



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Reforzamiento estructural para mejorar la estabilidad en torres  
autosoportadas de telecomunicaciones en el distrito de Lambayeque  
– Lambayeque -2018.

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

**AUTOR:**

Edin Gustavo Huamán Granda

**ASESOR:**

Mg. Susy Giovana Ramos Gallegos

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño sísmico y estructural

**Lima – Perú**

**2018**

## PÁGINA DEL JURADO



### UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO DE LIMA

#### DICTAMEN DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 290-2018-2 UCV-LIMA NORTE/ING

El Presidente y los miembros del Jurado Evaluador de Tesis designado con **RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 1572/EP/ING.CIVIL.UCV LIMAN** de la Escuela de Ing. Civil, dictaminan:

#### PRIMERO.

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

La Tesis denominada " **REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL PARA MEJORAR LA ESTABILIDAD EN TORRES AUTOSOPORTADAS DE TELECOMUNICACIONES EN EL DISTRITO DE LAMBAYEQUE -LAMBAYEQUE - 2018** " presentado por el (la) estudiante **HUAMAN GRANDA, EDIN GUSTAVO**

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
<b>HUAMAN GRANDA, EDIN GUSTAVO</b>	<b>13</b>	<b>trece</b>

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**

En primer lugar, a Dios, por ser la fuente de mi existencia y acompañarme en todo este bello proyecto.

A quienes que dejaron de comprarse algo para apoyarme en mi educación, mi esposa e hija. Les diré que no es fácil, pero si con gran alegría y emoción les demostrare que nada es imposible.

A mis padres por estar a mi lado y son el eslabón, así como mis hermanos por estar conmigo apoyándome en el trayecto de mi larga carrera La Ingeniería Civil.

A los que no sobrevivieron a la universidad Grupo 9 y a los que aún sobreviven a ella.

## **Agradecimiento**

Agradezco a Dios por ser mi fortaleza en el día a día de fortalecerme, guiarme para cumplir mis metas y aspiraciones para el beneficio personal y de los demás.

A mí adorada esposa e hija y familiares, por el apoyo incondicional, su cariño quienes con su aliento de motivación pude llevar a cabo esta profesión.

Agradezco de igual manera a la Universidad Cesar vallejo, en especial a la Facultad de Ingeniería Civil por permitirme ser parte de esta noble Institución, que conjuntamente con todos mis profesores me han sabido guiar en la vida personal y profesional.

Un especial agradecimiento al Ing. Susy Giovana Ramos Gallego, por su gran calidad humana y profesional, quien con su experiencia y vastos conocimientos supo dirigir este trabajo de investigación.

Por último, agradezco a todos mis compañeros y amigos con los que compartí gratos momentos dentro y fuera de las aulas, quienes fueron un aporte más para la culminación de mi anhela meta profesional.

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Edin Gustavo Huamán Granda, identificado con DNI N° 09942051, 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, 05 diciembre de 2018.

  
\_\_\_\_\_  
Huamán Granda, Edin Gustavo  
D.N.I.09942051

## PRESENTACIÓN

Señores miembros del Jurado:

En cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la Tesis titulada: **“Reforzamiento estructural para mejorar la estabilidad en torres autosoportadas de telecomunicaciones en el distrito de Lambayeque – Lambayeque 2018”**, la misma que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título Profesional de Ingeniera Civil.

## INDICE

PÁGINA DEL JURADO .....	II
Dedicatoria .....	III
Agradecimiento .....	IV
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD .....	V
PRESENTACIÓN .....	VI
RESUMEN .....	XI
ABSTRACT .....	XII
I.INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Realidad Problemática.....	3
1.2 Trabajos previos o antecedentes.....	4
1.2.1 Trabajos previos internacionales.....	4
1.2.2 Trabajos previos nacionales .....	5
1.3 Teorías relacionadas al tema .....	6
1.3.1 Torre Autosoportada metálica.....	6
1.3.2 Torre Arriostrada.....	8
1.3.3 Monoposte o Monopolos.....	9
1.3.4 Componentes de una torre.....	10
1.3.4.1 Estructura principal.....	10
1.3.4.2 Escalera de Acceso .....	11
1.3.5 Sistema de Seguridad .....	11
1.3.6 Plataforma de trabajo .....	12
1.3.7 Perfiles.....	13
1.3.8 Pernos .....	14
1.3.9 Soldadura.....	15
1.3.10 Velocidad de viento .....	16
1.3.11 Intensidad de sismo .....	16
1.4 Formulación del problema .....	17
1.4.1 Problema general.....	18
1.4.2 Problemas específicos .....	18
1.5 Justificación del estudio .....	18
1.6 Hipótesis.....	19
1.6.1 Hipótesis general .....	19
1.6.2 Hipótesis específicas .....	19

1.7	Objetivos .....	20
1.7.1	Objetivo general .....	20
1.7.2	Objetivos específicos.....	20
II.	MÉTODO .....	21
2.1	Tipo de investigación .....	22
2.2	Nivel de investigación.....	22
2.3	Diseño de investigación .....	22
2.4	Variables, Operacionalización .....	23
2.4.1	Variable .....	23
2.5	Población, muestra y muestreo.....	26
2.6	Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad .....	27
2.7	Métodos de análisis de datos.....	28
2.8	Aspectos éticos.....	28
III.	III. RESULTADOS.....	29
3.1	Ensayos realizados .....	30
3.1.1	Ubicación de la Torre.....	30
3.1.2	Inventario de los accesorios .....	31
3.1.3	Inventario de los miembros estructurales.....	31
3.1.4	Actividades de Oficina / uso de programa MS tower V6. ....	32
3.1.5	Memoria de Cálculo .....	33
3.1.6	Resultado de la Evaluación Estructural.....	39
3.1.7	Conclusiones .....	39
3.2	Procedimiento de Reforzamiento.....	40
3.2.1	Diseño de la cimentación y pernos de fundación.....	41
3.2.2	Proyecto Lambayeque sur .....	42
3.3	Trabajo de Campo .....	47
3.3.1	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	49
IV.	DISCUSIÓN.....	51
V.	CONCLUSIONES .....	53
VI.	RECOMENDACIONES .....	55
VII.	REFERENCIAS .....	58
VIII.	ANEXOS.....	62
	Anexo 01: Matriz de Consistencia .....	63
	Anexo 02: Fichas y Formatos de Evaluación.....	65

### Índice de tablas

Tabla 1: Dimensiones estándar de un perfil.....	14
Tabla 2: Dimensiones y características de pernos.....	14
Tabla 3: Vista detalles de electrodos.....	16
Tabla 4: Vista de tabla dirección del viento en las torres.....	16
Tabla 5: Vista de tabla y escala de periodos de sismo.....	17
Tabla 6: Variable Dependiente: Estabilidad de Torre Autosoportada.....	24
Tabla 7: Variable Independiente: Reforzamiento Estructural.....	25
Tabla 8: Clasificación de suelos.....	48
Tabla 9: Matriz de consistencia. Reforzamiento Estructural.....	64

## Índice de figuras

Figura 1: Vista diseño de una torre auto-soportada Cuadrada.....	7
Figura 2: Vista diseño de una torre auto-soportada Triangular.....	7
Figura 3: Vista Torre Arriostrada (Canto Grande).....	8
Figura 4: Vista Torre Monoposte (La Jolla Asia)....	9
Figura 5: Vista Torre Autosoportada (Pescadores).....	10
Figura 6: Vista operario subiendo por escalerilla rack peatonal (Piedra señalada).....	11
Figura 7: Sistema de seguridad para ascender y descender en una torre.....	12
Figura 8: Plataforma de descanso (Cheqchepata – Oyón).....	13
Figura 9: Vista diseño de un perfil.....	13
Figura 10: Vista unión placa y perfiles mediante pernos.....	15
Figura 11: Vista Torre Autosoportada cuadrada 40m.....	31
Figura 12: Vista evaluación torre 40 m.....	35
Figura 13: Vista modelamiento torre 40 m.....	36
Figura 14: Ubicación Lambayeque sur. Google Maps.....	42
Figura 15: Mapa Geológico de Lambayeque.....	44
Figura 16: Mapa Zonas Sísmicas.....	46
Figura 17: Vista de Calicata.....	50
Figura 18: Vista Tamizado de materiales .....	50
Figura 19: Pasta libro nomas EIA/TIA 222F – Manual Ms tower V6.....	66

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación servirá para analizar la capacidad de la superestructura existente en torres de telecomunicaciones de sección cuadrada. Por ello fue necesario realizar un levantamiento de información de todos los accesorios de telecomunicaciones y los miembros estructurales que están conformando en la torre, para posteriormente determinar las fuerzas de diseño que afectan la capacidad de sus elementos. Dado que en Perú no dispone de una norma para determinar las fuerzas de viento que afectan la estructura, fue necesario el uso de normas extranjeras.

Luego de registrar la información necesaria de la torre, se realiza un análisis estructural que permite determinar el estado actual y el estado futuro con los nuevos accesorios que se implementarán en la torre; este estudio permite tomar medidas de reforzamiento a tiempo, previniendo un colapso parcial o total de la superestructura que pueda ocasionar desconexión de las telecomunicaciones, daños materiales o pérdidas humanas, dependiendo del sitio de emplazamiento.

Finalmente se concluye que la estructura que se está analizando no dispone de la resistencia suficiente para soportar las cargas de diseño y los accesorios tanto a proyectarse por lo que la torre requiere ser reforzada con elementos estructurales ASTM A-36, en sentido horizontal y diagonales proporcionado por el análisis.

**Palabras clave: Reforzamiento, estructuras y estabilidad.**

## **ABSTRACT**

The present research work will be used to analyze the capacity of the existing superstructure in square section telecommunication towers. For this reason it was necessary to carry out information survey of all the telecommunications accessories and the structural member that are forming in the tower, to later determine the design forces that affect the capacity of their elements. Since Peru does not have a standard to determine the wind forces that affect the structures, it was necessary to use foreign standards.

After registering the necessary information of the tower, a structural analysis is carried out that allows to determine the current state and the future state with the new accessories that will be implemented in the tower; this study allows to take measures of reinforcement in time, preventing a partial or total collapse of the superstructure that may result in telecommunications, material damages or human losses, depending on the site of the site.

Finally it is concluded that the structure is being analyzed does not support the design loads and the accessories to be projected so the tower needs to be reinforced with structural elements ASTM A-36, horizontally and diagonally provided for the analysis.

**Keywords: Strengthening, structures and stability.**

## **I. INTRODUCCIÓN**

Actualmente realizando una evaluación las torres son diseñadas para soportar accesorios de telecomunicaciones para las necesidades iniciales de la población; pero con el transcurrir del tiempo estas aumentan, conjuntamente con sus necesidades y se ven en la obligación de mejorar su cobertura con equipos y tecnología nueva, sin ningún control de la capacidad de la estructura existente.

Perú es un país que tiene alto riesgo sísmico y en la mayoría de diseños de torres no se considerada este tipo de fuerzas por ser estructuras livianas, por tal motivo por la que se determinar la demanda sísmica mediante la Norma técnica Peruana E 0.30

Cumpliendo requerimientos para ENTEL - PERU, adecuando en sus estudios de proyectos e incrementando la señal a lo largo de todo el país.

Por lo tanto, el incremento de equipos como la modernización de antenas en la estructura de la torre Autosoportada, se deduce que el problema fundamental del reforzamiento nos conlleva en examinar la situación existente de la torre de H=40 m que se encuentra en la estación 1226\_ LA\_ LAMBAYEQUE \_SUR, sea capaz de tolerar el efecto de la carga actual y futura, identificando que en la región Lambayeque cuenta con 136 torres de telecomunicación, por ello el presente proyecto de investigación propone el estudio sobre el reforzamiento estructural para la estabilidad de la torre Autosoportada en el distrito de Lambayeque, con la finalidad de poner a disposición de la población de las autoridades competentes los datos pertinentes que ayuden a tomar decisiones oportunas respecto a la mitigación y prevención de desastres.

## 1.1 Realidad Problemática

La forma sencilla y el problema con el reforzamiento estructural para mejorar la estabilidad en torres autoportadas de telecomunicaciones, es un conjunto de criterios sobre el funcionamiento de las estructuras del acero y el uso de materiales en la mejora del reforzamiento en las torres, por ello se ha tomado normas internacionales adaptando a las nuestras de telecomunicación, según la región que se ubique, por lo tanto como problema se toma a la torre Lambayeque sur, data de procesos de estudio, observación y experimentación logrando indicar que se exige diseños que mejore la estabilidad en su elemento estructural básico así como también su normal funcionamiento en dicha torre, evitando generar pérdida sobre todo humano y material.

El objetivo del trabajo de investigación es mejorar las estructuras de la torre, aportando mejora de estabilidad para la instalación de nuevos equipos, que presentan un lazo de acercamiento con la comunidad dando a conocer el beneficio de esta tecnología.

Por estos aspectos de reforzamiento estructural, es importante invitar y desarrollar por los especialistas de las diferentes ramas, se precisa con diseños y evaluación del riesgo, por lo cual es necesario profundizar conocimientos de los posibles peligros en el reforzamiento de elementos estructurales de las torres de telecomunicación son esenciales para lograr una eficaz prevención de desastres.

Es tarea fundamental para la ingeniería peruana la mejora del reforzamiento estructural en las torres de telecomunicación y evitar el colapso estructural ante algún desastre natural suscitado.

Perú ha implementado un gran sistema de comunicaciones de vital importancia, que servirá en los momentos de emergencia y desastres naturales. Se puede decir que estos últimos años es azotado por el fenómeno del niño costero, que ha provocado el colapso parcial de torres de telecomunicaciones que pertenecen a este sistema. Esto implica en lo económico y social que trae consigo, haciendo que surja la necesidad del reforzamiento estructural garantizando su resistencia.

Para reducir desastres por estabilidad en las torres autoportadas es necesario diseñar, evaluar cuál es el peligro fundamental que convertirá a dicho elemento en vulnerable por acción de algún desastre natural.

Debido al alto riesgo al que estamos propensos por estar ubicado nuestro país en una zona sísmica, debemos de actuar evaluando diseños y métodos de cálculo en los elementos para un reforzamiento minimizando las fuerzas internas en los elementos para lograr una resistencia.

Siendo importante el reforzamiento estructural de nuestras torres de comunicaciones en nuestro país, así como también en los demás países brindando la estabilidad a la estructura, reduciendo el factor económico lo que contribuirá a mejorar su servicio en favor de la comunidad a su desarrollo.

## **1.2 Trabajos previos o antecedentes**

Como propósito de entender la problemática se revisó estudios realizados por ingenieros estructurales que es un proceso progresivo que requieren no solo del conocimiento sobre la naturaleza de los materiales, procesos constructivos y la naturaleza de las cargas que ha de soportar a lo largo de la vida útil, destacando dentro de ellos:

### **1.2.1 Trabajos previos internacionales**

En su investigación de la aplicación y comparación de las normas TIA/EIA 222 G y 222 F, apoya en la información a la escuela de ingenieros estructurales aplicar las normas de seguridad estructural (AGIES 2010), zonificándolos por municipios, con el objetivo que se implemente como guía para evaluar el diseño estructural aplicando los códigos vigentes por normatividades en torres autosoportadas tipo celosía. (Víctor Betancourth, 2013). Guatemala.

Argumenta en su Tesis, análisis de una torre de telecomunicaciones atirantada ante los efectos de viento: relación del costo de la torre en función de la velocidad del viento, se realizó un pre dimensionamiento a su propio peso y la tensión de cables un desarrollo de velocidades optimas evitando sufrir grandes desplazamientos, donde los cables y las barras trabajan de manera eficiente para resistir los efectos del viento. (Karen Gutiérrez, 2015). México

Concluye, No existe normatividad de torres que se pueden construir, por ende, el análisis y diseño dependerá de cada diseñador.

### **1.2.2 Trabajos previos nacionales**

Plantea en su tesis titulada “Rediseño de La Estructura de la Torre Autosoportada de H=71m para que soporte las Antenas de radiofrecuencia y Microondas Existentes, y 06 Antenas de Microondas Futuras ubicada en La Estación 0101711\_Pi\_El\_Alto, Piura”. (Silva, 2016)

Demuestra que, la estructura de la torre, resiste las cargas de antenas actuales y cargas futuras. Primero en el estado actual de la torre y luego cuando se realiza su reforzamiento y concluye que la estructura necesita un reforzamiento y se realizó una propuesta de rediseño para que la torre soporte las cargas existentes y las cargas futuras y además para que la torre no presente fallas por resistencia en sus elementos, así como no supere los límites de desplazamientos angulares máximo según las normas y códigos vigentes.

Zapata (2013). En su libro titulado “Diseño estructural en acero”, enfatiza el modelo matemático más adecuado a la realidad del verdadero comportamiento estructural de la edificación. Se aplican los métodos de la Mecánica para determinar los esfuerzos internos que se esperan que se tendrán en los miembros estructurales, con el objeto de poder compararlos con la resistencia que deberán tener dichos miembros, cosa que se efectúa en el siguiente paso. (p. 3)

Aguirre (2017), En su tesis titulada “Diseño de una torre Autosoportada triangular de 60 metros portadora de antenas”, para lograr el título de ingeniería civil de la Universidad Nacional de Piura, Perú. Mencionó como objetivo que se persigue con esta propuesta es promover el desarrollo del sector de las telecomunicaciones, en términos de no discriminación e igualdad de oportunidades, facilitando la entrada de competidores y maximizando el uso de los recursos “ociosos” que favorecerá en última instancia a los consumidores, para lo cual se deberá de decidir una política sobre el particular, estableciendo en el futuro la posibilidad de regular en este ámbito.

Se recomienda tener en cuenta en la instalación de infraestructuras, que estas podrán ser compartidas en un futuro, por lo que se debe pensar en su capacidad y en los verdaderos costos que estas representarían al ya no considerarse como costos hundidos.

Aceros Arequipa (2013) significa configuración. “Dar determinada forma a algo”. Esto es más que “Darle a la estructura una determinada forma para lograr que esta adquiera ciertas propiedades o características sismo resistente”.

Para obtener un correcto diseño y configuración estructural de una torre, se debe cuidar básicamente lo siguiente:

- Geometría
- Resistencia
- Rigidez
- Continuidad
- Torsión
- Flexión.

### **1.3 Teorías relacionadas al tema**

#### **1.3.1 Torre Autosoportada metálica**

Componente estructural de modelo tridimensional principal, que está conformado por perfiles metálicos, reticulados mediante placas, pernos y diseñada para soportar determinadas cargas. La torre es anclada y montada sobre una cimentación debidamente estructurada, con respecto a las cargas y capacidad portante del terreno.

La torre es de sección cuadrada a lo largo de la estructura; cuya torre mide 40.00 m de altura, su sección varía por el diseño en tres medidas y alturas que corresponden los tramos estructurales de la torre, conformada por perfiles metálicos cuyas dimensiones y espesores obedecen a un diseño.

Las estructuras en estudio por lo general se instalan a nivel de suelo (Green Field), en casos muy especiales, se pueden instalarse sobre azoteas de edificaciones (Roof Top), Se pueden observar que en todo el país es la más usada.

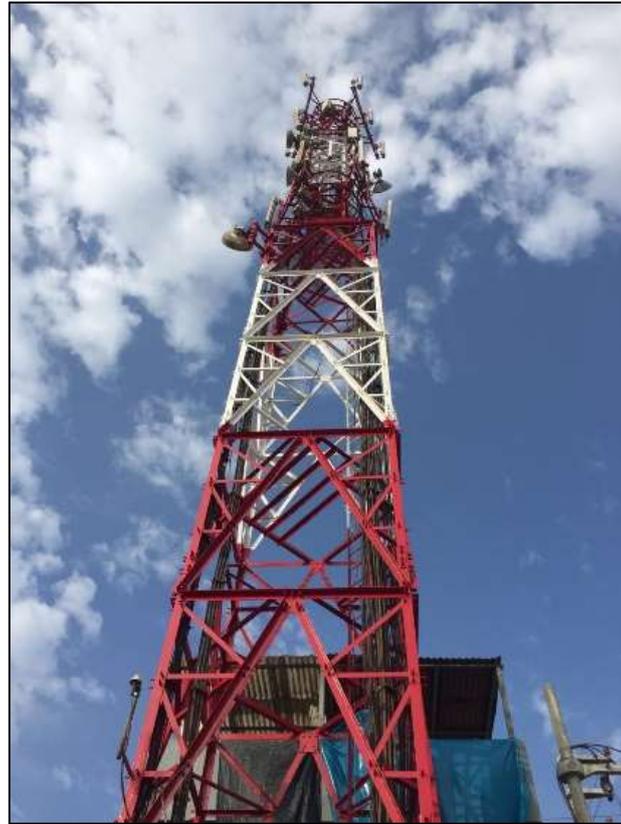


Figura 1: Vista diseño de una torre auto-soportada Cuadrada.



Figura 2: Vista diseño de una torre auto-soportada Triangular.

### 1.3.2 Torre Arriostrada

Este tipo de estructuras son reticuladas por su alta relación de esbeltez; con secciones triangular y sus dimensiones de cara que oscilan entre 0.30 metros hasta 0.60 metros, sensibles a la turbulencia del viento. Estas torres son fabricadas en módulos versátiles de 3 hasta los 6 metros, en su totalidad la estructura es instalada (armada) IN SITU, debido a que todos los elementos se encuentran acoplados mediante pernos de resistencia alta, de acuerdo a cada zona de trabajo.

La peculiaridad de estas estructuras, es la utilización de accesorios externos como arriostres (denominados vientos), normalmente son instalados a diferentes niveles para obtener una buena verticalidad y estabilidad, debido a su gran esbeltez su estabilidad es baja sin la utilización de dichos accesorios; dependiendo de su altura se pueden usar 3, 6, 9 o más anclajes según sea el caso, así como una extensión de área para logra un anclaje adecuado a la zapata ubicada suelo, para la instalación en azotea los tensores que en promedio deben ubicarse a un 25% o 30% de la altura total de la estructura tipo celosía.



Figura 3: Vista Torre Arriostrada (Canto Grande)

### 1.3.3 Monoposte o Monopolos

Característica de dicha estructura troncocónica, tiene sección poligonal con un determinado número de caras plegadas para dar resistencia estructural (12 lados por general), realizadas en planchas dando forma ondulada y cónicas que se acoplan perfectamente unos sobre otros con el objetivo de formar una estructura estable y sólida.

La estructura es ideal y utilizada en lugares con espacios reducidos a nivel de suelo, indicado de otra forma en donde no exista suficiente área para instalar una torre Autosoportada, debido a las distancias basales requeridas en las patas de apoyo o que dificulte la instalación de tensores idóneo para las estructuras de celosía; su dimensionamiento de estas comprende entre 12 y 36 metros, permitiendo alcanzar alturas superiores. Una de la dificultad se da en el traslado, necesitando vías de acceso que permitan ingresar grúas para el montaje de una o varias secciones de dicho poste.

La peculiaridad de esta estructura es la instalación en lugares reducidos y si se requiere conservar la estética y no causar impacto visual en exceso, la pintura utilizada es de un gris Rall 7040, pinturas epóxicas permitiendo su conservación de la intemperie.



Figura 4: Vista Torre Monoposte (La Jolla Asia)

## 1.3.4 Componentes de una torre

### 1.3.4.1 Estructura principal

Su principal función es servir de soporte a todo tipo de componentes a instalar en la torre. Mejora la resistencia y estabilidad, se instala de acuerdo la altura requerida para que en la zona de trabajo los componentes de telecomunicación puedan funcionar adecuadamente y que no sea dificultado por algún otro elemento. Las partes de la estructura son:

- Patas principales (Zapatatas).
- Cerramientos horizontales.
- Cerramientos diagonales.
- Cerramientos secundarios.
- Placas de unión de cerramientos diagonales y secundarios.
- Diafragma y tornillería, según especificaciones técnicas.

La estructura en mención conformada por perfiles de acero laminado en caliente, con diversos tipos (planchas de acero para la torre tipo Monopolos), los materiales utilizados son materiales prefabricados clasificados en la norma.



Figura 5: Vista Torre Autosostenida (Pescadores)

### 1.3.4.2 Escalera de Acceso

El elemento que se halla verticalmente a lo largo de la torre, fijada con abrazaderas y pernos así permitiendo el acceso a la torre sin dificultad, que son de suma importancia en los mantenimientos e instalación de equipos. Están instaladas en el interior de la torre, o en casos especiales donde el tamaño de la torre no es suficiente esta se colocará en un lateral.

El diseño es a base de peldaños fabricados con tubo metálico circular y los laterales con ángulos estructurales bajo normativas con medida de 40cm de ancho y la altura según corresponda, con el propósito de facilitar el ascenso y descenso.



Figura 6: Vista operario subiendo por escalerilla rack peatonal (Piedra señalada)

### 1.3.5 Sistema de Seguridad

Adaptándose a normativa del ministerio de trabajo y resolución 1409, de Prevención de Riesgos Laborales para trabajos en altura, implementado cada torre con un sistema de seguridad, como es el caso de una línea de vida al centro de la escalera peatonal, en donde toda persona que desee utilizar tiene que colocarse antes de utilizar, colocándose mediante un carrito de seguridad así mismo lleva consigo un arnés con

línea de doble vida y la línea de posicionamiento (estrobo), todos estos dispositivos permite subir y bajar de la torre, ya que ante un sobreesfuerzo instantáneo actúa un bloqueo, evitando la caída libre del personal.



Figura 7: Sistema de seguridad para ascender y descender en una torre.

### 1.3.6 Plataforma de trabajo

Es indispensable en toda torre de telecomunicaciones instalar plataformas de trabajo y de descanso, teniendo en cuenta actividades de alto riesgo como es la instalación de equipos, se instala un cable tipo retenida que facilita el desplazamiento en toda la torre a lo largo de la escalerilla peatonal. Se instalan de acuerdo al requerimiento según diseño. Las plataformas de trabajo envuelven todo el perímetro de la torre, es decir los 360°, debido a su pequeña dimensión proporciona un espacio adecuado para poder realizar una pausa, evitando el riesgo de bajar y subir a la torre.

El material empleado en la fabricación, se toma el mismo de la torre para una homogenización, adicionando puertas abatibles y barandillas de protección.



Figura 8: Plataforma de descanso (Cheqchepata – Oyón)

### 1.3.7 Perfiles

Son elementos estructurales de la derivación del acero, laminados y utilizados en las torres, piezas metálicas con características en secciones de acuerdo a especificaciones estructurales ASTM A-36, los perfiles estructurales son los materiales básicos e indispensables para la fabricación de torres, caracterizados por su diseño, forma y resistencia por el grado en carbono, por su amplia gama de tipos y formas estos permiten una gran flexibilidad en su uso, permitiendo la estabilidad en la torres de telecomunicación.

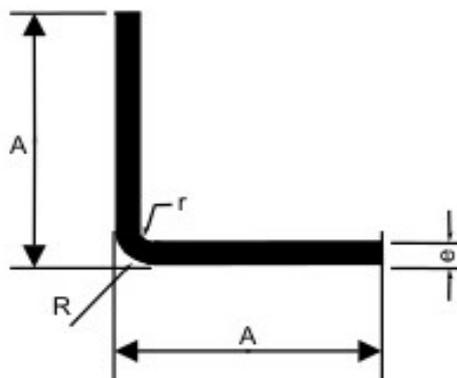


Figura 9: Vista diseño de un perfil.

ANGULO DE ALAS IGUALES			ANGULO DE ALAS IGUALES		
A x A	ESPESOR	PESO	A x A	ESPESOR	PESO
mm	mm	Kg/m	mm	mm	Kg/m
20 x 20	2,00	0,57	30 x 30	5,50	2,18
20 x 20	2,25	0,64	35 x 35	4,20	2,07
20 x 20	2,50	0,70	40 x 40	3,50	2,03
20 x 20	2,75	0,76	40 x 40	3,90	2,24
20 x 20	3,25	0,88	40 x 40	4,50	2,55
25 x 25	2,00	0,73	40 x 40	5,50	3,04
25 x 25	2,30	0,83	50 x 50	2,30	1,73
25 x 25	2,50	0,90	50 x 50	3,00	2,23
25 x 25	2,75	0,98	50 x 50	3,50	2,58
25 x 25	3,00	1,05	50 x 50	4,50	3,25
25 x 25	3,25	1,13	50 x 50	5,50	3,90
25 x 25	3,50	1,21	65 x 65	4,00	3,86
30 x 30	2,00	0,89	65 x 65	5,50	5,20
30 x 30	2,25	0,99	70 x 70	5,50	5,63
30 x 30	2,50	1,09	75 x 75	4,50	5,02
30 x 30	2,75	1,19	75 x 75	5,50	6,06
30 x 30	3,00	1,29	100 x 100	4,50	6,79
30 x 30	3,25	1,39	100 x 100	5,50	8,22
30 x 30	3,50	1,48			

Tabla 1: Dimensiones estándar de un perfil.

### 1.3.8 Pernos

Elementos fabricados por materiales con aleaciones dando alta resistencia al ajuste, la característica principal del perno para las torres debe ser con cabeza y tuerca hexagonal, propiedades normadas como se indica ASTM A-325 o su equivalente en SAE -5° indicando pernos de alta resistencia, y para los pernos ASTM A-307, son pernos corrientes de baja resistencia. Por lo tanto, las características y dimensiones de tuercas estarán de acuerdo a lo indicado en la Norma ASTM A-563.

Grado SAE	1 or 2	5	6	8	Competencia
					
Tamaño	Lb/Pie	Lb/Pie	Lb/Pie	Lb/Pie	Lb/Pie
1/4	5	7	10	10.5	11
5/16	9	14	19	22	24
3/8	15	25	34	37	40
7/16	24	40	55	60	65
1/2	37	60	85	92	97
9/16	53	88	120	132	141
5/8	74	120	167	180	192
3/4	120	220	280	286	316
7/8	190	302	440	473	503
1	282	466	660	714	771

Tabla 2: Dimensiones y características de pernos.

Pernos ordinarios y comunes, son aquellos pernos que el ASTM los designa como pernos A307, con cabeza y tuerca cuadrada o hexagonal para reducir costos; su resistencia es menor que la que tiene los remaches y los pernos de alta resistencia. Pernos de alta resistencia, son pernos fabricados en base de carbono tratado térmicamente y de acero aleado, los más comunes son: A325 y A490, usados en todo tipo de estructuras.

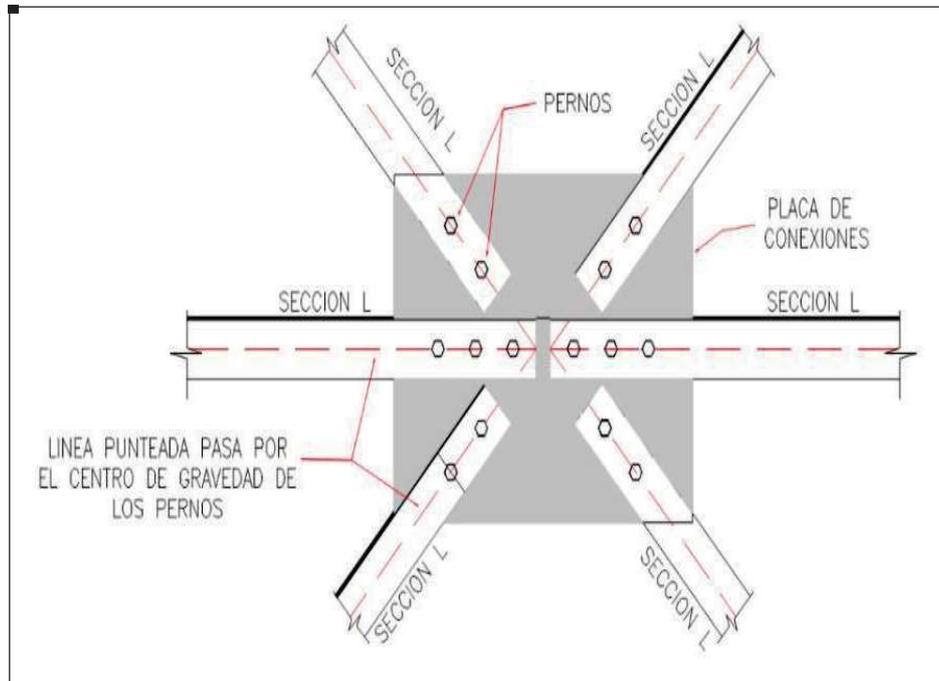


Figura 10: Vista unión placa y perfiles mediante pernos.

### 1.3.9 Soldadura

Proceso de unir dos materiales estructurales mediante arco eléctrico y/o electrodos son del tipo E60 o E70, midiendo su capacidad de penetración generando cordones profundos, con movimientos rectilíneos obteniendo una resistencia a la tensión en los elementos que conformaran el reforzamiento de la torre respectivamente. Material de aporte en la soldadura cumple con los requerimientos prescritos en las Normas AWS D1.5-ASME-API, adaptando la NPT 494 de soldadura, se efectúa por el método de arco voltaico protegido o por el método de arco sumergido, respectivamente aplicando la seguridad del operador y del medio ambiente.

<b>TABLA 2.2 Especificaciones AWS A5.1-69</b>		
<b>Código</b>	<b>Corriente</b>	<b>Cobertura</b>
EXX10	CC (-) solamente	Orgánica
EXX11	CA ó CC (+)	Orgánica
EXX12	CA ó CC (-)	Rutilica
EXX13	CA ó CC (±)	Rutilica
EXX14	CA ó CC (±)	Rutilo-Hierro 30%
EXX15	CC (-) solamente	Bajo hidrógeno
EXX16	CA ó CC (+)	Bajo hidrógeno
EXX18	CA ó CC (+)	Bajo H <sub>2</sub> -Hierro 25%
EXX20	CA ó CC (±)	Alto óxido férrico
EXX24	CA ó CC (±)	Rutilo-Hierro 50%
EXX27	CA ó CC (±)	Mineral-Hierro 50%
EXX28	CA ó CC (+)	Bajo H <sub>2</sub> -Hierro 50%

Tabla 3: Vista detalles de electrodos

### 1.3.10 Velocidad de viento

Se describe a los fenómenos, los cuales se deben considerar diversos aspectos en la selección de una velocidad de viento, sobre aquellos se basan las cargas de diseño reduciendo la vulnerabilidad en todas las estructuras. En ellos se incluyen la climatología del área geográfica, la rugosidad del terreno en general, el aspecto de la topografía local, la altura y primordialmente el diseño de torre.

<b>Sección transversal de la torre</b>	<b>Cuadrada</b>		<b>Triangular</b>		
	Norma	±45°	Norma	60°	±90°
D <sub>F</sub>	1.0	1+0.75e (1.2 máx)	1.0	0.80	0.85
D <sub>R</sub>	1.0	1+0.75e (1.2 máx)	1.0	1.0	1.0
Direcciones del viento medidas de una línea normal a la cara de la estructura.					

Tabla 4: Vista de tabla dirección del viento en las torres

### 1.3.11 Intensidad de sismo

Se indica que catorce ciudades de la región Lambayeque presentan alta vulnerabilidad ante un posible movimiento sísmico superior a los 7 grados, advirtió hoy

el jefe de la Oficina Regional de Defensa Civil, Agustín Basauri Aramburú. Sostuvo que son vulnerables por el alto riesgo que presentan sus infraestructuras al estar edificadas en un 40% a base de adobe, las cuales colapsarían” Fuente RPP noticias (nov. 2011)

Para Agustín Basauri, significa que entre las franjas que rodean a Lambayeque se está acumulando la energía que puede liberarse en cualquier momento, por ello se tiene que estar sensibilizando a la comunidad colectiva.

“Los antecedentes de grandes sismos en Lambayeque no se tiene. Pero si hay antecedentes de sismos de 6 grados en otras regiones como Piura, Cajamarca o La Libertad. Sin embargo, el fenómeno de un terremoto no se descarta por ninguna razón”, indicó Basauri.

<b>Grado del sismo en la escala de Richter</b>	<b>Efectos</b>
<b>Menor de 3,5 grados</b>	No se llega a sentir, pero es registrado por los sismógrafos.
<b>Entre 3,5 a 5,4 grados</b>	Se siente, pero solo causa daños menores.
<b>Entre 5,5 y 6 grados</b>	Ocasiona daños ligeros en casas y edificios.
<b>Entre 6,1 y 6,9 grados</b>	Puede ocasionar daños severos en áreas muy pobladas.
<b>Entre 7,0 y 7,9 grados</b>	Causa daños graves.
<b>Mayor de 8 grados</b>	Provoca destrucción total en las zonas cercanas al epicentro.

Tabla 5: Vista de tabla y escala de periodos de sismo.

#### 1.4 Formulación del problema

Actualmente las torres se están rediseñando para soportar accesorios de telecomunicaciones para las necesidades de la población; pero con el tiempo estas aumentan, conjuntamente con sus necesidades y se ven en la obligación de mejorar su cobertura con equipos nuevos, ningún control de la capacidad de la estructura existente.

Perú es un país que tiene alto riesgo en la mayoría de sus diseños de las torres autosportadas en telecomunicaciones, por ello se considerada un tipo de refuerzo para

cada estructura, por ese motivo surgió la necesidad de determinar un análisis estructural aplicando las normas TIA/EIA – 222F.

#### **1.4.1 Problema general**

¿De qué manera el reforzamiento estructural mejora la estabilidad en torres autoportadas de telecomunicaciones en el distrito de Lambayeque – Lambayeque - 2018?

#### **1.4.2 Problemas específicos**

**PE1:** ¿De qué manera el diseño del reforzamiento estructural mejora la estabilidad en torres autoportadas de telecomunicaciones en el distrito de Lambayeque – Lambayeque -2018?

**PE2:** ¿De qué manera se evalúa el reforzamiento estructural para que mejore la estabilidad en torres autoportadas de telecomunicaciones en el distrito de Lambayeque – Lambayeque -2018?

### **1.5 Justificación del estudio**

#### **a) Justificación de pertinencia**

El tema de investigación nos permite identificar la realidad actual de las torres autoportadas de telecomunicaciones” ya que existe torres que no cuentan con todas las disposiciones técnicas según la Norma TIA / EIA - 222F, siendo esto un dato importante para evitar las pérdidas económicas y así mitigar las pérdidas humanas.

#### **b) Justificación de relevancia social**

Las estructuras de la torre de Telecomunicación representan en todo el mundo un instrumento para acercarnos entre las comunidades y naciones estrechamente ligadas con el desarrollo y beneficios de la globalización por las redes. Logrando así la integración de comunidades y satisfaciendo la necesidad de comunicación.

El impacto que puede sufrir las estructuras básicas y el funcionamiento normal de una torre de telecomunicación, genera pérdidas de vidas humanas.

### **c) Justificación económica**

El presente estudio permitirá identificar el grado de reforzamiento de las estructuras en Torres autoportadas de Telecomunicación, para poder determinar el presupuesto de inversión así también detectar oportunamente reforzamiento viable en las Torres autoportadas antes de una irreparable solución.

### **d) Aporte Teórico**

El estudio a realizar servirá como precedente ante futuros investigadores, como marco teórico y estadístico. Brindará soluciones a una problemática existencial.

### **e) Aporte Práctico**

Identificar el estado de reforzamiento en las estructuras de torres autoportadas y así aplicar las medidas resolutivas según las normas establecidas.

## **1.6 Hipótesis**

### **1.6.1 Hipótesis general**

La identificación del reforzamiento estructural para mejorar la estabilidad en torres autoportadas de telecomunicaciones en el distrito de Lambayeque – Lambayeque -2018.

### **1.6.2 Hipótesis específicas**

**Hi 1:** La utilización del registro en el reforzamiento estructural mejorará las torres autoportadas de telecomunicaciones en el distrito de Lambayeque – Lambayeque - 2018.

**Hi 2:** La utilización del diseño en el reforzamiento estructural mejorará la flexibilidad en torres autoportadas de telecomunicaciones en el distrito de Lambayeque – Lambayeque -2018.

**Hi 3:** La utilización del reforzamiento mejorará la capacidad estructural en torres autoportadas de telecomunicaciones en el distrito de Lambayeque – Lambayeque - 2018.

## **1.7 Objetivos**

### **1.7.1 Objetivo general**

Determinar de qué medida se mejorará el reforzamiento estructural en torres autoportadas de telecomunicaciones en el distrito de Lambayeque – Lambayeque - 2018

### **1.7.2 Objetivos específicos**

**OE 1:** Determinar de qué medida el diseño mejorará el reforzamiento estructural en torres autoportadas de telecomunicaciones en el distrito de Lambayeque – Lambayeque -2018.

**OE 2:** Determinar en qué medida el reforzamiento mejorará la estabilidad estructural en torres autoportadas de telecomunicaciones en el distrito de Lambayeque – Lambayeque -2018.

**OE 3:** Determinar en qué medida la capacidad de compresión afecta el reforzamiento estructural en torres autoportadas de telecomunicaciones en el distrito de Lambayeque – Lambayeque -2018.

## **II. MÉTODO**

## **2.1 Tipo de investigación**

El presente proyecto de investigación, se demuestra por una investigación de tipo aplicada, porque va ayudar a resolver problemas, con el fin de suscitar o producir información que se pueda facilitar, directamente a la resolución de problemas sociales, productivos o educativos.

Esto puede generar un conocimiento, por el cual se utilizan técnicas e instrumentos provenientes de la investigación básica que ayudará a enlazar la teoría y el producto en sí. La investigación busca la solución inmediata al problema de torsión, flexión y compresión proponiendo un adecuado diseño de reforzamiento en estructuras, (Carrasco, 2005, p. 43), indica que este modelo de investigación demuestra propósitos claros y definidos; donde realiza la investigación para mejorar o producir cambios en una determinada área.

## **2.2 Nivel de investigación**

Se muestra explicativo o descriptivo, por estar dirigido a responder las causas de los eventos físicos o sociales, su principal interés es explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se da este, o porque dos o más variables están relacionadas, (Hernández, Fernández & Batista, 2014, p. 39).

Se define a la investigación como explicativa, debido que el investigador se orienta con un comportamiento de investigación donde logra explicar cada una de las causas y efectos de una variable al diseño de reforzamiento con estructuras.

## **2.3 Diseño de investigación**

En la presente investigación, el diseño aplicado será no experimental; en su investigación el propósito es manipular y explicar la variable del reforzamiento logrando la resistencia a compresión y torsión de las estructuras. Es otras palabras, el diseño de investigación e correlacional – causal. (VALDERRAMA, 2003, p.174)

Las investigaciones de tipo experimental tienen grupo único, analizando y aplicando pre y pos test. El grupo lo único que garantiza es el control sobre las muestras de estudio.

Se indica que este tipo de diseño trabaja con un grupo ya determinado; es decir no se pueden formar grupos de manera aleatoria sin embargo sí se puede operar la variable experimental, (Ñaupás, Humberto, et al., 2010, p. 119).

Esta investigación se encuentra dentro del diseño cuasi experimental; debido a que el grupo de control no fue asignado al azar, sino que fue elegido con una finalidad específica.

## **2.4 Variables, Operacionalización**

### **2.4.1 Variable**

Son los conceptos que forman enunciados de un tipo particular denominado hipótesis. Fenómeno a la que se le va a evaluar su capacidad para influir, incidir o afectar a otras que cambien durante la investigación.

Para Ñaupás, Humberto (2009, p.125), son aquellas características que se logran observar de las personas u objetos que van a expresar magnitudes, las cuales pueden variar de forma discreta o continua.

- **Variable Dependiente:** Estabilidad de torre Autosoportada.
- **Variable Independiente:** Reforzamiento Estructural.

**MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES**

<b>VARIABLE DE INVESTIGACION</b>	<b>DEFINICION CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICION OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>INSTRUMENTO</b>
Estabilidad de Torre Autosoportada	<p>En las Normas Internacionales TIA/EIA-222-F, para comprender la variable se considera las características de las estructuras en su comportamiento después de elementos observables de propiedades: físicas, químicas y mecánicas.</p> <p>Según Rojas Andrade (2014), en su libro Estructuras 1, define una estructura al conjunto de elementos que se interconectan para cumplir funciones (P. 19)</p>	<p>La estabilidad de torre Autosoportada, tomando en cuenta el tipo de torre, deben soportar cargas vivas y muertas según las propiedades físicas y mecánicas, están sometidas a sufrir cambios por los esfuerzos, para ello se aplicara ensayos que determinara si es necesario el reforzamiento, en las juntas de estructuras, utilizando perfiles laminados en frio o caliente y equipos como: software, ficha técnica, medidor de espesor de metales, distanciómetro, tomados en la ficha de recolección de datos.</p>	Tipo de Torre	Propiedades Físicas, químicas y mecánicas	Ficha Técnica Ensayo de Laboratorio
			Tipo de Pernos	Muestra de juntas entre estructuras	Ficha de recolección de datos.
			Tipo de Perfiles	Perfiles laminados en frio  Perfiles laminados en caliente	Ficha Técnica  Recolección de datos

Tabla 6: Variable Dependiente: Estabilidad de Torre Autosoportada

<b>VARIABLE DE INVESTIGACION</b>	<b>DEFINICION CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICION OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>INSTRUMENTO</b>
Reforzamiento Estructural	Para Luis Zapata Baglietto (2013), la determinación de las cargas actúa sobre las estructuras no puede ser exacta en magnitud y en ubicación. Por ello considera la carga viva y muerta (p.3)	En el reforzamiento se evalúa y dimensiona el tipo de torre en la memoria de cálculo, la torsión estructural mediante la tensión de tracción estudiado y evaluando a la torre que determina las características que son descrita en las fichas técnicas haciendo la clasificación del tipo de reforzamiento con seguridad para mejorar la estabilidad en las estructuras que conforman la torre Autosoportada.	Estudio de la de la torre.	Memoria de cálculo.	Ficha Técnica de recolección de datos.
			Torsión estructural.	Tensión de tracción	Ficha de recolección de datos. Ensayo de Laboratorio Software
			Seguridad	Supervisión Control de reforzamiento	Ficha de observación Ficha Técnica

Tabla 7: Variable Independiente: Reforzamiento Estructural.

## **2.5 Población, muestra y muestreo**

### **Población**

En términos generales, se refiere a la totalidad del fenómeno que se estudiará, cuyos elementos tienen rasgos similares, (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p.65).

La población estuvo conformada por las torres de Lambayeque, con o sin porcentaje de estabilidad.

### **Muestra**

Como fragmento de la población no se escoge intencionalmente por el investigador. Pero para sustentar un desarrollo se coge como parte de información en los propósitos de la investigación, (Sierra, 2003, p.174).

Para el caso de la siguiente investigación se va a considerar la torre 1026\_ Lambayeque sur del operador ENTEL. Con una altura de 40.00 m, conformada por 8 tramos, cada uno de 5.00m.

### **Muestreo**

El muestreo empleado es tipo observacional, aplicando lo cuantitativo ya que se tomó como muestra a la torre 1026\_ Lambayeque sur del operador Entel - Perú, de 136 torres de la población en Lambayeque. (Ñaupas, Mejía, Novoa y Villagómez, 2013, p.205).

Para este muestreo se tomó como referencia la torre Lambayeque sur censando las torres para mejoras del servicio de la comunidad.

## **2.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad**

### **Técnicas**

Es recomendable desarrollar una investigación utilizando como técnica la observación directa, que servirá a recopilar los datos adquiridos in situ, (Arias, 2012, p.67).

Por lo tanto, todo ello nos conlleva analizar mediante la respectiva visita en la región de La Libertad, se evaluará la zona y se realizarán posteriores análisis.

### **Instrumentos recolección de datos**

Se refiere a cualquier tipo de recurso que utiliza el investigador; mediante el cual recopilara la información y los datos relacionados con el tema de estudio (Hernández, Fernández y Baptista ,2014).

El instrumento utilizado en esta investigación es la ficha de recolección de datos, además del análisis de los ensayos que se han realizado en la torre 1026\_ Lambayeque sur del operador ENTEL.

### **Validez**

Para Hernández, Fernández y Baptista (2014) “la validez en términos generales, se refiere al grado en que un instrumento realmente mide la variable que quiere medir” (p.243)

La ficha de recolección de datos fue valida por tres expertos, los cuales dieron su conformidad a la información que se recopiló en campo.

### **Confiabilidad**

Dicho instrumento es diseñado con los lineamientos de la Norma Técnica Peruana, sometidos al proceso de confiabilidad mediante resultados asertivos y firmes que posee dicho instrumento de gran magnitud por los expertos, (Hernández, *et al.* 2014).

## **2.7 Métodos de análisis de datos**

Con esta técnica una vez concluido dicho evento se tomarán las medidas y procesamientos de las estructuras antes (tamaño existente) como una de las etapas iniciales de gran importancia en la investigación , permitiendo el análisis de datos determinando analizar un diseño de reforzamiento; lo cual nos permitirá definir su variación dimensional, posteriormente las celosías se someterán a un ensayo por software, para verificar resultados y amparados en protocolos de resistencia estructural considerando las tablas específicas indicando sus características y propiedades con un enfoque cuantitativo de la torre Lambayeque sur.

## **2.8 Aspectos éticos**

En opinión a la investigación de dicho proyecto es respetada con parámetros y criterios, señalados por la universidad llevándose a cabo con la autorización del representante de una institución investigadora, así como la institución donde se realiza tal proyecto de desarrollo de investigación de la Facultad de Ingeniería.

Concluyo, que mi formación académica, he respetado los criterios de investigación proporcionados por la Universidad César Vallejo, como también los establecidos en el reglamento internacional de citación y referencias de fuentes para el proyecto.

### **III. III. RESULTADOS**

### 3.1 Ensayos realizados

#### 3.1.1 Ubicación de la Torre

Esta torre se encuentra ubicada en el departamento de Lambayeque cuyos datos técnicos son:

Código	1026
Latitud Sur	(-6.7095298°)
Longitud Oeste	(-79.904182°)
Altitud	766 msnm
Huso horario	UTC-5
Clasificación	Urbano
Categoría	Anexo

Fuente: ENTEL – PERU

Con respecto a sus estructuras, de la torre Autosoportadas de Lambayeque sur está compuesto por elementos estructurales metálicas reticuladas por elementos horizontales y verticales re hacen una altura de 40 m. La estructura metálica de dicha torre está sujeta a una cimentación de concreto armado.

Longitud de cada tramo	5m
Tipo	Reticulado metálico por tramos
Números de tramos	08
Alineamiento	Recto
Montantes	Ángulos 6"x6"x3/8"
Horizontales	Ángulos 2"x2"x3/16"
Juntas	Perfiles metálicos de acero A-36
Señalización	No tiene



*Figura 11:* Vista Torre Autosoportada cuadrada 40m.

### **3.1.2 Inventario de los accesorios**

Para sintetizar este inventario se pondrá la información de los accesorios existentes y los que se van a proyectar, simultáneamente con la ubicación exacta con respecto a las aristas de la base de la torre y sus medidas.

### **3.1.3 Inventario de los miembros estructurales**

El material constitutivo de los miembros estructurales es considerado isotrópico (presenta propiedades invariables), y está conformado por el acero estructural ASTM A-36 como es:

- Densidad real: 7860 kg/m<sup>3</sup>.
- Esfuerzo de fluencia mínima  $F_y$ : 2530 kg/cm<sup>2</sup>.
- Resistencia de rotura  $F_u$ : 4100 kg/cm<sup>2</sup>.
- Pernos estructurales: ASTM A325, ASTM A490.
- Tuercas: Para pernos A325 tuercas ASTM A563 grado C.
- Para pernos A490 tuercas ASTM A563 grado DH.

### 3.1.4 Actividades de Oficina / uso de programa MS tower V6.

Las actividades de oficina consisten en recopilar todos los datos obtenidos en campo, para posteriores análisis y modelación matemática a través del programa MStower V6 (Structural Analysis Program); de esta manera poder determinar si la torre cumple con los requisitos de capacidad estructural para resistir las cargas asignadas, caso contrario se propondrá un reforzamiento estructural.

El MS-Tower V6 es un Software diseñado para en el análisis y la comprobación de las torres de celosía y mástiles. Es aplicado en diferentes estructuras por diseñadores para el control de las estructuras como son las líneas de transmisión, torres de comunicaciones y mástiles. El Software tiene algunos modelamientos como la generación de la geometría y de carga, el análisis estructural, la aplicación de factores de ráfagas de fuerzas en los nodos. La geometría de la estructura se especifica mediante los datos que se describen en los paneles, dimensiones, secciones.

Para utilizar el programa MS-tower V6 el personal técnico en informática indica que se necesita un computador con sistema operativo Microsoft WINDOWS (XP es el recomendado), operando con un mínimo de 128 MB de RAM y 40 MB de espacio de disco duro. Para grandes torres de comunicaciones, recomendamos incrementar a 256 MB de RAM. Porque aprovechará todos los procesadores en computadoras con multiprocesadores. MS-tower V6 trata del análisis y diseño de torres reticuladas de acero, para ello se necesita los siguientes pasos:

- Modelamiento en CAD de la información obtenida en campo.
- Asignar perfiles por grupo o tramo de la torre que corresponda.
- Asignar los apoyos para aplicar las (CM +CV)
- Verificación de información mediante el editor en el programa.
- Introducir cargas por viento.
- Introducir carga por sismo estático o dinámico.
- Definir las combinaciones de carga.
- Solicitar revisión o análisis de elementos al programa.

MS-tower V6, modelará normalmente miembros angulares y redondos con elementos tipo cerchas o de vigas, los cuales pueden soportar fuerzas de tracción y de

compresión. Sin embargo, el diseño de algunas diagonales o brazos de suspensión en torres más antiguas pudo haber sido basado en la suposición que estas diagonales o suspensores no puedan soportar compresión; por ejemplo, que se comportarían más o menos de la misma manera que los cabos. Cuando las diagonales y los suspensores han sido diseñados con esta suposición, son llamados miembros “de sólo tracción”. Los miembros de sólo tracción son fácilmente identificados en diseños más antiguos como miembros que poseen una gran relación de esbeltez, como  $L/r$  mucho mayor que la máxima normalmente permitida de 250.

### 3.1.5 Memoria de Cálculo

Las expresiones usadas para determinar la presión del viento tanto en la estructura metálica y en las antenas parabólicas y RF son las de las normas TIA/EIA, las cuales a continuación se detallan.

#### Norma EIA/TIA

La fuerza horizontal del viento está dada por:

$$F = q_Z \cdot G_h \cdot [C_F \cdot A_F + \sum C_A A_A] (N) < 2q_Z G_H A_G$$

La presión por velocidad del viento está dada por:

$$q_Z = 0.613 K_Z V^2 \text{ (Pa)}$$

$$K_Z = [z/10]^{2/7} \text{ (m)}, \quad 1.00 < K_Z < 2.58$$

$$G_H = 0.65 + 0.60(h/10)^{1/7}$$

$$C_F = 4.0e^2 - 5.90e + 4.0 \text{ (secciones cuadradas)}$$

Dónde:

AA = Área proyectada de un accesorio lineal.

AE = Área de proyección efectiva de un componente estructural en una sola cara.

AF = Área proyectada de los componentes estructurales por nivel en una sola cara.

AR = Área proyectada alrededor de un componente estructural en una cara.

AG = Área Total de una cara de la torre como si fuera está como un sólido.

CA = Coeficiente de fuerza de un accesorio lineal.

CF = Coeficiente de fuerza de la estructura.

F = Fuerza horizontal aplicada a una sección de la estructura.

GH = Factor de respuesta de ráfaga de viento.

KZ = Coeficiente de exposición.

V = Velocidad de viento para la estructura en una localización determinada.

e = Relación de solidez.

h = Altura total de la estructura.

qZ = Presión por velocidad.

### **Esfuerzos en elementos estructurales.**

Las fórmulas para los *esfuerzos de compresión*:

Cuando  $Kl/r \leq Cc$  :

$$Fa = \frac{\left[ 1 - \frac{(kl/r)^2}{2Cc^2} \right] Fy}{\frac{5}{3} + \frac{3(kl/r)}{8Cc} - \frac{(kl/r)^3}{8Cc^3}}$$

Cuando  $Kl/r \geq Cc$  :

$$Fa = \frac{12\pi^2 E}{23(kl/r)^2}$$

Donde :

$$Cc = \sqrt{\frac{2\pi^2 E}{QFy}}$$

Las fórmulas para los *esfuerzos de tensión*:

$$F_t \leq 0.6 \times Fy$$

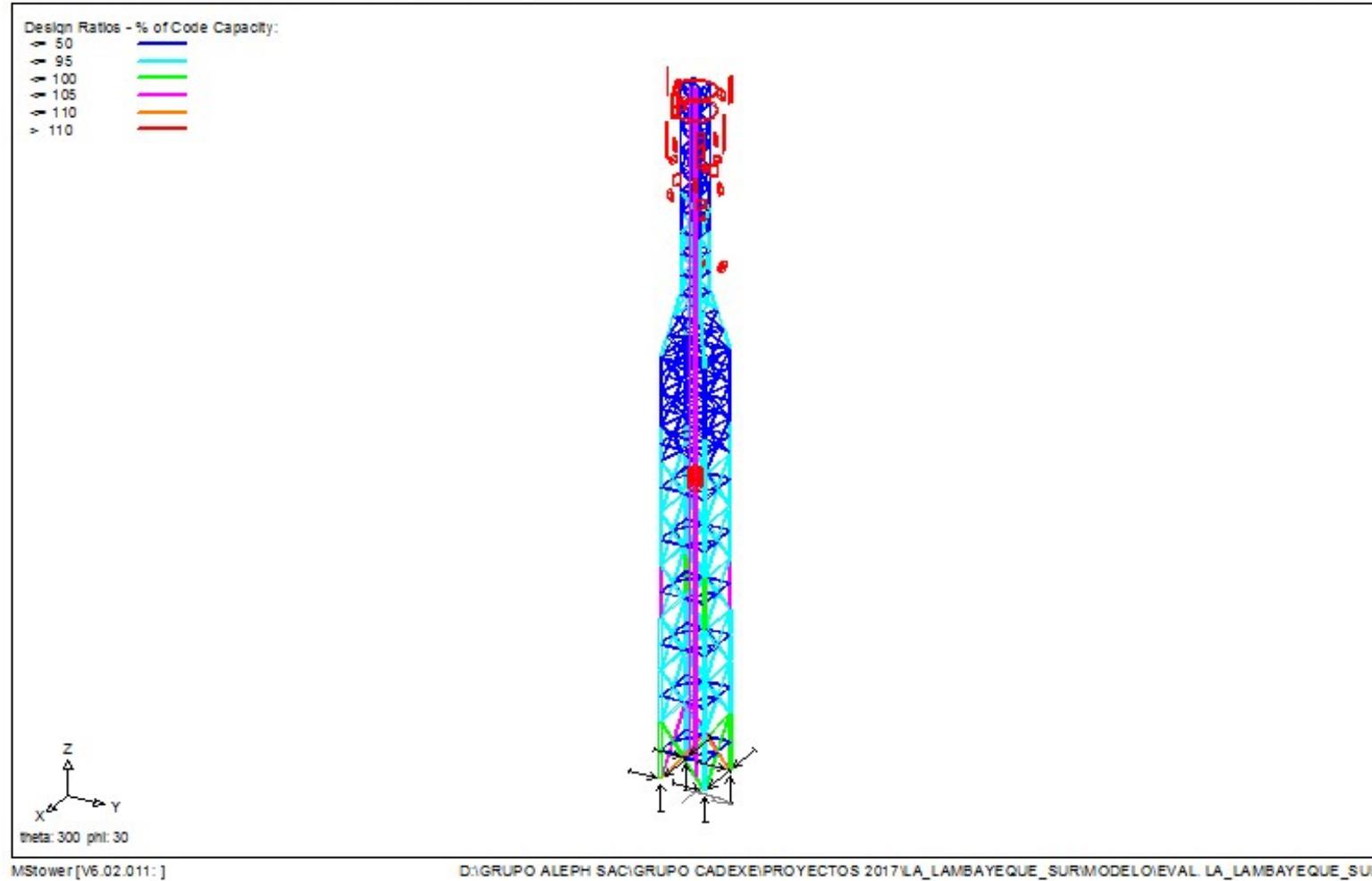


Figura 12: Vista evaluación torre 40 m.

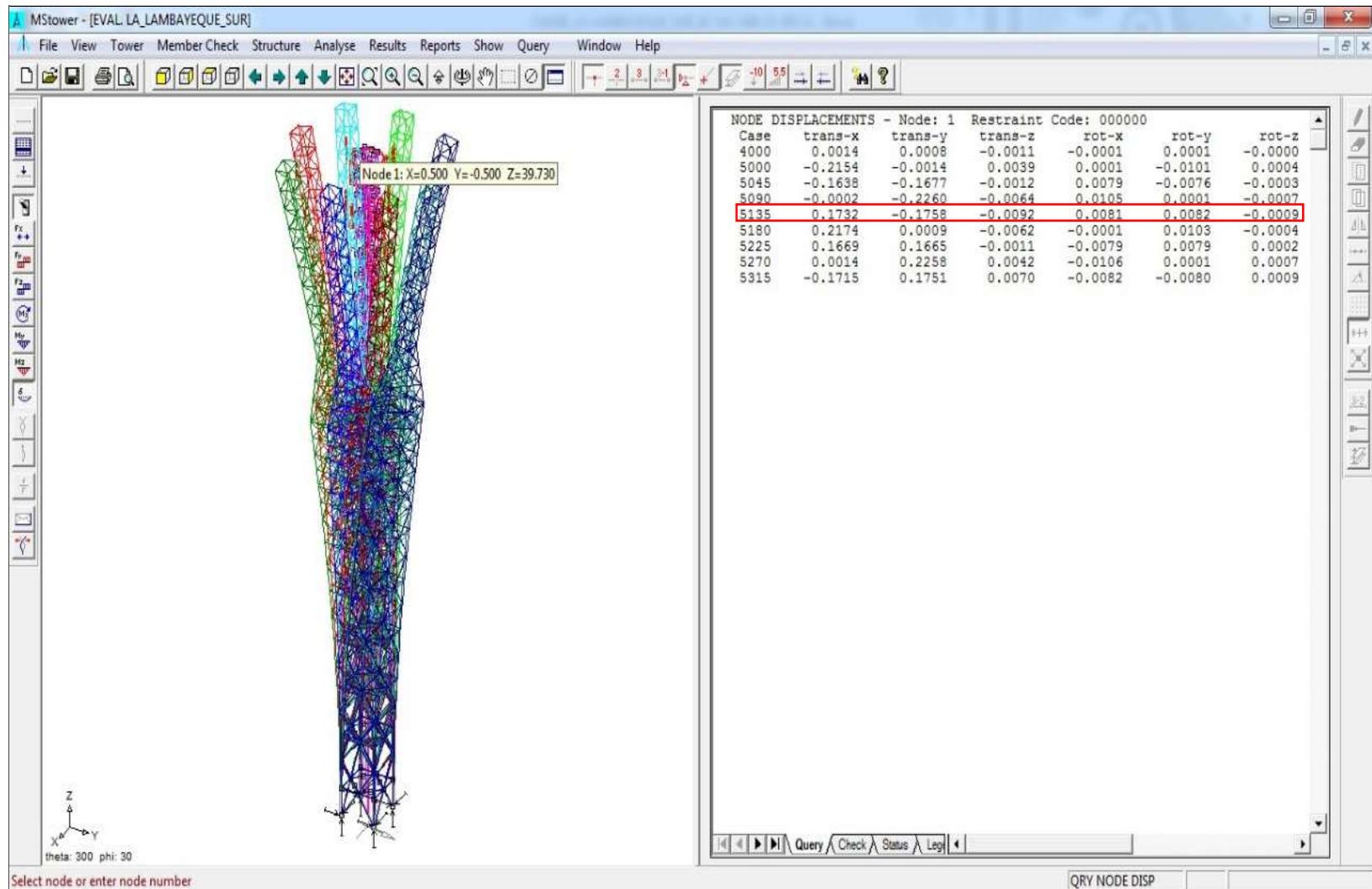


Figura 13: Vista modelamiento torre 40 m.

## Mstower V6 Reactions (060619)

### TORRE AUTOSOPORTADA CUADRADA DE 40.00MTS ENTEL.

SECCION 2.40M, EVALUACION ESTRUCTURAL DE LA\_LAMBAYEQUE\_SUR,

```

O      C A S E S --
Y      Title
N      DEAD LOAD
N      WIND AT 0 TO X AXIS
N      WIND AT 45 TO X AXIS
N      WIND AT 90 TO X AXIS
N      WIND AT 135 TO X
N      WIND AT 180 TO X
N      WIND AT 225 TO X
N      WIND AT 270 TO X
N      WIND AT 315 TO X
Y      COMBINATION 1
Y      WIND AT 0 TO X AXIS
Y      WIND AT 45 TO X AXIS
Y      WIND AT 90 TO X AXIS
Y      WIND AT 135 TO X
Y      WIND AT 180 TO X
Y      WIND AT 225 TO X
Y      WIND AT 270 TO X
Y      WIND AT 315 TO X
    
```

Y = Cases to be checked

N = Not Used

Centroid of supports:            0.000    0.000    0.000

SUPPORT REACTIONS (Applied to tower)

Case	Node	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ	
4000		-	0.3	20.6	0.06	0.06	0.	
2107		-	-	21.1	-	0.06	0.	
2127		0.3	-	20.3	-	-	0.	
2147		0.3	0.3	19.8	0.06	-	0.	
Resulta		0.0	0.0	81.9	1.08	-	0.	at
5000		15.	-	-	-	0.57	0.	
2107		15.	4.2	-	0.83	0.58	-	
2127		16.	-	309.	-	0.46	-	
2147		15.	5.2	315.	0.94	0.41	0.	
Resulta		62.	0.4	81.9	-	140	-	at
5045		7.9	8.9	25.2	-	1.14	0.	
2107		15.	15.	-	0.21	-	0.	
2127		8.5	8.1	15.7	-	1.00	-	
2147		15.	15.	467.	0.36	-	0.	
Resulta		47.	48.	81.9	-	106	0.	at
5090		-	16.	324.	-	1.01	0.	
2107		4.3	16.	-	-	-	0.	
2127		-	15.	-	-	0.85	-	
2147		5.4	16.	327.	-	-	-	
Resulta		0.2	65.	81.9	-	6.54	1.	at
5135		-	17.	490.	0.34	0.41	0.000	
2107		-	8.9	15.5	-	-	0.005	
2127		-	15.	-	0.25	0.23	0.000	
2147		-	9.0	25.4	-	-	-0.006	
Resultant		-49.924	50.816	81.989	-1142.028	-1118.136	2.834	at centroid
5180		-	5.1	312.	0.94	-	-0.003	
2107		-	-	312.	-	-	0.003	
2127		-	4.1	-	0.83	-	0.003	

2147	-	-	-	-	-	-	-0.003
Resultant	-62.637	-0.008	81.989	1.391	-1403.301	1.743	at centroid
5225	-	-	20.8	1.13	-	-	
2107	-	-	465.	-	0.36	0.	
2127	-	-	20.0	0.99	-	0.	
2147	-	-	-	-	0.22	0.	
Resulta	-	-	81.9	106	-	-	at
5270	4.2	-	-	0.6	-	-	
2107	-	-	324	0.4	1.0	-	
2127	5.4	-	323	0.4	-	0.	
2147	-	-	-	0.5	0.8	0.	
Resulta	0.0	-	81.	145	-	-	at
5315	15.	-	-	-	-	0.	
2107	8.7	-	21.	1.0	1.2	-	
2127	16.	-	488	-	-	0.	
2147	8.8	-	19.	1.1	1.0	0.	
Resulta	50.	-	81.	112	112	-	at
SLIPPO							
Case		Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
4000	:	-	0.3	0.3	0.0	-	0.067
	:	-	0.3	0.3	0.0	-	0.069
	:	-	0.3	0.3	0.0	-	0.067
	:	-	0.3	0.3	0.0	-	0.065
5000	:	26	-	-	-	0.8	0.570
	:	27	-	-	0.0	-	-0.836
	:	-	16.	4.7	0.0	-	-0.462
	:	-	5.2	15.	-	0.4	0.944
5045	:	-	-	8.9	-	1.0	1.146
	:	42	-	-	0.0	0.2	-0.219
	:	-	8.5	-	0.0	-	-1.004
	:	-	15.	15.	0.0	-	0.361
5090	:	-	4.9	16.	-	0.4	1.018
	:	28	-	-	-	0.8	0.605
	:	28	-	-	0.0	-	-0.853
	:	-	16.	5.4	0.0	-	-0.441
5135	:	-	16.	17.	0.0	-	0.413
	:	-	-	9.3	-	1.0	1.208
	:	44	-	-	0.0	0.2	-0.233
	:	-	9.0	-	0.0	-	-1.029
5180	:	-	15.	5.1	0.0	-	-0.425
	:	-	4.8	16.	-	0.4	0.974
	22	271.1	-	-4.102	-0.003	0.838	0.587
	22	271.7	-4.463	-	0.003	-0.557	-0.811
5225	22	-	8.758	-8.027	0.005	-1.133	-0.997
	22	-	15.84	15.796	0.000	-0.367	0.364
	22	-	-7.995	8.699	-0.005	0.995	1.128
	22	424.9	-	-	0.000	0.229	-0.234
5270	22	282.7	-4.259	-	0.003	-0.609	-0.875
	22	-	16.85	4.968	0.003	-1.012	-0.473
	22	-	5.412	16.412	-0.004	0.441	0.976
	22	283.1	-	-4.673	-0.004	0.844	0.574
5315	22	447.2	-	-	0.000	0.216	-0.268
	22	-	9.532	-8.764	0.005	-1.214	-1.074
	22	-	16.95	16.318	0.000	-0.400	0.353
	22	-	-8.173	8.850	-0.006	1.031	1.159

Datos de resultados en los nodos.

### 3.1.6 Resultado de la Evaluación Estructural

En el presente informe se tomarán en cuenta dos criterios de evaluación para la estructura de la torre. El primer criterio se basará en consideraciones de resistencia, es decir, se verificará la resistencia de los elementos de la torre frente a los esfuerzos actuantes. Para ello la relación demanda/capacidad deberá ser menor a uno (o menor al 100%).

El segundo criterio se basará en consideraciones de deflexión, para lo cual se verificará que tanto la distorsión angular y la torsión en el tope de la torre, no sobrepasarán los ángulos de  $0.50^\circ$  y  $0.30^\circ$ . Para este caso se considerará una velocidad de viento de diseño de 90kph.

### 3.1.7 Conclusiones

- a) Utilizando el software Ms tower V6, se obtuvo un análisis en conjunto con las recomendaciones y Standard de las normas TIA/EIA 1996 para el Diseño de Torres y Monopolos Metálicos.
- b) A una velocidad de 100kph y considerando cargas existentes y cargas proyectadas, la resistencia de los elementos de la torre son esforzados como máximo al 255.9%. De acuerdo a lo anterior los elementos NO CUMPLEN con la verificación por resistencia.
- c) A la velocidad de viento de 100 kph, y teniendo en cuenta las cargas existentes y adicionales, la distorsión angular y la torsión producidas en el tope de la torre, son  $0.37^\circ$  y  $0.01^\circ$  respectivamente. Las distorsiones obtenidas no superan las máximas permitidas, por lo tanto, la torre CUMPLE con la verificación por deflexiones.
- d) El presente informe incluye únicamente la evaluación de la superestructura, mas no así de la evaluación de los anclajes, plancha base ni cimentación.

Notas:

- Es necesario el relevamiento de la estructura mediante inspección externa, anotando todos los detalles visibles entre elementos.
- El resultado de la evaluación considera una condición óptima de conservación de los perfiles de la estructura.

El presente informe de evaluación solamente es válido si el estado de conservación y mantenimiento de la estructura es óptimo.

### **Referencias**

Diseño de estructuras de acero AISC (Método ASD).

Norma de Estructura Metálicas E - 090.

Reglamento Nacional de Edificaciones.

Structural Standards for Steel Antenna Towers and Antenna Supporting Structures TIA/EIA 1996.

### **3.2 Procedimiento de Reforzamiento**

Aplica a todas las actividades de Reforzamiento estructural de torre y demás actividades involucradas en el proceso según las Normas o Estándares considerados en el alcance del proyecto. Durante el reforzamiento permanentemente se deberá estar controlando la verticalidad de la misma en cada tramo el torque de los pernos será obligatoria para que pueda haber una distribución adecuada de esfuerzos de las cargas vivas, muertas, pero sin que impida el reforzamiento y alineamiento de los tramos que posteriormente se ejecute.

- Se procederá a realizar el Reforzamiento en el área indicada según planos requeridos después de una evaluación estructural, quedando aptos para el reforzamiento, e Izando cada uno de los elementos estructurales se procederá el montaje e instalación según diseño, obteniendo el reforzamiento para mejora de vida útil de la torre.
- En caso se requiera realizar el cambio de elemento existente por deterioro o por mejora de funcionalidad en soporte de cargas, se deberá considerar los planos de detalles para dicha actividad.
- Instalar la polea y cuerda en la parte superior de la torre, como referencia para facilitar el Izaje del elemento estructural en área donde se ejecutará dicho reforzamiento por requerimiento de evaluación estructural.
- Realizar el Izaje de elemento según sea el detalle, conjuntamente con los pernos y/o abrazaderas de tipo requerido, una vez en posición, proceder con reforzamiento de dichos elementos.

- A nivel del piso se considera las maniobras haciendo el uso adecuado para el izaje, aplicando las normas de seguridad.
- En ambos extremos del elemento estructural, se realizará un doblaje de la cuerda con la finalidad de asegurar cada maniobra según izaje, se emplearán cuerdas (margaritas), estos mismos son asegurados y ajustados utilizando grilletes según fuese la maniobra.
- Con la ayuda de la polea y la cuerda, se toma un extremo del elemento estructural a cambiar o adicionar, para iniciar su ascenso en la parte superior de la torre.
- Colocar el nuevo elemento estructural, conjuntamente con el perno, se ajustan los elementos utilizando llaves.
- En la parte inferior de la torre, el personal de izaje y maniobras se instala en un área segura para evitar accidente.
- Una vez finalizado el reforzamiento del último tramo, todos los pernos deberán ser ajustados dentro de los límites de torque especificados, así mismo se realizará la verticalidad de torre en posiciones diferentes para garantizar dicha actividad.
- Dicho proceso se ejecutará con constante comunicación, desde inicio a fin del proyecto, aplicando las normas y estándares que la empresa difunde en cada uno de sus colaboradores.

### **3.2.1 Diseño de la cimentación y pernos de fundación.**

El objetivo principal de la cimentación y pernos de fundación es la transferencia del sistema cargas de la estructura al terreno de fundación, sin producir asentamientos o con tolerancia adecuada a la normativa de edificaciones, ya sean estos uniformes o diferenciales.

Los tipos de cimentación usados en torres autoportadas son: zapatas aisladas, zapatas conectadas y losas de cimentación. La estructura presenta losa de cimentación materia de investigación en el presente proyecto.

La losa de cimentación soportará los pedestales que están en línea recta y que proporcionan la máxima área de cimentación para un espacio determinado, con la mínima presión en la cimentación y por tanto mayor seguridad ante un asentamiento de terreno, una de las características es que sirven para controlar asentamientos diferenciales en muy variadas situaciones de carga, disposición estructural y condiciones del suelo portante.

### 3.2.2 Proyecto Lambayeque sur

Esta torre se encuentra ubicada en el departamento de Lambayeque:

Código : 1026  
Latitud Sur : (-6.7095298°)  
Longitud Oeste : (-79.904182°)  
Altitud : 766 msnm  
Distrito : Lambayeque  
Provincia : Lambayeque  
Departamento : Lambayeque  
Huso horario : UTC-5  
Clasificación : Urbano  
Categoría : Anexo

Fuente: Entel - Perú



Figura 14: Ubicación Lambayeque sur. Google Maps.

El Presente estudio, corresponde al informe del estudio Geotécnico del Proyecto “COD. N° 131026 - LA\_LAMBAYEQUE\_SUR”

En este estudio se detalla la descripción de la evaluación Geotécnica de acuerdo con la metodología descrita en los términos de referencia, de los trabajos ejecutados en campo

y en laboratorio, los registros de suelos referentes a las calicatas, realizadas con fines de evaluación estructural los perfiles estratigráficos longitudinales en las exploraciones geotécnicas con su respectiva evaluación que nos permitirá determinar los parámetros geotécnicos del terreno de fundación, así como también sus propiedades de resistencia física mecánica de los suelos las conclusiones y recomendaciones generales para la ejecución del Proyecto.

### **Climatología**

El clima es semitropical; con alta humedad atmosférica y escasas precipitaciones en la costa sur. La temperatura máxima puede bordear los 35 °C (entre enero y abril) y la mínima es de 15 °C (mes de julio). La temperatura promedio anual de 22,5 °C.

En verano fluctúa entre 20 °C como mínimo y 35 °C como máximo; cuando el tiempo es caluroso, lo cual sucede de manera esporádica, la temperatura fluctúa entre 25-35 °C. En invierno la temperatura mínima es de 15 °C y máxima de 24 °C. Por lo general a medida que se aleja del mar avanzando hacia el este hasta los 500 msnm la temperatura se va elevando, sintiéndose principalmente a medio día un calor intenso, como se puede apreciar en Pucalá, Zaña, Chongoyape, Oyotún y Nueva Arica.

### **Geología Regional**

La geología de la región Lambayeque está vinculada a ciclos de orogénesis, denudación y sedimentación, propias de un geosinclinal continental. El tectonismo de distensión y compresión originaron estructuras falladas y plegadas, seguidas de intensa actividad magmática. En la región de Lambayeque podemos encontrar unidades formaciones lito estratigráficas de las eras del Paleozoico, Mesozoico y del Cenozoico.

La era del Cenozoico, está representada por procesos geológicos que han dado origen a la formación de sedimentos y geoformas que representan el relieve actual; cubren grandes extensiones de la superficie de la región de Lambayeque. Son depósitos inconsolidados, amplios y potentes, de origen denudaciones, y de intemperismo de las rocas de basamento que afloran en superficie. La variedad de los depósitos sedimentarios del Cuaternario corresponde a las series continentales del Pleistoceno, Holoceno y reciente; estos depósitos forman amplias coberturas con sedimentos de diversos orígenes; destacando los depósitos de origen eólico, constituida por arenas de granulometría fina. Las arenas son transportadas a velocidades medias y altas por los

vientos litorales de dirección Sur a Norte; se depositan por gravedad en la planicie costera y son ubicables desde la línea de litoral hasta las estribaciones de la cordillera de costa. La forma de los depósitos es: dunas clásicas, corredores de dunas, mantos de arena y colinas de arena eólica estabilizadas; la altitud de esas formas de relieve es variable de 10, 30, 50, 100 y hasta 150 m.s.n.m. dentro del territorio. Las dunas, mantos y corredores se presentan desde Chérrepe, Ucupe, Mocúpe, Puerto Eten y ciudad Eten, cubriendo a los suelos marino aluviales en pampas de Reque, pampas de Chacupe; asimismo las colinas de arena eólica, en la periferie Sur a Sureste de la ciudad de Lambayeque y con gran amplitud en el desierto de Mórrope, parte constituyente del desierto de Sechura y extendiéndose los mantos de arena en: Jayanca, Salas, Motupe, Olmos, hasta El Virrey; que superan ampliamente los límites de la región.

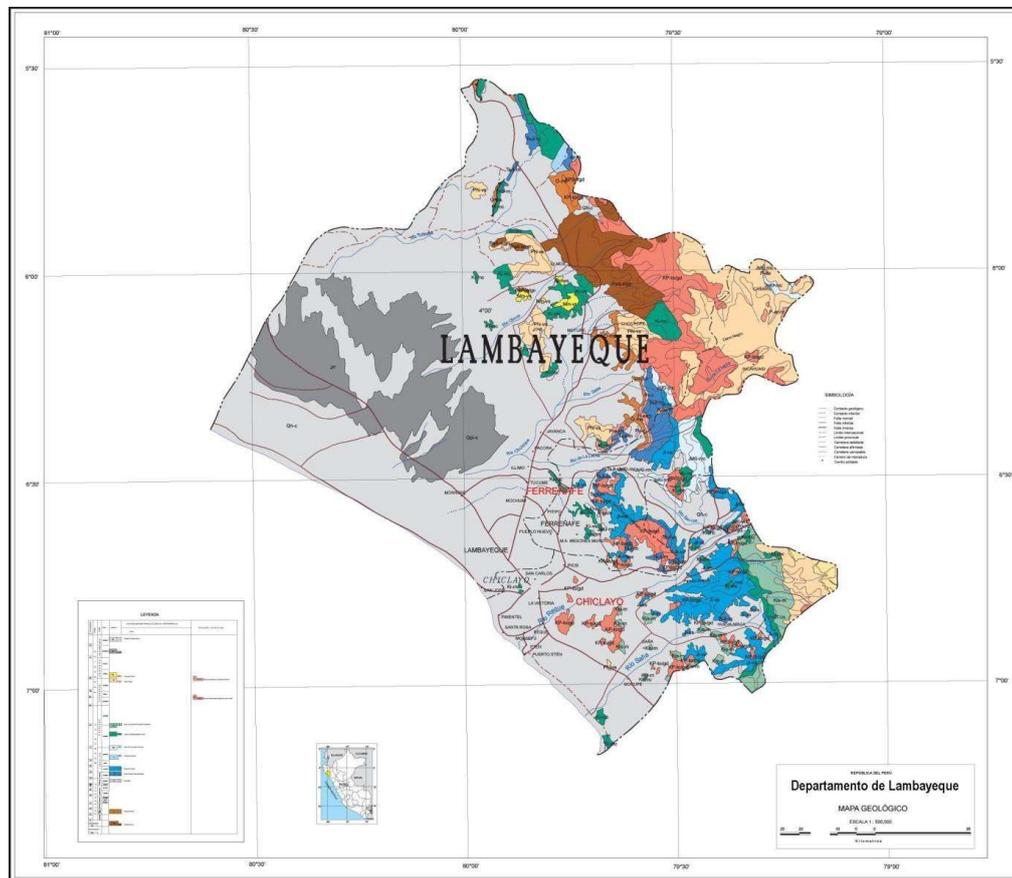


Figura 15: Mapa Geológico de Lambayeque

## Sismicidad

El Perú por estar comprendido como una de las regiones de más alta actividad sísmica, forma parte del Cinturón Circumpacífico, que es una de las zonas sísmicas más activas del mundo. De acuerdo al Mapa del Reglamento Nacional de Edificaciones,

Normas de Diseño Sismo-resistente y del mapa de Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas observadas en el Perú y basándose en isosistas de sismos peruanos y datos de intensidades puntuales de sismos históricos y recientes sismos, se concluye que el área de estudio se encuentra dentro de la Zona 4 por lo que se deberá tener presente la posibilidad de que ocurran sismos de gran magnitud, con intensidades altas como de VII a IX en la Escala de Mercalli Modificada

- Factor de Zona 4  $z = 0.45g$
- Perfil de Suelo Tipo S2 (suelos intermedios)
- Periodo Predominante  $T_p = 0.6 \text{ s}$
- Periodo  $T_L = 2.0 \text{ s}$
- Factor de Ampliación de Suelo  $S = 1.05$
- Factor U  $U = 1.5$
- Coeficiente de reducción  $R = 8$



Figura 16: Mapa Zonas Sísmicas.

### 3.3 Trabajo de Campo

#### Calicatas.

Mediante un programa de exploración de suelos se realizó 1 calicata, que nos permitió la inspección directa del suelo, por lo tanto, es un método de exploración que nos entregará una información confiable, de la descripción visual o registro de estratigrafía realizada por experto, ubicada estratégicamente en el zona de trabajo.

Se denominó a la calicata N°1 con la nomenclatura C-1, Con profundidad de 2.00 m.

#### Muestras Disturbadas.

Se tomaron muestras disturbadas de cada uno de los tipos de suelos encontrados, en cantidad suficiente como para realizar los ensayos de clasificación e identificación de suelos.

#### Muestreo inalterado.

Se extrajo una muestra para realizar el ensayo de corte directo.

#### Registro de Excavaciones.

Paralelamente al muestreo, se realizó el registro de la calicata, anotándose las principales características se muestra en la siguiente tabla.

N°	PROF. (m)	N.F.(m)	ESTRUCTURA
C – 1	- 2.00	1.80.(m)	Torre Autosoportada cuadrada

#### Ensayos Estándar

- Análisis granulométrico : Norma ASTM-D422
- Límite Líquido : Norma ASTM-D423
- Límite Plástico : Norma ASTM-D424
- Humedad Natural : Norma ASTM-D2216
- Clasificación : Norma ASTM-D2487
- Corte directo : Norma ASTM-D 3080

Los resultados de todos los ensayos de laboratorio son mostrados en el Anexo I de Suelos.

### CLASIFICACIÓN DE SUELOS

ESTRUCTURA	Torre auto soportada
CALICATA N°01	C – 1
Muestra	M – 1
Profundidad (m)	2.10
% pasa Tamiz N° 3/8"	100
% pasa Tamiz N° 4	100
% pasa Tamiz N° 10	98.8
% pasa Tamiz N° 40	87
% pasa Tamiz N° 100	64.9
% pasa Tamiz N° 200	61.7
Limite Líquido.	26
Limite Plástico.	19
Índice de Plasticidad	7
Clasificación SUCS.	ML-CL
Clasificación AASTHO	A-4(2)
% de Humedad	39.34

Tabla 8: Clasificación de suelos.

### RESUMEN DE CAPACIDAD PORTANTE

N° calicata	Prof. (m)	Angulo de Rozamiento Interno $\phi$	Capacidad Portante $kg/cm^2$	Coefficiente de balasto $kg/cm^3$	Cohesión	Asentamiento inmediato (cm)	Estructura
1	2.00	15.10	0.73	6.05	0.9	1.62	Torre Autosoportada cuadrada

### Evaluación Geotécnica

Presenta arcilla limosa arenosa de baja plasticidad, blanda, saturada, con alto grado de humedad, arcillas magras de color marrón claro, de clasificación SUCS (ML-CL) con un equivalente a la clasificación AASHTO A-4(0) estos suelos son

impermeables, resistencia a la tubificación alta, resistencia al cortante media, susceptibilidad al agrietamiento de mediano a alta, susceptibilidad a la licuación de media a alta si mal compactados, manejabilidad de pobre a muy pobre.

- Napa freática a 1,80.
- Fondo de cimentación 1.60

### 3.3.1 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Según la evaluación geotécnica realizadas en campo y los resultados de los ensayos de laboratorio y el análisis efectuado, establecemos las siguientes conclusiones y recomendaciones:

1. El subsuelo del área en estudio está constituido básicamente por material de tipo C1 descritos en la evaluación geotecnia.
2. El coeficiente de balastro es  $K = 6.05 \text{ kg/cm}^3$ .
3. El asentamiento inmediato es de 1.62cm.
4. Se encontró la napa freática a 1.80m.
5. Se recomienda hacer un canal de drenaje con la finalidad de evacuar el agua de la napa freática y un mejoramiento de 20cm., de over y un solado de 10cm, con una proporción de 1:12. C:H
6. El factor de seguridad es 3 utilizando la fórmula de Perk – Terzaghi para el diseño de la capacidad portante del terreno.
7. Para el diseño Sismo resistente se recomienda utilizar:

Factor de Zona 4	: $z = 0.45g$
Perfil de Suelo Tipo	: S2 (suelos intermedios)
Periodo Predominante	: $T_p = 0.6 \text{ s}$
Periodo	: $T_L = 2.0 \text{ s}$
Factor de Ampliación de Suelo	: $S = 1.05$
Factor U	: $U = 1.5$
Coficiente de reducción	: $R = 8$



Figura 17: Vista de Calicata.



Figura 18: Vista Tamizado de materiales

## **IV. DISCUSIÓN**

La investigación tiene por objetivo establecer niveles de coincidencias entre variables, debido a la torres autosoportadas de telecomunicación para la implementación de nuevos equipos, los resultados encontrados en la recolección de datos en la presente investigación se determina que existe una relación en el reforzamiento de las torres de telecomunicación para la implementación de nuevos equipos, el reforzamiento estructural en las torres autosoportadas de telecomunicación mejora la estabilidad para la instalación de nuevos equipos. Es decir, los resultados del análisis en la evaluación estructural se han considerado diferentes fuentes como autores para la presente investigación:

Silva Muñoz (2016), tuvo como objetivo evaluar el estado actual de la torre con las cargas existentes para luego colocarla en el otro escenario de cargas futuras para implementación de nuevos equipos, utilizó el Software Ms tower V6.0, en consideración a las normas americanas para torres de telecomunicación TIA – 222F y el RNE del Perú, donde se van a considerar que las fuerzas producidas sobre las estructuras se deben a la acción del viento la que predomina para este tipo de estructuras, se determina que la estructura de la torre falla por resistencia, mientras que la presente investigación se evalúa en relación de esfuerzos admisibles y esfuerzos actuantes para la velocidad de viento de 100 km/h (velocidad de supervivencia) , aplicando el mismo Software Ms tower V6.0, la torre auto soportada Lambayeque presenta deformaciones con respecto a la torsión.

Aguirre Alioska (2017), en su investigación como resultado a la inquietud producida por la falta de una normativa adecuada de diseño en estructuras de telecomunicaciones en nuestro país, incide en la falta de criterios de análisis y diseño estructural lo que puede influir en fallas por mal diseño y como consecuencia el colapso de la estructura de la torre Autosoportada en época de desastres naturales, definiendo como metodología para el análisis y diseño estructural de acuerdo a los códigos vigentes nacionales e internacionales, se ampara en el Software Ms tower V6.0, para el cálculo de las estructuras, contrastando con la hipótesis de la presente investigación concordamos en la utilización de la implementación del Software Ms tower V6.0 para los diseños de reforzamientos estructurales de las torres de telecomunicación para mejorar la estabilidad en torres autosoportadas, optimiza el tiempo del diseño para implementar en las evaluaciones estructurales de diversas obras, así mismo la presente investigación da como resultado la mejora de la implementación del Software Ms tower V6.0 para un análisis rápido y eficaz.

## **V. CONCLUSIONES**

1. El reforzamiento de la torre mejora la estabilidad, esto se debe que cumple la resistencia para soportar al incremento de nuevos equipos de antenas, reforzando redundancia de diagonales estructurales. Del análisis de la torre estudiada en este trabajo, se concluyó que la redundancia estructural fue mínima en la dirección de menor longitud, lo que estuvo asociado a niveles de distorsiones elevados y por ende, a elevados niveles de reforzamiento. Por tanto, se ha podido confirmar que se utilizó acero estructural ASTM A36.
2. Este trabajo de reforzamiento, inicia con el relevamiento de la estructura por medio de la inspección externa utilizando la ficha de recolección de datos, dice que los procedimientos inadecuados de reforzamiento hacen que las torres autoportadas tengan un elevado nivel de inestabilidad. En este trabajo los procedimientos de reforzamientos adecuados se evaluaron mediante el estudio de la relación de flexión para determinar la resistencia indirecta del acero ASTM A36.
3. Después de modelar la torre con el programa Ms tower v6 se diseñan las diagonales a la resistencia requerida, por tal motivo la estructura necesita ser reforzada para resistir las solicitaciones de cargas de diseño para las nuevas antenas.
4. El incremento de diagonales asegurados por pernos mejoró la estabilidad de la torre Autoportada 1226 Lambayeque sur. Debido a que se consideró una condición óptima de calidad de los perfiles sin deformación y su funcionalidad de acorde con los estándares dadas por las normas TIA/EIA 222-F y a las especificaciones por RNE, todas las estructuras metálicas en el Perú deben ser diseñadas y evaluadas para una velocidad de viento de 75km/h para su verificación.
5. El costo de reforzar las diagonales de la torre, representa alrededor del 30% del costo total de los miembros estructurales existentes, representando un valor moderado de reforzamiento.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Es necesario realizar un análisis de la capacidad de la estructura existente con sus accesorios, antes de instalar nuevos accesorios en la torre, por lo tanto se recomienda:

1. Que ninguna fabricación se empezara antes de que los planos estén aprobados para la construcción por parte del Cliente.
2. Que toda la fabricación será de acuerdo con las especificaciones para el Diseño, Fabricación de acuerdo a normas estructurales del AISC y de acuerdo al Código de práctica estándar para puentes de acero del AISC.
3. Que las secciones exactas de los perfiles: espesor, dimensiones y detalles de reforzamiento indicados en los planos, serán suministrado de acuerdo a las especificaciones técnicas. Las situaciones de las secciones y modificaciones de los detalles serán realizadas con la aprobación escrita del Ingeniero residente.
4. Que todos los miembros y secciones serán ajustadas y acabados en su posición precisa requerida para permitir una adecuada erección y una unión limpia de las partes en el campo del reforzamiento en la mejora de la estabilidad de las torres.
5. Que el detalle de conexiones: serán indicadas en los planos correspondientes para la optimización del proceso de reforzamiento.
6. Que todos los elementos serán galvanizados en caliente con pernos de acero, arandelas y tuercas en grado 5°, para estructuras sometidas a esfuerzos cíclicos se usarán pernos ASTM-325 ya que son adecuadas para juntas sin deslizamiento y para estructuras livianas se usarán pernos según la norma ASTM-307.
7. En las conexiones empernadas el ajuste se hará según la norma ASTM-325 o podrá usarse el método de la vuelta de tuerca. Además, se deberá usar doble tuerca de ajuste en cada perno que se instale, ambas tuercas serán sólidas No se permitirá el uso de palnuts (dispositivo de bloqueo para tuercas).
8. Las tolerancias; serán de acuerdo a lo especificado en el código de práctica. Estándar para edificios y puentes de acero de AISC
9. Que todas las uniones soldadas serán hechas por soldadores calificados. El

trabajo de soldadura se efectuará por operadores y soldadores calificados de acuerdo al Código para soldadura en bajos normas del AWS SI 0-69 del AWS

10. Cortar las planchas con guillotina, en sectores que permitan su máxima utilización con la consiguiente menor utilización de juntas soldadas.

## **VII. REFERENCIAS**

- ZAPATA, Luis. (2013). Diseño estructural en aceros: “Diseño de estructuras”, facilitando a los alumnos y a los profesionales de ingeniería. Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería (1954-1958); Ingeniero Civil (1959). Escuela de Graduados de la Universidad de Texas, Estados Unidos (1959-1961). *Master of Science in Civil Engineering* con la tesis “*An investigation of Welded Steel Pipe Connections*” (1961). Ingeniería Antisísmica, Politécnico de Milán, Italia, beca de la UNESCO (1968). Curso Internacional de Ingeniería Sismo resistente, Universidad Autónoma de México, beca de la UNESCO (1980). Administración Empresarial, ESAN, Lima (1984-1985).
- GUTIERREZ, Karen. (2015), “Análisis de una torre de telecomunicaciones atirantada ante los efectos de viento: relación del costo de la torre en función de la velocidad del viento”, (tesis para optar el título de Ingeniero Civil)
- SILVA, Williams. (2016).” Rediseño de la estructura de la torre Autosoportada de H=71m para que soporte las antenas de radiofrecuencia y microondas existentes, y 06 antenas de microondas futuras ubicadas en la estación 0101711\_PI\_el\_alto, Piura”, (tesis para la obtención del título de ingeniero mecánico)
- BETANCOURTH, Víctor. (2013), “Aplicación de la norma TIA/EIA 222G para torres autosoportadas tipo celosía de telecomunicaciones en Guatemala y comparación con norma TIA/EIA 222F”, (Maestría en estructuras)
- HERNANDEZ, R., FERNANDEZ, C. y BATISTA (2014). Metodología de la investigación (6.<sup>a</sup> ed.). México: McGraw Hill.
- SANCHEZ, H. y REYES, C. (2006). Metodología y Diseños de la Investigación Científica. (4.<sup>a</sup> ed.). Lima: Visión universitaria.
- BUSTILLO, Manuel. Materiales de Construcción. Madrid: Fueyo ed., 2005. 450 p.
- Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja. Informe Mundial sobre Desastres 2010 - La tendencia de los desastres en las zonas urbanas. Zurich. IFRC Org., 2010. 44 p. ISBN 978-92-9139-158-5

- JUÁREZ BADILLO, Eulalio y RICO RODRÍGUEZ, Alfonso. Mecánica de Suelos. Tomo 1. 2da ed. México: Limusa 2005. 644 p. ISBN: 968-18-0069-9
- MAMLOUK, Michael y ZANIEWSKI, John. Materiales para Ingeniería Civil. 2da ed. Madrid: Pearson Educación S.A., 2009. 597 p. ISBN: 978-84-8322-510-3
- CARRILLO, Nesly 2011 “técnicas e instrumentos de recolección de datos” Universidad Pedagógica Experimental Libertador.
- GAMARRA RIVERA, Carlos Alberto 2009, nuevas fuentes sísmicas para la evaluación del peligro sísmico y generación de espectros de peligro uniforme en el Perú. Lima Perú: Universidad Nacional de Ingeniería.
- VALDERRAMA, Santiago 2013. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica Lima: San Marcos, 2013 pág. 495. 978-612-302-878-7
- VILLAGOMES, H. MEJIA Ñaupas & Nova. 2014. Metodología de la investigación. Bogotá: s.n., 2014.
- MARTIN, Patricia. Evaluación de la vulnerabilidad estructural de torres autoportadas de telecomunicaciones bajo cargas de viento y sismo. Tesis (Maestría en reducción de desastres)  
La Habana: Instituto superior Politécnico José Antonio Echeverría, Facultad de Ingeniería Civil, 2012.
- HELMWANY, Sam. **Applied Soil Mechanics with Abaqus Applications**. United States of America: John Wiley & Sons, 2007. 286pp.
- SACALXOT López, Wiliam. Cimentaciones para torres autoportadas. Tesis (Ingeniero Civil). Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería Civil, 2005.
- HELMWANY, Sam. **Applied Soil Mechanics with Abaqus Applications**. United States of America: John Wiley & Sons, 2007. 286pp.

ANSI/TIA-222-G. Structural standard for antenna supporting structures and antennas. Arlington: Telecommunications Industry association, 2006. (VA22201 U.S.A).

BOWLES, Joseph. E. (1984). Diseño de acero estructural. México, D.F, México: Limosa, S.A.

FAZ BARAHONA, Carlos. A. (2010). Diseño de una torre triangular autosoportada para antena de comunicación celular de 60m de altura (Tesis de pregrado). Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador.

McCORMAR Jack. C. (2002). Diseño de estructuras de acero. México: Alfaomega.

NORRIS Charles., y WILBUR John.B., UTKU Senol. (1982). Análisis elemental de estructuras. Bogotá, Colombia: McGraw-Hill.

TIA / EIA-222-F. Structural standard for steel antenna towers and antenna supporting structures. Arlington: Telecommunications Industry association, 1996. (VA22201 U.S.A).

VINNAKOTA Sriramulu. (2006). Estructuras de acero: comportamiento y LRFD. México, D.F, México: McGraw-Hill.

## **VIII. ANEXOS**

**Anexo 01: Matriz de Consistencia**

<b>MATRIZ DE CONSISTENCIA</b>					
<b>TITULO:</b> Reforzamiento estructural para mejorar la estabilidad en torres autoportadas de telecomunicaciones en el distrito de Lambayeque – Lambayeque -2018.					
1. Problema General	1.Objetivo General	1. Hipótesis General	Variable Dependiente	Dimensiones	Indicadores
¿De qué manera identifico el reforzamiento estructural para mejorar la estabilidad en torres autoportadas de telecomunicaciones en el distrito de Lambayeque – Lambayeque -2018?	Determinar de qué medida se mejorará el reforzamiento estructural en torres autoportadas de telecomunicaciones en el distrito de Lambayeque – Lambayeque -2018	La identificación del reforzamiento estructural para mejorar la estabilidad en torres autoportadas de telecomunicaciones en el distrito de Lambayeque – Lambayeque -2018.	Estabilidad de Torres Autoportadas	Tipo de Torre	Diseño de miembros por esfuerzo Diseño de conexiones por rigidez
				Tipo de pernos	Esfuerzo por roturas
				Tipo de perfiles	Influencia de la geometría de la sección transversal

2. Problema Específicos	2.Objetivo Específicos	2. Hipótesis Específicos	Variable Independiente	Dimensiones	Indicadores
¿De qué manera evaluó el reforzamiento estructural para mejorar la estabilidad en torres autosoportadas de telecomunicaciones en el distrito de Lambayeque – Lambayeque -2018?	Determinar en qué medida el reforzamiento mejorará la estabilidad estructural en torres autosoportadas de telecomunicaciones en el distrito de Lambayeque – Lambayeque -2018.	La utilización del diseño en el reforzamiento estructural mejorará la resistencia en torres autosoportadas de telecomunicaciones en el distrito de Lambayeque – Lambayeque -2018.	Reforzamiento estructural	Características mecánicas del acero	Capacidad de carga
				Características físicas del acero	Angulo de fricción interno

Tabla 9: Matriz de consistencia. Reforzamiento Estructural

## **Anexo 02: Fichas y Formatos de Evaluación**

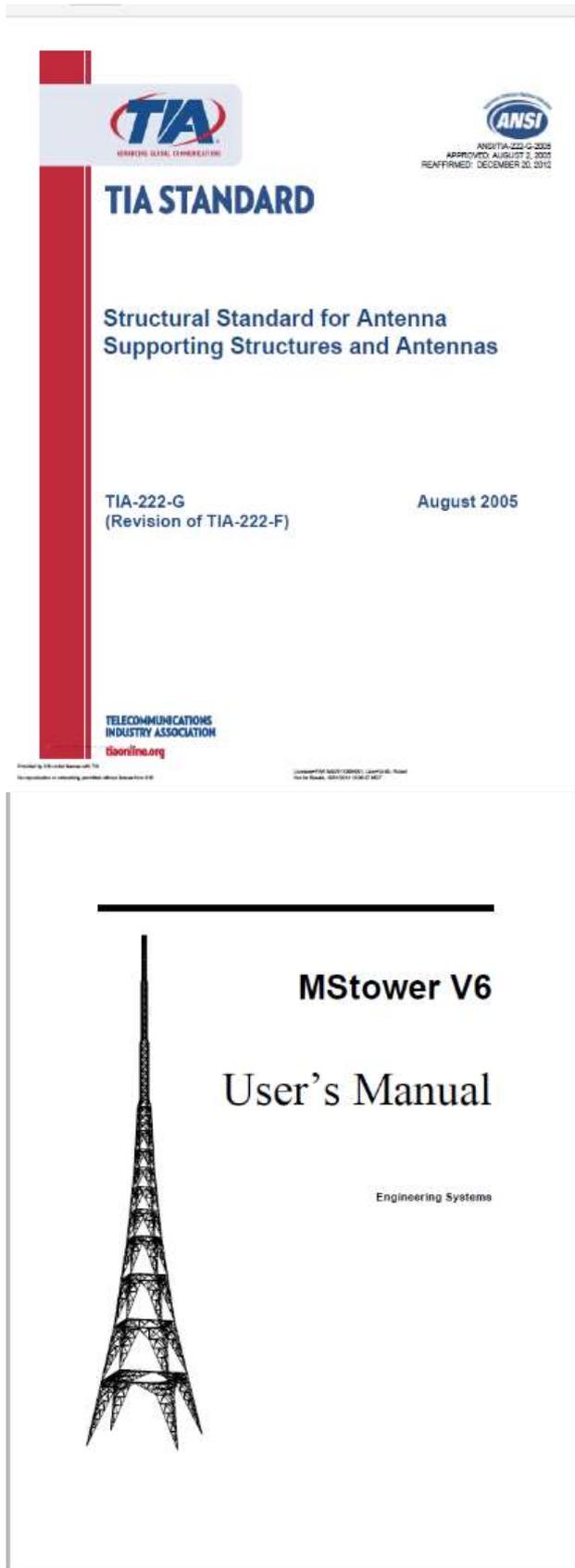


Figura 19: Pasta libro nomas EIA/TIA 222F – Manual Ms tower V6.

	<b>FABRICA</b>	Modelo:	10000
	<b>DE LA CORPORACION</b>	Marca:	33 / 33 / 33
		Modelo:	1000

<b>Nombre del cliente:</b>	<b>Hotel / Restaurante de la Corporación</b>	<b>Fecha (Año/Mes/Día):</b>	<b>2024/01/01</b>
<b>Clase:</b>	<b>10000</b>	<b>Valor:</b>	<b>100000000</b>
<b>Código Proyecto:</b>	<b>010-10000</b>		

<b>Detalle de fabricación:</b>	<b>DE LA CORPORACION</b>	<b>Procesado por:</b>	<b>Mano de obra</b>
--------------------------------	--------------------------	-----------------------	---------------------

Item	Cantidad	Descripción	Valor Unitario	Valor Total	Observaciones
1	01	PLANCHAS DE ACERO 1/2" x 24" x 96" - 30	1000	100000000	
2	01	PLANCHAS DE ACERO 1/2" x 24" x 96" - 30	1000	100000000	
3	01	PLANCHAS DE ACERO 1/2" x 24" x 96" - 30	411	411000000	
4	01	PLANCHAS DE ACERO 1/2" x 24" x 96" - 30	410	410000000	
5	01	PLANCHAS DE ACERO 1/2" x 24" x 96" - 30	711	711000000	
6	01	PLANCHAS DE ACERO 1/2" x 24" x 96" - 30	800	800000000	
7	10	PLANCHAS DE ACERO 1/2" x 24" x 96" - 30	333	333000000	
8	10	PLANCHAS DE ACERO 1/2" x 24" x 96" - 30	330	330000000	
9	10	PLANCHAS DE ACERO 1/2" x 24" x 96" - 30	330	330000000	
10	01	PLANCHAS DE ACERO 1/2" x 24" x 96" - 30	881	881000000	
11	01	PLANCHAS DE ACERO 1/2" x 24" x 96" - 30	881	881000000	
12	01	PLANCHAS DE ACERO 1/2" x 24" x 96" - 30	880	880000000	
13	01	PLANCHAS DE ACERO 1/2" x 24" x 96" - 30	880	880000000	
14	01	PLANCHAS DE ACERO 1/2" x 24" x 96" - 30	881	881000000	
15	01	PLANCHAS DE ACERO 1/2" x 24" x 96" - 30	100	100000000	
16	01	PLANCHAS DE ACERO 1/2" x 24" x 96" - 30	100	100000000	
17	01	PLANCHAS DE ACERO 1/2" x 24" x 96" - 30	100	100000000	
18	01	PLANCHAS DE ACERO 1/2" x 24" x 96" - 30	100	100000000	
19	01	PLANCHAS DE ACERO 1/2" x 24" x 96" - 30	100	100000000	
20					

  
**FRANCIS PÉREZ DAYLAN**  
 COORDINADOR DE PROYECTOS  
 CORPORACION ZM S.A.C.  
 100000000

  
**HERNAN GARCIA RICARD SANCHEZ**  
 RESPONSABLE DE FABRICACION  
 CORPORACION ZM S.A.C.  
 100000000

62  
63  
64  
65  
66  
67  
68

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA





<b>FORMA</b> Tipo de Empresa (S.A., S.R.L., etc.)		<b>FECHA</b> Fecha de Emisión (dd/mm/aaaa)	
<b>PODERES</b> AUTORIZACIÓN DE REPRESENTACIÓN			
<b>EMPRESA</b> Nombre de la Empresa		<b>DIRIGENTE</b> Nombre del Representante	
<b>DIRECCIÓN</b> Dirección de la Empresa		<b>TELÉFONO</b> Teléfono de la Empresa	

ORDEN	DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO	VALOR ESTIMADO	VALOR REAL
1	REPRESENTACIÓN		
2	REPRESENTACIÓN DE LA EMPRESA		
3	REPRESENTACIÓN DE LA EMPRESA EN EL EXTERNO		
4	REPRESENTACIÓN DE LA EMPRESA EN EL INTERNO		
5	REPRESENTACIÓN DE LA EMPRESA EN EL EXTERNO		
6	REPRESENTACIÓN DE LA EMPRESA EN EL INTERNO		
7	REPRESENTACIÓN DE LA EMPRESA EN EL EXTERNO		
8	REPRESENTACIÓN DE LA EMPRESA EN EL INTERNO		
9	REPRESENTACIÓN DE LA EMPRESA EN EL EXTERNO		
10	REPRESENTACIÓN DE LA EMPRESA EN EL INTERNO		

**MARCOS RUSSE BUZMAN**  
 Responsable de Talento  
 CORPORACIÓN 2M S.A.C.

**HERIBERTO MUÑOZ QUISPE**  
 RESPONSABLE DE RECURSOS HUMANOS  
 CORPORACIÓN 2M S.A.C.

**FRANCISCO PACHECO**  
 COORDINADOR DE PROYECTOS  
 CORPORACIÓN 2M S.A.C.

Hecho en: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_



**ALMACEN DE RESERVAS LABORABLES**

Empresa:	ALMACEN DE RESERVAS LABORABLES			Fecha:	01/01/2011
Dirigido a:	ALMACEN DE RESERVAS LABORABLES			Fecha:	01/01/2011
Objeto:	ALMACEN DE RESERVAS LABORABLES			Fecha:	01/01/2011

Orden	Descripción	Cantidad	Valor	Valor	Valor
1	ALMACEN DE RESERVAS LABORABLES	1	1000000	1000000	1000000
2	ALMACEN DE RESERVAS LABORABLES	1	1000000	1000000	1000000
3	ALMACEN DE RESERVAS LABORABLES	1	1000000	1000000	1000000
4	ALMACEN DE RESERVAS LABORABLES	1	1000000	1000000	1000000
5	ALMACEN DE RESERVAS LABORABLES	1	1000000	1000000	1000000
6	ALMACEN DE RESERVAS LABORABLES	1	1000000	1000000	1000000
7	ALMACEN DE RESERVAS LABORABLES	1	1000000	1000000	1000000
8	ALMACEN DE RESERVAS LABORABLES	1	1000000	1000000	1000000
9	ALMACEN DE RESERVAS LABORABLES	1	1000000	1000000	1000000
10	ALMACEN DE RESERVAS LABORABLES	1	1000000	1000000	1000000
11	ALMACEN DE RESERVAS LABORABLES	1	1000000	1000000	1000000
12	ALMACEN DE RESERVAS LABORABLES	1	1000000	1000000	1000000

Empresa:	ALMACEN DE RESERVAS LABORABLES
Fecha:	01/01/2011

Empresa:	ALMACEN DE RESERVAS LABORABLES
Fecha:	01/01/2011

<p>ALMACEN DE RESERVAS LABORABLES</p>	<p>ALMACEN DE RESERVAS LABORABLES</p>	<p>ALMACEN DE RESERVAS LABORABLES</p>
<p>ALMACEN DE RESERVAS LABORABLES</p>	<p>ALMACEN DE RESERVAS LABORABLES</p>	<p>ALMACEN DE RESERVAS LABORABLES</p>



**INDUSTRIAS  
DEL ZINC S.A.**

Galvanizado en Caliente

## ENSAYO DE ESPESOR Y ADHERENCIA DE LA CAPA DE ZINC

AREA DE CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

**CLIENTE:** CORPORACION ZM S.A.C  
**REFERENCIA:** 001-011  
**CODIGO:** 9-5-11  
**FECHA:** 11/05/2017

**DESCRIPCION DEL MATERIAL**

32 mm	MARCOS DE ANGULOS DE DIF/MED	M1
54 mm	MARCOS DE ANGULOS DE DIF/MED	M2
22 mm	MARCOS DE ANGULOS DE DIF/MED	M3

NTM	Inicio (µm)	Medio (µm)	Final (µm)	Promedio (µm)	Adherencia
M1	98	132	148	126	Adecuada
M2	105	130	155	130	Adecuada
M3	92	128	158	126	Adecuada

**OBSERVACIONES:**

- ✓ Norma de referencia de galvanizado: ASTM A123 M-12 / ASTM A153 M-02.
- ✓ Unidad de longitud: Micrón (µm).



*[Signature]*  
JONATAN REYES IMCA  
Supervisor de Calidad  
INDUSTRIAS DEL ZINC S.A.

Lote 01 - Sección 5, Ex Fundo Organizado / Callao (Ref. Calle Carlos Pizarro, detrás del Terminal Pasajeros)  
Central Telefónica (MTC) 711 0900 E: [informe@industriasmetalindustrias.com.pe](mailto:informe@industriasmetalindustrias.com.pe)

**Orden de Elaboración de Proyecto Integral**  
**SITE LA PCS 1026 LAMBAYEQUE SUR**

Número de Contrato	Concurso N° CL-00013
Nombre de la Contratista	Lamberti Perú S.A.
Fecha	15/03/2013
Nombre del Proyecto	CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE ESTACIONES BASE SEGÚN CONCURSO CL-00013
Nombre y nombre de la Estación Base Dirección, propietario y destino	LA PCS 1026 LAMBAYEQUE SUR Panamericana Norte Km. 180, distrito de Lambayeque, Provincia de Chiclayo Departamento de Lambayeque Propietario: KARGE PERÚ S.A
Consideraciones especiales del proyecto	
Área asignada	175,00 m <sup>2</sup>
Altura de torre propuesta	Torre autoalimentada de 40 metros

Mediante el presente documento, Néxcel le encarga a la Contratista la elaboración del Proyecto Integral para la estación base indicada en el acápite superior. En tal virtud, dentro de los cinco días siguientes, la contratista deberá entregar el expediente técnico correspondiente.

La presente orden de elaboración de proyecto integral se rige bajo los términos y condiciones establecidos en el contrato marco para la construcción e implementación de las estaciones base y estaciones repetidoras de microondas de telecomunicaciones de Néxcel del Perú S.A. ("Néxcel") suscrita por la Contratista con Néxcel.

**Por Néxcel**



Roberto Vilches Parilla  
Vendor & Project Manager



Harry HERNANDEZ SCHWARCK  
Vicepresidente de Ingeniería y Sistemas

**Por Néxcel Sintonia Schwarz**



Guillermo Quiroz-Correa  
Project Manager SI



Alfredo Suardes Pineda  
Project Director

LAMBAYEQUE SUR

Página 1 de 10

**Acta de entrega de local o terreno  
Site LA\_PCS\_1026 LAMBAYEQUE SUR**

Número de Contrato	Concurso N° CL-003/13
Nombre de la Contratista	Leudcom Perú SAC
Fecha	31/03/2013
Nombre del Proyecto	CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE ESTACIONES BASE SEGÚN CONCURSO CL-003/13
Número y nombre de la Estación Base	LA_PCS_1026 LAMBAYEQUE SUR
Dirección, propietario y contactos	Panamericana Norte Km. 180, distrito de Lambayeque, Provincia de Chiclayo y Departamento de Lambayeque Propietario: JORGE PISCOYA
Consideraciones específicas del proyecto:	
Área ocupada	175.00 m2
Altura de torre proyectada	Torre autoportada de 40.00 m
Monto del Presupuesto para la Estación Base	US\$ US\$ 120,755.32 (No incluye IGV)

Mediante la presente acta Nextel hace entrega del predio en donde se construirá e implementará la estación base indicada en el recuadro superior en función al Proyecto aprobado previamente.

La Contratista declara haber encontrado el predio en condiciones normales que permitan iniciar los trabajos a partir de la fecha y que deberá entregarlos de los siguientes 33 días calendario.

El acta de entrega se rige bajo los términos y condiciones establecidos en el contrato marco para la construcción e implementación de las estaciones base y estaciones repetidoras de microondas de telecomunicaciones de Nextel del Perú S.A. ("Nextel") suscrito por la Contratista con Nextel.

**Por Nextel**



Rodolfo Vilchez Portilla  
Vendor & Project Management



Harry Thornberry Schiattarelli  
Vicepresidente de Ingeniería y Sistemas

**Por Nokia Siemens Networks**



Guillermo Quirós Cabilas  
Project Manager NI



Alfredo Nicolini Filete  
Project Director

**Por la Contratista**



Giovanna Bellido Torres  
Gerente de Proyecto  
Leudcom Peru SAC

**CALCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA ULTIMA Y ADMISIBLE  
PARA ZAPATAS AISLADAS**

**DATOS**

$\phi =$	23 °
C=	0.00 kg/cm <sup>2</sup>
Nc=	18.05
Nq=	8.66
Ny=	8.2
<b>Peso unitario</b>	0.88 Ton/m <sup>3</sup>
<b>Profundidad</b>	1.4 mts.
<b>FS</b>	3

Para las zapatas aisladas los factores de forma son:

DIMENSIONES		Sc	Sq	Sy
D x L				
3	3	1.48	1.62	0.60
2	2	1.48	1.625	0.60
1.6	1.6	1.48	1.625	0.60
1.2	1.2	1.48	1.62	0.60

La capacidad de carga ultima y la capacidad de carga admisible para las zapatas aisladas cimentadas a 1.40 mts. de profundidad son las que se presenta a continuacion:

DIMENSIONES		q ult	q ad
B x L		(Ton/m <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )
3	3	23.83	0.79
2	2	21.67	0.72
1.6	1.6	20.80	0.69
1.2	1.2	19.93	0.66

  
**SEGUNDO AUGUSTO BRAVO VIDARTE**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP N° 47902

PROYECTO: LAMBAYEQUE SUR B  
 UBICACIÓN: PANAMERICANA NORTE KM. 780  
 PROPIETARIO: LEADCOM PERU SAC  
 FECHA: MARZO 2013 DISTRITO: LAMBAYEQUE  
 PROF. RESPONSABLE: ING° SEGUNDO ALBERTO BRAVO VIDARTE



REGISTRO DE EXCAVACIÓN

CALZADA C - 1

PROFUNDIDAD: 1.40 METROS

Profundidad (m)	Muestra (m)	CANTIDAD		Observaciones
		Medida	Medida	
0.00				
1.00	0.00	0.00	0.00	ARCILLA MARRON CLARO, PLASTICA, SIN GRAVAS MEDIANA CONSISTENCIA.
1.40	0.00	0.00	0.00	MATERIAL ARENA SATURADA DE COLOR ROJO OSCURO, SIN LA PRESENCIA DE GRAVAS.
1.40				EL NIVEL FISICAMENTE PRESENTE A 1.40 DE PROF.

  
 SEGUNDO ALBERTO BRAVO VIDARTE  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CP Nº 4788



**LABORATORIO GEOTECNIC S.R.L.**

**CONSULTORES EN INGENIERIA DE SUELOS**

PROYECTO : LAMBAYQUE SUR B

DISTRITO : LAMBAYQUE

CLIENTE : LEADCOM PERU SAC

FECHA : MARZO 2013

UBICACIÓN : PANAMERICANA NOROCCIDENTAL

**CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2235**

MUESTRA							
CALCATA			C-1				
MUESTRA Nº			M-1				
PROFUNDIDAD (m)			0.60 - 1.25				
FRASCO No			92				
1.	Peso recipiente + suelo húmedo	grs	81.47				
2.	Peso recipiente + suelo seco	grs	76.74				
3.	Peso de agua	(1) - (2) grs	4.73				
4.	Peso de recipiente	grs	5.85				
5.	Peso de suelo seco	(3) - (4) grs	71.11				
6.	Contenido de humedad	(3) / (5) * 100%	6.65				
MUESTRA							
CALCATA			C-2				
MUESTRA Nº			M-1				
PROFUNDIDAD (m)			1.25 - 1.50				
FRASCO No			94				
1.	Peso recipiente + suelo húmedo	grs	97.28				
2.	Peso recipiente + suelo seco	grs	92.34				
3.	Peso de agua	(1) - (2) grs	4.94				
4.	Peso de recipiente	grs	5.74				
5.	Peso de suelo seco	(2) - (4) grs	86.6				
6.	Contenido de humedad	(3) / (5) * 100%	5.69				

Laboratorio Geotecnic

  
**AUGUSTO BRAVO VIDARTE**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. COP 174382



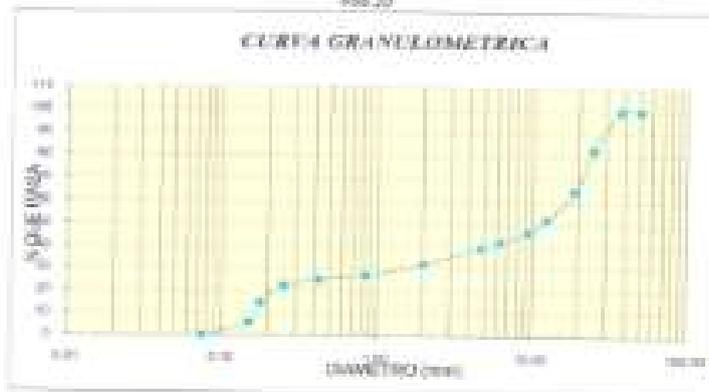
**LABORATORIO GEOTECNICO S.R.L.**  
**CONSULTORES EN INGENIERIA DE SUELOS**

**ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO**  
**ASTM D - 422**

PROYECTO: LAMBAYEQUE SUR 2  
 UBICACIÓN: PANAMERICANA NOROCCIDENTAL  
 DISTRITO: LAMBAYEQUE  
 CLIENTE: LEONOR PARRA SUC

TAMIZ	CALICATA - 1		MUESTRA-2	
	ABERTURA (mm)	PASAJE (%)	% RETENIDO	% QUE PASA
2"	50.80	1.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	1.00	0.00	100.00
1"	25.00	07.00	14.73	85.27
3/8"	15.00	12.00	23.58	76.42
1/2"	12.50	25.00	42.47	57.53
3/16"	6.00	26.50	53.80	46.20
1/4"	6.00	33.00	63.24	36.76
Nº 4	4.75	38.00	70.07	29.93
Nº 10	2.00	45.00	80.24	19.76
Nº 20	0.85	54.00	92.24	7.76
Nº 30	0.60	57.00	95.89	4.11
Nº 40	0.425	58.00	97.00	3.00
Nº 60	0.25	60.00	99.00	1.00
Nº 100	0.15	63.00	99.00	1.00
Nº 200	0.075	63.00	99.00	1.00
FONDO	-	63.00	99.00	1.00

Límites de consistencia		
Límite Líquido	(%)	NP
Límite Plástico	(%)	NP
Índice de Plasticidad	(%)	NP
Límite de Contracción	(%)	—



Coef. ABCM	A-3-g
Clas. AASHTO	GP

Lab. Geotécnico

*Mano firmada*  
**INGENIERO ALCALDITO BRAVO VENTURA**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. CIP Nº 47333

### **Anexo 03: Panel de fotográfico**



Vista área de reforzamiento.



Vista aérea de reforzamiento.



Vista área de reforzamiento.



Vista área de reforzamiento.

Yo, **Susy Giovana Ramos Gallegos**, docente de la Facultad de **Ingeniería**, Escuela Profesional de **Ingeniería Civil** de la Universidad César Vallejo campus Lima Norte, revisor (a) de la tesis titulada: **“Reforzamiento estructural para mejorar la estabilidad en torres auto soportadas de telecomunicaciones en el distrito de Lambayeque-Lambayeque-2018”**, del estudiante **Edin Gustavo Huamán Granda**, constato que la investigación tiene un índice de similitud del 30% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El suscrito(a) 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, 18 de Junio del 2019.



  
.....  
**SUSY G. RAMOS GALLEGOS**  
INGENIERA CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 56827

---

Ma. Ing Susy Giovana Ramos Gallegos  
D.N.I: 09715409  
**Asesor**



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Reforzamiento estructural para mejorar la estabilidad en torres  
de telecomunicaciones en el distrito de Lambeyque  
Lambeyque - 2018.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO  
PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:

César Gustavo Ramos Gallegos

ASESOR:

Mg. José Giovanni Ramos Gallegos

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:  
Diseño estructural y ambiental

Lima - Perú

2018



SUST. G. RAMOS GALLEGOS  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 56823

Resumen de coincidencias X

30%

2 Entregado a Universidad... 5% >  
Trabajo del estudiante

3 ot.regionlambeyque.g... 3% >  
Fuente de Internet

4 dspape.univru.edu.pe 3% >  
Fuente de Internet

5 repositorio.uno.edu.pe 2% >  
Fuente de Internet

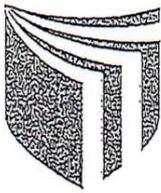
6 documents.mx 2% >  
Fuente de Internet

7 www.scribd.com 1% >  
Fuente de Internet

8 es.wikipedia.org 1% >  
Fuente de Internet

9 tesis.cuyp.edu.pe 1% >  
Fuente de Internet

10 repositorio.ucv.edu.pe 1% >  
Fuente de Internet



# 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:

*JUANMAN GRANDA, EDIN GUSTAVO*

---

INFORME TITULADO:

*REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL PARA MAYOR 2ª ESTABILIDAD  
EN TORNAS AUTODIRIGIDAS DE TIPO COMUNICACIONES EN EL  
DISTRITO DE LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE - 2018*

---

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

*Ingeniero Civil*

---

SUSTENTADO EN FECHA:

*18/12/2018*

NOTA O MENCIÓN :

*13 (TADCE)*

  
Firma de Coordinador de Investigación  
Ingeniería Civil





FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN PARA LA PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA

1. DATOS PERSONALES

Apellidos y Nombres: (solo los datos del que autoriza)
Huamán Granda, Edin Gustavo
D.N.I. 09942051 N° Celular: 967998360 N° Telf. Fijo:
Domicilio: Asociación de Propietarios "El Rosario" Mz. J1 Lt.10 S.M.P
E-mail: edin.huamang@gmail.com

2. IDENTIFICACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN / TESIS

Facultad : Ingeniería
Escuela : Ingeniería Civil
Modalidad:

Form with checkboxes for Pre Grado (Trabajo de Investigación, Tesis) and Post Grado (Maestría, Doctorado). Includes fields for Grado de Bachiller en and Título Profesional de (Ingeniero Civil).

3. DATOS DE LA TESIS

Autor (es) Apellidos y Nombres:
Huamán Granda, Edin Gustavo
Título de la tesis:
Reforzamiento estructural para mejorar la estabilidad en torres autosportadas de Telecomunicaciones en el distrito de Lambayeque - Lambayeque - 2018
Año de publicación : 2019

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: [Signature] Fecha: 28-06-19