

# INDICE

1. BASES DE DISEÑO
2. DIMENSIONES
3. ANÁLISIS DE CARGAS
4. CALCULO DE AREAS Y C.A.
5. DISEÑO DE VIENTO POR C.F.E.
6. DISEÑO DE SISMO POR C.F.E.
7. REPORTE DEL STAAD
  - A) ENTRADA DE DATOS DEL STAAD
  - B) DESPLAZAMIENTOS POR VIENTO
  - C) DESPLAZAMIENTOS POR SISMO
  - D) DISEÑO DE ELEMENTOS (STEEL DESIGN)
  - E) **DISEÑO DE CONEXIONES**
  - E) REACCIONES EN LOS APOYOS

# **1. BASES DE DISEÑO**

<b>Cliente:</b>	CICSA		
<b>Descripción Estructura:</b>	TORRE AUTOSOPORTADA DE 39m 170 km/hr		
<b>Radiobase</b>	CA0042 "REY SOL"		
<b>Región</b>	8		
<b>Localización</b>	CALLE 25, S/N, COL. KILACAN		
<b>Localidad</b>	CALKINI, CAMPECHE		
<b>Tarea Swecomex</b>	TAREA	<b>Expediente</b>	FILE
<b>Diseño</b>	Ing. Erik Valenzuela	02-mar-18	EVA
<b>Revisó</b>	Ing. Carlos Solano C.	02-mar-18	CSC

BASES DE DISEÑO			
Altura Torre	39m		
Distancia entre piernas (Base) (m)	3.9		
Distancia entre piernas (Cúspide) (m)	1		
Altura de Sección Transversal Variable (m)	33		
Altura de Sección Transversal Constante (m)	6		
Peso Estimado Torre c/accesorios (kg.)	8,030		
Conexión entre secciones	Bridada		
Velocidad Regional	170 km/hr	TR = 200 años	
Factor Topográfico Ft	1.1		
Categoría de Terreno Ct	2		
Zona Sísmica	A		
Tipo de suelo	III		
Códigos de Diseño	Diseño torre	Manual de Obras Civiles de CFE Ed. 1993	
	Revisión Estructura	AISC Novena Edición	
	Cimentación	Reglamento de Construcción del D.F y sus Normas Técnicas Complementarias	
Materiales	Cuerpo torre, placa base, bridas	ASTM A-36	Fy = 2,530 kg/cm <sup>2</sup>
	Tornillería alta resistencia	ASTM A-325	Fu = 7,381 kg/ cm <sup>2</sup>
	Tornillería miscelánea	ASTM A-307	Fu = 4,086 kg/ cm <sup>2</sup>
Altitud (ASNM)	15 m	P. Bar. W =	739.76 mmHg
Temperatura Promedio t	26.1°C		
Desplazamiento Permitido	Tan(1.5°) x altura, 102.2 cm para una torre de 39m a una velocidad de 93.6 km/h		

CONSIDERACIONES DE CARGAS			
Concepto	Cantidad	Nivel m	Notas
Antenas Celulares GSM	12	39.0	Solo 4 expuestas
Parabola 0.60 m Frente al viento	1	37.5	
Parabola 1.20 m Frente al viento	1	37.5	
Parabola 1.20 m Girada 90°	1	37.5	
Parabola 0.60 m Frente al viento	1	33.0	
Parabola 1.20 m Frente al viento	1	33.0	
Parabola 1.20 m Girada 90°	1	33.0	
Sólo parábola girada 90°			
Sólo parábola frente al viento			
Sólo parábola girada 90°			
Sólo parábola frente al viento			
Sólo parábola girada 90°			
Sólo parábola frente al viento			
Sólo parábola girada 90°			
Sólo parábola frente al viento			
Sólo parábola girada 90°			
Sólo parábola frente al viento			
Antenas Celulares GSM	9	34.5	Solo 3 expuestas
Antenas Celulares GSM			#¡VALOR!
Plataforma	0	36.0	
Plataforma Intermedia	0		
Soporte	3	39.0	
Soporte	3	34.5	
T45	1	39.0	
Luces/Pararrayos	1	39.0	

<b>CONSIDERACIONES DE CARGAS</b>			
<b>CARGA LINEAL</b>			
<b>Concepto</b>	<b>Peso x Metro</b>	<b>Cantidad m</b>	<b>Notas</b>
Portacablera 6 Hoyos	8.06	39.0	
Escaleras	10.50	39.0	
Feeders + Lineas Microondas + Cable Uso Rudo	9.91	39.0	
<b>CARGA VIVA</b>			
<b>Concepto</b>	<b>Peso Total</b>	<b>Nivel m</b>	<b>Notas</b>
Personas en plat.	300	36.0	

## **2. DIMENSIONES**

Tramo	Altura (m)	Nivel Sup. (m)	Distancia entre pueras inf. (m)	Pueras			Diagonales			Cebalzas			Montantes			Diagrafma			Tipo de Sección (X,A,Z)						
				Díametro Nominal	Cédula	Espesor (plg)	Diam. Ext. (m)	Diam. Int. (m)	ST/LD 0.5"	Perfil	L <sub>PATIN</sub> (m)	e (m)	Perfil	L <sub>PATIN</sub> (m)	e (m)	ST/LD 0.5"	Perfil	L <sub>DIAGRAMA</sub> (m)		e (m)	Sup. (S) / Todos (T)				
01	6	39	1.000	2.5	CEDSTD	0.2370	0.0730	0.0627	ST	1.5"x1.5"x0.12"	0.0381	0.0032	ST	1.5"x1.5"x0.12"	0.0381	0.0032	0.0032	S	1.5"x1.5"x0.12"	0.0381	0.0032	S	4	X	
02	6	33	1.527	3	CEDXS	0.3000	0.0889	0.0737	ST	2"x2"x0.125"	0.0508	0.0032	ST	2.5"x2.5"x0.18"	0.0635	0.0048	0.0048	S					3	X	
03	6	27	2.055	4	CEDXS	0.3370	0.1143	0.0972	ST	2"x2"x0.125"	0.0508	0.0032											3	X	
04	6	21	2.582	6	CEDSTD	0.2800	0.1683	0.1541	ST	2"x2"x0.125"	0.0508	0.0032											3	X	
05	6	15	3.109	6	CEDSTD	0.2800	0.1683	0.1541	ST	2.5"x2.5"x0.18"	0.0635	0.0048											3	X	
06	6	9	3.636	6	CEDSTD	0.2800	0.1683	0.1541	ST	2.5"x2.5"x0.18"	0.0635	0.0048											3	X	
07	3	3	3.900	6	CEDSTD	0.2800	0.1683	0.1541	ST	2.5"x2.5"x0.18"	0.0635	0.0048											2	X	
08		0	3.900																						
09		0	3.900																						
10		0	3.900																						
11		0	3.900																						
12		0	3.900																						
13		0	3.900																						
14		0	3.900																						
15		0	3.900																						
16		0	3.900																						
17		0	3.900																						
18		0	3.900																						
TOTAL																									39

PASO 1: GENERAR GEOMETRIA Y ARCHIVO PARA STAAD

PASO 2: LEER NODOS Y MIEMBROS STAAD. IDENTIFICAR MIEMBROS

PASO 3: GENERAR GRUPOS Y ASIGNAR PROPIEDADES

PASO 4: CALCULAR AREAS Y PESOS POR SECCION

PASO 5: COMPLETAR Y COPIAR INFORMACION A STAAD

Distancia entre pueras (Base)	3.9	m
Distancia entre pueras (Cúspide)	1	m
Altura de Sección Transversal Variable	33	m
Altura de Sección Transversal Constante	6	m



# **3. ANÁLISIS DE CARGAS**

Descripcion	Cantidad	ACCESORIOS					CARGA MUERTA			CARGA DE VIENTO			
		Nivel m	No. de Nodos	Nodos			Peso Unitario Incluye Herrajes (kg)	Peso Total Kg	Carga x Nodo	Vel. Catalogo km/hr	F <sub>A</sub> (0°) ó F <sub>S</sub> Cat (kg)	F <sub>A</sub> (90°) Cat (kg)	M: (90°) Cat (kg-m)
Antenas Celulares GSM	12.0	39.0	3	2	50	4	52.0	624.0	208.0	160.00	117.30		
Parabola 0.60 m Frente al viento	1.0	37.5	2	3	6		53.5	53.5	26.8	200.00	94.70		
Parabola 1.20 m Frente al viento	1.0	37.5	2	3	6		157.0	157.0	78.5	200.00	287.56		
Parabola 1.20 m Girada 90°	1.0	37.5	2	3	6		157.0	157.0	78.5	200.00	142.51	24.97	98.5
Parabola 0.60 m Frente al viento	1.0	33.0	2	10	12		53.5	53.5	26.8	200.00	94.70		
Parabola 1.20 m Frente al viento	1.0	33.0	2	10	12		157.0	157.0	78.5	200.00	287.56		
Parabola 1.20 m Girada 90°	1.0	33.0	2	10	12		157.0	157.0	78.5	200.00	142.51	24.97	98.5
Sólo parábola girada 90°													
Sólo parábola frente al viento													
Sólo parábola girada 90°													
Sólo parábola frente al viento													
Sólo parábola girada 90°													
Sólo parábola frente al viento													
Sólo parábola girada 90°													
Sólo parábola frente al viento													
Sólo parábola girada 90°													
Sólo parábola frente al viento													
Antenas Celulares GSM	9.0	34.5	3	8	53	7	52.0	468.0	156.0	160.00	117.30		
Antenas Celulares GSM													
Plataforma	0.0	36.0	3	6	51	5	890.0	0.0	0.0				
Plataforma Intermedia	0.0		2				165.0	0.0	0.0				
Soporte	3.0	39.0	3	2	50	4	183.0	549.0	183.0				
Soporte	3.0	34.5	3	8	53	7	183.0	549.0	183.0				
T45	1.0	39.0	3	2	50	4	34.0	34.0	11.3				
Luces/Pararrayos	1.0	39.0	3	2	50	4	15.0	15.0	5.0				

CARGA MUERTA (LINEAL)						
Descripcion	Peso Unitario kg/m	Nivel Inicial m	Long. m	Nivel Final m	Peso Total en (Kg)	Area Expuesta (m <sup>2</sup> /m)
Portacablera 6 Hoyos	8.06	0.5	39.0	39.0	314.3	0.065
Escaleras	10.50	0.5	39.0	39.0	409.5	0.065
Feeders + Lineas Microondas + Cable Uso Rudo	9.91	0.50	39.0	39.0	386.5	0.370

Feeders + Lineas Microondas + Cable Uso Rudo					
Descripcion	Cantidad	Peso Unitario kg	Peso Total Kg	Diámetro Exterior (mm)	Area Expuesta (m <sup>2</sup> /m)
Feeders	12	0.800	9.60	28.190	0.338
Linea Microondas	2	0.37	0.74	16	0.032
Cable Uso Rudo 3/4"	0	0.50	0.00	19	0.000
			<b>10.34</b>		<b>0.370</b>

CARGA VIVA					
Descripcion	Peso Unitario kg	Cantidad	Peso Total	Nivel m	Nodo
Personas en plat.	100	3	300	36.0	6 51 5
Carga Viva 2					

TOTALES 3931 2974 318 415 391 8030

SUMATORIA DE CARGAS POR NIVEL						
NIVEL	PESO ESTRUCT	Carga Muerta	Portacablera 6 Hoyos	Escaleras	Feeders + Lineas Microondas + Cable Uso Rudo	TOTAL
1.50	241.2		16.1	21.0	19.8	298.1
3.00	237.8		12.1	15.8	14.9	280.5
5.00	282.4		16.1	21.0	19.8	339.4
7.00	278.2		16.1	21.0	19.8	335.2
9.00	274.1		16.1	21.0	19.8	331.0
11.00	270.0		16.1	21.0	19.8	326.9
13.00	266.0		16.1	21.0	19.8	322.9
15.00	262.0		16.1	21.0	19.8	319.0
17.00	217.0		16.1	21.0	19.8	273.9
19.00	215.0		16.1	21.0	19.8	271.9
21.00	213.0		16.1	21.0	19.8	270.0
23.00	175.5		16.1	21.0	19.8	232.4
25.00	173.7		16.1	21.0	19.8	230.6
27.00	172.0		16.1	21.0	19.8	228.9
29.00	128.1		16.1	21.0	19.8	185.0
31.00	126.7		16.1	21.0	19.8	183.6
33.00	139.2	367.5	16.1	21.0	19.8	563.6
34.50	64.2	1017.0	12.1	15.8	14.9	1123.9
36.00	64.2		12.1	15.8	14.9	106.9
37.50	64.2	367.5	12.1	15.8	14.9	474.4
39.00	66.9	1222.0	12.1	15.8	14.9	1331.6



# **4. CALCULO DE AREAS Y C.A.**

CALCULO DE AREAS EXPUESTAS Y COEFICIENTES DE ARRASTRE (Ca) DE ELEMENTOS POR TRAMO

SECCION TRANSVERSAL DE BASE		TRIANGULAR	LONGITUD ENTRE PIERNAS (BASE)	390.00	cm	3.9	m														
PIERNAS		SECCION CIRCULAR	LONGITUD ENTRE PIERNAS (CUSPIDE)	100.00	cm	1.0	m														
MIEMBROS		SECCION PLANA	ALTURA DE SECCION TRANSVERSAL VARIANTES	3300.00	cm	33.0	m														
ANCHO ESCALERA + PORTABALEA		m	ALTURA DE SECCION TRANSVERSAL IGUALES	600.00	cm	6.0	m														
COEFICIENTE DE ARRASTRE FEEDERS:																					
1.2																					
				OPERACION				DESPLAZAMIENTO													
TRAMO	BASE MAYOR (m)	BASE MENOR (m)	ALTURA (m)	DE PIERNAS (m)	AREA TOTAL ENCERRADA (m²)	AREA PIERNAS (m²)	AREA DIAGONALES (m²)	CAMA SUIVA DE ONDAS CELOSIAS (m²)	AREA MONTANTES (m²)	NIVEL SUP. TRAMO (m)	AREA EFECTIVA FEEDERS (m²)	AREA EXPUESTA (SOLIDA) (m²)	RELACION DE SOLIDEZ	b VD (m³/s)	CA Secc. Circular (tabla I.27)	CA Secc. Plana (tabla I.28)	CA TRAMO	b VD (m³/s)	CA Secc. Circular (tabla I.27)	CA Secc. Plana (tabla I.28)	CA TRAMO
01-A	1.0730	1.0730	1.5000	0.073	1.610	0.219	0.137	0.097	0.038	39.0	0.555	1.047	0.651	3.512	1.248	1.900	1.413	2.478	1.400	1.900	1.424
01-B	1.0730	1.0730	1.5000	0.073	1.610	0.219	0.137	0.097	0.038	37.5	0.555	1.047	0.651	3.493	1.247	1.900	1.413	2.465	1.400	1.900	1.424
01-C	1.0730	1.0730	1.5000	0.073	1.610	0.219	0.137	0.097	0.038	39.0	0.555	1.047	0.651	3.512	1.248	1.900	1.413	2.478	1.400	1.900	1.424
02-A	1.2647	1.0888	2.0000	0.089	2.354	0.356	0.231	0.130	0.084	33.0	0.741	1.521	0.646	4.541	1.267	1.900	1.418	2.951	1.400	1.900	1.452
02-B	1.2647	1.0888	2.0000	0.089	2.705	0.356	0.240	0.130	0.084	31.0	0.741	1.467	0.642	4.504	1.300	1.900	1.401	2.927	1.400	1.900	1.425
02-C	1.6162	1.4104	2.0000	0.089	3.057	0.356	0.250	0.130	0.089	29.0	0.741	1.477	0.643	4.465	1.303	1.934	1.414	2.902	1.417	1.934	1.441
03-A	1.8173	1.6416	2.0000	0.114	3.459	0.457	0.281	0.130	0.189	27.0	0.741	1.589	0.459	5.587	1.189	1.951	1.389	3.696	1.375	1.981	1.443
03-B	1.9631	1.8173	2.0000	0.114	3.810	0.457	0.273	0.130	0.164	25.0	0.741	1.601	0.420	5.530	1.164	2.060	1.406	3.659	1.401	2.060	1.474
03-C	2.1688	1.9931	2.0000	0.114	4.162	0.457	0.285	0.130	0.168	23.0	0.741	1.613	0.387	5.568	1.158	2.126	1.426	3.619	1.417	2.126	1.500
04-A	2.3868	2.2228	2.0000	0.168	4.621	0.673	0.298	0.130	0.100	21.0	0.741	1.841	0.398	8.101	1.100	2.103	1.373	5.266	1.199	2.103	1.409
04-B	2.5743	2.3988	2.0000	0.168	4.973	0.673	0.311	0.130	0.100	19.0	0.741	1.855	0.373	7.995	1.100	2.154	1.391	5.197	1.207	2.154	1.429
04-C	2.7501	2.5743	2.0000	0.168	5.324	0.673	0.325	0.130	0.100	17.0	0.741	1.869	0.351	7.890	1.100	2.198	1.407	5.122	1.217	2.198	1.449
05-A	3.1018	2.6289	2.0000	0.168	6.076	0.673	0.442	0.130	0.100	13.0	0.741	1.936	0.326	7.636	1.100	2.247	1.429	4.876	1.234	2.247	1.513
05-B	3.2718	3.1018	2.0000	0.168	6.379	0.673	0.460	0.130	0.100	11.0	0.741	2.004	0.314	7.443	1.100	2.272	1.482	4.838	1.255	2.272	1.534
05-C	3.4831	3.2718	2.0000	0.168	6.730	0.673	0.479	0.130	0.100	9.0	0.741	2.023	0.301	7.351	1.100	2.298	1.498	4.778	1.263	2.298	1.552
06-B	3.6289	3.4531	2.0000	0.168	7.082	0.673	0.488	0.130	0.100	7.0	0.741	2.042	0.288	7.251	1.100	2.347	1.520	4.778	1.268	2.347	1.575
06-C	3.8046	3.6289	2.0000	0.168	7.434	0.673	0.517	0.130	0.100	5.0	0.741	2.061	0.277	7.351	1.100	2.391	1.541	4.778	1.272	2.391	1.598
07-A	3.9265	3.8046	1.5000	0.168	5.806	0.505	0.507	0.097	0.097	3.0	0.555	1.665	0.287	7.351	1.100	2.353	1.588	4.778	1.268	2.353	1.639
07-B	4.0683	3.9265	1.5000	0.168	6.004	0.505	0.523	0.097	0.097	1.5	0.555	1.681	0.280	7.351	1.100	2.390	1.606	4.778	1.271	2.390	1.657

# **5. DISEÑO DE VIENTO POR C.F.E.**

## Bases de Diseño

Análisis y Diseño por Viento según Manual de Diseño de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad (C.F.E.) Ed. 1993

Altura de la estructura	<b>H</b>	<b>39</b>	m
Altura del desplante	<b>Hd</b>	0.0	m
Clasificación de las estructuras según su importancia	<b>Grupo</b>	A	
Clasificación de las estructuras según su respuesta ante la acción del viento	<b>Tipo</b>	2	

Determinación de la Velocidad de diseño  $V_D$ :  $V_D = F_T F_\alpha V_R$

Donde:

$F_T$  es un factor que depende de la topografía del sitio, adimensional.  $F_T$  **1.1**

$F_\alpha$  es el factor que toma en cuenta el efecto combinado de las características de exposición locales, del tamaño de la construcción y de la variación de la velocidad con la altura, adimensional

$V_R$  la velocidad regional que le corresponde al sitio en donde se construirá la estructura, en **Km/hora**  $V_R$  170 km/hr

$V_{RD}$  Velocidad a la que se verificará el desplazamiento máximo de la estructura, en **Km/hora**  $V_{RD}$  93.6 km/hr

**Categoría** del terreno según su rugosidad **C.T.** **2**

**Clase** de estructura según su tamaño **Clase** B

Factor de exposición,  $F_\alpha = F_C F_{rz}$

Donde:

$F_C$  es el factor que determina la influencia del tamaño de la construcción, adimensional.  $F_C$  0.95

$F_{rz}$  es el factor que establece la variación de la velocidad del viento con la altura  $Z$  en función de la rugosidad del terreno de los alrededores, adimensional

$F_{rz} = 1.56 [10/\delta]^\alpha$  si  $Z \leq 10$

$F_{rz} = 1.56 [Z/\delta]^\alpha$  si  $10 < Z < \delta$

$F_{rz} = 1.56$  si  $Z \geq \delta$

$\delta$  es la altura gradiente  $\delta$  315 m

$\alpha$  es el exponente que determina la forma de la variación de la velocidad del viento con la altura.  $\alpha$  0.131

### Presión dinámica de base, $q_z$ .

Cuando el viento actúa sobre un obstáculo, genera presiones sobre su superficie que varía según la intensidad de la velocidad y la dirección del viento. La presión que ejerce el flujo del viento sobre una superficie plana perpendicular a él se denomina comúnmente presión dinámica de base y se determina con la siguiente ecuación:

$$q_z = 0.0048 G V_D^2$$

Donde:

$G$  es el factor de corrección por temperatura y altura

$V_D$  es la velocidad de diseño

$q_z$  es la Presión dinámica de base.

**0.0048** es un medio de la densidad del aire.

Ciudad	Num. Obs.	V200	ASNM	Temp Media Anual
<b>CAMPECHE, CAMP.</b>	<b>4003</b>	<b>170</b>	<b>253</b>	<b>26.1</b>

Tabla III.1(a)

<b>B</b> =	1.200	b/H =	0.0628
<b>n<sub>o</sub></b>	1.005	Valor obtenido del Staad	
$\delta$	0.324	m	para sismo <input type="button" value="Leer"/>

Tabla I.3 FACTOR DE TAMAÑO	
Clase de estructura	$F_c$
A	1.00
B	0.95
C	0.90

Tabla I.4 Valores de		$\alpha$	$y$	$\delta$
Categoría del Terreno	$\alpha$			$\delta$ (m)
	Clase de la Estructura			
	A	B	C	
1	0.099	0.101	0.105	245
2	0.128	0.131	0.138	315
3	0.156	0.16	0.171	390
4	0.17	0.177	0.193	455



# a39m Rb Rey Sol R08

$$0.392 \Omega$$

$$G = \frac{273 + \tau}{273 + \tau}$$

Altitud (MSNM)

$\Omega$  es la presión barométrica, en mm de Hg

$\tau$  es la temperatura ambiental, en °C

Alt.	15	m
$\Omega =$	740	mmHg
$\tau =$	26.1	°C
$G =$	0.970	

Altitud (msnm)	$\Omega$ mmHg
0	760
500	720
1000	675
1500	635
2000	600
2500	565
3000	530
3500	495

## Análisis dinámico.

Este procedimiento permite evaluar los empujes ocasionados por la interacción dinámica entre el flujo del viento y las estructuras, principalmente las pertenecientes a los tipos 2 y 3

Determinación de la velocidad de diseño,  $V_D = F_T F_{\infty} V_R$

En donde  $V_R$  es la velocidad regional de ráfaga y los factores  $F_T$  y  $F_{\infty}$  se evaluarán de acuerdo con las características del sitio en donde se desplanta la construcción, sin embargo para el análisis dinámico el factor que considera el tamaño de la estructura  $F_c$ , y del cual es función del factor de exposición  $F_{\infty}$ , se tomará igual a 1. Esta velocidad de diseño también se considera en la revisión de la posible aparición vórtices y posibles problemas de inestabilidad.

## Presiones en la dirección del viento.

$$P_z = F_g C_a q_z$$

$F_g$  Es el factor de respuesta dinámica debido a ráfagas, adimensional.

$C_a$  Es el coeficiente de arrastre, adimensional, que depende de la forma de la estructura, y

$q_z$  Es la presión dinámica de base en la dirección del viento, en kg/m<sup>2</sup>, a una altura  $Z$ , en metros, sobre el nivel del terreno.

$$q_z = 0.0048 G V_D^2$$

## Factor de respuesta dinámica $F_g$ .

$$F_g = 1/g^2 [1 + g_p (\sigma/\mu)]$$

En donde:

$g$  es un factor de ráfaga, variable con la altura  $Z$ ,

$g_p$  es el factor pico por o de efecto máximo de la carga por viento, y

$\sigma / \mu$  es la relación entre la desviación estándar (raíz cuadrada del valor cuadrático medio) de la carga por viento y el valor medio de la carga por viento.

Todas estas variables son adimensionales y se obtienen como a continuación se explica.

La variación del factor de ráfaga con la altura  $z$  se calcula con las siguientes expresiones:

$g = k' [10/\delta]^{\eta}$	si $Z \leq 10$
$g = k' [Z/\delta]^{\eta}$	si $10 < Z < \delta$
$g = k'$	si $Z \geq \delta$

En donde  $k'$  y  $\eta$  adimensionales, dependen de la rugosidad del sitio de desplante, y  $\delta$  es la altura gradiente en metros.

$k'$	1.288
$\eta$	-0.054
$\delta$	315 m

La relación  $\sigma/\mu$  que representa la variación de la carga debido a la turbulencia del viento, se calcula con la siguiente ecuación:

Categoría Terreno C.T.	1	2	3	4
$k'$	1.224	1.288	1.369	1.457
$\eta$	-0.032	-0.054	-0.096	-0.151
$\delta$	245	315	390	455





# a39m Rb Rey Sol R08

$$\sigma/\mu = [(k_r/C_{a'}) (B + S E / \xi)]^{1/2}$$

En donde:

$k_r$  es un factor relacionado con la rugosidad del terreno

$$k_r = 0.08$$

$\xi$  es el coeficiente de amortiguamiento crítico

$$\xi = 0.01$$

$B$  es el factor de excitación de fondo.

$S$  es el factor de reducción por tamaño.

$E$  es el factor que representa la relación de energía de ráfaga con la frecuencia

Los parámetros  $B$ ,  $S$ ,  $E$  y  $g_p$  se pueden calcular con la ayuda de la gráfica I.20

En las gráficas de la figura I.20,  $b/H$  es la relación entre el ancho  $b$ , y la altura  $H$ , ambos en metros y corresponden al lado de barlovento.

$$b = 2.4500$$

$$H = 39.00$$

$$b/H = 0.0628$$

$$B = 1.2000$$

Factor de Excitación de Fondo (Figura I.20)

La relación  $(3.6n_o H)/V'_H$  es la frecuencia reducida adimensional, en

donde  $n_o$  es la frecuencia natural de vibración, en Hz, y  $V'_H$  es la velocidad media de diseño, en km/hr.

Dicha velocidad se calcula para la altura más elevada de la estructura,  $H$ , en m.

$$n_o = 1/T$$

$$n_o = 1.005 \text{ Valor obtenido del Staad}$$

La velocidad media de diseño del viento  $V'_H$

$$V'_H = (I/g_H) V_H$$

Donde

$g_H$  es definido como el factor de ráfaga y se calcula para  $Z = H$ ,

y la velocidad de diseño  $V_H$  en km/hr es calculada también para  $Z = H$

\* Ver tabular de datos

$$g_H = 1.4418$$

$$V_H = 187.94$$

$$V'_H = 130.35$$

Frecuencia Reducida

$$(3.6n_o H)/V'_H = 1.082$$

Factor de reducción por tamaño (Figura I.20)

$$S = 0.160$$

**Inverso de la longitud de onda igual a:**

$$3.60 n_o / V'_H = 0.0277$$

Relación de Energía de Ráfaga (Figura I.20)

$$E = 0.10$$

El factor pico,  $g_p$ , se obtiene en función del coeficiente de rapidez de

fluctuación promedio  $V$  en Hz, y se obtiene mediante la siguiente

$$v = n_o [(S E) / (S E + \xi B)]^{1/2} \quad v = 0.752$$

Factor de respuesta máxima,  $g_p$  (Figura I.20)

$$g_p = 4.115$$

El factor  $C_{a'}$  se calcula con la siguiente expresión:

$$C_{a'} = 3.46 (F_T)^2 [10/\delta]^{2\alpha'} \quad \text{si } H < 10$$

$$C_{a'} = 3.46 (F_T)^2 [H/\delta]^{2\alpha'} \quad \text{si } 10 < H < \delta$$

$$C_{a'} = 3.46 (F_T)^2 \quad \text{si } H \geq \delta$$

En donde  $F_t$  es el factor de topografía y  $H$  la altura total de la construcción,  $m$

$$H = 39 \text{ m}$$

$$F_T = 1.1$$

$$\delta = 315 \text{ m}$$

$$\alpha' = 0.180$$

$$C_{a'} = 1.974$$

$$\sigma/\mu = [(k_r/C_{a'}) (B + S E / \xi)]^{1/2} \quad \sigma/\mu = 0.333$$

$C_a$  Es el coeficiente de arrastre, adimensional Tabla I.28

Considerando una sección transversal circular y superficie lisa o poco rugosa **Rel.  $H/b = 15.9$**

Revisar Factor  $bV_D > 6m^2/s$

Donde:

$V_D$  es la velocidad de diseño considerada a 2/3 de la altura en m/s  $V_D = 49.5 \text{ m/s}$

$$C_a = \text{DE TABLAS I.25, I.27}$$

Tabular de Valores de $k_r$				
Categoría Terreno C.T.	1	2	3	4
$k_r$	0.06	0.08	0.10	0.14

Tabular de Valores de $\alpha'$				
Categoría Terreno C.T.	1	2	3	4
$\alpha'$	0.130	0.180	0.245	0.310

Aproximacion valor de E	
$x0=4392 \cdot n_o/V'_H$	33.85
$E=x0^2/(1+x0^2)^{0.10}$	0.10

TABULAR DE CARGAS POR VIENTO EN Z Y EN X (ANTENAS Y PARABOLAS)

FZ	Cantidad	Nivel m	No. de Nodos	Nodos	VD (km/hr)	Fuerza Real Unit. (kg) FA(0°) o Fs	Fuerza Real Unit. (kg) Fa(90°)	Mi (90°) Real Unit. (kg-m)	Fuerza Real Total FA(0°) o Fs en Z (kg)	Fuerza Real Total Fa en X (kg)	Mi (90°) Real Total (kg-m)	FUERZA EN Z POR NODO (Kg)	Fuerza Real Total FA(0°) o Fs en X (kg)	Mi (90°) Real Total (kg-m)	FUERZA EN X POR NODO (Kg)	
Antenas Celulares GSM (Expuestas frente al viento)	4	39.0	2	2 50	188	161.85			647	0	0	323.7	647	0	323.7	
Parabola 0.60 m Frente al viento	1	37.5	2	3 6	187	82.77			83	0	0	41.4	83	0	41.4	
Parabola 1.20 m Frente al viento	1	37.5	2	3 6	187	251.35			251	0	0	125.7	251	22	125.7	
Parabola 1.20 m Girada 90°	1	37.5	2	3 6	187	124.56	21.83	86.07	125	22	86	62.3	125	0	62.3	
Parabola 0.60 m Frente al viento	1	33.0	2	10 12	184	80.05			80	0	0	40.0	80	0	40.0	
Parabola 1.20 m Frente al viento	1	33.0	2	10 12	184	243.07			243	0	0	121.5	243	21	121.5	
Parabola 1.20 m Girada 90°	1	33.0	2	10 12	184	120.46	21.11	83.23	120	21	83	60.2	120	0	60.2	
Solo parabola girada 90°																
Solo parabola frente al viento																
Solo parabola girada 90°																
Solo parabola frente al viento																
Solo parabola girada 90°																
Solo parabola frente al viento																
Solo parabola girada 90°																
Solo parabola frente al viento																
Solo parabola girada 90°																
Solo parabola frente al viento																
Antenas Celulares GSM	3	34.5	2	8 53	185	156.74			470	0	0	235.1	470	0	235.1	
Antenas Celulares GSM																
<b>Total de cargas antenas y parabolas .</b>										<b>43</b>	<b>169</b>	<b>1,010</b>	<b>2,020</b>	<b>43</b>	<b>169</b>	<b>1,010</b>

TABULAR DE CARGAS POR VIENTO PLATAFORMAS Y T45

	Cantidad	Nivel m	No. de Nodos	qz kg/m²	g	Fg	Ca	Pz (Kg/m2)	AREA EXPUESTA SOLIDA (m2)	FUERZA POR VIENTO (Kg)	Nodos	FUERZA POR NODO (Kg)
Plataforma	0	36.0	3	161	1,4481	1,130	2,540	461.98	1,900	0,0	6 51	0,0
Plataforma Intermedia	0		2				2,540		1,900			
Soporte	3	39.0	3	164	1,4418	1,140	1,200	224.82	0,252	80,8	2 50 4	26,9
Soporte	3	34.5	3	159	1,4514	1,125	1,200	214.85	0,252	79,0	8 53 7	26,3
T45	1	39.0	2	164	1,4418	1,140	1,100	206,09	0,400	82,4	2 50	41,2
<b>Total de cargas plataformas y T45 kg.</b>										<b>242</b>		

EN X	<b>9,359</b>
EN Z	<b>9,359</b>
<b>FUERZA TOTAL POR VIENTO</b>	<b>9,359</b>

CALCULO DE VELOCIDAD DE DISEÑO(V <sub>d</sub> ) PRESION DINAMICA DE BASE (qz) Y FUERZAS DE VIENTO POR TRAMO												
Z = H	39	1.1865	1.1865	187.94	164.39	1.4418						
Z=2/3*H	26.00	1.1251	1.1251	178.22								
FUERZAS EN ESTRUCTURA POR VIENTO												
TRAMO	Nivel (m)	Frz	F <sub>d</sub>	V <sub>0</sub> (Kmhra)	qz kg/m <sup>2</sup>	g	Fg	Pz (Kg/m2)	AREA EXPUESTA SOLIDA (m2)	FUERZA POR VIENTO (Kg)	NODOS	FUERZA POR NODO (Kg)
07-B	1.50	0.9928	0.9928	157	115.08	1.5518	0.984	181.80	1.661	305.5	42.87	152.8
07-A	3.00	0.9928	0.9928	157	115.08	1.5518	0.984	179.86	1.665	299.5	40.85	149.7
06-C	5.00	0.9928	0.9928	157	115.08	1.5518	0.984	174.53	2.061	359.7	38.83	179.9
06-B	7.00	0.9928	0.9928	157	115.08	1.5518	0.984	172.08	2.042	351.3	36.81	175.7
06-A	9.00	0.9928	0.9928	157	115.08	1.5518	0.984	169.57	2.023	343.0	34.79	171.5
05-C	11.00	1.0052	1.0052	159	117.99	1.5438	0.994	173.33	2.004	348.3	32.77	174.2
05-B	13.00	1.0275	1.0275	163	123.27	1.5289	1.012	182.91	1.985	363.1	30.75	181.6
05-A	15.00	1.0469	1.0469	166	127.98	1.5182	1.028	190.64	1.967	375.0	28.73	187.5
04-C	17.00	1.0642	1.0642	169	132.25	1.5079	1.042	193.66	1.868	362.2	26.71	181.1
04-B	19.00	1.0798	1.0798	171	136.16	1.4989	1.055	199.66	1.855	370.3	24.69	185.2
04-A	21.00	1.0941	1.0941	173	139.77	1.4908	1.066	204.61	1.841	376.8	22.67	188.4
03-C	23.00	1.1072	1.1072	175	143.15	1.4835	1.077	219.74	1.613	354.4	20.65	177.2
03-B	25.00	1.1194	1.1194	177	146.31	1.4768	1.086	223.49	1.601	357.7	18.63	178.8
03-A	27.00	1.1307	1.1307	179	149.29	1.4707	1.095	227.13	1.589	360.9	16.61	180.5
02-C	29.00	1.1414	1.1414	181	152.11	1.4651	1.104	237.37	1.477	350.5	14.59	175.2
02-B	31.00	1.1514	1.1514	182	154.79	1.4598	1.112	241.10	1.467	353.6	12.57	176.8
02-A	33.00	1.1608	1.1608	184	157.35	1.4549	1.119	249.78	1.521	379.9	10.55	190.0
01-D	34.50	1.1676	1.1676	185	159.19	1.4514	1.125	253.12	1.047	265.1	8.53	132.6
01-C	36.00	1.1741	1.1741	186	160.97	1.4481	1.130	257.08	1.047	269.3	6.51	134.6
01-B	37.50	1.1804	1.1804	187	162.70	1.4449	1.135	260.95	1.047	273.3	3.47	136.7
01-A	39.00	1.1865	1.1865	188	164.39	1.4418	1.140	264.71	1.047	277.3	2.50	138.6

## a39m Rb Rey Sol R08

TABULAR DE CARGAS POR VIENTO ANTENAS Y PARABOLAS																
FZ	Cantidad	Nivel m	No. de Nodos	Nodos	VD (km/hr)	Fuerza Real Unit. (kg) FA(0°) o Fs	Fuerza Real Unit. (kg) Fa(90°)	MT (90°) Real Unit. (kg-m)	Fuerza Real Total FA(0°) o Fs en Z (kg)	Fuerza Real Total Fa en X (kg)	FUERZA EN Z POR NODO (Kg)	MT (90°) Real Total (kg-m)	FUERZA EN X POR NODO (Kg)			
Antenas Celulares GSM (Expuestas frente al viento)	4	39.0	2	2 50	122	68.38			274	0	136.8	0	136.8			
Parabola 0.60 m Frente al viento	1	37.5	2	3 6	122	34.97			35	0	17.5	0	17.5			
Parabola 1.20 m Frente al viento	1	37.5	2	3 6	122	106.19			106	9	53.1	36	53.1			
Parabola 1.20 m Girada 90°	1	37.5	2	3 6	122	52.63	9.22	36.36	53	9	26.3	0	26.3			
Parabola 0.60 m Frente al viento	1	33.0	2	10 12	120	33.82			34	0	16.9	0	16.9			
Parabola 1.20 m Frente al viento	1	33.0	2	10 12	120	102.70			103	9	51.3	35	51.3			
Parabola 1.20 m Girada 90°	1	33.0	2	10 12	120	50.89	8.92	35.17	51	9	25.4	0	25.4			
Solo parabola girada 90°																
Solo parabola frente al viento																
Solo parabola girada 90°																
Solo parabola frente al viento																
Solo parabola girada 90°																
Solo parabola frente al viento																
Solo parabola girada 90°																
Solo parabola frente al viento																
Solo parabola girada 90°																
Solo parabola frente al viento																
Solo parabola girada 90°																
Solo parabola frente al viento																
Solo parabola girada 90°																
Solo parabola frente al viento																
Antenas Celulares GSM	3	34.5	2	8 53	120	66.22			199	0	99.3	0	99.3			
Antenas Celulares GSM	0	0.0	2							0		0	0			
Total de cargas antenas y parabolas										18	72	327	655	18	72	327

TABULAR DE CARGAS POR VIENTO PLATAFORMAS Y T45												
	Cantidad	Nivel m	No. de Nodos	qz kg/m²	g	Fg	CA	Pz (Kg/m2)	AREA EXPUESTA SOLIDA (m2)	FUERZA POR VIENTO (Kg)	Nodos	FUERZA POR NODO (Kg)
Plataforma	0	36.0	3	68	1.4481	1.130	2.540	195.19	1.900	0.0	6.51	0.0
Plataforma Intermedia	0		2				2.540		1.900			
Soporte	3	39.0	3	69	1.4418	1.140	1.200	94.99	0.252	71.7	2.50 4	23.9
Soporte	3	34.5	3	67	1.4514	1.125	1.200	90.77	0.252	68.5	8.53 7	22.8
T45	1	39.0	2	69	1.4418	1.140	1.100	87.07	0.400	34.8	2.50	17.4
Total de cargas plataformas y T45 kg.										175		

X	3,913
Z	175
Y	3,913

## FUERZAS DE VIENTO

CALCULO DE VELOCIDAD DE DISEÑO(V <sub>0</sub> ) PRESION DINAMICA DE BASE (q <sub>0</sub> ) Y FUERZAS DE VIENTO POR TRAMO PARA REVISION POR DESPLAZAMIENTO												
Z = H	39	1.1865	1.1865	122.16	69.45	1.4418						
Z=2/3*H	26.00	1.1251	1.1251	115.84								
FUERZAS EN ESTRUCTURA POR VIENTO												
TRAMO	Nivel (m)	Frz	F <sub>z</sub>	V <sub>0</sub> (Kmh)	q <sub>0</sub> kg/m <sup>2</sup>	g	Fg	Pz (Kg/m2)	AREA EXPUESTA SOLIDA (m2)	FUERZA POR VIENTO (Kg)	NODOS	FUERZA POR NODO (Kg)
07-B	1.50	0.9928	0.9928	102	48.62	1.5518	0.984	79.27	1.661	133.2	42 87	66.6
07-A	3.00	0.9928	0.9928	102	48.62	1.5518	0.984	78.43	1.665	130.6	40 85	65.3
06-C	5.00	0.9928	0.9928	102	48.62	1.5518	0.984	76.43	2.061	157.5	38 83	78.8
06-B	7.00	0.9928	0.9928	102	48.62	1.5518	0.984	75.35	2.042	153.8	36 81	76.9
06-A	9.00	0.9928	0.9928	102	48.62	1.5518	0.984	74.24	2.023	150.1	34 79	75.1
05-C	11.00	1.0052	1.0052	103	49.85	1.5438	0.994	76.02	2.004	152.3	32 77	76.2
05-B	13.00	1.0275	1.0275	106	52.08	1.5299	1.012	79.79	1.985	158.4	30 75	79.2
05-A	15.00	1.0469	1.0469	108	54.07	1.5182	1.028	82.98	1.967	163.3	28 73	81.6
04-C	17.00	1.0642	1.0642	110	55.87	1.5079	1.042	84.36	1.868	157.6	26 71	78.8
04-B	19.00	1.0798	1.0798	111	57.53	1.4989	1.055	86.71	1.855	160.8	24 69	80.4
04-A	21.00	1.0941	1.0941	113	59.05	1.4908	1.066	88.70	1.841	163.3	22 67	81.7
03-C	23.00	1.1072	1.1072	114	60.48	1.4835	1.077	97.64	1.613	157.5	20 65	78.7
03-B	25.00	1.1194	1.1194	115	61.81	1.4768	1.086	98.96	1.601	158.4	18 63	79.2
03-A	27.00	1.1307	1.1307	116	63.07	1.4707	1.095	99.68	1.589	158.4	16 61	79.2
02-C	29.00	1.1414	1.1414	118	64.27	1.4651	1.104	102.24	1.477	151.0	14 59	75.5
02-B	31.00	1.1514	1.1514	119	65.40	1.4598	1.112	103.63	1.467	152.0	12 57	76.0
02-A	33.00	1.1608	1.1608	120	66.48	1.4549	1.119	107.32	1.521	163.2	10 55	81.6
01-D	34.50	1.1676	1.1676	120	67.26	1.4514	1.125	107.74	1.047	112.9	8 53	56.4
01-C	36.00	1.1741	1.1741	121	68.01	1.4481	1.130	109.45	1.047	114.6	6 51	57.3
01-B	37.50	1.1804	1.1804	122	68.74	1.4449	1.135	111.11	1.047	116.4	3 47	58.2
01-A	39.00	1.1865	1.1865	122	69.45	1.4418	1.140	112.74	1.047	118.1	2 50	59.0

# **6. DISEÑO DE SISMO POR C.F.E.**

 <b>carso</b> INFRAESTRUCTURA Y CONSTRUCCION S.A.S.	PROYECTO	CA0034 "REY SOL"				
	CLIENTE	CICSA				
	CONCEPTO	TORRE AUTOSOPORTADA DE 39m 170 km/hr				
	TAREA					
		ELABORÓ:	REVISÓ:	FECHA:	REVISIÓN:	HOJA:
	EVA	CSC	02-mar-18	0	1 1	

Grupo	A	
Zona Sísmica	A	
Terreno	III	
Q =	2	
T =	0.9955	seg.
ao =	0.075	
c =	0.3	
Ta =	0.6	seg.
Tb =	2.9	seg.
r =	1.00	
Wt =	7834	Kg.
f =	1.00452	
Te =	0.9955	seg. Te < Tb
h =	39.00	m.

**Tabla 3.1 Espectros de diseño para estructuras del grupo B**

Zona Sísmica	Tipo de suelo	a <sub>0</sub>	c	T <sub>g</sub> (s)	T <sub>g</sub> (s)	r
A	I	0.02	0.08	0.2	0.6	0.50
	II	0.04	0.16	0.3	1.5	0.67
	III	0.05	0.20	0.6	2.9	1.00
B	I	0.04	0.14	0.2	0.6	0.50
	II	0.08	0.30	0.3	1.5	0.67
	III	0.10	0.36	0.6	2.9	1.00
C	I	0.36	0.36	0.0	0.6	0.50
	II	0.64	0.64	0.0	1.4	0.67
	III	0.64	0.64	0.0	1.9	1.00
D	I	0.50	0.50	0.0	0.6	0.50
	II	0.86	0.86	0.0	1.2	0.67
	III	0.86	0.86	0.0	1.7	1.00

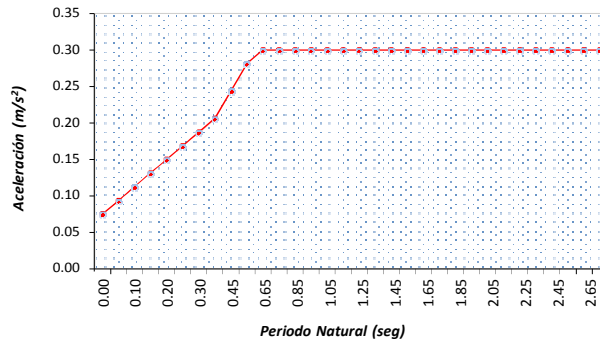
ESPECTRO DE ACELERACION				Diseño		Despla						
T	a	Q'	a/Q'	(a/Q') X Finc	(a) X Finc	ao	c	Ta	Tb	r	Finc	Finc
0.00	0.075	1.000	0.075	0.094	0.063	0.075	0.3	0.60	2.9	1	1.25	1.25
0.05	0.094	1.083	0.087	0.108	0.078							
0.10	0.113	1.167	0.096	0.121	0.094							
0.15	0.131	1.250	0.105	0.131	0.109							
0.20	0.150	1.333	0.113	0.141	0.125							
0.25	0.169	1.417	0.119	0.149	0.141							
0.30	0.188	1.500	0.125	0.156	0.156							
0.35	0.206	1.583	0.130	0.163	0.172							
0.45	0.244	1.750	0.139	0.174	0.203							
0.55	0.281	1.917	0.147	0.183	0.234							
0.65	0.300	2.000	0.150	0.188	0.250							
0.75	0.300	2.000	0.150	0.188	0.250							
0.85	0.300	2.000	0.150	0.188	0.250							
0.95	0.300	2.000	0.150	0.188	0.250							
1.05	0.300	2.000	0.150	0.188	0.250							
1.15	0.300	2.000	0.150	0.188	0.250							
1.25	0.300	2.000	0.150	0.188	0.250							
1.35	0.300	2.000	0.150	0.188	0.250							
1.45	0.300	2.000	0.150	0.188	0.250							
1.55	0.300	2.000	0.150	0.188	0.250							
1.65	0.300	2.000	0.150	0.188	0.250							
1.75	0.300	2.000	0.150	0.188	0.250							
1.85	0.300	2.000	0.150	0.188	0.250							
1.95	0.300	2.000	0.150	0.188	0.250							
2.05	0.300	2.000	0.150	0.188	0.250							
2.15	0.300	2.000	0.150	0.188	0.250							
2.25	0.300	2.000	0.150	0.188	0.250							
2.35	0.300	2.000	0.150	0.188	0.250							
2.45	0.300	2.000	0.150	0.188	0.250							
2.55	0.300	2.000	0.150	0.188	0.250							
2.65	0.300	2.000	0.150	0.188	0.250							
2.75	0.300	2.000	0.150	0.188	0.250							

$$a = a_0 + (C - a_0) \frac{T_e}{T_a} \text{ si } T_e < T_a$$

$$a = C \text{ si } T_a \leq T_e \leq T_b$$

$$a = C \left[ \frac{T_b}{T_e} \right]^r \text{ si } T_e > T_b$$

ESPECTRO DE DISEÑO SEGUN MANUAL C.F.E. 1993



REFERENCIA

Normas de Telcel capítulo 2.3 (Análisis de fuerzas debido a sismo)

**Cortante Basal Estático de Diseño**

F.I. = 1.50

C.S. = 0.20

Q = 2

$$V_e = \frac{W_{TOTAL} (C.S.) (F.I.)}{Q}$$

Ve = 1.175 Ton

1.175 x 0.75 = 0.881

Vd = 0.90

Cortante Basal Dinámico de STAAD

Vd > 0.75 Ve

OK

**Cortante Basal Estático de Desplazamiento**

C.S. = 0.20

$$V_e = W_{TOTAL} (C.S.)$$

Ve = 1.567 Ton

1.567 x 0.75 = 1.175

Vd = 1.19

Cortante Basal Dinámico de STAAD

Vd > 0.75 Ve

OK

Desplazamiento por análisis Dinámico = 0.0869

0.087 OK

1.021

Desplazamiento Permisible