

PROYECTOS:

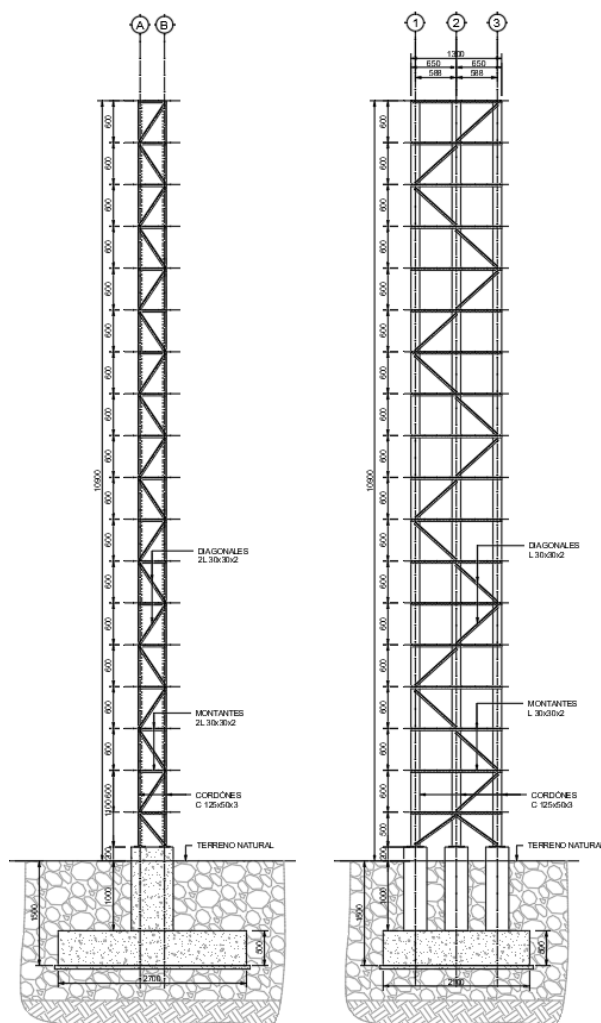
PROYECTO DE REGENERACIÓN URBANA – SECTOR LA AURORA DEL CANTÓN DAULE.

OBRA:

CONSTRUCCIÓN DEL MALECÓN EN LA PARROQUIA URBANA SATÉLITE DE LA AURORA

MEMORIA TÉCNICA DE CÁLCULO

DAULE - ECUADOR



PROYECTO: TORRE TOTEM-MALECON LA AURORA

UBICACIÓN: Entrada de la avenida Alfredo Adum desde la Av. León Febres Cordero

ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL:

PROFESIONAL: ING. PABLO LINDAO TOMALA Msc.

INGENIERO CIVIL: Reg.Prof. 09-3466

FECHA: Junio, 2022.

Guayaquil – Ecuador

TABLA DE CONTENIDO

1. ANTECEDENTES	5
2. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.....	5
2.1. CÓDIGOS UTILIZADOS.....	5
2.2. USO DE LA ESTRUCTURA ANALIZADA.....	5
2.3. CARGAS GRAVITACIONALES UTILIZADAS	5
2.3.1. <i>Cargas en losa de entrepiso</i>	5
2.4. RECUBRIMIENTOS MÍNIMOS	6
3. DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA DE CÁLCULO.....	6
4. SISTEMA ESTRUCTURAL.....	6
5. IMPLANTACIÓN GENERAL DEL PROYECTO	7
6. MODELO ESTRUCTURAL	8
7. MATERIALES	9
7.1. ACERO ESTRUCTURAL PARA ELEMENTOS PRINCIPALES (COLUMNAS Y ÁNGULOS)	9
7.2. ACERO ESTRUCTURAL PARA VARILLAS DE REFUERZO.....	9
7.3. HORMIGÓN ARMADO PARA LA CIMENTACIÓN	9
7.4. ACERO ESTRUCTURAL EN EL PROGRAMA SAP2000.....	10
8. PROPIEDADES GEOMÉTRICAS DE LAS SECCIONES TRANSVERSALES UTILIZADAS EN CADA ELEMENTO ESTRUCTURAL.....	11
8.1. PROPIEDADES MECÁNICAS DE LA COLUMNA C (125x500x3)MM	11
8.2. PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ÁNGULO L(30x30x2)MM	12
8.3. PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ÁNGULO 2L(30x30x2)MM	12
9. SECCIONES TRANSVERSALES DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES INGRESADAS AL MODELO ...	13
9.1. ASIGNACIÓN DE COLUMNAS C 125x50x3	13
9.2. ASIGNACIÓN DE ÁNGULOS L(30x30x2)MM.....	14
9.3. ASIGNACIÓN DE ÁNGULOS 2L(30x30x2)MM	15
10. ASIGNACIÓN DE CARGAS.....	16
10.1. SOBRECARGA MUERTA “SD”	16
10.2. CARGA VIVA “CV”	17
11. CARGA DE VIENTO.....	17
12. COMBINACIONES DE CARGA INGRESADAS EN EL PROGRAMA SAP2000.....	20
13. CHEQUEO DEL DISEÑO POR RESISTENCIA	22

14.	CHEQUEO DE ESTABILIDAD DE ZAPATA	23
	DIMENSIONES DE ZAPATA (2.70*2.10)M	23
15.	REVISIÓN DE ESFUERZOS EN ZAPATA	25
16.	CHEQUEO DEL DISEÑO POR SERVICIO	26
17.	CONCLUSIONES	27

Índice de figuras

Imagen 1.-	Factor de reducción de respuesta R para estructuras diferentes a las de edificación	6
Imagen 2.-	Implantación general del proyecto	7
Imagen 3.-	Modelo 3D del Totem, (CALIPTRA, 2022)	7
Imagen 4.-	Modelo estructural.....	8
Imagen 5.-	Ingreso en SAP2000 de las propiedades mecánicas del acero estructural A36...	10
Imagen 6.-	Propiedades mecánicas de la columna C (125x50x3)mm	11
Imagen 7.-	Propiedades mecánicas del ángulo L(30x30x2)mm.....	12
Imagen 8.-	Propiedades mecánicas del ángulo 2L(30x30x2)mm.....	12
Imagen 9.-	Columnas C 125x50x3	13
Imagen 10.-	Asignación de ángulos L(30x30x2)mm	14
Imagen 11.-	Asignación de ángulos 2L(30x30x2)mm	15
Imagen 12.-	Asignación de sobrecarga muerta “SD”	16
Imagen 13.-	Asignación de carga viva	17
Imagen 14.-	Tabla de carga de viento calculada.....	18
Imagen 15.-	Asignación de carga de viento.....	19
Imagen 16.-	Combinaciones de carga (Fuente: NEC2015)	20
Imagen 17.-	Combinación de tipo envolvente.....	21
Imagen 18.-	Chequeo del diseño estructural del tótem.....	22
Imagen 19.-	Planta de zapata.....	23
Imagen 20.-	Fuerzas que intervienen en la estabilidad de una zapata	24
Imagen 21.-	Distribución de la presión del suelo de la zapata excéntrica dentro del límite de kern	25
Imagen 22.-	Deformación máxima de la estructura.....	26

1. Antecedentes

La presente memoria técnica de cálculo muestra un resumen de los criterios utilizados para el pre dimensionamiento, análisis y diseño de los elementos estructurales proyecto “**TORRE TOTEM-MALECON LA AURORA**”. Ubicado en Guayas, Cantón Daule, Parroquia La Aurora. Entrada de la avenida Alfredo Adum desde la Av. León Febres Cordero.

- El proyecto se construirá en acero estructural y cimentación de hormigón armado según las normas vigentes NEC 2015, ANSI/AISC 360-16 y ACI318-19, consta de una forma rectangular de 1.3m x 0.40m en planta cada 0.60m verticalmente, de 10.90m de altura.

El proyecto analizado consta de 6 columnas las cuales son perfiles tipo C **(125x50x3) mm** cada piso o modulo fue formado por ángulos de **L(30x30x2)mm**, en cuanto a los arriostramientos de los pórticos se tiene dos arreglos, una en forma diagonal de ángulos **L(30x30x2)mm**, y otra en forma doble diagonal de ángulos **2L(30x30x2)mm**

2. Especificaciones Técnicas

2.1. Códigos utilizados

- Norma Ecuatoriana de la Construcción NEC 2015
- ANSI/AISC 360-16 (Specification for Structural Steel Buildings)
- AMERICAN CONCRETE INSTITUTE (ACI 318-19)
- ASCE/SEI 7-10 (Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures)

2.2. Uso de la estructura analizada

- Torre en armadura auto soportada que a su vez servirá como estructura del tótem

2.3. Cargas gravitacionales utilizadas

2.3.1. Cargas en losa de entrepiso

SOBRECARGA MUERTA* = $29.09 + 18.18 = 47.3 \text{ kg}$

Plancha de policarbonato: $0.800 \text{ kg/m}^2 * 36.36 \text{ m}^2 = 29.09 \text{ kg}$

2 capas de Geotextil: $0.250\text{kg/m}^2 \times 36.36 \times 2 = 18.18 \text{ kg}$

* La carga muerta por columnas, ángulos será calculada por el programa y adicional a esto se ingresará manualmente la carga de planchas de policarbonato y capas de geotextil (sobrecarga muerta “SD”).

Carga muerta ingresada manualmente=47.3 kg

CARGA VIVA = 150 kg (Personal técnico, dos personas)

2.4. Recubrimientos mínimos

Cimientos base= 5cm

Cimientos laterales= 5cm

Pedestales= 4 cm

3. Descripción del programa de cálculo

La súper estructura fue calculada con el programa SAP200 v23.3.1 y la sub-estructura fue calculada con la ayuda del programa SAFE v20.0.0, en ambos programas se ingresó cada una de las secciones y materiales tal como consta en las especificaciones técnicas.

4. Sistema estructural

El sistema estructural es torre en armadura auto-portantes, tal como se muestra en la imagen 1.

Valores del coeficiente de reducción de respuesta estructural R	
Reservorios y depósitos, incluidos tanques y esferas presurizadas, soportados mediante columnas o soportes arriostrados o no arriostrados.	2
Silos de hormigón fundido en sitio y chimeneas que poseen paredes continuas desde la cimentación	3.5
Estructuras tipo cantiléver tales como chimeneas, silos y depósitos apoyados en sus bordes	3
Naves industriales con perfiles de acero	3
Torres en armadura (auto-portantes o atirantadas)	3
Estructuras en forma de péndulo invertido	2
Torres de enfriamiento	3.5
Depósitos elevados soportados por una pila o por apoyos no arriostrados	3
Letreros y carteleros	3.5
Estructuras para vallas publicitarias y monumentos	2
Otras estructuras no descritas en este documento	2

Tabla 18 : Factor de reducción de respuesta R para estructuras diferentes a las de edificación

Imagen 1.- Factor de reducción de respuesta R para estructuras diferentes a las de edificación

5. Implantación general del proyecto

Coordenadas:

Este: 624665.6640 m

Norte: 9772889.5817 m

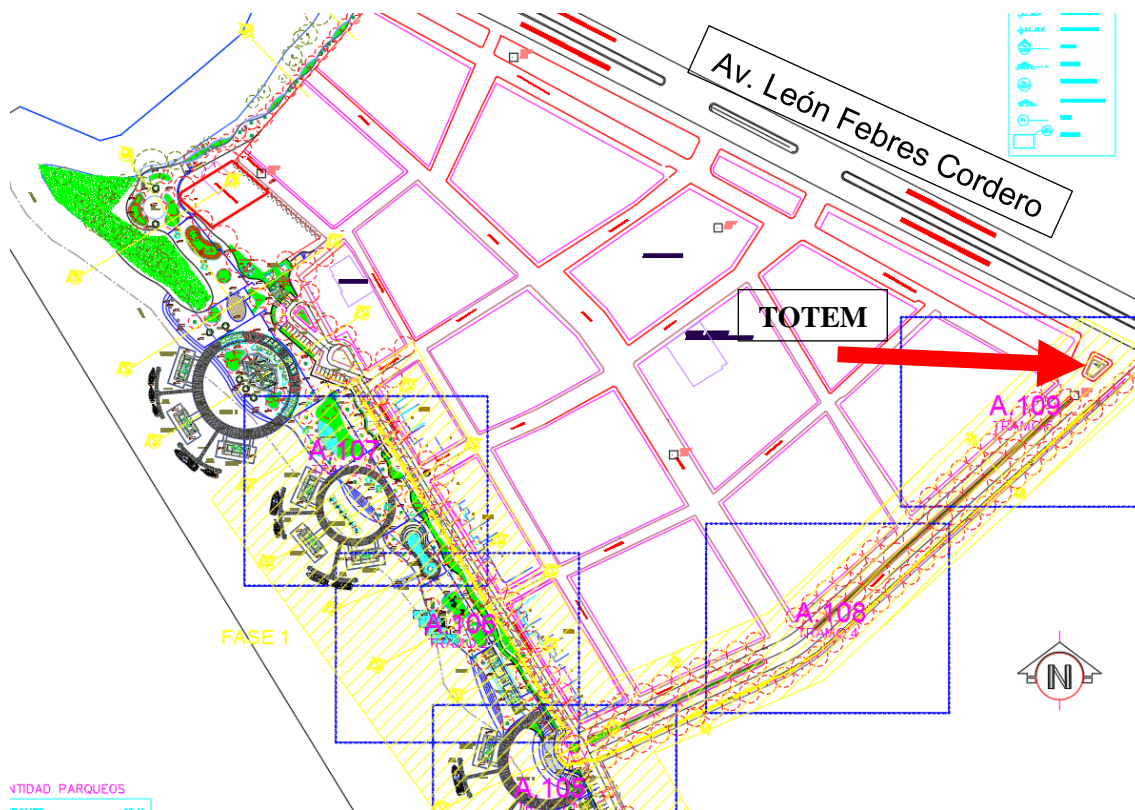


Imagen 2.- Implantación general del proyecto

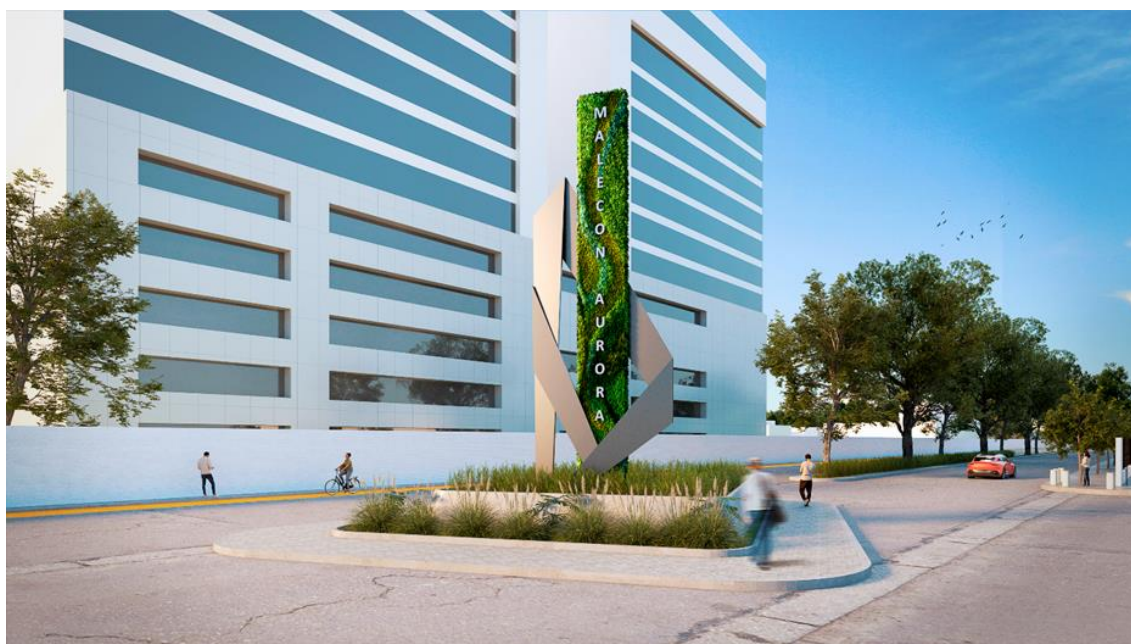


Imagen 3.- Modelo 3D del Totem, (CALIPTRA, 2022)

6. Modelo estructural

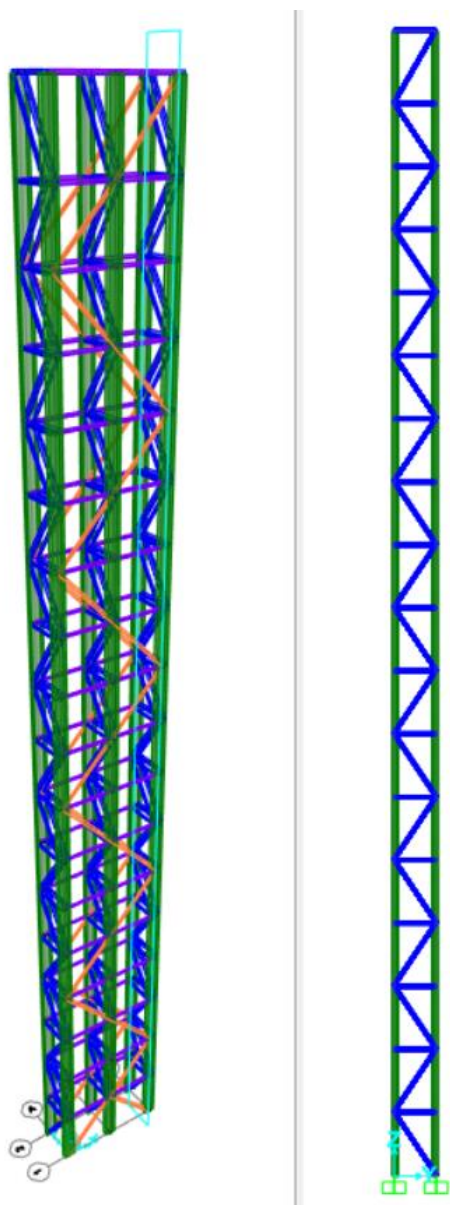


Imagen 4.- Modelo estructural

7. Materiales

7.1. Acero estructural para elementos principales (columnas y ángulos)

$ASTM A36 f_y = 2500 \text{ kg/cm}^2 (36 \text{ ksi})$: Esfuerzo de fluencia

$\gamma_s = 7850 \text{ kg/m}^3$: Peso específico del acero

7.2. Acero estructural para varillas de refuerzo

$ASTM A615 f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2 (60 \text{ ksi})$: Esfuerzo de fluencia

$\gamma_s = 7850 \text{ kg/m}^3$: Peso específico del acero

7.3. Hormigón armado para la cimentación

$f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$: Esfuerzo característico del hormigón a los 28 días

$\gamma_c = 4200 \text{ kg/m}^3$: Peso específico del acero

7.4. Acero estructural en el programa SAP2000

S Material Property Data ✕

General Data

Material Name and Display Color: A36

Material Type: Steel

Material Grade: Grade 36

Material Notes: [Modify/Show Notes...](#)

Weight and Mass

Weight per Unit Volume: 7.849E-03

Mass per Unit Volume: 8.004E-06

Units

Kgf, cm, C

Isotropic Property Data

Modulus Of Elasticity, E: 2038901.9

Poisson, U: 0.3

Coefficient Of Thermal Expansion, A: 1.170E-05

Shear Modulus, G: 784193.

Other Properties For Steel Materials

Minimum Yield Stress, Fy: 2531.0507

Minimum Tensile Stress, Fu: 4077.8038

Expected Yield Stress, Fye: 3796.576

Expected Tensile Stress, Fue: 4485.5842

Imagen 5.- Ingreso en SAP2000 de las propiedades mecánicas del acero estructural A36

8. Propiedades geométricas de las secciones transversales utilizadas en cada elemento estructural

8.1. Propiedades mecánicas de la columna C (125x500x3)mm

S Channel Section

The screenshot displays the 'Channel Section' software interface. At the top, the 'Section Name' is 'C 125x50x3' and 'Display Color' is set to green. Below this is a 'Section Notes' field with a 'Modify/Show Notes...' button. The 'Dimensions' section includes input fields for 'Outside depth (t3)' (0.125), 'Outside flange width (t2)' (0.05), 'Flange thickness (tf)' (3.000E-03), 'Web thickness (tw)' (3.000E-03), and 'Fillet Radius' (0.). To the right, a 'Section' diagram shows a channel profile on a grid with dimensions 2 and 3 indicated. The 'Properties' section at the bottom right contains buttons for 'Section Properties...' and 'Time Dependent Properties...'. The 'Material' section at the bottom left shows a dropdown menu with 'A36' selected and a 'Set Modifiers...' button.

Imagen 6.- Propiedades mecánicas de la columna C (125x50x3)mm

8.2. Propiedades mecánicas del ángulo L(30x30x2)mm

S Angle Section


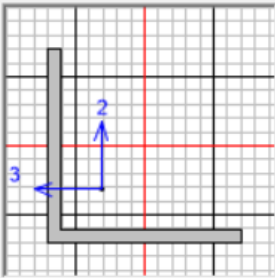
Section Name	L30x30x2	Display Color	
Section Notes	<button>Modify/Show Notes...</button>		
Dimensions		Section	
Outside vertical leg (t3)	0.03		
Outside horizontal leg (t2)	0.03		
Horizontal leg thickness (tf)	2.000E-03		
Vertical leg thickness (tw)	2.000E-03		
Fillet Radius	0.		

Imagen 7.- Propiedades mecánicas del ángulo L(30x30x2)mm

8.3. Propiedades mecánicas del ángulo 2L(30x30x2)mm

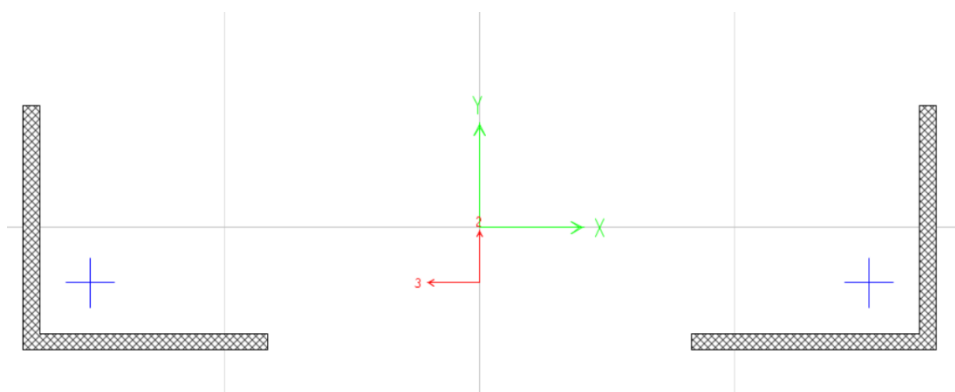


Imagen 8.- Propiedades mecánicas del ángulo 2L(30x30x2)mm

9. Secciones transversales de los elementos estructurales ingresadas al modelo

9.1. Asignación de columnas C 125x50x3



Imagen 9.- Columnas C 125x50x3

9.2. Asignación de ángulos L(30x30x2)mm

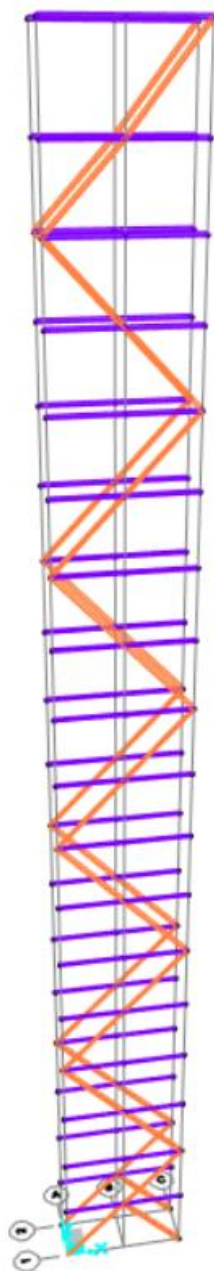


Imagen 10.- Asignación de ángulos L(30x30x2)mm

9.3. Asignación de ángulos 2L(30x30x2)mm

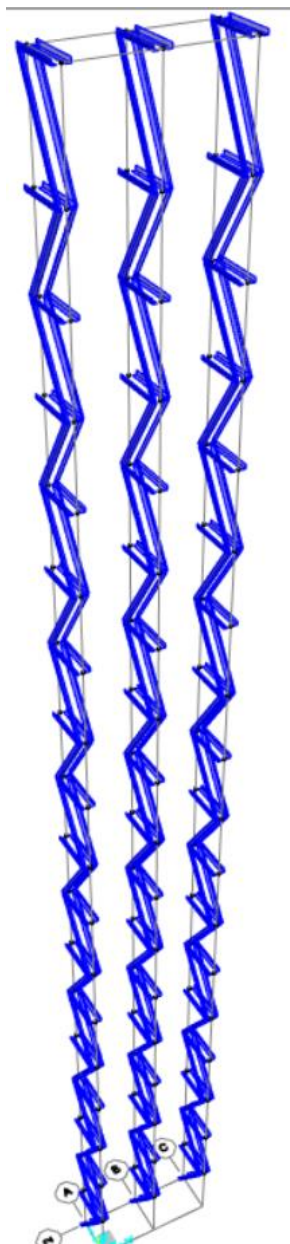


Imagen 11.- Asignación de ángulos 2L(30x30x2)mm

10. Asignación de cargas

10.1. Sobrecarga muerta “SD”

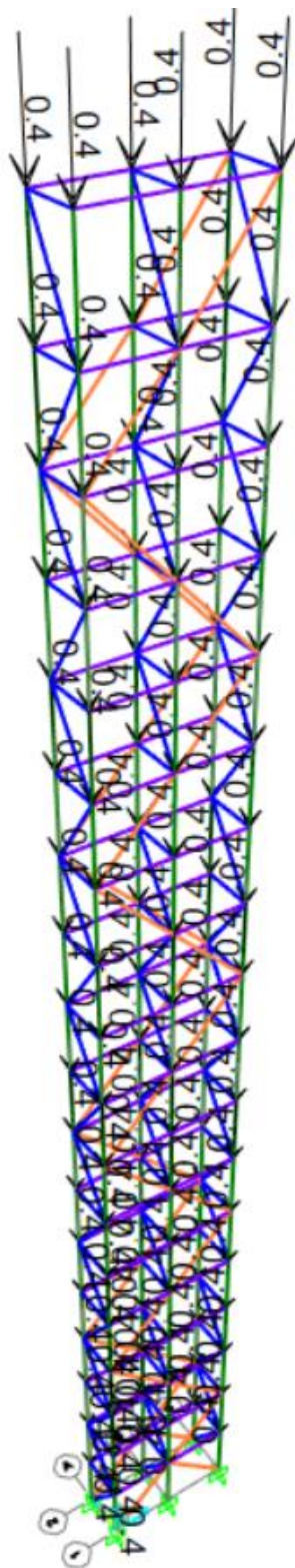


Imagen 12.- Asignación de sobrecarga muerta “SD”

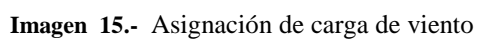
El cálculo de las fuerzas por viento se realizará a partir de los parámetros establecidos en la Norma Ecuatoriana de la Construcción. La cual establece parámetros de acuerdo con la localidad geográfica, la altura de la edificación, las características topográficas y edificaciones en el entorno.

La velocidad de diseño del viento registrado a 10 m de altura sobre el terreno no será menor a 21 m/s (75 km/h), (NEC-15 SE_CG). Para este proyecto se adoptará una velocidad instantánea de 21 m/s (75 km/h).

A continuación, se presenta el análisis de carga de viento, esta carga será aplicada perpendicularmente hacia los elementos de una cara de la torre, se considera la más desfavorable.

Viento en dirección X												
Altura m	Viento km/hrs	Velocidad corregida			Cf	Ce	P N/m2	P kg/m2	Carga en los nodos			
		sima km/hrs	Vb km/hrs	Vb m/s					At m2	Centrales kg	At m2	Esquinos kg
5.00	75.00	0.91	68.25	18.96	1.50	1.93	650.32	66.31	0.39	25.86	0.20	12.93
10.00	75.00	1.00	75.00	20.83	1.50	2.35	956.22	97.51	0.39	38.03	0.20	19.01
Viento en dirección Y												
Altura m	Viento km/hrs	Velocidad corregida			Cf	Ce	P N/m2	P kg/m2	Carga en los nodos			
		sima km/hrs	Vb km/hrs	Vb m/s							At m2	Esquinos kg/m2
5.00	75.00	0.91	68.25	18.96	1.50	1.93	650.32	66.31			0.12	7.96
10.00	75.00	1.00	75.00	20.83	1.50	2.35	956.22	97.51			0.12	11.70

Imagen 14.- Tabla de carga de viento calculada



12. Combinaciones de carga ingresadas en el programa SAP2000

Todas las combinaciones ingresadas al programa corresponden a la normativa NEC 2015:

Combinación 1

1.4 D

Combinación 2

1.2 D + 1.6 L + 0.5max[L_r ; S ; R]

Combinación 3*

1.2 D + 1.6 max[L_r ; S ; R] + max[L ; 0.5W]

Combinación 4*

1.2 D + 1.0 W + L + 0.5 max[L_r ; S ; R]

Combinación 5*

1.2 D + 1.0 E + L + 0.2 S

Combinación 6

0.9 D + 1.0 W

Combinación 7

0.9 D + 1.0 E

Imagen 16.- Combinaciones de carga (Fuente: NEC2015)

Se creará una combinación de tipo envolvente con el objetivo de capturar todos los efectos por las distintas combinaciones de carga.

S Load Combination Data [X]

Load Combination Name (User-Generated)

Notes

Load Combination Type

Options

Define Combination of Load Case Results

Load Case Name	Load Case Type	Mode	Scale Factor
U1: 1.4D	Combination		1.
U2: 1.2D+1.6L	Combination		1.
U4: 1.2D+Wy+L	Combination		1.
U4: 1.2D+Wx+L	Combination		1.
U6: 0.9D+Wx	Combination		1.
U6: 0.9D+Wy	Combination		1.

Imagen 17.- Combinación de tipo envolvente

13. Chequeo del diseño por resistencia

A continuación, se muestra la relación demanda capacidad para cada elemento estructural, los colores indican esta relación. Se tiene como límite máximo el valor de 1.0.

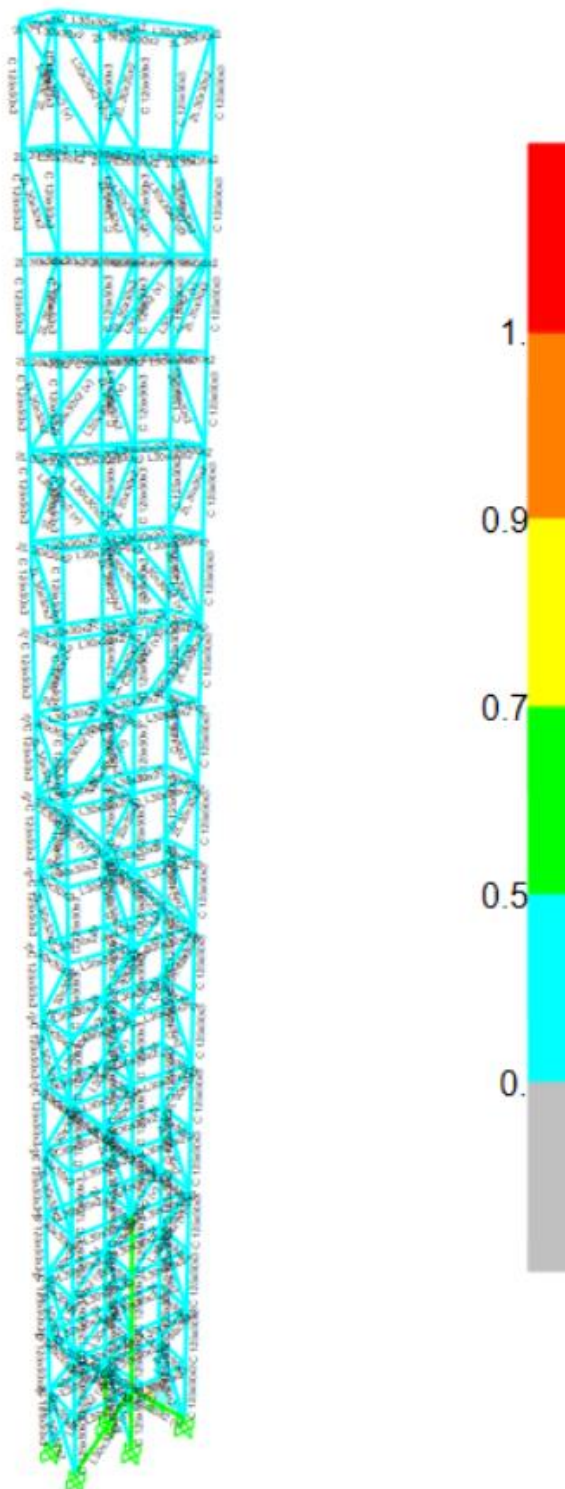


Imagen 18.- Chequeo del diseño estructural del tótem

14. Chequeo de estabilidad de zapata

Dimensiones de zapata (2.70*2.10)m

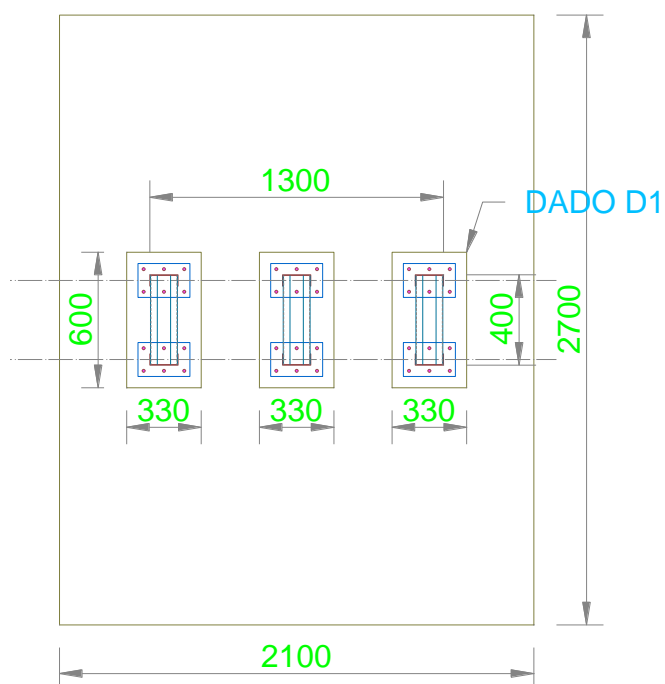


Imagen 19.- Planta de zapata

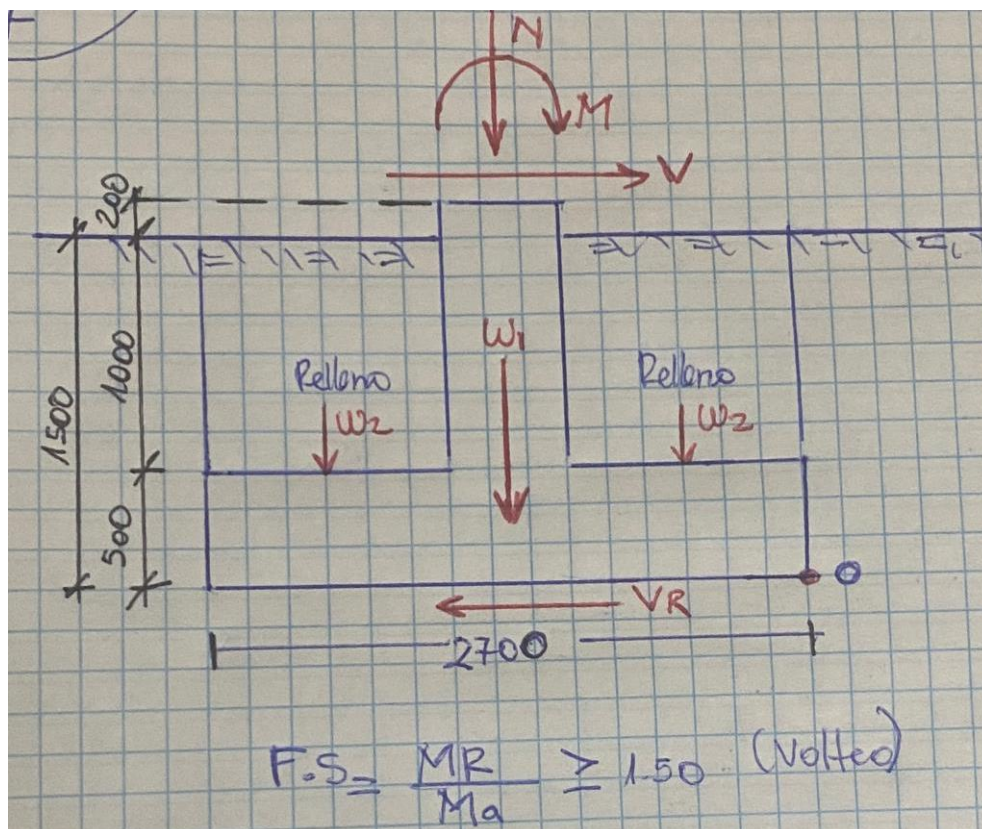


Imagen 20.- Fuerzas que intervienen en la estabilidad de una zapata

Va	1.18				
w1	8.51	cimentación			
N	0.55	Superestructu			
w2	10.15	Relleno	Mtorre	0.74	
P	19.22	T	Mcim	11.49	
u	0.50		Mrelleno	13.71	
VR	9.61		MR	25.94	
			Mv	7.39	
Fs_des	8.14	OK	Fs_volteo	3.51	OK

15. Revisión de esfuerzos en zapata

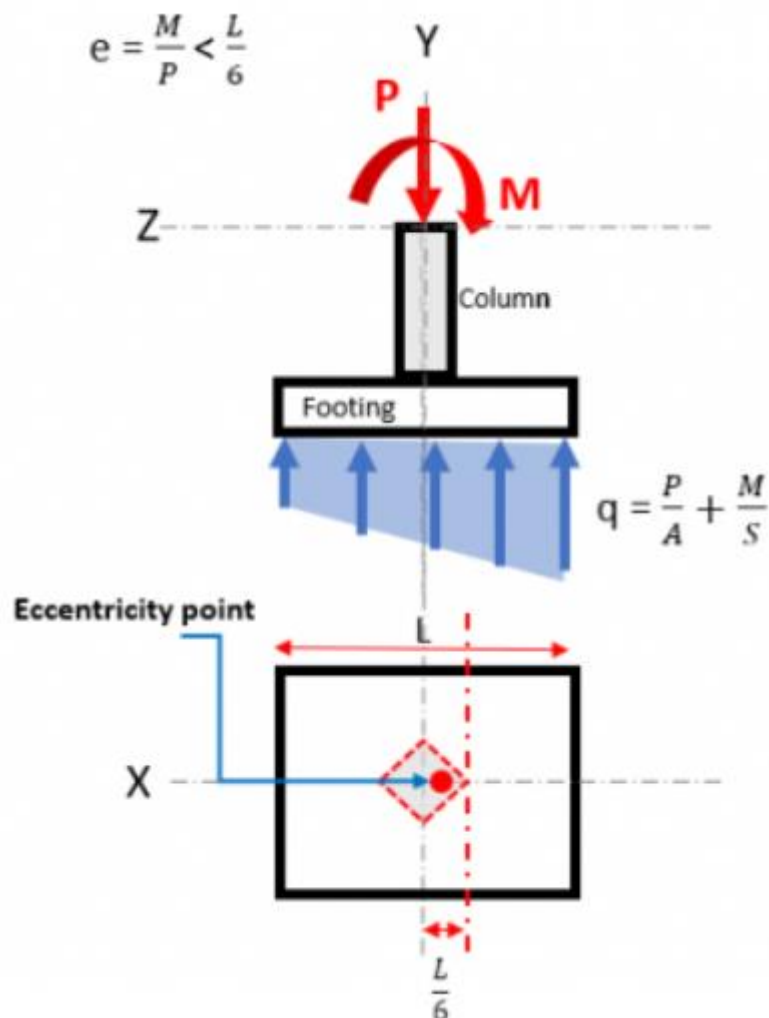


Imagen 21.- Distribución de la presión del suelo de la zapata excéntrica dentro del límite de kern

$$q_{u_{mx}} := \frac{P_u}{S \cdot L} + \frac{6 M_u}{S \cdot L^2}$$

$$q_{u_{min}} := \frac{P_u}{S \cdot L} - \frac{6 M_u}{S \cdot L^2}$$

S	2.10	m
L	2.70	m

	P (T)	M (T.m)	Esfuerzos (t/m2)					
Dead (D)	19.22	0.10						
Viento (W)	0.00	7.29						
	Pu (T)	Mu (T.m)	qu_mx	qu_min	qu_prom	e (m)	e mx (m)	
$U_1 = 1.4D$	26.90	0.14	4.80	4.69	4.74	0.01	0.45	OK
$U_2 = 1.2D + W$	23.06	7.41	6.97	1.16	4.07	0.32	0.45	OK
$U_3 = 0.9D + W$	17.30	7.38	5.94	0.16	3.05	0.43	0.45	OK

16. Chequeo del diseño por servicio

De ser rebasado, produce una pérdida de funcionalidad o deterioro de la estructura, pero no un riesgo inminente a corto plazo. De acuerdo con información bibliográfica se ha adoptado como deformación límite el 1% de la altura total, la deformación será evaluada en el punto más alto de la estructura.

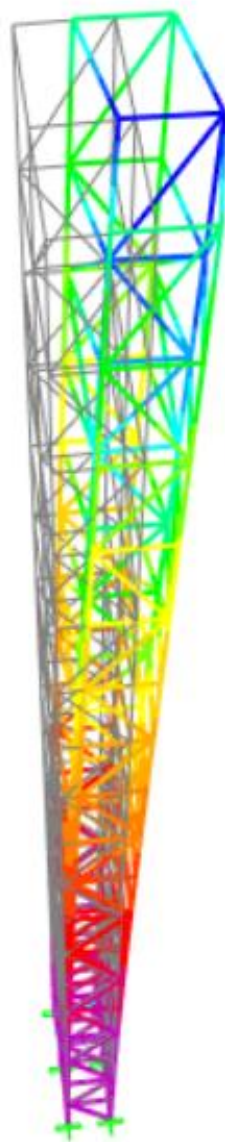


Imagen 22.- Deformación máxima de la estructura

$$\Delta_{max} = 1\%(10.90m) = 0.11m = 11cm$$

$$\Delta_{estructura} = 10.0\text{ cm} < \Delta_{max} \text{ OK}$$

17. Conclusiones

La torre tótem y cada uno de sus elementos estructurales cumplen satisfactoriamente requisitos de resistencia y servicio establecidas por la normativa y recomendaciones bibliográficas anexadas en el apartado 2.1. de este documento.

- La solicitud que más afecta a esta estructura es la causa por la fuerza de viento en el sentido y, por lo cual se ha colocado diagonales de doble ángulo en dicha dirección.
- En cuanto a la subestructura se tiene una cimentación superficial, se ha garantizado requisitos de estabilidad de volcamiento y deslizamiento.

REVISADO POR:	REVISADO POR:
<p>ING. CIV. JAVIER ELIAS PRIETO LAINA SUBDIRECTOR DE CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO – OBRAS PÚBLICAS <i>CÓDIGO SERCOP: tJsbg5oV6w</i></p>	<p>ARQ. DANIEL FERNANDO SAN LUCAS MACIAS DIRECTOR GENERAL DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL <i>CÓDIGO SERCOP: 8uE1iUQsG4</i></p>
APROBADO POR:	
<p>ING. CIV. ÁNGEL WASHINGTON TAIPE VELIZ DIRECTOR GENERAL DE OBRAS PÚBLICAS <i>CÓDIGO SERCOP: 1b5qYDfpNP</i></p>	