{ tn OK}}$

En la expresión anterior, el valor de M_u se determi

$$\boxed{Mu = - 34.61 \text{ Tn - m}}$$

SE CONSIDERA LA RESISTENCIA AL CORTE MÁS DESFAVORABLE:

$$\boxed{\emptyset V_c = 283.44 \text{ Tn.}}$$

CONSIDERACIONES:

a) Si: $V_u \leq \frac{\emptyset V_c}{2}$

$$\boxed{3.46 \text{ Tn} \geq 141.72 \text{ Tn}} \quad \text{[No se descarta]}$$

b) Si: $\frac{\emptyset V_c}{2} \angle V_u \leq \emptyset V_c$ La cuantía mínima del refuerzo horizontal será 0.0025 y el espaciamiento del acero será menor que: $L_w/5; 3h$ y 45 cm.

$$\boxed{141.72 \text{ Tn} \leq 3.46 \text{ Tn} \leq 283.44 \text{ Tn}} \quad \text{[Se descarta]}$$

c) Si: $V_u > \emptyset V_c$ El área del acero horizontal será: $A_{vh} = \frac{(V_u - \emptyset V_c)}{\emptyset f_{yd}} S_2$

$$\boxed{3.46 \text{ Tn} > 283.44 \text{ Tn.}} \quad \text{VERIFICAR}$$

Nota: la cuantía mínima del refuerzo vertical es: $\rho_{min} = 0,0025$

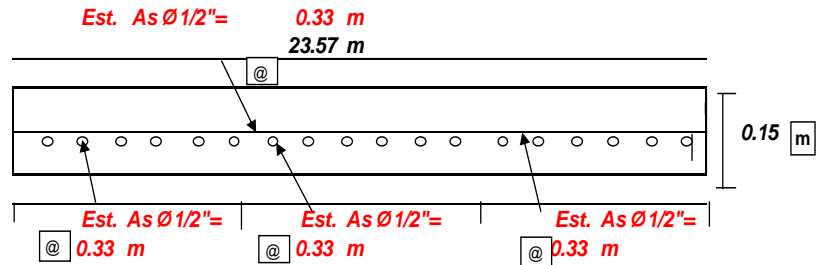
$$A_v = 0.0025bt = \boxed{13.49 \text{ cm}^2/\text{m}}$$

$$A_s (\varnothing 1/2") = 1.27 \text{ cm}^2$$

El refuerzo vertical consistirá en $\varnothing 1/2" @ 33 \text{ cm}$. En una capa

FINALMENTE AL HABER CALCULADO LA ARMADURA PARA DIVERSOS ESTADOS DE RESISTENCIA DE LA PLA ADOPTAMOS LA SIGUIENTE DISTRIBUCION DE ACERO POR NIVELES:

NIVEL	EN LOS BORDES DEL MURO	N° CAPAS	EN INTERS. C/PORTICOS	N° CAPAS	EN EL RESTO
			$A_s = 0.01bt = 353.55 \text{ cm}^2$		DEL MURO
01		01	$\varnothing 1/2" @ 0.33\text{m}$	01	$\varnothing 1/2" @ .33(1 \text{ Capa})$
	ARMADURA VERTICAL		ARMADURA VERTICAL		HORIZONTAL Y VERTICAL



Muro 25cm

DISEÑO DE MURO ESTRUCTURAL MURO E9, MURO E8, MURO E7, MURO E6, MURO E5, MURO E4, MURO E3, MURO E2. (0.25x3.00) - ELEMENTO NO ESBELTO

Longitud del muro Lw = 8.64 m.

Número de Pisos Típicos : 8

D A T O S				
Fy	t	Lw	φ	f'c
Kg/cm2	cm	cm		Kg/cm2
4,200.00	25.00	864.00	0.75	210.00

DATOS DEL SAP								
TIPO	NOMENCLAT.	Niv	Miembros #	SECCION	ESFUERZOS			C. AXIAL
					FLEXION (Ton-m)		CORTANTE	
					Mz	My	V(Ton)	
PLACAS	MURO E9, MURO E8, MURO E7, MURO E6.	1-8	1	864.00 x 15.00	3.24	3.10	5.23	325.12
TOTAL					3.24	3.10	5.23	325.12

TIPO	NOMENCLAT.	Niv	Miembros #	SECCION	ALTURA ENTREPISOS		ESFUERZOS		C. AXIAL ACUMUL
					h(m)		CORTANTE	FLEXION	
							V(Ton)	Mu(Ton-m)	
PLACAS	MURO E9, MURO E8, MURO E7, MURO E6.	1-8	1	864.00 x 15.00	3.00	3.00	5.23	15.69	325.12
TOTAL					3.00	5.23	15.69	325.12	

METODOS DE DISEÑO:

a) METODO EMPÍRICO:

1.- DATOS DE DISEÑO PARA MURO PL - 01(0.15 x 8.00)

Las fuerzas internas en la base son:

Carga axial en el nivel 1 Pu = 325.12 Ton

Momento ultimo en la pla Mu = 15.69 ton-m

Excentricidad

$$e = Mu / Pu = 0.05 \text{ m}$$

Excentricidad de referencia

$$e = \text{Longitud horizontal} / 6 = 1.44 \text{ m.}$$

COMO PUEDE OBSERVARSE LA RESULTANTE CAE DENTRO DEL TERCIO MEDIO DEL ESPESOR DEL MURO POR LO TANTO DEBE DISEÑARSE POR FLEJO COMPRESION.

VERIFICAR SI SE REQUIERE ELEMENTOS DE CONFINAMIENTO:

$$Ag = Lw * t = 21,600.00 \text{ cm}^2.$$

$$I = 1.344E+09 \text{ cm}^4.$$

Leer Nota

$$f'c = \frac{Pu}{Ag} + \frac{Mu * Lw / 2}{I} = 20.30 \text{ Kg/cm}^2.$$

$f'c =$	20.10 Kg/cm².	$>$	$0.2 f'c =$	42.00 Kg/cm².
[No requiere elementos de confinamiento]				

VERIFICAR SI SE REQUIERE REFUERZO EN DOS CAPAS:

Se necesita refuerzo en dos capas si:

- a) La fuerza cortante factorada "Vu" en el muro excede a:

$$Vu > 0.53 \sqrt{f'c} Acv$$

$$\begin{aligned} Vu &= 5.23 \text{ Tn.} \\ 0.53 \sqrt{f'c} Acv &= 165.90 \text{ Tn.} \end{aligned}$$



5.23 Tn.	$>$	165.90 Tn.
[No requiere refuerzo en dos capas]		

O sí:

- b) $h \geq 25 \text{ cm}$

$$25.00 < 25 \text{ cm.}$$

2.- ARMADURA MINIMA ACI - 318-71 SECCI



ARMADURA VERTICAL : Espaciamiento no mayor de 45cm

As min= 0.0	54.00 cm²
--------------------	-----------------------------

As por ml=	6.25 cm ²	# de barras	5 und
As Ø1/2"=	1.27		

As min= 0.0	6.25 cm²	Caso de Sismo
--------------------	----------------------------	----------------------

Espaciamiento S= **20 cm**

ARMADURA HORIZONTAL : Espaciamiento no mayor de 45 cm

As min= 0.0	54.00 cm²
--------------------	-----------------------------

As por ml=	6.25 cm ²	# de barras	5 und
As Ø1/2"=	1.27		

As min= 0.0	6.25 cm²	Caso de Sismo
--------------------	----------------------------	----------------------

Espaciamiento S= **20 cm**

PARA UNA CAPA EL ESPACIAMIENTO ES:

$$S = 100 \times 1.42 / As \quad \text{USAR } \mathbf{\text{Ø}1/2'' @ 0.20 \text{ EN UNA CAPA}}$$

3.- DISEÑO POR COMPRESI

Determinamos la capacidad de carga del muro Pu:

DATOS:	Lw	864.00 cm
	h o t	25.00 cm



$$Ag = 21,600.00 \text{ cm}^2$$

ADEMAS

Lc	3.00 cm
h o t	25.00 cm

En el primer nivel

$$\phi Pnw = 0.55 \phi f'c Ag \left[1 - \left(\frac{kLc}{32h} \right)^2 \right]$$

$\Phi Pnw =$	1,393.58 Tn.	$>> Pu =$	325.12 Tn.
[No necesita refuerzo por compresión]			

$$\phi = 0.65; k = 1 \text{ (para el caso más desfavorable)}$$

4.- DISEÑO POR FLEXION - DISEÑO COMO VIGA

- a) SE CALCULARA EL AREA DE ACERO EN LOS BORDES PARA EL CASO SUPUESTO QUE LA PLACA SE COMPORTE COMO UNA VIGA EN VOLADIZO DE GRAN PERALTE.
b) SE USARA UN PERALTE, $d = 0.8L_w$, SIN CONSIDERAR EL APOORTE DE ACERO EN COMPRESION.

CALCULO DEL PERALTE EFECTIVO:

$$d = 0.8L_w = 6.91 \text{ m.}$$

VERIFICAR SI EL MURO SE PUEDE DISEÑAR COMO UN ELEMENTO ESBELTO:

$$d / h_t = 2.30 > 0.4 \quad \boxed{\text{[No se Diseñará como Elemento Esbelto]}}$$

5.- DISEÑO POR CORTE

Resistencia Nominal Máxima del Muro:

Se debe verificar que la fuerza cortante en el elemento no sea mayor que la $V_n = V_u / \Phi \leq V_{u\max}$.

$$V_{u\max} = 2.7 \sqrt{f'c} h d \quad \boxed{V_{u\max} = 676,109.67 \text{ Kg}}$$

$$V_n = V_u / \Phi = \boxed{\text{Tn.}} \quad \boxed{6.97 < 676.11 \text{ OK}}$$

La resistencia al corte aportada por el concreto en la sección ubicada a $L_w/2$ de la base (menor que $h_w/2$) es determinada a través de las expresiones:

$$V_c = 0.88 \sqrt{f'c} h d + N_{ud} / 4L_w = 5,384.67 \text{ Kg.}$$

NOTA: $\boxed{Mu/V_u - L_w/2 \text{ (132.00)}}$

Si este valor es negativo
Entonces la Ecuación

$V_c = 0.88 \sqrt{f'c} h d + N_{ud} / 4L_w$
no se aplica.

$$V_c = \left[0.16 \sqrt{f'c} + \frac{L_w (0.33 \sqrt{f'c} + 0.2 N_{ud} / L_w h)}{M_u / V_u - L_w / 2} \right] h d = 1 \text{ Kg.}$$

Se escoge el valor menor de la resistencia al corte aportada por el concreto

La resistencia al corte aportada por $\boxed{285.38 \text{ tn OK}}$

En la expresión anterior, el valor de M_u se determina:

$$\boxed{Mu = 27.21 \text{ Tn} \cdot \text{m}}$$

SE CONSIDERA LA RESISTENCIA AL CORTE MÁS DESFAVORABLE:

$$\boxed{\phi V_c = 214.04 \text{ Tn.}}$$

CONSIDERACIONES:

a) Si: $V_u \leq \frac{\phi V_c}{2}$

$$\boxed{5.23 \text{ Tn} \geq 107.02 \text{ Tn}} \quad \text{[No se descarta]}$$

b) Si: $\frac{\phi V_c}{2} < V_u \leq \phi V_c$

La cuantía mínima del refuerzo horizontal será 0.0025 y el espaciamiento del acero será menor que: $L_w/5$; $3h$ y 45 cm .

$$\boxed{107.02 \text{ Tn} \leq 5.23 \text{ Tn} \leq 214.04 \text{ Tn}} \quad \text{[Se descarta]}$$

c) Si: $V_u > \phi V_c$ El área del acero horizontal será: $A_{vh} = \frac{(V_u - \phi V_c)}{\phi f_{yd}} S_2$

$$\boxed{5.23 \text{ Tn} > 214.04 \text{ Tn.}} \quad \text{VERIFICAR}$$

RESISTENCIA AL CORTE QUE DEBE SER APORTADA POR EL ACERO:

$$V_s = (V_u - \phi V_c) / \phi = \# \text{ Kg.}$$

REFUERZO HORIZONTAL REQUERIDO:

ESPACIAMIENTO MAXIMO RECOMENDADO POR EL CÓDIGO:

$$S_{\max} = L_w / 5 = 1.73 \text{ m.} > 0.2 \text{ m. OK}$$

$$S_{\max} = 3h = 0.75 \text{ m.} > 0.2 \text{ m. OK}$$

$$S_{\max} = 0.35 \text{ m.} > 0.2 \text{ m. OK}$$

Como $V_u > \phi V_c$ $V_{Avh} = \frac{(V_u - \phi V_c)}{\phi f_y d} S_2$

$$V_{Avh} / S_2 = V_s / (f_y d) = \Rightarrow \text{As } (\phi 1/2") = 1.27 \text{ cm}^2$$

$$A_{vh} = 1.92 \text{ cm}^2 \quad S = 20.00 \text{ cm}$$

Lo cual equivale a 3 varillas de $\phi 3/8"$ @ 33 cm.

LA CUANTÍA PROVISTA ES:

$$\rho_{\text{provista}} = 2 \times \text{ÁreaVarilla} / ts = .0076 \geq \rho_{\min} = 0.0025 \text{ OK}$$

Nota: la cuantía mínima del refuerzo horizontal es: $\rho_{\min} = 0.0025$

$$A_{sh} = 19.05 \text{ cm}^2$$

Usar $A_{sh} = \text{As } (\phi 1/2") @ 20.00 \text{ cm}$

REFUERZO VERTICAL REQUERIDO:

La cuantía del refuerzo vertical respecto a la sección bruta horizontales:

$$\rho_n = 0.0025 + 0.5 \times (2.5 - h / L_w) \times (\rho_t - 0.0025) = 0.0089 \geq \rho_{\min} = 0.0025 \text{ OK}$$

Nota: la cuantía mínima del refuerzo vertical es: $\rho_{\min} = 0.0025$

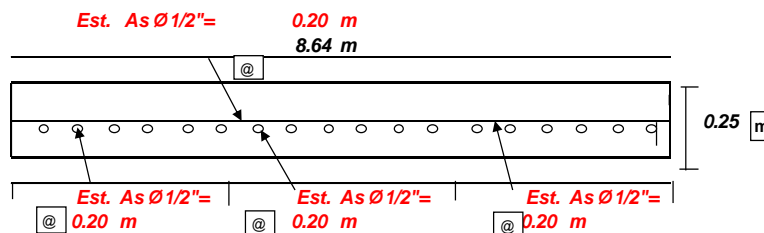
$$A_v = 0.0025 b t = 22.25 \text{ cm}^2/\text{m.}$$

$$\text{As } (\phi 1/2") = 1.27 \text{ cm}^2$$

El refuerzo vertical consistirá en $\phi 1/2"$ @ 20 cm. En una capa

FINALMENTE AL HABER CALCULADO LA ARMADURA PARA DIVERSOS ESTADOS DE RESISTENCIA DE LA PLACA ADOPTAMOS LA SIGUIENTE DISTRIBUCION DE ACERO POR NIVELES:

NIVEL	EN LOS BORDES DEL MURO	N° CAPAS	EN INTERS. C/PORTICOS	N° CAPAS	EN EL RESTO
			As = 0.01bt = 216.00 cm ²		DEL MURO
01-08		01	$\phi 1/2" @ 0.20\text{m}$	01	$\phi 1/2" @ 0.20(1 \text{ Capa})$
	ARMADURA VERTICAL		ARMADURA VERTICAL		HORIZONTAL Y VERTICAL



Muro 30cm

DISEÑO DE MURO ESTRUCTURAL MURO E1, MURO E36. (0.3x1.75) - ELEMENTO NO ESBELTO

Longitud del muro $L_w = 38.61$ m.

Número de Pisos Típicos : 8

D A T O S				
Fy	t	Lw	ϕ	f'c
Kg/cm2	cm	cm		Kg/cm2
4,200.00	30.00	3,861.00	0.75	210.00

DATOS DEL SAP								
TIPO	NOMENCLAT.	Niv	Miembros #	SECCION	ESFUERZOS			C. AXIAL
					FLEXION (Ton-m)		CORTANTE	
					Mz	My	V(Ton)	
PLACAS	MURO E1, MURO E36	1	1	3,861.00 x 15.00	0.52	0.57	6.15	145.26
TOTAL					0.52	0.57	6.15	145.26

TIPO	NOMENCLAT.	Niv	Miembros #	SECCION	ALTURA ENTREPISOS	ESFUERZOS		C. AXIAL	
						CORTANTE	FLEXION		
					h(m)	V(Ton)	Mu(Ton-m)	ACUMUL	
PLACAS	MURO E1, MURO E36	1	1	3,861.00 x 15.00	3.00	3.00	6.15	18.44	145.26
TOTAL					3.00	6.15	18.44	145.26	

METODOS DE DISEÑO:

a) METODO EMPÍRICO:

1.- DATOS DE DISEÑO PARA MURO PL - 01(0.15 x 8.00)

Las fuerzas internas en la base son:

Carga axial en el nivel 1 = $P_u = 145.26$ Ton

Momento último en la placa = $M_u = 18.44$ ton-m

Excentricidad

$$e = M_u / P_u = 0.13 \text{ m}$$

Excentricidad de referencia

$$e = \text{Longitud horizontal} / 6 = 6.44 \text{ m}$$

COMO PUEDE OBSERVARSE LA RESULTANTE CAE DENTRO DEL TERCIO MEDIO DEL ESPESOR DEL MURO POR LO TANTO DEBE DISEÑARSE POR FLEXO COMPRESION.

VERIFICAR SI SE REQUIERE ELEMENTOS DE CONFINAMIENTO:

$$A_g = L_w * t = \text{#####} \text{ cm}^2.$$

$$I = 1.4389E+11 \text{ cm}^4.$$

Leer Nota

$$f'c = \frac{P_u}{A_g} + \frac{M_u * L_w / 2}{I} \leq 1.50 \text{ Kg/cm}^2.$$

$$f'c = 1.50 \text{ Kg/cm}^2. > 0.2 f'c = 42.00 \text{ Kg/cm}^2.$$

[No requiere elementos de confinamiento]

VERIFICAR SI SE REQUIERE REFUERZO EN DOS CAPAS:

Se necesita refuerzo en dos capas si:

a) La fuerza cortante factorada "Vu" en el muro excede a:

$$Vu > 0.53 \sqrt{f_c} A_{cv}$$

$Vu =$	6.15 Tn.	⇒	<table border="1"> <tr> <td>6.15 Tn.</td> <td>></td> <td>889.62 Tn.</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center;">[No requiere refuerzo en dos capas]</td> </tr> </table>	6.15 Tn.	>	889.62 Tn.	[No requiere refuerzo en dos capas]		
6.15 Tn.	>			889.62 Tn.					
[No requiere refuerzo en dos capas]									
$0.53 \sqrt{f_c} A_{cv} =$	889.62 Tn.								

O sí:

b) $h \geq 25 \text{ cm}$. 30.00 < 25 cm.

2.- **ARMADURA MINIMA ACI - 318-71 SECCION** ⇒

ARMADURA VERTICAL : Espaciamiento no mayor de 45cm

As min= 0.01	289.58 cm2	As por ml=	7.50 cm2	# de barras	6 und
As min= 0.01	7.50 cm2	As Ø1/2"=	1.27	Espaciamiento S=	34 cm en 2 capas
Caso de Sismo					

ARMADURA HORIZONTAL : Espaciamiento no mayor de 45 cm

As min= 0.01	289.58 cm2	As por ml=	7.50 cm2	# de barras	6 und
As min= 0.01	7.50 cm2	As Ø1/2"=	1.27	Espaciamiento S=	34 cm en 2 capas
Caso de Sismo					

PARA 2 CAPAS EL ESPACIAMIENTO ES:

$S = 100 \times 1.42 / As$	USAR Ø1/2" @ 0.34 EN DOS CAPAS
----------------------------	---------------------------------------

3.- **DISEÑO POR COMPRESION** ⇐

Determinamos la capacidad de carga del muro Pu:

DATOS:	<table border="1"> <tr> <td>Lw</td> <td>3,861.00 cm</td> </tr> <tr> <td>hot</td> <td>30.00 cm</td> </tr> </table>	Lw	3,861.00 cm	hot	30.00 cm	⇒	Ag = 115,830.00 cm2
Lw	3,861.00 cm						
hot	30.00 cm						

ADEMAS

Lc	3.00 cm	En el primer nivel
hot	30.00 cm	

$\phi P_{nw} = 0.55 \phi_f 'c A_g \left[1 - \left(\frac{kLc}{32 h} \right)^2 \right]$	<table border="1"> <tr> <td>$\phi P_{nw} =$</td> <td>7,846.72 Tn.</td> <td>>></td> <td>$P_u =$</td> <td>145.26 Tn.</td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;">[No necesita refuerzo por compresión]</td> </tr> </table>	$\phi P_{nw} =$	7,846.72 Tn.	>>	$P_u =$	145.26 Tn.	[No necesita refuerzo por compresión]				
$\phi P_{nw} =$		7,846.72 Tn.	>>	$P_u =$	145.26 Tn.						
[No necesita refuerzo por compresión]											
$\phi = 0.65 ; k = 1 \left(\text{para el caso más desfavorable} \right)$											

RESISTENCIA AL CORTE QUE DEBE SER APORTADA POR EL ACERO:

$$V_s = (V_u - \phi V_c) / \phi = \text{## Kg.}$$

REFUERZO HORIZONTAL REQUERIDO:

ESPACIAMIENTO MAXIMO RECOMENDADO POR EL CÓDIGO:

$$S_{\max} = L_w / 5 = 7.72 \text{ m.} > 0.34 \text{ m. OK}$$

$$S_{\max} = 3h = 0.90 \text{ m.} > 0.34 \text{ m. OK}$$

$$S_{\max} = 0.35 \text{ m.} > 0.34 \text{ m. OK}$$

Como $V_u > \phi V_c$ $V_{Avh} = \frac{(V_u - \phi V_c)}{\phi f_y d} S_2$

$$Avh / S_2 = V_s / (f_y d) = 3$$

$$Avh = 3.15 \text{ cm}^2$$

As (Ø 1/2") =	1.27 cm ²
S =	34.00 cm

Lo cual equivale a 3 varillas de Ø 3/8" @ 33 cm.

LA CUANTÍA PROVISTA ES:

$$\rho_{\text{provista}} = 2 \times \text{ÁreaVarill} / ts = 0.0037 \geq \rho_{\min} = 0.0025 \text{ OK}$$

Nota: la cuantía mínima del refuerzo horizontal es: $\rho_{\min} = 0.0025$

Ash =	11.21 cm ²
-------	-----------------------

Usar Ash = As (Ø 1/2") = @ 34.00cm EN 2 CAPAS

REFUERZO VERTICAL REQUERIDO:

La cuantía del refuerzo vertical respecto a la sección bruta horizontales:

$$\rho_n = 0.0025 + 0.5 \times (2.5 - h / L_w) \times (\rho_t - 0.0025) = 0.0040 \geq \rho_{\min} = 0.0025 \text{ OK}$$

Nota: la cuantía mínima del refuerzo vertical es: $\rho_{\min} = 0.0025$

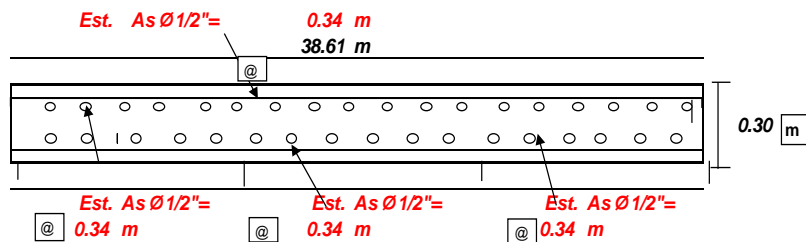
$$A_v = 0.0025 b t = 12.13 \text{ cm}^2/\text{m.}$$

As (Ø 1/2") = 1.27 cm²

El refuerzo vertical consistirá en Ø 1/2" @ 34 cm. En 2 capas

FINALMENTE AL HABER CALCULADO LA ARMADURA PARA DIVERSOS ESTADOS DE RESISTENCIA DE LA PLACA ADOPTAMOS LA SIGUIENTE DISTRIBUCION DE ACERO POR NIVELES:

NIVEL	EN LOS BORDES DEL MURO	N° CAPAS	EN INTERS. C/PORTICOS	N° CAPAS	EN EL RESTO
			As = 0.01bt = 1,158.30 cm ²		DEL MURO
01		02	Ø 1/2" @ 0.34m	02	Ø 1/2" @ 0.34(2Capas)
	ARMADURA VERTICAL		ARMADURA VERTICAL		HORIZONTAL Y VERTICAL



Muro 50cm

DISEÑO DE MURO ESTRUCTURAL MURO E37. (0.5x17.55) - ELEMENTO NO ESBELTO

Longitud del muro $L_w = 19.35$ m.

Número de Pisos Típicos: 1

D A T O S				
Fy	t	Lw	ϕ	f'c
Kg/cm2	cm	cm		Kg/cm2
4,200.00	50.00	1,935.00	0.75	210.00

DATOS DEL SAP								
TIPO	NOMENCLAT.	Niv	Miembros # m	SECCION	ESFUERZOS			
					FLEXION (Ton-m)		CORTANTE	C. AXIAL
					Mz	My	V(Ton)	Ton
PLACAS	MURO E37	1	1	1,935.00 x 15.00	0.52	0.57	6.15	145.26
TOTAL					0.52	0.57	6.15	145.26

TIPO	NOMENCLAT.	Niv	Miembros # m	SECCION	ALTURA		ESFUERZOS		C. AXIAL
					ENTREPISOS		CORTANTE	FLEXION	ACUMUL
					h(m)		V(Ton)	Mu(Ton-m)	Ton
PLACAS	MURO E37	1	1	1,935.00 x 15.00	17.55	3.00	6.15	18.44	145.26
TOTAL					3.00	6.15	18.44	145.26	

METODOS DE DISEÑO:

a) METODO EMPÍRICO:

1.- DATOS DE DISEÑO PARA MURO PL - 01(0.15 x 8.00)

Las fuerzas internas en la base son:

Carga axial en el nivel 1 : $P_u = 145.26$ Ton

Momento ultimo en la pla $M_u = 18.44$ ton-m

Excentricidad

$$e = M_u / P_u = 0.13 \text{ m}$$

Excentricidad de referencia

$$e = \text{Longitud horizontal} / 6 = 3.23 \text{ m.}$$

COMO PUEDE OBSERVARSE LA RESULTANTE CAE DENTRO DEL TERCIO MEDIO DEL ESPESOR DEL MURO POR LO TANTO DEBE DISEÑARSE POR FLEJO COMPRESION.

VERIFICAR SI SE REQUIERE ELEMENTOS DE CONFINAMIENTO:

$$A_g = L_w * t = 96,750.00 \text{ cm}^2.$$

$$I = 3.019E+10 \text{ cm}^4.$$

Leer Nota

$$f'_c = \frac{P_u}{A_g} + \frac{M_u * L_w / 2}{I} = 2.09 \text{ Kg/cm}^2.$$

$f'c =$	2.09 Kg/cm ² .	>	$0.2 f'c =$	42.00 Kg/cm ² .
[No requiere elementos de confinamiento]				

VERIFICAR SI SE REQUIERE REFUERZO EN DOS CAPAS:

Se necesita refuerzo en dos capas si:

a) La fuerza cortante factorada "Vu" en el muro excede a:

$$Vu > 0.53 \sqrt{f'c} Acv$$

$$\frac{Vu}{0.53 \sqrt{f'c} Acv} = \frac{6.15 \text{ Tn.}}{743.08 \text{ Tn.}}$$



6.15 Tn.	>	743.08 Tn.
[No requiere refuerzo en dos capas]		

O sí:

b) $h \geq 25 \text{ cm}$. 50.00 < 25 cm.

2.- ARMADURA MINIMA ACI - 318-71 SECCI 2

ARMADURA VERTICAL : Espaciamiento no mayor de 45cm

As min= 0.0	241.88 cm ²
-------------	------------------------

As por ml= 12.50 cm²
 As Ø1/2"= 1.27

de barras **10 und**

As min= 0.0	12.50 cm ²	Caso de Sismo
-------------	-----------------------	---------------

Espaciamiento S= **20 cm en 2 capas**

ARMADURA HORIZONTAL : Espaciamiento no mayor de 45 cm

As min= 0.0	241.88 cm ²
-------------	------------------------

As por ml= 12.50 cm²
 As Ø1/2"= 1.27

de barras **10 und**

As min= 0.0	12.50 cm ²	Caso de Sismo
-------------	-----------------------	---------------

Espaciamiento S= **20 cm en 2 capas**

PARA 2 CAPAS EL ESPACIAMIENTO ES:

$$S = 100 \times 1.42 / As \quad \text{USAR } \mathbf{\text{Ø}1/2" @ 0.34 \text{ EN DOS CAPAS}}$$

3.- DISEÑO POR COMPRESI 1

Determinamos la capacidad de carga del muro Pu:

DATOS:

Lw	1,935.00 cm
h o t	50.00 cm



Ag =	96,750.00 cm ²
------	---------------------------

ADEMAS

Lc	17.55 cm
h o t	50.00 cm

En el primer nivel

$$\phi Pnw = 0.55 \phi f'c Ag \left[1 - \left(\frac{kLc}{32 h} \right)^2 \right]$$

$\Phi Pnw =$	- 1,475.47 Tn.	>>	$Pu =$	145.26 Tn.
[Si necesita refuerzo por compresión]				

$$\phi = 0.65 ; k = 1 \left(\begin{matrix} \text{para el caso} \\ \text{más desfavorable} \end{matrix} \right)$$

4.- DISEÑO POR FLEXION - DISEÑO COMO VIGA

- a) SE CALCULARA EL AREA DE ACERO EN LOS BORDES PARA EL CASO SUPUESTO QUE LA PLACA SE COMPORTE COMO UNA VIGA EN VOLADIZO DE GRAN PERALTE.
- b) SE USARA UN PERALTE, $d = 0.80L_w$, SIN CONSIDERAR EL APORTE DE ACERO EN COMPRESION.

CALCULO DEL PERALTE EFECTIVO:

$$d = 0.8L_w = 45.48 \text{ m.}$$

VERIFICAR SI EL MURO SE PUEDE DISEÑAR COMO UN ELEMENTO ESBELTO:

$$d / h_t = 5.16 > 0.4 \quad \boxed{\text{[No se Diseñará como Elemento Esbelto]}}$$

DISEÑO POR CORTE

Resistencia Nominal Máxima del Muro:

Se debe verificar que la fuerza cortante en el elemento no sea mayor que la máxima $V_n = V_u / \Phi \leq V_{u \max}$.

$$V_{u \max} = 2.7 \sqrt{f'c} h d \quad \boxed{V_{u \max} = 3,028,407.91 \text{ Kg}}$$

$$V_n = V_u / \Phi = \frac{8.20}{\Phi} \quad \boxed{8.20 < 3,028.41 \text{ OK}}$$

La resistencia al corte aportada por el concreto en la sección ubicada a $L_w/2$ de la base (menor que $hw/2$) es determinada a través de las expresiones:

$$V_c = 0.88 \sqrt{f'c} h d + N_{ud} / 4L_w = 1,016,088.05 \text{ Kg.}$$

NOTA: $\boxed{Mu/V_u - L_w/2 (667.50)}$

Si este valor es negativo
Entonces la Ecuación

$$V_c = \left[0.16 \sqrt{f'c} + \frac{L_w (0.33 \sqrt{f'c} + 0.2 N_{ud} / L_w h)}{Mu / V_u - L_w / 2} \right] h d = 1,898.4 \text{ Kg.}$$

$V_c = 0.88 \sqrt{f'c} h d + N_{ud} / 4L_w$
no se aplica.

Se escoge el valor menor de la resistencia al corte aportada por el concreto

La resistencia al corte aportada por $\boxed{1,016.09 \text{ tn OK}}$

En la expresión anterior, el valor de M_u se determina a través de:

$$\boxed{Mu = - 14.73 \text{ Tn-m}}$$

SE CONSIDERA LA RESISTENCIA AL CORTE MÁS DESFAVORABLE:

$$\boxed{\phi V_c = 762.07 \text{ Tn.}}$$

CONSIDERACIONES:

a) Si: $V_u \leq \frac{\phi V_c}{2}$

$$\boxed{6.15 \text{ Tn} \geq 381.03 \text{ Tn}} \quad \text{[No se descarta]}$$

b) Si: $\frac{\phi V_c}{2} < V_u \leq \phi V_c$

La cuantía mínima del refuerzo horizontal será 0.0025 y el espaciamiento del acero será menor que: $L_w/5$; $3h$ y 45 cm.

$$\boxed{381.03 \text{ Tn} \leq 6.15 \text{ Tn} \leq 762.07 \text{ Tn}} \quad \text{[Se descarta]}$$

c) Si: $V_u > \phi V_c$ El área del acero horizontal será: $A_{vh} = \frac{(V_u - \phi V_c)}{\phi f_{yd}} S_2$

$$\boxed{6.15 \text{ Tn} > 762.07 \text{ Tn.}} \quad \text{VERIFICAR}$$

RESISTENCIA AL CORTE QUE DEBE SER APORTADA POR EL ACERO:

$$V_s = (V_u - \phi V_c) / \phi = \# \text{ Kg.}$$

REFUERZO HORIZONTAL REQUERIDO:

ESPACIAMIENTO MAXIMO RECOMENDADO POR EL CÓDIGO:

$$S_{max} = L_w / 5 = 3.87 \text{ m.} > 0.2 \text{ m. OK}$$

$$S_{max} = 3h = 1.50 \text{ m.} > 0.2 \text{ m. OK}$$

$$S_{max} = 0.35 \text{ m.} > 0.2 \text{ m. OK}$$

Como $V_u > \phi V_{Avh} = \frac{(V_u - \phi V_c)}{\phi f_y d} S_2$

$$A_{vh} / S_2 = V_u / (f_y d) = 3.10 \text{ cm}^2$$

As (Ø 1/2")	1.27 cm²
S =	20.00 cm

Lo cual equivale a 3 varillas de Ø 3/8" @ 33 cm.

LA CUANTÍA PROVISTA ES:

$$\rho_{provista} = 2 \times \text{ÁreaVarilla} / ts = \underline{0.0038} \geq \rho_{min} = \underline{0.0025} \text{ OK}$$

Nota: la cuantía mínima del refuerzo horizontal es: $\rho_{min} = 0.0025$

Ash =	19.05 cm²
--------------	-----------------------------

Usar Ash = As (Ø 1/2") = @ 20.00 cm EN 2 CAPAS

REFUERZO VERTICAL REQUERIDO:

La cuantía del refuerzo vertical respecto a la sección bruta horizontales:

$$\rho_n = 0.0025 + 0.5 \times (2.5 - h / L_w) \times (\rho_t - 0.0025) = \underline{0.0041} \geq \rho_{min} = \underline{0.0025} \text{ OK}$$

Nota: la cuantía mínima del refuerzo vertical es: $\rho_{min} = 0.0025$

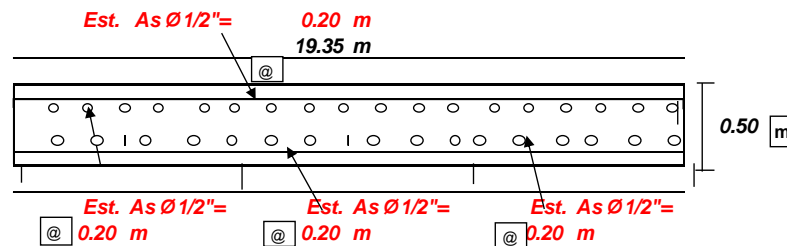
$$A_v = 0.0025 b t = \underline{20.69 \text{ cm}^2/\text{m}}$$

$$A_s (\text{Ø } 1/2") = 1.27 \text{ cm}^2$$

El refuerzo vertical consistirá en Ø 1/2" @ 20cm. En 2 capa

FINALMENTE AL HABER CALCULADO LA ARMADURA PARA DIVERSOS ESTADOS DE RESISTENCIA DE LA PLACA ADOPTAMOS LA SIGUIENTE DISTRIBUCION DE ACERO POR NIVELES:

NIVEL	EN LOS BORDES DEL MURO	N° CAPAS	EN INTERS. C/PORTICOS		N° CAPAS	EN EL RESTO	
			As = 0.01bt = 967.50 cm ²			DEL MURO	
01		02	Ø 1/2" @ 0.20m		02	Ø 1/2" @ 0.20 (2Capas)	
	ARMADURA VERTICAL		ARMADURA VERTICAL			HORIZONTAL Y VERTICAL	



Zapata 01 – Borde

DISEÑO DE CIMENTACION ANULAR - ZP 1 BORDE

Longitud del muro Lw = **50.96** m.

Número de Pisos : **10**

DATOS DE ESTRUCTURA SUPERIOR						
Fy Kg/cm2	t cm	Lw cm	ϕ			f'c Kg/cm2
4,200.00	60.00	5,096.00	0.75	0.85	0.90	210.00

DATOS DE ESFUERZOS							
TIPO	NOMENCLAT.	Niv	Miembros # m	SECCION	ESFUERZOS		
					FLEXION (Ton-m)		N(Ton)
					Mo		
	ZP-01	1-10°	1	50.96 2.90	153.79		5,228.22

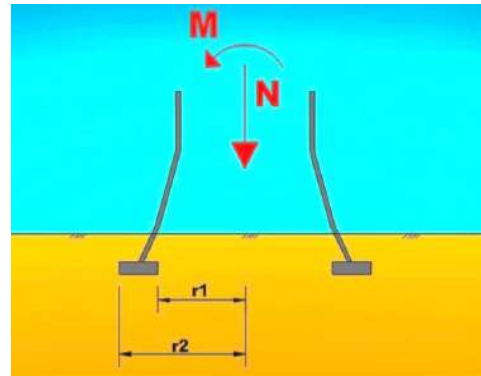
I- DISEÑO DE CIMENTACION ZAP. 01

102.595

1.- DATOS DE DISEÑO PL-0 (0.50 x 3.00)

Esfuerzo admisible del suelo	qs =	3.94 kg/cm2
Concreto	f'c =	210.00 kg/cm2
Peso específico del concreto	c =	2,400.00 kg/m3
acero	Fy =	4,200.00 kg/cm2
Altura de zapata	h =	0.70 m
Df =		3.00 m

(Según estudio de mecánica de suelos)



2.- DIMENSIONAMIENTO DEL ANCHO (B) DE LA ZAPATA CORRIDA

Primer metodo

Peso propio del muro		4,320.00 kg/m
Carga Ultima nivel 1	Pu =	102,594.58 kg/m
Carga Total	P =	106,914.58 kg/m
qs = qs - (0.6 * γc)	qs =	37,720.00 kg/m2

B = Ps/qs = **2.83 m**

USAMOS :B= 2.90 m

3.- PROPIEDADES GEOMETRIAS DE LA CIMENTACION

Radio exterior r2=

6.709 m 670.9 cm2

Radio interior r1=

9.509 m 950.9 cm2

$$A = \pi(r_2^2 - r_1^2)$$

$$I_c = \frac{\pi}{4}(r_2^4 - r_1^4)$$

A= 142.66 m2
A= 1426600 cm2

Ic= 4830.21 m4
Ic= 4.83E+11 cm4

Radio al centro de gravedad de la zapata

r0= 8.19 m
819 cm

Asumiendo altura b= **1** m

d= 0.9123 m 91.23 cm

$$I = \frac{1}{12}(r_2 - r_1) \cdot b^3$$

I= 0.2333333 m4 2333333.33 cm4

$$I = \frac{1}{3}(r_2 - r_1) \cdot b^3 \left[1 - \frac{192b}{(r_2 - r_1)\pi^5} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k^5} \tanh\left(\frac{k(r_2 - r_1)\pi}{2b}\right) \right]$$

J= 0.141942506 m4 14194251 cm4

4.- GIRO DE LA ZAPATA DEBIDO AL MOMENTO

Momento max.= 153.79 tn-m
15379000 kg-cm

Donde: E: es el módulo de deformación del hormigón
 G: es el módulo de elasticidad transversal que podemos tomar:

$$\theta = \frac{M}{\frac{\pi \cdot I_c (EI + GJ)}{r_0 \left(I_c - \frac{r_0^2 A}{2} \right)} + K_c \frac{r_0^2 A}{2}}$$

E = $15000 \sqrt{f'c}$ = 217,370.65 Kg/cm2

G = $\frac{E}{2(1 + \nu)}$ = 86948.26048 Kg/cm2

Poisson ν = 0.25

θ = 0.04805

Módulo de balasto Kc = 6.69 kg/cm3

Valores de K30 propuestos por Terzaghi			
Tipos de suelo			K30 max
Arena seca o húmeda	Suelta	0,64	1,92
	Media	1,92	9,6
	Compacta	9,6	32
Arona sumergida	Suelta	0,8	
	Media	2,5	
	Compacta	10	
Arcilla	qu=1-2 kg/cm ²	1,6	3,2
	qu=2-4 kg/cm ²	3,2	6,4
	qu>4 kg/cm ²	>6,4	

5.76

Valores de K30 en Kg/cm3 por Rodriguez Ortiz			
Tipo Suelo	K30 min	K30 max	
Arena fina de playa	1	1,5	
Arena floja, seca o húmeda	1	3	
Arena media, seca o húmeda	3	9	
Arena compacta, seca o húmeda	9	20	
Gravilla arenosa floja	4	8	
Gravilla arenosa compacta	9	25	
Grava arenosa floja	7	12	
Grava arenosa compacta	12	30	
Margas arcillosas	20	40	
Rocas blandas o alteradas	30	500	
Rocas sanas	800	30000	
Arcilla (qu=1.2 kg/cm ²)	1,6	3,2	
Arcilla (qu=2.4 kg/cm ²)	3,2	6,4	
Arcilla (qu=>4 kg/cm ²)	>6,4		

Valores de K30 en Kg/cm3 por Jimenez Salas			
Tipo Suelo	K30 min	K30 max	
Suelo Fangoso	0,5	1,5	
Arena seca o húmeda, suelta (Nspt 3 a 9)	1,2	3,6	
Arena seca o húmeda, media (Nspt 9 a 30)	3,6	12	
Arena seca o húmeda, densa (Nspt 30 a 50)	12	24	
Grava fina con arena fina	8	10	
Grava media con arena fina	10	12	
Grava media con arena gruesa	12	15	
Grava gruesa con arena gruesa	15	20	
Grava gruesa firmemente estratificada	20	40	
Arcilla blanda qu 0,25 a 0,5 kg/cm ²	0,65	1,3	
Arcilla media qu 0,5 a 2,0 kg/cm ²	1,3	4	
Arcille compacta qu 2,0 a 4,0 kg/cm ²	4	8	
Arcilla margosa dura qu= 4 a 10 kg/cm ²	8	21	
Marga arenosa rigida	21	44	
Arena de miga y tosco	22	110	
Marga	22	2200	
Caliza margosa alterada	150	220	
Caliza sana	885	36000	
Granito meteorizado	30	9000	
Granito sano	1700	3600	

Los terrenos granulares bajo en NF tendrán una K=0,6*de la tabla

9

Valores de K30 en Kg/cm3 por la CTE			
Tipo Suelo	K30 min	K30 max	
Arcilla blanda	1,5	3	
Arcilla media	3	6	
Arcilla dura	6	20	
Limo	1,5	4,5	
Arena floja	1	3	
Arena media	3	9	
Arena compacta	9	20	
Grava arenosa floja	7	12	
Grava arenosa compacta	12	30	
Margas arcillosas	20	40	
Rocas algo alteradas	30	500	
Rocas sanas	>500		

5- TENSIONES BAJO LA ZAPATA

Ley de Navier

$$\sigma = \pm \frac{N}{A} \pm \frac{M \cdot r_2}{I_c}$$

$\sigma =$ 3.69 kg/cm2 OK
 $\sigma =$ 3.64 kg/cm3 OK

Varilla No	Diámetro Mm (pulg.)	Perimetro mm	Area Nominal cm ²	Peso kg./m
2.5	7.9 (5/16)	24.8	0.49	0.384
3	9.5 (3/8)	29.8	0.71	0.557
4	12.7 (1/2)	39.9	1.27	0.996
5	15.9 (5/8)	50.0	1.99	1.560
6	19.1 (3/4)	60.0	2.87	2.250
7	22.2 (7/8)	69.7	3.87	3.034
8	25.4 (1)	79.8	5.07	3.975
9	28.6 (1 1/8)	89.8	6.42	5.033
10	31.8 (1 1/4)	99.9	7.94	6.225
12	38.1 (1 1/2)	119.7	11.4	8.938

6- ESFUERZOS PARA EL DISEÑO

Momento para armar a flexión perimetral:

$$M_f = \pm \frac{EI\theta}{r_0}$$

Mf= 297547114 kg-cm 2975.4711 tn-m

Mn=Mu/0.9= 170.88 tn-m

$$a_s = \frac{M_n}{F_y \left(d - \frac{a}{2}\right)} \quad a=d/5$$

a= 18.246
 As= 49.55 cm2

Verificando:

$$a = \frac{A_s \times f'_y}{0.85 \times f'_c \times b}$$

2da Int. a= 4.16 a= 3.84
 As= 45.64 cm2 As= 45.55 cm2

As/As 5/8"= 22.89 -----> 23.00 und S= 12.17391 cm
 Entonces: 12 Φ 5/8" @0.24 EN DOS CAPAS As= 47.76 cm2

Verificación de As mi 0.0018*b*d=

47.62 cm2 As >=As min OK

Momento para armar a torsor:

$$M_t = \pm \frac{GJ}{r_0} \theta = \pm \frac{GJ}{EI} M_f M_t =$$

kg-cm 724.02 tn-m 72,402,142.30 kg-cm 724.02 tn-m

a= 18.246
 As= 209.95 cm2

2da Int.

a= 0.99 a= 0.89
 As= 189.99 cm2 As= 189.89 cm2

As/As 5/8"= 95.42 -----> 96.00 und S= 52.14583 cm
 Entonces: Φ 5/8" @0.50 EN UNA CAPA As= 47.76 cm2

Momento para armar a flexión transversal:

$$M_{ft1} = \sigma_1 \cdot \frac{v_1^2}{2} + (\sigma'_1 - \sigma_1) \cdot \frac{v_1^2}{6}$$

Mft1= 24382.885 kg-cm 0.243828853 tn-m

$$M_{ft2} = \sigma_2 \cdot \frac{v_2^2}{2} + (\sigma'_2 - \sigma_2) \cdot \frac{v_2^2}{3}$$

Mft2= 24449.906 kg-cm 0.244499061 tn-m

a= 18.246
 As= 0.07 cm2

2da Int.

a= 0.02 a= 0.02
 As= 0.06 cm2 As= 0.06 cm2

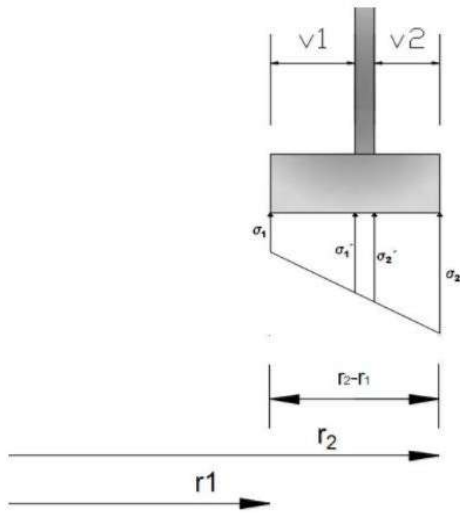
As/As 3/8"= 0.09 -----> 1.00 und S= 100 cm
 Entonces: As= 0.71 cm2

Verificación de As mi 0.0018*b*d=

836.83 cm2 As >=As min ERROR USAR REFUERZO MINIMO

Entonces:
 As/As 5/8"= 420.52 -----> 421.00 und S= 12.10451 cm
211 Φ 5/8" @0.24 EN DOS CAPAS As= 839.78 cm2

V1=	1.15 m	115 cm	V2=	1.15 m	115 cm
-----	--------	--------	-----	--------	--------



$$\sigma_1 = \frac{N}{A} + \frac{M \cdot r_1}{I_c} = 3.686$$

$$\sigma_{1'} = \frac{N}{A} + \frac{M \cdot (r_1 + v_1)}{I_c} = 3.690$$

$$\sigma_{2'} = \frac{N}{A} + \frac{M \cdot (r_2 - v_2)}{I_c} = 3.691$$

$$\sigma_2 = \frac{N}{A} + \frac{M \cdot r_2}{I_c} = 3.695$$

Cortante para comprobar la zapata:

$$V = \frac{(EI + Gj)}{r_0^2} \cdot \frac{M}{\frac{\pi \cdot I_c (EI + Gj)}{r_0 \left(I_c - \frac{r_0^2 A}{2} \right)} + K_c \frac{r_0^2}{2}}$$

1921.3288 Kg	1.921328791 tn
--------------	----------------

Vn=Vu/0.85 Vn= 120.70 Tn

$V_c = 0.53 \cdot \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d$ Vc= 203.20 Tn

Vc > Vn **OK**

Fuente: JALIL, W.A.: "Calcul des Fondations Annulaires et Circulaires d'ouvrages de Révolution" Annales de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics, Junio 1969

Zapata 02 – Ascensor

DISEÑO DE CIMENTACION ANULAR - ZP 2 ASCENSOR

Longitud del muro $L_w = 8.64$ m.

Número de Pisos : 10

DATOS DE ESTRUCTURA SUPERIOR						
F_y Kg/cm ²	t cm	L_w cm	ϕ			f_c Kg/cm ²
4,200.00	25.00	864.00	0.75	0.85	0.90	210.00

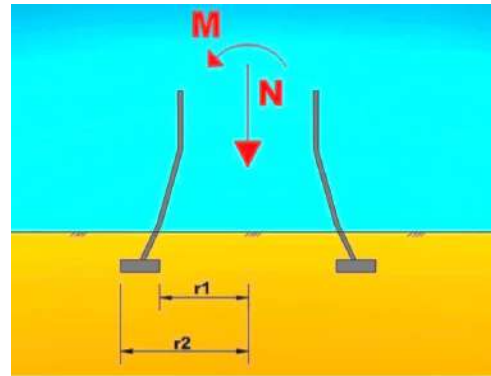
DATOS DE ESFUERZOS							
TIPO	NOMENCLAT.	Niv	Miembros # m	SECCION	ESFUERZOS		
					FLEXION (Ton-m)		N(Ton)
					Mo		
	ZP-02	1-10°	1	8.64	5.80	9.95	1,852.67

I- DISEÑO DE CIMENTACION ZAP. 01

214.4294

1.- DATOS DE DISEÑO PL-0 (0.50 x 3.00)

Esfuerzo admisible del suelo	$q_s = 3.94$ kg/cm ²	(Según estudio de mecánica de suelos)
Concreto	$f_c = 210.00$ kg/cm ²	
Peso específico del concreto	$\gamma_c = 2,400.00$ kg/m ³	
acero	$F_y = 4,200.00$ kg/cm ²	
Altura de zapata	0.70 m	
$D_f =$	3.00 m	



2.- DIMENSIONAMIENTO DEL ANCHO (B) DE LA ZAPATA CORRIDA

Primer metodo

Peso propio del muro	1,800.00 kg/m
Carga Ultima nivel 1	$P_u = 214,429.40$ kg/m
Carga Total	$P = 216,229.40$ kg/m
$q_{sn} = q_s - (0.6 \cdot \gamma_c) =$	$q_{sn} = 37,720.00$ kg/m ²

$$B = P_s / q_{sn} = 5.73 \text{ m}$$

$$\text{USAMOS : } B = 5.80 \text{ m}$$

3.- PROPIEDADES GEOMETRIAS DE LA CIMENTACION

Radio exterior $r_2 =$

0 m	0 cm ²
-----	-------------------

$$A = \pi(r_2^2 - r_1^2)$$

$$I_c = \frac{\pi}{4}(r_2^4 - r_1^4)$$

Radio interior $r_1 =$

5.8 m	580 cm ²
-------	---------------------

$A = 105.68$ m ²
$A = 1056800$ cm ²

$I_c = 888.8$ m ⁴
$I_c = 8.89E+10$ cm ⁴

Radio al centro de gravedad de la zapata

$r_0 = 3.87$ m
387 cm

Asumiendo altura $b = 0.70$ m

$d = 0.6123$ m	61.23 cm
----------------	----------

$$I = \frac{1}{12}(r_2 - r_1) \cdot b^3$$

$I = 0.1657833$ m ⁴	16578333.3 cm ⁴
--------------------------------	----------------------------

$$I = \frac{1}{3}(r_2 - r_1) \cdot b^3 \left[1 - \frac{192b}{(r_2 - r_1)\pi^5} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{1}{k^5} \tanh\left(\frac{k(r_2 - r_1)\pi}{2b}\right) \right]$$

$J = 0.355493351$ m ⁴	35549335 cm ⁴
----------------------------------	--------------------------

4.- GIRO DE LA ZAPATA DEBIDO AL MOMENTO

Momento max.=	9.95 tn-m 995000 kg-cm
---------------	---------------------------

Donde: E: es el módulo de deformación del hormigón
 G: es el módulo de elasticidad transversal que podemos tomar:

$$\theta = \frac{M}{\pi \cdot I_c (EI + GJ) + K_c \frac{r_0^2 A}{2}} + K_c \frac{r_0^2 A}{2}$$

E = 15000 √f'c E= 217,370.65 Kg/cm2

G = $\frac{E}{2(1 + \nu)}$ G= 86948.26048 Kg/cm2

Poisson ν= 0.25

θ= 0.018794

Módulo de balasto Kc= 6.69 kg/cm3

Tipos de suelo			
		K30 min	K30 max
Arena seca o húmeda	Suelta	0,64	1,92
	Media	1,92	9,6
	Compacta	9,6	32
Arona sumergida	Suelta		0,8
	Media		2,5
	Compacta		10
Arcilla	qu=1.2 kg/cm²	1,6	3,2
	qu=2.4 kg/cm²	3,2	6,4
	qu>4 kg/cm²	>6,4	

5.76

Tipo Suelo	K30 min	K30 max
Arena fina de playa	1	1,5
Arena floja, seca o húmeda	1	3
Arena media, seca o húmeda	3	9
Arena compacta, seca o húmeda	9	20
Gravilla arenosa floja	4	8
Gravilla arenosa compacta	9	25
Grava arenosa floja	7	12
Grava arenosa compacta	12	30
Margas arcillosas	20	40
Rocas blandas o alteradas	30	500
Rocas sanas	800	30000
Arcilla (qu=1.2 kg/cm2)	1,6	3,2
Arcilla (qu=2.4 kg/cm2)	3,2	6,4
Arcilla (qu=>4 kg/cm2)	>6,4	

Tipo Suelo	K30 min	K30 max
Suelo Fangoso	0,5	1,5
Arena seca o húmeda, suelta (Nspt 3 a 9)	1,2	3,6
Arena seca o húmeda, media (Nspt 9 a 30)	3,6	12
Arena seca o húmeda, densa (Nspt 30 a 50)	12	24
Grava fina con arena fina	8	10
Grava media con arena fina	10	12
Grava media con arena gruesa	12	15
Grava gruesa con arena gruesa	15	20
Grava gruesa firmemente estratificada	20	40
Arcilla blanda qu 0.25 a 0.5 kg/cm2	0,65	1,3
Arcilla media qu 0,5 a 2,0 kg/cm2	1,3	4
Arcilla compacta qu 2,0 a 4,0 kg/cm2	4	8
Arcilla margosa dura qu= 4 a 10 kg/cm2	8	21
Marga arenosa rigida	21	44
Arena de miga y tosco	22	110
Marga	22	2200
Caliza margosa alterada	150	220
Caliza sana	885	36000
Granito meteorizado	30	9000
Granito sano	1700	3600

Los terrenos granulares bajo en NF tendrán una K=0,6%de la tabla

9

Tipo Suelo	K30 min	K30 max
Arcilla blanda	1,5	3
Arcilla media	3	6
Arcilla dura	6	20
Limo	1,5	4,5
Arena floja	1	3
Arena media	3	9
Arena compacta	9	20
Grava arenosa floja	7	12
Grava arenosa compacta	12	30
Margas arcillosas	20	40
Rocas algo alteradas	30	500
Rocas sanas	>500	

5- TENSIONES BAJO LA ZAPATA

5-

Ley de Navier

$$\sigma = \frac{N}{A} \pm \frac{M \cdot r_2}{I_c}$$

$\sigma = 1.75 \text{ kg/cm}^2$ OK
 $\sigma = 1.75 \text{ kg/cm}^3$ OK

Varilla No	Diámetro Mm (pulg.)	Perimetro mm	Area Nominal cm ²	Peso kg/m
2.5	7.9 (5/16)	24.8	0.49	0.384
3	9.5 (3/8)	29.8	0.71	0.557
4	12.7 (1/2)	39.9	1.27	0.996
5	15.9 (5/8)	50.0	1.99	1.560
6	19.1 (3/4)	60.0	2.87	2.250
7	22.2 (7/8)	69.7	3.87	3.034
8	25.4 (1)	79.8	5.07	3.975
9	28.6 (1 1/8)	89.8	6.42	5.033
10	31.8 (1 1/4)	99.9	7.94	6.225
12	38.1 (1 1/2)	119.7	11.4	8.938

6- ESFUERZOS PARA EL DISEÑO

Momento para armar a flexión perimetral:

$$M_f = \pm \frac{EI\theta}{r_0}$$

Mf= 175002008.4 kg-cm 1750.02008 tn-m

Mn=Mu/0.9= 11.06 tn-m

$$A_s = \frac{Mn}{F_y \left(d - \frac{a}{2}\right)} \quad a=d/5$$

a= 12.246
 As= 4.78 cm²

Verificando:

$$a = \frac{A_s \times f'_y}{0.85 \times f'_c \times b}$$

2da Int. a= 0.40 As= 4.31 cm² a= 0.36 As= 4.31 cm²

As/As 5/8= 6.07 -----> 7.00 und S= 82.85714 cm
 Entonces: As= 3.55

Verificación de As mii 0.0018*b*d= 63.92 cm² As >=As min ERROR USAR REFUERZO MINIMO

Entonces: As/As 5/8= 32.12 -----> 33.00 und S= 17.57576 cm
 17Φ5/8" @0.34 EN DOS CAPAS As= 67.66 cm²

Momento para armar a torsor:

$$M_t = \pm \frac{GJ}{r_0} \theta = \pm \frac{GJ}{EI} M_f \quad M_t = 150104474.555 \text{ kg-cm} \quad 1501.04 \text{ tn-m} \quad 150,104,474.55 \text{ kg-cm} \quad 1501.04 \text{ tn-m}$$

a= 12.246
 As= 648.54 cm²

2da Int. a= 3.05 As= 598.59 cm² a= 2.81 As= 597.41 cm²

As/As 5/8= 300.21 -----> 301.00 und S= 2.870432 cm
 VERIFICAR

Momento para armar a flexión transversal:

$$M_{ft1} = \sigma_1 \cdot \frac{v_1^2}{2} + (\sigma'_1 - \sigma_1) \cdot \frac{v_1^2}{6} \quad M_{ft1} = 67539.478 \text{ kg-cm} \quad 0.67539478 \text{ tn-m}$$

$$M_{ft2} = \sigma_2 \cdot \frac{v_2^2}{2} + (\sigma'_2 - \sigma_2) \cdot \frac{v_2^2}{3} \quad M_{ft2} = 67829.351 \text{ kg-cm} \quad 0.67829351 \text{ tn-m}$$

a= 12.246
 As= 0.29 cm²

2da Int. a= 0.07 As= 0.26 cm² a= 0.06 As= 0.26 cm²

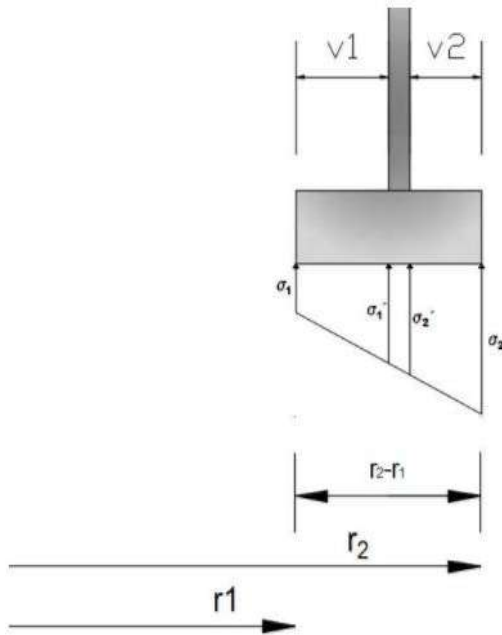
As/As 3/8= 0.37 -----> 1.00 und S= 100 cm
 Entonces: As= 0.71 cm²

Verificación de As mii 0.0018*b*d= 95.22 cm² As >=As min ERROR USAR REFUERZO MINIMO

Entonces: As/As 5/8= 47.85 -----> 48.00 und S= 18 cm
 24 Φ 5/8" @0.36 EN DOS CAPAS As= 95.52 cm²

Donde las tensiones son:

V1=	2.775 m	277.5 cm	V2=	2.775 m	277.5 cm
-----	---------	----------	-----	---------	----------



$$\sigma_1 = \frac{N}{A} + \frac{M \cdot r_1}{I_c} = 1.753$$

$$\sigma_{1'} = \frac{N}{A} + \frac{M \cdot (r_1 + v_1)}{I_c} = 1.756$$

$$\sigma_{2'} = \frac{N}{A} + \frac{M \cdot (r_2 - v_2)}{I_c} = 1.756$$

$$\sigma_2 = \frac{N}{A} + \frac{M \cdot r_2}{I_c} = 1.760$$

Cortante para comprobar la zapata:

$$V = \frac{(EI + GJ)}{r_0^2} \cdot \frac{M}{\frac{\pi \cdot I_c (EI + GJ)}{r_0 \left(I_c - \frac{r_0^2 A}{2} \right)} + K_c \frac{r_0^2}{2}}$$

16702.58 Kg	16.7025802 tn
-------------	---------------

Vn=Vu/0.85 Vn= 252.2699 Tn

Vc = 0.53 * sqrt(fc) * b * d Vc= 272.8 Tn

Vc > Vn **OK**

Fuente: JALIL, W.A.: "Calcul des Fondations Annulaires et Circulaires d'ouvrages de Révolution" Annales de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics, Junio 1969

2.5.8 Elementos estructurales definidos del edificio ecoturístico

2.5.8.1 Especificaciones Técnicas

2.5.8.1.1 Concreto

El concreto será de resistencia F'c= 210 kg/cm², respectivamente según indique los planos para cada estructuras. Su uso se hará de acuerdo a lo indicado en los planos.

El cemento a usar será el cemento Pórtland, tipo I o normal, de acuerdo a la clasificación usada en USA. Normalmente este cemento se expende en bolsas de 42.50 Kg. o 94 libras por bolsa; el peso del

cemento en bolsas no debe tener una variación (+ o -) del 1% del peso indicado.

2.5.8.1.2 Acero

El acero corrugado será de resistencia $F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

Los planos indican las cantidades y tipos de refuerzo que requieren en las diversas estructuras. Las verdaderas longitudes, formas y cantidades de varillas, se indican en los planos.

2.5.8.1.3 Sistema Bubbledeck.

El sistema Bubbledeck es definido como una configuración de elementos incorporados en el interior de un elemento macizo, con el propósito de realizar más efectivo el elemento.

Según LOPEZ BARBA P. (2009) define el sistema Bubbledeck como:

"Redes de armado superior e inferior, cestas de armado con cuerpos de plástico con una cavidad interior, estos cuerpos vacíos están compuesto de plástico de polietileno de alta densidad reciclado, desplazan el concreto de las zonas en las que resulta menos eficaz".(p.1)

También afirma que se reduce el peso en gran porcentaje:

"Se reduce un 35% el peso de una losa. El forjado Bubbledeck se comporta como una losa con comportamiento biaxial en todas las direcciones, sin necesidad de vigas. Lo que permite abrir vacíos de manera flexible."

La hoja de cálculo desarrollado está en función de: *Danstek (2016) Manual de diseño y cálculo estructural, LOSA PREFABRICADA*

También se puede verificar el análisis del losas sistema Bubbledeck en *AMAYA ASTUDILLO T. E., GALINDO BACUILIMA, B. J. (2015) "análisis del comportamiento y aplicación de losas Bubbledeck" (tesis de pregrado).*

2.5.8.2 Planos Estructurales

Los planos en planta, elevación, cortes y vista 3d se pueden encontrar en el capítulo de anexos.

2.5.8.3 Maqueta de la estructura del edificio ecoturístico

La maqueta es realizado mediante una impresión 3D a escala 1/150, con material plástico ABS.

2.5.9 Análisis descriptivo y comparativo de la estrategia estructura algorítmica – metodología tradicional

Diseño estructural de un edificio			
Estructura algorítmica		Metodología tradicional	
Generación estructural F1	Ámbito del edificio: Definición de los elementos del campo de composición de la arquitectura del edificio.	Generación estructural	Plano arquitectónico: Análisis del planteamiento arquitectónico definido por el arquitecto.
	Plantilla: definición del modelo base de la configuración y forma del edificio		Ejes: definición de líneas horizontales, verticales y oblicuos para la ubicación de los elementos de la estructura del edificio.
	Conectividad: definición del orden de la configuración de los elementos del campo de composición.		Sistema Estructural: definición de los tipos de elementos estructurales que tendrá el edificio.
	Geometría: medición de las extensiones y relaciones entre los elementos de la estructura del edificio.	Cálculo con el RNE	Pre dimensiones: metrado de cargas y áreas tributarias de cada elemento para
	Material: definición del material que cumpla con las condiciones de la forma para la ejecución del edificio.		Definición de cargas: describir los tipos de usos del edificio para definir las cargas sobre los elementos de la estructura.
Generación estructural F2	Ámbito del edificio: Definición de los elementos del campo de composición de la arquitectura del edificio.		Modelo estructural: modelación inicial de la estructura del edificio con el material definido para verificar las zonas más

			vulnerables a la respuesta de las cargas
	Entramado: ordenación y organización de los elementos del edificio en espacio.		Acciones de Diseño: definición de las fuerzas que determinarán la sección de los elementos de la estructura del edificio
	Sistema: generación de los patrones estructurales del edificio		Análisis Estructural: verificación de los resultados del modelo con respecto al RNE.
Cálculo con el RNE	Proporciones: definición de las dimensiones de los elementos de la estructura del edificio tomando en cuenta el RNE.		Dimensiones: descripción de las secciones definidas de los elementos de la estructura del edificio.

Resultados del diseño estructural		
Criterios	Estructura algorítmica	Metodología tradicional
Versatilidad del empleo	X/2 días	X días
Generación de formas complejas	Generación de nuevas formas	Formas conocidas
Optimización de la configuración estructural	Efectividad de los elementos 100%	Efectividad de los elementos depende de la forma
Definición sorprendente de la forma	No modifica la composición inicial	Modifica la forma para la regularidad estructural

Verificación de periodo	<T=hn/ct RNE	<T=hn/ct RNE
Desplazamiento de entrepiso	< 0.007 - RNE	< 0.007 - RNE
Comportamiento estructural	Función de los elementos al 100%	La función depende del tipo de elemento estructural
Dimensión de los elementos estructurales	Compatible con el espacio y forma del edificio	Incompatibilidad en espacios con diseño contemporáneo
Estética de la edificación	Diseño contemporáneo, una sola configuración de la estructura y arquitectura	Diseño convencional, formas cuadradas para que no sean irregulares
Grado de satisfacción de la estructura	Cumplimiento de la objetividad del edificio	Cumplimiento de cierta parte de la objetividad del edificio

CAPITULO III:

PRESENTACION DE RESULTADOS

3.1. CONFIABILIDAD Y VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

a. CALIDAD DEL INSTRUMENTO

i. Coeficiente de ALFA DE CRONBACH: es un coeficiente que se utiliza para medir la fiabilidad de una escala de medida.

b. CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO:

Menéndez A. afirma que la confiabilidad "...se refiere a la consistencia de los resultados. En el análisis de la confiabilidad se busca que los resultados de un cuestionario concuerden con los resultados del mismo cuestionario en otra ocasión. Si esto ocurre se puede decir que hay un alto grado de confiabilidad...".(p.1)

Para la definición del grado de claridad se realiza la evaluación de la bondad y claridad del instrumento:

	Encuesta	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	Total
E1	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	3	37
E2	4	3	3	4	3	3	4	3	4	3	4	34
E3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	3	2	32
E4	4	3	3	4	4	3	4	3	4	3	4	35
E5	4	3	3	4	3	3	4	4	3	3	2	33
E6	4	3	3	4	3	3	4	4	4	3	2	33
E7	4	2	3	4	3	2	4	2	3	3	2	29
E8	4	4	3	3	3	3	4	4	2	3	2	32
Promedio	4.00	3.13	3.00	3.88	3.25	3.00	4.00	3.13	3.25	2.50		
Desv. Est.	0.00	0.64	0.00	0.35	0.46	0.53	0.00	0.83	0.46	0.76		
Varianza	0.00	0.41	0.00	0.13	0.21	0.29	0.00	0.70	0.21	0.57		
Alfa de Cronbach:					K=		8					
$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum V_i}{V_t} \right]$					Sum Vi=		2.518					
					Vt=		5.554					
α=		0.62										

c. VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

Validez: Es verificar la capacidad de los indicadores de un instrumento para evaluar la muestra, de acuerdo a los puntos reguladores o normativas
 Según MARROQUÍN PEÑA R. (2010) define que la validez es un "grado en el que un instrumento en verdad mide la variable que se busca medir".
 (p.13)

3.2. ANÁLISIS CUANTITATIVO DE LAS VARIABLES

VARIABLE INDEPENDIENTE: Empleo de la estrategia de estructura algorítmica

- **Elementos que componen el diseño.**



Ámbito del edificio:

- ✓ El ámbito ha sido definido a partir de la especialidad del proyecto: Ecoturismo.

Plantilla:

- ✓ La plantilla ha sido definido en la superposición de los elementos de composición sobre una base controlada: Plano cartesiano.

Conectividad:

- ✓ La conectividad ha sido definido por la configuración estructural interna de los elementos de composición: Conexión entre elementos.

Geometría:

- ✓ La geometría ha sido definido por la sucesión de los elementos controlados por su dimensión: Sucesión controlada.

Material.

- ✓ El material ha sido definido por la forma que se obtuvo del proceso algorítmico: Concreto Armado.

- **Sistemas de generación estructural.**

Representación:

- ✓ La representación ha sido definido en función de la especialidad ecoturístico: Edificio ecoturístico.

Entramado:

- ✓ El entramado ha sido definido a en función de la ordenación de la geometría y conectividad en el plano cartesiano: Escala real (metros).

Sistema:

- ✓ El sistema ha sido definido mediante la ordenación y organización de los elementos, y por definición de la configuración: Muros estructurales, Losas, Cimentación tipo anular.

Proporciones:

- ✓ Las proporciones ha sido definido en función a la forma adquirida del proceso algorítmico: Ejes y Distribución de la estructura

VARIABLE DEPENDIENTE: Herramienta eficaz para el planteamiento del diseño estructural de un edificio ecoturístico

- **Versatilidad del empleo.**

- ✓ La versatilidad es medida de acuerdo al periodo de tiempo del empleo en comparación con la aplicación la metodología tradicional:
 1. Cuando el tiempo del empleo es más del 100% en comparación con la metodología tradicional.
 2. Cuando el tiempo del empleo está entre el 80% y 100% en comparación con la metodología tradicional.
 3. Cuando el tiempo del empleo está entre el 60% y 80% en comparación con la metodología tradicional.
 4. Cuando el tiempo del empleo está entre el 40% y 60% en comparación con la metodología tradicional.

5. Cuando el tiempo del empleo es menor del 40% en comparación con la metodología tradicional.

- **Sistema de generación estructural de formas complejas**

- ✓ El sistema de generación estructural es medido de acuerdo a la capacidad de generar el planteamiento del diseño estructural de formas complejas.

1. Cuando solamente tiene la capacidad de generar estructuras verticales y horizontales en dos dimensiones.

2. Cuando tiene la capacidad de generar estructuras verticales y horizontales en tres dimensiones.

3. Cuando tiene la capacidad de generar estructuras inclinadas y curvos en dos dimensiones.

4. Cuando tiene la capacidad de generar estructuras inclinadas y curvos en tres dimensiones.

5. Cuando tiene la capacidad de generar estructuras de funciones matemáticas en tres dimensiones.

- **Optimización de la configuración estructural.**

- ✓ La optimización estructural es medido en función del orden y efectividad de los elementos estructurales ante los esfuerzos distribuidos.

1. Cuando el orden de los elemento es menos del 20% efectivo.

2. Cuando el orden de los elemento es menos del 40% efectivo.

3. Cuando el orden de los elemento es menos del 60% efectivo.

4. Cuando el orden de los elemento es menos del 80% efectivo.

5. Cuando el orden de los elemento es 100% efectivo.

- **Definición sorprendente de la forma.**

- ✓ Lo sorprendente de la forma definida es medido en función diseño contemporáneo, la relevancia de la forma con respecto a edificios contemporáneos ya realizados.

1. Cuando la forma es conocida y similar a una edificación realizada hace más de 20^o años.

2. Cuando la forma es semi compleja y similar a una edificación realizada hace más de 10^o años.

3. Cuando la forma es compleja y similar a una edificación realizada hace más de 5^o años.
4. Cuando la forma es compleja y similar a una edificación realizada hace más de 2^o años.
5. Cuando la forma es muy compleja y es una edificación contemporánea en particular.

- **Verificación del periodo fundamental y predominante de la estructura**

- ✓ La verificación del periodo es realizada de acuerdo al RNE.

1. Cuando el periodo es más 100% en comparación con la propuesta por el RNE E 0.60.
2. Cuando el periodo está entre el 95% y 100% en comparación con la propuesta por el RNE E 0.60.
3. Cuando el periodo está entre el 90% y 95% en comparación con la propuesta por el RNE E 0.60.
4. Cuando el periodo está entre el 80% y 90% en comparación con la propuesta por el RNE E 0.60.
5. Cuando el periodo es menor del 80% en comparación con la propuesta por el RNE E 0.60.

- **Control de los desplazamientos de entrepiso.**

- ✓ El control de los desplazamientos es realizado de acuerdo al RNE E-0.60 y en comparación con la metodología tradicional.

1. Cuando el desplazamiento es mayor de lo permitido por el RNE E.060
2. Cuando el desplazamiento está entre el 95% y 100% de lo permitido por el RNE E.060
3. Cuando el desplazamiento es menor de lo permitido por el RNE E.060 y está entre el 90% y 95% de la metodología tradicional.
4. Cuando el desplazamiento es menor de lo permitido por el RNE E.060 y está entre el 80% y 90% de la metodología tradicional.
5. Cuando el desplazamiento es menor de lo permitido por el RNE E.060 y es menor del 80% de la metodología tradicional.

- **Comportamiento estructural.**

- ✓ El análisis del comportamiento estructural es realizado de acuerdo a la efectividad de cada elemento estructural en la recepción de la distribución de esfuerzos máximos en la estructura.
 1. Cuando el elemento es efectivo menos del 40% de su capacidad.
 2. Cuando el elemento es efectivo entre el 40% y 60% de su capacidad.
 3. Cuando el elemento es efectivo entre el 60% y 80% de su capacidad.
 4. Cuando el elemento es efectivo entre el 80% y 100% de su capacidad.
 5. Cuando el elemento es efectivo 100% de su capacidad.
- **Verificación de la dimensión de los elementos estructurales.**
 - ✓ La verificación de la dimensión es realizada de acuerdo a su ubicación y visualización del elemento.
 1. Cuando la dimensión del elemento estructural es menor del 40% compatible y sobredimensionado en el espacio ordenado.
 2. Cuando la dimensión del elemento estructural está entre el 40% y 60% compatible en el espacio ordenado.
 3. Cuando la dimensión del elemento estructural está entre el 60% y 80% compatible en el espacio ordenado.
 4. Cuando la dimensión del elemento estructural está entre el 80% y 100% compatible en el espacio ordenado.
 5. Cuando la dimensión del elemento estructural es 100% compatible en el espacio ordenado.
- **Estética de la edificación.**
 - ✓ La estética de la edificación es medido de acuerdo a lo atractivo que es, y eso depende de la vinculación entre la configuración estructural y arquitectónico.
 1. Cuando la vinculación de la configuración es menor al 40% de los elementos.
 2. Cuando la vinculación de la configuración es está entre el 40% y 60% de los elementos.
 3. Cuando la vinculación de la configuración está entre el 60% y 80% de los elementos.

4. Cuando la vinculación de la configuración está entre el 80% y 100%
60% de los elementos.

5. Cuando la vinculación de la configuración es al 100%.

• **Grado de satisfacción de la estructura.**

✓ El grado de satisfacción es medido de acuerdo a la importancia y objetividad del edificio:

1. Cuando la edificación es simple y que no aporta en el desarrollo de una ciudad.

2. Cuando la edificación es buena y aporta en lo mínimo el desarrollo de una ciudad.

3. Cuando la edificación es eficiente y aporta en el desarrollo de una ciudad.

4. Cuando la edificación es muy eficiente y aporta en el desarrollo sostenible de una ciudad.

5. Cuando la edificación es totalmente eficiente y aporta en recuperación ecológica del planeta y aporta en el desarrollo sostenible de una ciudad.

DESCRIPCION DE CÁLCULO

- **Duración de empleo**
 - ✓ Con estructura arquitectónica: 15 días
 - ✓ Con metodología tradicional : 30 días
 - ✓ 50%
- **Estructuras generadas**
 - ✓ Elementos inclinados y curvos de la estructura en tres dimensiones
- **Efectividad del orden de los elemento**
 - ✓ El orden es al 100%, porque se analizó la misma configuración de la composición.
- **Forma de la edificación**
 - ✓ Es una edificación en particular con una forma compleja
- **Periodo fundamental de la edificación**
 - ✓ Con estructura arquitectónica: 0.61723 seg. (Según análisis desarrollado en la presente investigación)
 - ✓ Propuesta según el RNE $0.60 : H/45 = 30/45 = 0.75$ seg
 - ✓ 82%
- **Desplazamiento de entrepiso**
 - ✓ Con estructura arquitectónica : 0.0066
 - ✓ Según el RNE: 0.007
 - ✓ 94%
- **Efectividad de la capacidad de resistencia del elemento**
 - ✓ Es al 85%
- **Compatibilidad de los elementos en el espacio**
 - ✓ Con estructura arquitectónica: la compatibilidad es al 90% ya que todos los elementos se plantean de acuerdo a la composición.
- **Vinculación entre la configuración estructural y arquitectónica**
 - ✓ Con estructura arquitectónica: La configuración entre la estructura y arquitectura es una sola por lo que la vinculación es al 100%
- **Importancia y objetividad del edificio**
 - ✓ Es un edificio ecoturístico, con sentido ecológico y aporta a la calidad de vida en su entorno.

Analizando el resultado del instrumento para medir la eficacia del empleo de estructura algorítmica en el planteamiento del diseño estructural y su cálculo según el RNE es:

Criterio 3: 20% Bueno

Criterio 4: 40% Muy Bueno

Criterio 5: 40% Excelente

CONCLUSION DE RESULTADO

- a) Más del 50% está por encima del criterio 3,**
- b) Por lo tanto la eficacia está entre Muy bueno a Excelente.**

CAPITULO IV:

PROCESO DE CONTRASTE DE HIPOTESIS

PRESENTACION DEL TRABAJO DE CAMPO

Los resultados de las encuestas realizadas respecto a la "aplicación de la estrategia estructura algorítmica en el diseño estructural de un edificio ecoturístico y su cálculo de acuerdo al RNE en la ciudad de Huánuco, año 2018", Nos permitirá realizar un análisis estadístico de la estrategia estructura algorítmica aplicada en el planteamiento del diseño estructural. Para las encuestas se ha utilizado una escala de Likert con puntuaciones del 0 como "No es bueno" al 4 como "Es totalmente bueno".

Se presenta el promedio del resultado de las 10 preguntas de campo, de acuerdo a ello se han validado estadísticamente las hipótesis planteadas para la "aplicación de la estrategia estructura algorítmica en el diseño estructural de un edificio ecoturístico y su cálculo de acuerdo al RNE en la ciudad de Huánuco, año 2018".

Encuestas	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
E1	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4
E2	4	3	4	4	3	3	4	3	4	3
E3	4	3	3	4	3	3	4	3	3	2
E4	4	3	3	4	4	3	4	3	4	3
E5	4	3	3	4	3	3	4	4	3	2
E6	4	3	3	4	3	3	4	4	3	2
E7	4	2	3	4	3	2	4	2	3	2
E8	4	4	3	3	3	4	4	2	3	2
Promedio	4.00	3.13	3.13	3.88	3.25	3.00	4.00	3.13	3.25	2.50
Desviación Estándar	0.00	0.64	0.35	0.35	0.46	0.53	0.00	0.83	0.46	0.76

Fig. 162. Tabla de mapeo de puntajes de las Encuestas de Campo

De acuerdo a la respuesta de los encuestados el Mapeo de puntajes de la encuesta ha sido importante en la mejora de la "aplicación de la estrategia estructura algorítmica en el diseño estructural de un edificio ecoturístico y su cálculo de acuerdo al RNE en la ciudad de Huánuco, año 2018".

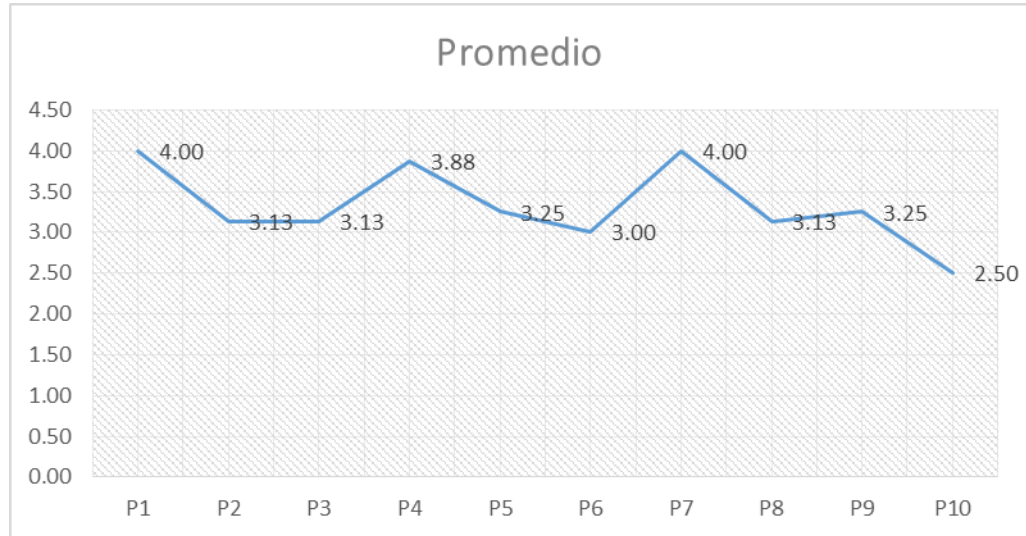


Fig. 163. Resultado promedio de las encuestas de campo (Fuente: Elaboración propia).

De los resultados de las 10 preguntas realizadas a los encuestados, muestra que las pregunta 10 se encuentra por debajo de la escala 3 de Likert, esto equivale a una puntuación aproximada a la regular. Las demás preguntas se encuentran por encima de la escala 3.

CONTRASTACIÓN DE LA HIPOTESIS

La hipótesis nula es la que se espera rechazar o aprobar y se simbolizan con H_0 , El rechazo de H_0 implica la aceptación de una hipótesis alternativa, a la cual simbolizamos H_1 .

		Decisión Estadística	
		No rechazar H_0	Rechazar H_0
Estado Real	H_0 es cierta	Correcta	Error Tipo I
	H_0 es falsa	Error Tipo II	Correcta

$$P(\text{Rechazar } H_0 | H_0 \text{ cierta}) = \alpha (\text{Nivel de significancia})$$

$$P(\text{No rechazar } H_0 | H_0 \text{ cierta}) = 1 - \alpha (\text{Nivel de confianza})$$

$$P(\text{Rechazar } H_0 | H_0 \text{ falsa}) = 1 - \beta (\text{Potencia de la prueba})$$

$$P(\text{No rechazar } H_0 | H_0 \text{ falsa}) = \beta (\text{probabilidad del error tipo II})$$

Fig. 173. Posibilidades en una prueba de hipótesis (Fuente: Pruebas de hipótesis, Álvaro José Flórez, 2012 p.).

PRUEBA DE HIPOTESIS

En este apartado se desarrolla los procedimientos para calcular las pruebas estadísticas del método científico.

4.1. PRUEBA DE HIPÓTESIS GENERAL

Planteamiento de la hipótesis:

- ✓ Utilizar la estrategia de estructura algorítmica para el planteamiento del diseño estructural de un edificio ecoturístico, ha sido alternativa eficaz para el planteamiento del diseño estructural de un edificio ecoturístico.

Hipótesis general

Temática de la Pregunta	Promedio	Desviación Estándar
En un diseño estructural de un edificio ¿Considera importante la versatilidad en la aplicación de una estrategia?	4.00	0.00
¿Considera Importante la necesidad de generacion estructural de formas complejas?	3.13	0.64
Promedio	3.56	0.32

Fig. 119. Datos para la prueba de hipótesis general (Fuente: Elaboracion propia).

a) Se establece la hipótesis de trabajo H_a y la hipótesis nula H_0 :

$H_a: \mu > 2$ La aplicación de la estrategia de estructura algorítmica será eficaz en el planteamiento del diseño estructural de un edificio ecoturístico.

$H_0: \mu \leq 2$ La aplicación de la estrategia de estructura algorítmica no será eficaz en el planteamiento del diseño estructural de un edificio ecoturístico.

b) Nivel de significancia: 0.05. Es la probabilidad de un error tipo 1, que es la probabilidad que se rechace una hipótesis nula cuando en realidad es verdadera.

c) Se Prueba estadística:

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}} = \frac{3.56 - 2}{\frac{0.32}{\sqrt{8}}} = 13.79$$

- d) Regla de decisión: El valor crítico para el estadístico T Student corresponde al valor de -1.895, de modo que $t=13.79$ se encuentra en la región de aceptación.



- e) Se toma la decisión de aceptar la hipótesis de trabajo H_a . Esto determina que la aplicación de la estrategia algorítmica será eficaz en el planteamiento del diseño estructural de un edificio ecoturístico.

4.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

Hipótesis Específica 1

- ✓ Al aplicar la estrategia de estructura algorítmica, se define que la característica de la estrategia ha sido: un sistema de ordenación y organización del espacio, sistema de definición de patrones estructurales y su participación en el diseño estructural tradicional es en la etapa de planteamiento.

Temática de la Pregunta	Promedio	Desviación Estándar
¿Considera Importante el orden y la efectividad de los elementos estructurales?	3.00	0.00
¿Considera Importante la verificación de la dimensión de los elementos estructurales?	3.13	0.83
Promedio	3.06	0.42

Fig. 120. Datos para la prueba de hipótesis específica 1 (Fuente: Elaboración propia).

- a) Se establece la hipótesis de trabajo H1 y la hipótesis nula Ho:
 - Ha: $\mu > 2$ La aplicación de la estrategia de estructura algorítmica será eficaz en el planteamiento del diseño estructural de un edificio ecoturístico.
 - Ha: $\mu \leq 2$ La aplicación de la estrategia de estructura algorítmica no será eficaz en el planteamiento del diseño estructural de un edificio ecoturístico.
- b) Nivel de significancia: 0.05. Es la probabilidad de un error tipo 1, que es la probabilidad que se rechace una hipótesis nula cuando en realidad es verdadera.
- c) Se Prueba estadística:

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}} = \frac{3.06 - 2}{\frac{0.42}{\sqrt{8}}} = 7.138$$

- d) Regla de decisión: El valor crítico para el estadístico T Student corresponde al valor de -1.895, de modo que $t=7.138$ se encuentra en la región de aceptación.



- e) Se toma la decisión de aceptar la hipótesis de trabajo Ha. Esto determina que la característica de la estrategia será: un sistema de ordenación y organización del espacio, sistema de definición de patrones estructurales

y su participación en el diseño estructural tradicional es en la etapa de planteamiento.

Hipótesis Específica 2

- ✓ Al aplicar la estrategia de estructura algorítmica, se define que los procesos de la estrategia en el planteamiento del diseño estructural de un edificio ecoturístico ha sido: la descripción de los elementos que componen el diseño y la definición de los sistemas de generación estructural.

Temática de la Pregunta	Promedio	Desviación Estándar
¿Considera adecuado la definicion de formas con diseño contemporáneo?	3.88	0.35
¿Considera importante la estética del edificio?	3.25	0.46
¿Considera importante la importancia y la objetividad del edificio?	2.50	0.76
Promedio	3.21	0.52

Fig. 121. Datos para la prueba de hipótesis específica 2 (Fuente: Elaboracion propia).

a) Se establece la hipótesis de trabajo H_a y la hipótesis nula H_0 :

$H_a: \mu > 3$ La aplicación de la estrategia de estructura algorítmica será eficaz en el planteamiento del diseño estructural de un edificio ecoturístico.

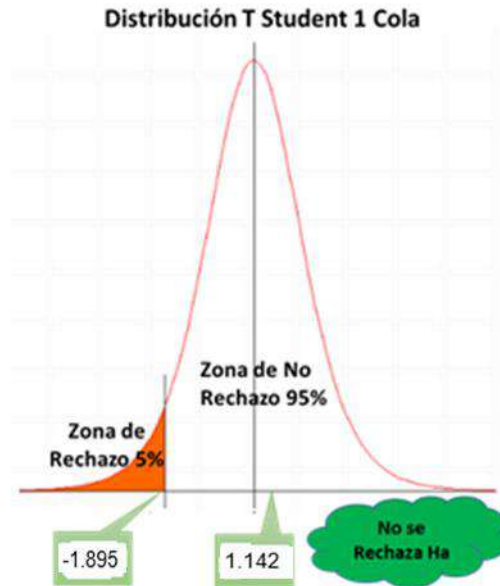
$H_0: \mu \leq 3$ La aplicación de la estrategia de estructura algorítmica no será eficaz en el planteamiento del diseño estructural de un edificio ecoturístico.

b) Nivel de significancia: 0.05. Es la probabilidad de un error tipo 1, que es la probabilidad que se rechace una hipótesis nula cuando en realidad es verdadera.

c) Se Prueba estadística:

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}} = \frac{3.21 - 3}{\frac{0.52}{\sqrt{8}}} = 1.142$$

- d) Regla de decisión: El valor crítico para el estadístico T Student corresponde al valor de -1.895, de modo que $t=1.142$ se encuentra en la región de aceptación.



- e) Se toma la decisión de aceptar la hipótesis de trabajo H_a . Esto determina que los procesos de la estrategia en el planteamiento del diseño estructural de un edificio ecoturístico será: la descripción de los elementos que componen el diseño y la definición de los sistemas de generación estructural.

Hipótesis Específica 3

- ✓ Al aplicar la estrategia de estructura algorítmica, se define que los elementos de la estructura ha sido: losas, muros estructurales y cimentaciones.

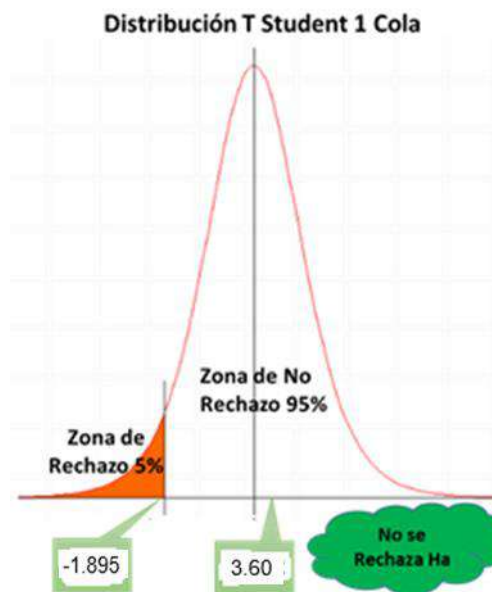
Temática de la Pregunta	Promedio	Desviación Estándar
En análisis estructural ¿Considera importante la verificación del periodo fundamental de la estructura?	3.25	0.46
En análisis estructural ¿Considera importante la verificación de los desplazamientos de entrepiso?	3.00	0.53
En análisis estructural ¿Considera importante la verificación de la efectividad de los elementos estructurales?	4.00	0.00
Promedio	3.42	0.33

Fig. 122. Datos para la prueba de hipótesis específica 3 (Fuente: Elaboración propia).

- a) Se establece la hipótesis de trabajo H1 y la hipótesis nula Ho:
 Ha: $\mu > 3$ La aplicación de la estrategia de estructura algorítmica será eficaz en el planteamiento del diseño estructural de un edificio ecoturístico.
 Ha: $\mu \leq 3$ La aplicación de la estrategia de estructura algorítmica no será eficaz en el planteamiento del diseño estructural de un edificio ecoturístico.
- b) Nivel de significancia: 0.05. Es la probabilidad de un error tipo 1, que es la probabilidad que se rechace una hipótesis nula cuando en realidad es verdadera.
- c) Se Prueba estadística:

$$t = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}} = \frac{3.42 - 3}{\frac{0.33}{\sqrt{8}}} = 3.60$$

- d) Regla de decisión: El valor crítico para el estadístico T Student corresponde al valor de -1.895, de modo que $t=3.60$ se encuentra en la región de aceptación.



- e) Se toma la decisión de aceptar la hipótesis de trabajo Ha. Esto determina que los elementos de la estructura será: losas, muros estructurales y cimentaciones.

NOTA: Algunos indicadores empleados en el proceso han sido adaptados directamente en el análisis.

CAPITULO V

DISCUSION DE RESULTADOS

CONCLUSIONES:

1. Se ha demostrado que la estrategia de estructuras algorítmicas es una herramienta potencial y eficaz para el planteamiento del diseño estructural de un edificio ecoturístico, de acuerdo la capítulo (4.1) de la presente investigación, donde se realiza la prueba y se acepta la hipótesis de trabajo
2. La estrategia de estructura algorítmica es 50% más versátil en el planteamiento del diseño estructural de un edificio con respecto a la metodología tradicional.
3. Las características de la estructura algorítmica son:
 - ✓ La definición de la estructura algorítmica: es el planteamiento para la generación de la configuración del diseño estructural de un edificio mediante un conjunto de procesos definidos por reglas matemáticas y geométricas.
 - ✓ Analiza el orden de la configuración estructural de los elementos de la naturaleza.
 - ✓ Desarrolla Sistemas de ordenación y conectividad de elementos de una estructura.
 - ✓ Desarrolla sistemas de definición de la configuración y forma estructural.
4. Las fundamentales ventajas del empleo de algoritmos en el planteamiento del diseño estructural.
 - ✓ Definición de geometrías complejas a una configuración y forma determinada.
 - ✓ Empleo de sistemas matemáticos para generar diferentes formas de manera controlada.
 - ✓ Los procesos algoritmos te permiten determinar el orden y control de cualquier tipo de forma.
5. La participación de la estructura algorítmica en el diseño estructural tradicional es en la etapa de planteamiento.
6. Según el análisis de los indicadores sobre la eficacia del empleo de la estrategia en el planteamiento del diseño estructural, los resultados de

los criterios fueron el 20% Bueno, 40% Muy bueno y 40% Excelente como valoración a la eficacia de la estrategia.

7. Es muy eficiente la reducción de limitaciones en el desarrollo de infraestructuras contemporáneas, empleando la estrategia de estructura algorítmica en el planteamiento del diseño estructural. Porque la estrategia de estructura algorítmica acepta la forma composición arquitectónica, como inmodificable para mantener la objetividad del proyecto y desarrolla el sistema de la estructura de manera que sean de una sola configuración.
8. La optimización en la configuración estructural se debe a la utilización de elementos similares en distintas partes de la estructura, porque simplifica el proceso de cálculo.
9. La estrategia de estructuras algorítmicas solo modifica la metodología del planteamiento estructural en comparación con la estrategia tradicional, ya que el cálculo de las estructuras de concreto, acero y otros materiales son realizados considerando el RNE.
10. El sistema estructural definido: Muros estructurales de concreto armado $F'c=210\text{kg/cm}^2$ y acero de $Fy=4200\text{kg/cm}^2$.
11. En el análisis dinámico del edificio se asignó los siguientes parámetros: $R_x=6$, $R_y=6$, como resultado se tiene el periodo de vibración máximo de la estructura $T=0.617$ seg. El conocimiento del valor del período es necesario para determinar cuál será su respuesta ante los movimientos sísmicos que puedan presentarse en su localidad.
12. El desplazamiento máximo de entrepisos que se obtuvo es 0.0066, menor al impuesto por el RNE E 0.60 para el concreto es 0.007, por consiguiente se encuentra dentro de los rangos permitidos.
13. El diseño de losas con el sistema Bubbledeck resulta ser muy eficiente en este tipo de estrategia, porque resiste a grandes luces por su configuración interna con menor peralte en comparación con el diseño de losa aligerada.
14. El proceso constructivo resulta ser un factor determinante al momento del proceso de diseño de la estructura, por ello es necesario que los

elemento se encuentre definidos y controlados matemáticamente y geoméricamente.

15. El presente tema de investigación es la primera en nuestro país, por lo que está limitado explicaciones profundas, durante el desarrollo existen puntos en el que se deja para profundizar los temas en futuras investigaciones.

RECOMENDACIONES:

1. Emplear la estrategia de estructura algorítmica y su posterior cálculo según la normativa nacional (RNE), porque ha sido comprobado que es una herramienta eficaz para del planteamiento del diseño estructural.
2. Emplear la estrategia de estructura algorítmica en el planteamiento del diseño estructural de edificios ecoturísticos, ya que reduce el tiempo de desarrollo en un 50 %.
3. Emplear la estrategia de estructura algorítmica para el planteamiento del diseño estructural de edificios ecoturísticos y su posterior cálculo según la normativa nacional (RNE), porque ha sido comprobado que es una herramienta eficaz para la etapa del planteamiento.
4. Evaluar las características de la estructura algorítmica para cada tipo de composición que se desee plantear.
5. Implementar estrategias para el planteamiento de diseños estructurales aplicables en el país, que contribuyan al conocimiento de todos los profesionales de la rama de ingeniería porque tienen muchas ventajas que facilitan el desarrollo. Así incrementar el conocimiento de los demás para un mejor desarrollo de infraestructuras contemporáneas que aporten en la calidad de vida.
6. Emplear la estrategia de estructura algorítmica desarrollada en la presente tesis en la etapa de planteamiento del diseño estructural, ya que el potencial de los algoritmos en el planteamiento del diseño estructural de los edificios ecoturísticos, es eficaz y tiene una versatilidad en la generación de la configuración estructural en las formas más complejas.
7. Desarrollar nuevas investigaciones sobre la estructura algorítmica, porque ha sido comprobado que es una herramienta muy eficaz para el planteamiento del diseño estructural de un edificio ecoturístico.
8. Diseñar como una sola configuración la estructura y la arquitectura, porque esto hace que el resultado sea de la idea inicial o aún mas impresionante.
9. Diseñar la estructura con elementos de forma similares, si un elemento coinciden con las características de otro elemento en distinta ubicación,

o sucesiones de elementos similares, será versátil el diseño y se optimizará la configuración estructural.

10. Para el cálculo de los elementos estructurales considerar las normas nacionales existentes en nuestro ámbito, para mayor validez y garantía del diseño estructural.
11. Diseñar con el sistema de muros estructurales en este tipo de estrategia, porque la generación de diferentes formas requiere de una adaptación del sistema estructural.
12. Controlar el periodo de vibración de la estructura para que no se produzca fallas de deformaciones y fatiga por efectos de vibración de las ondas sísmicas.
13. Controlar los desplazamientos de entresijos de acuerdo al material asignado, para que el material de la estructura no falle por sobreesfuerzo en el elemento estructural.
14. Utilizar nuevos sistemas innovadores en el planteamiento del diseño estructural de edificios contemporáneos, siempre que se encuentren regulados por normas, así el proyecto final resulta ser más sorprendente, como lo es el sistema Bubbledeck para losas de grandes luces.
15. Emplear nuevos sistemas constructivos, con los elementos y servicios necesarios para la ejecución de proyectos edificios contemporáneos
16. Implementar investigaciones con respecto al tema de la presente tesis, para aportar al desarrollo de edificaciones contemporáneas.

FUENTES DE INFORMACIÓN:


Tesis y Libros:

- ✓ GONZALES MONTUFAR O. M. (2015) Diseño Estructural de un Edificio de 20 Pisos usando ACI318-14 (Tesis de pregrado), Universidad Católica de Santa María, Facultad de Arquitectura e Ingeniería Civil y del Medio Ambiente, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Arequipa, Perú.
- ✓ ZANCHEZ CARREÑO, M. A. (2013) Hotel Ecoturístico (Tesis de pregrado) , Universidad Nacional Autónoma de Mexico, Facultad de Arquitectura, Mexico
- ✓ Azagra D., Bernabeu A. (2012) La estructura de las formas libres. *Informes de la Construcción*, Vol. 64, 526, 133-142, ISSN: 0020-0883 el SSN: 1988-3234, doi: 10.3989/ic.11.015. Madrid.
- ✓ FONTANA CABEZAS, J. J. (2012) El Diseño Estructural en las Formas Complejas de la Arquitectura Reciente. (Tesis Doctoral). UNIVERSIDAD DE ALICANTE, ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR, Departamento de Expresión Gráfica y Cartografía, Alicante, España.
- ✓ LABORATORIO DE SUELOS CONCRETO Y ASFALTO "LA PIRAMIDE" E.I.R.L. (2012) Anteproyecto sub estación Amarilis. *Informe del estudio geológico, geotécnico y de mecánica de suelos*.
- ✓ Toledo Espinoza, V. (2011) Calculo de edificios de concreto armado con Sap2000 (Libro II de la colección: Ingeniería sísmica basada en desempeño –PBEE), Perú.
- ✓ Bernabéu Larena, A. (2007) Estrategias de diseño estructural en la arquitectura contemporánea, El trabajo de Cecil Balmond. (Tesis Doctoral). Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid, UPM, Madrid, España.
- ✓ Cilento Sarli, A. (2007) Edificaciones Sostenibles: Estrategias de Investigas y Desarrollo. Domingo Acosta, Venezuela, IAT EDITORIAL ON LINE.
- ✓ SANCHEZ AREVALO, N. A. (2006) "CRITERIOS ESTRUCTURALES PARA LA ENSEÑANZA A LOS ALUMNOS DE ARQUITECTURA", (Tesis magistral), PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ, Lima, Perú.
- ✓ VASQUEZ AYALA, J. C. (2006). El "Lean Design" y su aplicación a los proyectos de edificación. (Tesis de pregrado) . PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA DEL PERU PUCP, FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERIA, Lima, Perú.
- ✓ Geoffrey H. Baker (1997), Análisis de la forma, Le Corbusier (6ª Ed). Barcelona, Editorial Gustavo Gill, S.A.
- ✓ Robert Lawlor (1996) Geometría Sagrada, filosofía y Práctica, Madrid, Ediciones del Prado, Salvat Editores S. A.

- ✓ Peter S. Stevens. (1995). Patrones y pautas en la naturaleza. Barcelona.
- ✓ Danstek (2016) BDM® LOSA PREFABRICADA - Manual de Diseño y Cálculo Estructural.
- ✓ PERI (s. f.). Auditorio de Tenerife. Recuperado 01 de abril del 2018, a partir de <https://www.peri.com.pe/projects/cultural-buildings/auditorio-de-tenerife.html>

ANEXOS:

1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVO	MARCO TEORICO	HIPOTESIS	VARIABLE	METODOLOGIA
<p>Problema General ¿A qué se debe la eficacia del empleo de la estrategia de estructura algorítmica para el planteamiento del diseño estructural de un edificio ecoturístico y su diseño de acuerdo al RNE E 0.60 en la ciudad de Huánuco?</p> <p>Problemas Específicos ¿Cuáles son las características de la estructura algorítmica y cómo es su participación en el diseño estructural tradicional en la ciudad de Huánuco? ¿Cómo es el proceso de empleo de la estrategia de estructura algorítmica para el planteamiento del diseño estructural de un edificio ecoturístico en la ciudad de Huánuco? ¿Cuáles son los elementos de la estructura del edificio ecoturístico planteado de acuerdo al RNE E 0.60 en la ciudad de Huánuco?</p>	<p>Objetivo General Analizar la eficacia del empleo de la estrategia de estructura algorítmica para el diseño estructural de un edificio ecoturístico y diseñar de acuerdo al RNE en la ciudad de Huánuco</p> <p>Objetivos Específicos ✓ Describir las características de la estructura algorítmica y verificar su participación en el diseño estructural tradicional en la ciudad de Huánuco. ✓ Desarrollar el proceso de empleo de la estrategia de estructura algorítmica para el planteamiento del diseño estructural de un edificio ecoturístico en la ciudad de Huánuco ✓ Calcular los elementos de la estructura del edificio ecoturístico planteado de acuerdo al RNE en la ciudad de Huánuco.</p>	<p>Características de la estructura algorítmica</p> <p>Definición del término "Estructura Algorítmica"</p> <p>Estructura algorítmica en el planteamiento del diseño estructural de un edificio ecoturístico.</p> <p>Analiza el orden de la configuración estructural de los elementos de la naturaleza.</p> <p>Desarrolla Sistemas de ordenación y conectividad de elementos de una estructura.</p> <p>Desarrolla sistemas de definición de la configuración y forma estructural.</p> 	<p>Hipótesis General La eficacia del empleo de la estrategia de estructura algorítmica para el planteamiento del diseño estructural de un edificio ecoturístico y su diseño de acuerdo al RNE en la ciudad de Huánuco, se deberá a que se considera una sola configuración la estructura y la arquitectura</p> <p>Hipótesis Específicas ✓ Las características de la estructura algorítmica es que serán: un sistema de ordenación y organización del espacio y el sistema de definición de patrones estructurales, y su participación en el diseño estructural tradicional será en la etapa de planteamiento ✓ Los procesos de empleo de la estrategia de estructura algorítmica en el planteamiento del diseño estructural de un edificio ecoturístico en la ciudad de Huánuco serán: la descripción de los elementos que componen el diseño y la definición de los de los sistemas de generación estructural. ✓ Los elementos de la estructura del edificio ecoturístico planteado de acuerdo al RNE en la ciudad de Huánuco serán: losas, muros estructurales y cimentaciones.</p>	<p>Variable independiente Empleo de la estrategia de estructura algorítmica</p> <p>Es el proceso de planteamiento del diseño de la estructura, esta estrategia de diseño estructural define como una sola configuración la estructura y la arquitectura.</p> <p>Variable dependiente Herramienta eficaz para el planteamiento del diseño estructural de un edificio ecoturístico.</p> <p>Al definir en una sola configuración lo estructural y arquitectónico conlleva a la eficacia del empleo de la estrategia de estructuras algorítmicas para el planteamiento del diseño estructural de un edificio ecoturístico</p>	<p>Tipo de Investigación: Según la finalidad: Explicativa Según el énfasis: Cuantitativa</p> <p>Nivel de Investigación: Descriptiva y explicativa</p> <p>Métodos de Investigación: Cuantitativa y analítica</p> <p>Diseño de investigación: Aplicativa</p> <p>Población: 9 Docentes expertos en la rama de ingeniería estructural de UAP - Filial Huánuco.</p> <p>Muestra 8 Docentes expertos en temas de investigación en la rama de ingeniería estructural de la UAP- Filial Huánuco</p>

2. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Evaluación de la Bondad del Instrumento de Medida								
<p>Con bondad nos referimos al grado de efectividad que presenta un reactivo para satisfacer el objetivo de la evaluación de una prueba o escala. Para identificar el grado de efectividad de cada reactivo puede utilizar la pregunta: "¿Qué tan bueno es éste reactivo para la verificación de la eficacia del empleo de estructura alritmica en el planteamiento del diseño estructural de un edificio ecoturístico?", y su respuesta puede determinarlo marcando una equis (x) de acuerdo con la siguiente escala de bondad:</p>								
No es bueno	Es algo bueno	Es bueno	Es muy bueno	Es totalmente bueno				
0	1	2	3	4				
Objetivo General de la Prueba:		Validar el Instrumento de Medida de la eficacia del empleo de estructura algorítmica en el planteamiento de diseño estructural de un edificio ecoturístico						
Concepto :		Escala de indicadores de eficacia y verificación de acuerdo al RNE						
N°	REACTIVOS	APROBADO		GRADO DE EFECTIVIDAD				
		SI	NO	0	1	2	3	4
1	En un diseño estructural de un edificio ¿Considera importante la versatilidad en la aplicación de una estrategia?							
2	¿Considera Importante la necesidad de generacion estructural de formas complejas?							
3	¿Considera Importante el orden y la efectividad de los elementos estructurales?							
4	¿Considera adecuado la definicion de formas con diseño contemporáneo?							
5	En analisis estructural ¿Considera importante la verificacion del periodo fundamental de la estructura?							
6	En analisis estructural ¿Considera importante la verificacion de los desplazamientos de entrepiso?							
7	En analisis estructural ¿Considera importante la verificacion de la efectividad de los elementos estructurales?							
8	¿Considera Importante la verificacion de la dimension de los elementos estructurales?							
9	¿Considera importante la estética del edificio?							
10	¿Considera importante la importancia y la objetividad del edificio?							

Evaluación de la Claridad del Instrumento de Medida

Con claridad nos referimos al grado de precisión que presenta un reactivo para satisfacer el objetivo de la evaluación de una prueba o escala. Para identificar el grado de precisión de cada reactivo puede utilizar la pregunta: "¿Qué tan claro es este reactivo para verificar la eficacia del empleo de estructura algorítmica en el planteamiento del diseño estructural de un edificio ecoturístico?", y su respuesta puede determinarlo marcando un aspa (x) e acuerdo con la siguiente escala de claridad :

No es claro	Es algo claro	Es claro	Es muy claro	Es totalmente claro
0	1	2	3	4

Objetivo General de la Prueba: Validar el Instrumento de Medida de la eficacia del empleo de estructura algorítmica en el planteamiento de diseño estructural de un edificio ecoturístico

Concepto : Escala de indicadores de eficacia y verificación de acuerdo al RNE

N°	REACTIVOS	APROBADO		GRADO DE PRECISIÓN				
		SI	NO	0	1	2	3	4
1	En un diseño estructural de un edificio ¿Considera importante la versatilidad en la aplicación de una estrategia?							
2	¿Considera Importante la necesidad de generacion estructural de formas complejas?							
3	¿Considera Importante el orden y la efectividad de los elementos estructurales?							
4	¿Considera adecuado la definicion de formas con diseño contemporáneo?							
5	En analisis estructural ¿Considera importante la verificación del periodo fundamental de la estructura?							
6	En analisis estructural ¿Considera importante la verificación de los desplazamientos de entrepiso?							
7	En analisis estructural ¿Considera importante la verificación de la efectividad de los elementos							
8	¿Considera Importante la verificación de la dimension de los elementos estructurales?							
9	¿Considera importante la estética del edificio?							
10	¿Considera importante la importancia y la objetividad del edificio?							

3. CERTIFICADO DE CONFIABILIDAD Y VALIDACIÓN

CONFIABILIDAD DEL INSTRUMENTO

Precisar si existe sustentabilidad en la cantidad de ítems para evaluar la fiabilidad del constructo y las dimensiones correspondientes:

.....
.....

Existe suficiencia en la cantidad de ítems para la evaluación de fiabilidad de los indicadores:

.....

Opinión de Aplicabilidad:

Aplicable ()

Aplicable después de corregir ()

No Aplicable ()

Nombres y Apellidos del Juez
validador:.....

.....
DNI:.....

Especialidad del Validador:

.....

Firma del Experto

.....

CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO

I.- DATOS GENERALES

- Título de la investigación: LA ESTRATEGIA DE ESTRUCTURAS ALGORITMICAS COMO UNA HERRAMIENTA EFICAZ PARA EL PLANTEAMIENTO DEL DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO ECOTURÍSTICO Y SU CÁLCULO DE ACUERDO AL RNE, EN LA CIUDAD DE HUANUCO AÑO 2018
- Apellidos y Nombres del experto:
.....
- Grado Académico:
.....
- Institución en la que trabaja el experto:
.....
- Cargo que Desempeña:
.....
- Motivo de evaluación: Instrumento para la medición de la eficacia del empleo de estructura algorítmica en el planteamiento del diseño estructural de un edificio ecoturístico.
- Autor de instrumento: Bach. Job Silvestre Fulgencio

II.- ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	1	2	3	4	5
CLARIDAD	Los ítems están formulados con lenguaje apropiado, es decir libre de ambigüedades.					
OBJETIVIDAD	Los ítems del instrumento permitirán mensurar la variable en todas sus dimensiones e indicadores en sus aspectos conceptuales y operacionales.					
ORGANIZACIÓN	Los ítems del instrumento traducen organicidad lógica en concordancia con la definición operacional y conceptual, relaciona con las variables en todas las dimensiones e indicadores, de manera que permitan hacer abstracciones e inferencias en función a las hipótesis, problemas y objetivos de la investigación.					
SUFICIENCIA	Los ítems considerados en el instrumento son suficientes para obtener la medición de las variables de estudio establecidas.					
INTENCIONALIDAD	Los ítems del instrumento evidencian ser adecuados para el examen de contenido y					

	mensuración de las variables.					
CONSISTENCIA	La información que se obtendrá mediante los ítems, permitirá analizar, describir y explicar la realidad motivo de la investigación.					
COHERENCIA	Los ítems del instrumento expresan coherencia entre la variable, dimensiones e indicadores.					
METODOLOGÍA	Los procedimientos insertados en el instrumento responden al propósito de la investigación.					
SUB TOTAL						
TOTAL						

- MUY DEFICIENTE (1)
 DEFICIENTE (2)
 ACEPTABLE (3)
 BUENA (4)
 EXCELENTE (5)

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS

Precisar si existe suficiencia en la cantidad de ítems para evaluar la validez del constructo y las dimensiones correspondientes:

.....
.....

Existe suficiencia en la cantidad de ítems para la evaluación de la validez de la variable:

.....

Opinión de Aplicabilidad:

Aplicable ()

Aplicable después de corregir ()

No Aplicable ()

Nombres y Apellidos del Juez validador:.....
.....

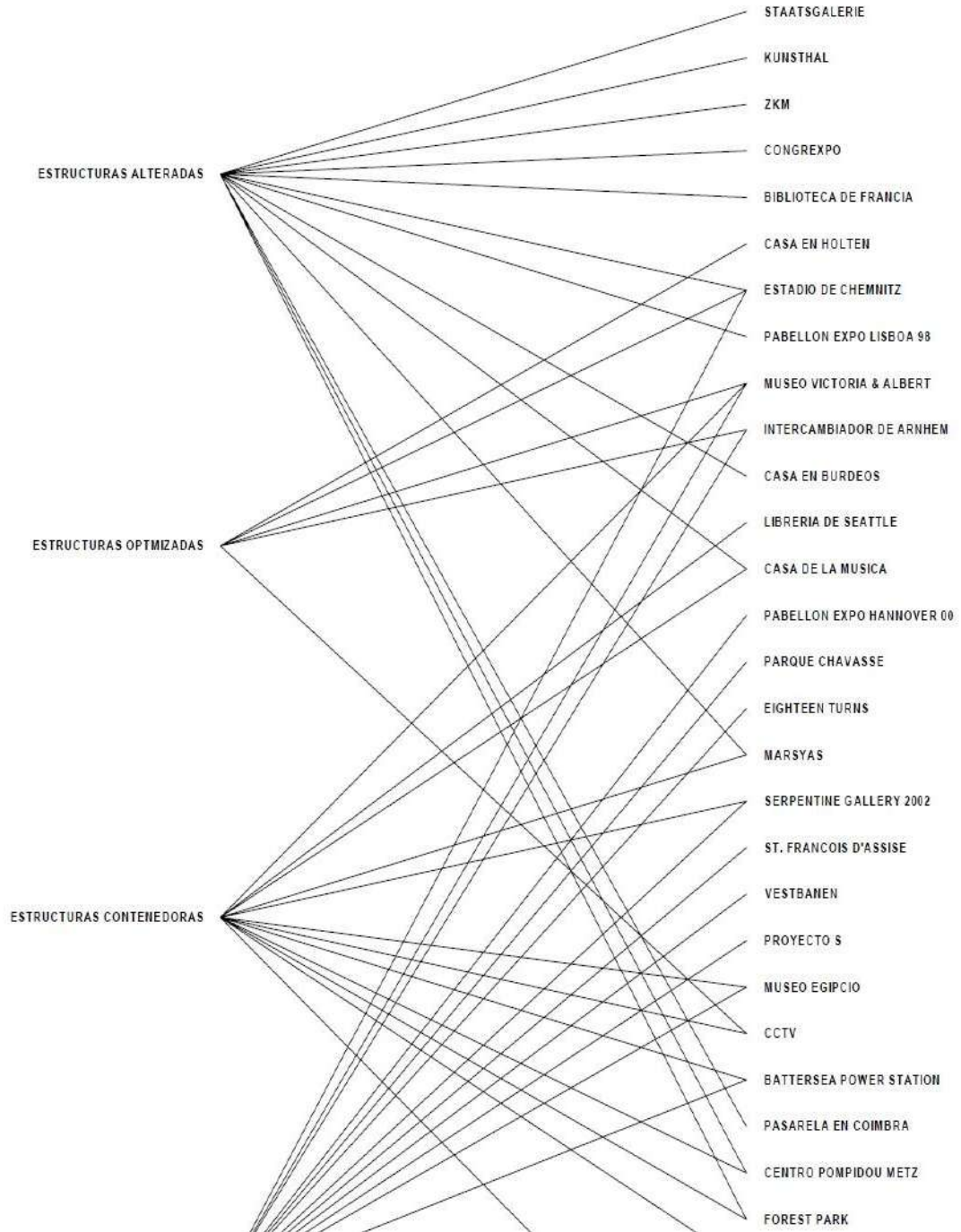
DNI:.....

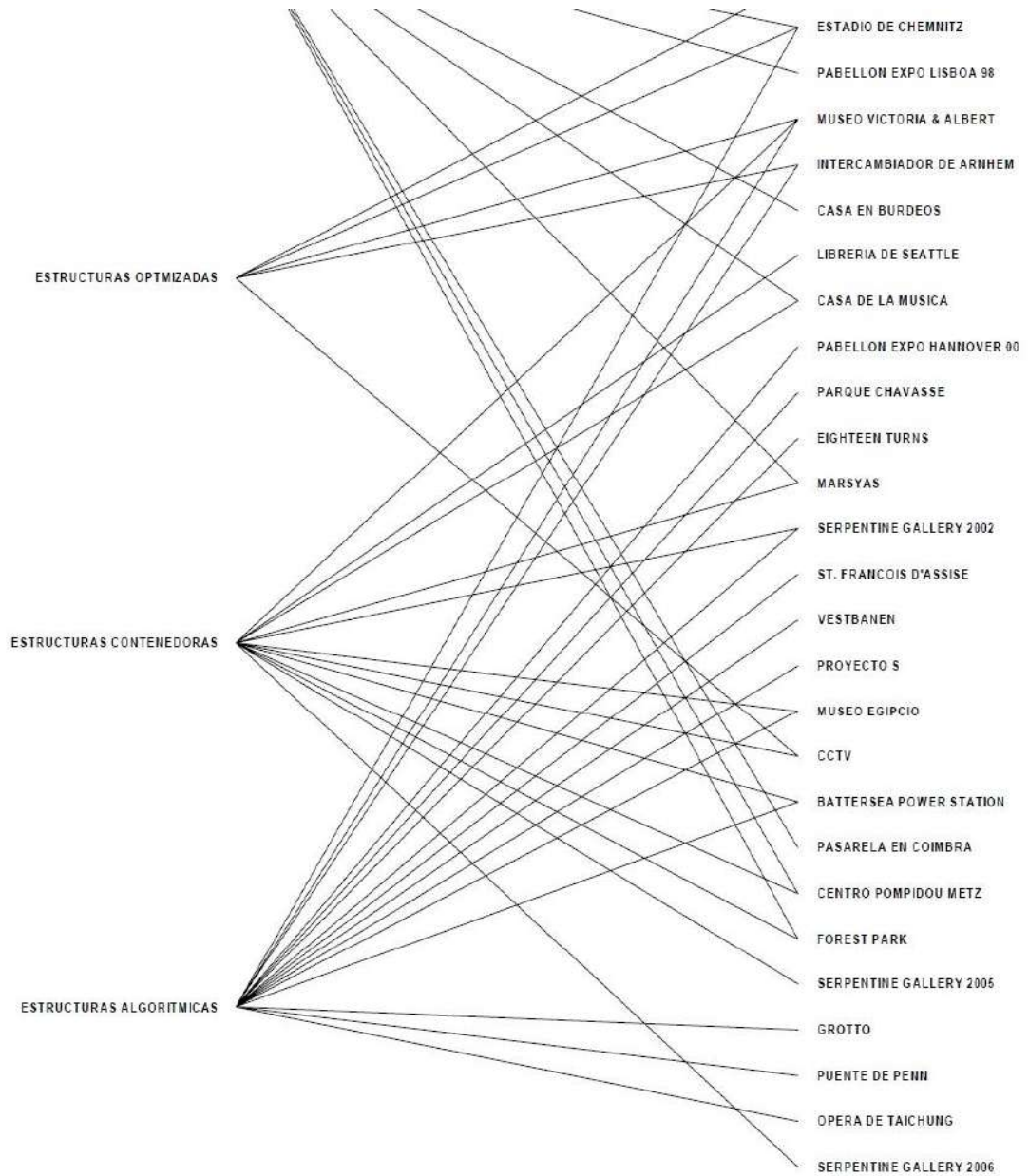
Especialidad del Validador:

Firma del Experto

4. GRÁFICO

Proyectos analizados por Cecil Balmond. Fuente: Tesis Doctoral de Alejandro Bernabeu Larena.





5. PROTOTIPO



Fig. 123. Fotografía vista en elevación del prototipo de la estructura 3D



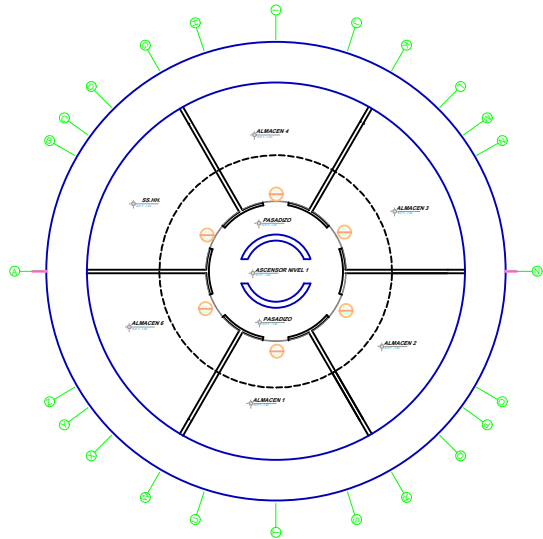
Fig. 124. Fotografía vista en planta del prototipo de la estructura 3D



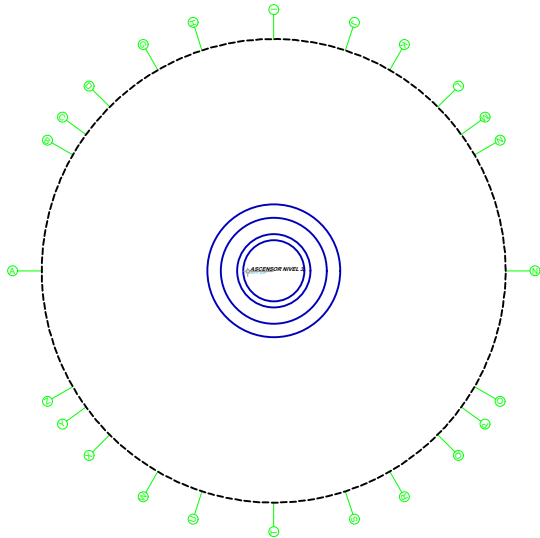
Fig. 125. Fotografía vista completa del prototipo de la estructura 3D

6. RELACION DE PLANOS

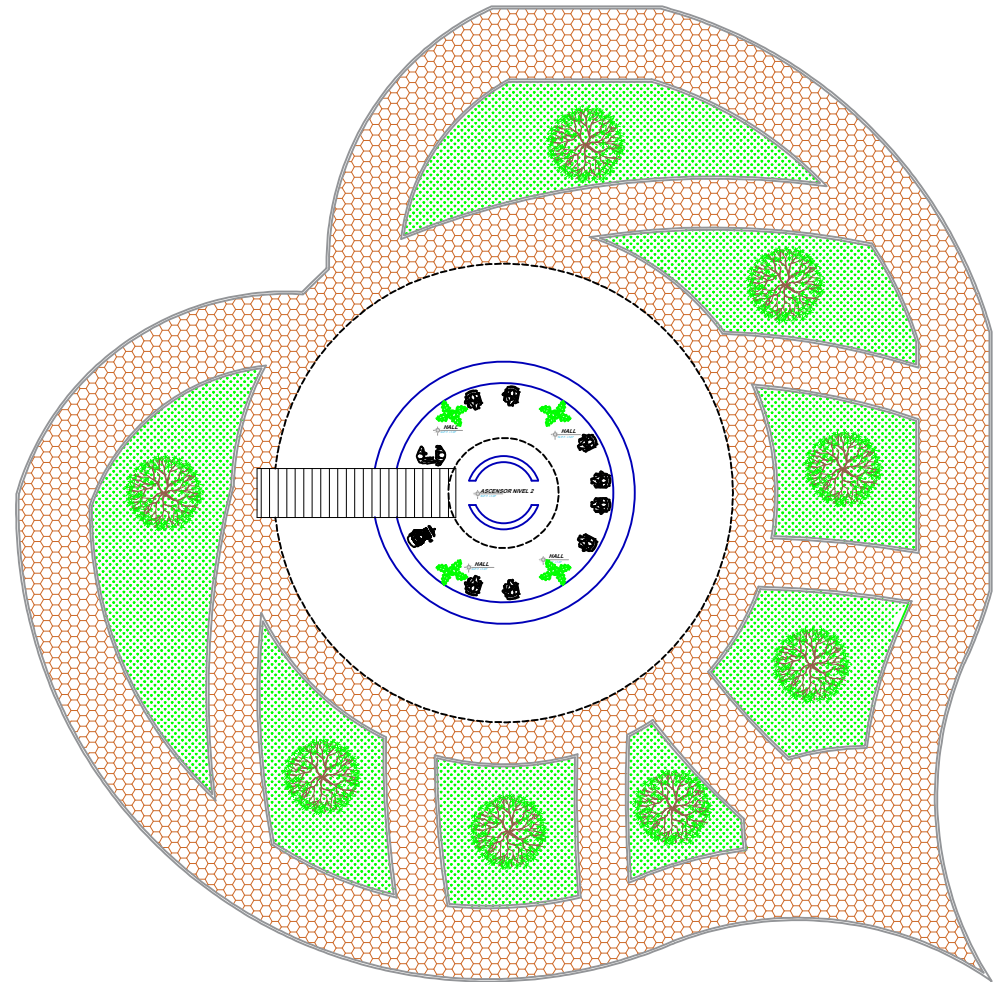
- ✓ Plano N°01: A-1 DETALLE ARQUITECTÓNICO PLANTA NIVEL 1, 2, 3.
- ✓ Plano N°02: A-2 DETALLE ARQUITECTÓNICO PLANTA NIVEL 4, 5, 6, 7.
- ✓ Plano N°03: A-3 DETALLE ARQUITECTÓNICO PLANTA NIVEL 8, 9, 10.
- ✓ Plano N°04: A-4 DETALLE ARQUITECTÓNICO CORTE A-A
- ✓ Plano N°05: E-1 DETALLE ESTRUCTURAL PLANTA - ZAPATA
- ✓ Plano N°06: E-2 DETALLE ESTRUCTURAL ELEVACION
- ✓ Plano N°07: E-3 DETALLE ESTRUCTURAL DE ELEMENTOS
- ✓ Plano N°08: P-A PROCESO ALGORITMICO
- ✓ Plano N°09: 3D PROYECTO 3D



PLANTA NIVEL 01 - SEMISÓTANO

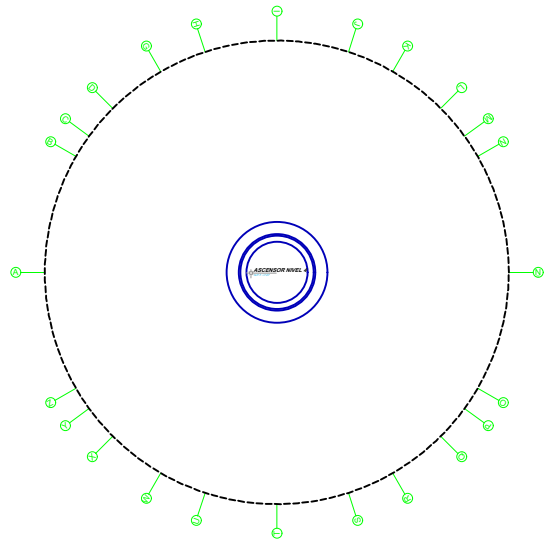


PLANTA NIVEL 03

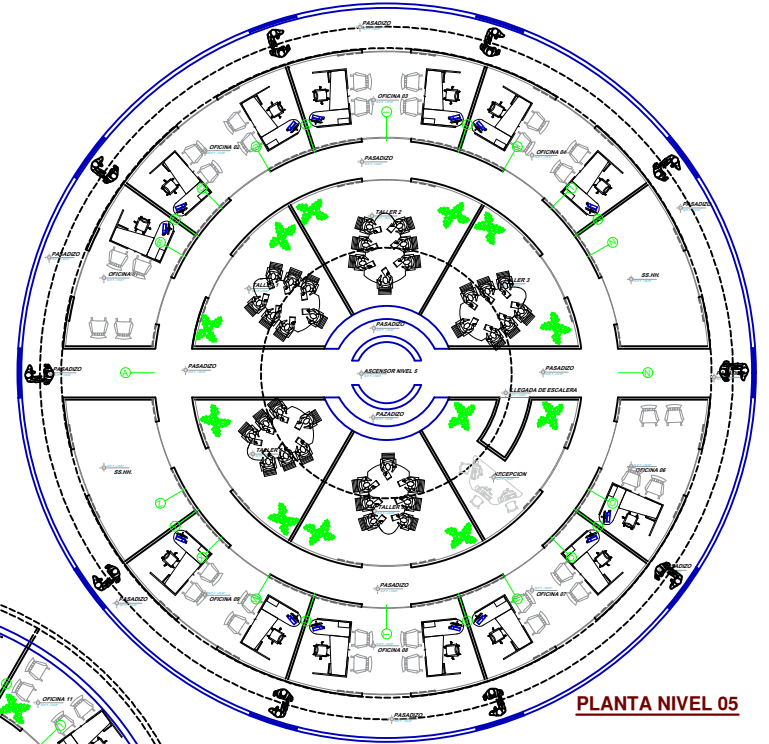


PLANTA NIVEL 02

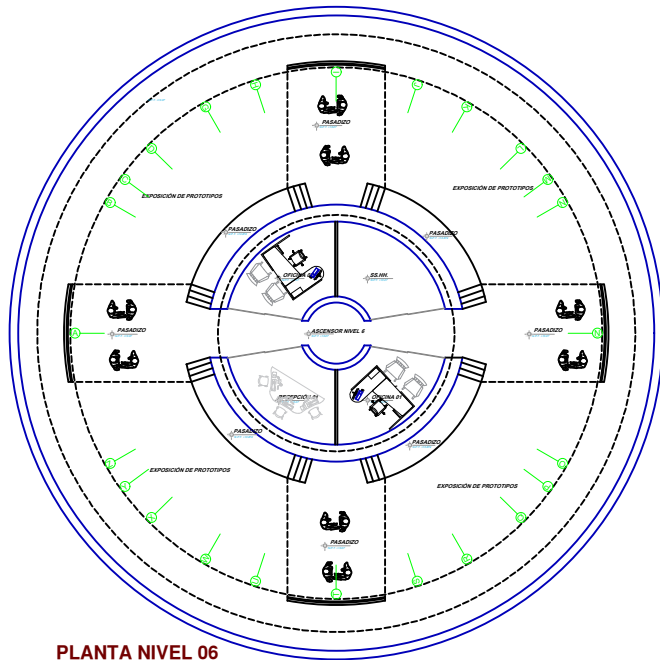
AUTOR		BACH. ING. JOB SILVESTRE FULGENCIO		LÁMINA 1	
PROYECTO		"Aplicación De La Estrategia Formativa Algorítmica En El Diseño Formacional De Un Edificio Experimental Y De Gestión De Recursos Al PNUJ Para La Facultad De Ingeniería, Año 2018"		A-1	
ESPECIALIDAD		ARQUITECTURA		PÁGINA	
PLANO		DETALLE ARQUITECTÓNICO PLANTA NIVEL 1, 2, 3		201	
PROFESIONAL		BACH. ING. JOB SILVESTRE FULGENCIO			
FECHA	HOJA 1	HOJA 2	HOJA 3	FECHA 1	
J.S.F.	J.S.F.	DI 000004		OCTUBRE- 2018	



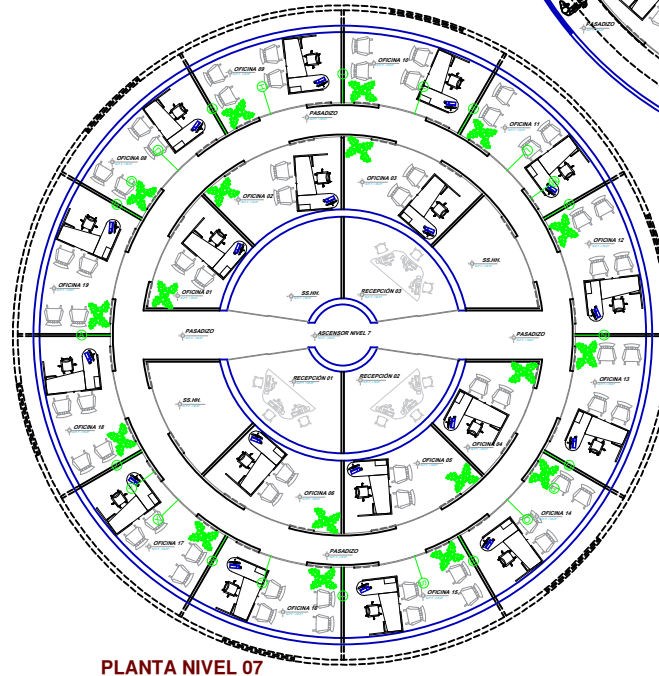
PLANTA NIVEL 04



PLANTA NIVEL 05

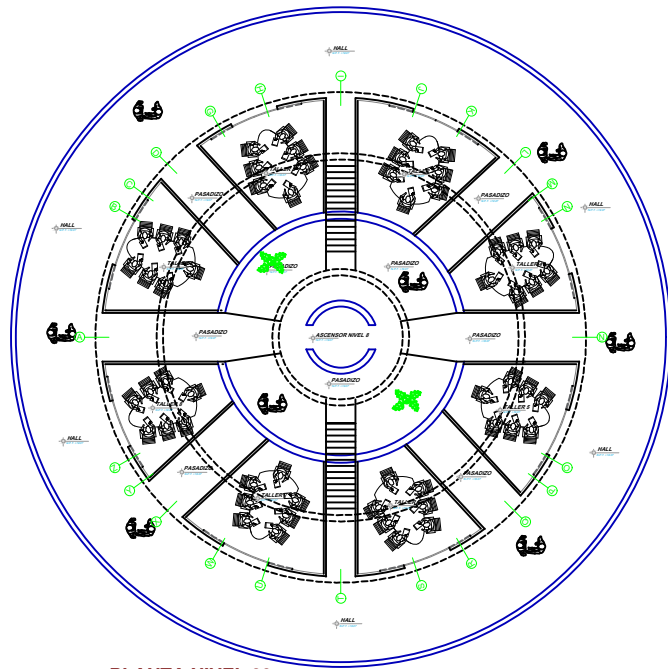


PLANTA NIVEL 06

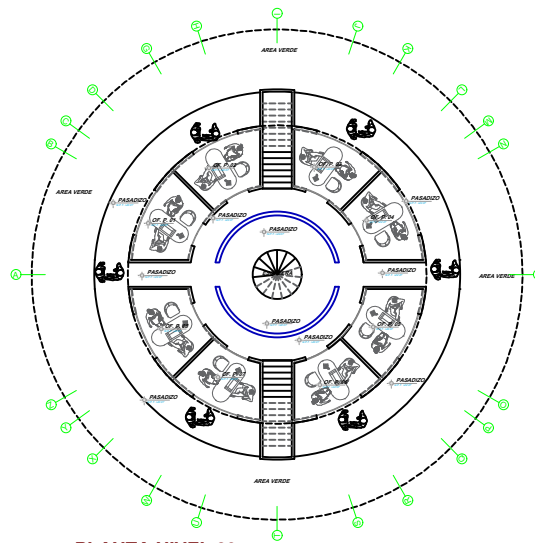


PLANTA NIVEL 07

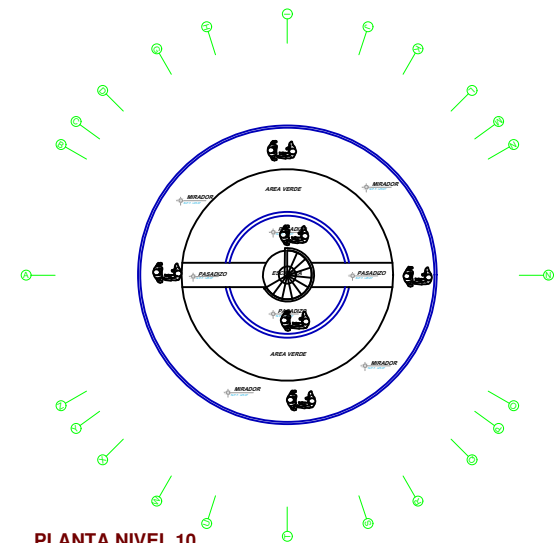
PROF. BACH. ING. JOB SILVESTRE FULGENCIO		LABOR 1	
PROYECTO 1: "Opciones de Edificación Sostenible, Siguiendo la Filosofía Propuesta por la Unión Europea y la Ciudad de Aranda de Duero (ARND) en la Ciudad de Hainan, Año 2017"		A-2	
ESPECIALIDAD 1: ARQUITECTURA		Módulo	
PLANO 1: DETALLE ARQUITECTÓNICO PLANTA NIVEL 4, 5, 6, 7		202	
PROFESIONAL BACH. ING. JOB SILVESTRE FULGENCIO			
FECHA: 14.S.F.	FECHA: 14.S.F.	FECHA: 08.09.2014	FECHA: OCTUBRE- 2015



PLANTA NIVEL 08

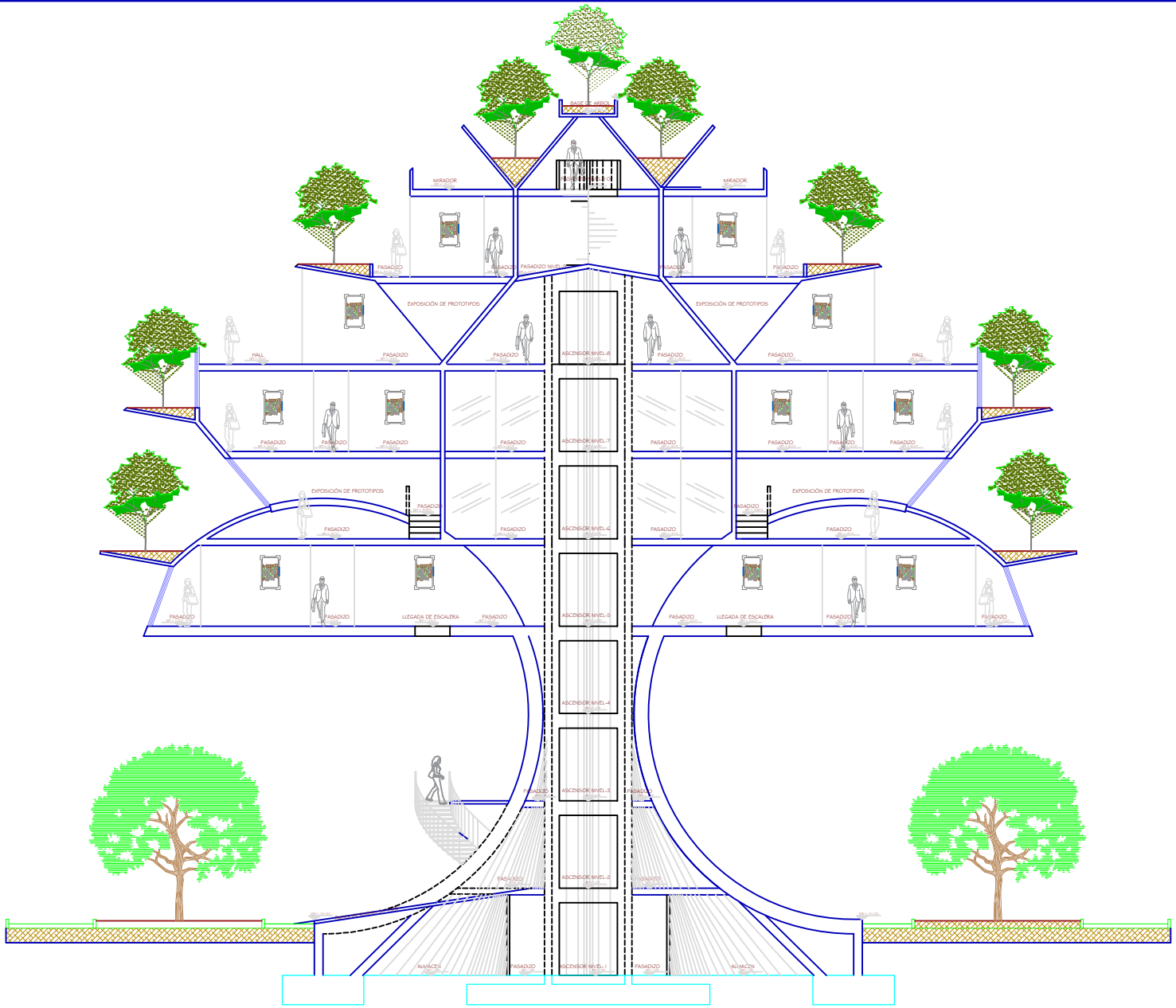


PLANTA NIVEL 09

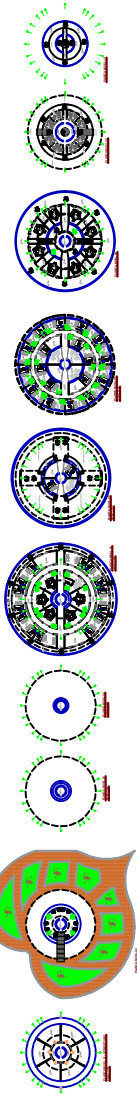


PLANTA NIVEL 10

AUTOR: BACH. ING. JOB SILVESTRE FULGENCIO		LÁMINA 1	
PROYECTO 1: "Aplicación De La Estrategia Formativa Algorítmica En El Diseño Formador De Un Edificio Expositivo" (Sección De Asesoría: M. EN. En La Gestión De Recursos, Año 2019)		A-3	
ESPECIALIDAD 1: ARQUITECTURA		PÁGINA	
PLANO 1: DETALLE ARQUITECTÓNICO PLANTA NIVEL 8, 9, 10		203	
PROFESIONAL: BACH. ING. JOB SILVESTRE FULGENCIO			
COLEGIADO: J.S.F.	BOLETA 1: J.S.F.	BOLETA 1: 001 00042	FECHA 1: OCTUBRE- 2019



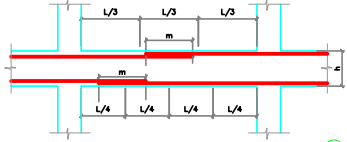
DETALLE ARQUITECTÓNICO - CORTE A-A



PLANTA ARQUITECTONICA

AUTOR: BACH. ING. JOB SILVESTRE FULGENCIO		CÁRTEL: A-4	
PROYECTO: "Aplicación De La Energía Fotovoltaica Al Diseño Funcional De Un Edificio Educativo Y Su Gestión De Energía" (BNI) En La Ciudad De Panamá, Año 2016"			
ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA		NÚMERO: 204	
PLANO: DETALLE ARQUITECTÓNICO CORTE A-A			
PROFESIONAL: BACH. ING. JOB SILVESTRE FULGENCIO			
CIUDAD: S.F.	PAÍS: S.F.	ESCALA: 1/500	FECHA: OCTUBRE- 2015

CUADRO DE LONGITUD DE EMPALME EN ESTRUCTURAS A FLEXION



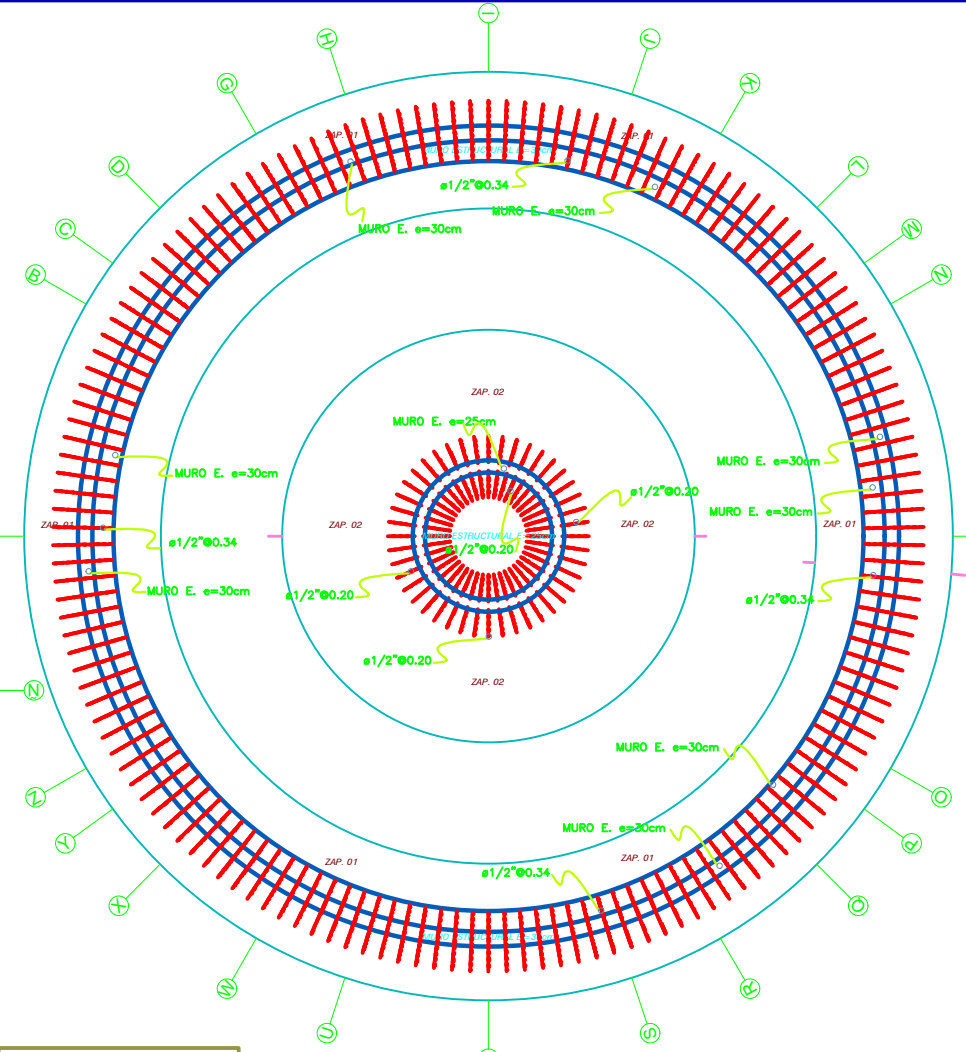
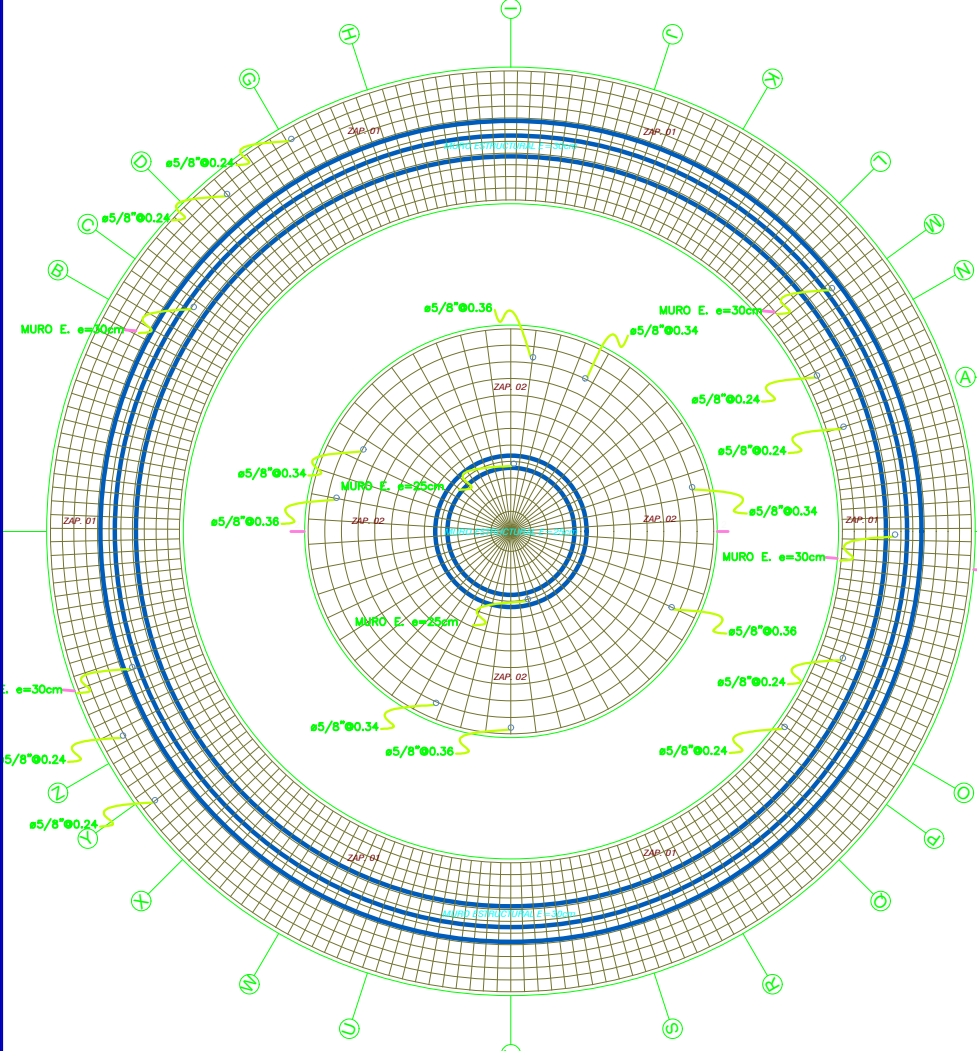
VALORES DE m			
Ø	REFUERZO INTERIOR	Ø 10	Ø 12
3/8"	40	40	45
1/2"	40	40	50
5/8"	50	45	60
3/4"	40	45	55
1"	115	100	130

NOTA

1. No computan más del 50% del Área total en los mismos niveles.

2. En caso de no establecerse en los planos indicados el con los porcentajes especificados, consultar la longitud de empalme en un 70% o consultar al proyectante.

3. Para lazo de acero emplear el empalme sobre los ejes, empleando la longitud de empalme igual a 75cm, para lazo de 3/8" a 1/2" y 10 cm para lazo de 1/2" a 3/4".



DETALLE ESTRUCTURAL EN PLANTA - ZAPATA

ESPECIFICACIONES TECNICAS

1.00.- DE LOS MATERIALES

01.- CONCRETO SIMPLE
 Solado $f_c = 100 \text{ Kg/cm}^2$

02.- CONCRETO ARMADO
 ZAPATAS $f_c = 100 \text{ Kg/cm}^2$
 MUROS ESTRUCTURALES $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
 LOSAS MACIZAS $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
 LOSAS SISTEMA BUBBLEDECK $f_c = 210 \text{ Kg/cm}^2$

03.- TABIQUERIA
 - Muros livianos prefabricados
 - Resistencia al fuego y a la humedad

2.00.- DEL SUELO
 - CAPACIDAD PORTANTE : 3.91 Kg/cm^2 (Verificar en Obra)
 - FACTOR DE ZONA SISMICA (Z) : 0.25
 - PROF. DE CIMENTACION : 2.50 m.

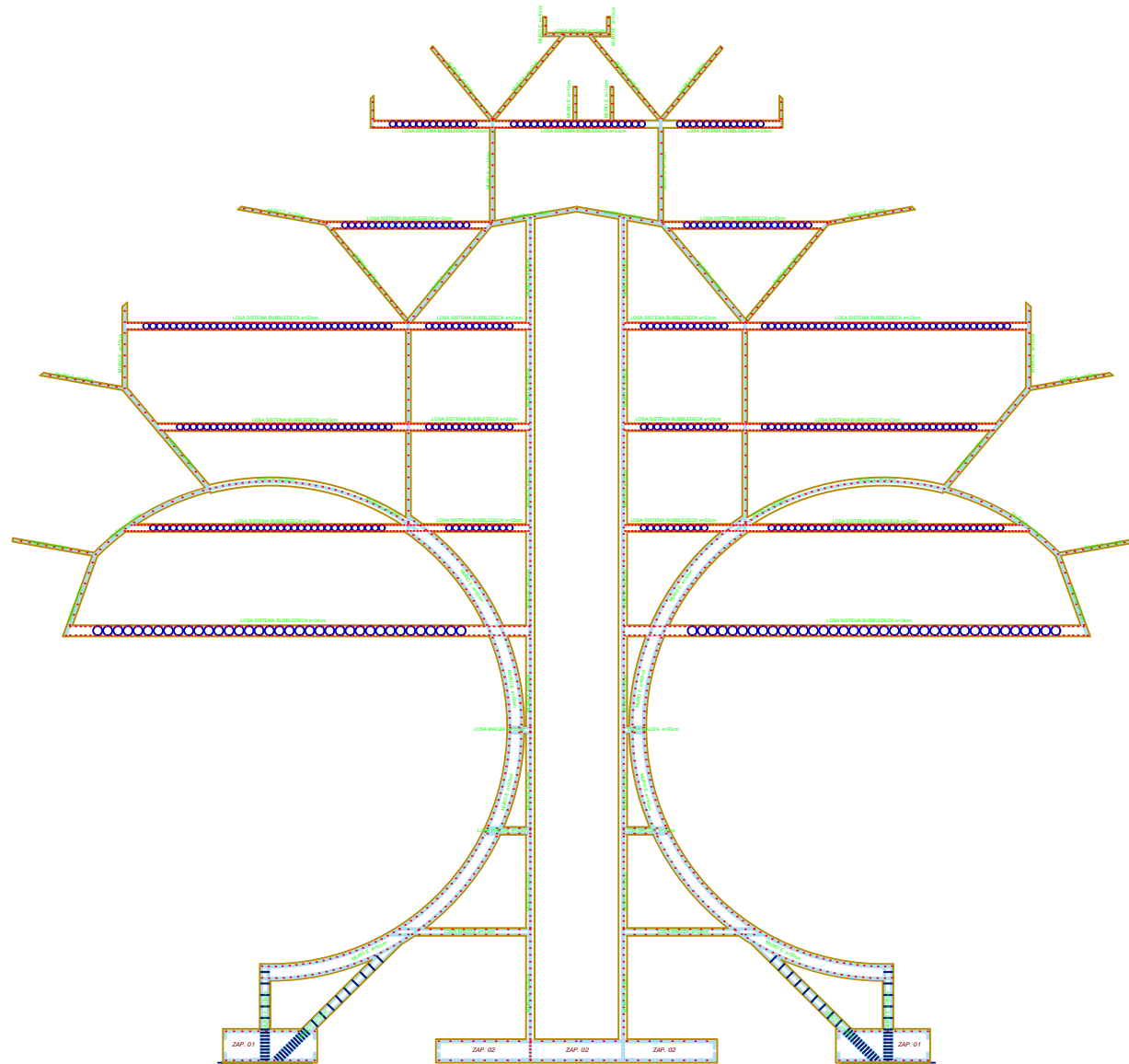
3.00.- DE LAS SOBRECARGAS
 NIVELES 1'-10" $= 350 \text{ Kg/cm}^2$

4.00.- RECUBRIMIENTOS
 ZAPATAS $= 7.50 \text{ cm.}$
 MUROS ESTRUCTURALES $= 4.00 \text{ cm.}$
 LOSAS MACIZAS $= 3.00 \text{ cm.}$

5.00.- ACERO
 - ACERO CORRUGADO: Grado 60 ; $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$.
 - EMPALMES DE FIERRO
 LOSAS : A4 (1) : Tercio Central
 MUROS E. : A4 (1) : a L/4
 : A 2/3 (Tramo Central)

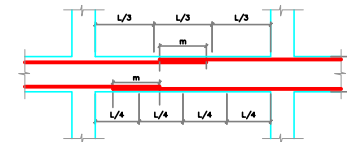
6.00.- NORMAS
 - R. N. E. (E-020, E-030, E-050, E-060)

AUTOR: BACH. ING. JOB SILVESTRE FULGENCIO		<div style="font-size: 2em; font-weight: bold; border: 1px solid black; padding: 5px;">E-1</div>
PROYECTO : "Aplicación De La Formación Continua En El Diseño Estructural De Un Edificio Residencial" Del Estado De Sonora Al INEGI con La Gestión Del Ingeniero Job Silvestre Fulgencio"		
ESPECIALIDAD : ESTRUCTURAS		<div style="font-size: 2em; font-weight: bold; border: 1px solid black; padding: 5px;">205</div>
PLANO : DETALLE ESTRUCTURAL PLANTA - ZAPATA		
PROYECTANTE: BACH. ING. JOB SILVESTRE FULGENCIO		
ELABORADO: J.S.F.	REVISADO: J.S.F.	FECHA: 1 DE OCTUBRE - 2019



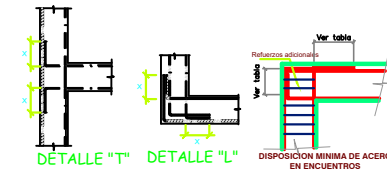
DETALLE ESTRUCTURAL ELEVACIÓN

CUADRO DE LONGITUD DE EMPALME EN ESTRUCTURAS A FLEXIÓN



VALORES DE m	
Ø	REFUERZO INTERIOR
Ø	10-20
13"	40
12"	40
5/8"	45
3/4"	40
1"	1.15

NOTA
 a- No empalme más del 50% del Área total de una misma sección.
 b- En caso de no empalmarse en las zonas indicadas se debe proporcionar perpendicularmente a la longitud de empalme un 50% = considerar al proyectar.
 c- Para caso de acero interior se empalmará sobre las apoyos o en la mitad de empalme que a 20cm para muro de 13" y 35 cm para muro de Ø 12" = 38".

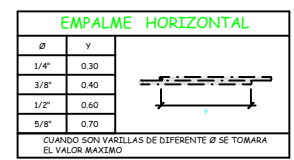
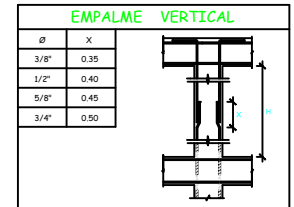


BARRAS INFERIORES		BARRAS SUPERIORES	
Fy = 4200 kg/cm ² Limp. Albar, en cm.		Fy = 4200 kg/cm ² Limp. Albar, en cm.	
Ø	13"	Ø	13"
Fc	35.00	Fc	35.00
175.00	30.00	175.00	35.00
210.00	30.00	210.00	35.00

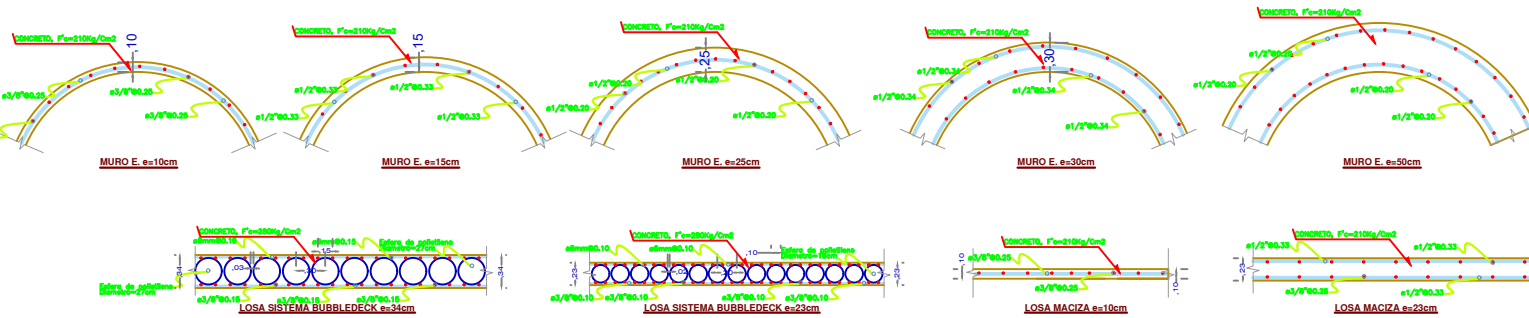
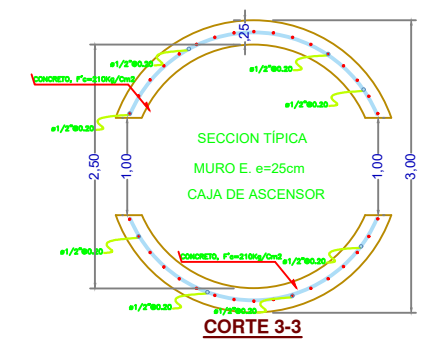
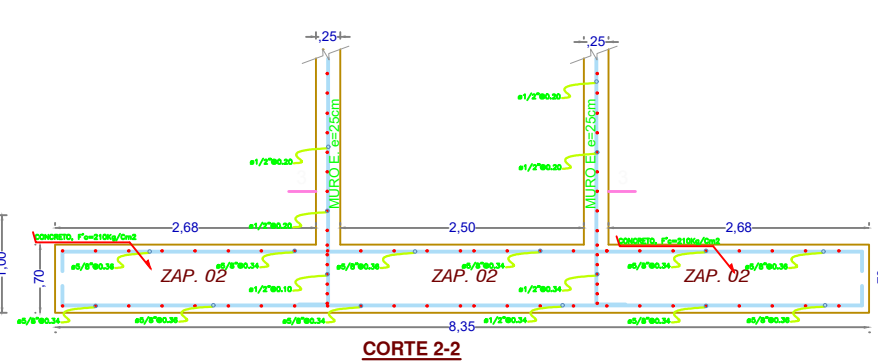
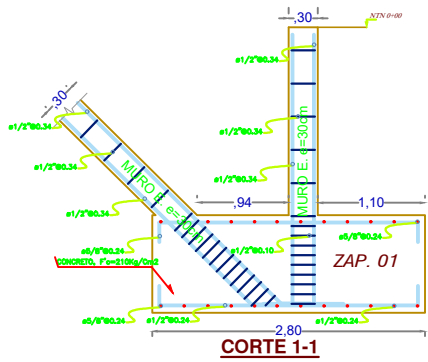
DETALLE DE DOBLADO DE REFUERZOS

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- DE LOS MATERIALES**
 - CONCRETO SIMPLE**
 Sobrado Fc = 100 Kg/cm².
 - CONCRETO ARMADO**
 ZAPATAS Fc = 210 Kg/cm²
 MUROS ESTRUCTURALES Fc = 210 Kg/cm²
 LOSAS MACIZAS Fc = 210 Kg/cm²
 LOSAS SISTEMA BUBBLEDECK Fc = 210 Kg/cm²
 - TABIQUERIA**
 - Muros livianos prefabricados
 - Resistentes al fuego y a la humedad
- DEL SUELO**
 - CAPACIDAD PORTANTE : 3.91 Kg/cm² (Verificar en Obra)
 - FACTOR DE ZONA SISMICA (2) : 0.25
 - PROF. DE CIMENTACION : 2.50 m.
- DE LAS SOBRECARGAS**
 NIVELES 1°-10° = 350 Kg/cm².
- RECUBRIMIENTOS**
 ZAPATAS = 7.50 cm.
 MUROS ESTRUCTURALES = 4.00 cm.
 LOSAS MACIZAS = 3.00 cm.
- ACERO**
 - ACERO CORRUGADO- Grado 60 : fy = 4200 Kg/cm².
 - EMPALMES DE FIERRO
 - LOSAS : As (-) = Tercio Central
 As (+) = L/4
 - MUROS E. : A 2L/3 (Tramo Central)
- NORMAS**
 - R. N. E. (E-020, E-030, E-050, E-060)



PROY. BACH. ING. JOB SILVESTRE FULGENCIO		LÁMINA 1	
PROYECTO 1 : "Aplicación de la Estrategia Constructiva Alternativa de 21 Elementos Constructivos de 1.00 Edificio Residencial y de Gestión de Acueducto ABSE en la Ciudad de Huamanga, Año 2019"		E-2	
ESPECIALIDAD : ESTRUCTURAS		FOLIO	
PLANO 1 : DETALLE ESTRUCTURAL - ELEVACION		206	
PROYECTANTE : BACH. ING. JOB SILVESTRE FULGENCIO			
ELABORÓ : J.S.F.	REVISÓ : J.S.F.	BOYERÍA : BOYERÍA	FECHA : OCTUBRE - 2019



SISTEMA DE LOSA BUBBLEDECK - ENCUENTRO CON UN ELEMENTO ESTRUCTURAL VERTICAL

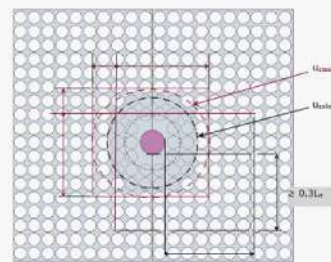
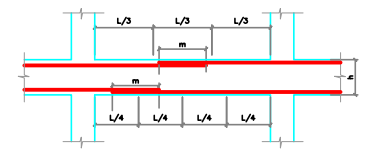


Figure showing perimeters Uwall and Uslab and extent of column steel

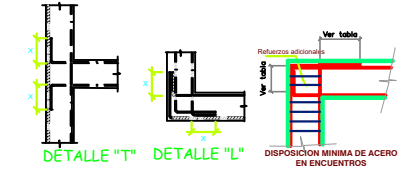
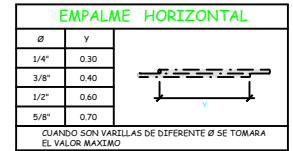
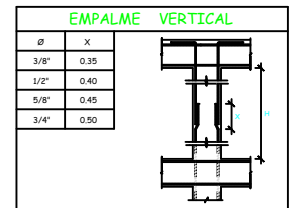
CUADRO DE LONGITUD DE EMPALME EN ESTRUCTURAS A FLEXION



VALORES DE m	
Ø	Ø
10	11-20
12	11-20
14	11-20
16	11-20
18	11-20
20	11-20
22	11-20
25	11-20
28	11-20
32	11-20
36	11-20
40	11-20
45	11-20
50	11-20
56	11-20
63	11-20
71	11-20
80	11-20
90	11-20
100	11-20

NOTA
 a) No emplear más del 50% del área total en una misma sección.
 b) En caso de un empalme en las zonas indicadas, se debe proporcionar el correspondiente desarrollo de empalme en un 50% o cantidad equivalente.
 c) Para barras de acero: cuando se empleen cables, los cables deben tener la longitud de empalme igual a 25cm, para cables de 10" a 18" en un paso lateral de 40" a 50".

ESPECIFICACIONES TECNICAS	
1.00.- DE LOS MATERIALES	
01. CONCRETO SIMPLE	
Solado	Fc = 100 Kg/cm ² .
02. CONCRETO ARMADO	
ZAPATAS	Fc = 210 Kg/cm ²
MUROS ESTRUCTURALES	Fc = 210 Kg/cm ²
LOSAS MACIZAS	Fc = 210 Kg/cm ²
LOSAS SISTEMA BUBBLEDECK	Fc = 210 Kg/cm ²
03. TABIQUERIA	
- Muros livianos prefabricados	
- Resistentes al fuego y a la humedad	
2.00.- DEL SUELO	
- CAPACIDAD PORTANTE:	3.91 Kg/cm ² (Verificar en Obra)
- FACTOR DE ZONA SISMICA (Z):	0.25
- PROF. DE CIMENTACION:	2.50 m.
3.00.- DE LAS SOBRECARGAS	
NIVELES 1°-10°	= 350 Kg/cm ² .
4.00.- RECUBRIMIENTOS	
ZAPATAS	= 7.50 cm.
MUROS ESTRUCTURALES	= 4.00 cm.
LOSAS MACIZAS	= 3.00 cm.
5.00.- ACERO	
- ACERO CORRUGADO- Grado 60 :	fy = 4200 Kg/cm ²
- EMPALMES DE FIERRO	
-LOSAS :	As (x) : Tercio Central
-MUROS E. :	As (x) : a L/4
	A 2L/3 (Tramo Central)
6.00.- NORMAS	
- R. N. E. (E-020, E-030, E-050, E-060)	

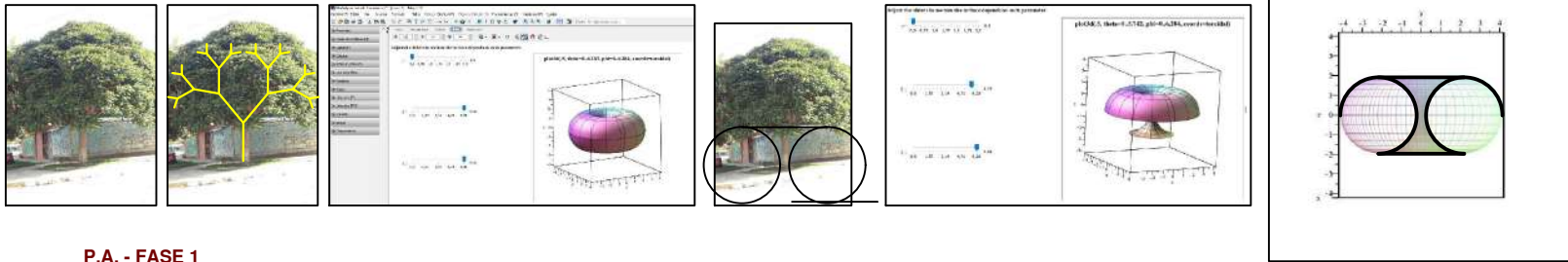


BARRAS INFERIORES					BARRAS SUPERIORES						
Fc	Ø	1.2"	5.8"	3.4"	1"	Fc	Ø	1.2"	5.8"	3.4"	1"
175.00	30.00	35.00	45.00	50.00	55.00	175.00	30.00	35.00	45.00	50.00	55.00
210.00	30.00	35.00	45.00	50.00	50.00	210.00	30.00	35.00	45.00	50.00	50.00

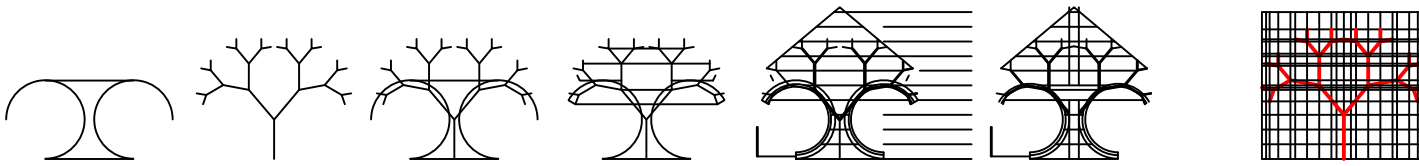
DETALLE DE DOBLADO DE REFUERZOS

PROY. BACH. ING. JOB SILVESTRE FULGENCIO		LÁMINA 1	
PROYECTO 1 - Aplicación De La Estrategia Inercial Algoritmo En El Diseño Estructural De Un Edificio Residencial Y un Centro De Asesoría Al RNE En La Ciudad De Huancayo, Are. 2018		E-4	
ESPECIFICACIONES ESTRUCTURALES			
PLANO 1 DETALLE ESTRUCTURAL DE ELEMENTOS		207	
PROYECTISTA BACH. ING. JOB SILVESTRE FULGENCIO			
CLIENTE J.S.F.	DISEÑO J.S.F.	BOYERÍA BOYERÍA	FECHA 1 OCTUBRE- 2018

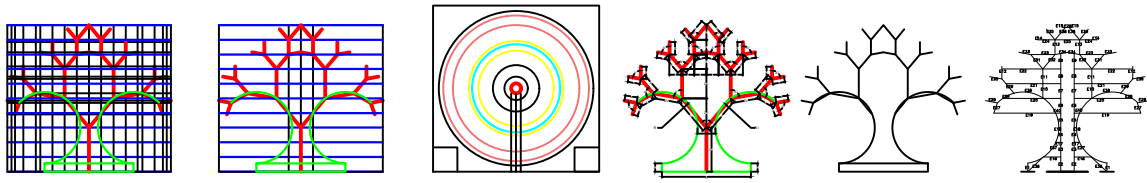
DETALLE ESTRUCTURAL DE LOS ELEMENTOS



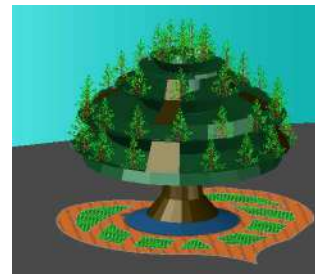
P.A. - FASE 1



P.A. - FASE 2



P.A. - FASE 3



PROCESO ALGORITMICO

NOMBRE: BACH. ING. JOB SILVESTRE FULGENCIO		LABORATORIO: P-A	
OBJETO: "Aplicación De La Estrategia Estruendo Algorítmico En El Diseño Funcional De Un Edificio Escolar" Y "El Cálculo De Acostumbramiento Al DISEÑO EN LA GRADUACIÓN DE INGENIEROS"			
ESPECIALIDAD: MATEMÁTICA		PUNTAJE: 208	
CURSO: BACH. ING. JOB SILVESTRE FULGENCIO			
GRUPO: J.S.F.	GRUPO: J.S.F.	SEDE: BUENOS AIRES	FECHA: 1 OCTUBRE- 2019



AUTOR: BACH. ING. JOB SILVESTRE FULGENCIO

PROYECTO : Aplicación De La Estrategia Estructura Algorítmica En El Diseño Estructural De Un Edificio Ecológico Y Sin Cálculo De Acuerdo Al RNE En La Ciudad De Huánuco, Año 2018

ESPECIALIDAD : ARTE Y DISEÑO

PLANO : PROYECTO 3D

PROFESIONAL: BACH. ING. JOB SILVESTRE FULGENCIO

DISEÑO: J.S.F.

DIBUJO : J.S.F.

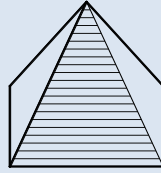
ESCALA : SIN ESCALA

LAMINA :
3D

PAGINA:
209

FECHA : OCTUBRE- 2018

**7. ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS (Estudio de referencia
utilizado en el proyecto)**



LABORATORIO DE SUELOS,
CONCRETO Y ASFALTO
"LA PIRAMIDE" E.I.R.L.



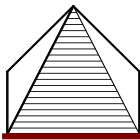
"ANTEPROYECTO SUB ESTACION AMARILIS"

INFORME DEL ESTUDIO DE GEOLOGICO, GEOTECNICO Y DE MECANICA DE SUELOS



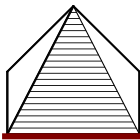
HUANUCO NOVIEMBRE DEL 2012





INDICE

1. DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO
2. EXPLORACION DE CAMPO
3. CONDICIONES GENERALES DEL TERRENO Y DEL SUBSUELO
4. ENSAYOS DE LABORATORIO
5. ANALISIS DE LAS PRUEBAS DE CAMPO Y DE LABORATORIO
6. METODOLOGIA EMPLEADA EN EL ESTUDIO GEOTECNICO
- 6.1. Estabilidad de Taludes (excavación y rellenos)
7. CRITERIOS DE DISEÑO
- 7.1. Tipo de cimentación
- 7.2. Profundidad de cimentación (Df)
- 7.3. Determinación de la carga de rotura al corte y factor de seguridad (FS).
- 7.4. Estimación de los asentamientos que sufriría la estructura con la carga aplicada (diferenciales y/o totales).
- 7.5. Presión admisible del terreno (determinada a diferentes profundidades, con variación de 0.50 m).
- 7.6. Indicación de las precauciones especiales que deberá tomar el diseñador o el constructor de la obra, como consecuencias de las características particulares del terreno investigado (efecto de la napa freática, contenido de sales agresivas al concreto, etc.)
- 7.7. Parámetros para el diseño de muros de contención y/o calzada
- 7.8. Otros parámetros que se requieran para el diseño o construcción de las estructuras y cuyo valor dependa directamente del suelo.
8. CONCLUSIONES



1. DESCRIPCION GENERAL DEL PROYECTO

1.1. INTRODUCCIÓN

El presente informe del Estudio de Mecánica de Suelos, Geológico y Geotécnico con fines de describir los aspectos de geología, sismicidad, clima, vegetación existente y características de las edificaciones vecinas, realizar exploraciones de las calicatas ejecutadas cimentación, corresponde al proyecto: "ANTEPROYECTO SUBESTACION AMARILIS", y se ha desarrollado dentro de los lineamientos que establece las especificaciones técnicas para estudio de suelos que comprende el proyecto indicado.

La zona de estudio está ubicada en la localidad de La Esperanza, jurisdicción del Distrito de Amarilis, Provincia de Huanuco, Departamento de Huánuco.

El terreno destinado para el proyecto cuenta con libre disponibilidad y está localizado en la parte alta de la localidad de La Esperanza, actualmente el terreno no cuenta con los servicios básicos: agua potable, energía eléctrica, teléfono.

Sin embargo el terreno cuenta con una accesibilidad a través de la trocha carrozable La esperanza-Malconga, en la jurisdicción del Distrito de Amarilis.

El terreno por estar en la parte alta de la localidad de La Esperanza esta sujeto la acción de los vientos que en la zona del proyecto corre de Norte Este con velocidades media de viento mensual de 15 km/h. a 35 km /h.

En la zona del proyecto las precipitaciones promedio es de 175 mm anuales.

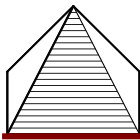
En el presente trabajo de Mecánica de suelos, Geológico y Geotécnico se ha desarrollado trabajos de campo, laboratorio y gabinete con la elaboración del informe del Estudio de Mecánica de Suelos se ha desarrollado en el mes de Noviembre del 2012.

1.2. OBJETIVO DEL ESTUDIO

El objetivo general del estudio de mecánica de suelos con fines de cimentación del proyecto : "ANTEPROYECTO SUBESTACION AMARILIS", ha sido realizar la prospección geológica y geotécnica en el terreno de libre disponibilidad para obtener las muestras y determinarse en el laboratorio los parámetros físico mecánicas y constantes físicas de los suelos predominantes en el área de estudio del proyecto.

Dentro de los objetivos específicos tenemos:

- Exploraciones de las calicatas en todo el área del proyecto.
- Registro de calicatas y toma de muestras de suelo alteradas.
- Ensayos de laboratorio de las muestras extraídas
- Análisis geotécnico en subestaciones
- Determinar la información mínima para efectos sísmicos del proyecto.
- a Determinar el tipo de suelo existente y predominante en cada calicata realizada, verificando las propiedades físicas mecánicas y la



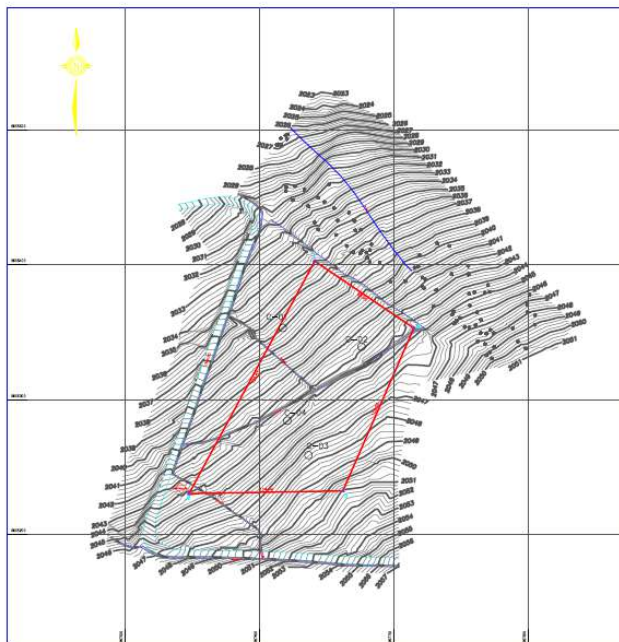
capacidad de carga para soportar las cargas estáticas que transmiten la estructura al terreno de fundación.

- Muestreo basados en las normas NTP 339.151 (ASTM D4220), para la toma de muestras de cada calicata efectuada en el terreno de libre disponibilidad para el proyecto.
- Determinar en el campo y laboratorio las propiedades y características de esfuerzo deformación de los suelo, la profundidad activa de cimentación en cada calicata realizada.
- Determinar las condiciones de cimentación, capacidad portante admisible, niveles de deformación y grados de agresividad del terreno al concreto y acero.
- Identificar los problemas de geodinámico interna y externa a fin de recomendar las medidas de mitigación que eviten, reduzcan o controlen el desarrollo de los mismos en el área de estudio.
- Interpretar los resultados de laboratorio, los registros de campo y dar las recomendaciones necesarias para el diseño de la cimentación del proyecto.

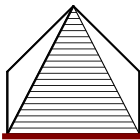
1.3. UBICACIÓN DEL PROYECTO

Departamento : Huánuco
Provincia : Huánuco
Distrito : Amarilis
Localidad : La Esperanza
Lugar : La Esperanza
Altitud. : 2042.00 msnm.

El proyecto se encuentra ubicado al costado de la carretera La Esperanza-Malconga, en la localidad de La Esperanza, en la jurisdicción del Distrito de Amarilis, Provincia de Huánuco, Departamento de Huánuco, Región Huánuco.



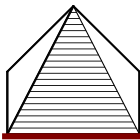
Plano topográfico del terreno en la localidad de la Esperanza



Localización Distrital del Proyecto



Localización Regional del proyecto

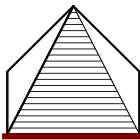


LOCALIZACIÓN NACIONAL DEL PROYECTO

1.4. CONDICIONES CLIMÁTICAS

- El clima en la ciudad de Huánuco y en la localidad de La Esperanza donde se encuentra el proyecto es propio de la serranía peruana con una acentuada uniformidad de característica propia del lugar, que corresponde al área del estudio con climas Templado y seco (Cw) según la distribución de Koppen W, en la parte andina y cálido en la zona montañosa. La temperatura promedio de la zona del proyecto es de 19°C en el valle de Huánuco.





1.5. ALTITUD DE LA ZONA

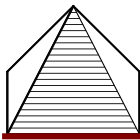
El proyecto se encuentra localizado en una altitud de 2042.00 m.s.n.m.



1.6. CARTOGRAFIA UTILIZADA

- Mapa físico-político del Departamento de Huánuco.
- Mapa físico-político de la Provincia de Huánuco
- Mapa físico-político del Distrito de Amarilis
- Carta del IGN a escala 1/100 000.
- Geología del cuadrángulo de Huánuco (hoja 20-k) INGEMMET.
- RNE, norma E-050 suelos y cimentaciones





2. EXPLORACIONES DE CAMPO

2.1 CRITERIOS GENERALES DE PLANEAMIENTO

Las exploraciones de campo han consistido en la ejecución de cuatro calicatas, excavaciones a cielo abierto realizadas en forma manual, calicatas realizadas con la finalidad de obtener muestras de suelos de cada estrato en cada horizonte del terreno destinado para el proyecto.

Se ha determinado la excavación de cuatro pozos de exploración (C-01), (C-02), (C-03), C-04) a cielo abierto de las siguientes dimensiones: 1.50 m x 1.50 m x 3.50 mts. De profundidad, profundidad a la que se encontró afloramiento rocoso (roca metamórfica).

Los sondeos ejecutados han cubierto completamente el área de estudio, de dichos sondeos se ha elaborado los perfiles estratigráficos que nos ha permitido conocer los estratos y sus horizontes en el terreno de fundación.

De las calicatas realizadas se ha obtenido muestras de cada estrato según indica la norma ASTM D-420, y se han obtenido muestras alteradas según la característica del suelo predominante.



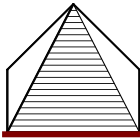
Vista fotográfica de la zona de exploraciones del campo para el proyecto de subestación.

2.2 TRABAJO DE CAMPO

Para la exploración de campo se estableció el programa de investigación mínimo, de acuerdo a lo exigido en el Reglamento Nacional de Edificaciones Norma E-050, Esta norma será de aplicación en todo el informe por constituir la base legal vigente

a. Calicatas

Se realizó la excavación de cuatro calicatas a cielo abierto con el objetivo de determinar el perfil estratigráfico del terreno y extraer las muestras alteradas, las cuales se han recolectado en bolsas de polietileno.



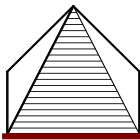
A las calicatas realizadas se les ha denominado (C-1), (C-2), (C-3), y (C-4) y se ha procedido a evaluarlos de acuerdo a la norma ASTM D-420.

La profundidad a la que se ha alcanzado en las calicatas ha sido hasta los 3.50 mts. en promedio, pues a esta altura se encontró afloramiento rocoso (roca metamórfica), se ha usado una pionjar para poder fracturar las rocas existentes a esa profundidad.



En cada calicata se ha desarrollado los ensayos de densidad natural del terreno.





b. Muestreo

Se tomaron muestras alteradas y disturbadas de cada uno de los tipos de suelos encontrados en cada estrato y de cada calicata, de acuerdo a la norma ASTM D-420, en cantidad suficiente como para realizar ensayos de laboratorio y poder obtener las constantes físicas y las propiedades físico mecánica de los suelos encontrados en cada estrato.

c. Registro de excavación

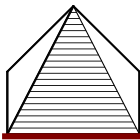
Luego de las excavaciones realizadas en cada calicata se ha procedido a la descripción visual-manual de los suelos encontrado en cada estrato y cada horizonte, anotando propiedades como: espesor del estrato, color, humedad natural, consistencia, etc., según la norma ASTM D – 2488.

2.3 PERFIL ESTRATIGRAFICO DE LAS CALICATAS

La estratigrafía de cada calicata se puede considerar uniforme en cada estrato encontrado, con algunas variaciones puntuales, tal como se evidencia en las calicatas realizadas, se ha seguido la secuencia de los estratos de arriba hacia abajo en la calicata.

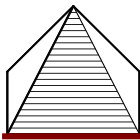
CALICATA C-1

La excavación se ha realizado de dimensiones 1.50 mt x 1.50 mt, hasta 3.50 mts de profundidad, en esta calicata se ha encontrado tres estratos compuesto por un suelo de grano fino en las capas superiores y suelo de grano grueso en las capas inferiores, suelo de color marrón oscuro en las capas superficiales y de marrón amarillento en las capas profundas, el primer estrato a 0.80 mts., de espesor está compuesto por una arcilla inorgánica con presencia de material granular en poco porcentaje. El segundo estrato de 0.40 mts.de espesor es un suelo de grano grueso compuesto por arenas limosas de color marrón rojizo con presencia de gravas aisladas, el tercer estrato de 2.30 mts. de espesor esta conformado por un suelo de grano grueso compuesto por mezcla de arenas con limos y presencia de gravas esquistosas, al final de la excavación se encontró afloramiento rocoso (roca metamórfica).



CALICATA C-2

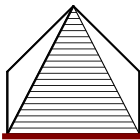
La excavación se ha realizado de dimensiones 1.50 mt x 1.50 mt, hasta 3.50 mts de profundidad, en esta calicata se ha encontrado dos estratos compuesto por un suelo de grano fino en las capas superiores y suelo de grano grueso en las capas inferiores, suelo de color marrón oscuro en las capas superficiales y de marrón amarillento en las capas profundas, el primer estrato a 1.20 mts., de espesor está compuesto por una arcilla inorgánica con presencia de material granular en poco porcentaje. El segundo estrato de 2.30 mts. de espesor esta conformado por un suelo de grano grueso compuesto por mezcla de gravas arenosas, al final de la excavación se encontró afloramiento rocoso (roca metamórfica).



CALICATA C-3

La excavación se ha realizado de dimensiones 1.50 mt x 1.50 mt, hasta 3.50 mts de profundidad, en esta calicata se ha encontrado tres estratos compuesto por un suelo de grano fino en las capas superiores y suelo de grano grueso en las capas inferiores, suelo de color marrón oscuro en las capas superficiales y de marrón amarillento en las capas profundas, el primer estrato a 0.80 mts., de espesor esta compuesto por una arcilla inorgánica con presencia de material granular en poco porcentaje. El segundo estrato de 0.40 mts. de espesor es un suelo de grano grueso compuesto por arenas limosas de color marrón rojizo con presencia de gravas aisladas, el tercer estrato de 2.30 mts. de espesor esta conformado por un suelo de grano grueso compuesto por mezcla de arenas con limos y presencia de gravas esquistas, al final de la excavación se encontró afloramiento rocoso (roca metamórfica).





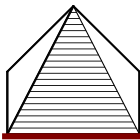
CALICATA C-4 La excavación se ha realizado de dimensiones 1.50 mt x 1.50 mt, hasta 3.50 mts de profundidad, en esta calicata se ha encontrado tres estratos compuesto por un suelo de grano fino en las capas superiores y suelo de grano grueso en las capas inferiores, suelo de color marrón oscuro en las capas superficiales y de marrón amarillento en las capas profundas, el primer estrato a 0.80 mts., de espesor esta compuesto por una arcilla inorgánica con presencia de material granular en poco porcentaje. El segundo estrato de 0.40 mts. de espesor es un suelo de grano grueso compuesto por arenas limosas de color marrón rojizo con presencia de gravas aisladas, el tercer estrato de 2.30 mts. de espesor esta conformado por un suelo de grano grueso compuesto por mezcla de arenas con limos y presencia de gravas esquistas, al final de la excavación se encontró



2.4 DESCRIPCION GEOTECNICA DE LA ZONA

La zona de estudio presenta un suelo uniforme y consolidado, es un suelo residual, con estratos uniformes donde en las capas superiores se evidencia la presencia de un suelo de grano fino y en las capas profundas se evidencia un suelo de grano grueso, este estratos de suelo denso están presentes hasta una profundidad de 3.50 mts. en promedio a partir del cual se evidencia la presencia de roca metamórfica, roca del tipo esquisto de color grisáceo rojizo.

Para evaluar la descripción geotécnica de la zona del proyecto se ha realizado la exploración de cuatro calicatas, convenientemente ubicadas en el terreno de libre disponibilidad.



2.5 PRESENCIA DE NIVEL FREATICO

En la zona del proyecto en las cuatro calicatas realizadas **no se ha encontró** la presencia de napa freática, en todas las calicatas se ha encontrado suelo consolidado con humedad natural.

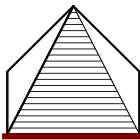
3 CONDICIONES GENERALES DEL TERRENO Y DEL SUBSUELO

3.1. MORFOLOGIA DEL AREA DE ESTUDIO

El área del terreno destinado para el proyecto se encuentra emplazada en la parte alta de la localidad de La Esperanza, el relieve presenta una topografía semiplana, con pendientes moderados de 1º - 2º de inclinación.

El terreno destinado al proyecto en la actualidad no cuenta con servicios básicos de agua potable, desagüe y energía eléctrica.

El terreno destinado al proyecto cuenta con una vía de acceso que es la trocha carrozable La Esperanza-Malconga.



5.0 ANALISIS DE LAS PRUEBAS DE CAMPO Y DE LABORATORIO

5.1 Evaluación de resultados de campo

En este punto se realiza el análisis de resultados de los ensayos según reporte así como descripción de campo y laboratorio, elaboración de certificados, perfiles estratigráficos de las excavaciones realizadas, lo que se adjuntan en los anexos del presente informe.

5.2 Evaluación de resultados de laboratorio

En este punto se realiza el análisis de resultados de los ensayos según reporte así como descripción de campo y laboratorio, elaboración de certificados, perfiles estratigráficos de las excavaciones realizadas, lo que se adjuntan en los anexos del presente informe.

5.3 PARAMETROS PARA EL CALCULO DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE DEL SUELO (Q adm)

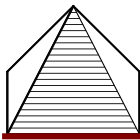
Los parámetros que se han adoptado para el cálculo de la capacidad admisible de carga por corte en los sectores evaluados se indican en el siguiente cuadro

Parámetros adoptados para el calculo de la Capacidad Admisible del suelo a la profundidad de 0.50 mts.

Calicata	Nivel de Desplante Df (m)	Angulo de Fricción ϕ (°)	Cohesión c (Kg/cm ²)	Peso Especifico (Tn/m ³)	qadm ² (kg/cm)
C-01	0.50	16°	0.26	1.85	0.49
C-02	0.50	15°	0.29	1.85	0.45
C-03	0.50	17°	0.25	1.85	0.52
C-04	0.50	16.69°	0.258	1.85	0.53

Parámetros adoptados para el calculo de la Capacidad Admisible del suelo a la profundidad de 1.00 mts.

Calicata	Nivel de Desplante Df (m)	Angulo de Fricción ϕ (°)	Cohesión c (Kg/cm ²)	Peso Especifico (Tn/m ³)	qadm ² (kg/cm)
C-01	1.00	22°	0.293	1.78	1.23
C-02	1.00	15°	0.29	1.85	0.63
C-03	1.00	22°	0.293	1.85	1.23
C-04	1.00	17°	0.258	1.85	0.76



Parámetros adoptados para el calculo de la Capacidad Admisible del suelo a la profundidad de 1.50 mts.

Calicata	Nivel de Desplante Df (m)	Angulo de Fricción ϕ (°)	Cohesión c (Kg/cm ²)	Peso Especifico (Tn/m ³)	qadm ² (kg/cm ²)
C-01	1.50	26.56°	0.05	1.65	2.19
C-02	1.50	28°	0.01	1.65	2.77
C-03	1.50	27.47°	0.04	1.64	2.45
C-04	1.50	28°	0.05	1.65	2.78

Parámetros adoptados para el calculo de la capacidad admisible del suelo a la profundidad de 2.00 mts.

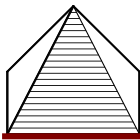
Calicata	Nivel de Desplante Df (m)	Angulo de Fricción ϕ (°)	Cohesión c (Kg/cm ²)	Peso Especifico (Tn/m ³)	qadm ² (kg/cm ²)
C-01	2.00	26.56°	0.05	1.65	2.77
C-02	2.00	28°	0.010	1.65	3.52
C-03	2.00	27.47°	0.04	1.64	3.10
C-04	2.00	28°	0.05	1.65	3.51

Parámetros adoptados para el calculo de la capacidad admisible del suelo a la profundidad de 2.50 mts.

Calicata	Nivel de Desplante Df (m)	Angulo de Fricción ϕ (°)	Cohesión c (Kg/cm ²)	Peso Especifico (Tn/m ³)	qadm ² (kg/cm ²)
C-01	2.50	26.56°	0.05	1.65	3.35
C-02	2.50	28°	0.010	1.65	4.28
C-03	2.50	27.47°	0.04	1.64	3.76
C-04	2.50	28°	0.05	1.65	4.25

Parámetros adoptados para el calculo de la capacidad admisible del suelo a la profundidad de 3.00 mts.

Calicata	Nivel de Desplante Df (m)	Angulo de Fricción ϕ (°)	Cohesión c (Kg/cm ²)	Peso Especifico (Tn/m ³)	qadm ² (kg/cm ²)
C-01	3.00	26.56°	0.05	1.65	3.94
C-02	3.00	28°	0.010	1.65	5.03



C-03	3.00	27.47°	0.04	1.64	4.41
C-04	3.00	28°	0.05	1.65	4.98

Parámetros adoptados para el calculo de la capacidad admisible del suelo a la profundidad de 3.50 mts.

Calicata	Nivel de Desplante Df (m)	Angulo de Fricción ϕ (°)	Cohesión c (Kg/cm ²)	Peso Especifico (Tn/m ³)	qadm ² (kg/cm ²)
C-01	3.50	26.56°	0.05	1.65	4.52
C-02	3.50	28°	0.010	1.65	5.78
C-03	3.50	27.47°	0.04	1.64	5.06
C-04	3.50	28°	0.05	1.65	5.71

Para la determinación de la presión admisible el planteamiento de las dimensiones de la zapata ha sido de 1.50 mts x 1.50 mts.; la misma que será definida posteriormente por el proyectista o el ingeniero estructurista.

Para la verificación de las dimensiones en planta de las zapatas para las cargas estáticas se hará empleado el valor de la presión admisible determinada en el presente estudio de mecánica de suelos.

6. METODOLOGIA EMPLEADA EN EL ESTUDIO GEOTECNICO

La metodología de los estudios geotécnicos está basada en el desarrollo secuencial de una serie de fases como se indica a continuación:

RECOPIACIÓN Y ESTUDIO DE LA DOCUMENTACIÓN

Se ha recopilado y estudiado toda la documentación previa existente, sobre todo mapas geológicos de INGEMET.

RECONOCIMIENTO DEL TERRENO

Se ha visitado y reconocido la zona donde se tiene previsto la ejecución del proyecto y se tomara atención a la topografía de la zona, a los desniveles de la parcela, a la presencia en superficie de zonas hundidas, zonas eriazas, etc

PLANTEAMIENTO DE LA CAMPAÑA DE CAMPO

Las operaciones de ejecución de reconocimientos, toma de muestras y ensayos se han planificado y realizado para conseguir la identificación de



ACTA DE TITULACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

En Huánuco, siendo las 18:00 horas del día viernes, 24 de Mayo del 2019, en el Salón de Grados de la Universidad Alas Peruanas y bajo la Presidencia del Magister **REYNALDO FAVIO SUAREZ LANDAURO** se inició la Sesión Pública de Sustentación y Evaluación correspondiente para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil por la modalidad de **Sustentación de Tesis**.

En la que el Bachiller: **SILVESTRE FULGENCIO, JOB**

Sustentó la Tesis de Ingeniería:

Tesis

**“APLICACIÓN DE LA ESTRATEGIA ESTRUCTURA
ALGORITMICA EN EL DISEÑO ESTRUCTURAL DE UN EDIFICIO
ECOTURISTICO Y SU CÁLCULO DE ACUERDO AL RNE EN LA
CIUDAD DE HUANUCO, AÑO 2018”**

Ante el jurado integrado por los señores catedráticos:

MG. REYNALDO FAVIO SUAREZ LANDAURO

(Presidente)

ING. PATRICIA KARIM ESTELA LIVIA

(Miembro)


ING. MATO VICENTE, ROSNER NADLER

(Miembro/Secretario)

Sustentado el mismo, el graduando obtuvo el siguiente resultado:

APROBADO POR UNANIMIDAD

En fe de lo cual se asentó la presente Acta que firman el señor Presidente y los demás miembros del Jurado.



MG. REYNALDO FAVIO SUAREZ LANDAURO

Presidente
CIP. 74045



ING. PATRICIA KARIM ESTELA LIVIA

Miembro
CIP. 63751



ING. MATO VICENTE, ROSNER NADLER

Miembro/Secretario
CIP. 141589