



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

*FACULTAD DE INGENIERÍA*

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Diseño estructural de una torre metálica autosoportada de 160m de altura con miradores y su incidencia en el impacto turístico en el Parque de la Exposición, Lima-2018”

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

MAGNO FELIPE SÁENZ LÓPEZ

**ASESOR:**

MG. ING. LUIS ALBERTO VARGAS CHACALTANA

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

DISEÑO SÍSMICO Y ESTRUCTURAL

LIMA — PERÚ

2018

## PÁGINA DEL JURADO



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO DE LIMA

### DICTAMEN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 295-2018-2 UCV-LIMA NORTE/ING

El Presidente y los miembros del Jurado Evaluador de Tesis designado con **RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 1577/EP/ING.CIVIL.UCV LIMA** de la Escuela de Ing. Civil, dictaminan:

#### PRIMERO.

Aprobar por sobresaliente (Pasará a publicación)	: 18 - 20 puntós	( )
Aprobar por unanimidad	: 14 - 17 puntos	( )
Aprobar por mayoría	: 11 - 13 puntos	(+)
Desaprobar	: 0 - 10 puntos	( )

La Tesis denominada " **DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA TORRE METÁLICA AUTOSOPORTADA DE 160 M DE ALTURA CON MIRADORES Y SU INCIDENCIA EN EL IMPACTO TURÍSTICO EN EL PARQUE DE LA EXPOSICIÓN, LIMA-2018** " presentado por el (la) estudiante **SAENZ LOPEZ, MAGNO FELIPE**

SEGUNDO. Que la calificación obtenida en la sustentación de la Tesis por el (la) estudiante es como corresponde:

Apellidos y Nombres	Calificación en números	Calificación en letras
SAENZ LOPEZ, MAGNO FELIPE	13	trece

Los Olivos, 18 de diciembre del 2018

Presidente(a): MAG. SUSY GIOVANA RAMOS GALLEGOS  
Nombre Completo

Secretario(a): MAG. LUCAS LUDEÑA GUTIERREZ  
Nombre Completo

Vocal: MAG. LUIS VARGAS CHACALTANA  
Nombre Completo

Firma  
Firma  
Firma



## **Dedicatoria**

Primeramente le agradezco a DIOS, por ser mí guía espiritual, por guiarme en cada paso de mi vida, por darme la dicha de tener una gran familia, por permitirme culminar otra meta.

En segundo lugar a mis padres, que aunque no están físicamente siempre están presente en mi vida.

Asimismo agradecer a mi esposa Gloria e hijos por apoyarme y comprenderme.

¡Gracias!

## **Agradecimientos**

A todos los amigos que conocí en las aulas de la universidad y que me hicieron sentir un compañero más en el logro de nuestras metas.

Así mismo a los profesores que me brindaron su amistad y que fueron pilares en el logro de esta nueva profesión.

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

### DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Magno Felipe Sáenz López con DNI N° 07246244, en la senda de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de INGENIERÍA, Escuela Profesional de INGENIERÍA CIVIL, declaro bajo juramento que los documentos que se adjuntan son fidedignos.

Asimismo, indico bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces. En el caso que hubiera falta, omisión o falsedad asumo los correspondientes procesos investigativos y sanciones de acuerdo a las normas internas de la Universidad.

En concordancia, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, con las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 28 de junio del 2019

  
Magno Felipe Sáenz López  
D.N.I. N° 07246244

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada: “Diseño estructural de una torre metálica autosoportada de 160m de alturas con miradores y su incidencia en el impacto turístico en el Parque de la Exposición, Lima 2018”, la misma que somete a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniera Civil.

Magno Felipe Sáenz López

## ÍNDICE

PÁGINA DEL JURADO .....	ii
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTOS .....	iv
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD .....	v
PRESENTACIÓN .....	vi
ÍNDICE .....	vii
ÍNDICE DE TABLAS .....	x
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xii
RESUMEN.....	1
I. INTRODUCCIÓN.....	3
1.1 Realidad Problemática.....	3
1.2 Trabajos Previos.....	4
1.2.1 Antecedente Internacionales .....	4
1.2.2 Antecedentes Nacionales .....	9
1.3. Teorías Relacionadas al Tema .....	12
1.3.1 Análisis Estructural.....	12
1.3.2. Modelo Estructural .....	12
1.3.3 Etapas del Diseño Estructural .....	14
1.3.4 Resistencia de Materiales.....	15
1.3.5 Tipos de Cargas Estructurales .....	15
1.3.6 Normas Técnicas para Cálculos y Diseño Estructural de Torre Metálicas.....	16
1.3.6.1 Normas Internacionales.....	16
1.3.6.2 Normas Nacionales.....	16
1.3.7. Softwares de Diseño y Modelamiento .....	16
1.3.7.1 Autocad.....	16
1.3.7.2 Ms Tower.....	17
1.3.7.3 SAP2000.....	17
1.3.8 Generalidades de la Norma ANSI/TIA 222-G empleada en el Diseño Estructural de la Torre Autosoportada de 160 m de Altura.....	18
1.3.8.1 La Velocidad del Viento (V).....	18
1.3.8.2 El Factor Probabilidad de Dirección de Viento (Kd).....	18
1.3.8.3 El Factor de Importancia (I).....	18

1.3.8.4 Categoría de Exposición y Coeficiente de Presión de Velocidad (KZ).....	19
1.3.8.5 El Factor Topográfico ( $K_z$ ).....	21
1.3.8.6 El Factor de Ráfaga de Viento (Gh).....	23
1.3.8.7 Diseño de Carga de Viento.....	24
1.3.8.8 Diseño de Fuerza de Viento en Estructura ( $F_{ST}$ ).....	24
1.3.8.9 Diseño Fuerza de Acero Estructural.....	25
1.3.8.10 Miembros de Compresión.....	30
1.3.8.11 Diseño de Fuerza de Compresión.....	32
1.3.8.12 Miembro de Tensión.....	35
1.3.8.13 Carga Sísmica .....	37
1.3.9 Turismo .....	40
1.3.9.1 Impacto del Turismo en el Sector Económico	40
1.3.9.2 Turismo Social.....	40
1.3.9.3 Turismo Cultural.....	41
1.4. Formulación del Problema.....	41
1.4.1 Problema General .....	41
1.4.2 Problemas Específicos .....	41
1.5. Justificación del Estudio .....	42
1.6 Hipótesis .....	43
1.6.1 Hipótesis General .....	43
1.6.2 Hipótesis Específicas .....	43
1.7 Objetivos de la Investigación.....	44
1.7.1 Objetivo General .....	44
1.7.2 Objetivos Específicos .....	44
II. MÉTODO .....	45
2.1 Diseño de la Investigación.....	45
2.1.1 Tipo de Investigación .....	45
2.1.2 Nivel de la Investigación .....	45
2.1.3 Enfoque de Investigación.....	45
2.1.4 Diseño de la Investigación .....	46
2.2 Variables, Operacionalización .....	46
2.2.1. Variable Independiente .....	47
2.2.2 Variable Dependiente .....	47



2.3 Población y Muestra.....	50
2.3.1 Población.....	50
2.3.2 Muestra .....	50
2.3.3 Muestreo .....	51
2.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos, Validez y Confiabilidad .....	52
2.4.1 Técnicas de Recolección de Datos .....	52
<b>2.4.1.1. Revisión Documental.....</b>	<b>52</b>
<b>2.4.1.2 Observación Directa.....</b>	<b>52</b>
<b>2.4.1.3 Entrevistas Estructuradas</b>	<b>52</b>
2.4.2 Instrumentos de Recolección de Datos.....	53
<b>2.4.2.1 Fichas Técnicas.....</b>	<b>53</b>
<b>2.4.2.2 Reportes de Software del Análisis Estructural</b>	<b>53</b>
<b>2.4.2.3 Tolerancia Según las Normas Técnicas</b>	<b>53</b>
2.4.3 Validez y Confiabilidad .....	53
<b>2.4.3.1 Validez.....</b>	<b>54</b>
<b>2.4.3.2 Confiabilidad.....</b>	<b>55</b>
2.5 Métodos de Análisis de Datos.....	55
2.6 Aspectos Éticos .....	55
III RESULTADOS.....	57
3. Diseño estructural de la Torre de 160 metros de altura con miradores.....	57
3.1 Objetivo .....	57
3.2 Ubicación .....	57
3.3 Proyecto .....	58
3.4 Cálculos Analíticos del Diseño Estructural de una Torre Autosoportada de 160 m..	59
3.4.1 Cálculos de Parámetros para Diseño de la Fuerza del Viento .....	59
3.4.2 Cálculo de las Fuerzas que Actúan Sobre la Estructura de la Torre .....	60
3.4.3 Análisis estructural con el programa Sap 2000 v19.2.1 .....	65
IV. DISCUSIÓN.....	80
V. CONCLUSIONES.....	82
VI. RECOMENDACIONES.....	83
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	86
VIII. ANEXOS .....	91

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Tensión de Rotura en kg/cm <sup>2</sup> del Acero.....	15
Tabla N° 2. Tabla 2-2. Factor de probabilidad de dirección del viento .....	18
Tabla N° 3: Tabla 2.3 Factor de importancia .....	19
Tabla N° 4. Tabla 2.1 Clasificación de la Estructura.....	19
Tabla N° 5: Tabla 2-4 Coeficiente de Categoría de exposición .....	20
Tabla N° 6: Tabla 2-5 Categoría de coeficiente Topográfico .....	23
Tabla N° 7: Tabla 2-6 Factores de dirección del viento .....	24
Tabla N° 8: Tabla 4-1 Reforzar la resistencia requerida para los miembros de la pierna. ..	27
Tabla N° 9: Tabla 4-2 Resistencia mínima requerida en los puntos del panel.....	28
Tabla N° 10: Tabla 4-3 Relaciones de Esbeltez Efectiva para los Miembros de la Pierna..	31
Tabla N°11: Tabla 4-4 Relaciones de esbeltez efectiva para miembros de arriostramiento	32
Tabla N° 12: Tabla 4-8 Tensión de rendimiento efectiva para miembros tubulares .....	34
Tabla N° 13: Tabla 2-9 Irregularidades estructurales .....	37
Tabla N° 14: Tabla.....	38
Tabla N° 15. Operacionalización de variable.....	48
Tabla N° 16. Continuación.....	49
Tabla N° 17. Ecuaciones estadísticas para determinar la muestra.....	50
Tabla N° 18. Rangos y magnitudes de validez.....	54
Tabla N° 19. Coeficiente de validez por juicio de expertos.....	54
Tabla N° 20. Rango y magnitudes de confiabilidad .....	55
Tabla N°21: Calculo de $\xi$ (Relación de solidez) .....	59
Tabla N°22. Resultado de $K_z$ .....	61
Tabla N°23. Categoría de coeficiente Topografico .....	61
Tabla N°24. Tabla 2-2. Factor de probabilidad de dirección del viento .....	62
Tabla N° 25. Tabla 2-1 Clasificación de la Estructura .....	62
Tabla N° 26: Tabla 2-3 Factor de importancia .....	62
Tabla N° 27: Calculo de $q_z = (0.613) (K_z) (K_d) (V^2) I$ .....	63
Tabla N° 28: Calculo de $(EPA)_s$ $(EPA)_s = C_f [D_f \sum A_f]$ .....	64
Tabla N° 29: Calculo de la fuerza de viento sobre la estructura metálica de la torre:.....	64
FST = $(q_z) (G_h) (EPA)$ .....	64

Tabla N° 30: Calculo de la fuerza de viento sobre la estructura metálica de la torre y los nodos:  $F_{nodo} = F(st)N^{\circ}de\ nodos / (tramos)$  (kg-f).....64  
Tabla 31. Matriz de consistencia .....92

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Torre de Paris.....	5
Figura 2: Torre de Tokio .....	6
Figura 3: Torre de Jaume I .....	8
Figura 4: Mirador de Nazca.....	11
Figura 5: Ubicación de torre en terreno llano.....	21
Figura 6: Ubicación de torre en cresta .....	21
Figura 7: Ubicación de torre en una colina .....	22
Figura 8 Ubicación de torre en una cuchilla.....	22
Figura 9: Parque de la Exposición de Lima .....	57
Figura 10: Mapa Ubicación del Parque de la exposición.....	58
Figura 11: Vista tridimensional de la estructura.....	65
Figura 12: Características del acero usado para el análisis. ....	65
Figura 13: Código de diseño y verificación de los miembros estructurales.....	66
Figura 14: Patrones de carga usados para el análisis. ....	66
Figura 15: Combinación de carga 1.4-1 de acuerdo a la norma E-0.90.....	67
Figura 16: Combinación de carga 1.4-2 de acuerdo a la norma E-0.90.....	67
Figura 17: Combinación de carga 1.4-4 de acuerdo a la norma E-0.90.....	67
Figura 18: Combinación de carga 1.4-4 de acuerdo a la norma E-0.90.....	68
Figura 19: Combinación de carga 1.4-4 de acuerdo a la norma E-0.90.....	68
Figura 20: Combinación de carga 1.4-4 de acuerdo a la norma E-0.90.....	68
Figura 21: Cargas debido al peso de las plataformas aplicadas a la torre.....	69
Figura 22: Asignación de carga de plataforma al modelo.....	69
Figura 23: Cargas de viento aplicadas a los nodos de la estructura.....	70
Figura24: Valores del parámetro C según norma E-030.....	71
Figura 25: Mapa de microzonificación sísmica para el los distritos de lima según CISMID-UNI.....	71
Figura 26: Periodo vs. Pseudo Aceleració .....	72
Figura 27: Modos de vibración de la estructura y valores del periodo. ....	73
Figura 28: valores de desplazamiento y rotación debido a la carga de viento. ....	73
Figura 29: Cuadro con los valores de desplazamiento y rotación en los ejes X, Y y Z.....	74
Figura 30: Verificación de desplazamiento y rotación. ....	74
Figura 31: valores de desplazamiento y rotación debido a la carga sísmica. ....	75

Figura 32: Cuadro con los valores de desplazamiento y rotación en los ejes X,Y y Z.....	75
Figura 33: Características del perfil considerado. ....	76
Figura 34: Valores de carga axial debido a la envolvente de combinaciones. ....	77
Figura 35: Características del perfil considerado. ....	78
Figura 36: Valores de compresión obtenido para el perfil considerado. ....	79

## RESUMEN

Para la investigación titulada: “Diseño estructural de una torre metálica autosoportada de 160 m de altura con miradores y su incidencia en el impacto turístico en el Parque de la Exposición de Lima-2018”. El objetivo del presente proyecto es presentar el diseño estructural de una torre metálica autosoportada tipo Eiffel de 160 m de altura con miradores turísticos para el parque de la exposición, con miras a desarrollar el turismo en general en la ciudad de Lima, además incitar a los ingenieros Civiles del país a utilizar sus conocimientos referentes a las megas construcciones, de esta manera contribuir al desarrollo del sector industrial.

La investigación fue de tipo aplicada, con un nivel correlacional, basado en un diseño no experimental, el cual se llevara a cabo como descriptivo-correlacional. Como instrumento de recolección de datos, se utilizaron fichas de registro de datos; donde su validez y confiabilidad fue determinada a través de un juicio de expertos. Para elaborar el diseño propuesto se empearon cálculos y la norma ANSI/TIA 222-G además del programa Sap-2000.

La investigación concluyo: que el diseño estructural de la torre metálica autosoportada de 160m de altura tipo Eiffe, con sus miradores y expuesto a una velocidad de diseño mínima de 75 Km/hora, cumple con las exigencias límite de tolerancia que establecen las normas ANSI/TIA 222-G y RNE en lo referente a la deflexión y torsión de la estructura de la torre, así como la resistencia de diseño de sus miembros estructurales en tracción y compresión.

**Palabras clave:** Diseño estructural, impacto turístico.

## **ABSTRACT**

For the research titled: "Structural design of a self-supporting Eiffel tower of 160 m. Of height with viewpoints and its incidence in the tourist impact in the Exhibition Park of Lima-2018 ". The objective of the present project is the structural design of a 160 meters high self-supporting Eiffel tower with tourist lookouts for the exhibition park, with the aim of developing tourism in general in the city of Lima, as well as encouraging civil engineers of the country to use their knowledge in large buildings, as well as in the industrial development of the sector.

The research was of an applied type, with a correlational level, based on a non-experimental design, which will be carried out as descriptive-correlational. As a data collection instrument, data record cards are used; Where its validity and reliability was determined through an expert judgment. To design the design, they have been optimized and the ANSI / TIA 222-G standard in addition to the Sap-2000 programs.

The investigation concluded: that the structural design of the self-supporting metal tower of 160m of standard height, with its viewpoints and a minimum design speed of 75 km / hour, meets the requirements of tolerance limits that the ANSI / TIA 222- G and RNE is what refers to the definition and torsion of the structure of the tower, as well as the resistance of the design of its members in handling and compression.

# **I. INTRODUCCIÓN**

## **1.1 Realidad Problemática**

En un mundo tan convulsionado por los cambios, las naciones buscan impulsar su desarrollo explotando todas las actividades que ayuden a su crecimiento social, cultural y económico. Entre estas actividades se encuentra el turismo, puesto que por medio de su correcta explotación se pueden obtener numerosos beneficios. En este sentido, los principales ejecutivos e inversionistas de los países toman en consideración este sector a la hora de preparar sus presupuestos anuales. Por esta razón, hoy día se pueden observar mega estructuras, es decir, trabajos de construcciones fuera de lo normal que deslumbran a la población mundial, pues retan a la naturaleza con ayuda de las tecnologías a fin de crear estructura con mejores fachadas y sobre todo preservando la seguridad de los usuarios.

Con el fenómeno de la transculturización Sur América se ha convertido en una parte del continente con un gran flujo de visitantes de todo el mundo, esto gracias a sus bellezas naturales, además que se encuentran dos (2) de las siete (7) maravillas del mundo, como lo son el Cristo Redentor en Brasil y las Ruinas de Machu Picchu en Perú. Cabe destacar, que en el Perú la economía ha gozado de un auge debido a la inversión del capital extranjero, además del apoyo de la inversión estatal en infraestructura, por esta razón se ha empezado a considerar otras áreas para invertir en el sector turístico. En este sentido, aparece la ingeniería civil como una rama que brinda múltiples opciones para realizar construcciones que capten la atención de los diferentes turistas y además brinden beneficios a la sociedad donde son implementadas, ya que los ingenieros pueden y deben acoger una perspectiva creativamente activa, a fin de ayudar a crear diseños que contribuya al desarrollo global.

Consecuentemente, la finalidad de esta investigación es la realización del diseño de una torre metálica autosoportada de 160 m de altura con miradores que se elevara en las inmediaciones del Parque de la Exposición, el cual es muy conocido y visitado en la ciudad de Lima con el objetivo de incidir en el turismo, dentro de la capital del país; Todo esto se lograra a través de las herramientas que facilita la ingeniería civil en el diseño de estructuras que permiten explotar los espacios atrayentes y de mayores actividades sociales



de la ciudad en pro de impulsar su desarrollo social y económico, generando una construcción de identidad pertinente al lugar, además de brindarle al público en general espacios naturales y urbanizados en los cuales puedan recreacionarse.

Esta propuesta vendrá a convertirse en un medio para llevar la modernidad a los habitantes del Perú, tomando en consideración que se apertura un nuevo espacio enfocado al bienestar del hombre. Tomando en cuenta que el turismo es tanto como para personas extranjeras como locales, de igual forma este tipo de construcciones genera una identidad y sentido de pertenencia para su propia ciudad, puesto que, representa modernismo y crecimiento económico.

En concordancia con lo anterior, se pretende captar la atención de la población en general para que apoye la construcción de este monumento que pasaría a identificar a la ciudad de Lima. Con el objeto de utilizar los nuevos conocimientos que se tienen en el área de ingeniería civil, así aprovechar las técnicas necesarias para el diseño armónico de una torre autosportada de 160 m de altura con miradores turístico, a fin de conocer su incidencia en el impacto turístico de la población Limeña. Por lo tanto, se evidencia la necesidad de realizar este estudio con la finalidad de determinar las posibilidades de su construcción, a fin de convertir al Perú en el primer país de sur América en implementar este tipo de construcciones, proporcionando a Lima una obra civil ostentosa que a su vez impulsara las actividades turísticas y culturales que revaloren el patrimonio cultural de la nación.

## **1.2 Trabajos Previos**

### **1.2.1 Antecedente Internacionales**

El Doctor Arquitecto López, de la Universidad de La Coruña en su artículo titulado “La torre Eiffel: la construcción de un coloso” describe cómo nació la torre Eiffel, reseñando que fue inaugurada en el año 1889 para el centenario de la Revolución Francesa, para la exposición Universal. Hoy día es un símbolo de evolución industrial tecnológico de la Francia del tiempo pasado, en cual se destaca que fue el primer edificio más alto de la historia. Haciendo mención como realizaron el diseño empírico de esta torre:

En primera instancia, los ingenieros estaban preocupados en como impedir el volcamiento de la torre; esto se consiguió con el trazado campaniforme de 4 pilares, los que la hacen suficientemente estable. El peso de 7.341 toneladas de la torre quedó muy bien asentada. En segunda instancia, se trataba de evitar la deformación excesiva de la torre como consecuencia de la solicitación del viento, para esto se debería tener una gran rigidez. Para llegar a esto se recurrió a ejecutar dos acciones: conectar los 4 grandes pilares que tiene la torre usando una viga grande de celosía a la altura de la primera planta además de una triangulación.

La torre de Eiffel tiene como estructura básica a un cuadrilátero triangulado. Los cuatro pilares que sostiene a la están constituidos por 28 de estos cuadriláteros, cuya medida varia de 6 a 11 metros de lado, en el tramo hasta la planta primera, a 57,63 metros de altura, se cuentan cuatro. Así, con este sistema se consigue rigidizarla contra el viento casi en su totalidad. Horizontalmente, se puede medir una oscilación de extrema 7 centímetros en la cúspide; esto supone que hay una relación de  $1/4285$  con respecto a la altura, lo que es bastante inferior a lo usual en edificaciones de altura, que por lo general es superior a  $1/1000$  (National Geographic España, 2017, p.2).

En consecuencia, la Torre Eiffel representa el mayor antecedente para esta investigación, pues la propuesta es diseñar una torre de este tipo, reforzando la idea que la torre puede ser hermosa estéticamente, gracias a que se puede desnudar la estructura y convertirla en el notable elemento de admiración por la sociedad. De igual manera la construcción de una torre de este tipo, les permitiría a los visitantes internos y externos, ver la majestuosidad de Lima desde sus realidades.



*Figura 1: Torre de Paris*  
(Fuente: National Geographic España (2017))

La revista electrónica Gremium (2016), expone lo siguiente en su artículo respecto a la” Historia y simbolismo en el Japón contemporáneo”:

Torre de Tokio y el Skytree de Tokio son los dos puntos de referencia más reconocibles en el horizonte de la capital de Japón. [...] Se ha encontrado que, con más de medio siglo de existencia, la Torre de Tokio representa a la exitosa sociedad japonesa de la posguerra, mientras que en solo cinco años, el Tokyo Skytree se ha convertido en un símbolo del espíritu nacional japonés y la capacidad de recuperación en una era de múltiples crisis. Ambas torres de transmisión son retratadas regularmente en medios japoneses vinculados a narraciones de romance, sueños, familia y comunidad. Además, mejorado por su iluminación especial en la noche, (2016, p. 11)

Este artículo presenta como surgieron estos grandes símbolos en la ciudad de Tokio. Explicando en primer lugar que la torre de Tokio se inspiró en la Torre Eiffel. Asimismo que el Arquitecto encargado del diseño es recordado por su planteamiento puesto que su concepción se basaba no solo en construir una torre que emitiera electricidad, sino crear una fuente de turismo, ya que dicha obra permitiría a la personas admirar la belleza de la país desde sus dos plataforma. Por su parte la Tokyo Skytree tiene un diseño neo-futurista inspirada en la estética arquitectónicas.



*Figura 2: Torre de Tokio  
(Fuente: Gremium (2016))*

En conclusión, dicho artículo representa un antecedente para esta investigación, puesto que expresa la importancia de poseer un símbolo como lo es diseñar para su posterior

construcción una torre de esta magnitud, puesto que incita a todas las personas a tener confianza en nuestro futuro y sobre todo en los profesionales de ingeniería civil de estos tiempos, ya que además de apreciar la magnífica vista que ofrece nuestra Ciudad desde un solo sitio, impulsara a la creación de mega construcciones de otras índoles.

Marazita y Tito (2008) en su trabajo que lleva por título: Propuesta para la creación de un mirador turístico en el “Cerro el Tablazo” del Canton Santa Elena para contribuir con el desarrollo sostenible del destino. Tesis para optar el grado académico de Licenciada en Turismo, Escuela Superior Politécnica del Litoral. La investigación antes mencionada es de tipo descriptivo con un diseño de campo, permitiendo obtener una información más relevante sobre lo que representa los miradores y su impacto en el turismo. Con esta, investigación se pretende evitar que el “Cerro El Tablazo” desaparezca, puesto que la implementación de esta propuesta favorecerá al turismo sostenible del lugar, con el objeto de desarrollar esta zona, ofreciendo a los visitante una nueva forma de recrearse. Para obtener la muestra accesible se utilizó el principio de Enrique Bigne para un total de 68 personas mayores de 18 años. Mediante las encuestas y entrevistas que se aplicaron se concluyó:

- La población está de acuerdo con la creación del proyecto. Además este proyecto es viable puesto que cuenta con los medios disponibles para su ejecución.
- El estudio ambiental arrojo que las antenas no afectaran a las personas que visiten el lugar.
- De realizarse este proyecto impulsara el turismo sostenible en el destino, gracias a las bondades que ofrecerá el sitio a los visitantes.

Arrondeau, (2012). En su proyecto de investigación titulado: “Análisis estructural de edificios del siglo XX: Torre Jaume I”. Proyecto final de carrera, Universidad Politécnica de Cataluña. La investigación tiene el objetivo de presentar el estudio estructural que muestre las secciones de barras empleadas para la construcción de la Torre Jaume y no a justificar la forma y la arquitectura. Con esta, investigación se realizó una comprobación mediante cálculos de los esfuerzos soportados por las unidades estructurales que forman la estructura y de esta forma conocer cuánto resisten las secciones y verificar su pandeo, con todo esto se

obtuvo los materiales necesarios para la construcción de la estructura principal de la Torre Jaime I. Por lo cual se concluye lo siguiente:

- El estudio arrojó gracias los métodos actuales que existente un riesgo de pandeo en la parte II-4 de la torre. Sin embargo, se debe minimizar puesto que la modelización de la estructura no manifiesta puntualmente la realidad.
- Las barras utilizadas para la torre son compuestas de un enrejado que accede conseguir una alta resistencia de la barra, de esta manera minimizar el peso propio y la superficie resistente frente al viento.
- Asimismo, las uniones no son rotulas perfectas lo que minimiza el riesgo de pandeo de las barras.



*Figura 3: Torre de Jaime I  
(Fuente: Gremium (2016))*

En conclusión, se utilizará este proyecto como base y guía para proyectar los mantenimientos que se le pueden realizar a la estructura en el futuro, a fin de que se convierta en una obra que perdure en el tiempo y que además pueda utilizarse.

Marazita y Tito (2008) en su trabajo que lleva por título: Propuesta para la creación de un mirador turístico en el “Cerro el Tablazo” del Canton Santa Elena para contribuir con el desarrollo sostenible del destino. Tesis para obtener el grado académico de Licenciada en

Turismo, Escuela Superior Politécnica del Litoral. La investigación antes mencionada es de tipo descriptivo con un diseño de campo, permitiendo obtener una información más relevante sobre lo que representa los miradores y su impacto en el turismo. Con esta, investigación se pretende evitar que el “Cerro El Tablazo” desaparezca, puesto que la implementación de esta propuesta favorecerá al turismo sostenible del lugar, con el objeto de desarrollar esta zona, ofreciendo a los visitantes una nueva forma de recrearse. Para obtener la muestra accesible se utilizó el principio de Enrique Bigne para un total de 68 personas mayores de 18 años. Mediante las encuestas y entrevistas que se aplicaron se concluyó:

- La población está de acuerdo con la creación del proyecto. Además este proyecto es viable puesto que cuenta con los medios disponibles para su ejecución.
- El estudio ambiental arrojó que las antenas no afectarían a las personas que visiten el lugar.
- De realizarse este proyecto impulsaría el turismo sostenible en el destino, gracias a las bondades que ofrecerá el sitio a los visitantes.

### **1.2.2 Antecedentes Nacionales**

Aguirre (2017) presenta la tesis “Diseño de una Torre Autosoportada Triangular de 60 Metros Portadora De Antenas”, para obtener el grado académico de Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Piura. Esta investigación tuvo como objetivo general Diseñar una Torre Autosoportada mediante un método para el análisis y diseño estructural cumpliendo con las normas TIA/EIA-222-F que certifique la integridad estructural a fin de evitar colapsos. Llegando a las siguientes conclusiones:

- El diseño de la torre propuesta sigue los límites que no excedan las condiciones de resistencia y las deformaciones.
- De igual manera, se cumplió con la revisión de diseños y pernos de anclajes de la estructura a la cimentación de concreto, aunado de los resultados y lineamientos apropiados para el diseño de la zapata.

En conclusión, el aporte de dicha investigación radica en que utilizará a la hora de realizar el apartado de teoría relacionada al tema, asimismo las normas aplicadas al diseño de su investigación a fin de establecer comparación con la norma ASI/TIA-222G.

Rivera (2015) en la tesis titulada “Diseño de una Torre Autosoportada de Telecomunicaciones de 120 Metros de Altura Mediante la Norma ANSI/TIA-222-G”. Tesis que llevo a obtener el grado académico de Ingeniero Civil, Universidad Nacional de Ingeniería. Esta investigación es de tipo descriptivo puesto que pretende realizar un estudio sobre las teorías relacionadas la construcción de una torre, y un diseño de campo que permitió tomar un conocimiento sobre las diferentes torres que se pueda elegir para el lugar de estudio. Además, se empleó cálculos matemáticos considerando los conceptos teóricos en relación a la eficacia del servicio. En este estudio se realizaron el diseño estructural con todos los cálculos concernientes a la torre autosoportada de 120 metros. Proporcionando las siguientes conclusiones:

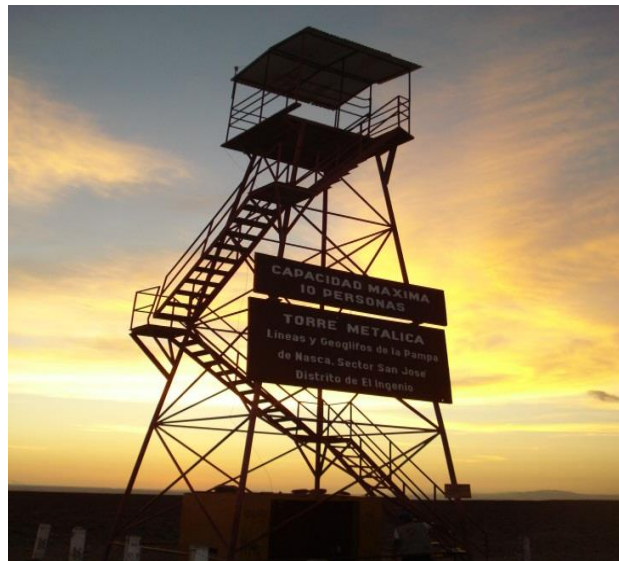
- La geometría en conjunto con los perfiles angulares considerados en dicha investigación cumple con la normas ajustados a la velocidad del viento 100 km/h
- El uso de los programas Ms Tower, Risa Tower y SAP 2000, facilitaron en gran medida el diseño, ahorrando tiempo en los cálculos, así lograr un pre diseño
- Un factor determinante a fin de poder controlar los desplazamientos en la parte superior de la torre es la apertura de las patas (parantes).

En conclusión, la investigación mencionada se basó en los principios matemáticos para el cálculo de las cargas a soportar y del diseño estructural de la torre, de igual forma se consideran las normas de trabajo y su aplicación en el diseño de la torre autosoportada en estudio.

La revista electrónica mazulagia.com en Artículo escrito por Xalabarde, concerniente a “las líneas de Nazca” expone lo siguiente en unos de sus párrafos referente como los visitantes pueden observar este gran enigmas de la arqueología como son las líneas de Nazca, anteriormente la única manera para poder visualizarlas era sobrevolarlas a 1500 pies de altitud, y de esa manera observar con claridad las Líneas de Nazca, o la segunda opción es subir al mirador de la Torre de la Asociación María Reiche a través del cual se pueden observar dos figuras que son: el árbol y las manos (Mazulagia.com , 2006, p.4)

Es importante resaltar, que la construcción de este mirador metálico se hizo con el fin de promover el turismo interno, puesto que no todas las personas pueden sobrevolar las líneas por su costo. Ocasionando que no exista tanta afluencia de turista aun cuando las Líneas de

Nazca son un lugar único en el mundo, puesto que rodean la pampa del Perú y datan de la 300 a.C y el 900 d.C.



*Figura 4: Mirador de Nazca  
(Fuente: Revista mazulagia.com (2006))*

En consecuencia, el aporte de este artículo es propicio, ya que indica la importancia de fomentar el turismo tanto para las personas nacionales y extranjeras a fin de conocer las maravillas del entorno que lo rodeos.

Tasaico (2015) en su investigación “Análisis y Diseño de un Edificio Alto de Acero”. Tesis que lo llevo a obtener el título de ingeniero civil en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. El objetivo principal es el analizar y diseñar un edificio de acero, empleando los enunciados que estipula el diseño Norteamericano. Proporcionando las siguientes conclusiones:

- Las estructuras de acero poseen un comportamiento estable cuando las características del material se emplean al máximo.
- se comprobó que la estructuración de aceros puede aligerar la carga por su propio peso con respecto al concreto.
- Otro de los aportes de esta investigación fue que el arriostramiento genera la carga de diseño a la placa de base por lo cual se determinó que la inestabilidad es general.



El aporte de esta investigación es significativo, puesto que servirá como ayuda para la realización de las bases teóricas.

### **1.3. Teorías Relacionadas al Tema**

El diseño de una torre autoportada de 160 metros de altura con miradores, tomará como referencia a la torre de Eiffel, cuya estructura fue diseñada y calculado con algunas fórmulas analíticas y métodos gráficos existentes en esa época. Actualmente existen una gran cantidad inimaginable de estas torres y su demanda sigue creciendo para su uso como soporte de cargas, en el campo de las telecomunicaciones para las antenas y en el campo de la Electrificación para las líneas de transmisión, para el cumplimiento de esta demanda la Ingeniería Civil se dota de Normas y programas especializados en el diseño y cálculo de estas torres y es así que en este mundo creciente en tecnología, algunos países emergentes tratan de darle otra función a esta torres autoportadas especialmente en el campo turístico acondicionando estas torres para sus fines. Por lo que usaremos en sus diseños y cálculos las normas y programas que las usan, siendo estas la NORMA ANSI/TIA 222-G y los PROGRAMAS MS TOWER Y SAP-2000.

#### **1.3.1 Análisis Estructural**

Es una ciencia que permite realizar procesos de cálculos con el objeto de poder determinar la estabilidad, durabilidad, resistencia, seguridad y rigidez de esta manera conseguir valores precisos que ayude alcanzar un diseño en la edificaciones seguro y accesible económicamente. (Villareal, 2008, p.2).

El principal objetivo del análisis estructural es estudiar una estructura mediante diferentes combinaciones de cargas a la cual se verán sometidas a fin de determinar cómo actúan al momento que se expongan a cargas combinadas (Cervera y Blanco, 2002 p.6)

#### **1.3.2. Modelo Estructural**

**Un modelo estructural es la representación esquematizada de los elementos estructurales que componen una estructura, permitiendo su manipulación para**

**obtener su comportamiento físico y mecánico dando respuesta de su deformación y desplazamiento.**

Estas representaciones, muchas veces resulta demasiado complicada y compleja durante su análisis. Es por ello, que se utilizan los modelos estructurales ya que estos pueden ser más adaptables que las estructuras reales. Con esto se busca obtener una simulación de la edificación real. En base a esto un modelo estructural debe cumplir con lo siguiente:

- Similitud a la estructura real: el modelo debe ser lo más semejante a la edificación real, puesto que el análisis del comportamiento físico y mecánico se le aplicara al modelo y no a la real, por tanto la semejanza a la real es directamente proporcional al nivel de confianza que se tenga en el modelo.
- Simpleza del modelo para su manipulación para su análisis.

Generalmente estas condiciones son inversamente proporcionales; en otras palabras cuando más simple sea la representación en su semejanza con la estructura real, permitirá la mejor manipulación para su resultado.

Un modelo estructural se fundamenta en los siguientes puntos:

1. Geometría y vínculos. Es el bosquejo geométrico de la estructura en el cual contiene las dimensiones de los miembros principales y secundarios de la estructura, tanto en un plano bidimensional como en el espacio tridimensional.
  2. Características del material. Son las propiedades y especificaciones técnicas de los materiales utilizados tanto física como mecánicas que sirvieran para relacionarlos a su resistencia y deformación del mismo.
  3. Método de análisis y cálculo. El método de diseño deberá ser apropiado a fin de poder establecer los ratios de esfuerzos admisibles, resistencias además de las deformaciones y desplazamientos que sufrirán los miembros estructurales.
- (Delgado, De Justo, y Bascón, 2015. p.3.)

### 1.3.3 Etapas del Diseño Estructural

- **Estructuración:** en esta etapa es muy importante la experiencia que pueda tener el ingeniero proyectista porque dependerá de las estimaciones que el haga de la estructura a construir. Estas estimaciones serán usadas en la etapa de análisis en donde se procesaran los resultados precisos Para su análisis serán requeridas las siguientes estimaciones: **(1)** La geometría de la estructura. **(2)** Estimaciones preliminares del tamaño de los miembros estructurales de donde se podrá sacar datos como: peso y rigidez relativa.
- **Análisis de la Estructura:** en este proceso el análisis se realiza en cada uno de los elementos que conforman la estructura (para nuestro caso Torre metálica) y se evaluara el efecto de las cargas aplicadas a la estructura en cada elemento como por ejemplo las barra de una armadura y luego el análisis se realiza para toda la estructura armada.

Una vez divididas la estructura en sus partes se procederá a evaluarlo del efecto que las cargas causara a cada miembro, calculando las acciones externas (esfuerzo) tales como:

- Fuerza Axiales
- Fuerzas Cortantes
- Momentos de Flexión
- Momentos de Torsión

Así como la deformación de cada elemento y de la estructura completa; en este proceso de análisis existen distintos métodos.

- **Dimensionamiento de los Miembros Estructurales:** como resultado del análisis estructural de las acciones internas, se calcularán las dimensiones de los miembros estructurales para que puedan resistir dentro de los parámetros aceptables. Si fuera acero se determinara el tamaño de los elementos estructurales, las medidas longitudinales y transversales, detalle de anclajes y traslape etc.

En esta etapa se empleara formulas empíricas haciendo más fácil su trabajo al ingeniero proyectista y también al Reglamento Nacional de Edificaciones (González, 2002, p.13)

### 1.3.4 Resistencia de Materiales

Dimensiona los esfuerzos internos producidos dentro de una estructura por efectos de fuerzas aplicadas. Si la resistencia es nula se encuentra en equilibrio estático, condición requerida en toda estructura. Con la aplicación de fórmulas se calcularán las dimensiones de los sólidos que resistirán las diversas cargas o esfuerzos (Singer, 2010, p.2). Cabe mencionar que existe diferentes clases de resistencia: como son a la tracción, compresión, flexión, cortadura, a la torsión, pandeo y tensión transversal.

**Tabla 1.** Tensión de Rotura en  $kg/cm^2$  del Acero

Material	Tracción	Compresión
Acero suave	3,000 a 3,600	2,800 a 3,000
Acero duro	6,000 a 7,500	>7,000

Fuente: elaboración propia (2018)

### 1.3.5 Tipos de Cargas Estructurales

Las cargas estructurales se clasifican de acuerdo a su carácter y a su duración, por esta razón las cargas que suele aplicarse a estructuras son:

- **Cargas muertas:** en una estructura se considera todas las cargas inertes en ella de manera permanente y por lo tanto están conformadas por lo que pesa la estructura y otros pesos unidas a ella durante su vida útil. (McCormac, 2010, p.20)
- **Cargas vivas:** son las cargas que pueden desplazarse en una estructura de una posición a otra y cuya dimensión también puede variar. Podemos concluir considerando que todas las cargas sobre la estructura que no son muertas son cargas vivas. (McCormac, 2010, p.21)
- **Cargas de Vientos:** la masa de aire al desplazarse (comportamiento de la naturaleza) genera un flujo de viento generándose una transformación energía cinética, la cual al incidir sobre la estructura se convierte en energía potencial de presión, actuando como una fuerza externa aplicada a la estructura, cuya magnitud será proporcional a la altura, área y ángulo de incidencia. (McCormac, 2010, p16)
- **Cargas Sísmicas:** los movimientos sísmicos entre ellos el de mayor magnitud los terremotos generan desplazamientos de ondas en la capa terrestre, causando movimientos del suelo y la resistencia lateral de las estructuras; estos movimientos pueden ser horizontales y verticales siendo el más significativo las horizontales, por

lo que se deberá tomar en consideración en el diseño de una estructura. Su análisis está en la teoría de la dinámica (McCormac, 2010, p16)

### **1.3.6 Normas Técnicas para Cálculos y Diseño Estructural de Torre Metálicas**

#### **1.3.6.1 Normas Internacionales**

En el Perú hasta el presente no se han elaborado normas técnicas referente al diseño y calculo estructural de torres metálicas; por lo que se utilizó las normas Internacionales para el cálculo de cargas y miembros estructurales.

- ANSI/ TIA 222-G  
ANSI/ASCE 7-95  
ANSI/ TIA 222-F

#### **1.3.6.2 Normas Nacionales**

Se utiliza las normas para cálculo y diseño para edificaciones de estructura, metálicas. Según el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)

- E.020 Cargas.
- E.030 Diseños Sismorresistentes.
- E.090 Estructura Metálicas.

De las normas mencionadas se utilizó la norma ASI/TIA 222-G, la cual proporciona las formulaciones y tolerancia en el manejo de cálculos de cargas y resistencias de los miembros estructurales. Tanto para la estructura principal como para las plataformas que serán utilizadas como miradores.

### **1.3.7. Software de Diseño y Modelamiento**

1.3.7.1 AutocadRodriguez (2016, p. 09) expone que el autocad “Permite el diseño de planos o producción de imágenes en 2D y 3D. Posee una base de datos de entidades geometricas, como son el punto, la linea, el circulo, etc”. Es decir, este software se utiliza **en la realizacion**

de dibujos 2D y modelado 3D. Es de resaltar, que además de encausar imágenes vectoriales, admite mapa de bits. Actualmente lo desarrolla y comercializa la empresa Autodesk, y se ha convertido en el programa más usado por ingenieros, arquitectos, diseñadores industriales y otros.

### **1.3.7.2 Ms Tower**

MStower es un software experto en el diseño y análisis de torres de transmisión y comunicación de acero, como monopolos, torres de celosía y mástiles con guiado, a una variedad de internacionales estándares. Puesto que contiene una biblioteca completa de tipos de paneles y el equipo auxiliar permite la creación rápida de la estructura. Las funciones de modelado del MStower ofrece una definición de torre basada en gráficos y en texto estructuras, incluidos paneles descriptivos de datos, dimensiones, secciones y elementos auxiliares equipo.

La geometría de la torre se puede definir y revisar utilizando una torre basada en texto archivo de datos, que se puede crear fácilmente desde el asistente de modelado. Además, la geometría del panel definida por el usuario se puede revisar a través de la interfaz gráfica, con comandos. De igual manera, le permite a los usuarios crear informes con prácticamente cualquier resultado: datos de estructura, carga, resultados estáticos y dinámicos.

### **1.3.7.3 SAP2000**

Avila (2015, p.545) afirma que el Sap2000 “es un software para cálculo de estructuras de todo tipo que se caracteriza por su flexibilidad para modelar cualquier tipo de estructura, puentes, edificios, presas estadios, etc. Se comercializa en 4 niveles Basic, Plus, Advanced y Ultimate”. En concordancia con lo anteriormente expuesto, es un programa para realizar estimaciones de estructuras que basadas el Método de los Elementos Finitos (MEF).

Ya que es apto para realizar modelación, análisis y dimensionamiento de problemas referente a estructuras de aceros, es decir, permite conocer los puntos de quiebre de la estructura en estudio y la capacidad que esta puede soportar.

### **1.3.8 Generalidades de la Norma ANSI/TIA 222-G empleada en el Diseño Estructural de la Torre Autosoportada de 160 m de Altura**

#### **1.3.8.1 La Velocidad del Viento (V)**

De acuerdo a las especificaciones dadas por el RNE, todas las estructuras metálicas en el Perú deben de ser diseñadas y evaluadas considerando que el viento tiene una velocidad mínima de 75 km/h para su verificación. (Reglamento Nacional de Edificaciones, 2017, p.378)

#### **1.3.8.2 El Factor Probabilidad de Dirección de Viento (Kd)**

Este factor probabilístico de la dirección del viento se determina a partir de la Tabla 2-2 de la Norma la cual se muestra en la Tabla N°1.

**Tabla N° 2.** *Tabla 2-2. Factores probabilísticos de la dirección del viento*

<b>Estructura</b>	<b>Factor de probabilidad de la dirección del viento, Kd</b>
Reticuladas secciones cuadrada	0.85
Estructuras tipo tubulares, estructuras enrejadas con otras secciones transversales y accesorios.	0.95

Fuente: Norma Structural standard for antenna supporting structures and antennas, ANSI/TIA-222-G, p.39

#### **1.3.8.3 El Factor de Importancia (I)**

Es determinado en la Tabla (2-3) de la Norma ANSI/TIA 222-G y el mismo se refiere al nivel de peligro que representa para las vidas humanas y daños a la propiedad que exterioricen las estructuras que se diseñen o se analicen:

**Tabla N° 3:** *Tabla 2.3 Factor de importancia*

<b>Tipo de estructuras</b>	<b>Cargas de viento sin hielos</b>	<b>Cargas de viento con hielos</b>	<b>Espesor del hielo</b>	<b>Sismo</b>
<b>I</b>	<b>0.87</b>	<b>N/A</b>	<b>N/A</b>	<b>N/A</b>
<b>II</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>	<b>1.00</b>
<b>III</b>	<b>1.15</b>	<b>1.00</b>	<b>1.25</b>	<b>1.50</b>

Fuente: Norma Structural standard for antenna supporting structures and antennas, ANSI/TIA-222-G, p.39

**Tabla N° 4.** *Tabla 2.1 Clasificación de la Estructura*

<b>Descripción de la Estructura</b>	<b>Clase</b>
Toda estructura que se debe a la altura, la utilización o a su ubicación representan un riesgo de nivel bajo para afectar a la vida humana y daños a la propiedad en situación de fallar y / o que se usan para servicios que son opcionales en los que sería aceptable un retraso en la devolución de los servicios.	<b>I</b>
Toda estructura que se debe a la altura, la utilización o a su ubicación representan un riesgo de nivel bajo para afectar a la vida humana y daños a la propiedad en situación de fallar y / o daños a las propiedades en caso de fallar y / o se usen en servicios que se puedan proporcionar mediante medios diversos.	<b>II</b>
Toda estructura que se debe a la altura, la utilización o a su ubicación representan un riesgo de nivel bajo para afectar a la vida humana y daños a la propiedad en situación de fallar y / o daños a las propiedades en caso de fallar y / o se usen básicamente en comunicación esencial.	<b>III</b>

Fuente: Norma Structural standard for antenna supporting structures and antennas, ANSI/TIA-222-G, p.39

### **1.3.8.4 Categoría de Exposición y Coeficiente de Presión de Velocidad (KZ)**

#### **1.3.8.4.1 Categoría de Exposición**

Categoría de exposición y coeficiente de presión de velocidad (Kz), para la ubicación del sitio se indica el apartado 2.6.5. El cual expone lo siguiente:



- **Exposición B:** Sitios urbanos y suburbanos, áreas boscosas o cualquier terreno que tenga grandes obstrucciones reducidamente espaciadas del tamaño de una vivienda unifamiliar, o largo. Asimismo, al usar esta categoría se limitará específicamente a superficies de terrenos que rodean a la estructura en cualquier dirección, con aproximación a una longitud de 2630 pies o diez veces el alto de la estructura, es decir, se tomará la que sea mayor.
- **Exposición C:** terreno o campo abierto que tiene obstrucciones diseminadas que generalmente tienen menos de 30 pies (9.1 m) de altura. Cabe destacar, esta categoría incluye áreas planas, de campo abierto, pastizales y litorales en regiones propensas a huracanes.
- **Exposición D:** costas planas, sin obstáculos, expuestas al viento que fluye sobre aguas abiertas (con excepción de las costas en territorios tendenciosas a huracanes) aproximadamente a una distancia de 1 milla (1.61 km). Esta clase de exposición se penetra a lo largo de 660 pies (200 m) o diez veces el alto de la estructura, es decir, el mayor valor de estos en voladuras suaves, salinas y predios afines se considerarán de este categoría de exposición. (Norma ANSI/TIA 222-G , 2016, p.13)

#### 1.3.8.4.2 Coeficiente de Presión de Velocidad

Para la velocidad, el coeficiente de presión  $k_z$  se determinará como se muestra:

$$K_z = 2.01 (Z/Z_g)^{2/\alpha}$$

$$K_{zmin} \leq K_z \leq 2.01$$

Considere:

Z = Alto respecto el nivel del suelo en la base de la estructura.

$Z_g$ ,  $\alpha$  and  $K_{zmin}$  se tabulan en la tabla 2-4 (Norma ANSI/TIA 222-G, 2016, p.13)

**Tabla N° 5:** *Tabla 2-4 Coeficiente de Categoría de exposición*

Categoría de exposición	$Z_g$	$\alpha$	$K_{zmin}$	$K_e$
<b>B</b>	<b>1200 ft (366 m)</b>	<b>7.0</b>	<b>0.70</b>	<b>0.90</b>
<b>C</b>	<b>900 ft (284 m)</b>	<b>9.5</b>	<b>0.85</b>	<b>1</b>
<b>D</b>	<b>700 ft (213)</b>	<b>11.50</b>	<b>1.03</b>	<b>1.10</b>

Fuente: Norma Structural standard for antenna supporting structures and antennas, ANSI/TIA-222-G, p.40

### 1.3.8.5 El Factor Topográfico ( $K_{zt}$ )

Está en concordancia con el apartado 2.6.6 de la Norma ANSI/TIA 222-G, expresando lo siguiente:

Los efectos de la velocidad del viento en una colina, las crestas y los escarpes que constituyen en general a la topografía, localizados algunas categorías de exposición, se tendrán en cuenta para calcular las sollicitaciones del viento de diseño en las condiciones que se indican:

1. Las colinas, crestas o escarpes están aisladas y sin obstrucciones por otras características topográficas similares de altura comparativa considerando un radio de dos millas, medido en la horizontal el punto indicado para determinar la altura de las colinas, cordilleras o escarpes, final
2. Las colinas, crestas o escarpes sobresalen por un factor de 2 o más sobre la cumbre de la altura promedio del terreno que rodea las características con radio de 2 millas.
3. Las pendientes de las características topográficas excede 0.10
4. Las alturas de la características topográficas son mayores o iguales a 115 ft b (4.57 m) para las exposiciones C y D y 60 ft (18 m) para la exposición B (2016, p.13)

De igual manera las estructuras se corresponden a unas categorías topográficas estipulada en la Norma ANSI/TIA 222-G (2016) la cual se describe a continuación:

- **Categoría 1:** pertenece a esta categoría cuando no existe presencia de cambios violentos en la topografía general, es decir, en terrenos que no posee desniveles ni rarezas (llano), no se requerirá tomar en cuenta la velocidad del viento (Norma ANSI/TIA 222-G, 2016, p.13)



*Figura 5: Ubicación de torre en terreno llano  
(Fuente: Norma ANSI/TIA-222-G)*

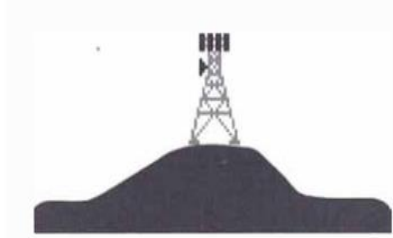
- **Categoría 2:** Una estructura situada cerca de la cúspide de un acantilado, supone que el viento se acelerará y ocurre en cualquier dirección. Asimismo, las estructuras colocadas en forma vertical y en la mitad inferior de la pendiente u horizontalmente da 8 veces la altura de la pendiente desde su cresta, deben ser clasificadas como categoría topográfica 1. (Norma ANSI/TIA 222-G, 2016, p.13)



*Figura 6: Ubicación de torre en cresta*

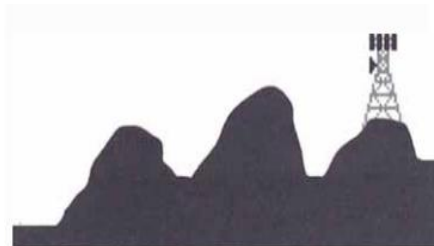
(Fuente: Norma ANSI/TIA-222-G)

- **Categoría 3:** las estructuras que se encuentran en la parte de arriba de un ascenso de vientos deberán considerarse en todas las direcciones el efecto acelerador del viento. Por tanto, deben ser calificadas como categoría topográfica 1. (Norma ANSI/TIA 222-G, 2016, p.13)



*Figura 7: Ubicación de torre en una colina*  
(Fuente: Norma ANSI/TIA-222-G)

- **Categoría 4:** cuando las estructuras se encuentran dispuestas verticalmente en la mitad superior de la cuchilla, la aceleración del viento se razonará como que ocurren en todas las direcciones y por tanto deben ser consideradas como categorías topográficas 1. (Norma ANSI/TIA 222-G, 2016, p.13)



*Figura 8 Ubicación de torre en una cuchilla*  
(Fuente: Norma ANSI/TIA-222-G)

- **Categoría 5:** los criterios relacionados con los efectos aceleradores del viento se habrán de fundamentar con investigaciones delimitadas al lugar de localización. (Norma ANSI/TIA 222-G, 2016, p.13)

Es importante señalar que la Norma ANSI/TIA 222-G, describe que el resultado que ocasiona la velocidad del viento se deberá incluir en los cálculos de la carga del viento de diseño usando el factor  $K_{zt}$  (factor topográfico):

$$K_{zt} = \left[1 + \frac{K_e K_t}{K_h}\right]^2$$

Dónde:

$K_h$  = Factor de disminución de altura el cual esta denotado de la siguiente manera:.

$$K_h = e^{\frac{f \cdot z}{H}}$$

$e=2.718$  (logaritmo natura)

$K_e$  = constante de terreno

$K_t$  = constante topográfica

$F$  = factor de atenuación de altura tabla 2-5

$Z$  = altura respecto del suelo, donde está la base de la torre.

$H$  = altura de la pico de la estructura sobre el nivel circundante de terreno.

$K_{zt} = 10$  usado en las categorías topográficas 1. En la categoría topográfica 5,  $k_{zt}$  se obtendrá de publicaciones reconocidas o de otras investigaciones. (Norma ANSI/TIA 222-G, 2016, p.13)

**Tabla N° 6:** *Tabla 2-5 Categoría de coeficiente Topográfico*

Categoría topográfica	$K_T$	$f$
2	0.43	1.25
3	0.53	2.00
04	0.72	1.50

Fuente: Norma Structural standard for antenna supporting structures and antennas, ANSI/TIA-222-G, p.40

### 1.3.8.6 El Factor de Ráfaga de Viento ( $G_h$ )

El apartado 2.6.7, enuncia que para estructuras enrejadas y autoportantes, el factor de efecto de ráfaga será de 1.00 para estructuras de 600 pies (183 m) o más de altura. Si la estructura es de 450 pies (137 m) o de menor altura,  $G_h$  será de 0.85 y se interpola linealmente. Es importante mencionar, que para estructuras autoportantes, la altura de la estructura no debe contener a la altura de la estructura de soporte. (Norma ANSI/TIA 222-G, 2016, p.15)

$$G_h = 0.85 + 0.15 \left[ \frac{h}{150} - 3.0 \right] \quad h, \text{ en pies}$$

$$G_h = 0.85 + 0.15 \left[ \frac{h}{45.7} - 3.0 \right] \quad h, \text{ en metros}$$

$$0.85 \leq G_h \leq 1.00$$

Dónde:

h = estructura de altura.

### 1.3.8.7 Diseño de Carga de Viento

Para cargas de viento de diseño se agregará las fuerzas de viento horizontal que son aplicadas a la estructura en la dirección del viento y las fuerzas del viento de diseño en los elementos y accesorios. El diseño de la fuerza se basará en el resultado de las repuestas máximas obtenido de las direcciones del viento, para estructuras enrejadas, la dirección del viento indicado en la tabla 2-6 se considerarán para cada cara. (Norma ANSI/TIA 222-G, 2016, p.17)

**Tabla N° 7:** *Tabla 2-6 Factores de dirección del viento*

Sección transversal de la torre	Cuadrado		Triangular		
	Normal	45°	Normal	60°	90°
D <sub>f</sub>	1.0	1+.75 € (1.2 max)	1.00	0.80	0.85
D <sub>r</sub>	1.0	1.00 €(1.2 max)	1.0	1.0	1.0

Fuente: Norma Structural standard for antenna supporting structures and antennas, ANSI/TIA-222-G, p.40

El diseño de la carga de viento, F<sub>w</sub>, deberá ser determinado en accesorio con lo siguiente:

$$F_w = F_{ST} + F_A + F_G$$

Considere:

F<sub>ST</sub> = diseñando fuerza de viento en la estructura

F<sub>a</sub> = diseño de la fuerza eólica en apuestas

F<sub>g</sub> = diseño de la fuerza de viento en chicos (Norma ANSI/TIA 222-G, 2016, p.17)

### 1.3.8.8 Diseño de Fuerza de Viento en Estructura (F<sub>ST</sub>)

Norma ANSI/TIA 222-G (2016) expone que F<sub>ST</sub>, cuando se aplica a cada una de las secciones de la estructura metálica se determina con la siguiente expresión:

$$F_{ST} = q_z G_h(EPA)_s$$

Considere

$F_s$  = Diseño horizontal de la fuerza de viento en la estructura en dirección del viento.

$q_z$  = Presión de velocidad

$$q_z = 0.613 K_z * K_{zT} * K_d * V^2 * I \text{ [N/m}^2 \text{]}$$

$G_h$  = Factor efecto de ráfaga

$$G_h = 0.85 + 0.15 \left[ \frac{h}{150} - 3.0 \right] \quad h, \text{ en pies}$$

$$G_h = 0.85 + 0.15 \left[ \frac{h}{45.7} - 3.0 \right] \quad h, \text{ en metros}$$

$$0.85 \leq G_h \leq 1.00$$

$(EPA)_s$  = Área efectiva proyectada de la estructura. (Norma ANSI/TIA 222-G, 2016, p.17)

### **1.3.8.9 Diseño Fuerza de Acero Estructural**

Se refiere al diseño reforzado de ángulo en estructuras, conformado por tubulares redondo sólido utilizados en torres, monopolos entre otros. Existe una cláusula fundamentado por la Norma AISC-LRFD-99, el cual afirma que si los requisitos de AISC-LRFD-99 son diferentes de este estándar, este estándar deberá darse. Puesto que si emplean otras de estructuras lo requerido en la AISC-LRFD-99 serán utilizados. Asimismo, las estructuras de acero ligero que no están cubiertos por este estándar cumplirán con las exigencias de la especificación norteamericana de AISI-2001 cuando se trata de diseñar miembros estructurales de acero. (Norma ANSI/TIA 222-G, 2016, p.66)

#### **1.3.8.9.1 Resistencia Mínima al Apuntalamiento**

La norma señala que si se considera una disminución en la distancia no constituida de un miembro sobrellevado en un punto de un nodo, los miembros secundarios facilitarán resistencias mínimas,  $P_s$ , normales al miembro comprometido en forma bidireccional.  $P_s$  se determina usando la expresión que sigue:

$$P_s = \left[ 1.5 + \frac{\left( \frac{KL}{r} - 60 \right)}{60} \right] \frac{F_s}{100}$$

$$1.5 \frac{F_s}{100} \leq P_s \leq 2.5 \frac{F_s}{100}$$

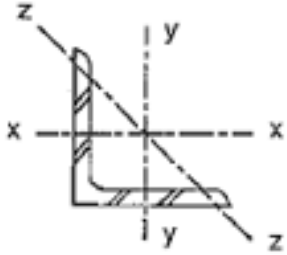
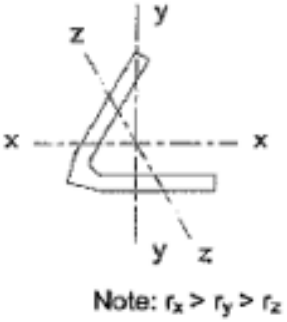
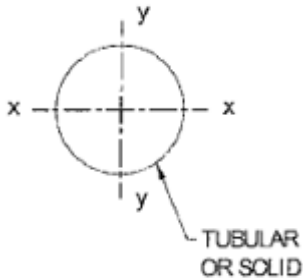
Dónde:

$F_s$  = fuerza de diseño axial de compresión en el miembro soportado.

$KL/r$  = es la relación de esbeltez efectiva en el miembro soportado en el plano de pandeo bajo consideración

Considerando los miembros de la pata en un punto contenido en el panel dentro de una cara de la torre, la resistencia se determinará en la tabla 4-1 y las fuerzas para diseñar mínima requerida en los miembros que se conectan en un punto de panel dentro de una cara se determinarán mediante la tabla 4-2. Asimismo, los miembros diagonales secundarios que estén conectados a cualquiera de los extremos de un miembro secundario horizontal, consideraran como fuerza mínima de diseño igual a la mitad de la fuerza de diseño requerida de la horizontal dividida por el coseno del ángulo entre los miembros (tabla 4-2 de la Norma) Se realiza un análisis más riguroso. (Norma ANSI/TIA 222-G, 2016, p.69)

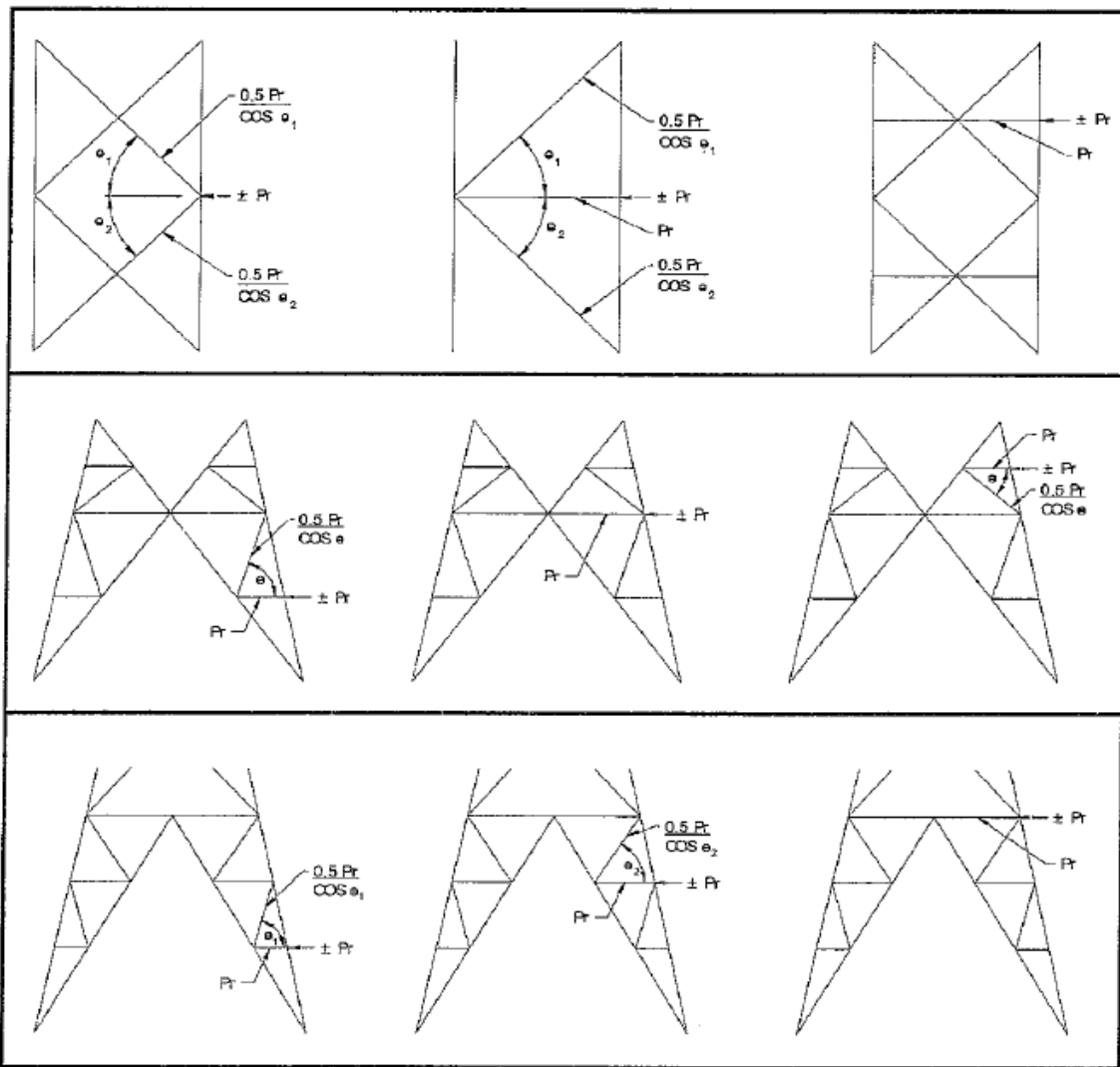
**Tabla N° 8:** *Tabla 4-1 Reforzar la resistencia requerida para los miembros de la pierna.*

Forma de la pierna	Sección Transversal de la Torre	Resistencia de refuerzo, Pr, necesaria en una cara en un punto del panel
	<p><b>Cuadrado</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para pandeo del eje débil (<math>KL/r_z</math>) gobierna:  <math>P_r = P_s / (2 \times 0.707) = 0.707 P_s</math></li> <li>• Cuando gobierna el pandeo (<math>KL/r_x</math> or <math>KL/r_y</math>) gobierna: <math>P_r = P_s</math></li> </ul>
 <p>Note: <math>r_x &gt; r_y &gt; r_z</math></p>	<p><b>Triangular</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Considerando el gobierno del pandeo del eje débil  <math>P_r = (P_s / 2 \times 0.865) = 0.577 P_s</math></li> <li>• Cuando en el plano de pandeo, gobierna  <math>P_r = P_s</math></li> <li>• Cuando se cuelga fuera del plano (<math>KL/r_z</math>), gobierna  <math>P_r = P_s / (0.866) = 1.15 P_s</math></li> </ul>
 <p>TUBULAR OR SOLID</p>	<p><b>cuadrado</b></p> <p><b>Triangular</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• para Pandeo en el plano (<math>KL/r_z</math>), gobierna:  <math>P_r = P_s</math></li> <li>• Pandeo fuera de plano (bb), gobierna <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>P_r = P_s / (0.866) = 1.15 P_s</math></li> </ul> </li> </ul>

Fuente: Norma Structural standard for antenna supporting structures and antennas, ANSI/TIA-222-G, p.90



**Tabla N° 9:** *Tabla 4-2 Resistencia mínima que se requiere en los puntos del panel.*



Fuente: Norma Structural standard for antenna supporting structures and antennas, ANSI/TIA-222-G, p.91

### 1.3.8.9.2 Ratios de Esbeltez

La Relación de esbeltez,  $L/r$ , preferiblemente no excederá de:

- a) 150 para miembros liderados,
- b) 200 para los miembros principales de la compresión que no sean miembros de la pierna,
- c) 250 para miembros secundarios y
- d) 300 para los miembros de tensión, excepto para el refuerzo de varillas de tensión y cables (Norma ANSI/TIA , 2016, p 69)

### 1.3.8.9.3 Valores de Diseño para Rendimiento y Resistencia a la Tracción

Para las finalidades de diseño, los valores nominales mínimos se deberán utilizar para la fuerza del rendimiento y la última resistencia a la tensión para el tipo y el grado del acero específicos (Norma ANSI/TIA, 2016, p.70).

### 1.3.8.9.4 Excentricidades Normales de Encuadre

- **Miembros de la pierna:**

- (a) Para miembros redondos y tubulares sólidos de la pierna, la línea de acción del arrostramiento se hallan dentro del diámetro de la pierna.

- (b) Para miembros de la pata de ángulo, la línea de acción de los arriostramientos se hallan dentro de una distancia igual al 75% del ancho del ángulo  $b$ , en el lado del éter de la cuadrícula del ángulo.

- (c) Para los miembros de la pata incorporada, la línea de acción de los miembros de refuerzo se ubican dentro de la sección transversal de la pata incorporada. (Norma ANSI/TIA, 2016, p.70).

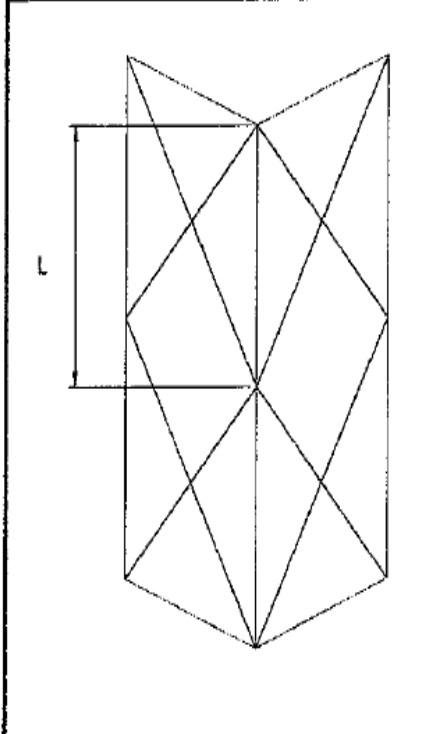
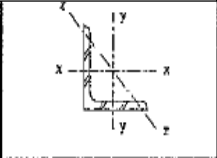
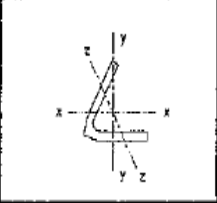
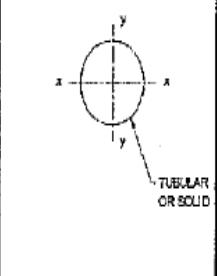
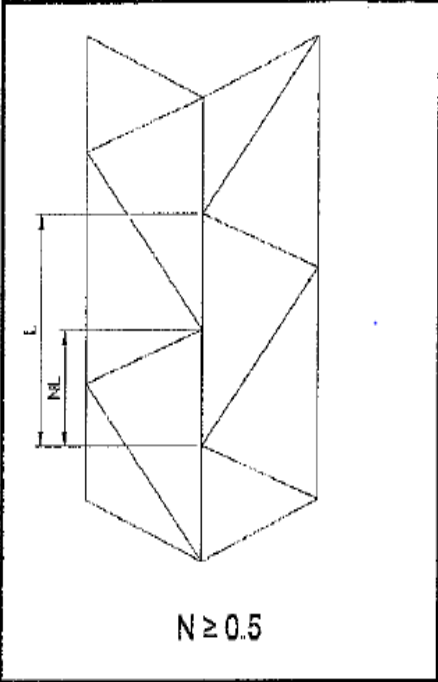
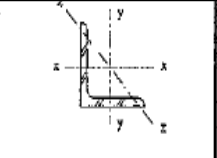
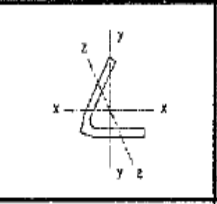
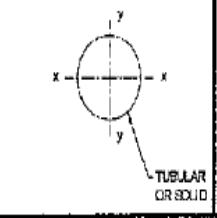
- **Miembros de arriostramiento:** las fórmulas de relación de esbeltez efectiva especificada en 4.5.2 consideran el efecto de las cargas axiales excéntricas para los ángulos que están conectados por una pierna con la excentricidad de encuadre normal. La excentricidad de estructura normal se definirá como la condición en la que el centroide del perno o grupo de soldadura está ubicado entre la excentricidad que si excede esta condición, las resistencias del elemento de arriostramientos se multiplicarán por el factor  $b / 2g$  donde " $b$ " es el ancho de la conexión de la pata y " $g$ ", es la longitud desde el talón del ángulo al centroide de la conexión. Cuando el ancho de la pata conectada sea 3 pulg. (76 mm) o menos o la relación de esbeltez  $L / r$ , es mayor que 120, no será necesario usar un factor de minoramiento. Cabe mencionar, que para formas tubulares y otras, que tienen conexiones excéntricas similares a los ángulos, se utilizarán las mismas fórmulas de relación de esbeltez efectivas dadas en 4.5.2 (Norma ANSI/TIA, 2016, p.70).

### 1.3.8.10 Miembros de Compresión

- **Miembro de la pierna:** las relaciones eficaces de  $KL/r$ , para los miembros de la pierna serán las que se indican en la tabla 4-3. el factor de longitud efectiva mínimo,  $K$ , será igual a 1.0 para estructuras enrejadas. (Norma ANSI/TIA, 2016, p.70).
- **Miembros de arriostramiento:** La relación de esbeltez efectiva  $Kl/r$ , para refuerzos de dichos miembros deben determinarse considerando las condiciones de las cargas, los patrones del arriostramiento, la restricción del extremo del miembro y las centradas de encuadre. La relación de esbeltez efectiva,  $(Kl/r)$ , se determinará a partir de las tablas 4-4, a excepción de los miembros redondos soldados directamente a los miembros de las patas, donde las bandas de longitud efectiva,  $K_s$ , se tomarán de la tabla 4-5. En las tablas 4-6 y 4-7 se muestran la longitud efectiva y la relación de esbeltez para el patrón de arriostramiento de uso común. Para la Longitud efectiva,  $L$ , consideramos la medida entre los centroides de conexiones finales.

Asimismo, un solo perno no debe considerarse como una restricción parcial contra la rotación. Es permisible considerar un perno múltiple o una conexión soldada para proporcionar restricciones parciales si las conexiones son a un miembro que pueda soportar que la junta rote. De igual manera, no se considerará que un perno múltiple o una conexión soldada hecha solo a una placa de refuerzo sin estar también conectada directamente al elemento que sujeta la restricción (es decir, el miembro de la pata) proporciona restricciones parciales en la dirección de afuera del plano. (Norma ANSI/TIA, 2016, pag.70-71).

**Tabla N° 10: Tabla 4-3 Relaciones de Esbeltez Efectiva para los Miembros de la Pierna**

<b>Patrones de Arriostramientos Simétricos</b>		
	Las formas de las piernas	Relación de esbeltez efectiva K= 1.0
		$\frac{KL}{r_z}$
		$\frac{KL}{r_z}$
 <p style="text-align: right; font-size: small;">TUBULAR OR SOLID</p>	$\frac{KL}{r_x}$	
<b>Patrones de Refuerzo Escalonados</b>		
 <p style="text-align: center;"><b>N ≥ 0.5</b></p>	Las formas de las piernas	Relaciones de esbeltez efectiva K= 1.0
		$\frac{KL}{r_x}, \frac{KL}{r_y}, \left(\frac{(1+2N)}{3}\right) \frac{KL}{r_z}$
		$\frac{KL}{r_x}, \frac{KL}{r_y}, \left(\frac{(1+2N)}{3}\right) \frac{KL}{r_z}$
 <p style="text-align: right; font-size: small;">TUBULAR OR SOLID</p>	$\frac{KL}{r_x}$	

Fuente: Norma Structural standard for antenna supporting structures and antennas, ANSI/TIA-222-G, p.92

**Tabla N° 11:** *Tabla 4-4 Relaciones de esbeltez efectiva para miembros de arriostramiento*

<b>Proporciones de Esbeltez &lt;120, Gobernanza de la Excentricidad</b>		
<b>Número de fórmula</b>	<b>Ecuación</b>	<b>Condiciones en los extremos de la longitud de pandeo bajo consideración.</b>
1	$KL/r = L/r$	Concéntrica en los extremos
2	$KL/r = 30 + 0.75 L/r$	Concéntrica en un lado y excentricidad de encuadre normal en el otro lado.
3	$KL/r = 60 + 0.50 L/r$	Excentricidad de encuadre normal en ambos extremos
Condiciones concéntricas	Doble ángulo o canales, miembros redondos con placa final concéntrica.	
Condiciones normales de excentricidad de encuadre	-ángulos individuales o canales -Miembros redondos con excéntrica y placa. -Miembros redondos con extremos aplanados	
<b>Razones de Esbeltez <math>\geq 120</math>, Restricción</b>		
<b>Número de fórmula</b>	<b>Ecuación</b>	<b>Condiciones en los extremos de la longitud de pandeo bajo consideración.</b>
1	$KL/r = L/r$	Restringido contra la rotación en ambos fines
2	$KL/r = 28.6 + 0.762 L/r$	Restringido parcial en un extremo y libre en el otro extremo
3	$KL/r = 46.2 + 0.615 L/r$	Restringido parcial contra la rotación en ambos extremos
Condiciones sin restricciones	Perno único	
Parcialmente Refrenado Condiciones	Perno múltiple o conexiones soldadas a un miembro / componentes más rígidos o grupos de miembros / componentes	

Fuente: Norma Structural standard for antenna supporting structures and antennas, ANSI/TIA-222-G, p.93

### 1.3.8.11 Diseño de Fuerza de Compresión

Estrés de rendimiento efectivo: para los miembros de ángulo de 60 ° y 90 °, el esfuerzo de los rendimientos efectivos para la compresión axial,  $F'_y$ , deberá ser determinado como sigue:

$$w/t < 0.47 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$F'_y = F_y$$

$$0.47 \sqrt{\frac{E}{F_y}} < w/t < 0.85 \sqrt{\frac{E}{F_y}}$$

$$F'_y = \left[ 1.677 - 0.677 \left( \frac{w/t}{0.47 \sqrt{E/F_y}} \right) \right] F_y$$

$$0.85 \sqrt{\frac{E}{F_y}} < w/t < 25$$

$$F'_y = [0.0332 \pi^2 E / (w/t)^2]$$

La relación de ancho a espesor (w/t) no debe exceder de 25 para los miembros de ángulo. Para miembros redondos sólidos, la tensión de rendimiento efectiva, F'y, será igual a fy. En miembros redondos de forma tubular, la condición diámetro/grosor (D/t) no debe exceder de 400. La tensión de rendimiento efectiva, F'y, se determinará de la siguiente manera:

$$D/t \leq 0.114 E/F_y$$

$$F'_y = F_y$$

$$0.114 E/F_y < D/t \leq 0.448 E/F_y \quad F'_y = \left( \frac{0.0379E}{(D/t)F_y} + \frac{2}{3} \right) F_y$$

$$0.448 E/F_y < D/t \leq 400$$

$$F'_y = \frac{0.337E}{(D/t)}$$

### Considere para un miembro tubular

D = diámetro exterior

t = grosor de la pared

E = prensamiento de pared

Para miembros de acero tubulares poligonales, la relación máxima de ancho a espesor (p / t) y la tensión de rendimiento efectiva, F'y, se determinarán a partir las tablas 4-8, si son de otras formas, las tensiones de rendimiento efectivas, F'y, se determinará considerando la AISC-LRFD-99 Capítulo B. (Norma ANSI/TIA, 2016, pag.73-74)

**Tabla N° 12:** *Tabla 4-8 Tensión de rendimiento efectiva para miembros tubulares poligonales.*

Forma	(w/t) Ratios	Estrés de rendimiento efectivo
18-Sided	$(F_y/E)^{1/2}(w/t) < 1.17$	$F'_y = F_y$
	$1.17 \leq (F_y/E)^{1/2}(w/t) \leq 2.14$	$F'_y = 1.404 F_y [1.0 - 0.245 (F_y/E)^{1/2}(w/t)]$
16-Sided	$(F_y/E)^{1/2}(w/t) < 1.26$	$F'_y = F_y$
	$1.26 \leq (F_y/E)^{1/2}(w/t) \leq 2.14$	$F'_y = 1.420 F_y [1.0 - 0.233 (F_y/E)^{1/2}(w/t)]$
12-Sided	$(F_y/E)^{1/2}(w/t) < 1.41$	$F'_y = F_y$
	$1.41 \leq (F_y/E)^{1/2}(w/t) \leq 2.14$	$F'_y = 1.450 F_y [1.0 - 0.220 (F_y/E)^{1/2}(w/t)]$
8-Sided	$(F_y/E)^{1/2}(w/t) < 1.53$	$F'_y = F_y$
	$1.53 \leq (F_y/E)^{1/2}(w/t) \leq 2.14$	$F'_y = 1.420 F_y [1.0 - 0.194 (F_y/E)^{1/2}(w/t)]$

Dónde:  
 $f_y$  = fuerza de producción mínima especificada, ksi (MPa)  
 $t$  = espesor de la pared, pulgadas (mm)  
 $w$  = dimensión lateral fija calculada utilizando un radio de curva interior igual a  $4t$   
 $E$  = módulo de elasticidad, ksi (MPa)

Notas:  
 1 Para miembros poligonales.  $w/t$  no excederá de  $2.14 (E / F_y)^{1/2}$   
 2. Los miembros poligonales con más de 18 lados, se considerarán miembros redondos para pupases de investigación de fuerza que usen un diámetro igual a la distancia a través de los planos.

Fuente: Norma Structural standard for antenna supporting structures and antennas, ANSI/TIA-222-G, p.97

- **Diseño de la Fuerza Axial:** la resistencia axial de diseño en elementos de compresión se tomará como  $\Phi_c P_n$  :

$$\Phi_c = 0.85$$

$$P_n = A_g F_{cr}$$

- a) Para  $\lambda_0 \leq 1.5$

$$F_{cr} = (0.658 \lambda^2_c) F'_y$$

- b) Para  $\lambda_0 > 1.5$

$$F_{cr} = \left( \frac{0.877}{\lambda^2_c} \right) F'_y$$

Dónde:

$$\lambda_c = \frac{KL}{r\pi} \sqrt{\frac{F'_y}{E}}$$

$A_g$  = sección transversal bruta del miembro, in<sup>2</sup> [mm<sup>2</sup>]

$f_y$  = estrés de rendimiento efectivo, ksi [MPa]

E = módulo de elasticidad, Ksi [MPa]

K = factor de longitud efectivo

L = lateral del miembro, totalmente sin probabilidad, in [mm]

r = radio de giro gobernante sobre el eje de pandeo in [mm] (Norma ANSI/TIA 222-G, 2016, p.74)

### 1.3.8.12 Miembro de Tensión

- **Miembros contruidos:** el espacio longitudinal de los conectores entre los componentes de los miembros de construcción compuesto de dos o más formas, preferiblemente no afectara la relación de esbeltez de cualquiera de los integrantes entre los conectores. (Norma ANSI/TIA 222-G, 2016, pag.75).
- **Tensión sólo de los miembros de refuerzo:** las lengüetas de extremo soldadas para los miembros de arriostamiento de solo tensión se detallarán para desarrollar la resistencia de diseño del miembro en función del rendimiento de la sección bruta del miembro. El miembro se detallará con un dibujo tal que el miembro esté en tensión cuando se instale. (Norma ANSI/TIA 222-G, 2016, p.75).
- **Diseño de resistencia a la tracción:** la resistencia a la tracción axial de diseño,  $\Phi_t P_n$ , de un miembro debe tomarse como el menor rendimiento en la sección gruesa, la ruptura en la sección efectiva neta o la ruptura por cizallamiento en bloque (Norma ANSI/TIA 222-G, 2016, p.75)

Para la tensión producida en la sección bruta:

$\Phi_t = 0.80$  Para ejes de anclajes pequeños

$\Phi_t = 0.90$  Para otros miembros

$P_n = F_y A_g$

Para la ruptura de tensión en la sección de red efectiva.

$\Phi_t = 0.65$  Para ejes de anclajes pequeños

$\Phi_t = 0.75$

$P_n = F_u A_{en}$

Para ruptura de bloque de corte:

$\Phi_t = 0.65$  Para ejes de anclajes pequeños

$\Phi_t = 0.75$  Para otros miembros

Dónde:  $F_u A_{nt} \geq 0.6 F_u A_{nv}$



$$P_n = 0.6 F_y A_{gv} + F_u A_{nt} \leq 0.6 F_u A_{nv} + F_u A_{nt}$$

Dónde:  $0.6 F_u A_{nv} > F_u A_{nt}$

$$P_n = 0.6 F_u A_{nv} + F_y A_{gt} \leq 0.6 F_u A_{nv} + F_u A_{nt}$$

Dónde:

$A_g$  = área bruta

$A_{en}$  = área neta efectiva

$A_{gv}$  = área bruta sujeta a corte

$A_{gt}$  = área bruta sujeta a tensión

$A_{nv}$  = área bruta sujeta a corte

$A_{nt}$  = área neta sujeta a tensión (Norma ANSI/TIA 222-G, 2016, p.75-76)

- **Área neta:** el área neta de un miembro,  $A_n$ , se tomará como la suma del grosor y el ancho neto de cada elemento computado como sigue: al calcular el área neta de la sección, el ancho del agujero en negrita se tomará como 1/16 (2 mm) mayor que la dimensión nominal del agujero. Para una cadena de orificios que se extienden a través de una parte en cualquier línea diagonal o en zigzag, el ancho de la parte,  $W_n$ , se obtendrá deduciendo del ancho bruto la suma de los diámetros o las dimensiones de la ranura de todos los orificios de la cadena, y agregando, para cada espacio de galga en la cadena, la cantidad  $s^2/4g$  de acuerdo con lo siguiente:

$$A_n = W_{nt} + (S^2t) / (4g) \quad \text{Dónde:}$$

$s$  = la distancia longitudinal entre el centro y el centro (paso) de dos agujeros consecutivos.

$g$  = el espacio transversal de centro a centro (calibre) entre las líneas de calibre del sujetado. (Norma ANSI/TIA 222-G, 2016, p.76)

- **Área neta efectiva:** cuando la fuerza de tensión se transmite directamente a cada uno de los elementos de sección transversal de los miembros mediante sujetadores o soldaduras, el área efectiva,  $A_{en}$ , es igual al área:  $A_n$ .

Cuando una fuerza de tensión es transmitida por refuerzos o soldaduras que sostienen algunos, pero no todos los elementos de la sección transversal del miembro, el área neta efectiva, incluidos los efectos de retardo de corte, se tomará como:  $A_{en} = AU$

Dónde:

$A = A_n$  para miembros atornillados, y  $A_g$  para miembros soldados

$U$  = un factor de reducción =  $1 - x / L_0$  donde  $0.75 \leq U \leq 0.9$

$x$  = excentricidad de conexión

$L_c$  = longitud de la conexión en la dirección de carga (centro a centro de los orificios exteriores o la longitud de la soldadura en la dirección de carga) (Norma ANSI/TIA 222-G, 2016, pag.76).

### 1.3.8.13 Carga Sísmica

Diseño de un terremoto: los efectos del terremoto son dos tercios del terremoto máximo considerado.

- Clase de sitio: una clasificación asignada a un sitio según los tipos de suelo presentes.
- Irregularidad de estructura: una estructura que contiene una irregularidad torsional, de rigidez o de masa, como se define en la tabla 2-9. (Norma ANSI/TIA 222-G, 2016, p.26)

**Tabla N° 13:** *Tabla 2-9 Irregularidades estructurales*

Tipo	Descripción
Irregularidad torsional	El centro de masa de una sección que incluye aparatos está separado de la alineación vertical de la estructura en más del 30% de la dimensión del plano más pequeño de la sección.
Irregularidad de rigidez	la rigidez media de flexión de una sección ( $I_s/L_s$ ) varía en más del 50% de una sección adyacente
Irregularidad de masas	la masa por unidad de longitud ( $M_s / L_s$ ) de una sección que incluye accesorios varía en más del 200% de una sección adyacente
<p>DÓNDE:  <math>L_s</math> = momento medio de inercia de una sección.  <math>M_s</math> = masa total de una sección  <math>L_s</math> = Longitud de una sección</p> <p>Nota:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. una sección de una estructura debe considerarse como la porción entre las conexiones de las patas para estructuras enrejadas y la distancia entre empalmes en estructuras de polos tubulares, que no debe exceder los 50 pies (15 m) para cualquier estructura.</li> <li>2. La masa y la rigidez de los hombres para los mástiles de hombres se excluirán al determinar las irregularidades.</li> <li>3. los brazos de torsión, los montajes en estrella, etc. no se considerarán como irregularidad de rigidez</li> <li>4. Los marcos de montaje, montajes de antenas, plataformas, etc., no deben considerarse como una irregularidad de rigidez.</li> </ol>	

Fuente: Norma Structural standard for antenna supporting structures and antennas, ANSI/TIA-222-G, p.43

Los efectos de terremoto pueden ignorarse para las estructuras asignadas a la clase de estructura I de acuerdo con la Tabla 2-1 o para cualquier estructura ubicada en una región donde la aceleración de la respuesta espectral del terremoto en períodos cortos ( $S_s$ ) sea menor o igual a 1.00. Además, las estructuras sin irregularidades como se describe en la tabla 2-9,

los efectos de terremoto pueden ignorarse como indica la nota. (Norma ANSI/TIA 222-G, 2016, p.27)

Cuando sea necesario, las cargas sísmicas se evaluarán de acuerdo con los procedimientos de análisis sísmico especificado en el apartado 2.7.4. El cual expresa:

- **El procedimiento de análisis sísmico:** un análisis estructural, cuando sea necesario para cargas sísmicas, se realizará de acuerdo con los métodos de procedimiento de análisis sísmico prescritos en la tabla 2-10 (Norma ANSI/TIA 222-G, 2016, p.28)

De igual manera, para determine la aceleración máxima de la respuesta espectral del terremoto (expresada como una relación a la aceleración debida a la gravedad) en períodos cortos ( $S_s$ ) y en 1 segundo ( $S_1$ ) de 2.7.5.

**Tabla N° 14:** *Tabla 2-10* Métodos de análisis sísmico.

Descripción de método de procedimiento de análisis <sup>1</sup>	Limitaciones de altura en métodos de procedimientos de análisis.					
	No hay irregularidades de masa o rigidez por tabla 2-9			Con irregularidades de masa o rigidez por la tabla 2-9		
	Autosuficiente		Mástiles con vientos <sup>2</sup>	Autoportante		Mástiles con vientos <sup>2</sup>
	Polos	Enrejado		Polos	Enrejados	
<b>Fuerza lateral equivalente, método 1 de acuerdo apartado 2.7.7</b>	50 ft [15m]	100 ft [30 m]	Sin límite	N/A	N/A	1500 ft [457 m]
<b>Análisis modal equivalente, método 2 de acuerdo con 2.7.8.</b>	Sin límite	Sin límite	N/A	200 ft [61 m]	600 ft [183 m]	N/A
<b>Análisis modal, método 3 según 2.7.9</b>	Sin límite	Sin límite	N/a	Sin límite	Sin límite	N/a
<b>Análisis del historial de tiempo, método 4 de acuerdo con 2.7.10</b>	Sin límite	Sin límite	Sin límite	Sin límite	N/A	N/A
<b>Nota</b>						
1. Las fuerzas sísmicas verticales pueden ignorarse para los métodos 1, 2 y 3.						
2. El método 4 se utilizará cuando la distancia horizontal desde la base de la estructura a cualquier punto de anclaje superior a 1000 pies (305 m)						

Fuente: Norma Structural standard for antenna supporting structures and antennas, ANSI/TIA-222-G, p.44.

- **Sitio procedimientos específicos para determinar las aceleraciones de movimiento terreno:** Para estructuras ubicadas en regiones no incluidas en el anexo B, las aceleraciones máximas  $S_s$  y  $S_1$  se basarán en la sismicidad y geología regional y se expresarán como una relación a la aceleración debida a la gravedad. El movimiento de suelo sísmico máximo considerado se tomará como el movimiento representado al suponer que el 5% de la amortiguación crítica tiene un 2% de

probabilidad de excederse dentro de un período de 50 años. Una investigación geotécnica específica del sitio y un análisis de respuesta del sitio dinámico se utilizarán para determinar  $S_s$  y  $S_1$  para estructuras en todas las ubicaciones clase f del sitio (Norma ANSI/TIA 222-G, 2016, p.29)

- **Diseño espectral respuesta aceleraciones:** La aceleración específica de la respuesta específica del diseño a corto período,  $S_{DS}$  y a 1 segundo  $S_{D1}$  se determinará a partir de las siguientes ecuaciones:

$$S_{DS} = 2/3 F_a S_s$$

$$S_{D1} = 2/3 F_v S_1$$

Dónde:

$F_a$  = aceleración basado en el coeficiente del sitio basado en la clase del sitio y la aceleración de la respuesta vertical en períodos cortos de la tabla 2-12.

$F_v$  = coeficiente del sitio basado en la velocidad según la clase del sitio y la aceleración de la respuesta espectral a 1 segundo de la tabla 2-13

Nota: cuando  $S_s$  y  $S_1$  están basados en procedimientos de análisis de respuesta dinámica,  $F_a$  y  $F_v$  serán iguales a 1.0 (Norma ANSI/TIA 222-G, 2016, p.29)

- **Procedimiento de fuerza lateral equivalente (Método 1)**

1. determinar el peso total ( $W$ ) de la estructura, incluidos los accesorios. para los mástiles atados,  $W$  también incluirá el peso de los ensamblajes atados a la estructura.

2. Calcule la cizalla sísmica total ( $V_s$ ) de acuerdo con 2.7.7.1

3. Distribuir el corte sísmico total acuerdo con 2.7.7.2

4. Analizar la estructura estáticamente usando las fuerzas sísmicas como cargas externas. (Norma ANSI/TIA 222-G, 2016, p.29)

- **Cortante sísmico total:** el esfuerzo cortante sísmico total,  $V^s$ , en una dirección dada se determinará de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$V_s = \frac{S_{DS} W \cdot I}{R}$$

Alternativa, para las estructuras apoyadas en el suelo, el corte sísmico tota,  $V_s$  no necesita ser mayor que:

$$V_s = \frac{f_1 S_{D1} W \cdot I}{R}$$

Cuando se usa la ecuación alternativa para  $V_s$ ,  $V_s$  no debe ser menor que  $0.044 S_{DS}$   $W I$  y para los sitios donde  $S_1$  es igual o superior a 0.75,  $V_s$  que usa la ecuación alternativa también debe ser menor que:

$$V_s = \frac{0.5S_1 W I}{R}$$

### **1.3.9 Turismo**

Hoy día el turismo se identifica por ser una actividad social y económica que debido a la gran cantidad de sectores que engloba tiene diferentes definiciones, en otras palabras, hablar de turismo es incluir las actividades que realizan las personas cuando viajan o se trasladan por un periodo consecutivo menor a 12 meses a un sitio diferente al entorno acostumbrado, con un fin específico que puede ser por diversión, trabajo entre otros. (Crosby y Moreda, 1996, p. 9).

#### **1.3.9.1 Impacto del Turismo en el Sector Económico**

Se considera que incrementa significativamente el sector económico de los países sean desarrollados o subdesarrollados, ya que genera un impacto positivo en su economía, ofreciendo empleos, infraestructuras, inversiones económicas, marketing, entre otros. No obstante, el impacto será directamente proporcional siempre y cuando la industria turística se encuentre en un país en crecimiento con economía diversificada (Alonso y Curiel, 2012, p.54).

#### **1.3.9.2 Turismo Social**

El turismo social aspira que todos los sectores de la sociedad, principalmente los de estratos bajos puedan recrearse y hacer turismo. Puesto que este tipo de turismo es realizado por las personas dentro de su territorio, debido a que resulta más accesible los gastos de traslado, viáticos, transportes entre otros. En consecuencia se requiere que el estado mediante una correcta regulación y organización facilite la prestación de los servicios correspondientes. (Quesada, 2007, 98).

### **1.3.9.3 Turismo Cultural**

El Turismo cultural es efectuado por personas que desean disfrutar del arte y la cultura que puede ofrecerle la región que están visitando, más allá de otros recursos turísticos. Lo que implica que los motivos para realizar turismo cultural son numerosos, lo que permite segmentarlo en grupos como son: turismo familiar, religioso, étnico, educativo, folclórico, arquitectónico (Quesada, 2007, p.98). Es importante destacar, que el turismo cultural es un fenómeno que representa una gran oportunidad para las ciudades o zonas que no han sido explotadas turísticamente aun cuando cuenta con valiosos recursos propios y culturales. (Bora, Jimenez y Sevilla, 2005, p.09).

## **1.4. Formulación del Problema**

### **1.4.1 Problema General**

¿De qué forma el diseño estructural de una torre metálica autosoportada de 160 m de altura con miradores en el Parque de la Exposición incidirá en el impacto turístico de los ciudadanos de Lima?

### **1.4.2 Problemas Específicos**

En base a la realidad problemática se plantean las siguientes interrogantes:

- ¿De qué forma el diseño estructural de una torre metálica autosoportada de 160 m de altura con miradores en el Parque de la Exposición incidirá en el aspecto económico de los ciudadanos de Lima?
- ¿De qué forma el diseño estructural de una torre metálica autosoportada de 160 m de altura con miradores en el Parque de la Exposición incidirá en el aspecto social de los ciudadanos de Lima?
- ¿De qué forma el diseño estructural de una torre metálica autosoportada de 160 m de altura con miradores en el Parque de la Exposición incidirá en el aspecto cultural de los ciudadanos de Lima?

## 1.5. Justificación del Estudio

Esta investigación es importante, debido a que proporciona información relevante sobre la construcción de una mega estructura en la ciudad de Lima. Por lo tanto, es necesario realizar este estudio, con el objeto de conocer el impacto que tendrá la construcción de una Torre metálica autosoportada de 160 m utilizada como mirador en los habitantes de la ciudad, en aras de contribuir al desarrollo del sector turístico, cultural y social de todo el País. Por ello, debe señalarse que esta investigación estará sustentada de la siguiente forma:

- **Justificación Teórica:** la presente investigación pretende ampliar los conocimientos empíricos que se tienen acerca de las mega construcciones en el Perú, y de esta forma proporcionar una vasta fuente de cálculos en la construcción de estructuras metálicas que permitan adaptar este modelo a cualquier otra construcción similar. Debido que este estudio se fundamentará en los conocimientos teóricos de autores reconocidos sobre análisis estructural, además de la utilización de las normas vigentes y los diversos software como AutoCAD, SAP200.
- **Justificación Práctica:** principalmente podrá ser utilizada como trabajos previos en investigaciones realizadas por estudiantes de esta casa de estudio, así como organizaciones que requieren adentrarse a esta área tan importante de la ingeniería, ya que esta investigación desglosará la información requerida a fin de cumplir con su objetivo principal e incitar a su construcción.

De este modo, contribuir a explotar el sector Turístico en el Perú, dado que hoy día el país está creciendo notablemente en el sector socio-económico, ya que el turismo es un conjunto de actividades desarrollada tanto por organizaciones públicas como privadas determinando el consumo de una diversidad de bienes y servicios, como son el transporte, comidas y entretenimiento, es decir, es generador de divisas y por tanto de empleo.

- **Justificación Metodológica:** la investigación, podrá servir de patrón a otras organizaciones similares que pretendan adoptar la idea, adaptándola a sus necesidades en un momento dado. Puesto que cuenta con un diseño metodológico

definido acorde al tipo de investigación, además de instrumentos validados por expertos lo cuales apoyan la confiabilidad del estudio.

- **Justificación Social:** proporcionar a la población de la ciudad de Lima información sobre los beneficios que apostaría la construcción de una torre metálica de esta dimensión en el Parque de la Exposición. Pues se considera un sitio estratégico para su construcción, ya que se encuentra en un punto idóneo en el cual hay afluencia de personas además que permitiría apreciar una magnífica vista de Lima.

## **1.6 Hipótesis**

### **1.6.1 Hipótesis General**

El diseño estructural de una torre metálica auto soportada de 160 m de altura con miradores en el Parque de la Exposición incidirá positivamente en el impacto turístico de los ciudadanos de Lima.

### **1.6.2 Hipótesis Específicas**

- El diseño estructural de una torre metálica auto soportada de 160 m de altura con miradores en el Parque de la Exposición incidirá positivamente en el aspecto económico de los ciudadanos de Lima.
- El diseño estructural de una torre metálica auto soportada de 160 m de altura con miradores en el Parque de la Exposición incidirá positivamente en el aspecto social de los ciudadanos de Lima.
- El diseño estructural de una torre metálica auto soportada de 160 m de altura con miradores en el Parque de la Exposición incidirá positivamente en el aspecto cultural de los ciudadanos de Lima.



## **1.7 Objetivos de la Investigación**

### **1.7.1 Objetivo General**

Determinar la incidencia del diseño estructural de una torre metálica auto soportada de 160 0m de altura con miradores para su impacto turístico el Parque de la Exposición de la Ciudad de Lima.

### **1.7.2 Objetivos Específicos**

- Determinar la incidencia del diseño estructural de una torre metálica auto soportada de 160 m de altura con miradores en el Parque de la Exposición en el impacto económico de los ciudadanos de Lima.
- Establecer la incidencia del diseño estructural de una torre metálica auto soportada de 160 m de altura con miradores en el Parque de la Exposición en el en el impacto social de los ciudadanos de los ciudadanos de Lima.
- Comprobar la incidencia de una torre metálica auto soportada de 160 m de altura con miradores en el Parque de la Exposición en el en el impacto cultural de los ciudadanos de Lima.

## **II. MÉTODO**

### **2.1 Diseño de la Investigación**

#### **2.1.1 Tipo de Investigación**

La presente investigación es de tipo aplicada, dado que es práctica, y sus resultados serán utilizados en la resolución de problemas que generan un beneficio para la sociedad, proporcionando la solución más idónea a la problemática planteada (Vara, 2015, p. 235).

En este sentido, la investigación aplicada está familiarizada con la investigación básica, la cual establece que por medio de sus aportes teóricos se resuelvan los problemas, a fin de crear un beneficio para la sociedad (Valderrama 2013, p.165). Por tal motivo, la investigación desarrollada será de tipo aplicada, puesto que desea emplear métodos que ayuden a realizar una aproximación exacta y confiable que posibiliten la construcción de la torre y determinar el impacto que tendrá en los habitantes de la ciudad de Lima.

#### **2.1.2 Nivel de la Investigación**

Para Hernández, Fernández y Baptista (2014) el nivel correlacional permite observar “como se puede comportar un concepto o una variable al conocer el comportamiento de otras variables vinculadas” (p. 94). Por tanto, la actual investigación corresponde a un nivel correlacional, pues determina cómo incidirá el diseño de la torre auto soportada de 160 m de altura utilizada como mirador turístico en la ciudad de Lima.

#### **2.1.3 Enfoque de Investigación**

Se basa en la recolección de datos para comprobar suposiciones con ayuda de mediciones numérica y el análisis estadístico, con el fin de poder precisar modelos de comportamiento y comprobar teorías. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p.37).

En base a lo anteriormente planteado, la investigación desarrollada tendrá un enfoque cuantitativo, puesto que a partir de la recolección de datos se realizarán análisis que permitan

comprobar como la construcción de la torre auto soportada 160 m utilizada como mirador tendrá un impacto positivo en el turismo de Lima.

#### **2.1.4 Diseño de la Investigación**

En este contexto, es necesario definir el diseño de la investigación, el cual se conoce como la estrategia escogida por el investigador a fin de suministrar una respuesta al problema bajo estudio (Arias, 2012, p.27).

Generalmente su selección es especificada por la fuente donde se originan los datos, además de considerar el grado de manipulación de las condiciones donde se lleva a cabo el estudio. En consecuencia, el presente estudio se enmarca dentro del diseño no experimental, el cual se define como aquellos que no altera y/o manipulan intencionalmente la variable objeto de estudio. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p.152).

Además, es importante enfatizar que responder a un diseño no experimental, descriptivo-correlacional debido que se recogerá en un solo momento los datos, así poder señalar la correlación entre las variables establecidas para desarrollar dicha investigación.

#### **2.2 Variables, Operacionalización**

Una variable es considerada como una dimensión capaz de asumir diferentes valores, bien sean cualitativos o cuantitativos (Tamayo y Tamayo, 2004, p.169). Es decir, es una cualidad que se puede medir y las variables objetos de estudio son substanciales, debido que son las que permite plantear las hipótesis.

En lo que respecta a la operacionalización de las variables se define como el método a través del que se le proporcionan a las variables características que permitan su medición y le den un nivel empírico para la investigación (Lerma, 2004, p.76). Dadas las relaciones bajo las cuales son establecidas las variables estas pueden ser:

### **2.2.1. Variable Independiente**

Es concebida como una posible causa en una relación entre variables, en decir, es el efecto que produce una la casa de una variable en otra, por tal motivo se le denomina variable independiente (Hernández, Fernández y Baptista 2014, p. 131)

Diseño estructural de una torre metálica auto soportada de 160m de altura con miradores

### **2.2.2 Variable Dependiente**

La variable dependiente no se puede manipular, lo que se mide es la consecuencia o influencia que se puede tener mediante el manejo de la variable independiente sobre ella (Hernández, Fernández y Baptista 2014, p. 131)

Incidencia en el Impacto turístico

Tabla N° 15. Operacionalización de variable

OPERACIONALIZACIÓN					
Tipo de Variable	Def. Conceptual	Definición Operacionalización	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
Diseño estructural de una torre metálica autosoportada de 160m de altura con miradores (VARIABLE INDEPENDIENTE)	Se refiere al cálculo, análisis métricos y geométricos de la estructura que será capaz de mantener el peso de cargas vivas sin necesidad de cables de acero. De esta forma, todos los cálculos permitirán obtener un modelo de la estructura y su capacidad antes de su implementación.	El diseño de la estructura de una torre metálica de 160 metros se realizará mediante el modelado de su estructura, realizando cálculos matemáticos para obtener las dimensiones de los miembros estructurales que la conformaran, y de esta forma también se realizara la estimación de cargas gravitatorias y dinámicas que soportará la estructura de la torre y cálculo de las fuerzas actuantes basándose en las Normas ANSI/TIA 222-G y RNE, ANSI/AISC 360-10	<b>Modelado de la Estructura</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Modelación</li> <li>2. Geometría</li> <li>3. Tipos de materiales de acero</li> </ol>	Tolerancia , según las normas técnicas : ANSI/TIA 222-G R.N.E Reportes de Software del análisis estructural: SAP 2000 AUTOCAD  Fichas Técnicas Encuestas
			<b>Cálculos Matemáticos</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>4. Fórmulas analíticas</li> <li>5. Cálculos analíticos</li> <li>6. Cálculos miembros estructurales de la torre y fuerzas actuantes</li> </ol>	
			<b>Estimación de cargas</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>7. Cargas y combinaciones de cargas</li> <li>8. Simulación de:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>-Carga muertas</li> <li>-Carga vivas</li> <li>-Carga de vientos</li> <li>-Cargas de sismo</li> </ul>                             Cálculos del accionar de estas fuerzas en la estructura de la torre                         </li> </ol>	

Fuente: elaboración propia (2018)

Tabla N° 16. Continuación

OPERACIONALIZACIÓN					
Tipo de Variable	Def. Conceptual	Definición Operacionalización	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
<p style="text-align: center;">Incidencia en el Impacto turístico (VARIABLE DEPENDIENTE)</p>	<p>Los impactos del turismo no se limitan a una zona o una región determinada, sino que tienen efectos multiplicadores o de arrastre para otras zonas y para muchos sectores con los cuales esta actividad está relacionada. Los impactos derivados del turismo se pueden agrupar en diferentes grupos o categorías: impactos económicos, sociales, cultural y en el medio ambiente. (Rodríguez, 2009, pp. 163)</p>	<p>Para conocer la incidencia del impacto en el sector turístico de Lima Metropolitana referente al diseño de una torre autosoportada de 160 m se realizará un estudio de económico, social y cultural, y de esta forma se podrá conocer la forma como se comporta esta variable en el estudio actual.</p>	<p><b>Económico</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Infraestructura</li> <li>✓ Generación de empleo</li> <li>✓ Tecnología avanzada</li> <li>✓ Retorno de inversión</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Ficha técnica</b></p>
			<p><b>Social</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Impacto en los ciudadanos beneficiados</li> <li>✓ Impacto en la innovación tecnológica</li> </ul>	
			<p><b>Cultural</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Aporte como obra de arte y de Ingeniería</li> <li>✓ Incremento de visitantes locales y turísticos.</li> </ul>	

Fuente: elaboración propia (2018)

## 2.3 Población y Muestra

### 2.3.1 Población

La población es el conjunto de elementos finito o infinito, que poseen particulares similares, a las cuales se dirigen las conclusiones de la indagación. La misma se limita por el tema de estudio de la investigación (Arias, 2012, p.81). Cabe destacar, que para el estudio actual estará conformada por una población finita, ya que se toma como población a los habitantes de la ciudad de Lima registrados en el año 2018, además se consultó a un grupo de 3 ingenieros civiles expertos en estructuras metálicas.

### 2.3.2 Muestra

En lo que se refiera la muestra se conoce como una parte de la población, (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p.175). Para determinar la muestra se utilizará ecuaciones estadísticas. A continuación, se detallan los casos a considerar según el objetivo que persigue el estudio realizado (Ver tabla 9).

**Tabla N° 17.** Ecuaciones estadísticas para determinar la muestra

<b>Fórmulas para calcular el tamaño de la muestra cuando el objetivo consiste en estimar la media poblacional</b>	
	<b>Ecuación</b>
Cuando el tamaño de la población es conocido (población finita)	$n = \frac{N \cdot Z_c^2 \cdot S^2}{N \cdot e^2 + Z_c^2 \cdot S^2}$
Cuando el tamaño de la población es desconocido (población infinita)	$n = \frac{Z_c^2 \cdot S^2}{e^2}$
<b>Fórmulas para calcular el tamaño de la muestra cuando el objetivo radica en estimar la proporción poblacional</b>	
<b>Criterio</b>	<b>Ecuación</b>
Si el tamaño de la población es conocido (población finita)	$n = \frac{N \cdot Z_c^2 \cdot p \cdot q}{(N-1) \cdot e^2 + Z_c^2 \cdot p \cdot q}$
Si el tamaño de la población es desconocido (población infinita)	$n = \frac{Z_c^2 \cdot p \cdot q}{e^2}$

Fuente: (Arias, 2012, p.19)

Dadas las características del actual estudio, se toma la ecuación del criterio en el cual el tamaño de la población es conocido (población finita) puesto que se considera como población 9.320.000 habitantes de la cual se desea estimar la proporción de la población que estaría de acuerdo con la propuesta planteada. La nomenclatura de las ecuaciones es la siguiente:

**n** = Tamaño de la muestra.

**N** = Total de elementos que integran la población

**Z<sup>2</sup><sub>c</sub>** = Zeta crítico: valor determinado por el nivel de confianza adoptado, elevado al cuadrado. Para un grado de confianza de 95% el coeficiente es igual a 2, entonces el valor de zeta crítico es igual a 4.

**E** = Error muestral: falla que se produce al extraer la muestra de la población. Para el presente estudio se considera 5%.

**P** = Proporción de elementos que presentan una determinada característica a ser investigada. En este caso será el 95%.

**Q** = Proporción de elementos que no presentan la característica que se investiga  $q = A/N$ , y  $p + q = 1$ .

Se aplica la fórmula anterior

$$n = \frac{9,320,000(2 * (0.95(1 - 0.95)))}{(9,320,000 - 1) * 0.05^2 + (2 * (0.95(1 - 0.95)))} = 38$$

Tal como se muestra en el resultado anterior, la muestra estará representada por 38 (treinta y ocho) personas los cuales se escogerán de forma aleatoria del total de la población estudiada, considerándose como una porción óptima de elementos integrantes de una muestra para la prueba de Verificación de Hipótesis.

### 2.3.3 Muestreo

El tipo de muestreo aplicado al presente estudio es muestreo no probabilístico los cuales se les conoce también con el nombre de no dirigidas, dado que se realizan mediante una selección informal. Puesto que, es el investigador quien elige los elementos que considera más representativos para su investigación. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p.326).



## **2.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos, Validez y Confiabilidad**

### **2.4.1 Técnicas de Recolección de Datos**

Las técnicas describen los diversos procedimientos utilizados, por medio de ellos se obtienen los datos (Arias, 2012, p. 67). A continuación, se detallan las técnicas de recolección de datos que se utilizarán.

#### **2.4.1.1. Revisión Documental**

En lo que respecta a la revisión documental se hace referencia al proceso a través del cual se extrae la información de fuentes numerosas referente a un tema de estudio (Hurtado, 2007, p.89). Mediante el uso de esta técnica se pudo recolectar información teórica para sustentar debidamente la problemática, también sirvió de ayuda para el desarrollo del presente proyecto. La misma comprendió la consulta de material bibliográfico diverso, entre ellos: tesis de grado, libros, publicaciones científicas, Internet, entre otras.

#### **2.4.1.2 Observación Directa**

Se presenta como una técnica que va más allá de la simple contemplación de los factores que intervienen en la realidad problemática, sino buscar profundizar y sintetizar información referente a situaciones o entornos sociales (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p.399). Para este trabajo de investigación se aplicará esta técnica, ya que el investigador se trasladará al parque la Exposición a fin de recabar información y llevar un registro de la misma para su posterior análisis, es decir, se identificara el lugar idóneo para la construcción de la torre metálica. Además, observar la reacción de los visitantes al saber que podría construirse una mega estructura.

#### **2.4.1.3 Entrevistas Estructuradas**

La entrevista, consiste en una conversación realizada “cara a cara”, entre el entrevistador y el entrevistado a fin que el interrogador pueda conseguir la información pretendida. Este tipo de entrevista es formal, y se realiza mediante una guía previamente elaborada, la cual

contiene preguntas que deben ser respondidas por el entrevistado. (Arias, 2012, p. 73). Esta técnica servirá para obtener la información requerida, es decir, permitirá consultar el diseño con los 3 ingenieros especialistas en área.

## **2.4.2 Instrumentos de Recolección de Datos**

### **2.4.2.1 Fichas Técnicas**

Como instrumento de recolección de datos se utilizará la ficha técnica la cual consiste en un conjunto de anotaciones que sirven para referenciar toda la información que se recaba durante los ensayos aplicados en la propuesta, y así presentar soluciones que conlleven al éxito de la investigación.

### **2.4.2.2 Reportes de Software del Análisis Estructural**

Se refiere a los diferentes resultados que serán emitidos por los softwares de simulación, a fin de obtener un bosquejo de lo que será la estructura que se desea diseñar, bajo esta connotación se obtendrán los datos más relevantes que permitirán determinar la geometría y soporte que tendrá el diseño de la estructura.

### **2.4.2.3 Tolerancia Según las Normas Técnicas**

Son los diferentes índices permisibles que establece la norma para la construcción de este tipo de mega estructuras que permitirán dar datos fidedignos y confiables de lo que será el soporte de cargas dispuesto sobre la estructura que se diseñará.

## **2.4.3 Validez y Confiabilidad**

Para la recolección de los datos relacionados con las variables objeto de estudio, se realizó la aplicación de instrumentos que facilitarán la obtención de la información necesaria a fin de lograr los objetivos planteados, a través de la emisión de respuestas a las interrogantes relacionadas. En cuanto a esto, se considera que todo proceso que implique la medición y

recolección de información mediante instrumentos debe cumplir con dos requerimientos vitales como son confiabilidad y la validez

### 2.4.3.1 Validez

La validez es la forma del instrumento bajo la cual mide la variable en estudio. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p.399). En consecuencia, como establecen los parámetros investigativos, la revisión de validez será validada debidamente por tres expertos en el área de ingeniería Civil, en función de garantizar que los ítems elaborados se correspondan con los objetivos delineados para este proyecto.

**Tabla N° 18.** Rangos y magnitudes de validez

Rango	Magnitudes
0.53 a menos	Validez Nula
0.54 a 0.59	Validez baja
0.60 a 0.65	Valida
0.66 a 0.71	Muy Valida
0.72 a 0.99	Excelente validez
1.0	Validez perfecta

Fuente: Herrera (1998) citado por (Confiabilidad y Validez de instrumento, 2013, p.13)

**Tabla N° 19.** Coeficiente de validez por juicio de expertos

Validez	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Promedio
Variable Independiente	1	1	1	1
Variabes Dependiente	1	1	1	1
Índice de Validez				1

Fuente: elaboración Propia (2018)

En lo que respecta a la comprobación de la validez del instrumento por parte de los tres (3) ingenieros civiles demostraron que posee un rango 1, es decir una validez perfecta.

### 2.4.3.2 Confiabilidad

Se entiende por confiabilidad la capacidad de un instrumento para emitir resultados concretos y coherentes, según las veces que sea aplicado. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p. 399). En cuanto a la medición de la confiabilidad de los datos, se considerará la siguiente tabla de rango y magnitudes de confiabilidad, es decir, se deben comparar con los datos mostrados en la tabla 12:

**Tabla N° 20.** *Rango y magnitudes de confiabilidad*

<b>Rango</b>	<b>Magnitudes</b>
0.53 a menos	Confiabilidad nula
0.54 a 0.59	Confiabilidad baja
0.60 a 0.65	Confiable
0.66 a 0.71	Muy confiable
0.72 a 0.99	Excelente confiabilidad
1.0	Validez perfecta

Fuente: Herrera (1998) citado por (Confiabilidad y Validez de instrumento, 2013, pág.5)

## 2.5 Métodos de Análisis de Datos

El presente estudio se basó en la aplicación del método de inducción por simple enumeración o conclusión probable, puesto que encaja con el diseño escogido para la investigación presente, dado que permitirá el estudio del grado de correlación que tiene el diseño de la estructura metálica de una torre autosoportada de 160 m y su incidencia en el impacto turístico en la población limeña. Con el objeto de dar una conclusión, libre de contradicciones o que se niegue el carácter común observado.

## 2.6 Aspectos Éticos

Esta investigación se presenta como única e original, ya que el investigador utiliza información obtenida de referencias bibliográficas. De igual manera se compromete a respetar la autenticidad de las encuestas realizadas, además de la confiabilidad de los datos

obtenidos suministrados por las empresas consultadas, de igual forma la identidad de las personas involucradas en el estudio.

### III RESULTADOS

#### 3. Diseño estructural de la Torre de 160 metros de altura con miradores

##### 3.1 Objetivo

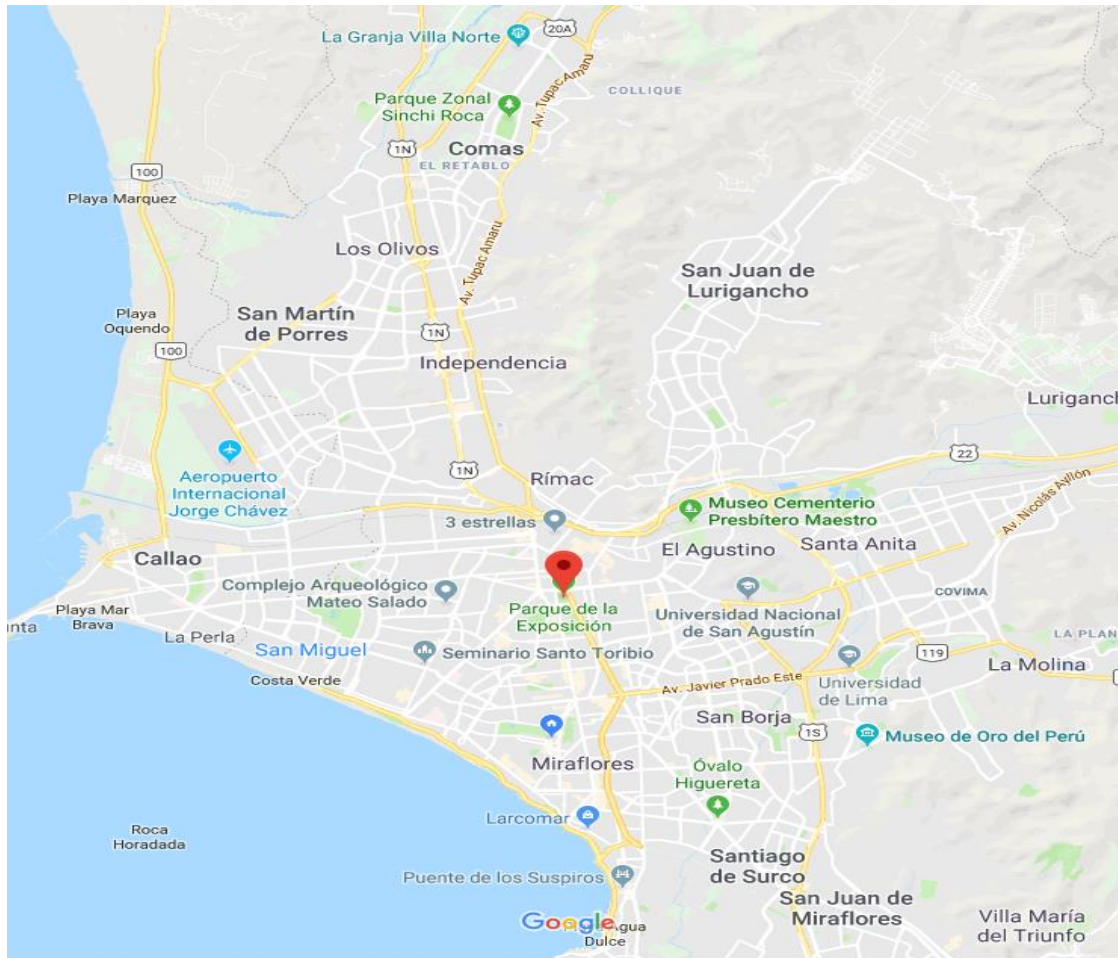
Como se mencionó en el apartado de teorías relaciona al tema; la base de diseño es el modelo de la torre de Eiffel, en la cual su función principal como estructura metálica será albergar el aforo de visitantes para uso de sus plataformas como miradores turísticos. El presente diseño estructural de la torre se desarrollará en base a la norma Internacional ANSI/TIA 222-G y del programa Sap2000 para el diseño de torres metálicas; también se apoyara en el Reglamento Nacional de Edificación (RNE). Se hace mención que le Perú no ha elaborado normas para el diseño estructural de torres metálicas.

##### 3.2 Ubicación

La torre tendrá como ubicación el Parque de la Exposición, en el centro de Lima en las Coordenada:  $12^{\circ}03'41''S$   $77^{\circ}02'12''O$  específicamente en Av. 28 de julio con Garcilaso de la Vega, Cercado de Lima. El cual se encuentra delimitado por las avenidas Paseo Colón, Wilson, Paseo de la República y 28 de julio.



*Figura 9: Parque de la Exposición de Lima  
Fuente: Google Earth*



*Figura 10: Mapa Ubicación del Parque de la exposición.  
Fuente: Google Earth*

### 3.3 Proyecto

Es diseñar estructuralmente una torre metálica de 160 m de altura cuya función será de servir de mirador turístico, ubicándose en el Parque de la Exposiciones la Ciudad de Lima. Esta mega estructura a diseñar tendrá la forma de la torre de Eiffel y para cumplir su función de mirador contará con plataformas ubicadas a diferentes alturas; con ubicación telescópica a su alrededor.

La capacidad máxima de aforo de visitantes será de 800 personas, para su acceso contara con escaleras peatonales y ascensores ubicada en cada pata de la torre. En el diseño se preverá como carga futura la ubicación de antenas de telecomunicación en la parte superior.















### 3.4 Cálculos Analíticos del Diseño Estructural de una Torre Autoportada de 160 m

Para su diseño y cálculo se utilizó la Norma ANSI/TIA-222-G y el Reglamento Nacional de Edificaciones (R.N.E), a fin de realizar:

- Bosquejo total de la torre definiendo su forma y geometría
- Estimación de los materiales que conforman la torre en función de las cargas que ha de soportar. Cabe mencionar, de estos materiales se considerara su resistencia y dimensiones.

#### 3.4.1 Cálculos de Parámetros para Diseño de la Fuerza del Viento

*Tabla N°21: Calculo de  $\epsilon$ (Relación de solidez)*

Tramo de la torre	Componente de la torre	Material	$A_f$ $\Sigma$ Área efectiva proyectada (m <sup>2</sup> )	$A_g$ Área total del tramo (m <sup>2</sup> )	$\epsilon$ Relación de solidez
1	Parante		28	142	0.19
	Reticulado				
	Plancha				
2	Parante		43	216	0.19
	Reticulado				
	Plancha				
3	Parante		54	273	0.19
	Reticulado				
	Plancha				
4	Parante		80	334	0.23
	Reticulado				
	Plancha				
5	Parante		98	397	0.24
	Reticulado				
	Plancha				
6	Parante		128	521	0.24
	Reticulado				
	Plancha				
7	Parante		190	790	0.24
	Reticulado				
	Plancha				

Elaborado por: Magno Sáenz



Dónde:

- Área total de la carga expuesta al viento=  $A_g$
- Relación Solidez =  $\epsilon = A_f / A_g$

Es importante, enfatizar que tal como se muestra en la tabla anterior se procedió a realizar los calcular para las demás secciones de la torre propuesta.

### 3.4.2 Cálculo de las Fuerzas que Actúan Sobre la Estructura de la Torre

Las fuerzas que actúan sobre la estructura de la torre son: fuerza del viento y fuerza sísmica.

- **Fuerza del viento:** es la fuerza exterior que actúa sobre la estructura de la torre está dada por la siguiente expresión :

$$F_{ST} = (q_z) (G_h) (EPA)_s$$

Dónde:

$F_{ST}$  = es la fuerza del viento sobre la estructura

$q_z$  = es el coeficiente de presión dinámica

$G_h$  = es la ráfaga de viento

$EPA$  = es el área efectiva proyectada

Para calcular cada uno de estos factores se debe utilizar las siguientes expresiones:

$$q_z = 0.613 K_z * K_{zT} * K_d * V^{2*} I \text{ [N/m}^2 \text{ ]}$$

Calculo de  $K_z$  (coeficiente de presión dinámica)

$$K_z = 2.01 \left( \frac{Z}{Z_g} \right)^{\frac{2}{\alpha}}, \quad K_{zmin} \leq K_z \leq 2.01$$

Dónde:

$Z$  = altura desde el suelo, hasta el punto medio del tramo a calcular.

$Z_g, \alpha, K_{zmin}$  : coeficientes en función de la categoría de exposición valores en la tabla

que se presenta a continuación, reemplazando el valor de  $Z, Z_g$  en el siguiente cuadro:

**Tabla N°22. Resultado de  $K_z$**

Punto medio de los tramos Z (m)	$K = 2.01 \left( \frac{Z}{366} \right)^{\frac{2}{7}}$
151.10	1.56
131.80	1.50
110.40	1.43
82.80	1.35
68.60	1.25
58.20	1.19
43.33	1.09

Elaborado por: Magno Sáenz

**Cálculo de  $K_{zt}$  (factor topográfico)**

$$K_{zt} = \left[ 1 + \frac{K_e K_t}{K_h} \right]^2$$

Dónde:

$K_e$  = constante de terreno

$K_T$  = constante topográfica,

$$K_h = e^{\left( \frac{f \cdot z}{H} \right)}$$

En este caso se considera  $K_{zt} = 1$ ; por ser el terreno plano en zona urbana, de gran extensión sin embargo se debe considerar tablas de donde salen  $K_e$ ,  $K_t$ ,  $f$

**Tabla N°23: Tabla 2-5 Categoría de coeficiente Topográfico**

Categoría topográfica	$K_T$	$f$
2	0.43	1.25
3	0.53	2.00
04	0.72	1.50

Fuente: Norma Structural standard for antenna supporting structures and antennas, ANSI/TIA-222-G, p.40

**Cálculo de  $K_d$ : (factor probabilístico) de la dirección del viento.** (Su valor se obtiene de la Tabla N°24)

**Tabla N°24.** *Tabla 2-2. Factor de probabilidad de dirección del viento*

<b>Tipo de la Estructura</b>	<b>Factor de probabilidad de la dirección del viento, Kd</b>
Estructuras de celosía con secciones transversales triangulares, cuadradas o rectangulares	0.85
Estructuras monopolos, estructuras enrejadas con otras secciones transversales y accesorios.	0.95

Fuente: Norma Structural standard for antenna supporting structures and antennas, ANSI/TIA-222-G, p.39

Para este caso el valor de **K<sub>d</sub> = 0.85** tal como se refleja en la tabla

### **Cálculo de V (Velocidad del viento)**

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones (R.N.E) en la norma 0.20, la velocidad del viento a considerar para el diseño es de:

$$V = 75 \text{ Km/h} \quad \text{ò} \quad V = 20.83 \text{ m/s}$$

### **Cálculo de I (Factor de Importancia)**

Con la descripción de la estructura se identificamos en la tabla 2-1 la clase de estructura. Luego con la clase de estructura identificamos en la tabla 2-3 el factor de importancia

**Tabla N° 25.** *Tabla 2-1 Clasificación de la Estructura*

<b>Descripción de la Estructura</b>	<b>Clase</b>
Las estructuras que se debe a la altura, el uso o la ubicación representan un riesgo bajo para la vida humana y daños a la propiedad en caso de falla y / o se usan para servicios que son opcionales en los que sería aceptable un retraso en la devolución de los servicios.	I
Las estructuras que debido a la altura, el uso o la ubicación representan un peligro importante para la vida humana y/o daños a la propiedad en caso de falla y / o se utilizan para servicios que pueden proporcionarse por otros medios.	II
Las estructuras que debido a la altura, el uso o la ubicación representan un alto riesgo para la vida humana y/o daños a la propiedad en caso de falla y / o se utilizan principalmente para comunicaciones esenciales.	III

Fuente: Norma Structural standard for antenna supporting structures and antennas, ANSI/TIA-222-G, p.39

**Tabla N° 26: Tabla 2-3 Factor de importancia**

Clase de estructura	Carga de viento sin hielo	Carga de viento con hielo	Espesor del hielo	Sismo
I	0.87	N/A	N/A	N/A
II	1.00	1.00	1.00	1.00
III	1.15	1.00	1.25	1.50

Fuente: Norma Structural standard for antenna supporting structures and antennas, ANSI/TIA-222-G, p.39

De acuerdo a la descripción de la estructura le corresponde la Clase II. Luego pasamos con ese dato a la tabla 2-3 e identificamos el factor de importancia.

Con los datos hallados podemos reemplazar en la ecuación:

$$q_z = 0.613 K_z * K_{zT} * K_d * V^2 * I$$

Por ejemplo calculamos el tramo 1 reemplazando nos da:

$$q_z = 0.613 \times 1.56 \times 1 \times 0.85 \times (20.83)^2 \times 1$$

$$q_z = 352.68$$

El resultado lo exponemos en el cuadro siguiente:

**Tabla N° 27: Calculo de  $q_z = (0.613) (K_z) (K_d) (V^2) I$**

Tramo	Altura al punto medió Z (m)	$K_z$	$K_{zT}$	$K_d$	$V^2$	I	$q_z$
1	151.10	1.56	1	0.85	$(20.83)^2$	1	352.68
2	131.80	1.50	1	0.85	$(20.83)^2$	1	339.12
3	110.40	1.43	1	0.85	$(20.83)^2$	1	323.29
4	89.80	1.35	1	0.85	$(20.83)^2$	1	305.21
5	68.60	1.25	1	0.85	$(20.83)^2$	1	282.60
6	43.33	1.09	1	0.85	$(20.83)^2$	1	246.43
7	16.10	0.82	1	0.85	$(20.83)^2$	1	185.39

Elaborado por: Magno Sáenz

**Tabla N° 28:** *Calculo de (EPA)<sub>s</sub>*  $(EPA)_s = C_f [D_f \sum A_f]$

Tramo	ξ	C <sub>f</sub>	D <sub>F</sub>	(EPA) <sub>s</sub>
1	0.19	3.02	1	84.56
2	0.19	3.02	1	130.00
3	0.19	.02	1	163.00
4	0.23	2.85	1	228.00
5	0.24	2.81	1	275.38
6	0.24	2.81	1	359.68
7	0.24	2.81	1	533.00

Elaborado por: Magno Sáenz

**Tabla N° 29:** *Calculo de la fuerza de viento sobre la estructura metálica de la torre:*

$$FST = (qz) (Gh) (EPA)$$

Tramo	qz	Gh	(EPA) <sub>S</sub>	F(Newton)
1	352.68	0.925	84.56	27,585.92
2	339.12	0.925	130.00	40,779.18
3	323.29	0.925	163.00	48,744.04
4	305.21	0.925	228.00	64,368.80
5	282.60	0.925	275.38	72,000.99
6	246.43	0.925	359.68	87,988.246
7	185.39	0.925	573.00	98,261.33

Elaborado por: Magno Sáenz

**Tabla N° 30:** *Calculo de la fuerza de viento sobre la estructura metálica de la torre y los*

$$\text{nodos: } F_{\text{nodo}} = \frac{F(\text{st})}{N^{\circ} \text{ de nodos (tramos)}} \text{ (kg-f)}$$

Tramo	F (newton)	F kg-f	Nudos	F en cada nudo k-f
1	27,583.92	2,812.02	64	43.93
2	40,779.18	4,156.89	36	115.46
3	48,368.80	4,968.87	36	138.02
4	64,368.80	6,564.54	64	102.52
5	72,000.99	7,339.55	64	114.68
6	81,988.24	8,357.61	80	104.47
7	98,261.33	10,016.49	96	104.33

Elaborado por: Magno Sáenz

**Cálculo de G<sub>h</sub> (Factor de Ráfaga de Viento):** Para el tipo de estructura autoportada de celosía el factor de ráfaga se calcula con la siguiente expresión:

$$G_h = 0.85 + 0.15 \left[ \frac{h}{45.7} - 3 \right], \text{ donde } 0.85 < G_h \leq 1.00$$

Aquí, h es altura de la torre

$$G_h = 0.85 + 0.15 \left[ \frac{160}{45.7} - 3 \right] = 0.85 + 0.15 [0.50]$$

$G_h = 0.925$

### 3.4.3 Análisis estructural con el programa Sap 2000 v19.2.1

Configuración:

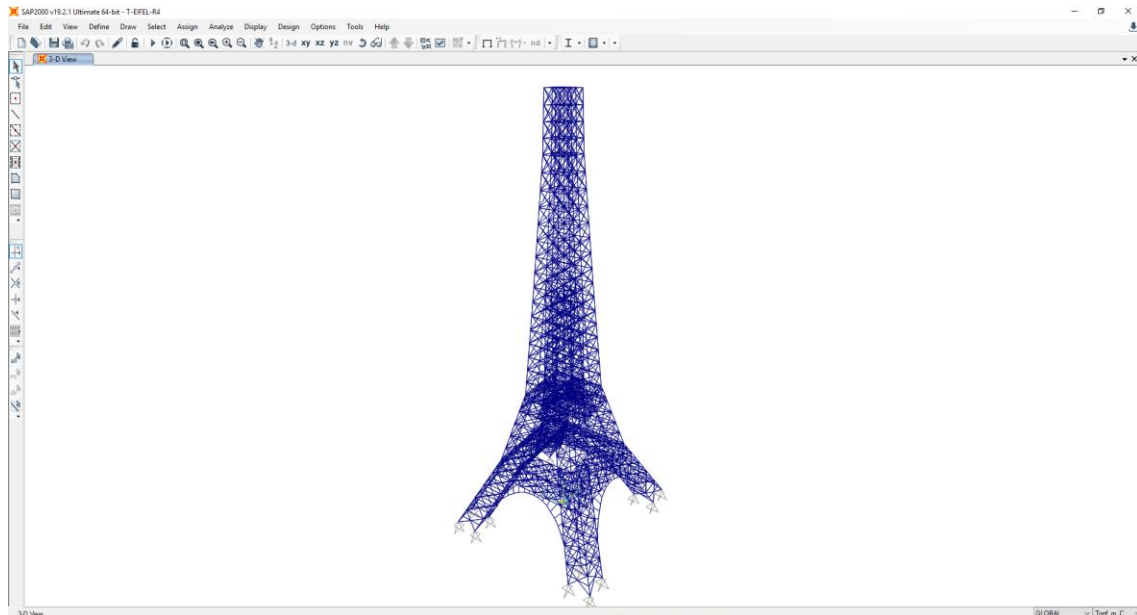


Figura 11: Vista tridimensional de la estructura.

Parámetros para el análisis y diseño:

Acero A36

A screenshot of the 'Material Property Data' dialog box in SAP2000. The dialog is titled 'Material Property Data' and has a close button (X) in the top right corner. It is divided into several sections:

- General Data:** Material Name and Display Color is 'A36', Material Type is 'Rebar', and there is a 'Modify/Show Notes...' button.
- Weight and Mass:** Weight per Unit Volume is '7860', Mass per Unit Volume is '0.', and the Units are set to 'Kgf, m, C'.
- Uniaxial Property Data:** Modulus of Elasticity, E is '2.039E+10', Poisson, U is '0.3', Coefficient of Thermal Expansion, A is '1.170E-05', and Shear Modulus, G is '7.842E+09'.
- Other Properties for Rebar Materials:** Minimum Yield Stress, Fy is '25300000.', Minimum Tensile Stress, Fu is '41000000.', Expected Yield Stress, Fye is '46402595.', and Expected Tensile Stress, Fue is '69603893.'.

At the bottom, there is a checkbox for 'Switch To Advanced Property Display' (which is unchecked) and 'OK' and 'Cancel' buttons.

Figura 12: Características del acero usado para el análisis.

Código de análisis y diseño de los elementos estructurales (AISC 360-10):

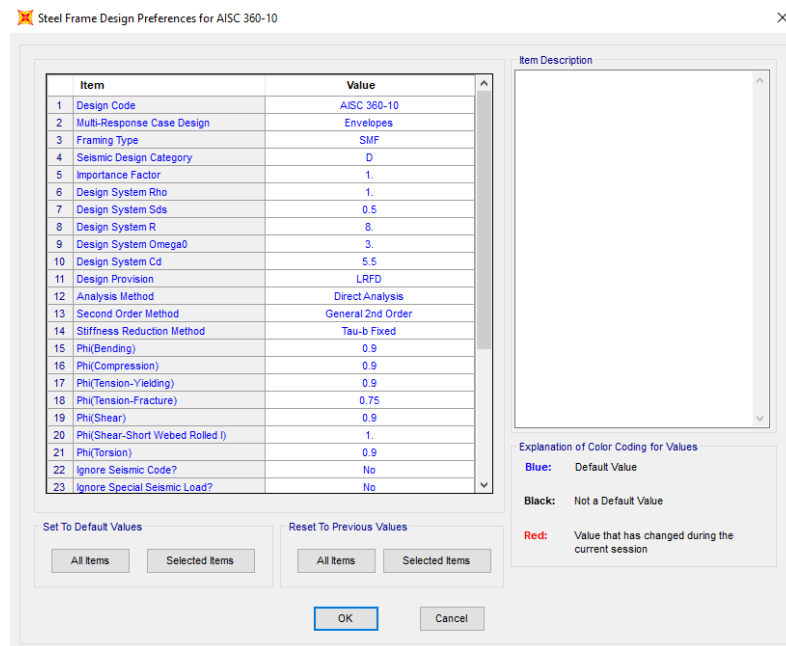


Figura 13: Código de diseño y verificación de los miembros estructurales.

Patrones de carga usados para el análisis:

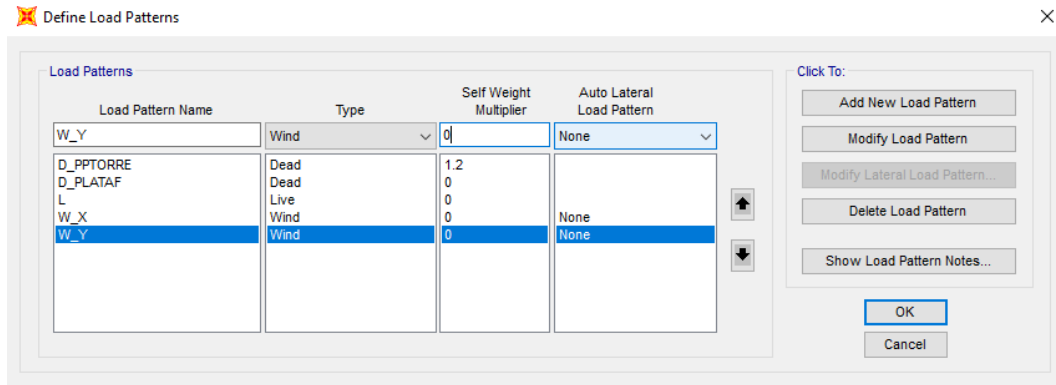


Figura 14: Patrones de carga usados para el análisis.

Se considera un peso adicional a peso propio de la torre, esto debido a los pernos y las planchas adicionales.

## Combinaciones de Carga Usados para el Análisis de Torre:

Load Combination Data

Load Combination Name (User-Generated): 1.4-1

Notes: Modify/Show Notes...

Load Combination Type: Linear Add

Options: Convert to User Load Combo, Create Nonlinear Load Case from Load Combo

Define Combination of Load Case Results

Load Case Name	Load Case Type	Scale Factor
D_PLATAF	Linear Static	1.4
D_PLATAF	Linear Static	1.4
D_PPTORRE	Linear Static	1.4

Add, Modify, Delete, OK, Cancel

Figura 15: Combinación de carga 1.4-1 de acuerdo a la norma E-0.90

Load Combination Data

Load Combination Name (User-Generated): 1.4-2

Notes: Modify/Show Notes...

Load Combination Type: Linear Add

Options: Convert to User Load Combo, Create Nonlinear Load Case from Load Combo

Define Combination of Load Case Results

Load Case Name	Load Case Type	Scale Factor
D_PLATAF	Linear Static	1.2
D_PLATAF	Linear Static	1.2
D_PPTORRE	Linear Static	1.2
L	Linear Static	1.6

Add, Modify, Delete, OK, Cancel

Figura 16: Combinación de carga 1.4-2 de acuerdo a la norma E-0.90

Load Combination Data

Load Combination Name (User-Generated): 1.4-4A

Notes: Modify/Show Notes...

Load Combination Type: Linear Add

Options: Convert to User Load Combo, Create Nonlinear Load Case from Load Combo

Define Combination of Load Case Results

Load Case Name	Load Case Type	Scale Factor
D_PLATAF	Linear Static	1.2
D_PLATAF	Linear Static	1.2
D_PPTORRE	Linear Static	1.3
W_X	Linear Static	1.3
L	Linear Static	0.5

Add, Modify, Delete, OK, Cancel

Figura 17: Combinación de carga 1.4-4 de acuerdo a la norma E-0.90



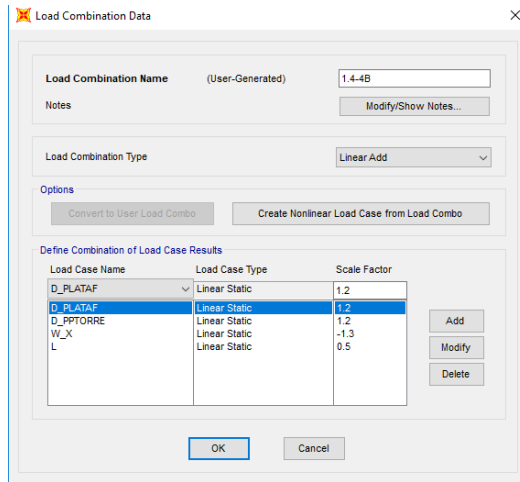


Figura 18: Combinación de carga 1.4-4 de acuerdo a la norma E-0.90

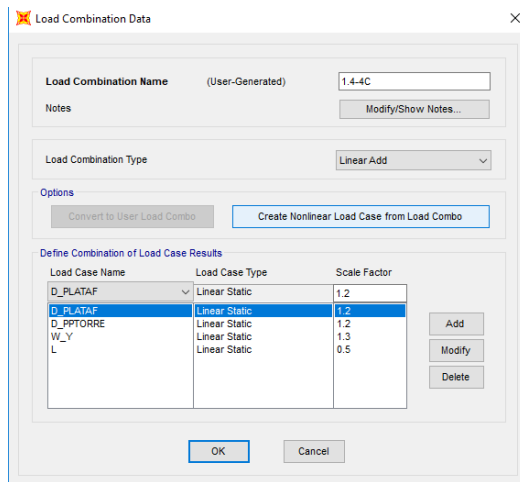


Figura 19: Combinación de carga 1.4-4 de acuerdo a la norma E-0.90

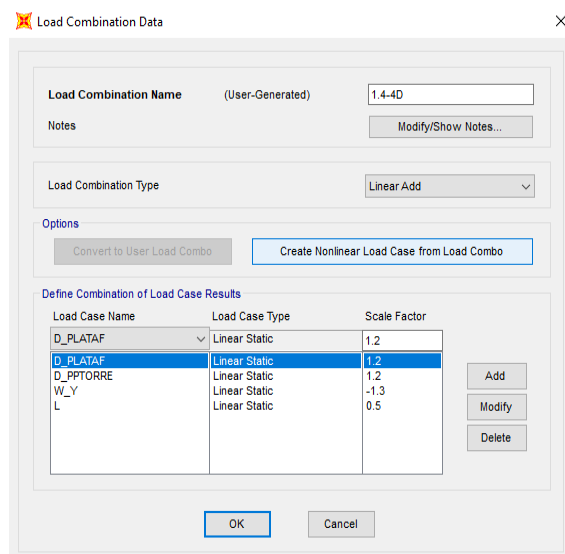


Figura 20: Combinación de carga 1.4-4 de acuerdo a la norma E-0.90

## Cargas aplicadas al modelo analítico:

### Cargas de plataformas aplicadas a la torre

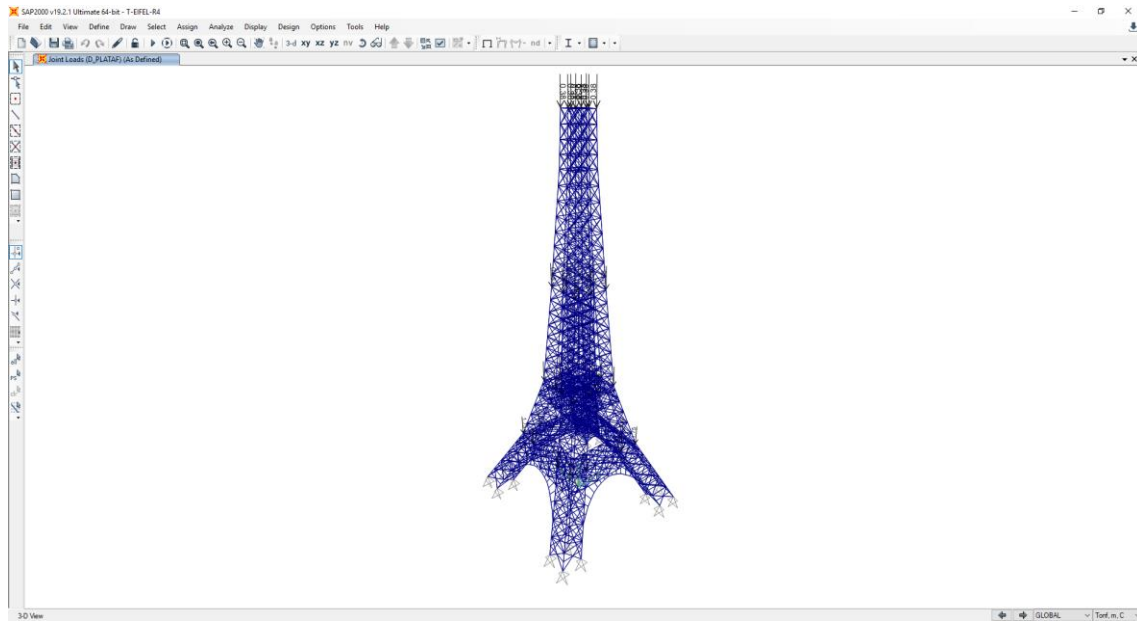


Figura 21: Cargas debido al peso de las plataformas aplicadas a la torre.

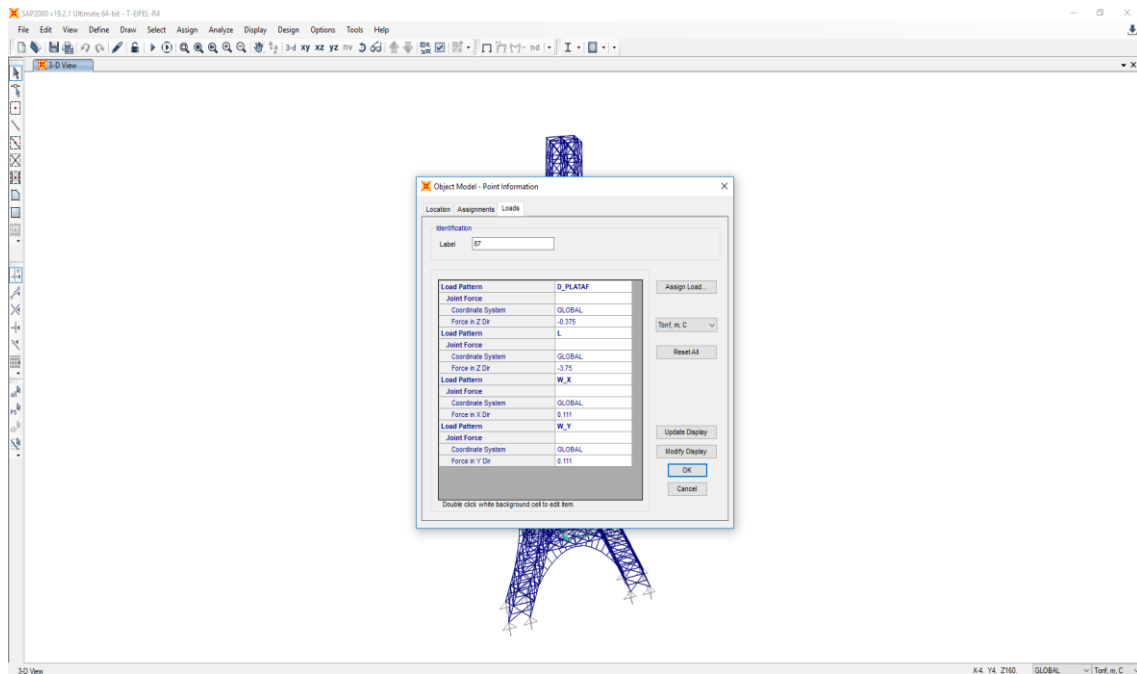


Figura 22: Asignación de carga de plataforma al modelo.

## Viento:

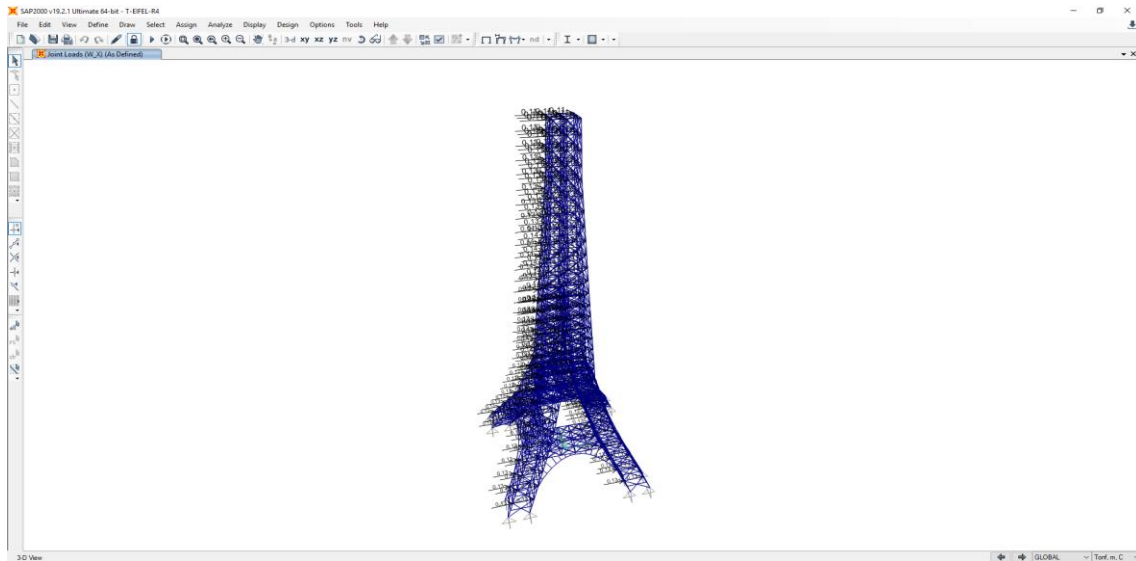


Figura 23: Cargas de viento aplicadas a los nodos de la estructura.

## Consideraciones para las cargas Sísmicas:

Entre los parámetros usados y establecidos por la Norma de diseño sismo resistente tenemos:

- **Zonificación (Z):** la zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características esenciales de los movimientos sísmicos, la atenuación de estos con la distancia y la información geotécnica obtenida de estudios científicos. De acuerdo a lo anterior la Norma E-0.30 de diseño sismo-resistente asigna un factor “Z” a cada una de las 4 zonas del territorio nacional. Este factor representa la aceleración máxima del terreno con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años.

Para el presente estudio, la zona en la que está ubicado el proyecto corresponde a la zona 3 y su factor de zona  $Z = 0.45$ .

- **categoría de las edificaciones (U):** cada estructura debe ser clasificada de acuerdo a la categoría de uso de la edificación, debido a que la edificación es de tipo **Esencial** la norma establece un factor de importancia  $U = 1.5$ , el cual se tomará para este análisis.
- **Factor de amplificación sísmica (C):** de acuerdo a las características de sitio, se define al factor de amplificación sísmica (C) por la siguiente expresión:

Si: $T < T_p$	$C = 2.5$
Si: $T_p < T < T_L$	$C = 2.5 \left[ \frac{T_p}{T} \right]$
Si: $T > T_L$	$C = 2.5 \left[ \frac{T_p + T_L}{T^2} \right]$

Figura24: Valores del parámetro C según norma E-030

- **Parámetros del suelo (S):** para los efectos de este estudio, los perfiles de suelo se clasifican tomando en cuenta sus propiedades mecánicas, el espesor del estrato, el periodo fundamental de vibración y la velocidad de propagación de las ondas de corte. Para efectos de la aplicación de la norma E-0.30 de diseño sismo resistente se considera que el perfil de suelo es de tipo rigido (S1), el parámetro  $T_p$  y  $T_L$  asociado con este tipo de suelo es de 0.40 seg. y de 2.50 seg. respectivamente y el factor de amplificación del suelo se considera **S= 1.00**

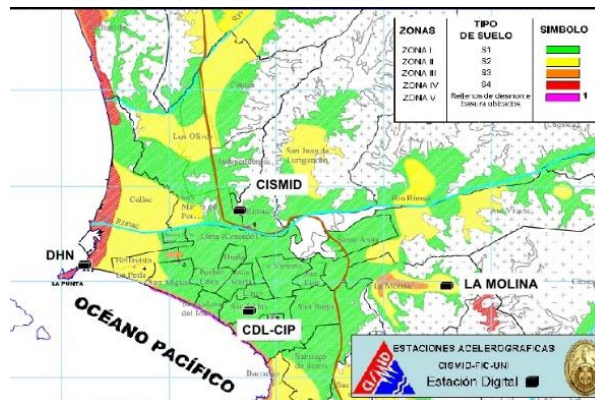


Figura 25: Mapa de microzonificación sísmica para el los distritos de lima según CISMID-UNI.

- **Sistemas estructurales (R):** los sistemas estructurales se clasifican según los materiales usados y el sistema de estructuración sismo resistente predominante en cada dirección. De acuerdo a la clasificación de una estructura se elige un factor de reducción de la fuerza sísmica (R). Como en la norma E-0.30 no se cuenta con la definición de fuerza de reducción sísmica para sistemas de torres auto soportadas se tomara este factor se tomara considerando la norma TIA 222-G.

### Parámetros Sísmicos para el Diseño de la Torre Autoportada

Z= 0.45 (Zona 4 – Lima – Cercado de Lima)

U=1.50 (Categoría A: Estructura Esencial)

S= 1.00 (Suelo S1 tipo rígido,  $T_p=0.4$  TL=2.5)

R<sub>x</sub>=3.00 (De acuerdo a 2.7.8.1 de la norma ANSI/TIA 222-G, Estructuras Auto soportadas)

R<sub>y</sub>=3.00 (De acuerdo a 2.7.8.1 de la norma ANSI/TIA 222-G, Estructuras Auto soportadas)

g=9.81 (aceleración de la gravedad m/s<sup>2</sup>)

Además se debe cumplir que  $C/R > 0.125$

De acuerdo a esto se obtiene el espectro que se usara para el análisis dinámico de la estructura:

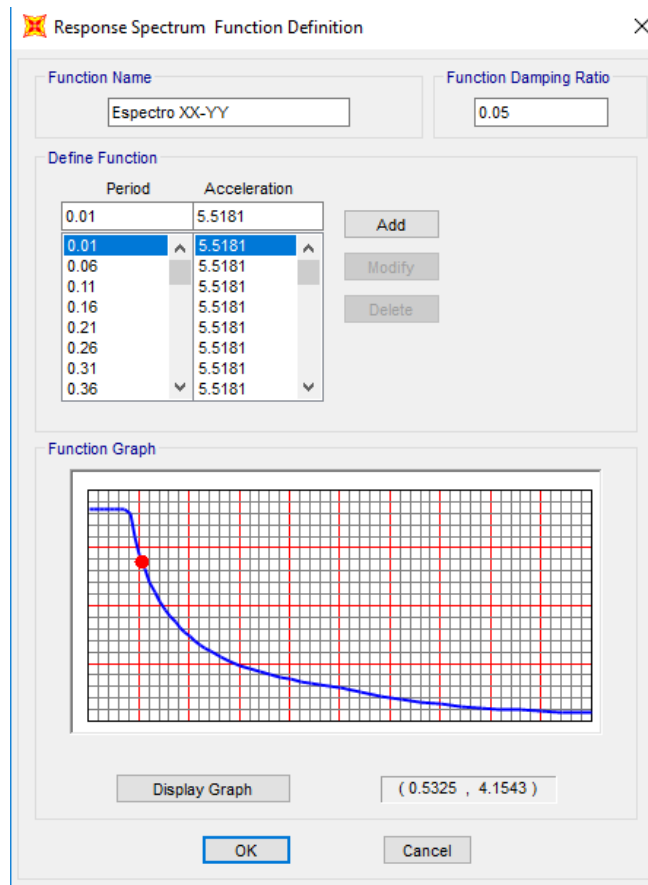


Figura 26: Periodo vs. Pseudo Aceleració

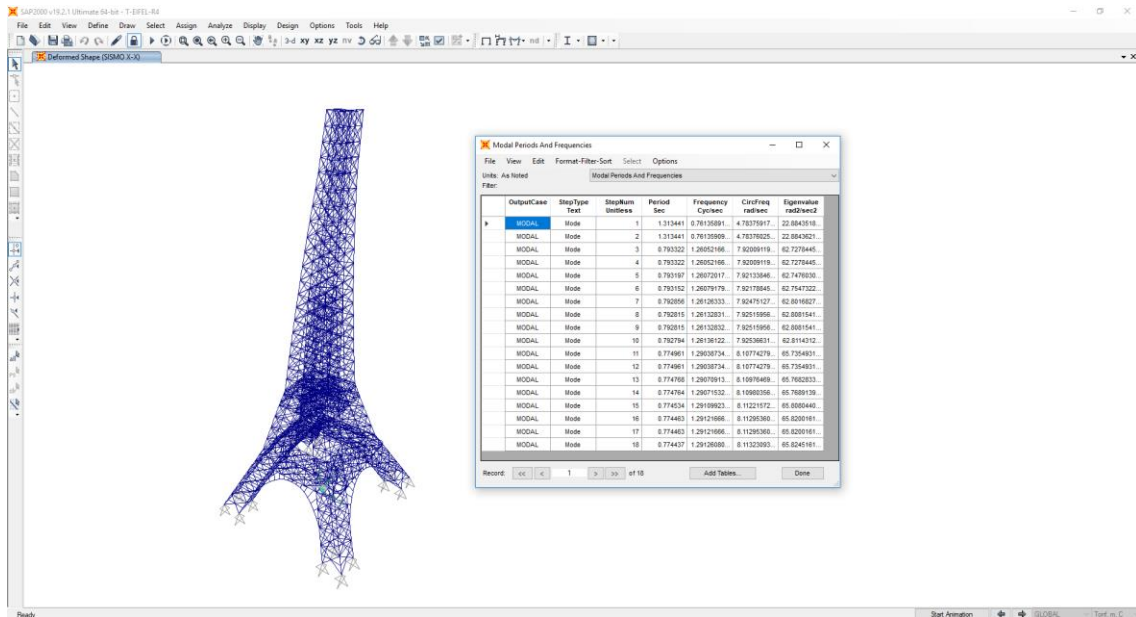


Figura 27: Modos de vibración de la estructura y valores del periodo.

## Respuestas:

### Desplazamientos en la torre:

Debido a la carga de viento se tienen los siguientes valores de desplazamiento y rotación:

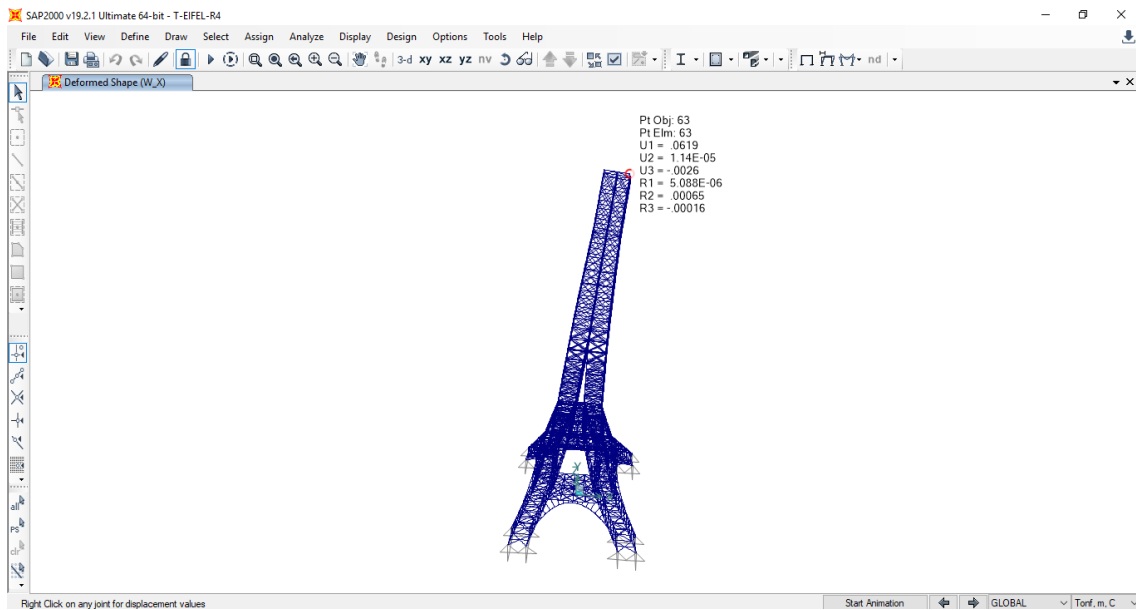


Figura 28: valores de desplazamiento y rotación debido a la carga de viento.

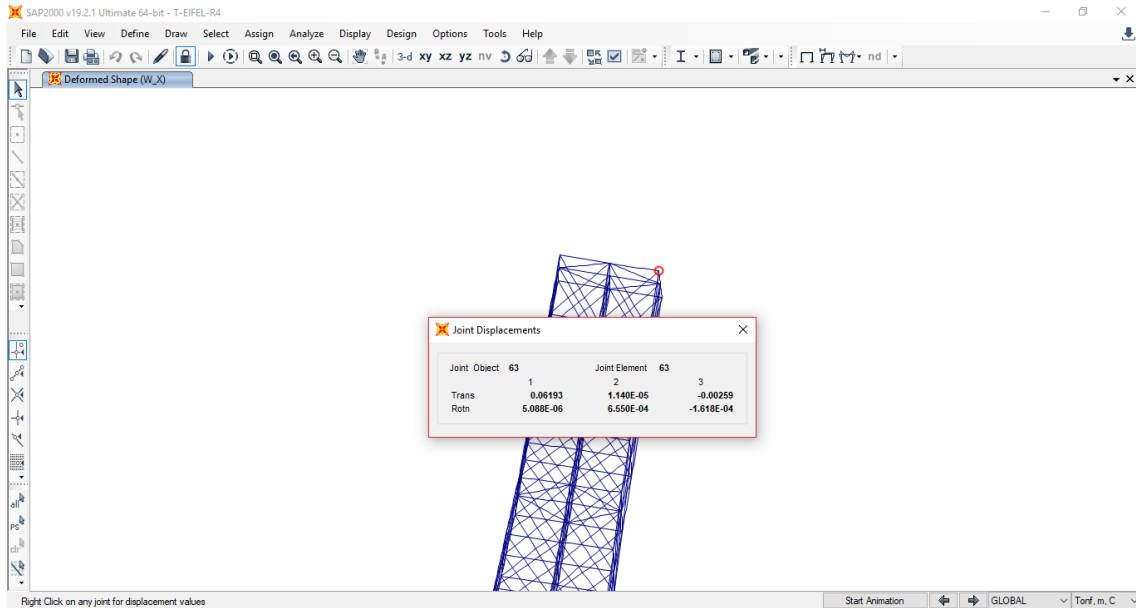


Figura 29: Cuadro con los valores de desplazamiento y rotación en los ejes X, Y y Z.

Verificación del cumplimiento de desplazamiento y rotación:

Se tiene un desplazamiento de 0.06193m y una rotación de 0.0001618 rad entonces:

**Desplazamiento de la torre**

Htorre (m)= 160.00

Desplazamiento máx. en la punta (m)	Deflexión (°)	Desplazamiento máximo permitido (°)	Condicion
<b>0.0619</b>	<b>0.02</b>	<b>0.75</b>	<b>CUMPLE</b>
Rotación máx. en la punta (rad)	Rotación (°)	Rotación máximo permitido (°)	Condicion
<b>0.0002</b>	<b>0.01</b>	<b>0.3</b>	<b>CUMPLE</b>

Figura 30: Verificación de desplazamiento y rotación.

Se observa que se cumplen con los valores de desplazamiento y rotación permitidos por la norma TIA-222G, debido a que la estructura es simétrica los mismos valores se obtendrán para el eje Y.

Debido a la carga sísmica se obtienen los siguientes valores de desplazamiento y rotación:

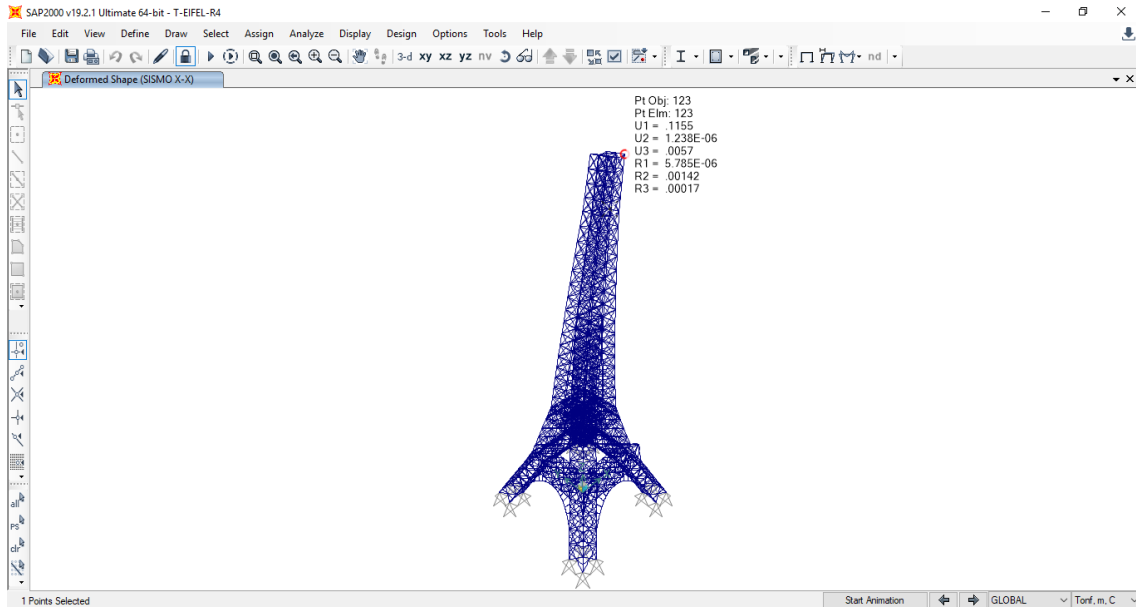


Figura 31: valores de desplazamiento y rotación debido a la carga sísmica.

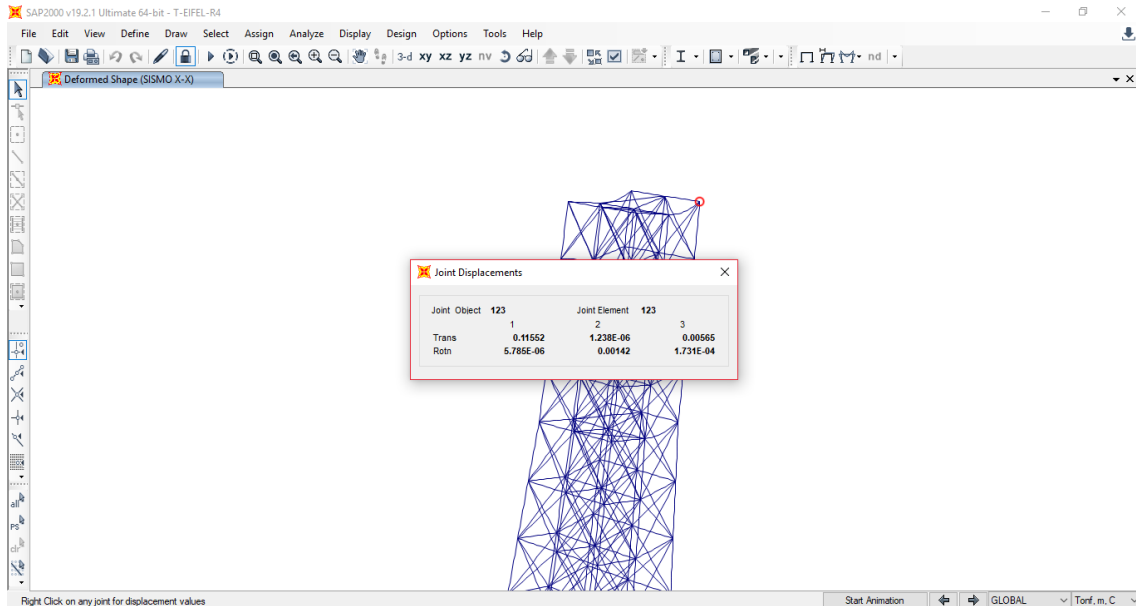


Figura 32: Cuadro con los valores de desplazamiento y rotación en los ejes X,Y y Z.

Verificación del cumplimiento de desplazamiento y rotación:

Se tiene un desplazamiento de 0.11552m y una rotación de 0.0001731 rad entonces:



### Desplazamiento de la torre

Htorre (m)=

Desplazamiento máx. en la punta (m)	Deflexión (°)	Desplazamiento máximo permitido (°)	Condicion
<b>0.1155</b>	<b>0.04</b>	<b>0.75</b>	<b>CUMPLE</b>
Rotación máx. en la punta (rad)	Rotación (°)	Rotación máximo permitido (°)	Condicion
<b>0.0002</b>	<b>0.01</b>	<b>0.3</b>	<b>CUMPLE</b>

Se observa que debido a la carga sísmica la estructura esta cumpliendo con valores de desplazamiento y rotación menor a los máximos permitidos.

### **VERIFICACIÓN DE LOS MIEMBROS ESTRUCTURALES: TRACCIÓN:**

Se realiza la verificación del diseño de los elementos, en este caso se tiene un Angulo doble con las siguientes características:

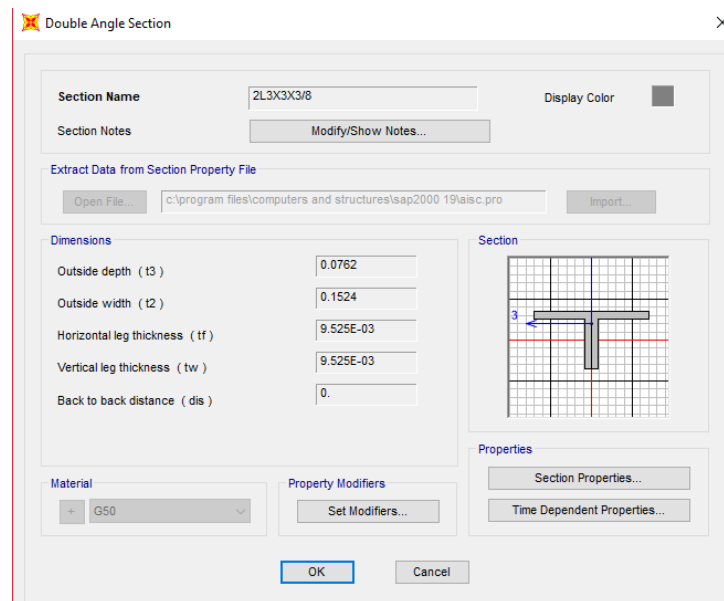


Figura 33: Características del perfil considerado.

Propiedades geométricas para el Angulo 2L3x3x3/8:

$$\begin{aligned}
 A &:= 4.22 \text{ in}^2 \\
 d &:= 3 \text{ in} \\
 b &:= 3 \text{ in} \\
 t &:= 0.375 \text{ in}
 \end{aligned}$$

La resistencia nominal por fluencia es:

$$P_n := F_y \cdot A_g \quad \gamma \quad \phi_t := 0.90$$

Considerando el área total del perfil se tiene una resistencia del perfil de:

$$\begin{aligned} \phi_t &:= 0.90 \\ A_g &:= 4.22 \text{ in}^2 \\ F_y &:= 50 \text{ ksi} \\ P_n &= 95707.99 \text{ kgf} \\ \phi_t \cdot P_n &= 86137.191 \text{ kgf} \end{aligned}$$

Se tiene que el  $P_u$  actuante debido a las combinaciones de carga aplicadas a la estructura es:

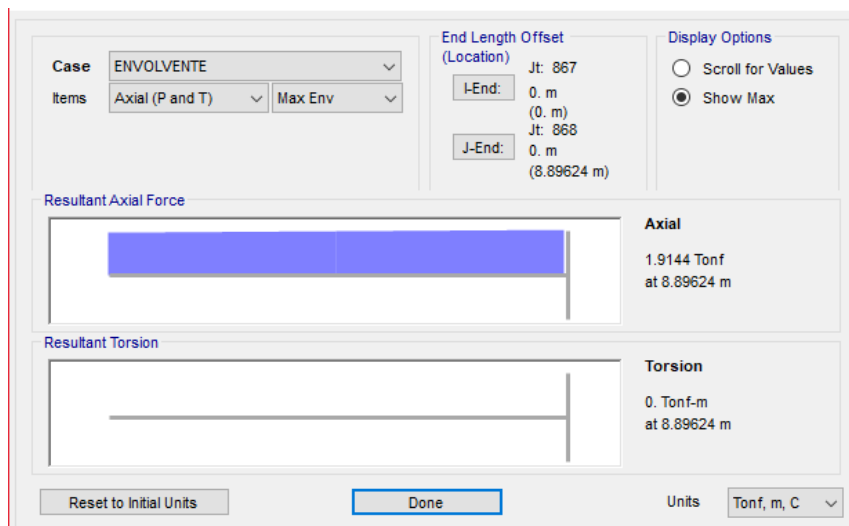


Figura 34: Valores de carga axial debido a la envolvente de combinaciones.

$$P_u = 1.9144 \text{ tonf} \leq \phi P_n = 8.6137 \text{ tonf}$$

Se observa que la carga actuante  $P_u$  es menor, entonces el perfil **CUMPLE** con los requerimientos de resistencia ante las cargas actuantes.

## COMPRESIÓN:

Se tiene el perfil con las siguientes características:

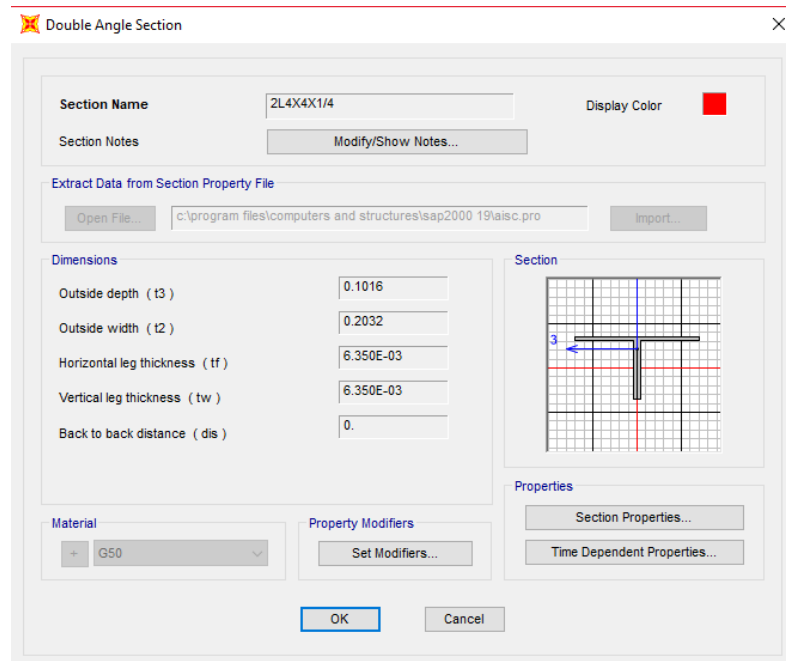


Figura 35: Características del perfil considerado.

Propiedades geométricas del perfil considerado:

$$\begin{aligned} A &:= 3.87 \text{ in}^2 \\ d &:= 4 \text{ in} \\ b &:= 4 \text{ in} \\ r_x &:= 1.25 \text{ in} \\ r_y &:= 1.65 \text{ in} \end{aligned}$$

Relación de esbeltez:

$$\frac{K \cdot L}{r_x} = 141.732 < 200 \quad \text{es satisfactorio}$$

$$\lambda_c := \frac{K \cdot L}{\pi \cdot r_x} \cdot \sqrt{\frac{F_y}{E}} = 1.873 > 1.5$$

entonces:

$$F_{cr} := \frac{0.877}{\lambda_c^2} \cdot F_y = 12.496 \text{ ksi}$$

$$P_n := A \cdot F_{cr} = 21934.941 \text{ kgf}$$

$$\phi_c \cdot P_n = 18644.7 \text{ kgf}$$

La resistencia de diseño por compresión de elemento es de 18.6447 tonf.

Del análisis estructural se tiene que el Pu en el elemento analizado es de:

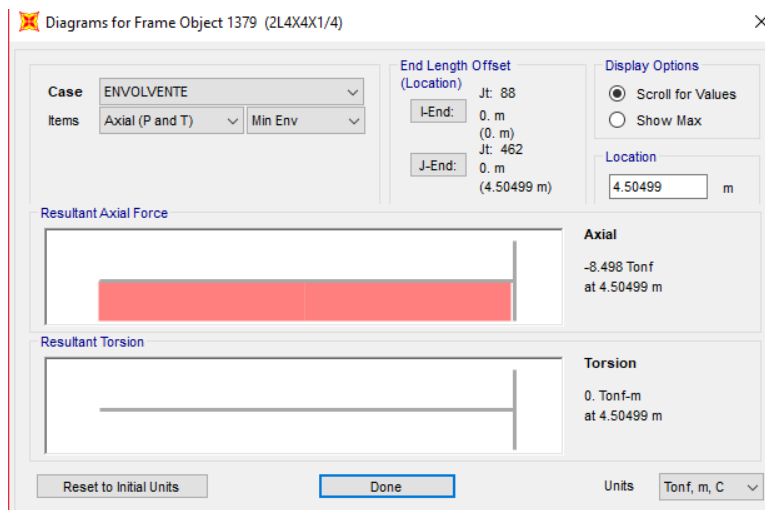


Figura 36: Valores de compresión obtenido para el perfil considerado.

$$P_u = 8.498 \text{ tonf. (compresión)}$$

Observamos que :

$$P_u = 8.498 \leq \phi P_n = 18.6447 \text{ tonf}$$

Concluimos que el perfil analizado **CUMPLE** con los requerimientos de resistencia.

#### **IV. DISCUSIÓN**

H1: El diseño estructural de una torre metálica autosoportada de 160 m de altura con miradores en el Parque de la Exposición incidirá positivamente en el aspecto económico de los ciudadanos de Lima.

En el de trabajo Marazita y Tito (2008) que titularon: “Propuesta para la creación de un mirador turístico en el “Cerro el Tablazo” del Canton Santa Elena para contribuir con el desarrollo sostenible del destino”. Determinaron el impacto que constituye realizar un mirador turístico en la región donde se implementa, en un esfuerzo por rescatar el centro turístico de “Cerro El Tablazo”, dando a conocer que con los ajustes necesarios este sitio turístico puede crear fuentes de ingreso que le permitan desarrollarse por sí solo, además de generar ingresos, explotando el sector turístico. Mediante esta investigación se dio a conocer la opinión de los habitantes de la población sobre el rescate del “Cerro el Tablazo”, mediante la construcción de un mirador, los cuales estaban de acuerdo con la ejecución del mismo lo que crea un impacto positivo en sus habitantes, además se cuenta con los recursos económicos para su puesta en marcha. Todo esto a su vez creara fuentes de empleos directos e indirectos, puesto que se crearan espacios que permita la recreación de una gran cantidad de turistas.

En el proyecto actual se está creando una estructura que permitirá el albergue de una gran cantidad de turistas que vendrán a recrearse, generando una gran cantidad de empleos directos e indirectos, la altura de la torre también permitiría albergar antenas de telecomunicación que le darán ingreso extras a la estructura, lo cual genera ingresos que pueden ser invertidos en otras áreas.

H2: El diseño estructural de una torre metálica autosoportada de 160 m de altura con miradores en el Parque de la Exposición incidirá positivamente en el aspecto social de los ciudadanos de Lima.

La “Historia y simbolismo en el Japón contemporáneo” presentado en la revista Gremium (2016), muestra el impacto social que ha generado la construcción de la Torre de Tokio, ya que para ellos representa los éxitos que ha tenido la sociedad después de la guerra, creando

un espíritu nacionalista en el Japón, ya que se observa como después de múltiples crisis han superado cada obstáculo, lo que le da confianza a la sociedad de observar el crecimiento exponencial de su nación, sintiéndose muy identificada con ella, puesto que esta torre tiene fines turísticos, además de transmitir ondas de telecomunicación. Para la investigación que se presenta actualmente, el diseño de una estructura de tal magnitud dentro de la capital del Perú, representara junto a otras construcciones un símbolo de alta capacidad técnica para el país, puesto que su diseño está basado en otras estructuras similares como la Torre de Tokio o la Torre Eiffel, pero finalmente fue realizadas por ingenieros de su propia nación, lo que genera confianza tanto en sus profesionales como en las universidades de las cuales estos son egresados.

H3: El diseño estructural de una torre metálica autosoportada de 160 m de altura con miradores en el Parque de la Exposición incidirá positivamente en el aspecto cultural de los ciudadanos de Lima.

El artículo titulado “La torre Eiffel: la construcción de un coloso” que escribió el Doctor Arquitecto López, de la Universidad de La Coruña, muestra cómo nació la Torre Eiffel, haciendo hincapié en que fue inaugurada en el año 1889 para el centenario de la Revolución Francesa. En el presente la torre representa un símbolo de patrimonio cultural en el país, dado que fue el edificio más grande la historia que se construyó. Cabe resaltar que, la Torre Eiffel es de 320 metros, con cálculos empíricos utilizando métodos de análisis estáticos, se realizó el trazado campaniforme de 4 pilares, los que la hacen suficientemente estable. Los materiales que se emplearon fueron de acero fundido.

En contraposición a la Torre Eiffel, la torre presentada es de 160 metros y para su modelamiento se utilizaron software especializado que permiten realizar cálculos más precisos del comportamiento de la estructura. Además los materiales propuestos serán galvanizados en caliente debido a los nuevos avances tecnologías, lo que evita en gran medida la corrosión propia de la zona. Sin embargo, el diseño de esta estructura tendrá un impacto positivo en la cultura de la capital peruana, ya que será vista como una construcción histórica que representará el gran momento por el cual pasa el país en vía su desarrollo.

## V. CONCLUSIONES

1.-Se ha validado el diseño de la torre metálica auto soportada de 160 m de altura con sus miradores ubicados a diferentes alturas. Para este diseño se realizó el modelaje de la torre, luego se hizo una estimación de las combinaciones de carga y finalmente se realizó los cálculos analíticos con las fórmulas y procedimientos de las Normas ANSI/TIA 222-G , R.N.E ,Especificaciones ANSI/AISC 360-10 y el apoyo del PROGRAMA SAP-2000, con los cuales se validó la INTEGRIDAD ESTRUCTURAL de la torre. En las estructuras verticales y con mayor razón en las torres metálicas la fuerza externa más importante que se considera son las fuerzas del viento, que son las que originan las deformaciones de la estructura total de la torre. Para las deformaciones internas de los miembros estructurales de la torre, por efecto de cargas y resistencia se ha calculado sus fuerzas de tracción y compresión. Los resultados de validación de los cálculos que si cumple el diseño se muestran a continuación.

a.-Debido a la **carga de viento** (75 Km/hora), la estructura de la torre de 160m con sus plataformas para mirador esta cumpliendo con valores menores de desplazamiento y rotación, a los máximos permitidos por la Norma ANSI/TIA 222-G

Desplazamiento máx. En la punta	Deflexión	Desplazamiento máximo permitido	Condición
0.0619 m	0.02°	0.75°	CUMPLE $0.02^\circ \leq 0.75^\circ$
Rotación máxima en la punta	Rotación	Rotación máximo permitido	Condición
0.0002 m	0.01°	0.30°	CUMPLE $0.01^\circ \leq 0.30^\circ$

b.-Debido a la **carga sísmica**, la estructura está cumpliendo con valores menores de desplazamiento y rotación a los máximos permitidos por la Norma ANSI/TIA 222-G y RNE.

Desplazamiento máx. En la punta	Deflexión	Desplazamiento máximo permitido	Condición
0.1155 m	0.04°	0.75°	CUMPLE $0.04^\circ \leq 0.75^\circ$
Rotación máxima en la punta	Rotación	Rotación máximo permitido	Condición
0.0002 m	0.01°	0.30°	CUMPLE $0.01^\circ \leq 0.30^\circ$

c.- El diseño estructural de la torre metálica auto soportada de 160m de altura, tipo Eiffel, con sus miradores y expuesto a una velocidad de diseño mínima de 75 Km/hora, **cumple** con las condiciones de **carga y resistencia** estructural de diseño de los elementos que lo conforman, exigencias límite de tolerancia de deformación exigidos, que establecen las normas ANSI/TIA 222-G, R:N:E y ,ANSI/AISC 360-10

### **Tracción**

(carga actuante)  $P_u = 1.914 \text{ ton f} \leq \phi P_n = 8.613 \text{ ton f}$  (resistencia del perfil)

### **Compresión**

(carga actuante)  $P_u = 8.498 \text{ ton f} \leq \phi P_n = 18.644 \text{ ton f}$  (resistencia del perfil)

2.-El material metálico considerado en el diseño lo tenemos en nuestro mercado nacional, y es de uso común, los cuales conformados como solidos prismáticos, responden como parantes (columnas) en las estructuras de la torre diseñada para esta altura.

3.-La magnitud de este diseño de torre auto soportada de 160 m de altura tipo Eiffel, con sus miradores, ha causado impacto a la gente encuestada que circundaba, dentro y fuera del parque de la exposición, así como a los vecinos de los alrededores, la cual abarco tres aspectos muy importantes: **el económico, el social y el cultural**

**3.a.-Incidencia en el impacto turístico-económico:** Los propietarios se entusiasmaron mucho porque sus predios se iban a revalorizar como uso comercial y los transeúntes visualizaron futuros negocios de servicio que podría brindar a los visitantes de la torre sean nacionales o extranjeros, y la torre podría generar ingresos por el alquiler del uso de la torre como mirador en sus tres plataformas y el uso de la punta de la torre para las telecomunicaciones. Con lo mencionado y muchas más la torre se autofinanciaría y tendría utilidades

**3b.-Incidencia en el impacto Turístico- Social :**La ciudad de Lima Metropolitana estaría embellecida con una torre tipo Eiffel, esta sería la edificación más alta de la ciudad. La encuesta se realizó en diferentes puntos y la reacción de los ciudadanos fue mayor, cuando se les comunico que el diseño y construcción iban a ser realizados por Ingenieros y Arquitectos peruanos, la población en la encuesta manifestaron que “todo lo podemos” y que su autoestima lo tendrían bien alto

**3c.-Incidencia en el Impacto Turístico-Cultural :**En el siglo XIX se diseño y construyo la torre de Eiffel de 324 m en Francia, con escasos conocimientos estructurales del acero



Esta tesis desarrollada hace uso de una tecnología moderna, usando programas, normas y métodos actualizadas para el diseño de la torre de 160 m de altura, lo que va a dar confianza a los diseñadores, calculistas y constructores así como también a los artistas, literatos y a la ingeniería civil en general. La encuesta realizada a este sector de la cultura y de la ciencia fue recibida de una manera impactante, por la novedad de poder contar en la ciudad de Lima, con el diseño de una mega estructura para construir como símbolo turístico..

4.- Finalmente se concluye que el diseño estructural de una torre metálica auto soportada de 160 m de altura con miradores en el Parque de la Exposición incidirá de forma positiva en el turismo del Perú.

## **VI: RECOMENDACIONES**

- 1.-Se recomienda siempre usar la Norma ANSI/TIA 222-G en sus diseños de torres metálicas, modificaciones de carga, ampliaciones de altura y todo lo estructural que tenga que ver con la torre, porque esta norma es exclusivamente para el diseño de todo tipo de torres.
- 2.-Se sugiere que todos los materiales de acero que conforman la estructura de la torre, sean galvanizadas por inmersión en caliente y su ferretería, por centrifugado en caliente para protegerlo de la corrosión.
- 3.-Se propone si el caso lo amerita hacer una torre más alta, para que el impacto sea mayor en los turistas nacionales y extranjeros, basado en la siguiente cita: El manipuleo de la variable independiente nos permitirá medir el grado de incidencia o consecuencia en la variable dependiente (Hernández, Fernández y Baptista, p.131).
- 4.-Se recomienda analizar los reticulados prismáticos utilizados como parantes (columnas) en el diseño de esta torre, porque con su uso se podrán hacer torres de mayores alturas.

## **VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ANSI/TIA-222-G. Structural standard for antenna supporting structures and antennas. Arlington: Telecommunications Industry association, 2016. P.372

ALONSO, Alfonso de Esteban y CURIEL, Javier de Esteban. Turismo y Relaciones Internacionales. Madrid: DYKINSON, 2012. 211pp.  
ISBN 978-84-9031-544-6

ARIAS, Fidias. El Proyecto de Investigación. 6ta ed. Caracas, Venezuela: Episteme, 2012. 136 pp.  
ISBN 980-07-8529-9

AVILA, Antonio. Análisis de proyecto de construcción. España: Elearning, 2015. 638 pp.  
ISBN: 978-84-16424-81.

ÁVILA, Héctor. Introducción a la Metodología de la Investigación. Edición electrónica 2006. 195 pp.  
ISBN-10: 84-690-1999-6

CRESPO, Carlos. Mecánicas de Suelos y Cimentaciones. 5ta ed. México: Limusa, 2004. 641pp.  
ISBN: 968-18-6489-1.

GOMEZ, Miguel, MONDEJAR, Juan y SEVILLA, Claudia. Gestión del Turismo Cultural y de Ciudad. Cuenca: Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha, 2005.151pp.  
ISBN: 84-8427-390-3

GONZALEZ, Oscar. Análisis Estructural. México: Limusa, 2003. 585pp  
ISBN: 968-18-6003-9.

GUSTIN, Ernest y DIEHL, Jacques. Estructuras Metálicas. España: Editores técnicos Asociados, S.A., 1980. 277 pp.

HERNÁNDEZ, Roberto y FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA María del Pilar. Metodología de la Investigación. 5ta ed. México: McGraw-Hill Education, 2014. 600 pp. ISBN: 1456223960

HIBBELER, Russell. Structural Analysis. 8va ed. New Jersey: Prentice Hall Inc, 2012. 691 pp. ISBN: 9786073210621

HURTADO DE BARRERA, Jacqueline. Metodología de la investigación holística. 3ra ed. España: Editorial Fundación, 2000. 600pp. ISBN 9806306066

HURTADO DE BARRERA, Jacqueline. Cómo Formular Objetivos de Investigación. 2da ed. Caracas: ediciones Quirón, 2008. 355pp. ISBN: 98582007982

KASSIMALI, Aslam. Análisis estructural. 2da Edición. Mexico. Thomson Editores, S.A. 2001. 620pp. ISBN: 978-607-519-507-0

LOPEZ, Cesar. La torre Eiffel: la construcción de un coloso. Revista National Geographic en España [en línea] Storica. n.99, Maggio 2017 (Fecha de consulta 23 de Julio de 2018). Disponible en [https://www.nationalgeographic.com.es/historia/grandes-reportajes/torre-eiffel-construccion-coloso\\_11345/1](https://www.nationalgeographic.com.es/historia/grandes-reportajes/torre-eiffel-construccion-coloso_11345/1)

LAIBLE, Jeffrey. Structural Analysis. Bogotá: Vermont: College Publishing Holt, 1992. 909pp. ISBN 0030633836.

LERMA, Héctor. Metodología de la Investigación: Propuesta, Anteproyecto y Proyecto. Bogotá: Ecoe, 2004. 104pp.

ISBN 978-958-648-602-6. 1.

MAY, Philip. Structural integrity management framework for fixed jacket structures. Norwich: Licensing Division, Her Majesty's Stationery Office, 2009. 50pp.

McCORMAC, Jack. Análisis de Estructuras. Métodos Clásico y Matricial. 4ta ed. México: Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V, 2010. 608pp.  
ISBN: 978-607-7854-56-2

MONTOYA, Luis. Influencia de flexibilidad de las conexiones en el comportamiento sísmico de edificios metálicos. Tesis (Master Ingeniería Estructural y de la Construcción). España: Universidad Politécnica de Cataluña, 2013. 119pp.

NORRIS, Charles. Análisis Elemental de Estructuras. Segunda edición. Bogotá. McGraw-Hill, 1982. 660 pp.  
ISBN: 958-80-6014-1

QUESADA, Renato. Elementos del Turismo. San José, Costa Rica: Editorial Universidad Estatal a Distancia, 2007. 255pp.  
ISBN: 9968-31-057-3

RIDDELL, Rafael e HIDALGO, Pedro. Diseño Estructural. 5ta Edición. Chile: Ediciones UC, 2010. 542pp.  
ISBN: 956-14-0463-X

RIVERA, Juan. Diseño de una Torre Autosoportada de Telecomunicaciones de 120 Metros de Altura de Mediante la Norma ANSI/TIA-222-G. Tesis (Ingeniería Civil). Perú: Universidad Nacional de Ingeniería., 2015. 80pp.

RODRIGUEZ, Verónica. AUTOCAD básico 2016-2017. España: Elearning, 2016. 215 pp.  
ISBN: 978-84-16557-75-2

RUBIO, Esther. El Papel de la Arquitectura Popular en la Identidad Colectiva. Torres Miradores en Cádiz. Tesis (Título en Arquitectura) Colombia: Universidad del Sevilla en Cádiz, 2015. 59pp.

TAMAYO Y TAMAYO, Mario. El proceso de la investigación científica. 4ta ed. México: Limusa, 2014. 431 pp.  
ISBN 968-18-5872-7

TASAICO, Luís .Análisis y Diseño de un Edificio Alto de Acero. Tesis (título de ingeniero civil). Perú: Universidad peruana de ciencias aplicadas, 2015. 233pp.

URBAN, Pacual. Construcción de Estructuras Metálicas. 4ta ed. Alicante: Club Universitario, 2009. 473 pp.

ISBN: 8484549178, 9788484549178.

URIBE, Jairo. Análisis de Estructuras, Métodos tradicionales. Bogotá. Ediciones Uniandes. 1991. 450 pp.

ISBN: 848-3-62863-771-8

VARA, Alfredo. 7 Paso para la elaboración de una tesis. Perú: Editora Macro EIRL, 2015. pp.591.

ISBN N°978-612-304-311-7.

VALDERRAMA, Santiago. (2013). Pasos para elaborar proyectos de investigación científica cuantitativa, cualitativa y mixta. 2a ed. Lima: San Marcos, 2013. 495pp.

ISBN: 978-612-302-878-7.

XALABARDE, Edy. Las líneas de Nazca. Revista Mazulagia [en línea]. (Fecha de consulta 6 de octubre de 2018).

Disponible en: [http://www.mazulagia.com/galerias/nazca/las\\_lineas\\_de\\_nazca.htm](http://www.mazulagia.com/galerias/nazca/las_lineas_de_nazca.htm)

YUNUEN, Ysela y MANDUJANO, Salazar. Tokyo Tower and Tokyo Skytree. History and Symbolism in Contemporary Japan. Revista Gremium, [en línea] Vol. 3, N°. Extra 1, 2016 (Fecha de consulta 6 de octubre de 2018). Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=57399111>

ISSN-e 2007-8773.

## **VIII. ANEXOS**



**Tabla 31. Matriz de consistencia**

<b>Título: DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA TORRE METÁLICA AUTOSOPORTADA DE 160M DE ALTURA CON MIRADORES Y SU INCIDENCIA EN EL IMPACTO TURÍSTICO EN EL PARQUE DE LA EXPOSICIÓN DE LIMA-2018</b>																	
<b>PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLES E INDICADORES</b>														
<p><b>Problema principal:</b></p> <p>¿De qué forma el diseño estructural de una torre metálica autosoportada de 160 m de altura con miradores en el Parque de la Exposición incidirá en el impacto turístico de los ciudadanos de Lima?</p> <p><b>Problemas Secundarios:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿De qué forma el diseño estructural de una torre metálica autosoportada de 160 m de altura con miradores en el Parque de la Exposición incidirá en el aspecto económico de los ciudadanos de Lima?</li> <li>• ¿De qué forma el diseño estructural de una torre metálica autosoportada de 160 m de altura con miradores en el Parque de la Exposición incidirá en el aspecto social de los ciudadanos de Lima?</li> <li>• ¿De qué forma el diseño estructural de una torre metálica autosoportada de 160 m de altura con miradores en el Parque de la Exposición incidirá en el aspecto cultural de los ciudadanos de Lima?</li> </ul>	<p><b>Objetivo general:</b></p> <p>Determinar la incidencia del diseño estructural de una torre metálica autosoportada de 160 m de altura con miradores para su impacto turístico el Parque de la Exposición de la Ciudad de Lima.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b></p> <p>Determinar la incidencia del diseño estructural de una torre metálica auto soportada de 160 m de altura con miradores en el Parque de la Exposición en el impacto económico de los ciudadanos de Lima.</p> <p>Establecer la incidencia del diseño estructural de una torre metálica auto soportada de 160 m de altura con miradores en el Parque de la Exposición en el en el impacto social de los ciudadanos de Lima.</p> <p>Comprobar la incidencia de una torre metálica auto soportada de 160 m de altura con miradores en el Parque de la Exposición en el en el impacto cultural de los ciudadanos de Lima.</p>	<p><b>Hipótesis general:</b></p> <p>El diseño estructural de una torre metálica autosoportada de 160 m de altura con miradores en el Parque de la Exposición incidirá positivamente en el impacto turístico de los ciudadanos de Lima.</p> <p><b>Hipótesis específicas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El diseño estructural de una torre metálica autosoportada de 160 m de altura con miradores en el Parque de la Exposición incidirá positivamente en el aspecto económico de los ciudadanos de Lima.</li> <li>• El diseño estructural de una torre metálica autosoportada de 160 m de altura con miradores en el Parque de la Exposición incidirá positivamente en el aspecto social de los ciudadanos de Lima .</li> <li>• El diseño estructural de una torre metálica autosoportada de 160 m de altura con miradores en el Parque de la Exposición incidirá positivamente en el aspecto cultural de los ciudadanos de Lima.</li> </ul>	<p><b>Variable 1: Diseño estructural de una torre metálica autosoportada de 160m de altura con miradores</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th><b>Dimensiones</b></th> <th><b>Indicadores</b></th> <th><b>Escala de Medición</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><b>Modelado de la estructura</b></td> <td>Modelación Geometría Programas: AutoCAD, Sap2000 Tipos de materiales de acero</td> <td rowspan="3">Tolerancia, según las normas técnicas. Reportes de Software del análisis estructural</td> </tr> <tr> <td><b>Cálculos Matemáticos</b></td> <td>Fórmulas analíticas Cálculos analíticos Software de cálculo : SAP 2000 Cálculos estructurales de los miembros de la torre</td> </tr> <tr> <td><b>Estimación de cargas</b></td> <td>Cargas y combinaciones de cargas Simulación de: -Carga muertas -Carga vivas -Carga de vientos -Cargas de sismo</td> </tr> </tbody> </table>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala de Medición</b>	<b>Modelado de la estructura</b>	Modelación Geometría Programas: AutoCAD, Sap2000 Tipos de materiales de acero	Tolerancia, según las normas técnicas. Reportes de Software del análisis estructural	<b>Cálculos Matemáticos</b>	Fórmulas analíticas Cálculos analíticos Software de cálculo : SAP 2000 Cálculos estructurales de los miembros de la torre	<b>Estimación de cargas</b>	Cargas y combinaciones de cargas Simulación de: -Carga muertas -Carga vivas -Carga de vientos -Cargas de sismo				
			<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala de Medición</b>												
			<b>Modelado de la estructura</b>	Modelación Geometría Programas: AutoCAD, Sap2000 Tipos de materiales de acero	Tolerancia, según las normas técnicas. Reportes de Software del análisis estructural												
			<b>Cálculos Matemáticos</b>	Fórmulas analíticas Cálculos analíticos Software de cálculo : SAP 2000 Cálculos estructurales de los miembros de la torre													
			<b>Estimación de cargas</b>	Cargas y combinaciones de cargas Simulación de: -Carga muertas -Carga vivas -Carga de vientos -Cargas de sismo													
			<p><b>Variable 2: impacto turístico en el Parque de la Exposición de la Ciudad de Lima</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th><b>Dimensiones</b></th> <th><b>Indicadores</b></th> <th><b>Escala de Medición</b></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="4"><b>Económico</b></td> <td>Infraestructura</td> <td rowspan="4">Ficha Tecnica</td> </tr> <tr> <td>Generación de empleo</td> </tr> <tr> <td>Tecnología avanzada</td> </tr> <tr> <td>Retorno de inversión</td> </tr> <tr> <td><b>Social</b></td> <td>Impacto en los ciudadanos beneficiados Impacto en la innovación tecnológica.</td> </tr> <tr> <td><b>Cultural</b></td> <td>Aporte como obra de arte. Incremento de visitantes locales y turísticos.</td> </tr> </tbody> </table>		<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala de Medición</b>	<b>Económico</b>	Infraestructura	Ficha Tecnica	Generación de empleo	Tecnología avanzada	Retorno de inversión	<b>Social</b>	Impacto en los ciudadanos beneficiados Impacto en la innovación tecnológica.	<b>Cultural</b>	Aporte como obra de arte. Incremento de visitantes locales y turísticos.
			<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala de Medición</b>												
			<b>Económico</b>	Infraestructura	Ficha Tecnica												
				Generación de empleo													
				Tecnología avanzada													
Retorno de inversión																	
<b>Social</b>	Impacto en los ciudadanos beneficiados Impacto en la innovación tecnológica.																
<b>Cultural</b>	Aporte como obra de arte. Incremento de visitantes locales y turísticos.																

TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN Y MUESTRA	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	
<p><b>TIPO:</b> es aplicada, puesto que desea emplear métodos que ayuden a realizar una aproximación exacta y confiable que posibiliten la construcción de la torre y determinar el impacto que tendrá en los habitantes de la ciudad de Lima. De igual manera corresponde a un nivel correlacional, pues determina cómo incidirá el diseño de la torre autosoportada de 160 utilizada como mirador turístico en la ciudad de Lima.</p> <p><b>DISEÑO:</b> el diseño de la investigación corresponde al diseño no experimental, descriptivo-correlacional debido que se recogerá datos en un solo momento con el propósito de determinar la correlación entre las variables establecidas para desarrollar la investigación. .</p> <p><b>MÉTODO:</b> el presente estudio se basó en la aplicación del Método de inducción por simple enumeración o conclusión probable.</p>	<p><b>POBLACIÓN:</b> Se toma como población 9.320.000 habitantes de la ciudad de Lima registrados en el año 2018, además se consultó a un grupo de 3 ingenieros civiles expertos en estructuras metálicas.</p> <p><b>MUESTRA:</b> tal como se muestra en el resultado anterior, la muestra queda representada por 38 (treinta y ocho) personas de la ciudad de lima las cuales se consideran como una porción óptima.</p> <p><b>TIPO DE MUESTREO:</b> No Probabilístico</p>	<p><b>Variable 1:</b> Diseño estructural de una torre metálica autosoportada de 160m de altura con miradores</p> <p><b>Técnica:</b> Elaboración Base de datos.</p> <p><b>Instrumentos:</b> Reportes de Software, Memoria descriptiva, y análisis de estructuras diseñadas. Ficha Técnica</p> <p><b>Variable 2:</b> Incidencias Impacto turístico.</p> <p><b>Técnicas:</b> ficha técnica, encuesta.</p>	<p>-</p>

**Ficha de Registro de Datos**

Proyecto:	DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA TORRE METÁLICA AUTOSOPORTADA DE 160M DE ALTURA CON MIRADORES Y SU INCIDENCIA EN EL IMPACTO TURÍSTICO EN EL PARQUE DE LA EXPOSICIÓN DE LIMA-2018				
Autor:	Magno Felipe Sáenz López				
Ubicación de la Investigación					
Región	Lima	Distrito	Lima		
Provincia	Lima		Coord. E		
Fecha			Coord. N		
			A	B	C
I.	Modelado de la estructura				
	Modelación				1
	Geometría				
	Tipo de perfiles de acero				
	AutoCAD				
	Tipo de materiales de acero				
II.	Cálculos Matemáticos				
	Normas				1
	Formulas analíticas				
	Cálculos analíticos				
	MS Tower				
	Sap 2000				
	Calculo de miembros estructurales				
III.	Estimación de cargas				
	Cargas y combinaciones de cargas				1
	Simulaciones de cargas a la estructuras (Cargas vivas y muertas, cargas de viento y sismos)				
VI	Económico				
	Infraestructura				1
	Generación de empleo				
	Tecnología avanzada				
	Retorno de inversión				
V	Social				
	Impacto en la comunidad beneficiaria				1
	Impacto a la innovación tecnológica				
VI	Cultural				
	Aporte como obra de arte				1
	Incremento de visitantes locales y turísticos.				
Apellidos y Nombres:		Totales:			
Profesional:					
CIP:	Tel:	Promedio			
Leyenda	0: Corregir		1: Aceptado		

Firma: \_\_\_\_\_

Figura 11. Instrumento de recopilación de datos EXPERTO A

**Ficha de Registro de Datos**

Proyecto:	DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA TORRE METÁLICA AUTOSOPORTADA DE 160M DE ALTURA CON MIRADORES Y SU INCIDENCIA EN EL IMPACTO TURÍSTICO EN EL PARQUE DE LA EXPOSICIÓN DE LIMA-2018				
Autor:	Magno Felipe Sáenz López				
Ubicación de la Investigación					
Región	Lima	Distrito	Lima		
Provincia	Lima		Coord. E		
Fecha			Coord. N		
			A	B	C
I.	Modelado de la estructura				1
	Modelación				
	Geometría				
	Tipo de perfiles de acero				
	AutoCAD				
	Tipo de materiales de acero				
II.	Cálculos Matemáticos				1
	Normas				
	Formulas analíticas				
	Cálculos analíticos				
	MS Tower				
	Sap 2000				
	Calculo de miembros estructurales				
III.	Estimación de cargas				1
	Cargas y combinaciones de cargas				
	Simulaciones de cargas a la estructuras (Cargas vivas y muertas, cargas de viento y sismos)				
VI	Económico				1
	Infraestructura				
	Generación de empleo				
	Tecnología avanzada				
	Retorno de inversión				
V	Social				1
	Impacto en la comunidad beneficiaria				
	Impacto a la innovación tecnológica				
VI	Cultural				1
	Aporte como obra de arte				
	Incremento de visitantes locales y turísticos.				
Apellidos y Nombres:		Totales:			
Profesional:					
CIP:	Tel:	Promedio			
Leyenda	0: Corregir		1: Aceptado		

Firma: \_\_\_\_\_

Figura 12. Instrumento de recopilación de datos EXPERTO B

**Ficha de Registro de Datos**

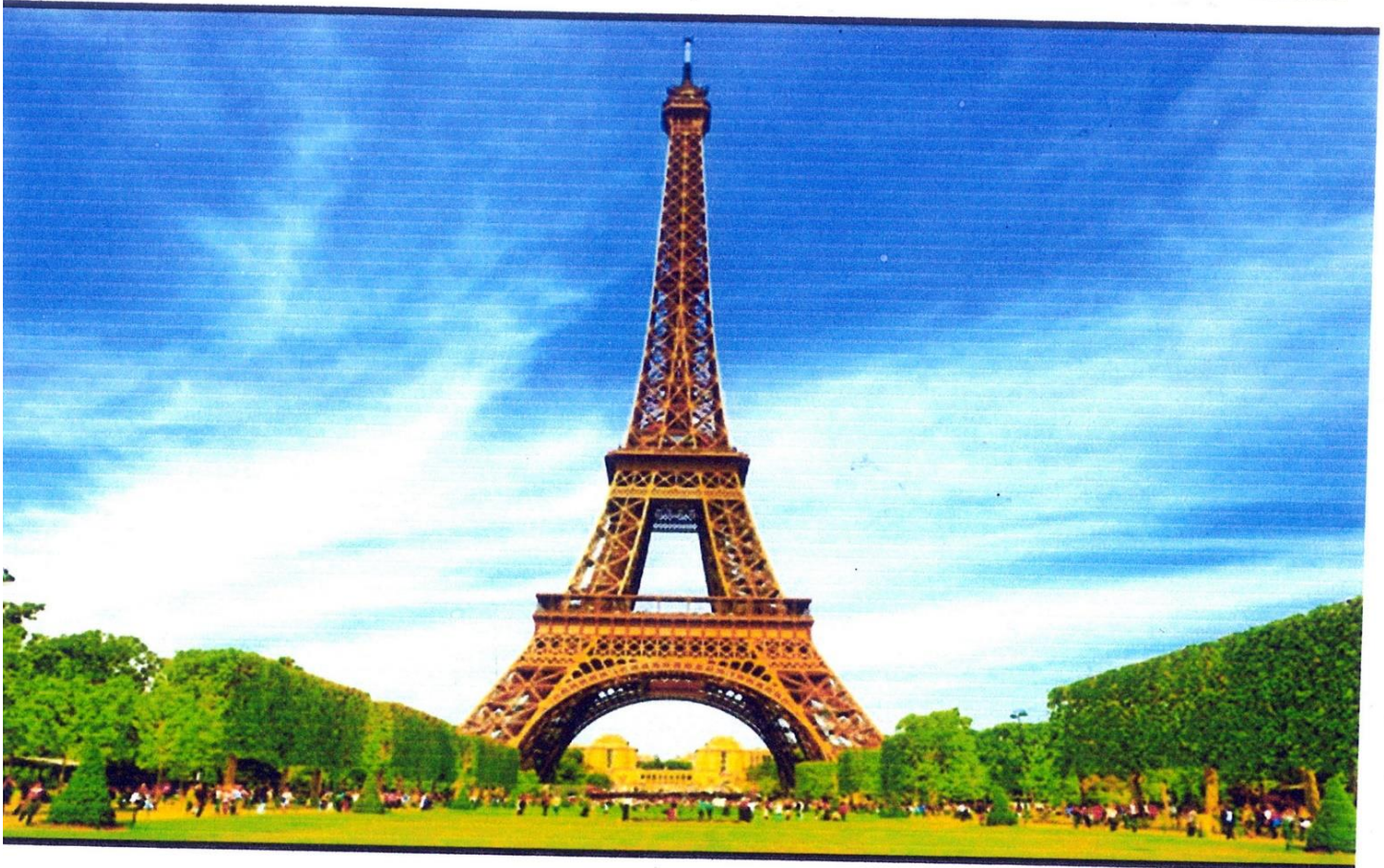
Proyecto:	DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA TORRE METÁLICA AUTOSOPORTADA DE 160M DE ALTURA CON MIRADORES Y SU INCIDENCIA EN EL IMPACTO TURÍSTICO EN EL PARQUE DE LA EXPOSICIÓN DE LIMA-2018				
Autor:	Magno Felipe Sáenz López				
Ubicación de la Investigación					
Región	Lima	Distrito	Lima		
Provincia	Lima		Coord. E		
Fecha			Coord. N		
			A	B	C
I.	Modelado de la estructura				
	Modelación				1
	Geometría				
	Tipo de perfiles de acero				
	AutoCAD				
	Tipo de materiales de acero				
II.	Cálculos Matemáticos				
	Normas				1
	Formulas analíticas				
	Cálculos analíticos				
	MS Tower				
	Sap 2000				
	Calculo de miembros estructurales				
III.	Estimación de cargas				
	Cargas y combinaciones de cargas				1
	Simulaciones de cargas a la estructuras (Cargas vivas y muertas, cargas de viento y sismos)				
VI	Económico				
	Infraestructura				1
	Generación de empleo				
	Tecnología avanzada				
	Retorno de inversión				
V	Social				
	Impacto en la comunidad beneficiaria				1
	Impacto a la innovación tecnológica				
VI	Cultural				
	Aporte como obra de arte				1
	Incremento de visitantes locales y turísticos.				
Apellidos y Nombres:		Totales:			
Profesional:					
CIP:	Tel:	Promedio			
Leyenda	0: Corregir		1: Aceptado		

Firma: \_\_\_\_\_

Figura 13. Instrumento de recopilación de datos EXPERTO C

# FICHA

FECHA:



Diseño de la construcción de una torre metálica auto soportada tipo Eiffel de 160 metros de altura con mirador en el parque de la exposición

Persona entrevistada en el parque de la exposición

Nombre	EDAD	DNI	TELEFONO

¿Existe necesidad de construir una torre tipo Eiffel (foto) de 160 metros de altura con plataforma de mirador turístico?

Respuesta		¿POR QUE? .....
SI	NO	



**ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD  
DE TESIS**

Código : F06-PP-PR-02.02  
Versión : 09  
Fecha : 23-03-2018  
Página : 1 de 1

Yo, **Mgr. LUIS ALBERTO VARGAS CHACALTANA**, docente de la Facultad de Ingeniería y Carrera Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo campus Lima Norte, revisor (a) de la tesis titulada:

**"DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA TORRE AUTOSOPORTADA DE 160 M. DE ALTURA CON MIRADORES Y SU INCIDENCIA EN EL IMPACTO TURÍSTICO EN EL PARQUE DE LA EXPOSICIÓN, LIMA 2018"**

Del estudiante **MAGNO FELIPE SÁENZ LÓPEZ**, constato que la investigación tiene un índice de similitud del 22% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender, la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Los Olivos, 25 de junio del 2019.



*Luis Alberto Vargas Chacaltana*  
Mgr. Luis Alberto Vargas Chacaltana

D.N.I: 09389936



# UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

## AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE  
*La Escuela de Ingeniería Civil*

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

*SAENZ LOPEZ, MAGNO FELIPE*

INFORME TITULADO:

*DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA TORRE METÁLICA  
AUTOPORTADA DE 160 M. DE ALTURA CON MIRADORES Y  
SU INCIDENCIA EN EL IMPACTO TURBIDINIA EN EL PARQUE  
DE LA EXPOSICIÓN, 2018*

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

*Ingeniero Civil*

SUSTENTADO EN FECHA:

*18/12/2018*

NOTA O MENCIÓN :

*13 (Tercera)*


Firma del Coordinador de Investigación  
Ingeniería Civil





Feedback Studio - Google Chrome  
 https://ev.tumitin.com/app/carta/es/?s=1&lang=es&u=1074939475&o=1147054307

Tesis Magno Saens



UCV  
UNIVERSIDAD  
CESAR VALLEJO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

"Diseño estructural de una torre metálica autoportada de 160m de altura con monitores y su incidencia en el impacto sísmico en el Parque de la Exposición, Lima 2018"


TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:  
MAGNOLIEPE SAENZ LOPEZ

ASESOR:  
MAG. ING. U. S. AGUIRRE YARGAN CHACALANA

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:  
DISEÑO SISMICO Y ESTRUCTURAL

LIMA - PERU  
2018



INTRODUCCIÓN

La Realidad Problemática

En un mundo en constante cambio por los cambios, las naciones buscan impulsar su desarrollo explorando otras alternativas que ayuden a su crecimiento social, cultural y económico. Entre estas actividades se encuentra el turismo, gracias que por medio de su correcta explotación se pueden obtener numerosos beneficios. En este sentido, los principales

**Resumen de coincidencias** X

22 %

Se están viendo fuentes estándar

Ver fuentes en inglés (Beta)

**Coincidencias**

1	es.scribd.com Fuente de Internet	5 %
2	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	4 %
3	www.inti.gob.ar Fuente de Internet	3 %
4	repositorio.unheval.edu... Fuente de Internet	2 %
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	2 %
6	landamobilesystems.c... Fuente de Internet	1 %
7	www.dspace.espol.edu... Fuente de Internet	<1 %
8	www.scribd.com Fuente de Internet	<1 %
9	Entregado a Tecsup Trabajo del estudiante	<1 %
10	bibcyt.ucla.edu.ve Fuente de Internet	<1 %
11	www.repositorio.usac... Fuente de Internet	<1 %



Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI)
"César Acuña Peralta"

FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres:

SÁENZ LÓPEZ MAGNO FELIPE

D.N.I. : 07246244

Domicilio : Jr. Manco Inca 191 Rímac, Lima

E-mail : magnosanx@gmail.com

2. IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN / TESIS

Facultad : Ingeniería

Escuela : Ingeniería Civil

Modalidad :

Form box containing checkboxes for 'Trabajo de Investigación', 'Maestría', 'Doctorado', 'Post Grado', and 'Tesis'. Includes fields for 'Grado de Bachiller en', 'Titulo Profesional de: INGENIERO-CIVIL', and 'Grado'.

Mención :

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:

SÁENZ LÓPEZ MAGNO FELIPE

Título de la tesis:

DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA TORRE METÁLICA AUTOSOPORTADA DE 160M DE ALTURA CON MIRADORES Y SU INCIDENCIA EN EL IMPACTO TURISTICO EN EL PARQUE DE LA EXPOSICIÓN, LIMA-2018

Año de publicación : 2018

4. AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE LA TESIS EN VERSIÓN ELECTRÓNICA:

A través del presente documento;

[x] AUTORIZO a publicar en texto completo. [ ] NO AUTORIZO a publicar en texto completo.

Firma del autor: [Handwritten Signature]

Fecha: 1/07/2019