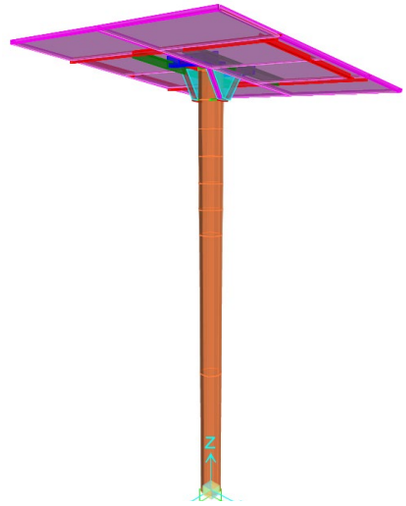
PROYECTO

Formular, Estructurar y diseñar proyectos Energéticos Sostenibles para la ampliación de la cobertura en las Localidades de las zonas no Interconectadas del país para las Regiones Caribe y Antioquia

UBICACION

MUNICIPIO DE MAICAO DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA

ZONA RURAL DISPERSA



CONTIENE

CALCULO ESTRUCTURAL

CHEQUEO DE RESISTENCIA Y ESTABILIDAD CONSTRUCTIVA

CALCULÒ

ALFREDO MARTIN PEREZ JAIMES

Ing. Civil. Esp. Estructuras

T.P 6820250673 STD

YOPAL

DICIEMBRE DE 2020

Yopal diciembre de 2020

Señores

Entidad interesada

La Ciudad

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

Yo, ALFREDO MARTIN PEREZ JAIMES, ingeniero civil con matricula profesional No 6820250673 STD, debidamente registrado en el Consejo Profesional nacional de ingenieria y afines, presento los calculos estructurales elaborados de acuerdo a los requerimientos de las normas vigentes para:

El componente estructural de:	***CHEQUEO DE RESISTENCIA Y ESTABILIDAD CONSTRUCTIVA***
Ubicacion	***MUNICIPIO DE MAICAO DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA*** ***ZONA RURAL DISPERSA***
Proyecto	***Formular, Estructurar y diseñar proyectos Energéticos Sostenibles para la ampliación de la cobertura en las Localidades de las zonas no Interconectadas del país para las Regiones Caribe y Antioquia***

Declaro que asumo la responsabilidad de los calculos y diseños y exonero a la entidada encargada de su revision de toda responsabilidad en cuanto al mismo. Acepto y reconozco que la revision efectuada por quien corresponda no constituye una aprobacion al diseño estructural, sino la verificacion del cumplimiento de las normas vigentes.

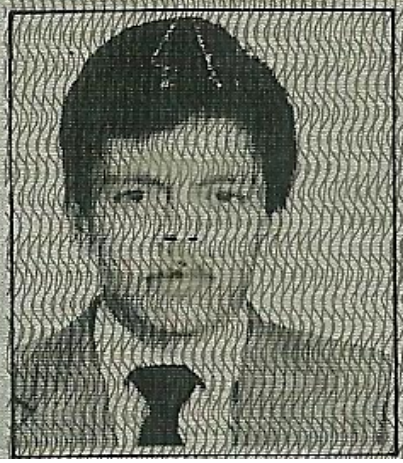
Anexo. Copia de matricula profesional.

Atentamente,

ALFREDO MARTIN PEREZ JAIMES
Ing. Civil. M.P. 6820250673 STD
C.C. 91.240.944 Bucaramanga

REPUBLICA DE COLOMBIA

Consejo Profesional Nacional de Ingeniería y Arquitectura



MATRICULA NO. 68202506735TD

INGENIERO CIVIL

DE FECHA 21/04/94

APELLIDOS

PEREZ JAIMES

NOMBRES

ALFREDO MARTIN

C.C. 91,240,944

UNIV. INDUSTRIAL DE SANTANDER

Presidente del Consejo

1. INTRODUCCION

El presente informe corresponde a la revisión de capacidad y estabilidad de un poste de tubería redonda de acero estructural con recubrimiento galvanizado para soportar unos elementos tipo panel solar (2 Unidades de 1x2m), la estructura se empotra en el suelo con un encamisado de concreto simple, el análisis en general se desarrolla bajo la norma NSR-10, los resultados son plasmados en la presente memoria. el objetivo es comprobar que las fuerzas horizontales impuestas por carga muerta, sismo y viento básico no superan la capacidad de diseño.

El procedimiento a seguir comprende el análisis y calculo de cargas, muertas, sismo y viento aplicadas según lo exige la norma en su Titulo B. se incluyo la carga de sismo por solicitud del interesado aunque su analisis no es indispensable para este tipo de estructura.

En líneas generales se utilizara El programa SAP2000, el cual permite la verificación de soporte de deflexiones, cargas axiales y cortantes, otros cálculos se realizan con hojas electrónica de acuerdo a las solicitaciones de carga expuestas anteriormente.

1.1 GENERALIDADES

La estructura a chequear corresponde a una estructura tipo péndulo invertido conformada por un tubo principal o mástil sobre el cual se pone una estructura metálica para soportar unos paneles solares, con dimensiones aproximadas de 2x2 m. el poste o mástil se empotra a 1.0m. de profundidad en concreto simple de f´c =3000 PSI o 21 Mpa. de resistencia a la compresión.

El principal objetivo del presente calculo es verificar que la estructura tipo acero estructural compuesta por un tubo principal o central redondo de diámetro 4 pulgadas y espesor 3mm, Angulo de soporte para a los paneles solares sean lo suficientemente resistente ante la imposición de fuerzas tales como: Viento, sismo y muerta.

1.1.1 Ubicación y tipo de estructura

Tabla 1. Ubicación y tipo de estructura

Ubicación :	*Municipio de MAICAO*	*ZONA RURAL DISPERSA*	*Departamento de:*	***LA GUAJIRA***
Dirección	***POBLACIÓN DISPERSA RURAL***			
Numero de pisos máximos	*1 pisos*			
Tipo de estructura resistente :	*Poste con estructura de Fibra de vidrio*			
Estructura secundaria	*No Aplica*			
Tipo de entrepiso :	*No Aplica*			
Análisis Sísmico	*No Aplica*			

1.2 Materiales estructurales a utilizar

Los materiales que se deberán utilizar para la construcción de esta estructuras son las siguientes:

Tabla 2. Materiales estructurales

Tipo de Material	***Resistencia***		***Especificación poste***	***Uso Característico poste***
Tubo estructural	***Fy (Mpa)***	***Fu (Mpa)***	*A500 Gr.C*	*Elemento estructural soporte paneles*
	324	*437*		
Tipo de Material	***Resistencia (f´c) Mpa***		***Especificación***	***Uso Característico***
Concreto	*21*		*Hidráulico*	*soporte poste*
Tipo de Material	***Resistencia (f´y) Mpa***		***Especificación***	***Uso Característico***
Acero perfil tipo Angulo	*345*		*ASTM A572, g50*	*Estructura de soporte paneles*

1.2.1 Material natural para soporte o suelo

Del estudio de suelos se extrae el valor de capacidad admisible representativo del suelo y Angulo de fricción.

Para el análisis se toma como base de calculo la capacidad que tiene un suelo en un área que cubre un cuadrado de 1x1m

Se recurre al estudio de suelos para el municipio de municipio de MAICAO departamento de LA GUAJIRA, de donde se obtiene según anexo 5- exploración 1-1. La capacidad portante y el valor del Angulo de fricción del Anexo 6- Exploracion 1-1

Tabla 3. Tipo y características del suelo

CARACTERÍSTICAS SUELO						
Suelo cimentación	Desplante en el suelo (df)	Capacidad portante admisible	Capacidad Ultima	Angulo de fricción	Ka	Kp
	m	KN/m2	KN/m2	ϕ		
Natural	1	104.5	313.5	29.17	0.345	2.90
Clasificación tipo de suelo	Aa	AV	Fa	Fv	Grupo de uso	Coeficiente importancia
	(-)	(-)	(-)	(-)		
E	0.1	0.15	2.5	3.3	I	1.0

1.3 Programas de calculo a utilizar

** Hoja de calculo electrónica : EXCEL*

** Programa de análisis de elementos finitos SAP2000 versión 18.2*

2 EVALUACIÓN DE CARGAS ESTÁTICAS SOBRE LA ESTRUCTURA

Se analizan las cargas que intervienen en la estructura en general.

2.1. Características de los elementos que componen la cubierta tipo panel solar fotovoltaico

Tabla 4. Características de la cubierta

Inclinación Prom. cubierta =		10	° sector medio	Descripción
Numero de aguas		1	#	Solo inclinados en una dirección
Altura máxima		3	m	Centro de gravedad conjunto paneles
Longitud máxima soporte =		2.00	m	Ancho del conjunto de 2 paneles
Longitud del panel		1.95	m	Longitud de un solo panel

2.1.1. Carga muerta

2.1.1.1 Cubierta liviana tipo panel solar

En la siguiente tabla se condensan los pesos de cada uno de los elementos que componen la estructura de soporte incluido el peso de los propios paneles solares, los datos se obtienen de catálogos comerciales y de la memoria de calculo suministrada por el fabricante de los postes de fibra de vidrio.

Tabla 5. Carga muerta

Dimensión Paneles		Área	(Peso promedio suministrado por catalogo de fabricantes) Peso de un panel (1x1.95m)	Numero de paneles
lado A (m)	Lado B (m)	m2	KN	#
1.95	2	3.9	0.225	2

Peso de estructura soporte (Calculada internamente por el programa SAP)	Peso poste metalico (4m)	Peso total paneles	Carga paneles/m2
KN	KN	KN	KN/m2
0.124	**0.3264**	**0.45**	**0.12**

2.1.2 Carga Viva

2.1.2.1 Carga viva cubierta sobre paneles

No se considera carga viva debido a que se trata de una estructura muy pequeña y no amerita que se haga mantenimiento directamente sobre la estructura sino de forma externa, sea con escalera o andamio.

Carga puntual hombre=	**N.A**	**KN**

2.1.3. Carga Viento

En este caso la norma NSR-10, capitulo B.6, articulo B.6.1. no tiene estudios específicos por lo tanto se aplica la carga mínima de 40 Kgf/m2 o 0.40 KN/m2.

La carga es aplicada en el modelo matemático por m2. (modelo matemático en SAP2000)

2.1.4. Carga Sísmica

Por tratarse de una estructura simple, liviana y de péndulo invertido se aplicara una metodología simplificada con el método Fuerza Horizontal Equivalente, a través del software SAP2000 donde se introducirán el factor de aceleración Sax y Say y el factor K. según A.4.3 NSR-10. los cálculos de fuerza por esta carga las hace el software internamente.

2.1.4.1 Calculo de Valores básico sísmicos NSR-10

De acuerdo a los parámetros antes expuestos se procede a calcular el espectro de sismo así:

Tabla 6. Valores básicos análisis sísmico

Sa =2,5*Aa*Fa*I	Tc = (0,48*Av*Fv)/(Aa*Fa)	To =0.1*(Av*Fv)/(Aa*Fa)	TL = 2,4*Fv
Frac. Gravedad	Seg	Seg	Seg
0.625	0.950	0.198	7.920

Los parámetros Sa, To, Tc, Tl se definen en el capitulo A2 titulo A.2.6 (Espectro de diseño)

Lo anterior requiere que se halle el valor aproximado del periodo fundamental (Ta) como lo indica A.4.2.2 y la tabla A.4.2-1 el valor obtenido (Ta) se compara con el obtenido del modelo matemático y se escoge el menor de los dos.

2.1.4.2. Calculo comparativo entre periodos fundamentales (Ta) fuerza H. Equivalente y calculo de Sax y Say

Se calculan los factores de fuerza horizontal equivalente según A.4.3 de la NSR10, teniendo en cuenta que se trata de una estructura pórtico metálica formado por elementos tipo cercha.

El valor de Sax y Say se calcula teniendo en cuenta el factor de importancia para el caso en el que hay que diseñar los elementos, mientras que para el calculo de derivas no es necesario multiplicar por el factor de importancia para edificaciones de uso IV, III Y II. según A.6.2.1.2 de la NSR-10.

Tabla 7. Calculo de parámetros sísmicos para modelo matemático

Ct	α	Altura estructura = h	N=núm.. pisos	Ta= Ct*h^ α	Cu>=1.2
(-)	(-)	m.	und.	s.	(-)
0.072	0.8	3	1	0.173	1.2

Cu*Ta	Periodo fundamental modelo matematico. Tx	Periodo a utilizar Tx	Tc	Sax
s.	s.	s.	s.	g.
0.208	0.479	0.208	0.950	0.625

Ct	α	Altura edificio = h	N=núm.. pisos	Ta= Ct*h^ α	Cu>=1.2
(-)	(-)	m.	und.	s.	(-)
0.072	0.8	3	1	0.173	1.2

Cu*Ta	Periodo fundamental modelo matematico. Ty	Periodo a utilizar Ty	Tc	Say
s.	s.	s.	s.	g.
0.208	0.478	0.208	0.950	0.625

Exp. Relacionado Con periodo (Kx)		Exp. Relacionado Con periodo (Ky)
(-)		(-)
1.000		**1.000**

2.1.4.3 Coeficiente de capacidad disipacion de energia. (Ro)

De acuerdo con la NSR-10, esta estructura se puede clasificar como péndulo invertido, por lo que recurriendo a la tabla A-1.3-1 NSR-10 se puede asignar el siguiente valor para Ro.

Ro =2 ***Este valor dividira al coeficiente Sax y Say en el medelo matematico.***

3. Análisis de estabilidad de la estructura y diseño de soporte para paneles

Para hacer el análisis de estabilidad de la estructura se recurre a los resultados del modelo matemático una vez cargado con los diferentes tipos de carga, de igual forma con las combinaciones de carga ultima se chequean los elementos que soportaran al panel, el diseño se realiza con los combos del 1 al 7. en el programa SAP2000, bajo la norma AISC 360-16 aplicable dentro de la NSR-10. (Ver graficas de cargas y resultados modelo matemático), en el reporte del programa SAP2000 se incluyen las secciones de los perfiles utilizados.

El análisis incluye las combinaciones de carga sugeridas por la NSR-10 titulo B.

Tabla 8. Combinaciones de carga

COMBOS DE CARGA ULTIMA		
Combo1	*Combo 2 y 3*	*Combo 4 y5*
1.4D	***1.2D + - 0.8W***	***1.2D + -1.6W***
Combo 6 y 7	*Combo 8A, 8B y 9A, 9B*	*Combo 10A, 10B y 11A, 11B*
0.6D + -1.6W	***1.2D + -1Exy***	***0.9D + -1Exy***
COMBOS DE CARGA DE SERVICIO		
Combo 8 y 9	*Combo 10 y 11*	*Combo 12 y 13*
1D + -W	***1D+ -0.75W***	***0.6D+ -W***
Combo 14 , 15, 16,17	*Combo 18, 19, 20,21*	*Combo 22*
1D+0.7Exy	***0.6D+0.7Exy***	***1D***

Para el caso de diseño de elementos estructurales como ángulos de soporte para los paneles solares se utilizan cargas ultimas es decir afectadas o mayoradas por los factores de carga y en el caso del análisis de estabilidad se realiza mediante cargas de servicio, es decir sin mayorar.

3.1. Fuerzas sobre el apoyo del tubo central (Sobre bloque de concreto)

Para obtener las reacciones extremas sobre el poste y que se transmiten al suelo se aplican las anteriores combinaciones por carga ultima como se muestra en los siguientes cuadros.

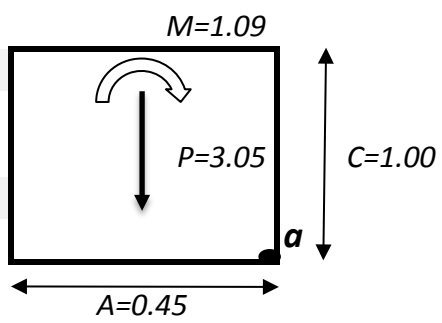
Tabla 9. Reacciones (Fuerza y Momento) por cargas de Servicio

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	KN	KN	KN
18	*COMB8*	*Combination*	*0.271*	*-1.302E-12*	*-0.021*
18	*COMB9*	*Combination*	*-0.271*	*1.674E-12*	*3.052*
18	*COMB10*	*Combination*	*0.203*	*-9.304E-13*	*0.363*
18	*COMB11*	*Combination*	*-0.203*	*1.302E-12*	*2.668*
18	*COMB12*	*Combination*	*0.271*	*-1.377E-12*	*-0.627*
18	*COMB13*	*Combination*	*-0.271*	*1.6E-12*	*2.446*
18	*COMB14*	*Combination*	*-0.251*	*1.15E-12*	*1.515*
18	*COMB15*	*Combination*	*0.251*	*-7.782E-13*	*1.515*
18	*COMB16*	*Combination*	*-0.251*	*1.15E-12*	*1.515*
18	*COMB17*	*Combination*	*0.251*	*-7.782E-13*	*1.515*
18	*COMB18*	*Combination*	*-0.251*	*1.075E-12*	*0.909*
18	*COMB19*	*Combination*	*0.251*	*-8.525E-13*	*0.909*
18	*COMB20*	*Combination*	*-0.251*	*1.075E-12*	*0.909*
18	*COMB21*	*Combination*	*0.251*	*-8.525E-13*	*0.909*
18	*COMB22*	*Combination*	*1.592E-12*	*1.857E-13*	*1.515*

Joint	OutputCase	CaseType	M1	M2	M3
Text	Text	Text	KN-m	KN-m	KN-m
18	COMB8	Combination	-0.000529	1.0889	-6.752E-11
18	COMB9	Combination	-0.000529	-1.0891	6.573E-11
18	COMB10	Combination	-0.000529	0.8167	-5.086E-11
18	COMB11	Combination	-0.000529	-0.8168	4.907E-11
18	COMB12	Combination	-0.0003174	1.0889	-6.716E-11
18	COMB13	Combination	-0.0003174	-1.089	6.609E-11
18	COMB14	Combination	-0.000529	-0.9879	-0.0001547
18	COMB15	Combination	-0.000529	0.9877	0.0001547
18	COMB16	Combination	-0.000529	-0.9879	-0.0001547
18	COMB17	Combination	-0.000529	0.9877	0.0001547
18	COMB18	Combination	-0.0003174	-0.9878	-0.0001547
18	COMB19	Combination	-0.0003174	0.9877	0.0001547
18	COMB20	Combination	-0.0003174	-0.9878	-0.0001547
18	COMB21	Combination	-0.0003174	0.9877	0.0001547
18	COMB22	Combination	-0.000529	-0.00008029	-8.949E-13

Con base a los resultados sobre el apoyo se tiene que las fuerzas para diseño en tensión y compresión son la siguientes:

Fuerza en tensión	*-0.6270*	*KN*
Momento en tensión	*1.089*	*KN-m*
Fuerza en compresión =Fa	*3.05*	*KN*
Momento en compresión	*-1.089*	*KN-m*



3.2 Peso de poste de fibra de Vidrio y cimentación

Para esto se debe averiguar el peso del bloque de concreto, poste y fuerza pasiva del suelo. Para de ahí obtener las fuerzas resistentes que se oponen a las fuerzas que se generan por acción del viento y la misma carga muerta del panel al formar una estructura tipo péndulo, para tal efecto se toman los resultados de reacciones arrojados por el programa SAP. y se comparan con las fuerzas resistentes.

3.2.1. Peso poste de metalico

Los datos del poste son extraídos de la memoria anexa suministrada por el fabricante del poste de fibra y que hace parte del presente informe.

Tabla 10. Especificaciones técnicas poste metalico

Diámetro exterior superior (Ds)	*Diámetro exterior inferior (Di)*	*Diámetro promedio poste (A)*	*Espesor pared poste (e)*	*Alto (C)*	*Peso poste*
m	*m*	*m*	*m*	*m*	*KN*
0.1135	*0.1135*	*0.1135*	*0.00300*	*4.0*	*0.325*

3.2.2. Peso sección concreto cimentación menos volumen de poste

Se calcula el peso del concreto que envuelve al poste de fibra a la profundidad de cimentación propuesta en el estudio de suelo.

Tabla 11. Sección concreto cimentación

Diámetro hueco cimentación	Área cimentación	Desplante en el suelo (df)	Volumen sección poste	Volumen neto	Peso concreto
m	m	m	m3	m3	KN
0.45	0.159	1	0.0101	0.149	3.57

3.3. Aporte Sección suelo natural a la fuerza pasiva

El suelo aporta una resistencia al volteo pues el mismo confina el concreto que sirve de apoyo al poste, esta fuerza que se opone al volteo es la fuerza pasiva y a continuación se calcula.

Tabla 12. Fuerza pasiva sección suelo

Peso especifico suelo = G	Coef. Pasivo de presión =Kp	Desplante en el suelo (df)	longitud sección media (A)	Fuerza Pasiva =(Kp*df^2*A*G)/2
KN/m3	(-)	m	m	KN
18	2.90	1	0.45	11.75

3.4 Momento resistente al volteo del bloque de concreto

*Se calculan los momentos Haciendo momento con punto de giro en un extremo del bloque de concreto (**a**), para el presente caso se tomaron las reacciones ultimas es decir afectadas por factores de carga titulo B de la NSR10.*

Tabla 13. Fuerza Resistente

Fuerza resistente por carga muerta (concreto)	Fuerza resistente por carga muerta (poste)	Fuerza resistente por reacción pasiva del suelo
KN	KN	KN
3.57	0.325	11.75

Tabla 14. Brazo par fuerzas

brazo por carga muerta (Base de concreto)	Brazo resistente por carga muerta (poste)	Brazo resistente por carga pasivo (suelo de confinamiento)
m	m	m
0.23	0.23	0.33

Tabla 15. Momento resistente

Momento resistente por carga muerta (concreto)	Momento resistente por carga muerta (poste)	Momento resistente por carga pasivo (suelo)
KN-m	KN-m	KN-m
0.80	0.07	3.92

Tabla 16. Verificación de cumplimiento del momento resistente Vs Momento de servicio

Momento Total servicio resistente = Mr	***Momento de servicio aplicado = Ms***	***Factor de seguridad (Mr>Ms)***	***Chequeo***
KN-m	*KN-m*		
4.79	*1.089*	***4.40***	***Cumple***

El factor de seguridad al volteo es suficiente utilizando el aporte a la resistencia que hace el suelo de confinamiento al aportar fuerza pasiva. Para el análisis se utilizaron cargas ultimas, es decir afectadas por factores de carga.

3.5 Anclaje por peso del bloque de concreto

En este caso se considera que el peso del concreto despreciando el peso propio de la estructura es suficiente como para contrarrestar la fuerza que pueda tratar de hacer volar la estructura, para tal fin se compara las fuerzas resultantes en la base del poste, según modelo matemático y cuyos resultados se consignan en la tabla 7.

Tabla 17. Verificación de cumplimiento de la resistencia al arrancamiento

Peso del bloque de concreto Fuerza resistente = Fr	***Reacción en la base***	***Factor de seguridad (Fr/Fu) > 1.5***	***Chequeo***
KN	*KN*	*(-)*	*(-)*
3.57	*0.627*	***5.70***	***Cumple***

3.6 Fuerza de compresión sobre el terreno

Se chequea la fuerza que ejerce el bloque de concreto en conjunto con el panel y el poste, esta fuerza es de carácter ultimo mayorado obtenido del programa SAP2000, por lo que debe compararse con la capacidad ultima reducida del suelo.

Tabla 18. Verificación de cumplimiento de la fuerza de compresión sobre el terreno

Reacción por fuerzas de servicio sin pedestal = (Fs)	***Reacción por fuerzas de servicio mas pedestal = (Fa)***	***Área de superficie poste en contacto con suelo***	***Esfuerzo aplicado a la superficie***	***Esfuerzo admisible resistente del suelo = Q ad***	***Chequeo (Fa)<(Qad)***
KN	*KN*	*m2*	*KN/m2*	*KN/m2*	*(-)*
3.052	*6.63*	*0.16*	*41.66*	*104.50*	***Cumple***

Como se puede observar al aplicar la fuerza sobre el terreno el esfuerzo producido por la estructura sobre el suelo es mínima por lo tanto no hay problema en la cimentación.

3.7. Carga que soporta el poste

De acuerdo con el modelo matemático y sus resultados el poste es suficiente para soportar las fuerzas impuestas por la carga muerta (D), Carga de viento (W) y sismo E. combinadas de acuerdo con lo especificado en el titulo B Articulo B.2.4.2 para cargas ultimas de diseño como se especifica en la tabla 6 del presente informe.

Para comparar la fuerza cortante es necesario recurrir a F.2.7.6 para el calculo del cortante nominal resistente.

Tabla 19. Reacciones (Fuerza Cortante) por cargas Ultimas

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	KN	KN	KN
18	COMB1	Combination	2.228E-12	2.6E-13	2.122
18	COMB2	Combination	0.217	-9.677E-13	0.589
18	COMB3	Combination	-0.217	1.413E-12	3.048
18	COMB4	Combination	0.433	-2.158E-12	-0.64
18	COMB5	Combination	-0.433	2.604E-12	4.277
18	COMB6	Combination	0.433	-2.214E-12	-1.094
18	COMB7	Combination	-0.433	2.548E-12	3.822
18	COMB8	Combination	0.271	-1.302E-12	-0.021
18	COMB8A	Combination	-0.359	1.6E-12	1.818
18	COMB8B	Combination	0.359	-1.154E-12	1.818
18	COMB9A	Combination	-0.359	1.6E-12	1.818
18	COMB9B	Combination	0.359	-1.154E-12	1.818
18	COMB10A	Combination	-0.359	1.544E-12	1.364
18	COMB10B	Combination	0.359	-1.21E-12	1.364
18	COMB11A	Combination	-0.359	1.544E-12	1.364
18	COMB11B	Combination	0.359	-1.21E-12	1.364

Tabla 20. Verificación de cumplimiento de la fuerza cortante

Lv =Longitud elemento	*Espesor tubo*	*Diámetro exterior =D*	*Área transversal Ag*	*Modulo de elasticidad acero*	*A=(D/t)^(5/4)*
mm	*mm*	*mm*	*mm2*	*Mpa*	*(-)*
3000.0	*3.0*	***113.50***	*1041.438*	*200000.0*	*93.83*

B=(D/t)^(3/2)	*C=(Lv/D)^(1/2)*	*Esfuerzo superior = Fcr=1.6E/A*C*	*Esfuerzo inferior Fcr=0.78E/B*	*Valor limite de Fcr =0.6*Fy*
(-)	*(-)*	*Mpa*	*Mpa*	*Mpa*
232.71	*5.14*	*663.35*	*670.4*	*194.40*

El mayor valor Fcr entre el superior e inferior es Fcr	*El valor a tomar despues de comparar los tres valores sera Fcr =*	*Cortante nominal Vn=Fcr*Ag/2*	*Cortante ultimo Vu*	*Chequeo*
MPa	*Mpa*	*KN*	*KN*	
670.367	*194.4*	*101.23*	*0.433*	***Cumple***

De igual forma el poste recibirá cargas verticales muy pequeña como lo es el peso de la estructura de los paneles incluida su estructura de acero, esta carga garantiza que los postes nunca estarán sobre esforzado o aplastados como se demuestra en los resultados de diseño del programa SAP2000. Los cuales se muestran en forma grafica.

3.8. Aclaraciones al presente informe

Este informe verifica en forma especifica la estabilidad de la estructura y el diseño de los elementos que soportan a los paneles solares (Poste principal y Ángulos estructurales), por lo tanto los análisis de flexión, cortante y torsión se chequean mediante el programa SAP2000.

Para el presente caso no aplica un análisis de aplastamiento del concreto pues el concreto instalado solo funciona como anclaje y transmisor de las fuerzas verticales por trabe entre el poste y el concreto y por consiguiente la fricción entre el concreto y el suelo, para el análisis de estabilidad por desprendimiento entre el suelo y el volumen de concreto se desprecio la fuerza de fricción entre el suelo y el concreto ósea que solo se considero el peso del concreto para contrarrestar las fuerzas que tienden a desprenderlo del suelo , por otro lado se considera que las cargas verticales son muy pequeñas como para afectar el concreto en su capacidad a la compresión.

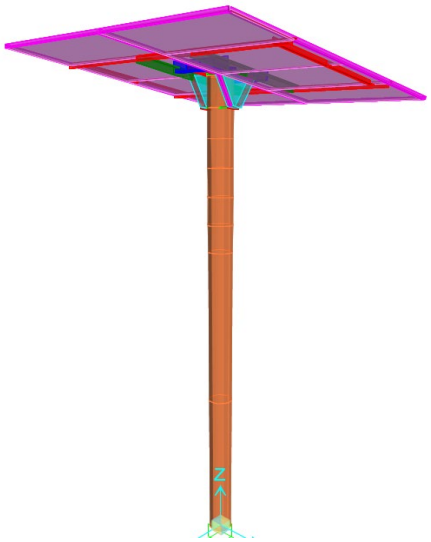


Figura 1. Modelo matematico

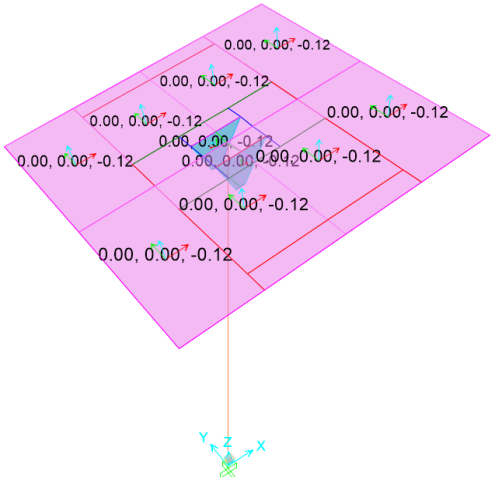


Figura 2. Carga muerta (DC)

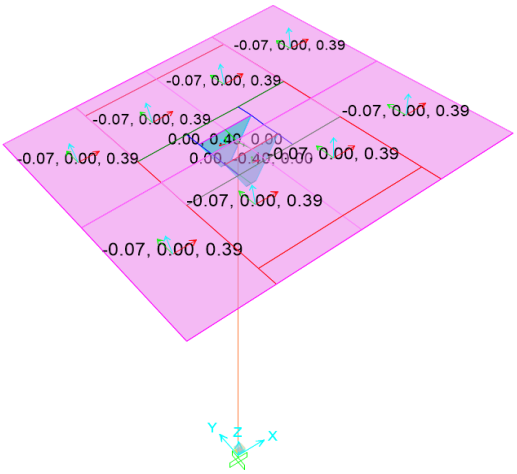


Figura 3. Carga viento (W) aplicada perpendicular a la superficie

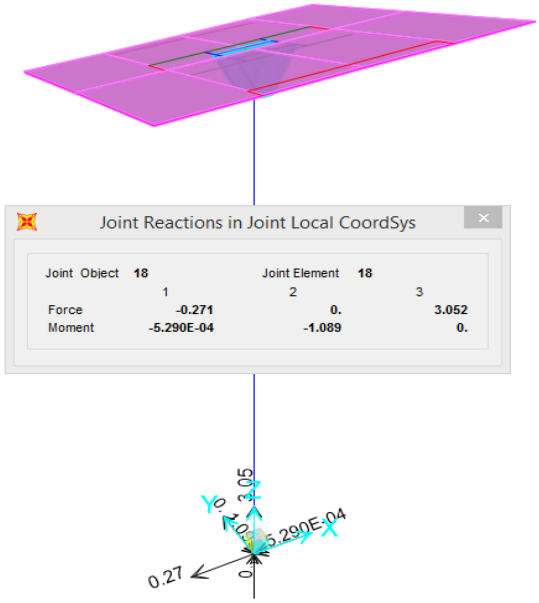


Figura 4. Reacciones Combo 9 (Servicio)

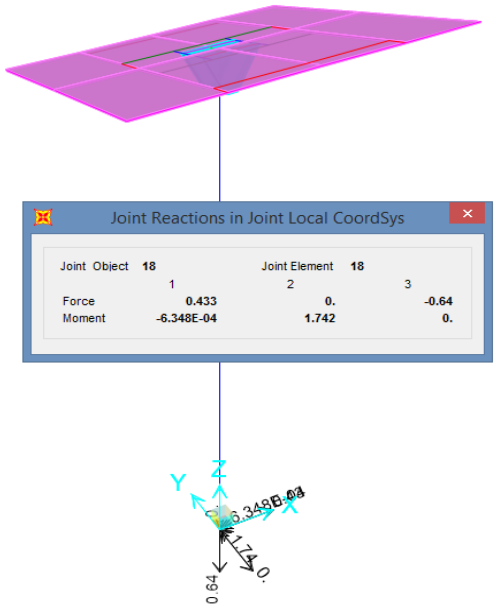
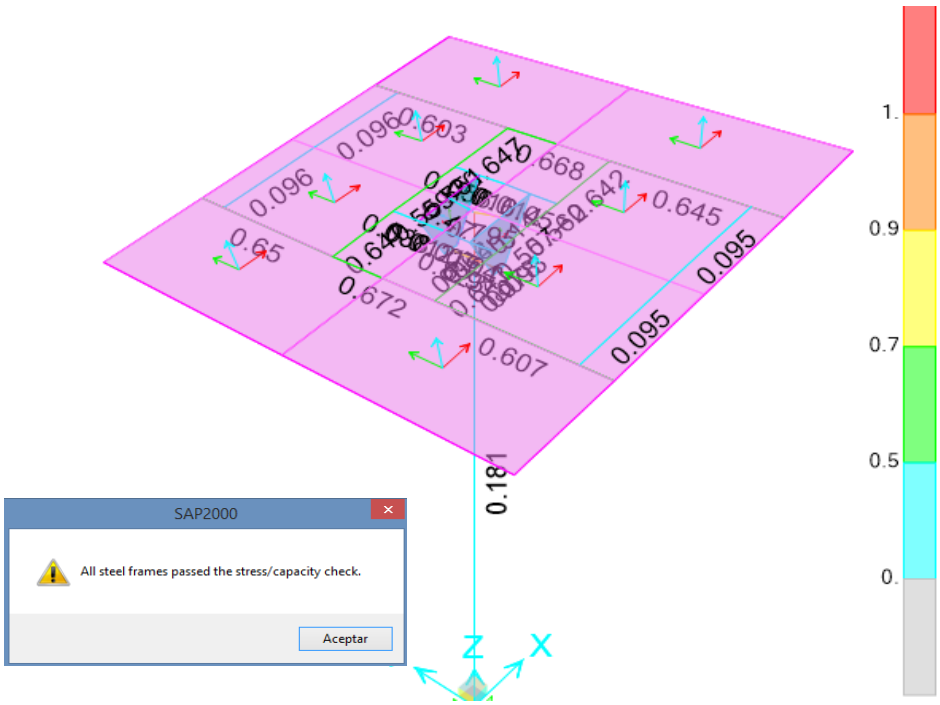


Figura 5. Reacciones Combo 4 (Resistencia ultima)



Los colores de los resultados indican que la estructura esta dentro de los limites estables de diseño para cada uno de los elementos tipo tubo y angulo metalico de acero, es decir la relacion capacidad/demanda es menor a 1.

Figura 6. Resultados de diseño estructura soporte

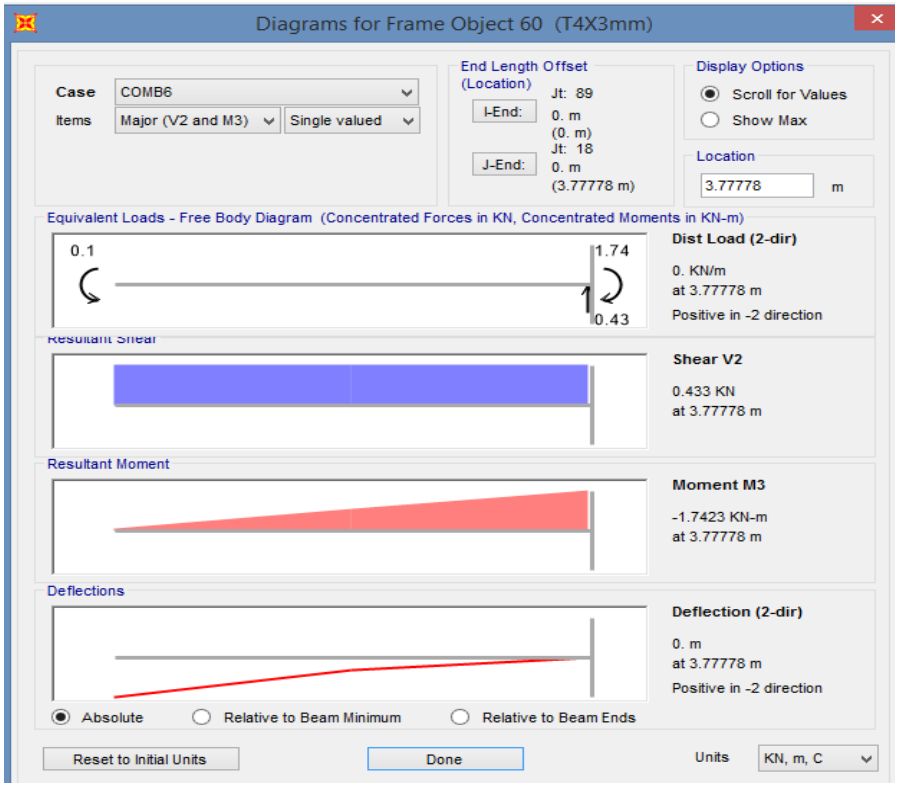


Figura 7. Graficas de cortante maximo carga ultima combo 4

CONCLUSIONES Y OBSERVACIONES

Antes de comenzar la construcción se debe chequear el sitio donde se instalaran los postes, de ser necesario se deberá hacer algún mejoramiento.

Los postes irán instalados a 1.0 m de profundidad, esta sección será embebida dentro de concreto, formando una sección transversal redonda de diámetro 0.45m. El concreto será de resistencia a la compresión de f´c=21 Mpa (3000 PSI).

Debido a que el ambiente donde estarán instaladas estas estructuras es altamente corrosivo se recomienda que en el caso de los postes sean tratados con galvanizado de por lo menos de tres capas, pues un galvanizado simple no garantiza su durabilidad y estabilidad.

En el presente informe se chequeo la capacidad de resistencia del poste de acero y los elementos tipo Angulo utilizados para soportar los paneles solares, de igual forma algunos resultados del software se utilizan para el chequeo de estabilidad de la estructura ante fuerzas de viento, sismo y muerta..

De acuerdo con los resultados de diseño se concluye que la carga de sismo no influye sobre el tubo principal y menos sobre los ángulos de soporte, por lo tanto la fuerza que mas influye para el diseño es la de viento junto con la carga muerta.

En líneas generales las fuerzas aplicada a la estructura son pequeñas, la estructura es liviana y ocupa un área casi despreciable.

Bajo las condiciones de empotramiento del poste, es decir enterrados a 1.0m de profundidad y encamisados con un concreto de diámetro 0.45m de sección son estables y pueden soportar la fuerza horizontal que tiende a volcarlos además de las fuerzas verticales de arrancamiento del conjunto y compresión sobre el poste y el suelo. "POR LO TANTO ES UNA ESTRUCTURA ESTABLE Y RESISTENTE"

Este análisis y chequeo estructural solo aplica para el municipio en mención: ***MAICAO*** *departamento de* ***La Guajira.***

ALFREDO M. PÉREZ JAIMES
Ing. Civil - E. Estructuras
M.P. 6820250673 STD