

**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**  
**SEDE QUITO**

**CARRERA:**  
**INGENIERÍA CIVIL**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de: INGENIERA CIVIL**

**TEMA:**

**ANÁLISIS ESTRUCTURAL SISMO RESISTENTE DE HORMIGÓN  
ARMADO ENTRE SISTEMAS TRADICIONALES DE CIMENTACIÓN Y  
AISLADORES SÍSMICOS EN LA PROVINCIA DE ESMERALDAS –  
TONSUPA PARA EL CONJUNTO HABITACIONAL ANTALYA**

**AUTORA:**

**JENNIFER YELINA DUEÑAS CUAMACÁZ**

**TUTOR:**


**MARLON MANOLO ARÉVALO NAVARRETE**

**Quito, agosto del 2017**

## **CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR**

Yo, Jennifer Yelina Dueñas Cuamacáz, con documento de identificación N° 1718239906, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del trabajo de titulación intitulado: Análisis Estructural sismo resistente de hormigón armado entre sistemas tradicionales de cimentación y aisladores sísmicos en la Provincia de Esmeraldas – Tonsupa para el Conjunto Habitacional Antalya, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Civil, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.



Jennifer Yelina Dueñas Cuamacáz

1718239906

Agosto del 2017

## **DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR**

Yo, declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el trabajo de titulación:  
Análisis Estructural sismo resistente de hormigón armado entres sistemas tradicionales  
de cimentación y aisladores sísmicos en la Provincia de Esmeraldas – Tonsupa para el  
Conjunto Habitacional Antalya, realizado por Jennifer Yelina Dueñas Cuamacáz,  
obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la  
Universidad Politécnica Salesiana para ser considerados como trabajo final de  
titulación.

Quito, Agosto 2017

Atentamente



Marlon Manolo Arévalo Navarrete

1706746029

## **DEDICATORIA**

Este es el escenario perfecto que pasa por mi mente escribo estas letras al principal actor y motor de este largo camino ya que con grandes aciertos y algunos altibajos me ha levantado para llegar al final de una de las metas que tanto he soñado indudablemente el único y sabio Dios se lleva el primer galardón, siguiendo con las personas que él me ha regalado mis Padres que con su comprensión, fuerza y animo han llegado a mirar el sueño de su hija hecho realidad, le siguen mis dos personas favoritas Pamela y Kimberlly que con sus ocurrencias han hecho mi vida sea grandiosa en este camino, todos se merecen el segundo galardón.

Y desfilando en este gran escenario mis dos grandes amores, mi hija y mi esposo que han sido un motivo de inspiración y la razón que me impulsa a seguir cada día.

Siguen pasando en esta plataforma los triunfadores que estuvieron en este grande camino que con risas, tristezas supimos seguir adelante y que se llevan una parte grande de mi vida llamados Amigos.

A la Universidad Politécnica Salesiana, Carrera de Ingeniería Civil por haberme guiado y formado a lo largo de estos años de estudio, a los profesores que compartieron su conocimiento y hacer más sólida la formación profesional.

Realmente en mi mente visualizo este escenario en donde realmente siempre he anhelado estar, me levanto con una gran alegría y aplaudo a Dios por haberme confiado tanto sin haber merecido mucho.

"He peleado la buena batalla, he acabado la carrera, he guardado la fe."

## AGRADECIMIENTO

Al promotor de la vida que con su mano a moldeado a su hija para una gran victoria y que es dueño de la sabiduría Jesucristo siempre guiándome para enfrentar cada limitación, gracias por tu gran fidelidad y de llevarme más lejos de lo que cualquiera pudo imaginar.

A mi cómplice, confidente, amiga y madre que con sus consejos me ha guiado y ha creído en mí gracias por estar ahí, inmensamente ansiosa por ser la mujer la mujer que eres.

A mi mentor, consejero, amigo y padre gracias por ser el ser humano que eres, que aun en tu silencio imito tú fuerza de trabajo con la que nos has sacado adelante y ser el reflejo de perseverancia, fortaleza que hay en tu camino.

A mis hermanas Pamela y Kimberlly, porque el fruto de nuestra amistad siga creciendo porque los años juntos no se acaben y sigamos riendo sobre cada aventura que nos venga.

El gran tesoro y motor que rige mi fuerza para seguir siendo cada vez mejor, y este puesto se lleva mi hija SARAH realmente gracias por regalarme el tiempo que realmente te pertenecía sé que Dios nos llevara mucho más lejos y nos dará muchos más triunfos.

A mi esposo Roberto, que con su apoyo incondicional y confianza he logrado culminar tan grande victoria y que con su amor a llenado mi vida de felicidad.

A mi tutor un gran agradecimiento por su ardua dedicación en este tiempo de trabajo, por entregar cada conocimiento, por explotar aún más mis habilidades como profesional gracias por creer en mí.

"Te dé conforme al deseo de tu corazón, Y cumpla todo tu consejo."

## ÍNDICE

<b><i>CAPÍTULO 1</i></b>	<b><i>1</i></b>
<b><i>GENERALIDADES DEL PROYECTO.</i></b>	<b><i>1</i></b>
<b>1.1 Nombre del proyecto.</b>	<b>1</b>
<b>1.2 Entidad Ejecutora.</b>	<b>1</b>
<b>1.3 Cobertura y localización.</b>	<b>1</b>
<b>1.4 Monto.</b>	<b>3</b>
<b>1.5 Plazos de ejecución.</b>	<b>3</b>
<b><i>CAPÍTULO 2</i></b>	<b><i>4</i></b>
<b><i>DIAGNÓSTICO.</i></b>	<b><i>4</i></b>
<b>2.1 Descripción de la situación actual del área de intervención del proyecto.</b>	<b>4</b>
2.1.1 Aspectos geopolíticos y límites.	4
2.1.2 Población.	5
2.1.3 Usos de Edificación.	6
2.1.4 Vialidad y Accesos.	7
2.1.6 Aspectos socioeconómicos.	8
2.1.8 Usos del suelo.	10
<b><i>CAPÍTULO 3</i></b>	<b><i>12</i></b>
<b><i>OBJETIVOS DEL PROYECTO</i></b>	<b><i>12</i></b>
<b>3.1 Objetivo General y Objetivos Específicos.</b>	<b>12</b>
3.1.1 Objetivo General.	12
3.1.2 Objetivos Específicos.	12
<b><i>CAPÍTULO 4</i></b>	<b><i>13</i></b>
<b><i>ANÁLISIS DE INFORMACIÓN EXISTENTE</i></b>	<b><i>13</i></b>
<b>4.1 Estudio topográfico.</b>	<b>13</b>



6.1.2.1 Grilla.	32
6.1.2.2 Materiales.	34
6.1.2.3 Secciones	35
6.1.2.4 Tipos de Cargas.	36
6.1.2.5 Combinaciones de carga	36
6.1.2.6 Primer modelado de Etabs.	39
6.1.2.6.1 Chequeo de los modos de vibración.	39
6.1.2.7 Segundo Modelado (colocación de gradas).	40
6.1.2.7.1 Comprobación de modo de vibración.	41
6.1.2.8 Tercer Modelado (muros de corte)	41
6.1.2.8.1 Comparación de modos de vibración	42
6.1.2.8.2 Cortante Basal	42
6.1.2.8.3 Control de Derivas	47
6.1.2.8.4 Chequeo de secciones de hormigón.	48
6.1.3 Diseño de la cimentación en Safe.	49
<b>6.2 Generalidades de la estructura segunda alternativa.</b>	<b>59</b>
<b>6.2.1 Criterios generales de diseño.</b>	<b>59</b>
<b>6.2.2 Diseño del Aislador.</b>	<b>61</b>
<b>6.2.2.1 Desplazamiento de Diseño.</b>	<b>61</b>
<b>6.2.2.2 Desplazamiento Máximo Posible.</b>	<b>62</b>
<b>6.2.2.3 Datos obtenidos del Primer Modelamiento.</b>	<b>62</b>
<b>6.2.2.4 Cálculos para el aislador sísmico.</b>	<b>62</b>
<b>6.2.2.5 Verificación del aislador.</b>	<b>65</b>
<b>6.2.2.6 Ingreso de datos con Etabs.</b>	<b>66</b>
<b>6.2.2.7 Reducción del cortante basal.</b>	<b>68</b>



6.2.2.8 Comparación de desplazamiento con aislador y sin aislador sísmico.	70
6.2.3 Diseño de la cimentación en Safe. -----	71
6.3 Presupuesto de la Estructura. -----	73
6.3.1 Estructura con cimentación tradicional. -----	73
6.3.2 Estructura con aisladores sísmicos. -----	73
<i>CAPÍTULO 7 -----</i>	<i>74</i>
<i>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES -----</i>	<i>74</i>
<i>CAPÍTULO 8 -----</i>	<i>76</i>
<i>BIBLIOGRAFÍA -----</i>	<i>76</i>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas UTM.....	1
Tabla 2. Población de la Parroquia de Tonsupa.....	5
Tabla 3. Material de techo y paredes exteriores.....	5
Tabla 4. Tipo de Viviendas.....	7
Tabla 5. Red vial de Tonsupa.....	7
Tabla 6. Principales Cabañas, apartamentos de Tonsupa.....	8
Tabla 7. Tabla porcentual del suelo.....	10
Tabla 8. Cargas.....	25
Tabla 9. Cargas por nivel.....	31
Tabla 10. Combinaciones de Carga.....	36
Tabla 11. Espectro Elástico de Diseño.....	42
Tabla 12. Espectro de Diseño.....	43
Tabla 13. Porcentaje del cortante basal.....	45
Tabla 14. Peso Reactivo Basal.....	46
Tabla 15. Fuerzas del Cortante Basal.....	46
Tabla 16. Fuerza de Etabs.....	47
Tabla 17. Fuerza de Etabs corregido.....	47
Tabla 18. Control de Derivas en el sentido x.....	47
Tabla 19. Control de Derivas en el sentido y.....	48
Tabla 20. Cargas para la cimentación.....	49
Tabla 21. Ubicación de las cargas.....	55
Tabla 22. Zona Sísmica.....	60
Tabla 23. Reducción de Cortante Basal.....	68
Tabla 24. Fuerzas de Etabs corregido.....	69
Tabla 25. Comparación de Desplazamientos.....	70

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del cantón Atacames en la provincia Esmeraldas. ....	2
Figura 2. Ubicación del Conjunto Habitacional Antalya. ....	2
Figura 3. Catastro Urbano de Tonsupa. ....	6
Figura 4. Uso Actual del Suelo. ....	11
Figura 5. Mapa Geológico del Ecuador. ....	14
Figura 6. Perfil Estratigráfico del proyecto Antalya. ....	15
Figura 7. Zona sísmica. ....	16
Figura 8. Fachada Corte B-B ....	17
Figura 9. Comportamiento de la estructura de base fija y otra con base aislada. ....	19
Figura 10. Dispositivo Elastomérico con núcleo de plomo. ....	19
Figura 11. Dispositivo Elastomérico de Alto Amortiguamiento. ....	20
Figura 12. Dispositivo Péndulo de Fricción.....	21
Figura 13. Losa de entrepiso. ....	23
Figura 14. Inercia de losa alivianada (Etabs). ....	24
Figura 15. Peso de losa.....	26
Figura 16. Área colaborante de la viga. ....	26
Figura 17. Área colaborante de la columna. ....	30
Figura 18. Grilla del proyecto Antalya en Etabs.....	33
Figura 19. Datos de grilla.....	34
Figura 20. Característica del material hormigón.....	35
Figura 21. Sección de columna del proyecto Antalya.....	35
Figura 22. Sección de la losa.....	36
Figura 23. Tipos de Cargas. ....	36
Figura 24. Combinaciones de carga. ....	38
Figura 25. Primer modelado Etabs.....	39
Figura 26. Modos de Vibración. ....	40
Figura 27. Segundo modelado con gradas ....	40
Figura 28. Modo de vibración.....	41
Figura 29. Tercer modelado con muro de corte. ....	41
Figura 30. Modo de Vibración.....	42
Figura 31. Espectro de diseño. ....	44
Figura 32. Valores de los modos de periodo.....	45

Figura 33. Interacción de radios.....	48
Figura 34. Reforzamiento Longitudinal.....	49
Figura 35. Cargas.....	56
Figura 36. Diagrama de esfuerzo de la cimentación.....	57
Figura 37. Diagrama de punzonamiento.....	57
Figura 38. Refuerzo longitudinal de la cimentación.....	58
Figura 39. Cadenas.....	58
Figura 40. Definición de los tipos de suelo de la Norma Chilena.....	59
Figura 41. Zonificación Sísmica Chilena.....	60
Figura 42. Propiedades del aislador.....	66
Figura 43. Valor de amortiguamiento.....	67
Figura 44. Valores ingresados en Etabs.....	67
Figura 45. Modo de vibración.....	68
Figura 46. Introducción del porcentaje basal.....	69
Figura 47. Desplazamientos.....	70
Figura 48. Comparación de Desplazamientos.....	71
Figura 49. Esfuerzo Máximo.....	72
Figura 50. Punzonamiento.....	72

## ÍNDICE DE PLANOS Y ANEXOS

<b>PLANOS</b>	<b>CONTENIDO</b>
1	Plano topográfico
2	Plano arquitectónico
3	Planos estructurales de cimentación tradicional
4	Planos estructurales de cimentación con aisladores

<b>ANEXO</b>	<b>CONTENIDO</b>
1	Estudio geológico y geotécnico
2	Catálogo de aisladores sísmicos
3	Catálogo de aisladores Technological thinking
4	APUS
5	Presupuesto
6	Cronograma

## **RESUMEN**

El proyecto Antalya es un conjunto habitacional, que en su arquitectura se ha diseñado de tres plantas y la propuesta de construcción es de hormigón armado con dos tipos de sistema; la primera es una cimentación tradicional, y la segunda una cimentación con aisladores sísmicos, en el proyecto de tesis únicamente se realizara el análisis del bloque de los ejes del 1 al 10.

En este proyecto se debe dar cumplimiento a las normas sismo resistentes que nos da la Norma Ecuatoriana de la Construcción que da lugar al pre dimensionamiento bajo carga vertical los componentes estructurales (losa, vigas y columnas) la edificación con cimentaciones tradicionales y con aisladores sísmicos, análisis del comportamiento sismo resistente de las estructuras y comparando resultados obtenidos de materiales presupuestos, cronogramas y análisis de precios unitarios.

## ABSTRACT

The project Antalya is a housing complex, which in its architecture has been designed on three floors and the construction proposal is reinforced concrete with two types of system; the first is a traditional foundation, and the second is a foundation with seismic insulators, the thesis project will only perform the analysis of the axis block 1 to 10. In this project must comply with the earthquake resistant standards that those of the “Norma Ecuatoriana de la Construcción” that makes the place before sizing under vertical load the structural components (slab, beams and columns) the building with traditional foundations and with insulators Seismic analysis, behavioral quantum behavior analysis of structures and comparing results obtained from materials budgets, schedules and analysis of unit prices.

## **CAPÍTULO 1**

### **GENERALIDADES DEL PROYECTO.**

#### **1.1 Nombre del proyecto.**

Análisis estructural sismo-resistente de Hormigón Armado entre sistemas tradicionales de cimentación y aisladores sísmicos en la Provincia de Esmeraldas-Tonsupa para el Conjunto Habitacional Antalya.

#### **1.2 Entidad Ejecutora.**

Entidad Ejecutora / Constructora: CONSTRUCTORA ÁLVAREZ DUEÑAS S.A.

Dirección: Av. 12 de Octubre N24-739 y Av. Colón, Ed. Boreal, Quito-Ecuador.

Responsable: Ing. Rubén Álvarez.

#### **1.3 Cobertura y localización.**

País: Ecuador.

Provincia: Esmeraldas.

Cantón: Atacames.

Parroquia: Tonsupa.

Comunidad: Tonsupa.

Tabla 1. Coordenadas UTM.

<b>Sector</b>	<b>Coordenadas UTM</b>	
	<b>Norte</b>	<b>Este</b>
Tonsupa	10098440	632520

Elaborado por: Jennifer Dueñas.



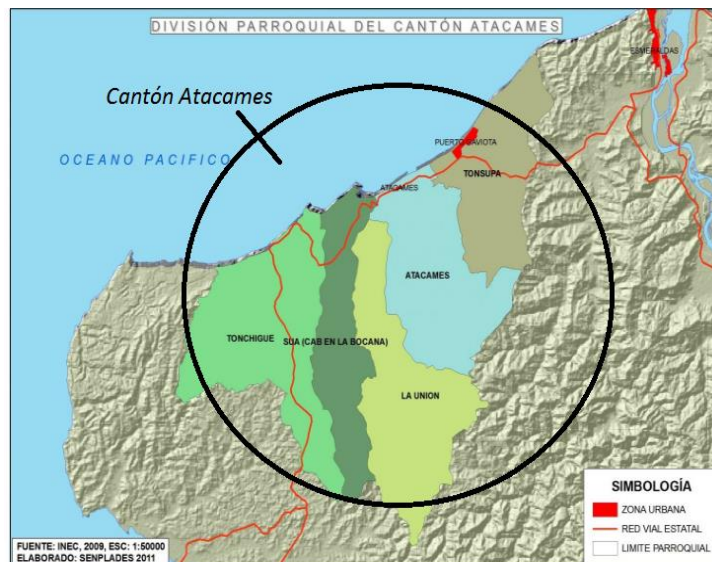


Figura 1. Ubicación del cantón Atacames en la provincia Esmeraldas.

Fuente: (Municipio de Atacames, 2009).

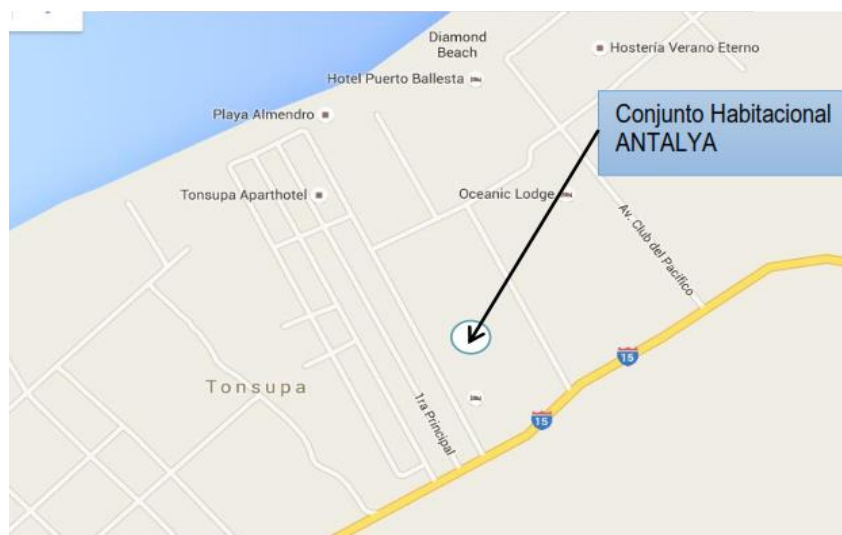


Figura 2. Ubicación del Conjunto Habitacional Antalya.

Fuente: (Google, 2016).

#### **1.4 Monto.**

El costo estimado de la obra para la construcción con cimentación convencional es \$ 196.193,46 y con aisladores \$ 417.390,908.

#### **1.5 Plazos de ejecución.**

El tiempo de ejecución del proyecto será de 9 semanas.

## **CAPÍTULO 2**

### **DIAGNÓSTICO.**

#### **2.1 Descripción de la situación actual del área de intervención del proyecto.**

Tonsupa se encuentra en la ruta costera del Océano Pacífico, la playa tiene aproximadamente 4 kilómetros de extensión, con un ancho de playas de aproximadamente 60 metros de amplitud.

El Proyecto posee servicios básicos deficientes como agua potable que abastece en determinados días, la telefonía pública es defectuosa, energía eléctrica de mediana expectativa y en algunos tramos no se posee con alcantarillado sanitario por esta razón la evacuación se realiza letrinas y pozos sépticos.

El mal estado de la infraestructura se debe a que los materiales de construcción tienen una baja calidad y no llevan un control profesional capacitado, con estos dos factores han causado que los efectos sísmicos sean de gran riesgo para las edificaciones.

##### **2.1.1 Aspectos geopolíticos y límites.**

Tonsupa se ubica al Nor-Este del Cantón Atacames, en el límite con el cantón Esmeraldas, al Nor-Oeste de la provincia de Esmeraldas, en la línea de costa del Océano Pacífico, a 351 km de Quito la Capital del País.

El clima es tropical, sub húmedo, subtropical húmedo y sub tropical muy húmedo. Su temperatura promedio esta entre 23°C y 32°C.

### 2.1.2 Población.

La población total de la parroquia de Tonsupa, según datos de población y vivienda del INEC-2010 es de 10.681 habitantes divididos en 13 Barrios y 10 recintos.

Tabla 2. Población de la Parroquia de Tonsupa.

<b>POBLACIÓN TONSUPA SEGÚN CENSOS DEL INEC</b>	
<b>AÑO</b>	<b>HABITANTES</b>
1995	3893
2001	7149
2010	10681

Fuente: (INEC, 2010).

Elaborado por: Jennifer Dueñas.

El 40% de las viviendas son de hormigón armado, ladrillo o bloque y en sus alrededores el 60% son construidas de madera, caña no revestida y otros materiales.

Tabla 3. Material de techo y paredes exteriores.

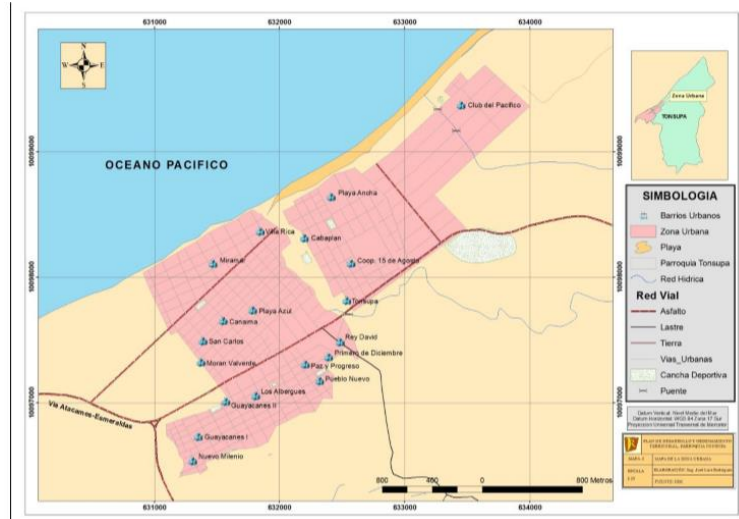
<b>MATERIAL DE PAREDES EXTERIORES</b>	<b>MATERIAL DEL TECHO O CUBIERTA</b>						
<b>TIPO</b>	<b>HORMIGÓN (losa, cemento)</b>	<b>ASBESTO (eternit, eutolit)</b>	<b>ZINC</b>	<b>TEJA</b>	<b>PALMA, PAJA U HOJA</b>	<b>OTROS MATERI ALES</b>	<b>TOTAL</b>
Hormigón	153	30	75	6	0	0	<b>264</b>
Ladrillo o bloque	370	181	864	55	0	0	<b>1470</b>
Adobe o tapia	0	2	8	1	1	0	<b>12</b>
Madera	0	10	370	8	8	2	<b>398</b>
Caña revestida o bahareque	0	0	222	0	10	0	<b>232</b>
Caña no revestida	0	4	178	0	9	4	<b>195</b>
Otros materiales	0	0	6	0	0	12	<b>18</b>
<b>TOTAL</b>	<b>523</b>	<b>227</b>	<b>1723</b>	<b>70</b>	<b>28</b>	<b>18</b>	<b>2589</b>

Fuente: (INEC, 2010).

Elaborado por: Equipo Consultor.

### 2.1.3 Usos de Edificación.

El enfoque se adopta de acuerdo a lo que se planea construir en este caso se presenta un conjunto habitacional en la cabecera parroquial la cual cuenta con un número de viviendas de primera línea.



*Figura 3. Catastro Urbano de Tonsupa.*

*Fuente: Sistema nacional de Planificación y Desarrollo.*

Una de las deficiencias es el área de la vivienda ya que no considera que sea sismo-resistente esto se debe a que olvidan la calidad de la construcción y también a que no hay un buen recurso de tecnología y un material de excelente calidad.

Mediante la información que existe en Tonsupa tenemos la siguiente clasificación:

Tabla 4. Tipo de Viviendas.

<b>CATEGORÍA</b>	<b>CASOS</b>	<b>%</b>
Casa/Villa	2365	46.24
Departamento en casa o edificio	1827	35.72
Cuarto(s) en casa de inquilinato	118	2.31
Mediagua	174	3.40
Rancho	487	9.52
Covacha	70	1.37
<b>CATEGORÍA</b>	<b>CASOS</b>	<b>%</b>
Choza	18	0.35
Otra vivienda particular	52	1.02
Hotel, pensión, residencial u hostal	4	0.08
<b>TOTAL</b>	<b>5115</b>	<b>100</b>

Fuente: (INEC, 2010).

Elaborado por: Equipo Consultor.

#### 2.1.4 Vialidad y Accesos.

El Proyecto Antalya tiene una vía secundaria lastrada que está en óptimas condiciones y comunica la vía con los predios urbanos.

Tabla 5. Red vial de Tonsupa.

<b>JERARQUÍA VIAL</b>	<b>TIPO DE VÍA</b>	<b>LONGITUD</b>	<b>ANCHO</b>
<b>Vía Primaria</b>	Carretera Asfaltada 4 carriles	4.68	14.00
	Carretera Asfaltada 2 carriles	3.13	7.00
	Carretera Asfaltada 1 carril	8.90	3.50
<b>Vía Secundaria</b>	Carretera Lastradas 2 carriles	8.63	6.00
	Carretera Lastradas 1 carril	3.80	3.00
<b>Vías Terciarias</b>	Vías no Carrozables (Senderos)	13.95	2.00

Fuente: (IGM, 2015).

Elaborado por: Equipo Consultor.

### 2.1.6 Aspectos socioeconómicos.

El Proyecto Antalya se construirá como una infraestructura sismo-resistente en donde van a realizar actividad turística será un lugar de relajación, se encuentra en la primera y tercera clase.

Tonsupa tiene diferentes tipos de infraestructura como Hoteles a Hosterías que a continuación se detalla:

Tabla 6. Principales Cabañas, apartamentos de Tonsupa.

REPRESENTANTE	CATEGORÍA	HABITANTES	PLAZAS
<b>APARTAMENTOS</b>			
La Casa de Esperanza	Primera	8	48
Boga	Primera	9	48
Castelmar	Primera	12	145
Suits Terrazas Sol y Arenas	Primera	16	96
Tonsupa Suites	Segunda	10	60
Estrella del Mar	Segunda	5	20
Casa del Mar Azul	Segunda	12	50
<b>CABAÑAS</b>			
D'Luis	Primera	14	72
Brisazul	Primera	10	88
Arenas Doradas	Segunda	14	112
Salduba	Segunda	7	42
Playa del Sol	Segunda	9	105
Canaima Coral	Segunda	52	340
Dulce Sueño	Segunda	13	45
Emérta	Segunda	15	92
Carlomar Home Beach	Segunda	9	77
Ipanema	Segunda	8	94
Marloli	Segunda	7	35
Las Palmeras	Segunda	8	42
Los Podos	Segunda	11	89
Techos del Mar	Segunda	5	25
Verde Mar	Segunda	12	52
Vista Azul	Segunda	15	148
Corbellas	Segunda	12	36
San Nicolas	Segunda	8	35
Armenia	Tercera	7	44
Caribe	Tercera	13	65
Italia	Tercera	10	72

REPRESENTANTE	CATEGORÍA	HABITANTES	PLAZAS
Playa Dorada	Tercera	12	102
Refugio El	Tercera	15	74
Felicidad	Tercera	7	28
Campiña La	Tercera	9	100
<b>HOTELES</b>			
Flamingo	Segunda	24	85
Mar Azul	Segunda	14	50
Suite lababy	Segunda	8	40
Princess Mar	Segunda	12	42
Punto verde	Segunda	16	38
Eco. Tropic.	Segunda	11	90
J B No 2	Segunda	30	120
Playa Tonsupa	Segunda	12	88
Aqua Marina	Segunda	20	89
Alison	Segunda	13	54
Mave	Segunda	13	46
Mapale	Segunda	11	44
Costa de Oro	Tercera	12	74
Enjoy	Tercera	12	54
El Encuentro	Tercera	15	86
Taurus	Tercera	9	74
Costa Azul	Tercera	13	
Plaza Tonsupa	Segunda	14	50
Sun Marino	Segunda	12	46
Guytambo	Tercera	20	57
Torino	Primera	14	50
Sunshine	Primera	12	40
La Bocana	Segunda	9	36
Perla Marina	Segunda	14	113
Nuevo Amanecer	Segunda	16	54
Bella Italia	Segunda	12	52
Regazo Lojano	Tercera	17	45
Los Balcones	Tercera	20	40
Club Resort Pacífico	Primera	30	520
Paraíso Azul	Primera	10	40
Puerto Pelicano	Segunda	16	38
Complejo Vacacional Recreacional Tonsupa	Segunda	26	140
Cabo Blanco	Segunda	29	148
Puerto Ballesta	Segunda	26	152
Puerto Gaviota	Segunda	16	102
Terranova	Segunda	12	104
Las Iguanas	Segunda	7	50
Casa Zulem	Segunda	12	43



REPRESENTANTE	CATEGORÍA	HABITANTES	PLAZAS
Olympus	Primera	34	180
Rincon Carchense	Segunda	50	72
España 1	Segunda	30	90
Villa Rica (Villas de Cristo)	Tercera	34	280
<b>PENSIONES</b>			
Casa del Mar	Segunda	6	78
El Gato	Segunda	6	45
Ocean Drive	Segunda	6	24
Costa Sol	Segunda	10	28
Miramar	Segunda	7	68
El Pirata	Segunda	11	63
Sol Dorado	Segunda	10	156
Terraza Mar	Segunda	8	87
Micnia	Segunda	6	22
Kemarios	Segunda	9	36
Shadday	Tercera	8	36
<b>Número de habitaciones parroquia Tonsupa:</b>		1198	6740
<b>Número de plazas de alojamiento parroquia Tonsupa:</b>			5156

Fuente: (Encuesta A.R.R, 2012).

Elaborado por: Equipo Consultor.

La temporada de mayor crecimiento turística en Tonsupa son los feriados de carnaval y semana santa estos meses están entre julio y agosto donde la población flotante se estima entre unas 30.000 personas/día.

### 2.1.8 Usos del suelo.

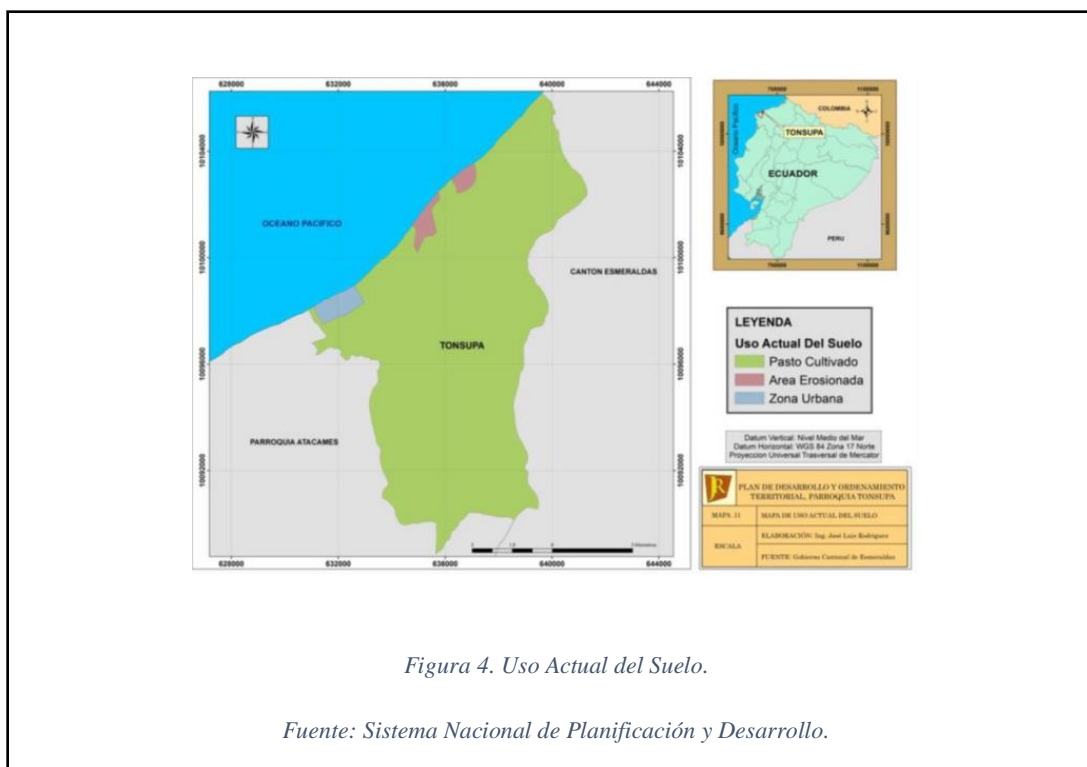
Mediante la información disponible del informe de regulación metropolitana la construcción del proyecto Antalya principalmente es de uso residencial es una zona urbana que se encuentra ubicada junto a la playa.

Tabla 7. Tabla porcentual del suelo.

USO DE SUELO	%
Bosques y Vida Silvestre	16.61
Cultivo de pastizales	44.55
Desarrollo de Cultivos	20.23
Limitantes para ser cultivado	18.6

Fuente: Sistema Nacional de Información.

Elaborado por: Jennifer Dueñas.



## **CAPÍTULO 3**

### **OBJETIVOS DEL PROYECTO**

#### **3.1 Objetivo General y Objetivos Específicos.**

##### **3.1.1 Objetivo General.**

Determinar el comportamiento estructural y económico del “Conjunto Habitacional Antalya” mediante normas de la (NEC-SE-CG, 2014) y ACI 310-08 en base a dos alternativas sistema tradicional de cimentación y aisladores sísmicos.

##### **3.1.2 Objetivos Específicos.**

- Analizar la estructura propuesta con el uso del programa ETABS 9.
- Establecer el comportamiento de la estructura entre esfuerzos y deformaciones con el modelo propuesto cumpliendo con las normas sismo resistente.
- Detallar presupuestos y cronogramas de cada alternativa con sus respectivos precios unitarios con el programa APU.
- Establecer el mejor modelo estructural mediante costos, deformaciones elásticas y tiempos de ejecución del Proyecto Antalya.

## **CAPÍTULO 4**

### **ANÁLISIS DE INFORMACIÓN EXISTENTE**

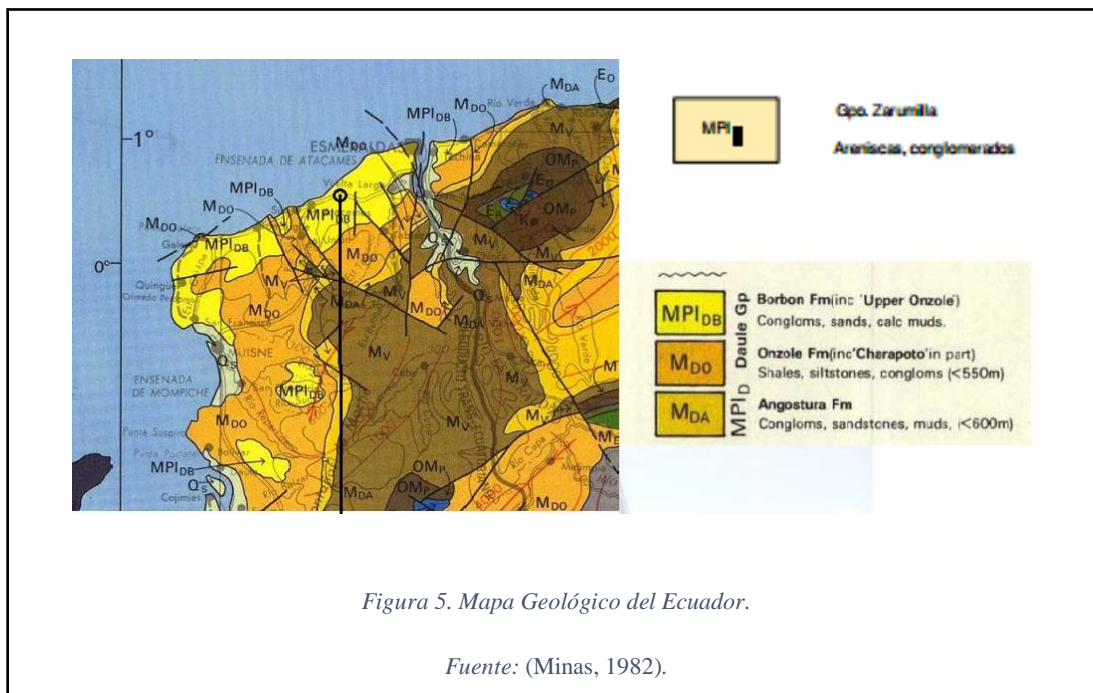
#### **4.1 Estudio topográfico.**

En el plano topográfico encontramos un terreno rectangular de las siguientes dimensiones: 47.00m de frente y 38.00m de profundidad, dando un área total de 1786.00m<sup>2</sup>. El desnivel del perfil longitudinal es de 1.0m desde el pasaje principal con respecto a la parte posterior del terreno lo que da un resultado del 1%, sus cotas están comprendida entre 7msnm y 6msnm. (Ver PLANO I).

#### **4.2 Estudio geológico y geotécnico.**

La morfología es relativamente plana, con alturas que oscilan entre 0.000 y 200 msnm.

Desde el punto de vista geológico pertenece a la Borbon Fm, conformada por una serie de conglomerados, arenas, lodos, limolitas entre otros; cuya nomenclatura corresponde a MPldb (mesozoico, paleozoico). En términos generales la geología del sector corresponde a las arenas limosa, característicos de playas ecuatorianas.



A partir de los resultados de campo y laboratorio obtenidos, se identifica la existencia de dos unidades geotécnicas (estratos de subsuelo), mismas que llegan hasta la profundidad sondeada, siendo:

- **Unidad Geotécnica 1:** Esta unidad geotécnica está conformada por una mezcla de suelos cohesivos, caracterizado por LIMOS Y ARCILLAS DE ALTA COMPRESIBILIDAD (MH – CH), consistencia media, plasticidad alta, humedad media; la potencia del estrato corresponden a los primeros 7.00m sondeados, el comportamiento geotécnico es favorable a partir del nivel 3.00m con respecto al terreno natural.
- **Unidad Geotécnica 2:** Esta unidad geotécnica subyace a la anterior, está constituida por una ARENA LIMOSA (SM), presenta características físicas similares a la anterior, a excepción que dicho estrato NO presenta plasticidad y su consistencia es MAYOR. En términos generales esta arena fina no plástica, presenta excelentes características mecánicas.

Se procede con CINCO (5) sondeos o perforaciones de penetración estándar SPT de acuerdo a la norma ASTM D-1586.

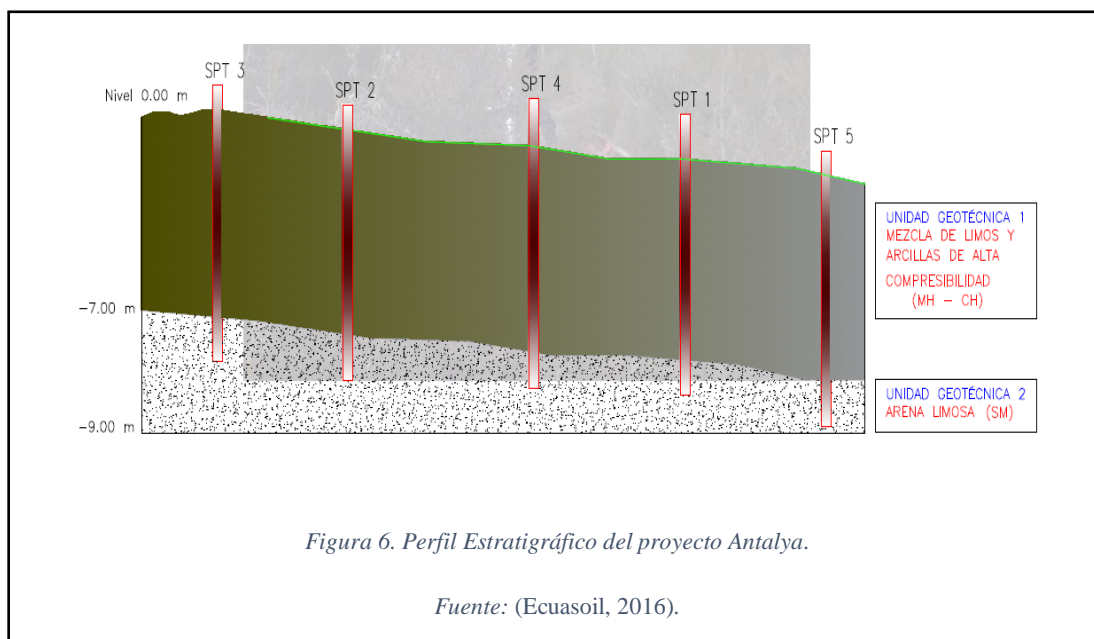
Con los resultados obtenidos de los cuadros tenemos:

- ❖ Coeficiente de balastro  $K_s = 3.15 \text{ kg/cm}^3$
- ❖ Carga admisible promedio  $15.59 \text{ Tn/m}^2$
- ❖ Tipo de Suelo D
- ❖ Coeficiente de amplificación de suelo en la zona de periodo corto  $F_a = 1.12$
- ❖ Desplazamientos para diseño en roca  $F_d = 1.11$
- ❖ Comportamiento no lineal de los suelos  $F_s = 1.40$

## ANEXO ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO (ANEXO I)

### 4.2.1 Estratigrafía.

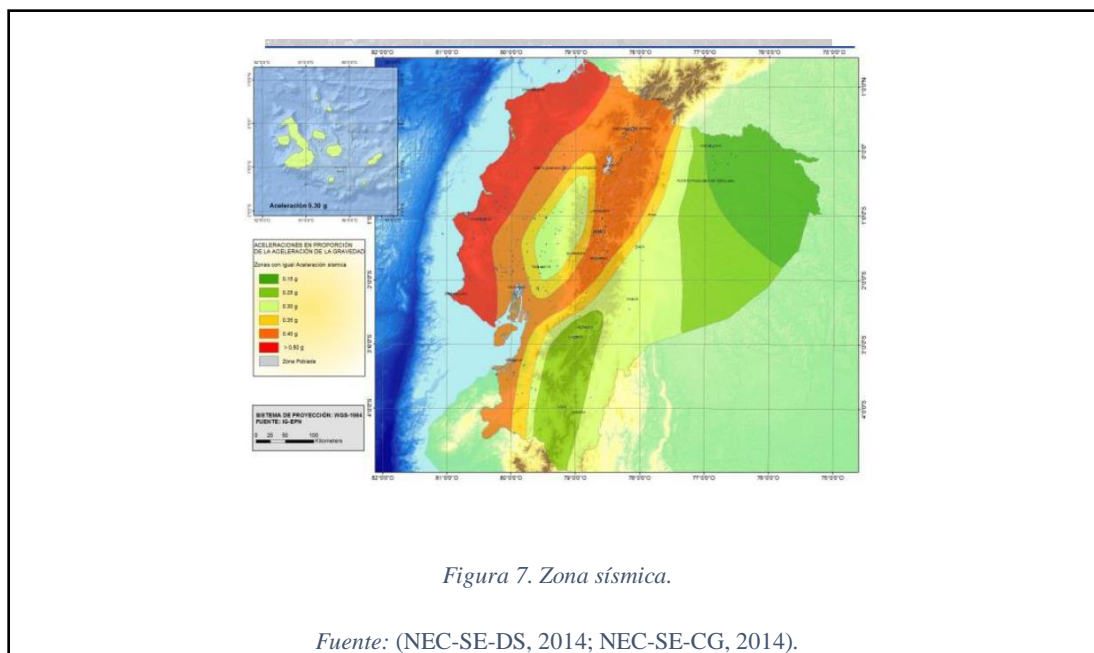
Mediante correlaciones de los ensayos de campo y laboratorio, se estimó el siguiente perfil estratigráfico. Se observa el desnivel del terreno natural en estudio, por consiguiente la variabilidad de resultados en cuanto a tipo de suelo encontrado.



#### 4.2.4 Riesgo Sísmico.

De acuerdo a la Norma Ecuatoriana de la construcción (NEC-SE-DS, 2014); es necesario definir la zonificación sísmica del proyecto, así como la geología local, a fin de evaluar el peligro sísmico de la estructura conforme lo estipula el Capítulo de Peligro Sísmico – Diseño Sismo Resistente de dicha norma.

De la norma antes mencionada, se estableció que el proyecto se localiza dentro de la Zona Sísmica VI, con un factor de zona (Z) de 0.50; cuya caracterización de peligro sísmico es MUY ALTA, razón por la cual tomaremos medidas sismo resistente correspondiente.



#### 4.3 Estudio arquitectónico.

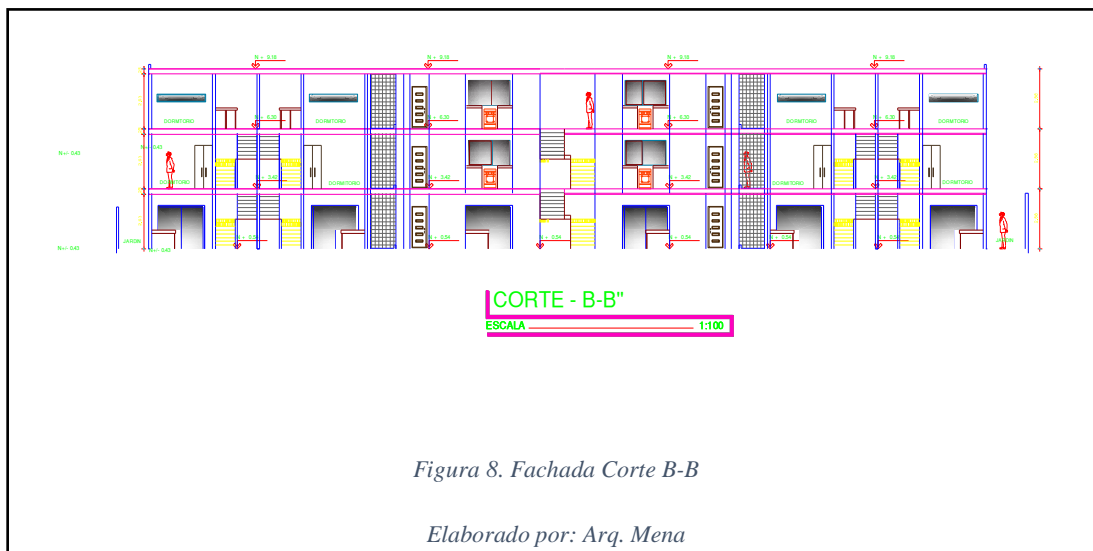
El Proyecto Antalya está situada en un lugar turístico en la que se utilizara como una estancia vacacional tienen un área de construcción de 1.098,5m<sup>2</sup> es un bloque de tres pisos conformado de la siguiente manera:

El bloque del eje 1, 2,3 y 8, 9,10 se conforma:

- ❖ Primer piso tiene sala, comedor, cocina y un baño social.
- ❖ Segundo piso tiene dos dormitorios con baño privado cada uno.
- ❖ Tercer piso consta del dormitorio master, baño y una terraza.

El bloque del eje 3, 4,5 y 6, 7,8 se conforma:

- ❖ Son departamento que tienen sala, comedor, cocina, baño social, dos dormitorios y una de ellos tiene su baño privado.



## ANEXO PLANOS ARQUITECTÓNICOS (PLANO II).

### 4.4 Normas, ordenanzas y códigos.

En el presente proyecto se tomara los siguientes códigos y normas:

- Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC14)se realizará los diseños de hormigón armado.
- Código para el diseño (ACI-318, 2008).



## **CAPÍTULO 5**

### **SISTEMAS DE AISLADORES SÍSMICOS.**

#### **5.1 Generalidades de Aisladores.**

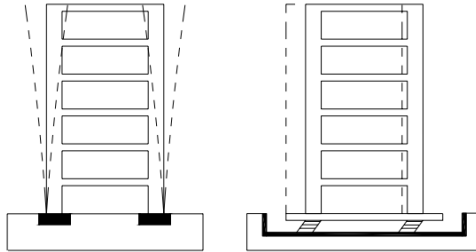
##### **5.1.1 Introducción.**

El sistema de aisladores sísmicos es un modo para diseñar las estructuras sismo-resistentes nos ayudan a tener bastante flexibilidad o menor resistencia que libera el movimiento de la estructura que se irradia por el suelo donde está la fundación. Estos aisladores nos permite que el periodo principal sea bastante mayor que el de la estructura fija mediante esto hay un buen comportamiento para la estructura sujeta a eventos sísmicos moderados y severos.

##### **5.1.2 Características de los Aisladores.**

La principal función que tiene el aislador sísmico es el siguiente:

- Provee el alargamiento del periodo natural de la estructura aislada.
- Aumento del amortiguamiento.
- Este elemento debe desempeñarse más efectiva que la estructura convencional.
- Provee una disipación de energía mucho más adecuado.



*Figura 9. Comportamiento de la estructura de base fija y otra con base aislada.*

*Fuente: (Marcelo, 2005).*

### **5.1.3 Tipos de Aisladores.**

#### **5.1.3.1 Aislador Sísmico con núcleo de plomo LRB (Lead Rubber Bearings)**

Son aisladores elastoméricos con conexiones multiplaca de goma y acero iguales a los HDRB pero diferentes en el núcleo de plomo que se encuentra ubicado en el centro del aislador en el cual permanece la rigidez inicial y así aumenta el grado de amortiguamiento entre 25-30%.



*Figura 10. Dispositivo Elastomérico con núcleo de plomo.*

*Fuente: (Tecnología Estructural Avanzada S.A & (tecnoav))*

### 5.1.3.2 Aislador de alto amortiguamiento HDRB (High Damping Rubber Bearings)

Están compuestos de dos placas de acero externos y varias láminas delgadas de acero internas. Su caucho es vulcanizado y adherido a láminas delgadas de acero a través de un molde que está bajo presión.

El amortiguamiento está en el rango 2-3% del crítico.



*Figura 11. Dispositivo Elastomérico de Alto Amortiguamiento.*

*Fuente (Tecnología Estructural Avanzada S.A & (tecnoav)).*

### 5.1.3.2 Aisladores de Péndulo o superficie curva

Tiene una amortiguación sobre el 30% pero no son muy prácticos ya que tienen deficiencia para regresar a su posición original. Al resaltar esta desventaja se ha desarrollado una interfaz friccionante esférica que le proporciona la rigidez para regresar al estado original.

El FPS es equivalente al LRB y HDRB ya que acrecienta el periodo fundamental de la estructura, y sus ventajas es que no varía el periodo, resistencia de la torsión, no cambia de temperatura y es más durable el aislador.



*Figura 12. Dispositivo Péndulo de Fricción.*

*Fuente: (Tecnología Estructural Avanzada S.A & (tecnoav))*

#### **5.1.4 Viabilidad del aislador sísmico al proyecto.**

Los elementos sísmicos son esenciales en la construcción de edificios para reducir y mitigar los daños que son producidos por terremotos, eliminando la acumulación de energías protegiendo de este modo a la estructura.

#### **5.1.5 Aplicación al proyecto.**

Para el desarrollo del Proyecto Antalya se aplicara los aisladores para la seguridad de la estructura, los aisladores sísmicos se tomaran del catálogo chileno con sus respectivas especificaciones técnicas.

(VER ANEXO II, CATALOGO DE AISLADORES).

## **CAPÍTULO 6**

### **ESTUDIO DE DISEÑO DE LA ESTRUCTURA**

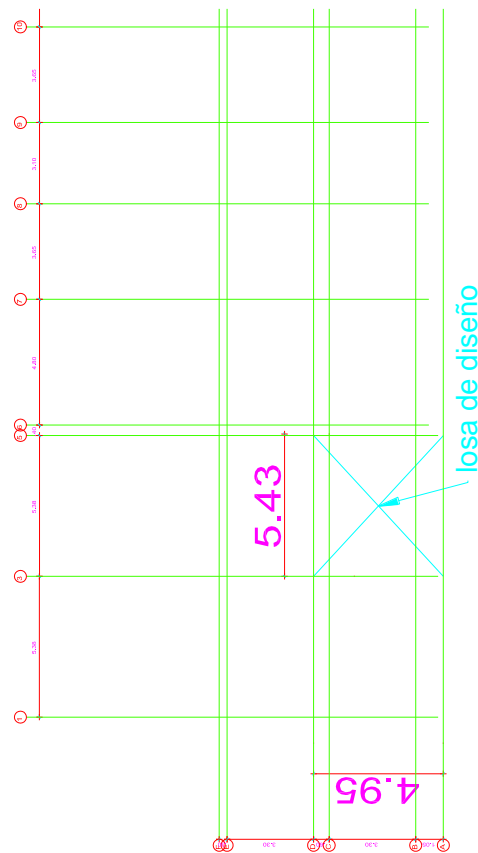
#### **6.1 Generalidades de la estructura primera alternativa.**

El diseño estructural será para el uso de viviendas que adopta el edificio del proyecto ANTALYA se realizara de acuerdo con SOFTWARE ETABS NONLINEAR VERSIÓN 9.7.4 con el principio de la teoría elástica.

##### **6.1.1 Criterios generales de diseño.**

La edificación consta de tres pisos conformados por columnas y vigas que forma la estructura.

Para el pre-diseño de los elementos de estructura losa, viga y columna basadas en la norma ACI318-08 de hormigón armado. Para el diseño definitivo se usara el software ETABS 9 y SAFE para la cimentación dando las siguientes referencias.



*Figura 13. Losa de entrepiso.*

*Elaborado por: Jennifer Dueñas.*

#### **6.1.1.1 Pre-diseño de losa.**

$$h = \frac{l_n \left( 0.8 + \frac{f_y}{14000} \right)}{36 + 9\beta} \leq 9cm$$

$l_n$ = longitud claro largo.

$F_y$ = límite de fluencia del acero de refuerzo.

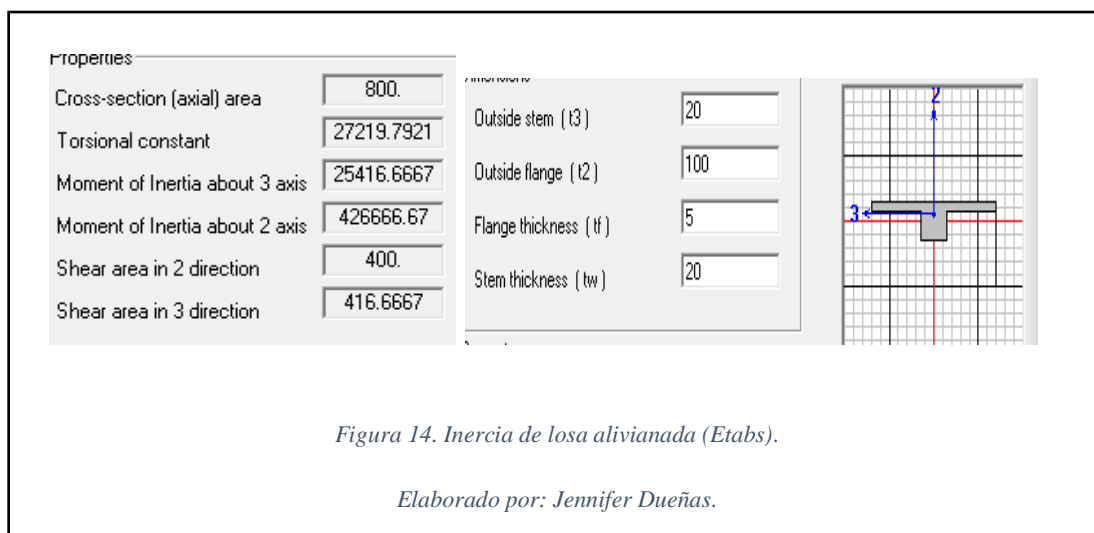
$\beta$ = relación claro largo sobre claro corto

$$h = \frac{543 * \left(0.8 + \frac{4200}{14000}\right)}{36 + 9 * 1.1} \leq 9cm$$

$$h = 13.013cm$$

$$I_{xx} = 18363.618cm^4$$

El resultado obtenido pertenece a una losa maciza y se transformará mediante inercias a una losa alivianada.



Da como resultado una altura de losa alivianada de 25cm con cajas de 0.40x0.40x20cm lo que equivale a dos bloques de 20cm.

$$h_{maciza.} = \sqrt[3]{\frac{12 * I_{xx}}{b}}$$

$$I_{xx} = 25416.667cm^4$$

$$h_{maciza.} = \sqrt[3]{\frac{12 * 25416.667}{100}}$$

$$h_{maciza.} = 14.502cm$$

Este valor corresponde para modelo de Etabs 9.

### 6.1.1.2 Pre-diseño de vigas.

El análisis de cargas son los pesos actuantes de la estructura definidas como CARGA VIVA y CARGA MUERTA.

Las cargas vivas son persona, muebles, equipo que tienen una posición fija y definitiva.

Las cargas muertas son acciones que se produce debido al peso propio de cada material estructural y no estructural y son vigas, columnas, losas.

Se encuentra en la Norma Ecuatoriana de la Construcción en la Tabla 8 y 9 del capítulo 4.2.

### CARGAS

Tabla 8. Cargas.

Tipo de Carga	USO	CARGA
		ton/m <sup>2</sup>
CV	Terraza Inaccesible	0.100
CV	Residencia	0.200
CV	gradas	0.480
CM	Mampostería	0.200
CM	alisado	0.018
CM	baldosa	0.036

Elaborado por: Jennifer Dueñas.



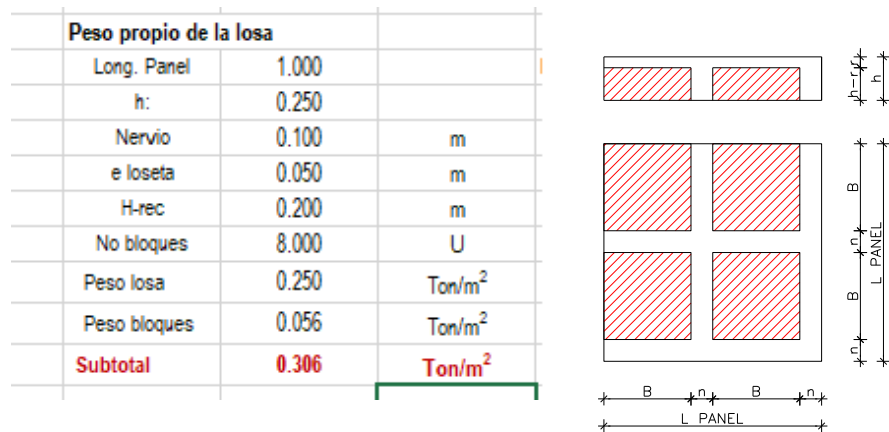


Figura 15. Peso de losa.

Elaborado por: Jennifer Dueñas.

## DATOS DEL PRIMER PISO

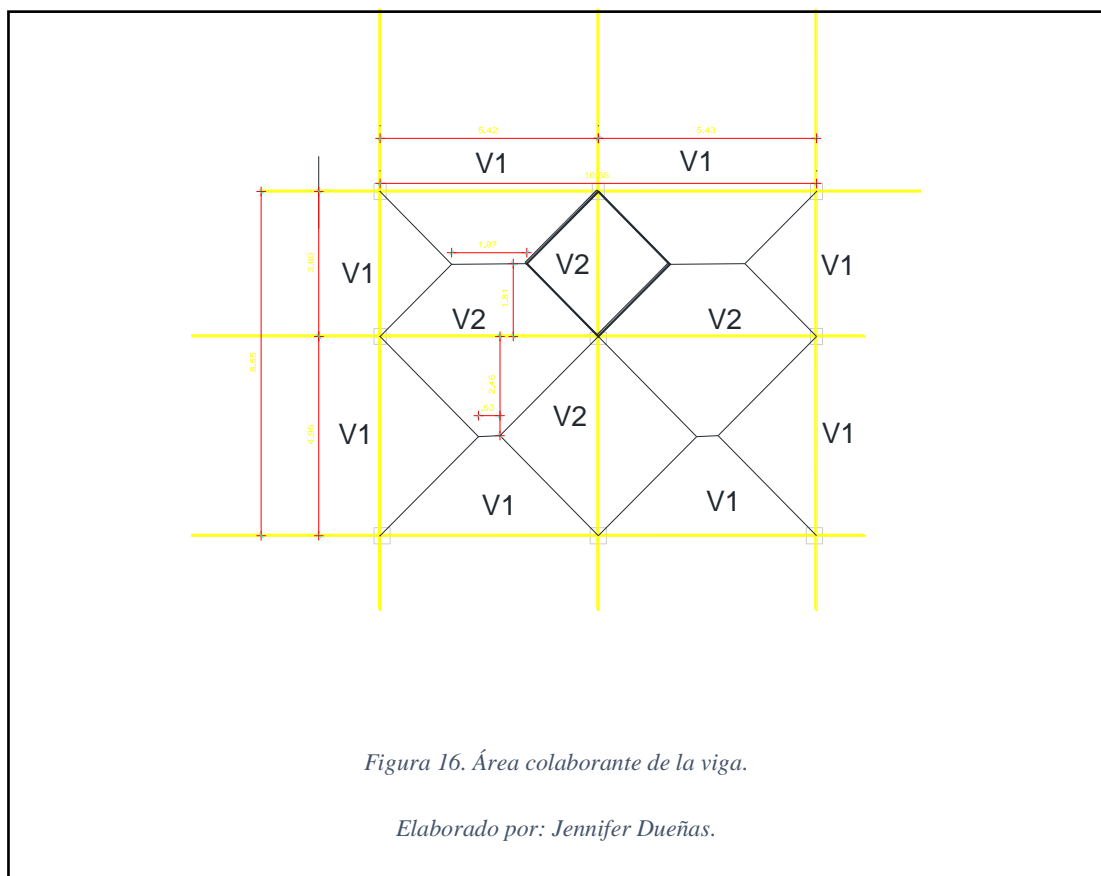


Figura 16. Área colaborante de la viga.

Elaborado por: Jennifer Dueñas.

L= 5.42m

Área de Carga=13.900m<sup>2</sup>

## COMBINACIÓN DE CARGA

$$Comb.Carga = 1.2CM + 1.6CV$$

$$Comb.Carga = 1.2(0.306 + 0.254) + 1.6(0.2)$$

$$Comb.Carga = 0.992 \text{ ton/m}^2$$

## DISTRIBUCIÓN DE CARGAS

$$13.900 = 5.42 * y$$

$$y = \frac{13.900}{5.42}$$

$$y = 2.56m$$

$$Q' = 0.992 * 13.900$$

$$Q' = 13.789ton$$

## CARGA DISTRIBUIDA

$$q = \frac{13.789}{2.56}$$

$$q = 5.386ton/m$$

## MOMENTO

$$M = \frac{q * l^2}{12}$$

$$M = \frac{5.386 * 5.42^2}{12}$$

$$M = 13.185 \text{ ton} - m \Rightarrow 1318510.75 \text{ kg} - cm$$

B asumida= 35cm

$$d = \sqrt{\frac{M_u}{14 * \phi * b}}$$

$$d = \sqrt{\frac{1318510.75}{14 * 0.9 * 35}}$$

$$d = 54.67 \text{ cm}$$

$$h = d + e$$

$$h = 54.67 + 3$$

$$h = 57.67 \text{ cm}$$

La sección de viga obtenida es de 35x60cm.

DATOS DEL TERCER PISO

L= 5.42m

Área de Carga=13.900m<sup>2</sup>

COMBINACIÓN DE CARGA

$$\text{Comb. Carga} = 1.2CM + 1.6CV$$

$$Comb.Carga = 1.2(0.306 + 0.018) + 1.6(0.1)$$

$$Comb.Carga = 0.614 \text{ ton/m}^2$$

#### DISTRIBUCIÓN DE CARGAS

$$13.900 = 5.42 * y$$

$$y = \frac{13.900}{5.42}$$

$$y = 2.56m$$

$$Q' = 0.614 * 13.900$$

$$Q' = 8.529 \text{ ton}$$

#### CARGA DISTRIBUIDA

$$q = \frac{8.529}{2.56}$$

$$q = 3.33 \text{ ton/m}$$

#### MOMENTO

$$M = \frac{q * l^2}{12}$$

$$M = \frac{3.33 * 5.42^2}{12}$$

$$M = 8.156 \text{ ton} - m \Rightarrow 815600.56 \text{ kg} - cm$$

B asumida= 35cm

$$d = \sqrt{\frac{M_u}{14 * \phi * b}}$$

$$d = \sqrt{\frac{815600.56}{14 * 0.9 * 35}}$$

$$d = 43.00cm$$

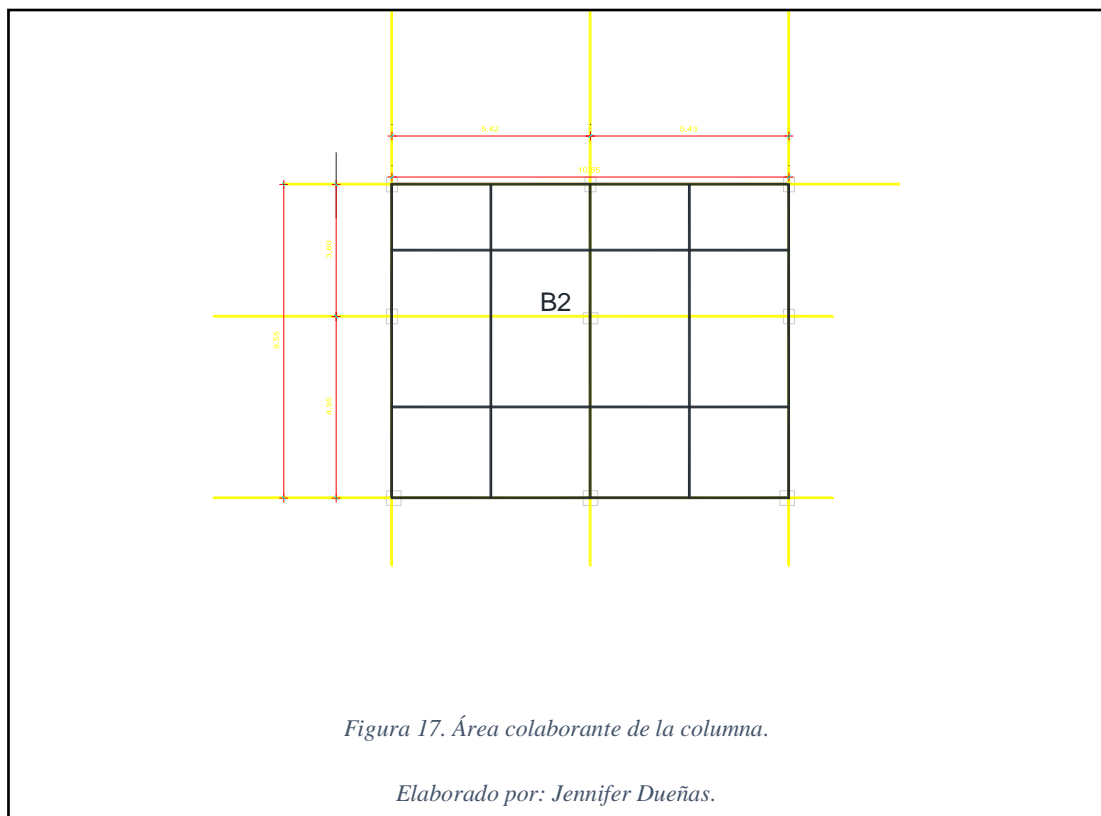
$$h = d + e$$

$$h = 43.00 + 3$$

$$h = 46.00cm$$

La sección obtenida de la viga es de 35x46cm

### 6.1.1.3 Pre-diseño de columnas.



Para el pre-diseño de las columnas se utilizara la ecuación No 10-2 para elementos pre-esforzados con estribos del ACI-318

$$\phi * P_{n(\max)} = 0.8 * \phi * [0.85 * f_c * (A_g - A_{st}) + f_y * A_{st}]$$

$$Si A_{st} = 0$$

$$P_u = 0.85(0.65)[0.85 * f_c * (A_g)]$$

$$P_u = 0.85(0.65)[0.85 * 210 * (A_g)]$$

$$P_u = 98.6 * A_g$$

$$A_g = \frac{P_u}{100}$$

NIVE L	PESO DE LOSA Ton/m2	CM Ton/m 2	CV Ton/m 2	PESO VIGA Ton/m2	ÁREA m2	COMBINACIÓ N Ton/m2	Pu (W) Ton
3	0.306	0.018	0.100	0.200	23.190	0.788	18.281
2	0.306	0.254	0.200	0.200	23.190	1.232	28.559
1	0.306	0.254	0.200	0.200	23.190	1.232	28.559
					TOTA L	3.251	75.399

Tabla 9. Cargas por nivel.

Elaborado por: Jennifer Dueñas.

$$A_g = \frac{75.432 * 1000}{100}$$

$$A_g = 980.62 \text{ cm}^2$$

$$b = d = \sqrt[2]{A_g}$$

$$b = d = \sqrt[2]{980.62}$$

$$b = d = 32\text{cm}$$

Todas columnas van hacer diseñadas de 35x35 para que las vigas tengan suficiente apoyo.

### **6.1.2 Diseño en Etabs.**

#### **6.1.2.1 Grilla.**

La grilla está basada en el diseño arquitectónico según los ejes.





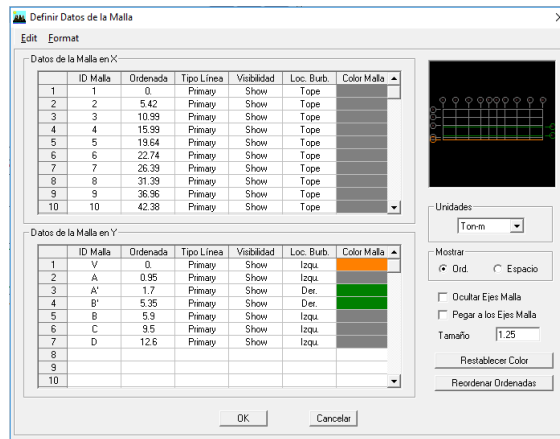


Figura 19. Datos de grilla.

Elaborado por: Jennifer Dueñas.

### 6.1.2.2 Materiales.

Los materiales son:

Concreto:

$F'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$  (resistencia a la compresión a los 28 días)

Módulo de elasticidad =  $13500 \cdot \sqrt{f'_c}$

Peso específico del hormigón =  $2.4 \text{ ton/m}^3$

Acero de refuerzo:

$F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$  (límite de fluencia)

**Definir Materiales**

Materiales: CONC210, OTHER, STEEL

Click a:

Agregar Material Nuevo

Modificar/Mostrar Material

Eliminar Material

OK

Cancelar

**Datos de Prop. de Materiales**

Nombre del: CONC210

Color: [Color]

Tipo de Material: ☒ Isotropico ☐ Ortotropico

Datos de Prop. para Análisis:

Masa/unidad Volumen	0.2448
Peso/unidad Volumen	2.403
Módulo de Elasticidad	1956335.86
Relación de Poisson	0.2
Coficiente de Expansion	9.900E-06
Módulo de Cortante	815139.94

Datos de prop. de diseño (ACI 318-08/IBC 2009):

Specified Conc Comp Strength,  $f_c$ : 2100.

Esfuerzo de Fluencia del Refuerzo: 42000.

Esfuerzo de Fluencia del Refuerzo: 42000.

☐ Concreto Ligero

Factor Reduc. Resist.: [ ]

OK

Cancelar

Figura 20. Característica del material hormigón.

Elaborado por: Jennifer Dueñas.

### 6.1.2.3 Secciones

De los datos obtenidos en el pre-diseño se ingresa en el programa Etabs 9.

**Definir Prop. del Marco**

Propiedades:

Teclar propiedad buscar:

COL35X35

COL30X30

COL35X35

VB30X30

VIG35X35

VIGA35X46

VIGA35X60

Click a:

Import I/Wide Flange

Add I/Wide Flange

Modif./Mostrar Propied

Eliminar Propiedad

OK

Cancelar

**Rectangular Section**

Nombre de: COL35X35

Propiedades:

Propiedades Sección

Modificar Prop.

Modificadores

Material: CONC210

Dimensiones:

Altura (t3): 0.35

Ancho (t2): 0.35

Concreto: [ ]

Refuerzo: [ ]

Color: [Color]

OK

Cancelar

**Datos del Refuerzo**

Tipo de Diseño: ☒ Columna ☐ Viga

Configuración del Refuerzo: ☒ Rectangular ☐ Circular

Refuerzo Lateral: ☒ Amarres ☐ Espiral

Refuerzo Rectangular:

Recub. al centro de: 0.04

Número de barras dir-3: 4

Número de barras dir-2: 4

Tamaño de la Barra: 12d

Corner Bar Size: 12d

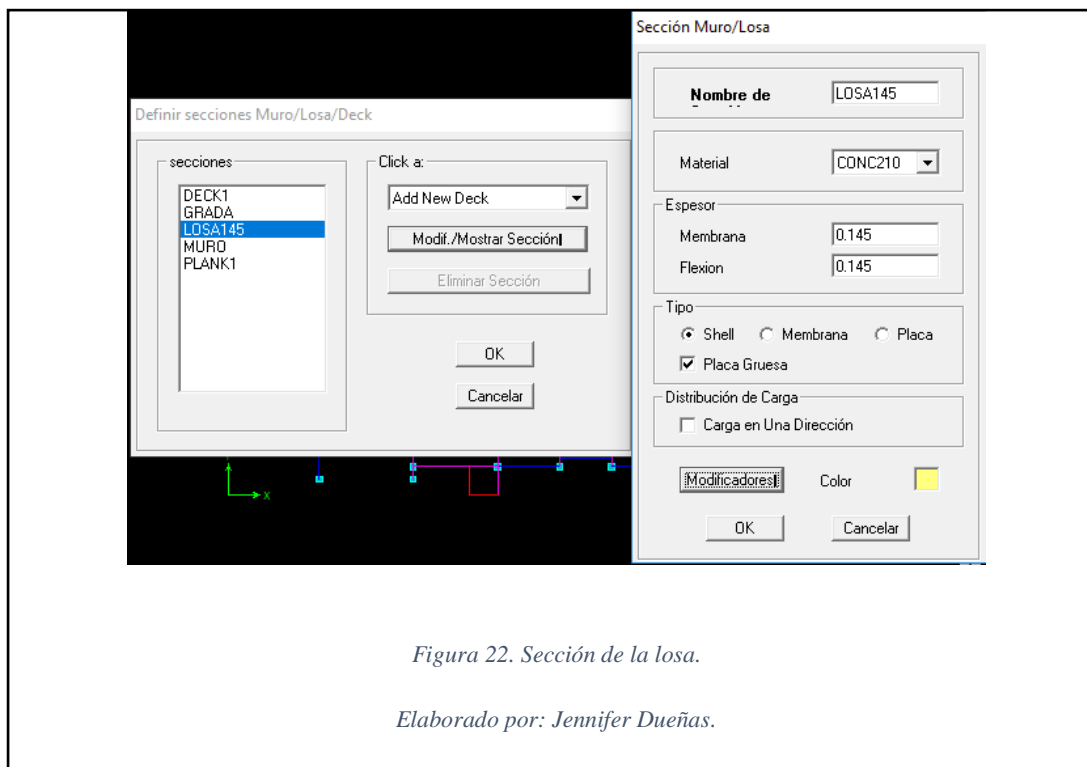
Chequeo/Diseño: ☒ Refuerzo a ser comprobado ☐ Refuerzo a ser Diseñado

OK

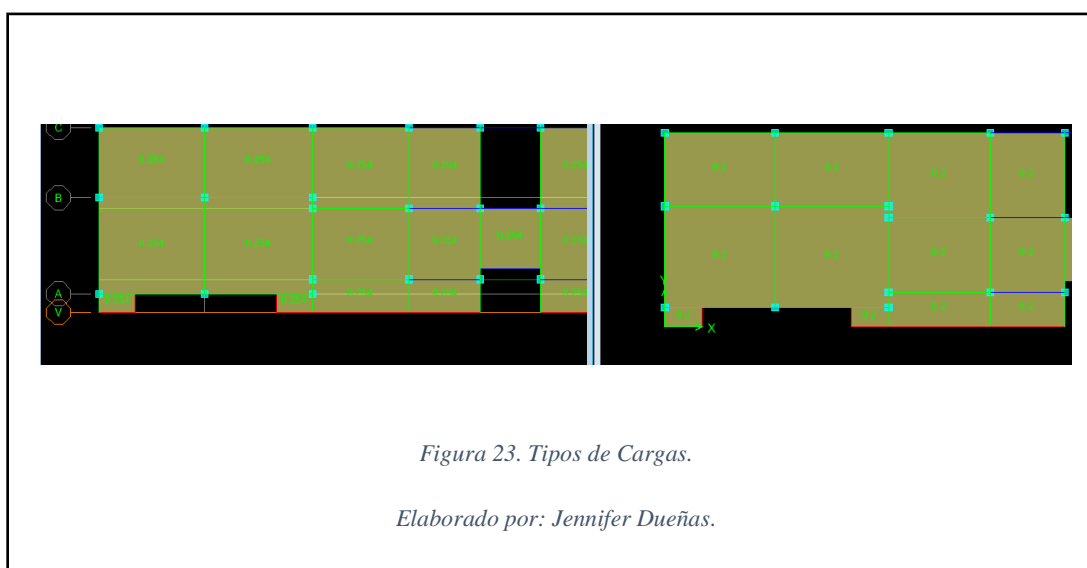
Cancelar

Figura 21. Sección de columna del proyecto Antalya.

Elaborado por: Jennifer Dueñas.



#### 6.1.2.4 Tipos de Cargas.



#### 6.1.2.5 Combinaciones de carga

Tabla 10. Combinaciones de Carga.

Combo	Case	Factor
UDCON1	DEAD	1.40
UDCON1	CSOB	1.40
UDCON2	DEAD	1.20
UDCON2	LIVE	1.60

<b>Combo</b>	<b>Case</b>	<b>Factor</b>
UDCON2	CSOB	1.20
UDCON3	DEAD	1.20
UDCON3	LIVE	1.00
UDCON3	CSOB	1.20
UDCON3	SX	1.00
UDCON4	DEAD	1.20
UDCON4	LIVE	1.00
UDCON4	CSOB	1.20
UDCON4	SX	-1.00
UDCON5	DEAD	1.20
UDCON5	LIVE	1.00
UDCON5	CSOB	1.20
UDCON5	SY	1.00
UDCON6	DEAD	1.20
UDCON6	LIVE	1.00
UDCON6	CSOB	1.20
UDCON6	SY	-1.00
UDCON7	DEAD	1.20
UDCON7	CSOB	1.20
UDCON7	SX	1.00
UDCON8	DEAD	1.20
UDCON8	CSOB	1.20
UDCON8	SX	-1.00
UDCON9	DEAD	1.20
UDCON9	CSOB	1.20
UDCON9	SY	1.00
UDCON10	DEAD	1.20
UDCON10	CSOB	1.20
UDCON10	SY	-1.00
UDCON11	DEAD	0.70
UDCON11	CSOB	0.70
UDCON11	SX	1.00
UDCON12	DEAD	0.70
UDCON12	CSOB	0.70
UDCON12	SX	-1.00
UDCON13	DEAD	0.70
UDCON13	CSOB	0.70
UDCON13	SY	1.00
UDCON14	DEAD	0.70
UDCON14	CSOB	0.70
UDCON14	SY	-1.00

Elaborado por: Jennifer Dueñas.

Las combinaciones están definidas en la Norma Ecuatoriana de la Construcción por el método de última resistencia.

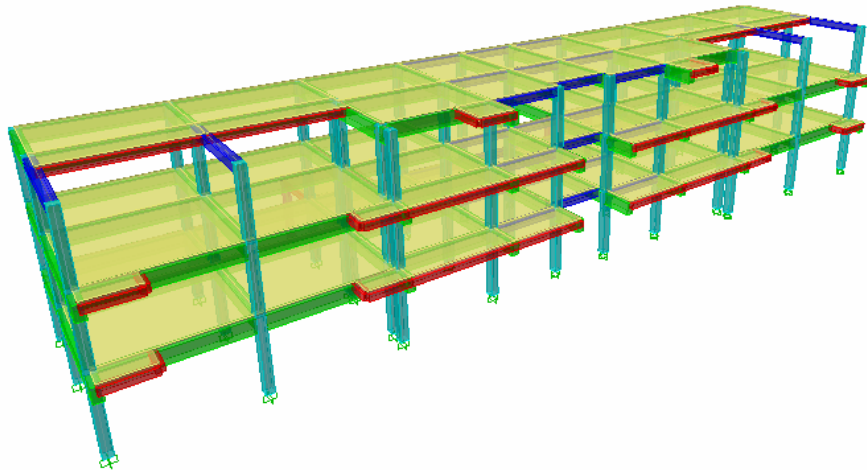
<u>Combinación 1</u>
<b>1.4 D</b>
<u>Combinación 2</u>
<b>1.2 D + 1.6 L + 0.5max[L<sub>r</sub> ; S ; R]</b>
<u>Combinación 3*</u>
<b>1.2 D + 1.6 max[L<sub>r</sub> ; S ; R] + max[L ; 0.5W]</b>
<u>Combinación 4*</u>
<b>1.2 D + 1.0 W + L + 0.5 max[L<sub>r</sub> ; S ; R]</b>
<u>Combinación 5*</u>
<b>1.2 D + 1.0 E + L + 0.2 S</b>
<u>Combinación 6</u>
<b>0.9 D + 1.0 W</b>
<u>Combinación 7</u>
<b>0.9 D + 1.0 E</b>

*Figura 24. Combinaciones de carga.*

*Fuente: (NEC14)*

### 6.1.2.6 Primer modelado de Etabs.

Se colocan las vigas, columnas y losa siguiendo el modelo arquitectónico incluyendo volados y retiros.



*Figura 25. Primer modelado Etabs.*

*Elaborado por: Jennifer Dueñas.*

#### 6.1.2.6.1 Chequeo de los modos de vibración.

El periodo de vibración fundamental (NEC14).

$$T = C_t * h_n^{\alpha}$$

$$T = 0.055 * 9.18^{0.9}$$

$$T = 0.405 \text{seg.}$$

El periodo máximo aceptable es el 30% más al método 1

$$T_2 = 0.526 \text{seg.}$$

Mode	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ
1	0.491585	90.7228	0.0000	0.0000	90.7228	0.0000	0.0000	0.0000	98.2875	0.6843
2	0.474133	0.0000	91.9544	0.0000	90.7228	91.9544	0.0000	98.9347	0.0000	0.0000
3	0.454364	0.5962	0.0000	0.0000	91.3190	91.9544	0.0000	0.0000	0.8345	91.9605
4	0.170632	7.3959	0.0000	0.0000	98.7149	91.9544	0.0000	0.0000	0.7743	0.0366
5	0.164313	0.0000	7.1988	0.0000	98.7149	99.1532	0.0000	0.9623	0.0000	0.0000
6	0.159615	0.1286	0.0000	0.0000	98.8436	99.1532	0.0000	0.0000	0.0030	6.5056
7	0.112483	0.0000	0.1166	0.0000	98.8436	99.2698	0.0000	0.0019	0.0000	0.0000
8	0.108421	0.9899	0.0000	0.0000	99.8335	99.2698	0.0000	0.0000	0.0619	0.1197
9	0.104267	0.0000	0.7258	0.0000	99.8335	99.9956	0.0000	0.0996	0.0000	0.0001
10	0.104180	0.1568	0.0001	0.0000	99.9903	99.9957	0.0000	0.0000	0.0179	0.6923
11	0.092181	0.0000	0.0034	0.0000	99.9903	99.9991	0.0000	0.0011	0.0000	0.0000
12	0.090128	0.0021	0.0000	0.0000	99.9924	99.9991	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002

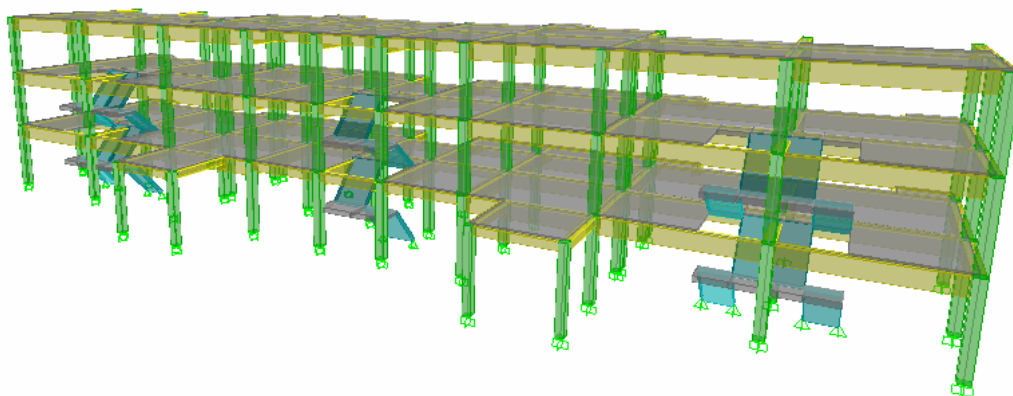
*Figura 26. Modos de Vibración.*

*Elaborado por: Jennifer Dueñas.*

El periodo de vibración da un valor de 0.4915 seg el cual está dentro del máximo permisible, la rigidez en “x, y” superan el 90% en el cual da traslación.

NOTA: El primer modelado esta sin gradas estas pueden perjudicar o ayudar a la rigidez de la estructura.

#### 6.1.2.7 Segundo Modelado (colocación de gradas).



*Figura 27. Segundo modelado con gradas*

*Elaborado por: Jennifer Dueñas*

### 6.1.2.7.1 Comprobación de modo de vibración.

Mode	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ
1	0.361834	15.2830	56.3891	0.0000	15.2830	56.3891	0.0000	63.6644	17.7228	16.5137
2	0.358340	25.8531	31.9537	0.0000	41.1361	88.3428	0.0000	36.1714	30.0906	30.1072
3	0.321169	40.5090	0.0038	0.0000	81.6452	88.3466	0.0000	0.0069	51.7215	41.5295
4	0.147202	6.9384	0.4980	0.0000	88.5836	88.8446	0.0000	0.0094	0.0580	2.4342
5	0.146002	0.3663	8.8672	0.0000	88.9499	97.7117	0.0000	0.1137	0.0071	0.1790
6	0.136852	5.9171	0.0069	0.0000	94.8669	97.7187	0.0000	0.0002	0.2964	6.5727
7	0.110236	0.0005	0.0066	0.0000	94.8675	97.7253	0.0000	0.0126	0.0003	0.0003
8	0.090540	0.4160	0.0025	0.0000	95.2835	97.7278	0.0000	0.0000	0.0009	0.1397
9	0.090354	0.0008	0.0040	0.0000	95.2843	97.7318	0.0000	0.0001	0.0001	0.0000
10	0.089399	0.9988	0.0154	0.0000	96.2831	97.7472	0.0000	0.0001	0.0009	0.2936
11	0.088690	0.0605	0.0577	0.0000	96.3437	97.8048	0.0000	0.0024	0.0004	0.0141
12	0.086249	0.0000	0.0013	0.0000	96.3437	97.8061	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000

Figura 28. Modo de vibración.

Elaborado por: Jennifer Dueñas.

El modo de vibración es de 0.3618 y la rigidez en el sentido “x” disminuyó a 63% y en el sentido “y” a 30% esto es debido a que la masa de las gradas se acumuló en una sola dirección, por consecuencia, hay que rigidizar en el sentido “y” con muros de corte.

### 6.1.2.8 Tercer Modelado (muros de corte)

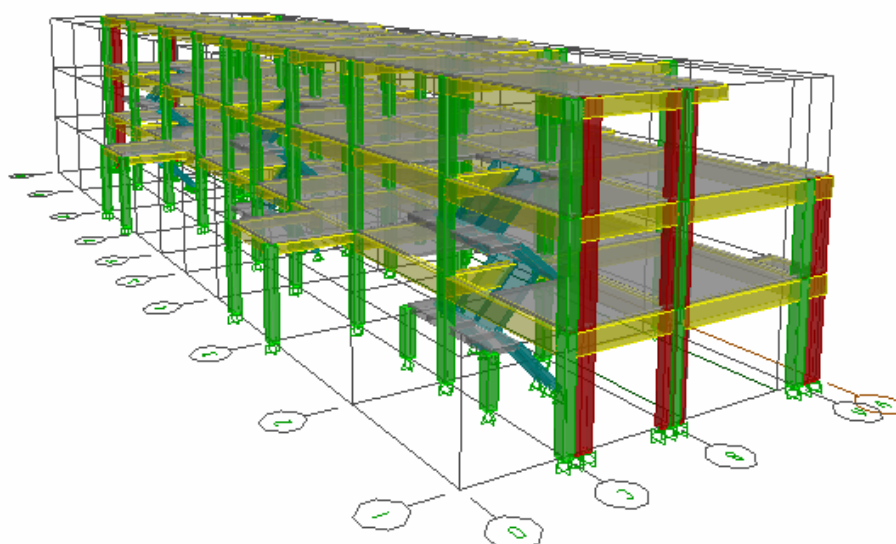


Figura 29. Tercer modelado con muro de corte.

Elaborado por: Jennifer Dueñas.



### 6.1.2.8.1 Comparación de modos de vibración

Mode	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ
1	0.314079	79.4035	0.0015	0.0000	79.4035	0.0015	0.0000	0.0014	98.9979	0.1814
2	0.241853	0.0009	79.8621	0.0000	79.4044	79.8636	0.0000	99.3522	0.0011	0.0035
3	0.170131	0.0031	0.0004	0.0000	79.4075	79.8639	0.0000	0.0015	0.1442	78.0935
4	0.136386	14.4602	0.0000	0.0000	93.8677	79.8639	0.0000	0.0001	0.7422	0.9317
5	0.086209	0.0006	13.7069	0.0000	93.8683	93.5708	0.0000	0.4007	0.0002	0.0000
6	0.074048	5.2947	0.0011	0.0000	99.1629	93.5719	0.0000	0.0002	0.0535	0.0751
7	0.057849	0.0363	0.0002	0.0000	99.1992	93.5721	0.0000	0.0002	0.0051	13.6074
8	0.037749	0.0003	6.0879	0.0000	99.1994	99.6600	0.0000	0.2403	0.0001	0.0002
9	0.024923	0.0038	0.0001	0.0000	99.2033	99.6600	0.0000	0.0001	0.0000	6.7843
10	0.018923	0.0526	0.0000	0.0000	99.2559	99.6601	0.0000	0.0000	0.0018	0.0058
11	0.018719	0.1661	0.0000	0.0000	99.4219	99.6601	0.0000	0.0000	0.0057	0.0194
12	0.016197	0.0000	0.0466	0.0000	99.4219	99.7067	0.0000	0.0000	0.0000	0.0452

Figura 30. Modo de Vibración

Elaborado por: Jennifer Dueñas

El modo de vibración es de 0.3140 y la rigidez en el sentido “x, y” pasan del 90%, por consecuencia, cumple la primera verificación.

### 6.1.2.8.2 Cortante Basal

Para el diseño del cortante basal se realizará en el programa Etabs y en hoja de cálculo de Excel con formula tomadas de la (NEC-SE-DS, 2014) pág. 34.

Tabla 11. Espectro Elástico de Diseño.

ESPECTRO ELÁSTICO DE DISEÑO EN ACELERACIONES (NEC-14)				
Parámetro	Variable	Valor	Unidades	Referencia
Factor de importancia	<b>I</b>	1.00	s.u	Tabla 6, Sec.4.1
Factor de reducción de respuesta	<b>R</b>	8.00	s.u	Tabla 15, Sec.6.3.4
Zonificación Sísmica	VI			Tabla 1, Sec.3.1.1
Región del Ecuador	Costa			Sec.3.3.1
Factor de aceleración de la zona sísmica	<b>Z</b>	0.50	s.u	Tabla 1, Sec.3.1.1
Relación de amplificación espectral	<b>N</b>	2.48	s.u	Sec.3.3.1
Tipo de Suelo		D		Tabla 2, Sec.3.2.1
factor de sitio Fa	<b>Fa</b>	1.12	s.u	Tabla 3, Sec.3.2.2
factor de sitio Fd	<b>Fd</b>	1.11	s.u	Tabla 4, Sec.3.2.2
Factor de comportam. inelástico suelo	<b>Fs</b>	1.40	s.u	Tabla 5, Sec.3.2.2
Factor asociado al periodo de retorno	<b>R</b>	1.00	s.u	Sec 3.3.1
Factor de irregularidad en planta	<b>Øp</b>	0.90	s.u	Tabla 13, Sec.5.2.3
Factor de irregularidad en elevación	<b>Øe</b>	0.90	s.u	Tabla 14, Sec.5.2.3
Aceleración de la gravedad	<b>G</b>	9.81	m/s <sup>2</sup>	
Período teórico método 1	<b>T1</b>	0.405	Seg.	Sec.6.3.3

ESPECTRO ELÁSTICO DE DISEÑO EN ACELERACIONES (NEC-14)				
Parámetro	Variable	Valor	Unidades	Referencia
Período teórico método 2 mayorado	<b>T2</b>	0.526	Seg.	Sec.6.3.3
Período fundamental dirección x	<b>Tx</b>	0.314	Seg.	ETABS
Período fundamental dirección y	<b>Ty</b>	0.242	Seg.	ETABS
Periodo Límite en T=To	<b>To</b>	0.14	Seg.	Sec.3.3.1
Periodo Límite en T=Tc	<b>Tc</b>	0.76	Seg.	Sec.3.3.1
Periodo Límite en T=TL	<b>TL</b>	2.66	Seg.	Sec.3.3.1
Aceleración en T=0	<b>Sa</b>	0.56	g	Sec.3.3.1
Aceleración en T=To	<b>Sa<sub>o</sub></b>	1.39	g	Sec.3.3.1

Elaborado por: Jennifer Dueñas.

Tabla 12. Espectro de Diseño.

MÉTODO DINÁMICO ESPECTRO DE DISEÑO				
	ESP. ELÁSTICO		ESP. REDUCIDO	
T (s)	Sa (g)	Sa (m/s <sup>2</sup> )	Sa (g)	Sa (m/s <sup>2</sup> )
0.000	0.560	5.494	0.086	0.848
0.139	1.389	13.624	0.214	2.102
0.200	1.389	13.624	0.214	2.102
0.242	1.389	13.624	0.214	2.102
0.300	1.389	13.624	0.214	2.102
0.314	1.389	13.624	0.214	2.102
0.400	1.389	13.624	0.214	2.102
0.500	1.389	13.624	0.214	2.102
0.600	1.389	13.624	0.214	2.102
0.763	1.389	13.624	0.214	2.102
0.800	1.325	12.996	0.204	2.006
0.900	1.178	11.552	0.182	1.783
1.100	0.963	9.452	0.149	1.459

MÉTODO DINÁMICO				
ESPECTRO DE DISEÑO				
	ESP. ELÁSTICO		ESP. REDUCIDO	
1.200	0.883	8.664	0.136	1.337
1.400	0.757	7.426	0.117	1.146
1.600	0.662	6.498	0.102	1.003
1.800	0.589	5.776	0.091	0.891
2.000	0.530	5.198	0.082	0.802
2.200	0.482	4.726	0.074	0.729
2.400	0.442	4.332	0.068	0.669
2.664	0.398	3.903	0.061	0.602
2.800	0.379	3.713	0.058	0.573
3.000	0.353	3.466	0.055	0.535

Elaborado por: Jennifer Dueñas.

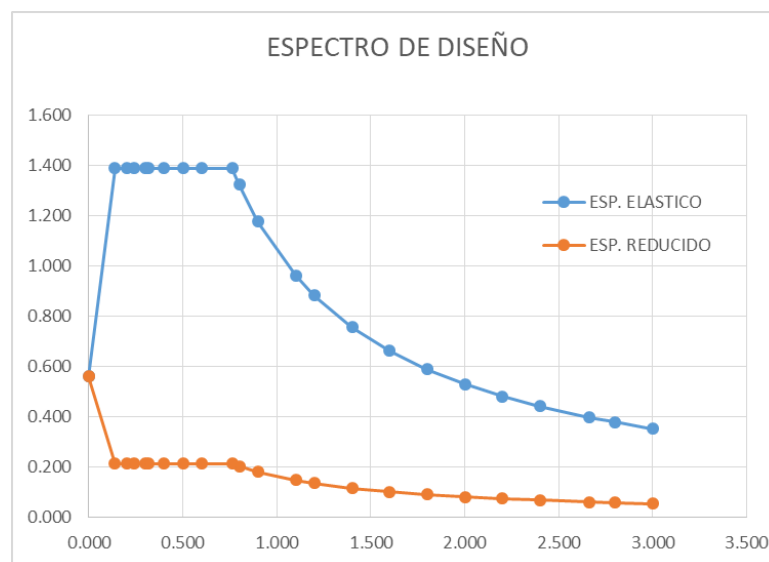


Figura 31. Espectro de diseño.

Elaborado por: Jennifer Dueñas.

### Porcentaje del cortante basal

$$V = \frac{ISa(Ta)}{R\phi p\phi E}$$

MÉTODO ESTÁTICO			
DIRECCIÓN X:		DIRECCIÓN Y:	
Ta	0.314	Ta	0.242
Sa(Ta)	1.389	Sa(Ta)	1.389
I	1	I	1
Øp	0.90	Øp	0.90
Øe	0.90	Øe	0.90
R	8.00	R	8.00
Cv	<b>0.214</b>	Cv	<b>0.214</b>
K	1	k	1

Tabla 13. Porcentaje del cortante basal.

Elaborado por: Jennifer Dueñas.

Valores de T (s)	k
≤ 0.5	1
0.5 < T ≤ 2.5	0.75 + 0.50 T
> 2.5	2

Figura 32. Valores de los modos de periodo.

Elaborado por: Jennifer Dueñas

### Peso Reactivo Basal

Es el 100% de la carga muerta más el 25% de la carga viva.

$$Peso\ Reactivo = 0.1WD + 0.25WL$$

WL: carga viva

WD: carga muerta

Tabla 14. Peso Reactivo Basal.

PISO	PESO T	ÁREA (real AutoCAD) M2	WD T	WL T	W T
3	186.120	293.57	5.28426	7.33925	198.744
2	281.235	398.04	101.10216	19.902	402.239
1	305.153	410.95	104.3813	20.5475	430.082
<b>TOTAL</b>					<b>1031.065</b>

Elaborado por: Jennifer Dueñas.

### Cortante Basal

$$V = \frac{ISa(Ta)}{R\phi p\phi E} W$$

$$V = 0.214 \cdot (1046.067) = 223.858 \text{ ton}$$

### Distribución de Fuerzas del Cortante Basal

$$F_x = \frac{w_x h_x^k}{\sum_{i=1}^n w_i h_i^k} V$$

Tabla 15. Fuerzas del Cortante Basal.

Piso	z	h	w t	Wx*hx^k	F t
3	9.000	2.880	198.744	1788.693	69.929
2	6.120	2.880	402.239	2461.702	96.241
1	3.240	3.240	430.082	1393.466	54.478
<b>TOTAL</b>			<b>1031.065</b>	<b>5643.861</b>	<b>220.648</b>

Elaborado por: Jennifer Dueñas.

Tabla 16. Fuerza de Etabs.

Piso	Fuerzas en etabs
3	60.880
2	63.330
1	36.220
<b>TOTAL</b>	<b>160.430</b>

Elaborado por: Jennifer Dueñas.

### Porcentaje de Error

$$\%error = 220.64/160.430 = 1.38\%$$

Es un porcentaje de error del etabs porque no considera volados solo trabaja con ejes.

Tabla 17. Fuerza de Etabs corregido.

Piso	Fuerzas en etabs
3	86.010
2	85.730
1	48.950
<b>TOTAL</b>	<b>220.690</b>

Elaborado por: Jennifer Dueñas.

### **6.1.2.8.3 Control de Derivas**

Tabla 18. Control de Derivas en el sentido x.

SENTIDO X							
PISO	NIVEL	Hi m	Δi mm	Δsup - Δinf	ΔE	ΔM	MAX 0.02
3	9	2.88	12.52	0.18	0.00006	0.00037	OK
2	6.12	2.88	12.34	4.58	0.00159	0.00954	OK
1	3.24	3.24	7.76	7.76	0.00240	0.01437	OK

Elaborado por: Jennifer Dueñas.

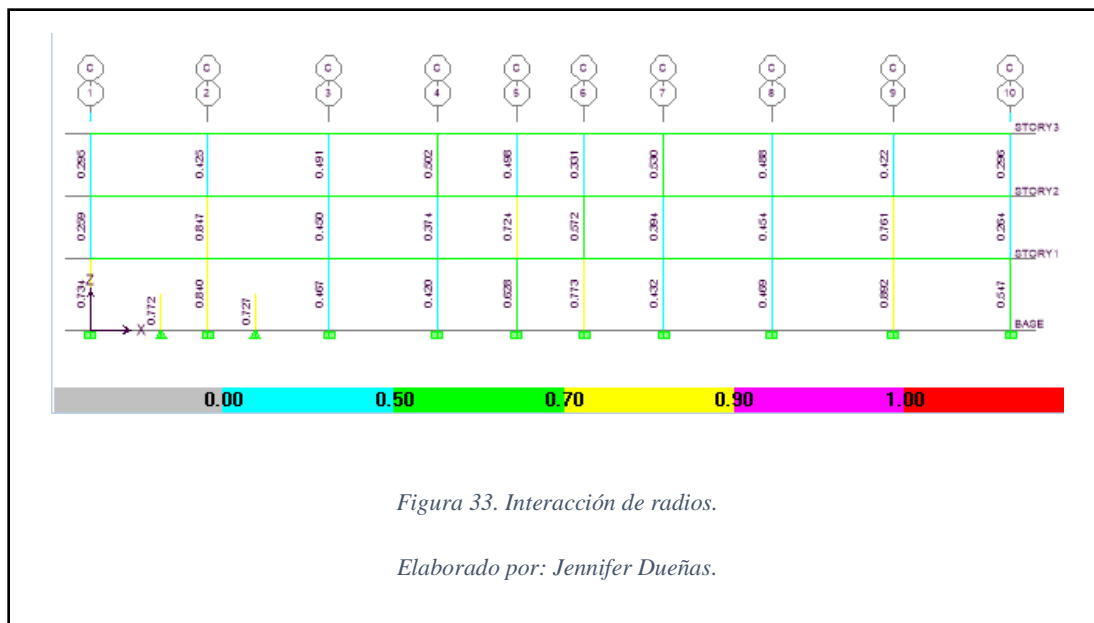
Tabla 19. Control de Derivas en el sentido y.

SENTIDO Y							
PISO	NIVEL	Hi m	$\Delta i$ mm	$\Delta_{sup} - \Delta_{inf}$	$\Delta E$	$\Delta M$	MAX 0.02
3	9	2.88	8.25	0.00	0.0000	0.0000	OK
2	6.12	2.88	8.25	2.88	0.0010	0.0060	OK
1	3.24	3.24	5.37	5.37	0.0017	0.0099	OK

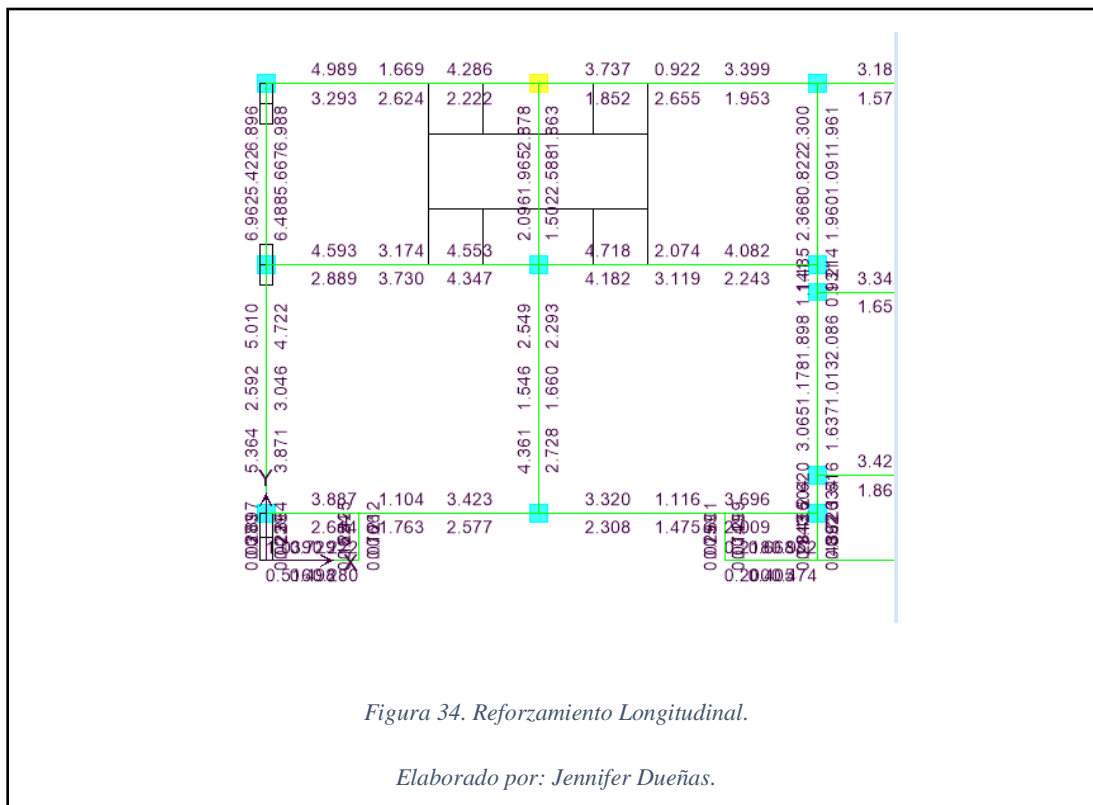
Elaborado por: Jennifer Dueñas.

#### 6.1.2.8.4 Chequeo de secciones de hormigón.

La interacción de radios no debe pasar de 1.



Los detalles del armado se verán en los anexos estructurales.



### 6.1.3 Diseño de la cimentación en Safe.

Se realiza una importación de los datos de las reacciones de la base de la modelación final del programa Etabs al programa Safe.

Tabla 20. Cargas para la cimentación.

Point	LoadPat	Fx	Fy	Fgrav	Mx	My	Mz
Text	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
1	DEAD	-0.1716	4.1243	8.4501	0.03495	-0.1808	1.09E-03
1	LIVE	-0.034	0.5717	1.3035	-0.01083	-0.03547	6.10E-04
1	CSOB	-0.034	0.3721	0.3796	0.0207	-0.0355	8.32E-05
1	SX	1.8765	-3.5877	-11.8868	0.29068	3.75325	5.91E-01
1	SY	0.1067	20.7649	95.3924	-3.16092	0.1107	-3.49E-03
2	DEAD	-0.2336	0.7141	19.9627	-0.02646	-0.24157	2.10E-04
2	LIVE	-0.0621	0.1139	3.8739	-0.03076	-0.06149	1.20E-04
2	CSOB	-0.033	0.2588	4.1231	0.01578	-0.03516	2.20E-05
2	SX	3.1299	0.9089	-9.6512	0.41155	5.35348	4.54E-03
2	SY	0.2263	-5.5225	-19.8042	-5.94571	0.21084	-6.15E-03
3	DEAD	-0.1297	3.5658	7.7778	0.04953	-0.12792	1.58E-03
3	LIVE	-0.0116	0.7587	1.8077	-0.01407	-0.00976	9.40E-04



<b>Point</b>	<b>LoadPat</b>	<b>Fx</b>	<b>Fy</b>	<b>Fgrav</b>	<b>Mx</b>	<b>My</b>	<b>Mz</b>
Text	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
3	CSOB	-0.0241	0.8994	1.5666	0.02032	-0.02376	1.20E-04
3	SX	1.8303	-1.5593	-8.5339	0.3687	3.72887	6.03E-01
3	SY	-0.0572	4.7082	62.3113	-3.51707	-0.11038	-1.98E-02
4	DEAD	-0.0223	1.5309	25.2189	-1.17802	-0.01927	4.42E-03
4	LIVE	-0.0364	0.7538	7.4707	-0.56929	-0.02965	2.41E-03
4	CSOB	-0.0086	0.2585	3.1001	-0.19237	-0.00757	1.28E-03
4	SX	-2.927	-0.3099	0.6913	0.25254	-1.29616	5.85E-01
4	SY	-0.017	4.4578	33.3892	-3.74923	-0.02626	-1.54E-03
5	DEAD	0.0051	-0.0203	38.857	0.03601	0.00807	2.10E-04
5	LIVE	-0.0032	-0.0552	12.6606	0.05758	-0.00196	1.20E-04
5	CSOB	-0.001	0.0036	8.815	0.00459	-0.00089	2.20E-05
5	SX	0.8411	-0.0903	1.1259	0.15145	2.24339	4.54E-03
5	SY	0.0051	1.1462	-26.656	-2.04695	-0.00414	-6.15E-03
6	DEAD	0.0024	-0.041	22.5911	0.05813	0.00597	2.10E-04
6	LIVE	-0.0046	0.0291	5.7523	-0.0322	-0.00297	1.20E-04
6	CSOB	-0.0012	-0.0031	7.1239	0.01175	-0.00093	2.20E-05
6	SX	1.5681	0.0211	2.7858	0.03278	3.03368	4.54E-03
6	SY	-0.0363	0.2031	-1.1536	-1.04208	-0.06951	-6.15E-03
7	DEAD	0.0422	0.0021	23.7931	0.01132	0.0471	2.10E-04
7	LIVE	0.0362	0.0115	4.6408	-0.01391	0.03976	1.20E-04
7	CSOB	0.0255	-0.0114	4.6388	0.02058	0.02735	2.20E-05
7	SX	2.1635	0.0939	3.0482	-0.06249	3.64087	4.54E-03
7	SY	0.0185	1.1901	6.1134	-2.06972	0.02572	-6.15E-03
8	DEAD	0.0354	-0.0599	21.9687	0.07746	0.0404	2.10E-04
8	LIVE	0.0277	-0.0139	5.5963	0.01306	0.03097	1.20E-04
8	CSOB	0.0155	-0.0174	5.4034	0.02692	0.01671	2.20E-05
8	SX	2.1805	-0.2022	8.6497	0.25297	3.6704	4.54E-03
8	SY	-0.0805	0.9027	2.6614	-1.76352	-0.09529	-6.15E-03
9	DEAD	0.03	-0.0309	21.2489	0.04657	0.03476	2.10E-04
9	LIVE	0.0251	-0.0085	5.1045	0.00732	0.02828	1.20E-04
9	CSOB	0.0138	-0.0165	5.3354	0.026	0.0149	2.20E-05
9	SX	2.1493	-0.1601	4.0548	0.20811	3.63897	4.54E-03
9	SY	-0.0833	1.1872	-10.327	-2.06658	-0.10067	-6.15E-03
10	DEAD	-0.0151	0.0138	15.1801	-0.00115	-0.01282	2.10E-04
10	LIVE	0.005	0.0193	3.2833	-0.02226	0.0072	1.20E-04
10	CSOB	0.0034	0.0137	3.7014	-0.00621	0.00387	2.20E-05
10	SX	1.8332	0.0028	-6.11	0.03459	3.31376	4.54E-03
10	SY	-0.0352	1.1671	11.9305	-2.04524	-0.06515	-6.15E-03
11	DEAD	-0.0252	0.1018	19.307	-0.09483	-0.02346	2.10E-04
11	LIVE	0.00046	0.0346	4.5451	-0.03857	0.00237	1.20E-04
11	CSOB	0.00044	0.0402	5.8333	-0.03449	0.00077	2.20E-05
11	SX	1.7672	0.0319	-2.0359	0.00362	3.2458	4.54E-03
11	SY	-0.0304	0.5246	-13.4486	-1.36065	-0.06325	-6.15E-03

<b>Point</b>	<b>LoadPat</b>	<b>Fx</b>	<b>Fy</b>	<b>Fgrav</b>	<b>Mx</b>	<b>My</b>	<b>Mz</b>
Text	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf-m	Tonf-m	Tonf-m
12	DEAD	0.094	0.1016	21.7476	-0.09535	0.10235	2.10E-04
12	LIVE	-0.0065	0.0268	4.7963	-0.03073	-0.00576	1.20E-04
12	CSOB	-0.0019	0.0121	4.8684	-0.00456	-0.00187	2.20E-05
12	SX	1.8961	-0.1001	-3.5262	0.12833	3.35598	4.54E-03
12	SY	-0.0225	1.0774	4.433	-1.92812	-0.01799	-6.15E-03
13	DEAD	0.0624	-0.0801	28.4991	0.09822	0.06928	2.10E-04
13	LIVE	-0.0024	-0.0146	7.1943	0.01339	-0.00102	1.20E-04
13	CSOB	-0.0011	-0.029	7.8238	0.03918	-0.00098	2.20E-05
13	SX	1.9251	0.0996	-2.6898	-0.0845	3.40004	4.54E-03
13	SY	-0.029	1.2582	-0.6274	-2.12069	-0.04275	-6.15E-03
14	DEAD	0.0566	0.1586	30.7536	-0.15616	0.06363	2.10E-04
14	LIVE	0.0028	0.0524	7.4492	-0.05794	0.00484	1.20E-04
14	CSOB	-0.0043	0.0541	8.1987	-0.04935	-0.00424	2.20E-05
14	SX	2.0113	0.0795	7.7208	-0.06311	3.50353	4.54E-03
14	SY	-0.0155	0.9106	-3.6954	-1.75037	-0.04414	-6.15E-03
15	DEAD	0.0534	0.1259	19.7279	-0.12178	0.06014	2.10E-04
15	LIVE	0.0046	0.0596	4.2489	-0.06594	0.00672	1.20E-04
15	CSOB	0.008	0.0404	5.0425	-0.03475	0.00879	2.20E-05
15	SX	1.7647	-0.3776	-6.5022	0.41238	3.24081	4.54E-03
15	SY	-0.0567	0.8497	-3.4918	-1.66976	-0.08807	-6.15E-03
16	DEAD	-0.0084	-0.1038	24.6964	0.12296	-0.00621	2.10E-04
16	LIVE	-0.0209	-0.0529	7.1802	0.05394	-0.02079	1.20E-04
16	CSOB	0.00001	-0.0206	5.3965	0.03024	0.00025	2.20E-05
16	SX	1.6537	0.625	-20.5676	-0.65589	3.11088	4.54E-03
16	SY	0.0827	1.3635	-6.5929	-2.21723	0.07624	-6.15E-03
17	DEAD	0.0273	0.9746	15.5397	-0.78043	0.03678	1.14E-02
17	LIVE	0.0154	0.5035	4.2753	-0.40183	0.02904	3.84E-03
17	CSOB	0.0064	0.1063	2.1557	-0.08045	0.00513	1.50E-03
17	SX	0.9765	-3.7282	-25.6679	2.67589	2.1914	2.52E-02
17	SY	-1.0365	1.1387	13.7375	-1.5169	-0.71677	1.29E-01
48	DEAD	0.1917	1.1464	16.4376	-0.88373	0.14699	-1.53E-02
48	LIVE	0.1506	0.5644	4.9812	-0.43294	0.10828	-7.53E-03
48	CSOB	0.016	0.1308	2.087	-0.0952	0.01389	-1.93E-03
48	SX	-0.6462	1.7789	29.0553	-0.73116	0.96485	2.76E-01
48	SY	-0.4021	3.9319	14.833	-3.70259	-0.40657	1.07E-01
49	DEAD	0.0181	-0.0912	24.7516	0.10907	0.02207	2.10E-04
49	LIVE	0.0203	-0.0511	7.8743	0.05175	0.02308	1.20E-04
49	CSOB	0.0007334	-0.0169	5.1674	0.02616	0.00102	2.20E-05
49	SX	1.4955	-0.5977	21.1986	0.63699	2.94233	4.54E-03
49	SY	-0.0835	1.3365	-8.8918	-2.17502	-0.10082	-6.15E-03
50	DEAD	-0.0443	0.1168	19.7728	-0.11255	-0.04388	2.10E-04
50	LIVE	-0.0014	0.0552	4.4159	-0.06149	0.00028	1.20E-04
50	CSOB	-0.0093	0.0392	5.0644	-0.03359	-0.00958	2.20E-05

Point Text	LoadPat Text	Fx Tonf	Fy Tonf	Fgrav Tonf	Mx Tonf-m	My Tonf-m	Mz Tonf-m
50	SX	1.712	0.3381	7.3074	-0.36013	3.18466	4.54E-03
50	SY	-0.0091	0.8709	-4.1676	-1.67894	-0.03729	-6.15E-03
51	DEAD	-0.0873	0.0992	21.7964	-0.09438	-0.09089	2.10E-04
51	LIVE	0.0101	0.0276	5.3915	-0.03246	0.01193	1.20E-04
51	CSOB	0.0026	0.0139	5.018	-0.00661	0.00296	2.20E-05
51	SX	1.8983	0.0839	4.7383	-0.10085	3.35827	4.54E-03
51	SY	0.0475	0.9774	4.4662	-1.77672	0.05657	-6.15E-03
52	DEAD	-0.0543	-0.0768	28.4643	0.09323	-0.05512	2.10E-04
52	LIVE	0.0076	-0.0142	8.0873	0.0121	0.00958	1.20E-04
52	CSOB	0.000451	-0.0265	8.6424	0.03643	0.00072	2.20E-05
52	SX	1.9545	-0.1274	5.1329	0.12429	3.43135	4.54E-03
52	SY	-0.0121	1.1718	-1.2666	-1.98382	-0.02483	-6.15E-03
53	DEAD	-0.045	0.1612	30.7456	-0.16037	-0.04468	2.10E-04
53	LIVE	0.0019	0.0509	7.8555	-0.05726	0.00385	1.20E-04
53	CSOB	0.0055	0.0544	9.2439	-0.04984	0.00619	2.20E-05
53	SX	2.0028	-0.115	-9.2866	0.11106	3.49446	4.54E-03
53	SY	-0.0781	0.893	-3.1714	-1.68681	-0.1109	-6.15E-03
54	DEAD	-0.0368	0.0059	23.8198	0.00435	-0.03708	2.10E-04
54	LIVE	-0.0342	0.0133	5.1103	-0.01767	-0.03525	1.20E-04
54	CSOB	-0.0249	-0.009	4.6063	0.01771	-0.02638	2.20E-05
54	SX	2.176	-0.1178	-3.3169	0.09814	3.65419	4.54E-03
54	SY	0.0145	1.0251	5.1978	-1.80598	0.02145	-6.15E-03
55	DEAD	-0.0279	-0.0599	22.0217	0.07444	-0.02705	2.10E-04
55	LIVE	-0.0239	-0.0141	6.118	0.01155	-0.02396	1.20E-04
55	CSOB	-0.0134	-0.0155	5.9471	0.02463	-0.01408	2.20E-05
55	SX	2.1761	0.1902	-9.111	-0.23001	3.66576	4.54E-03
55	SY	0.0451	0.8491	2.7415	-1.6184	0.03849	-6.15E-03
56	DEAD	-0.0222	-0.0272	21.1981	0.03957	-0.02092	2.10E-04
56	LIVE	-0.0211	-0.0065	5.5589	0.0035	-0.021	1.20E-04
56	CSOB	-0.0116	-0.0144	5.941	0.02338	-0.01211	2.20E-05
56	SX	2.1434	0.1415	-4.4133	-0.17818	3.63268	4.54E-03
56	SY	0.0404	1.043	-8.3047	-1.82501	0.03118	-6.15E-03
57	DEAD	0.0243	0.0195	15.2292	-0.0102	0.02921	2.10E-04
57	LIVE	-0.000448	0.0212	3.6229	-0.02611	0.00134	1.20E-04
57	CSOB	-0.001	0.0125	4.2989	-0.00526	-0.00078	2.20E-05
57	SX	1.8281	-0.013	6.3583	-0.01352	3.30835	4.54E-03
57	SY	-0.0398	1.0381	9.4134	-1.8198	-0.07008	-6.15E-03
58	DEAD	0.0348	0.1015	19.2613	-0.09756	0.04051	2.10E-04
58	LIVE	0.0043	0.0324	4.7289	-0.03802	0.00643	1.20E-04
58	CSOB	0.002	0.0381	6.3031	-0.03249	0.00245	2.20E-05
58	SX	1.7611	-0.0408	2.6069	0.01605	3.23929	4.54E-03
58	SY	-0.0526	0.5414	-11.7015	-1.29056	-0.0869	-6.15E-03
60	DEAD	-0.0022	-0.0494	39.7619	0.06247	0.00035	2.10E-04

Point Text	LoadPat Text	Fx Tonf	Fy Tonf	Fgrav Tonf	Mx Tonf-m	My Tonf-m	Mz Tonf-m
60	LIVE	-0.000314	-0.0773	13.5575	0.07845	0.00112	1.20E-04
60	CSOB	0.0023	-0.00034	8.927	0.00835	0.00268	2.20E-05
60	SX	0.8133	0.0749	-1.0995	-0.12495	2.21375	4.54E-03
60	SY	-0.0205	0.8934	-19.7797	-1.64167	-0.03141	-6.15E-03
61	DEAD	0.0087	-0.016	22.5531	0.0268	0.01266	2.10E-04
61	LIVE	0.008	0.0452	5.6937	-0.05216	0.01039	1.20E-04
61	CSOB	0.0028	0.00037	7.1243	0.00759	0.00332	2.20E-05
61	SX	1.5568	-0.0326	-3.1902	-0.01043	3.02171	4.54E-03
61	SY	-0.0721	0.2943	-1.0941	-1.00326	-0.1077	-6.15E-03
62	DEAD	0.1822	4.2557	9.2456	-0.00109	0.1991	1.21E-03
62	LIVE	0.0394	0.6581	1.7628	-0.02966	0.04531	6.40E-04
62	CSOB	0.0358	0.3848	0.4677	0.01634	0.038	1.10E-04
62	SX	1.8935	3.3931	10.444	-0.21545	3.77273	5.91E-01
62	SY	-0.0145	16.201	75.607	-2.56506	-0.03035	-3.53E-03
63	DEAD	0.2567	0.7196	19.9574	-0.07952	0.27372	2.10E-04
63	LIVE	0.0815	0.0847	3.9024	-0.05538	0.08562	1.20E-04
63	CSOB	0.0355	0.2628	4.1108	0.00943	0.03856	2.20E-05
63	SX	3.1798	-1.1107	10.0262	-0.28253	5.40426	4.54E-03
63	SY	-0.1699	-3.8609	-15.2896	-4.76775	-0.18498	-6.15E-03
64	DEAD	0.1378	3.659	8.47	0.01129	0.14717	1.81E-03
64	LIVE	0.0153	0.8075	2.1797	-0.03367	0.01956	9.60E-04
64	CSOB	0.0255	0.9103	1.6458	0.01583	0.02628	1.80E-04
64	SX	1.8426	1.3971	7.227	-0.28746	3.74044	6.03E-01
64	SY	-0.001	4.0646	50.4825	-2.84507	-0.06256	-1.97E-02
92	DEAD	0.0229	0.0867	2.4456	-0.07875	0.02607	2.10E-04
92	LIVE	0.0093	0.0212	0.0715	-0.02431	0.01073	1.20E-04
92	CSOB	0.0064	0.0124	0.026	-0.00481	0.00699	2.20E-05
92	SX	2.0519	0.0071	-1.7665	0.03003	3.51208	4.54E-03
92	SY	-0.0043	0.9316	0.7262	-1.79428	0.01479	-6.15E-03
93	DEAD	0.1441	0.1149	2.7467	-0.10926	0.15528	2.10E-04
93	LIVE	0.0062	0.0027	0.0476	-0.00485	0.00743	1.20E-04
93	CSOB	0.0038	-0.0076	-0.0062	0.01647	0.00417	2.20E-05
93	SX	2.0688	-0.1954	1.4801	0.23529	3.53005	4.54E-03
93	SY	0.0252	0.9	0.6804	-1.74638	0.04616	-6.15E-03
95	DEAD	-0.0178	0.0897	2.4521	-0.08499	-0.01729	2.10E-04
95	LIVE	-0.0069	0.025	0.0781	-0.03016	-0.00651	1.20E-04
95	CSOB	-0.0062	0.0118	0.024	-0.00453	-0.00645	2.20E-05
95	SX	2.0535	-0.0194	1.7578	-0.00677	3.51377	4.54E-03
95	SY	0.0695	0.8196	0.6998	-1.58697	0.09344	-6.15E-03
96	DEAD	-0.1389	0.1185	2.7472	-0.11516	-0.14631	2.10E-04
96	LIVE	-0.0037	0.0057	0.0496	-0.00927	-0.00304	1.20E-04
96	CSOB	-0.0035	-0.0071	-0.0058	0.01568	-0.0036	2.20E-05
96	SX	2.0699	0.1899	-1.4758	-0.2192	3.53128	4.54E-03

Point Text	LoadPat Text	Fx Tonf	Fy Tonf	Fgrav Tonf	Mx Tonf-m	My Tonf-m	Mz Tonf-m
96	SY	0.0421	0.8581	0.6249	-1.64222	0.06417	-6.15E-03
59	DEAD	-0.0085	1.8108	26.7048	-1.3802	-0.00308	9.58E-05
59	LIVE	-0.0034	0.9573	8.5884	-0.71666	-0.00076	6.66E-05
59	CSOB	0.0075	0.2912	3.2548	-0.21647	0.00654	-6.00E-04
59	SX	-3.9323	0.2548	-0.6445	-0.20301	-2.03885	6.72E-01
59	SY	-0.0039	4.348	30.8025	-3.57267	0.00246	-2.50E-03
39	DEAD	-0.0272	-4.2975	3.7627	0.02172	-0.0329	-1.43E-03
39	LIVE	-0.0027	-0.7076	0.3139	-0.01193	-0.00231	-8.60E-04
39	CSOB	-0.0047	-1.2508	1.1011	0.00929	-0.00622	-1.10E-04
39	SX	0.4329	-1.806	5.6864	0.24526	0.93296	-6.00E-01
39	SY	-0.0289	33.6801	-63.1663	-2.1366	-0.03256	1.55E-02
78	DEAD	0.0311	-4.079	3.1289	-0.00547	0.0378	-1.67E-03
78	LIVE	0.0046	-0.5796	-0.0173	-0.0254	0.00484	-8.70E-04
78	CSOB	0.0053	-1.2275	1.0272	0.00601	0.00685	-1.70E-04
78	SX	0.4346	1.4062	-4.366	-0.18547	0.93618	-6.00E-01
78	SY	-0.0253	26.2461	-50.7516	-1.7551	-0.01806	1.53E-02
177	DEAD	-0.0382	-4.5691	3.4064	0.01592	-0.03901	-8.40E-04
177	LIVE	-0.0079	-0.505	0.1303	-0.00904	-0.00723	-4.90E-04
177	CSOB	-0.0072	-0.671	0.6492	0.01041	-0.00798	-4.40E-05
177	SX	0.4503	0.5978	3.615	0.18805	0.79706	-5.88E-01
177	SY	0.0066	10.9142	-50.8032	-2.03197	0.01826	-1.17E-03
178	DEAD	0.0422	-4.4284	2.7781	-0.00976	0.04301	-1.15E-03
178	LIVE	0.0103	-0.435	-0.1895	-0.02211	0.00922	-5.70E-04
178	CSOB	0.0078	-0.6537	0.572	0.00724	0.00854	-1.20E-04
178	SX	0.4549	-0.8922	-2.2853	-0.13322	0.80065	-5.88E-01
178	SY	-0.0284	8.9075	-41.5177	-1.6652	-0.00686	-1.07E-03
180	DEAD	-0.0421	6.8729	4.7761	-0.01812	-0.04558	1.15E-03
180	LIVE	-0.0112	1.4915	1.2136	-0.01439	-0.01248	6.20E-04
180	CSOB	-0.0061	1.3944	0.7853	0.00297	-0.00606	9.76E-05
180	SX	0.5375	-5.1628	-6.5583	0.16001	0.99875	5.91E-01
180	SY	0.0563	11.495	56.3215	-2.35963	0.04798	-3.43E-03
181	DEAD	-0.0405	-7.3117	4.3336	-0.02003	-0.04646	-1.20E-03
181	LIVE	-0.0104	-1.4152	0.6053	-0.01322	-0.01283	-6.50E-04
181	CSOB	-0.0058	-1.6936	1.1408	0.0039	-0.00642	-1.00E-04
181	SX	0.5646	2.1508	1.9038	0.15324	0.99738	-5.92E-01
181	SY	0.0208	25.6935	-64.4904	-2.32988	0.0468	4.94E-03
182	DEAD	0.0449	7.017	5.3155	-0.03983	0.05166	1.15E-03
182	LIVE	0.0139	1.5835	1.4744	-0.02414	0.01735	6.20E-04
182	CSOB	0.0064	1.4058	0.8468	0.00034	0.00667	9.76E-05
182	SX	0.5461	5.0297	5.3526	-0.10536	1.00946	5.91E-01
182	SY	-0.0118	9.2003	45.2586	-1.89852	-0.03783	-3.43E-03
183	DEAD	0.0457	-7.1681	3.7991	-0.0415	0.05287	-1.20E-03
183	LIVE	0.0144	-1.3477	0.363	-0.0228	0.01783	-6.50E-04

Point Text	LoadPat Text	Fx Tonf	Fy Tonf	Fgrav Tonf	Mx Tonf-m	My Tonf-m	Mz Tonf-m
183	CSOB	0.0064	-1.6733	1.0742	0.00128	0.00707	-1.00E-04
183	SX	0.5733	-2.562	-0.5277	-0.09866	1.00795	-5.92E-01
183	SY	-0.0463	20.1599	-51.5615	-1.87543	-0.04172	4.94E-03
357	DEAD	-0.0574	0.3998	6.389	0.05064	-0.06136	4.38E-17
357	LIVE	-0.0058	0.1104	1.0829	-0.02361	-0.00511	4.87E-17
357	CSOB	-0.0101	0.2256	1.6016	0.0198	-0.01109	5.20E-18
357	SX	0.8705	-0.0192	0.4429	0.50451	1.82265	1.44E-15
357	SY	-0.0276	-8.7023	-24.987	-4.46218	-0.05233	-4.46E-16
358	DEAD	0.0626	0.4615	6.2795	-0.00465	0.07138	8.24E-17
358	LIVE	0.0082	0.118	1.0155	-0.05104	0.01016	4.80E-17
358	CSOB	0.011	0.2365	1.5907	0.01315	0.01242	1.74E-18
358	SX	0.8748	-0.2469	-0.2219	-0.38259	1.8275	-1.94E-14
358	SY	-0.0139	-5.9542	-19.1344	-3.65552	-0.03583	-3.78E-16
359	DEAD	-0.0741	0.2276	5.7818	0.03337	-0.08037	1.90E-04
359	LIVE	-0.0151	0.054	0.6748	-0.01757	-0.01608	4.51E-05
359	CSOB	-0.0141	0.1616	0.6455	0.02088	-0.01553	4.50E-05
359	SX	0.8528	0.4688	-2.6225	0.3737	1.64808	-2.01E-05
359	SY	0.0429	-4.646	7.2293	-4.02006	0.04929	-7.27E-05
360	DEAD	0.0796	0.3039	5.7794	-0.01784	0.08865	-1.80E-04
360	LIVE	0.0182	0.0742	0.6875	-0.04358	0.02068	-5.05E-05
360	CSOB	0.015	0.1747	0.6427	0.01455	0.01664	-4.17E-05
360	SX	0.8613	-0.7329	2.7003	-0.2634	1.65724	-2.06E-05
360	SY	-0.0183	-2.9107	5.3709	-3.29718	-0.01785	5.05E-05

Elaborado por: Jennifer Dueñas.

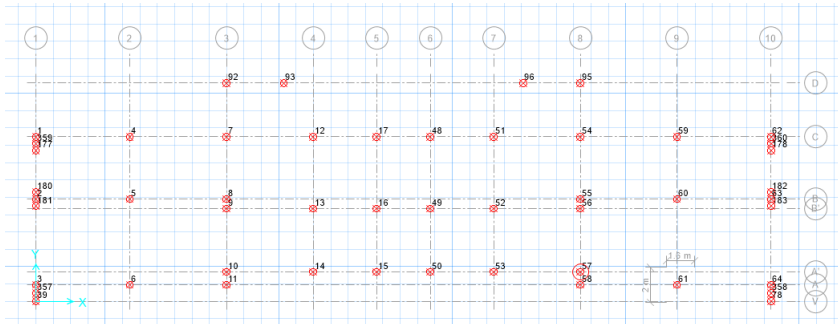


Tabla 21. Ubicación de las cargas.

Elaborado por: Jennifer Dueñas.



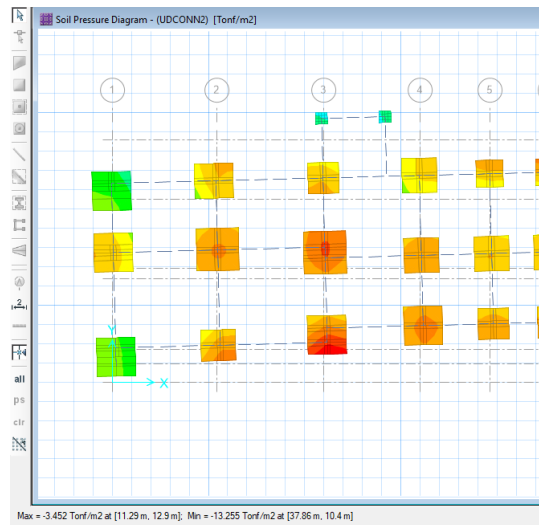


Figura 36. Diagrama de esfuerzo de la cimentación.

Elaborado por: Jennifer Dueñas.

Como se observa el máximo es de 13.25 ton/m2

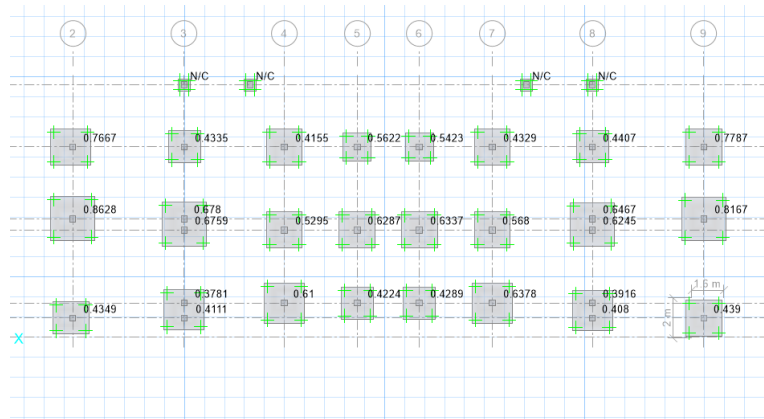


Figura 37. Diagrama de punzonamiento.

Elaborado por: Jennifer Dueñas.

El punzonamiento es la comprobación de que la zapata resiste a corte debido a las fuerzas verticales que resiste el pedestal.



Con las combinaciones de carga da como resultado una envolvente descritas en el capítulo 6.2.3.5.

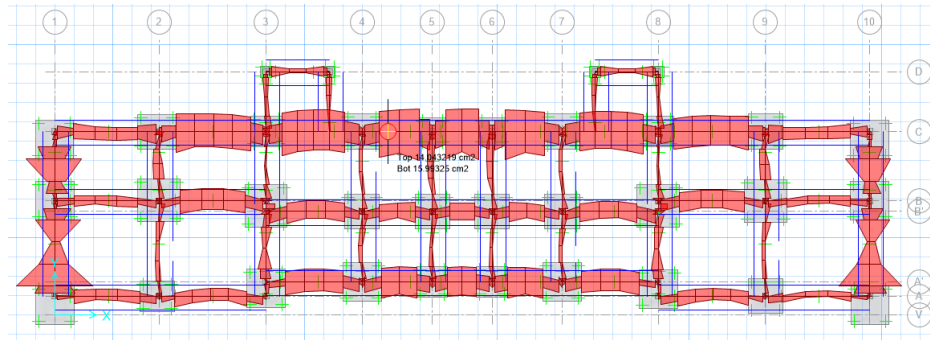


Figura 38. Refuerzo longitudinal de la cimentación.

Elaborado por: Jennifer Dueñas.

Hay dos tipos de cadenas porque cambia los refuerzos longitudinales.

Las cadenas son de 35x35cm y de 30x30cm como indica en la Figura 39.

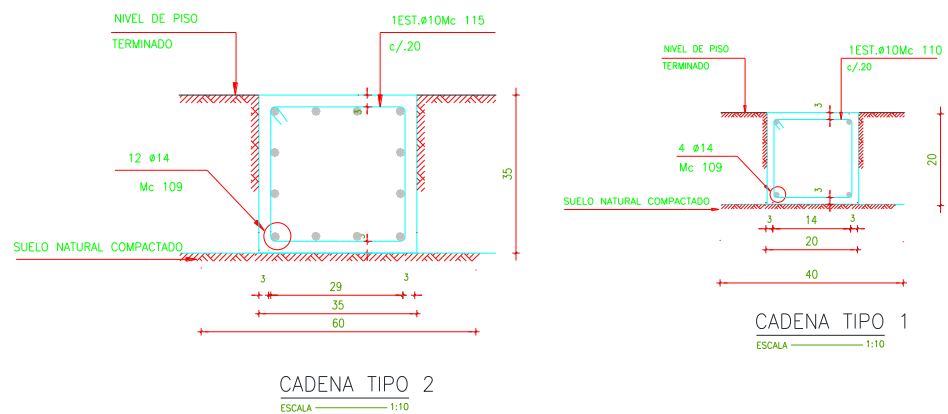


Figura 39. Cadenas.

## 6.2 Generalidades de la estructura segunda alternativa.

Para el diseño del aislador se deberá realizar el proceso anterior con cimentación tradicional verificando que las condiciones se cumplan.

### 6.2.1 Criterios generales de diseño.

No existe norma ecuatoriana referente a aisladores sísmicos pero se adoptará la norma chilena (NCh2745, 2003) cuyos datos previos son:

III	a) Arena permanentemente no saturada, con $ID(DR)$ entre 55 y 75%, o $N$ mayor que 20 (sin normalizar a la presión efectiva de sobrecarga de 0,10 MPa); o bien,
	b) Grava o arena no saturada, con grado de compactación menor que el 95% del valor Proctor Modificado; o bien,
	c) Suelo cohesivo con $s_u$ comprendido entre 0,025 y 0,10 MPa ( $q_u$ entre 0,05 y 0,20 MPa) independientemente del nivel freático; o bien,
	d) Arena saturada con $N$ comprendido entre 20 y 40 (normalizado a la presión efectiva de sobrecarga de 0,10 MPa).
	Espesor mínimo del estrato: 10 m. Si el espesor del estrato sobre la roca o sobre suelo correspondiente al tipo II es menor que 10 m, el suelo se debe clasificar como tipo II.
IV	Suelo cohesivo saturado con $s_u$ igual o menor que 0,025 MPa ( $q_u$ igual o menor que 0,050 MPa).
	Espesor mínimo del estrato: 10 m. Si el espesor del estrato sobre suelo correspondiente a algunos de los tipos I, II o III es menor que 10 m, el suelo se debe clasificar como tipo III.

*Figura 40. Definición de los tipos de suelo de la Norma Chilena*

*Fuente: (NCh433, Norma de la Construcción Chilena, 2003)*

La comparativa la realizamos entre el estudio de suelos del capítulo 4.2.1 y la Norma Chilena, dando como resultado los siguientes datos:



Figura 41. Zonificación Sísmica Chilena

Fuente: (Nch433, Norma de la Construcción Chilena, 2003)

Tabla 22. Zona Sísmica.

ZONAS SÍSMICAS			
NCh2745		NEC SE	
ZONA SÍSMICA	TIPO DE SUELO	ZONA SÍSMICA	TIPO DE SUELO
VI	D	3	III

Elaborado por: Jennifer Dueñas.

### 6.2.2 Diseño del Aislador.

Para empezar el diseño la Norma Chilena (NCh2745, 2003) recomienda los siguientes datos:

- ❖ Deformación por corte máximo  $Y_s=150\%$
- ❖ Tensión Admisible de la compresión  $\sigma_{ac}=100\text{kg/cm}^2$
- ❖ Amortiguamiento efectivo  $\beta=10\%$
- ❖ Cálculo de desplazamiento de diseño  $D_D$
- ❖ Periodo del aislador esperado  $T_b$  2-3 seg

#### 6.2.2.1 Desplazamiento de Diseño.

$$D_D = \frac{CD}{BD}$$

Donde:

CD= es el coeficiente sísmico de desplazamiento que depende del tipo de suelo.

CD=330 Z (mm)  $\rightarrow$  para tipo suelo III

Z= 1.25 (coeficiente que depende de la zona sísmica)

BD= factor de amortiguamiento según el amortiguamiento efectivo del 10%.

BD=1.37

$$D_D = \frac{CD}{BD}$$

$$D_D = \frac{330 * 1.25}{1.37}$$

$$D_D = 301.09\text{mm}$$

#### 6.2.2.2 Desplazamiento Máximo Posible.

La norma (NCh2745, 2003) recomienda el 20% más de desplazamiento máximo

$$CM=DD+20\%= 301.09*1.2=361.31\text{mm}$$

#### 6.2.2.3 Datos obtenidos del Primer Modelamiento.

Por el diseño de Etabs la columna más cargada es la del Eje 2B con 143.28 ton.

Peso reactivo de la estructura  $W= 1461.15$  ton

#### 6.2.2.4 Cálculos para el aislador sísmico.

Rigidez Horizontal Total

Las ecuaciones se tomaron de la Norma Chilena (NCh2745, 2003) pág. 36

$$k_{h\ total} = \frac{4\pi^2 * W}{Tb^2 * g}$$

$$k_{h\ total} = \frac{4\pi^2 * 1461.15}{3^2 * 9.81}$$

$$k_{h\ total} = 653.34\ ton/m$$

$$k_h = \frac{k_{h\ total}}{n_{aislador}}$$

$$k_h = \frac{653.34}{42}$$

$$k_h = 15.55 \frac{ton}{m}$$

Área de aislador se tomara de la Norma Chilena (NCh2745, 2003) pág. 34

$$A = \frac{p_{max}}{\sigma_{ac}}$$

$$A = \frac{143.28 * 1000}{100}$$

$$A = 1432.80 \text{ cm}^2$$

Diámetros del aislador (NCh2745, 2003) pág. 37

$$D = \sqrt{\frac{4A}{\pi}}$$

$$D = 42.71 \text{ cm}$$

Diámetro comercial

$$D = 450 \text{ mm}$$

$$A = 1590.43 \text{ cm}^2$$

Datos obtenidos del catálogo de aisladores sísmicos del ANEXO III

Altura del Aislador (NCh2745, 2003) pag.36

$$H_r = \frac{D_D}{1.5}$$

$$H_r = \frac{301.09}{1.5}$$

$$H_r = 200.72 \text{ mm}$$

Obtención del módulo de corte G (NCh2745, 2003) pág. 36

$$G = \frac{k_h * H_r}{A}$$

$$G = \frac{15.55 * 0.2}{0.159}$$

$$G = 19.497 \text{ ton/m}^2$$

Mediante los valores obtenidos buscamos en el catálogo del ANEXO III y se adopta el siguiente aislador HDS 450x136.

Rigidez Vertical efectiva (NCh2745, 2003) pág. 39

$$\text{factor forma } S = \frac{D}{4T_e}$$

$$S = \frac{45}{4 * 0.3}$$

$$S = 37.5$$

$T_e$  = espesor del caucho

$$\text{modulo } \frac{1}{E_c} = \frac{1}{6 * G * S^2} + \frac{4}{60000}$$

$$\frac{1}{E_c} = \frac{1}{6 * 0.19497 * 37.5^2} + \frac{4}{60000}$$

$$E_c = 1482,47 \text{ kg/cm}^2$$

$$rigidez\ k_v = \frac{Ec * A}{H_r}$$

$$k_v = \frac{1482,47 * 1590.43}{20.07}$$

$$k_v = 117873.29\ kg/cm$$

#### 6.2.2.5 Verificación del aislador.

Periodo Esperado (NCh2745, 2003) pág. 46

$$T = \sqrt[2]{\frac{4 * \pi^2 * W}{g * k_{h\ total}}}$$

$$T = \sqrt[2]{\frac{4 * \pi^2 * 1461.15}{9.81 * 653.34}}$$

$$T = 3\ seg$$

Carga Vertical Admisible

Pmax= 143.28 ton

Vmax= 5550 kN

$$143.28 * 9.81 < 5550$$

$$1405.58 < 5550\ kN$$

Rigidez horizontal máxima

kh=15.55 ton/m

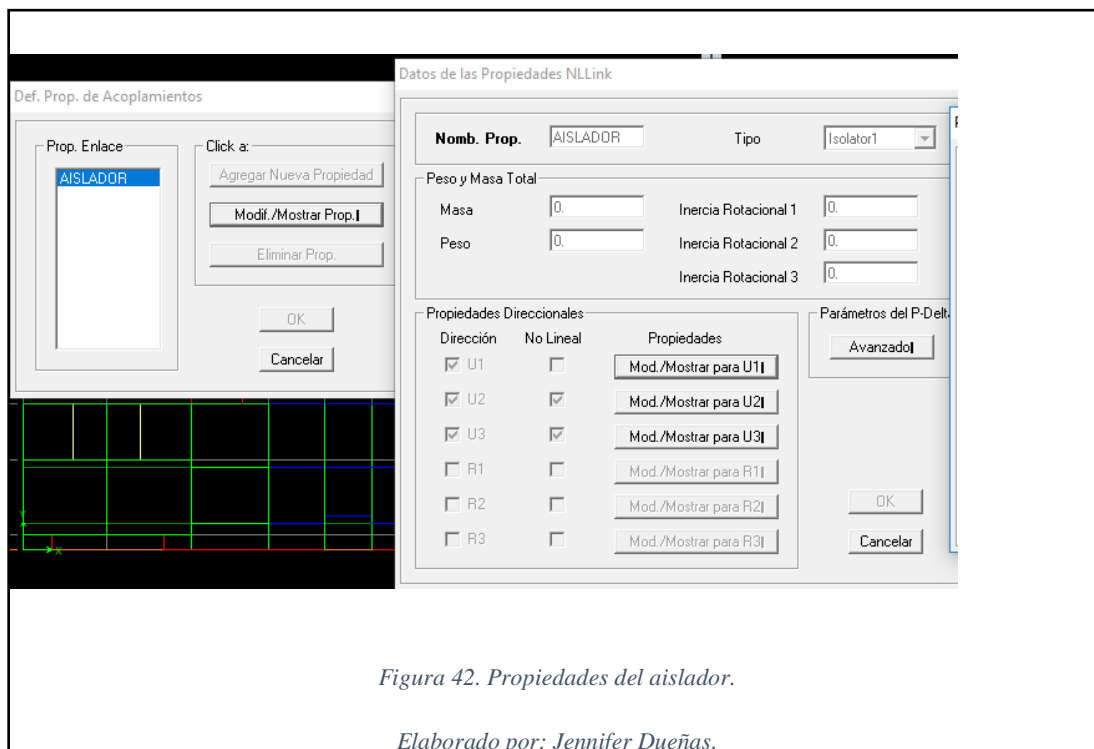


$k_r = 0.88 \text{ kN/mm}$

$$15.55 * \frac{9.81}{1000} < \frac{0.88 \text{ kN}}{\text{mm}}$$

$$0.152 < \frac{0.88 \text{ kN}}{\text{mm}}$$

### 6.2.2.6 Ingreso de datos con Etabs.



Para ingresar los datos al etabs se considera ciertas limitaciones del proyecto:

El proyecto está basado en el método lineal.

U1.- se debe ingresar los valores de la rigidez vertical 117873.29 kg/cm.

U2 y U3.- corresponde a la rigidez horizontal tanto en el sentido x como en y con un valor de 15.55 ton/m =155.5kg/cm.

#### Legenda | Legend

**HDS** (High Damping Soft)

$G=0,4\text{N/mm}^2 - \xi=10\%$

**HDN** (High Damping Normal)

$G=0,8\text{N/mm}^2 - \xi=10\%$

**HDH** (High Damping Hard)

$G=1,4\text{N/mm}^2 - \xi=16\%$

Figura 43. Valor de amortiguamiento.

Fuente: (Tecnologia Estructural Avanzada S.A & (tecnoav))

## Amortiguamiento

Prop. Direccionales NLLink		Prop. Direccionales NLLink	
Identif.		Identif.	
Nomb. Prop.	HDR45	Nomb. Prop.	HDR45
Dirección	U2	Dirección	U1
Tipo	Isolator1	Tipo	Isolator1
No Lineal	No	No Lineal	No
Propiedades Lineales		Propiedades Lineales	
Rigidez Efectiva	64.02	Rigidez Efectiva	371368.18
Amortiguamiento	4.08	Amortiguamiento	4.08
Localización de la Defor. por Cortante		Localización de la Defor. por Cortante	
Dist. desde el Borde-J	0.	Dist. desde el Borde-J	
OK	Cancelar	OK	Cancelar

Figura 44. Valores ingresados en Etabs.

Elaborado por: Jennifer Dueñas

Mode	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY
1	2.338253	99.2196	0.0190	0.0000	99.2196	0.0190	0.0000	0.0137	72.4325
2	2.329280	0.0191	99.9692	0.0000	99.2388	99.9882	0.0000	72.9153	0.0139
3	1.972010	0.7460	0.0002	0.0000	99.9848	99.9884	0.0000	0.0003	0.6188
4	0.227640	0.0138	0.0000	0.0000	99.9986	99.9884	0.0000	0.0011	26.0860
5	0.203054	0.0000	0.0114	0.0000	99.9986	99.9998	0.0000	26.8317	0.0009
6	0.147069	0.0000	0.0000	0.0000	99.9987	99.9998	0.0000	0.0002	0.0257
7	0.128140	0.0012	0.0000	0.0000	99.9999	99.9998	0.0000	0.0001	0.8006
8	0.106179	0.0000	0.0001	0.0000	99.9999	99.9999	0.0000	0.0496	0.0000
9	0.076004	0.0001	0.0000	0.0000	100.0000	99.9999	0.0000	0.0000	0.0032
10	0.071075	0.0000	0.0001	0.0000	100.0000	100.0000	0.0000	0.1659	0.0000
11	0.061794	0.0000	0.0000	0.0000	100.0000	100.0000	0.0000	0.0002	0.0011
12	0.044100	0.0000	0.0000	0.0000	100.0000	100.0000	0.0000	0.0000	0.0033

Figura 45. Modo de vibración

Elaborado por: Jennifer Dueñas.

#### 6.2.2.7 Reducción del cortante basal.

Al introducir el periodo de vibración de 2.34 segundos hará que el porcentaje del cortante basal reduzca.

Tabla 23. Reducción de Cortante Basal

MÉTODO ESTÁTICO			
DIRECCIÓN X:		DIRECCIÓN Y:	
Ta	2.340	Ta	2.340
Sa(Ta)	0.453	Sa(Ta)	0.453
I	1	I	1
Øp	0.90	Øp	0.90
Øe	0.90	Øe	0.90
R	2.00	R	2.00
Cv	0.280	Cv	0.280
k	1.865	k	1.865

Elaborado por: Jennifer Dueñas.

El porcentaje del cortante basal da como resultado 0.280 pero se multiplicara por el porcentaje de error del 38% obtenido en el capítulo 6.2.3.8.2.

$C_v = 0.28 * 1.38 = 0.386$  valor que será ingresado al etabs

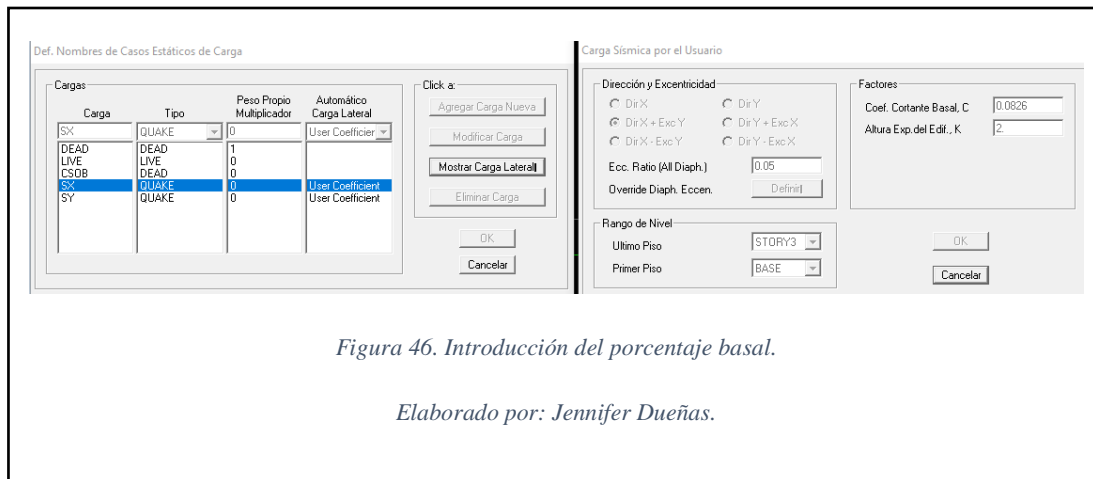


Figura 46. Introducción del porcentaje basal.

Elaborado por: Jennifer Dueñas.

Tabla 24. Fuerzas de Etabs corregido.

Pisos	Fuerzas en etabs
4	184.65
3	149.91
2	61.57
1	3.69
$\Sigma$	399.82

Elaborado por: Jennifer Dueñas

El coeficiente del cortante basal de la estructura sin aislador es 0.214, mientras que con aislador da como resultado 0.280, con el factor  $R=2$  que nos indica en la Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC-SE 2014).

## Control de Desplazamientos

Story	Diaphragm	Load	UX	UY
STORY3	D1	SX	272.9857	-0.0872
STORY3	D1	SY	0.3008	270.2364
STORY2	D1	SX	268.1449	-0.0588
STORY2	D1	SY	-1.8785	267.6038
STORY1	D1	SX	266.7558	-0.0218
STORY1	D1	SY	-1.2090	266.0121
BASE1	D1	SX	263.8965	0.0066
BASE1	D1	SY	-1.6678	263.7743

*Figura 47. Desplazamientos.*

*Elaborado por: Jennifer Dueñas.*

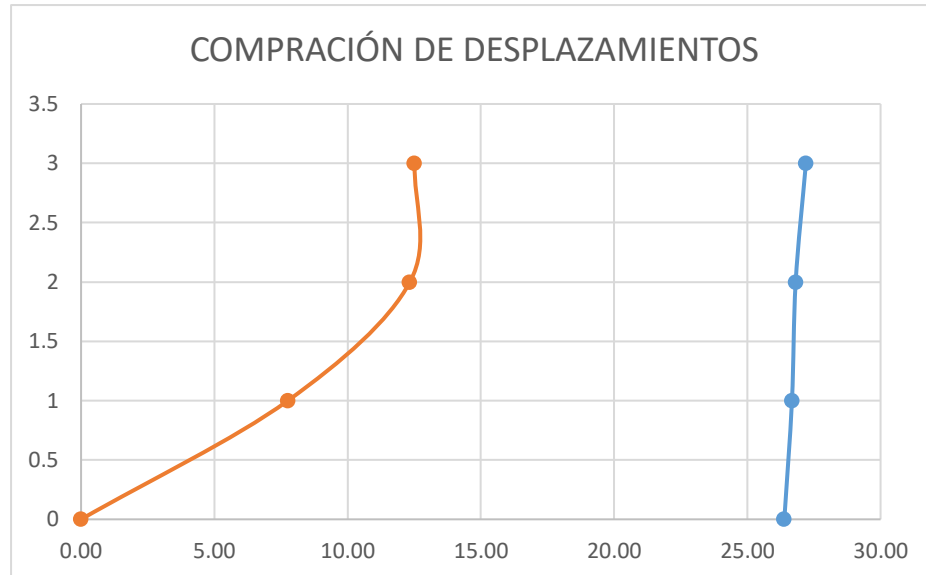
Que el desplazamiento obtenido es el 26.39cm en la base de la estructura, el catalogo nos da un desplazamiento máximo de 28cm cumpliendo con esta norma.

### 6.2.2.8 Comparación de desplazamiento con aislador y sin aislador sísmico.

Tabla 25. Comparación de Desplazamientos.

COMPARACIÓN DE DESPLAZAMIENTOS				
No PISOS	DESPLAZAMIENTO X		DESPLAZAMIENTO Y	
	CON AISLADORES	SIN AISLADORES	CON AISLADORES	SIN AISLADORES
3	272.0	12.52	270.24	8.25
2	268.1	12.34	267.60	8.25
1	266.8	7.76	266.01	5.37
0	263.9	0.00	263.77	0.00

Elaborado por: Jennifer Dueñas



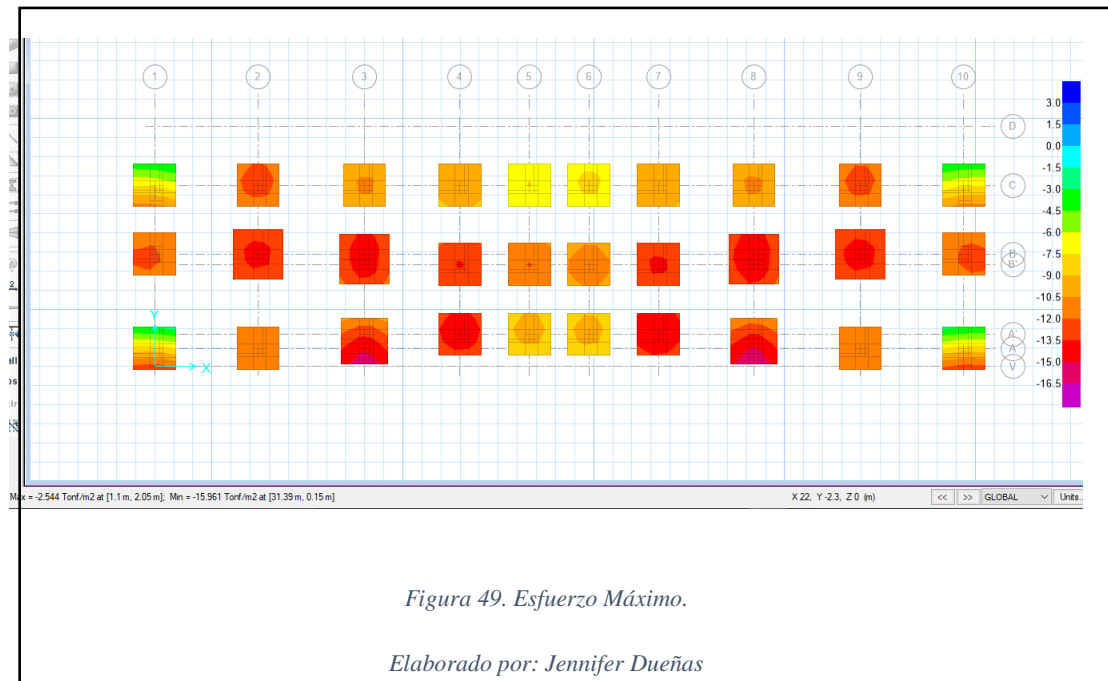
*Figura 48. Comparación de Desplazamientos.*

*Elaborado por: Jennifer Dueñas*

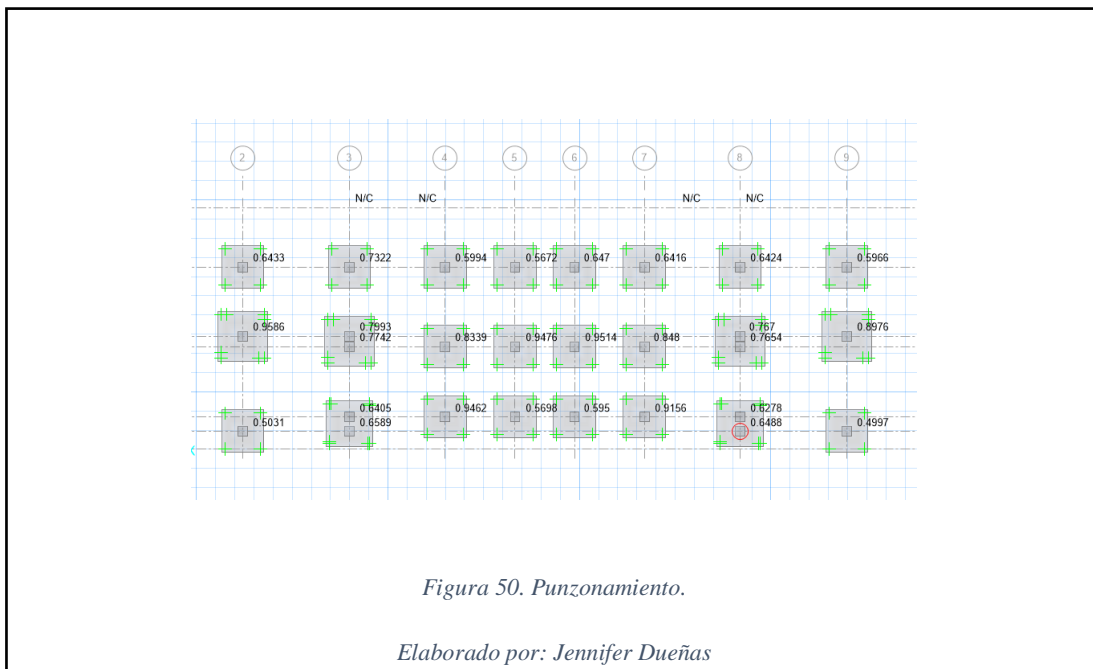
### 6.2.3 Diseño de la cimentación en Safe.

La reacción máxima de la estructura está en el eje B2 y B9 con 146 Ton.

El esfuerzo máximo es de 15.9 ton/m<sup>2</sup> es un valor aceptable y al incluir las cadenas de cimentación ayuda a bajar los esfuerzos admisibles.



El punzonamiento es el esfuerzo de aplastamiento que produce la columna a la zapata.



### **6.3 Presupuesto de la Estructura.**

#### **6.3.1 Estructura con cimentación tradicional.**

Los análisis de precios unitarios se mostraran en ANEXO VI detallando cada uno de los rubros de construcción en obra gris.

El área de construcción es de 1098,85m<sup>2</sup> y el costo total es de 196.193,46 dólares americanos dando un costo promedio por metro cuadrado de 178,55 dólares americanos.

#### **6.3.2 Estructura con aisladores sísmicos.**

Los análisis de precios unitarios se mostraran en ANEXO VI detallando cada uno de los rubros de construcción en obra gris.

El área de construcción es de 1098,85m<sup>2</sup> y el costo total es de 417.390,91 dólares americanos dando un costo promedio por metro cuadrado de 379,84 dólares americanos.



## **CAPÍTULO 7**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

- ❖ En la segunda alternativa con aisladores sísmicos se obtiene un periodo de vibración de 2.34 seg cumpliendo con lo recomendado de la norma chilena.
- ❖ La aceleración espectral sin aislador sísmico fue de  $S_a(T_a)=1.389$  (g) y con aisladores sísmicos es de  $S_a(T_a)=0.45$  (g) dando cumplimiento con el objetivo del aislador.
- ❖ El coeficiente de cortante basal sin aisladores es de 0.21 mientras que con aisladores sísmicos fue de 0.28 esto debido a que la Norma Ecuatoriana de la Construcción pone un factor de reducción menor de  $R=2$  para todo tipo de estructuras.
- ❖ Se recomienda realizar el estudio del proyecto Antalya con el método no lineal (Historia-Tiempo) para obtener resultados más confiables.
- ❖ La deriva de pisos en la estructura sin aisladores está dentro de lo permitido en la Norma Ecuatoriana de la Construcción con el máximo del 2%.
- ❖ Como se observa en la FIGURA 48 con aisladores no sufre desplazamientos entre pisos, toda la estructura se mueve uniformemente cumpliendo un desplazamiento máximo permitido del aislador HDS 450x136 con 28cm.

- ❖ El presupuesto entre cimentación convencional y con aislador sísmico tiene un porcentaje de incremento del 112%.
- ❖ Para el monitoreo de los aisladores sísmicos se crea un piso adicional en la base del proyecto para el mantenimiento respectivo durante su vida útil.

## CAPÍTULO 8

### BIBLIOGRAFÍA

ACI-318. (2008). Reglamento para Concreto Estructural.

Ecuasoil. (2016). Laboratorio de Mecánica de Suelos. Ecuador.

EncuestaA.R.R. (2012). Atacames, Ecuador.

Google. (julio de 2016). *Google Earth*. Obtenido de [www.google.com.earth](http://www.google.com.earth)

IGM. (2015). Instituto Geografico Militar. Atacames, Ecuador.

INEC. (2010). Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. *Censo*.

Marcelo, S. (2005). Analisis de Edificios con Aisladores Sísmicos mediante procedimientos simplicados. Valdivia-Chile.

Minas, D. G. (1982). Ministerio de Recursos Naturales y Energéticos. Atacames, Ecuador.

Municipio de Atacames. (01 de 01 de 2009). Caracterizacion Cantonal y Parroquial. Esmeraldas, Canton Atacames, Ecuador.

NCh2745. (2003). Norma de la Construcción Chilena. Chile.

Nch433. (2003). Norma de la Construcción Chilena. Chile.

NEC-SE-CG. (15 de diciembre de 2014). NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN. *Cargas No Sísmicas*.

NEC-SE-DS. (15 de diciembre de 2014). Norma Ecuatoriana de la Construcción. *Peligro Sísmico Diseño Sismo Resistente*.

Proaño-Jhonatan. (2014). Analisis y Diseño sísmico de un Edificio en acero con Aisladores Sísmicos, Modelamiento en el Etabs. Quito-Ecuador.

Tecnologia Estructural Avanzada S.A & (tecnoav), s. (s.f.). Catalago de los Aisladores Sísmicos. <http://www.tecnoav.cl/4-aisladores-sismicos-y-disipadores-sismicos/>.