

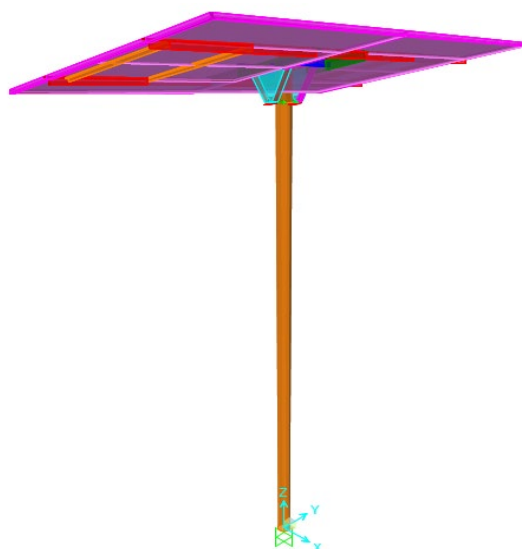
PROYECTO

***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 RIOHACHA DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA

ESCUELA ZONA RURAL DISPERSA



CONTIENE

CALCULO ESTRUCTURAL

**CHEQUEO DE RESISTENCIA Y ESTABILIDAD CONSTRUCTIVA PARA SISTEMA
DE PANELES SOLARES DE (TRES) 3 UNIDADES**

CALCULO

ALFREDO MARTIN PEREZ JAIMES

Ing. Civil. Esp. Estructuras

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Alfredo', written in a cursive style.

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 PARA SISTEMA DE PANELES SOLARES DE (TRES) 3 UNIDADES**

Ubicacion **MUNICIPIO DE RIOHACHA** **ESCUELA ZONA RURAL DISPERSA**
DEPARTAMENTO DE LA GUAJIRA

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 entidad 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



MATRÍCULA 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 (3 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 2x3 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 RIOHACHA	ZONA RURAL DISPERSA	Departamento de:	LA GUAJIRA
Dirección	ESCUELA VEREDA PLATANAL			
Numero de pisos máximos	1 pisos			
Tipo de estructura resistente :	Poste con tubería Metálica tipo Estructural			
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	F_y (Mpa)	F_u (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 una sección circular de 0.45m

Se recurre al estudio de suelos para el municipio de municipio de RIOHACHA 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
	<i>m</i>	<i>KN/m2</i>	<i>KN/m2</i>	ϕ		
Natural	1	101.9	305.7	29.2	0.344	2.91
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 =	3.00	m	Ancho del conjunto de 3 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 estructurales metálicos.

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	3	5.85	0.225	3

<i>Peso de estructura soporte (Calculada internamente por el programa SAP)</i>	<i>Peso poste metalico</i>	<i>Peso total paneles</i>	<i>Carga paneles/m2</i>
<i>KN</i>	<i>KN</i>	<i>KN</i>	<i>KN/m2</i>
0.5969	0.3264	0.675	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.

<i>Carga puntual hombre=</i>	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 Kg/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 S_a y S_y 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

$S_a = 2,5 * A_a * F_a * I$	$T_c = (0,48 * A_v * F_v) / (A_a * F_a)$	$T_o = 0.1 * (A_v * F_v) / (A_a * F_a)$	$T_L = 2,4 * F_v$
<i>Frac. Gravedad</i>	<i>Seg</i>	<i>Seg</i>	<i>Seg</i>
0.625	0.950	0.198	7.920

Los parámetros S_a , T_o , T_c , T_L 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 (T_a) como lo indica A.4.2.2 y la tabla A.4.2-1 el valor obtenido (T_a) 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 (T_a) fuerza H. Equivalente y calculo de S_a y S_y

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 S_{ax} y S_{ay} se calcula teniendo en cuenta el factor de importancia para el caso en el que hay que diseñar los elementos, mientras que para el cálculo 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. Cálculo de parámetros sísmicos para modelo matemático

C_t	α	Altura estructura = h	N =núm.. pisos	$T_a = C_t \cdot h^\alpha$	$C_u \geq 1.2$
(-)	(-)	m.	und.	s.	(-)
0.072	0.8	3	1	0.173	1.2
$C_u \cdot T_a$		Periodo fundamental modelo matemático. T_x	Periodo a utilizar T_x	T_c	S_{ax}
s.		s.	s.	s.	g.
0.208		0.479	0.208	0.950	0.625
C_t	α	Altura edificio = h	N =núm.. pisos	$T_a = C_t \cdot h^\alpha$	$C_u \geq 1.2$
(-)	(-)	m.	und.	s.	(-)
0.072	0.8	3	1	0.173	1.2
$C_u \cdot T_a$		Periodo fundamental modelo matemático. T_y	Periodo a utilizar T_y	T_c	S_{ay}
s.		s.	s.	s.	g.
0.208		0.478	0.208	0.950	0.625
Exp. Relacionado Con periodo (K_x)			Exp. Relacionado Con periodo (K_y)		
(-)			(-)		
1.000			1.000		

2.1.4.3 Coeficiente de capacidad disipación de energía. (R_o)

De acuerdo con la NSR-10, esta estructura se puede clasificar como péndulo invertido, por lo que se recurre a la tabla A.3-3 NSR-10 (numeral 5 péndulo invertido) o también se puede recurrir al AIS -180-13 tabla 4-2 (numeral 10, estructuras en voladizo), por lo tanto el valor de R_o será el siguiente:

$R_o = 2$ Este valor dividirá al coeficiente S_{ax} y S_{ay} en el modelo matemático.

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 última se chequean los elementos que soportarán 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 gráficas de cargas y resultados modelo matemático), en el reporte del programa de cálculo 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 de las anteriores combinaciones las correspondientes a carga de servicio como se muestra en los siguientes cuadros.

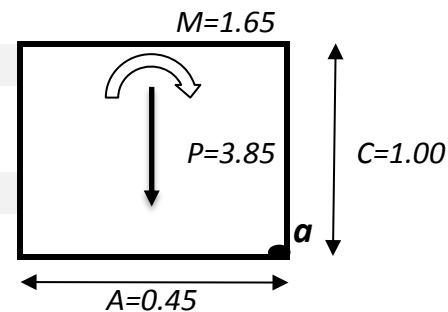
Tabla 9. Reacciones (Fuerza y Momento) por cargas de Servicio

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	KN	KN	KN
18	COMB8	Combination	0.41	-2.959E-12	-0.802
18	COMB9	Combination	-0.41	2.833E-12	3.846
18	COMB10	Combination	0.307	-2.235E-12	-0.221
18	COMB11	Combination	-0.307	2.109E-12	3.265
18	COMB12	Combination	0.41	-2.934E-12	-1.411
18	COMB13	Combination	-0.41	2.859E-12	3.237
18	COMB14	Combination	-0.3	-0.09	1.522
18	COMB15	Combination	0.3	0.09	1.522
18	COMB16	Combination	-0.09	-0.3	1.522
18	COMB17	Combination	0.09	0.3	1.522
18	COMB18	Combination	-0.3	-0.09	0.913
18	COMB19	Combination	0.3	0.09	0.913
18	COMB20	Combination	-0.09	-0.3	0.913
18	COMB21	Combination	0.09	0.3	0.913
18	COMB22	Combination	-3.984E-12	-6.305E-14	1.522

Joint	OutputCase	CaseType	M1	M2	M3
Text	Text	Text	KN-m	KN-m	KN-m
18	COMB8	Combination	-3.544E-10	1.6474	-8.666E-11
18	COMB9	Combination	9.273E-10	-1.6474	8.488E-11
18	COMB10	Combination	-1.942E-10	1.2356	-6.522E-11
18	COMB11	Combination	7.671E-10	-1.2356	6.344E-11
18	COMB12	Combination	-4.69E-10	1.6474	-8.631E-11
18	COMB13	Combination	8.127E-10	-1.6474	8.524E-11
18	COMB14	Combination	0.3589	-1.1962	-0.0009974
18	COMB15	Combination	-0.3589	1.1962	0.0009974
18	COMB16	Combination	1.1962	-0.3589	-0.0033
18	COMB17	Combination	-1.1962	0.3589	0.0033
18	COMB18	Combination	0.3589	-1.1962	-0.0009974
18	COMB19	Combination	-0.3589	1.1962	0.0009974
18	COMB20	Combination	1.1962	-0.3589	-0.0033
18	COMB21	Combination	-1.1962	0.3589	0.0033
18	COMB22	Combination	2.864E-10	-1.233E-10	-8.902E-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	-1.4110 KN
Momento en tensión	1.647 KN-m
Fuerza en compresión =Fa	3.85 KN
Momento en compresión	-1.647 KN-m



3.2 Peso de poste de acero estructural.

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 metalico

Los datos del poste son extraídos de los manuales comerciales para acero estructural ASTM A-500 gr.C.

Tabla 10. Especificaciones técnicas poste Metalico

Diámetro exterior superior (Ds)	Diámetro exterior inferior (Di)	Diámetro promedio poste (A)	Espesor pared poste (e)	Largo poste (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
<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m³</i>	<i>m³</i>	<i>KN</i>
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 específico suelo = G	Coef. Pasivo de presión =Kp	Desplante en el suelo (df)	longitud sección media (A)	Fuerza Pasiva =(Kp*df²*A*G)/2
<i>KN/m³</i>	<i>(-)</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>KN</i>
18	2.91	1	0.45	11.77

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 por carga de servicio anteriormente mencionadas en la tabla 9.

Tabla 13. Fuerza Resistente

Fuerza resistente por carga muerta (concreto)	Fuerza resistente por carga muerta (poste)	Fuerza resistente por reacción pasiva del suelo
<i>KN</i>	<i>KN</i>	<i>KN</i>
3.57	0.325	11.77

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)
<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m</i>
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)
<i>KN-m</i>	<i>KN-m</i>	<i>KN-m</i>
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		
4.80	1.647	2.91	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	1.411	2.53	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)<(Q_{ad})
KN	KN	m ²	KN/m ²	KN/m ²	(-)
3.846	7.42	0.16	46.66	101.90	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 Artículo B.2.4.2 para cargas ultimas de diseño como se especifica en la **tabla 8** 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	-1.591E-12	9.899E-13	2.132
18	COMB2	Combination	0.328	-1.088E-11	-0.032
18	COMB3	Combination	-0.328	1.257E-11	3.687
18	COMB4	Combination	0.656	-2.26E-11	-1.891
18	COMB5	Combination	-0.656	2.43E-11	5.546
18	COMB6	Combination	0.656	-2.281E-11	-2.348
18	COMB7	Combination	-0.656	2.408E-11	5.089
18	COMB8A	Combination	-0.429	-0.129	1.828
18	COMB8B	Combination	0.429	0.129	1.828
18	COMB9A	Combination	-0.129	-0.429	1.828
18	COMB9B	Combination	0.129	0.429	1.828
18	COMB10A	Combination	-0.429	-0.129	1.371
18	COMB10B	Combination	0.429	0.129	1.371
18	COMB11A	Combination	-0.129	-0.429	1.371
18	COMB11B	Combination	0.129	0.429	1.371

Tabla 20. Verificación de cumplimiento de la fuerza cortante

Lv =Longitud elemento	Espesor tubo	Diámetro exterior =D	Area 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	0.656	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 Elementos complementarios de tipo convencional

* Con el fin de controlar la fisuración del concreto del pedestal es necesario la utilización de una malla electrosoldada de (15 x 15, diámetro 6mm)

* Con el fin de repartir la carga en la cara inferior del tubo sobre el concreto es necesario poner una lamina de acero A-36 soldada al fondo extremo del tubo. Esta lamina debe ser de diámetro 0.30m y espesor =1/8"

* Para proteger el tubo internamente se debe poner en la punta superior del tubo una lamina de acero A-36 soldada. Esta lamina debe ser de diámetro 0.1135m y espesor =1/8"

* Para aprovechar al máximo los tubos metálicos que vienen en secciones de 6m, es necesario que al cortar secciones de 4m, los restantes 2m se deben unir a otros 2m. Para formar un tubo de 4m, esto se logra con una soldadura a tope con bisel de 45 grados.

* Para unir el tubo metálico al soporte de los paneles solares se plantea conectar el pivote articulado a través de abrazaderas ajustadas mediante pernos, de igual forma se perna el pivote al marco que contendrá a los paneles, pero esta unión también se puede hacer soldada utilizando soldadura E70XX, es decir de resistencia $F_u=70$ KSI. instalada en la posición deseada por quien lo realice siendo la 1 cualquier posición y 8 el tipo de corriente (E7018).

En el caso de utilizar pernos se hace un cálculo muy sencillo para ver que tipo de perno se requiere, suponiendo toda la fuerza del viento en succión por lo que los pernos estarían en tensión pura. La carga de viento se multiplica por 1.6.

Area paneles	Carga aplicada por viento en succión=W		Carga total	# de pernos	Diámetro perno A-307	
m ²	W(KN/m ²)	1.6W (KN/m ²)	KN	Cant.	pul	mm
6	0.4	0.64	3.84	4	1/2	12.7

Area de 1 perno =A _b	Carga sobre 1 perno	Resistencia de material perno F _{nt}	Factor de reducción en tensión ϕ_t	Resistencia de 1 perno =F _{nt} * ϕ_t *A _b
m ²	KN	Mpa	(-)	KN
126.677	0.96	310	0.75	29.45

Chequeo	0.96	<	29.45	Cumple
---------	------	---	-------	---------------

Lo anterior también se puede lograr suponiendo el uso de soldadura como se muestra a continuación:

Area paneles	Carga aplicada por viento en succión=W		Carga total = T _u	# de soldaduras	Longitud soldadura = L
m ²	W(KN/m ²)	1.6W (KN/m ²)	KN	Cant.	mm
6	0.4	0.64	3.84	8	30

Espesor soldadura = e	Espesor efectivo garganta $= e f = 0.7 * e$	Area efectiva $A_g = L * e f$	Resistencia de material Soldadura f_{EX}	Factor de reduccion en tension ϕ_t
mm	mm	mm ²	Mpa	(-)
3	2.121	63.63	490	0.6

Resistencia de 1 soldadura $= R_d = * \phi_t * A_g * f_{EX}$	Carga sobre 1 Soldadura = T_u	Chequeo $R_d > T_u$
KN	KN	
18.71	0.48	Cumple

Como se puede ver el caso mas extremo es la unión entre el pivote y el marco de soporte de los paneles, mientras que para los elementos del marco las fuerzas son mucho menores por lo tanto se puede asumir que utilizar este mismo tipo de soldadura de filete con un espesor de 3mm de tipo E70XX. es conveniente.

Además en los puestos donde se enfrenten los espesores de 2 ángulos se podrá utilizar soldadura a tope recto o biselado, de espesor igual al del elemento mas delgado. Este tipo de soldadura no requiere calculo alguno debido a que es del mismo espesor que el material a unir y de mayor resistencia, utilizar E70XX.

3.9. 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 desprecia 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.

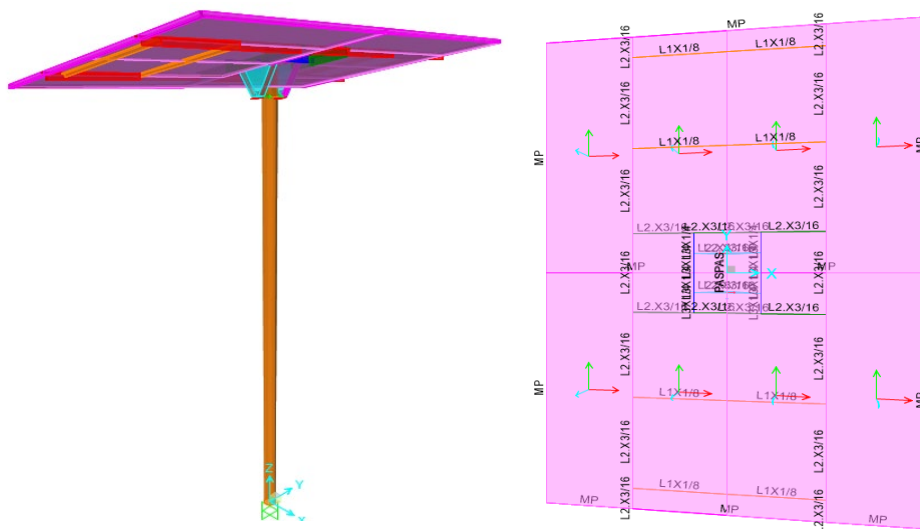


Figura 1. Modelo matematico

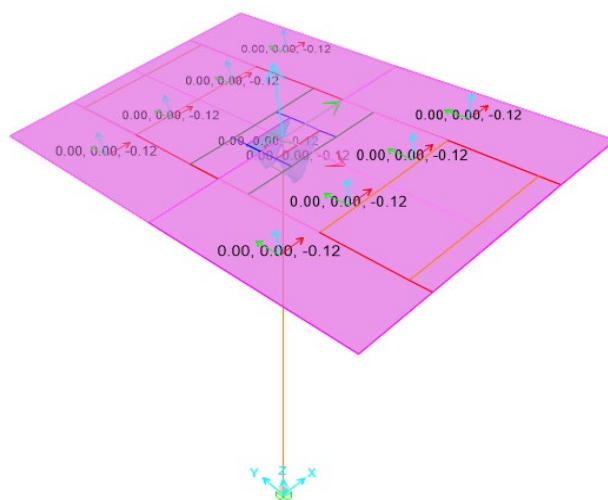


Figura 2. Carga muerta (DC)

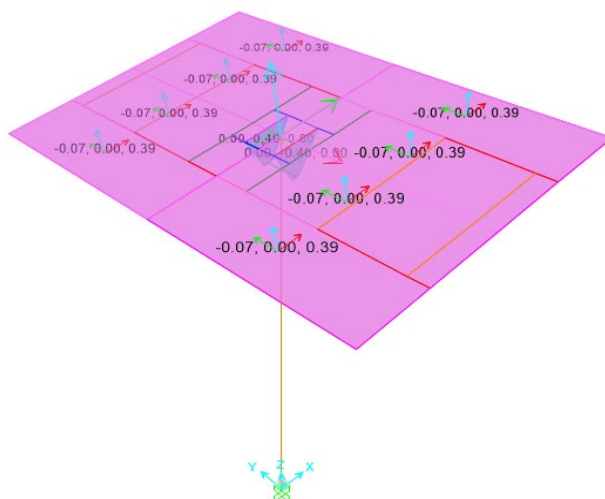


Figura 3. Carga viento (W) aplicada perpendicular a la superficie

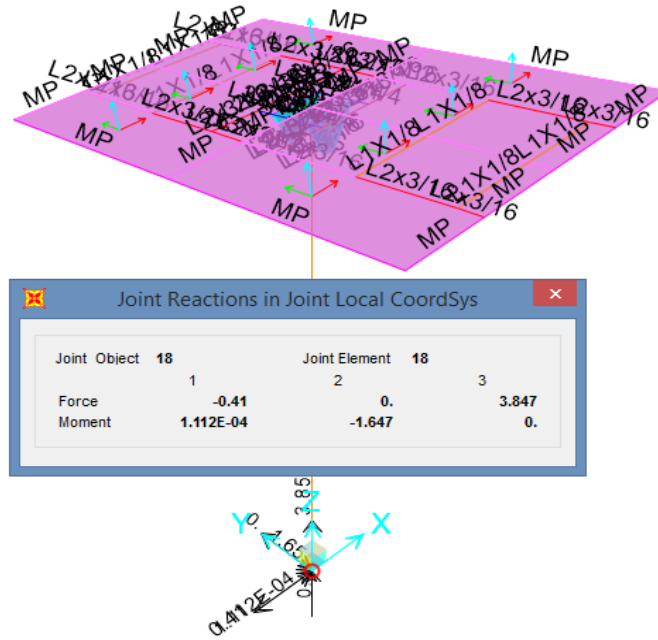


Figura 4. Reacciones Combo 9 (Servicio)

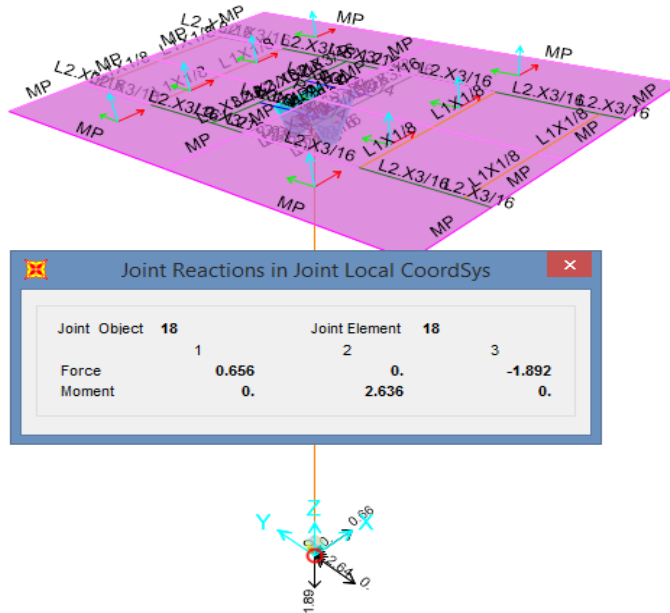
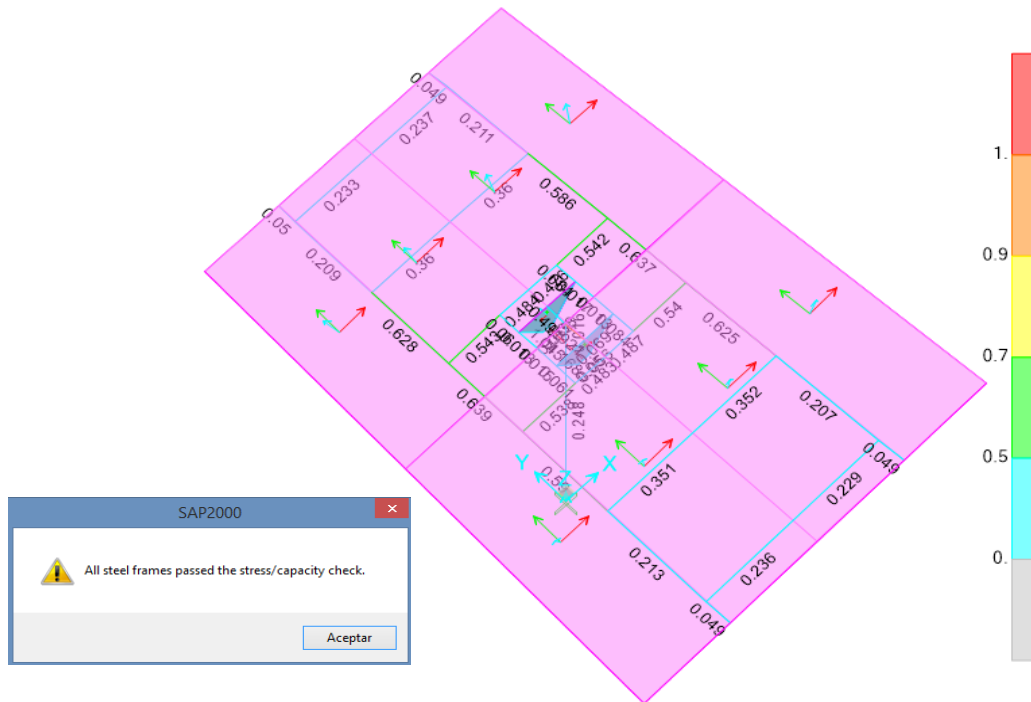


Figura 5. Reacciones Combo 4 (Resistencia ultima)



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

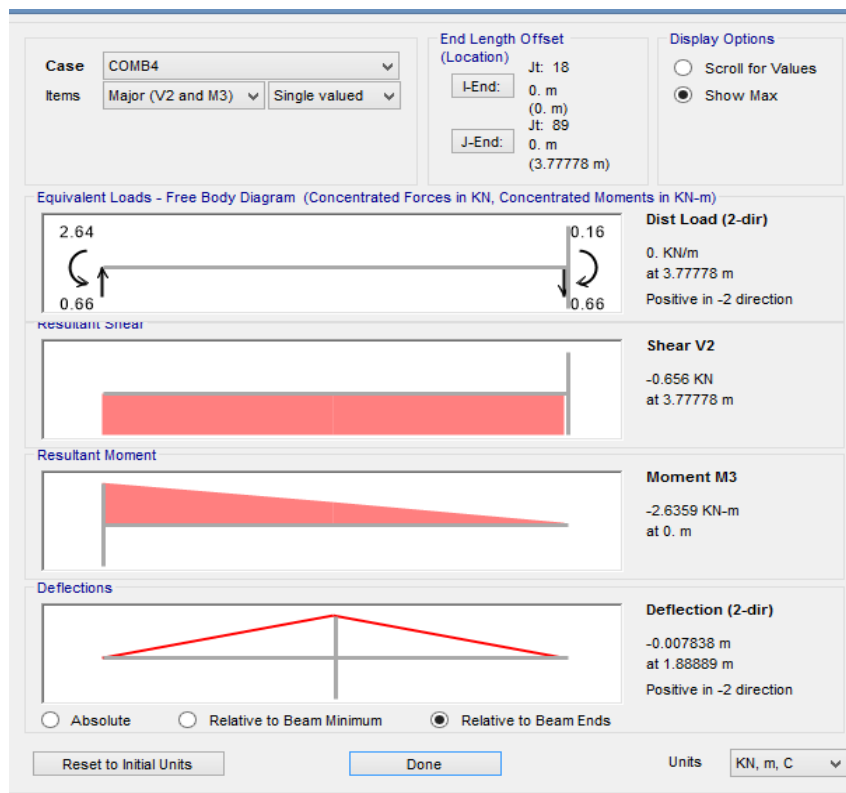


Figura 7. Graficas de cortante maximo carga ultima combo 4

Anexo: Modelo Soporte paneles con Tubo estructural metálico (Escuela Riohacha-Guajira)
-Datos de entrada programa SAP2000. (Los resultados se muestran gráficamente)

Table: Area Section Properties, Part 1 of 4

Table: Area Section Properties, Part 1 of 4								
Section	Material	MatAngle Degrees	AreaType	Type	DrillDOF	Thickness m	BendThick m	Arc Degrees
PANEL	MAT	0.	Shell	Membrane	Yes	0.01	0.01	
PIV	A36	0.	Shell	Shell-Thin	Yes	0.006	0.006	

Table: Area Section Properties, Part 2 of 4

Table: Area Section Properties, Part 2 of 4							
Section	InComp	CoordSys	Color	TotalWt KN	TotalMass KN-s2/m	F11Mod	F22Mod
PANEL			16744703	0.	0.	1.	1.
PIV			Cyan	0.047	4.747E-03	1.	1.

Table: Area Section Properties, Part 3 of 4

Table: Area Section Properties, Part 3 of 4								
Section	F12Mod	M11Mod	M22Mod	M12Mod	V13Mod	V23Mod	MMod	WMod
PANEL	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.
PIV	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.

Table: Area Section Properties, Part 4 of 4

Table: Area Section Properties, Part 4 of 4		
Section	GUID	Notes
PANEL		Added 11/01/2017 12:05:38 a. m.
PIV		Added 14/01/2020 0:31:39

Table: Auto Combination Option Data 01 - General

Table: Auto Combination Option Data 01 - General	
DesignType	AutoGen
Steel	No

Table: Auto Seismic - User Coefficient, Part 1 of 2**Table: Auto Seismic - User Coefficient, Part 1 of 2**

LoadPat	Dir	PercentEcc	EccOverride	UserZ	MaxZ m	MinZ m	C
QX	X	0.05	No	No			0.3125
QY	Y	0.05	No	No			0.3125

Table: Auto Seismic - User Coefficient, Part 2 of 2**Table: Auto Seismic - User Coefficient, Part 2 of 2**

LoadPat	K	WeightUsed KN	BaseShear KN
QX	1.	1.371	0.428
QY	1.	1.371	0.428

Table: Combination Definitions, Part 1 of 3**Table: Combination Definitions, Part 1 of 3**

ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor	SteelDesign
COMB1	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.4	Strength
COMB2	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.2	Strength
COMB2			Linear Static	WIND	0.8	
COMB3	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.2	Strength
COMB3			Linear Static	WIND	-0.8	
COMB4	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.2	Strength
COMB4			Linear Static	WIND	1.6	
COMB5	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.2	Strength
COMB5			Linear Static	WIND	-1.6	
COMB6	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	0.9	Strength
COMB6			Linear Static	WIND	1.6	
COMB7	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	0.9	Strength
COMB7			Linear Static	WIND	-1.6	
COMB8	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.	None
COMB8			Linear Static	WIND	1.	
COMB9	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.	None
COMB9			Linear Static	WIND	-1.	
COMB10	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.	None
COMB10			Linear Static	WIND	0.75	
COMB11	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.	None
COMB11			Linear Static	WIND	-0.75	
COMB12	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	0.6	None
COMB12			Linear Static	WIND	1.	
COMB13	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	0.6	None
COMB13			Linear Static	WIND	-1.	
COMB14	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.	None
COMB14			Linear Static	QX	0.7	
COMB8A	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.2	Strength
COMB8A			Linear Static	QX	1.	
COMB8B	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.2	Strength
COMB8B			Linear Static	QX	-1.	
COMB9A	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.2	Strength
COMB9A			Linear Static	QY	1.	

Table: Combination Definitions, Part 1 of 3

ComboName	ComboType	AutoDesign	CaseType	CaseName	ScaleFactor	SteelDesign
COMB9B	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.2	Strength
COMB9B			Linear Static	QY	-1.	
COMB10A	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	0.9	Strength
COMB10A			Linear Static	QX	1.	
COMB10B	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	0.9	Strength
COMB10B			Linear Static	QX	-1.	
COMB11A	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	0.9	Strength
COMB11A			Linear Static	QY	1.	
COMB11B	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	0.9	Strength
COMB11B			Linear Static	QY	-1.	
COMB15	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.	None
COMB15			Linear Static	QX	-0.7	
COMB16	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.	None
COMB16			Linear Static	QY	0.7	
COMB17	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.	None
COMB17			Linear Static	QY	-0.7	
COMB18	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	0.6	None
COMB18			Linear Static	QX	0.7	
COMB19	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	0.6	None
COMB19			Linear Static	QX	-0.7	
COMB20	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	0.6	None
COMB20			Linear Static	QY	0.7	
COMB21	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	0.6	None
COMB21			Linear Static	QY	-0.7	
COMB22	Linear Add	No	Linear Static	DEAD	1.	None

Table: Combination Definitions, Part 2 of 3

Table: Combination Definitions, Part 2 of 3

ComboName	CaseName	ConcDesign	AlumDesign	ColdDesign
COMB1	DEAD	None	None	None
COMB2	DEAD	None	None	None
COMB2	WIND			
COMB3	DEAD	None	None	None
COMB3	WIND			
COMB4	DEAD	None	None	None
COMB4	WIND			
COMB5	DEAD	None	None	None
COMB5	WIND			
COMB6	DEAD	None	None	None
COMB6	WIND			
COMB7	DEAD	None	None	None
COMB7	WIND			
COMB8	DEAD	None	None	None
COMB8	WIND			
COMB9	DEAD	None	None	None
COMB9	WIND			
COMB10	DEAD	None	None	None
COMB10	WIND			
COMB11	DEAD	None	None	None

Table: Combination Definitions, Part 2 of 3

ComboName	CaseName	ConcDesign	AlumDesign	ColdDesign
COMB11	WIND			
COMB12	DEAD	None	None	None
COMB12	WIND			
COMB13	DEAD	None	None	None
COMB13	WIND			
COMB14	DEAD	None	None	None
COMB14	QX			
COMB8A	DEAD	None	None	None
COMB8A	QX			
COMB8B	DEAD	None	None	None
COMB8B	QX			
COMB9A	DEAD	None	None	None
COMB9A	QY			
COMB9B	DEAD	None	None	None
COMB9B	QY			
COMB10A	DEAD	None	None	None
COMB10A	QX			
COMB10B	DEAD	None	None	None
COMB10B	QX			
COMB11A	DEAD	None	None	None
COMB11A	QY			
COMB11B	DEAD	None	None	None
COMB11B	QY			
COMB15	DEAD	None	None	None
COMB15	QX			
COMB16	DEAD	None	None	None
COMB16	QY			
COMB17	DEAD	None	None	None
COMB17	QY			
COMB18	DEAD	None	None	None
COMB18	QX			
COMB19	DEAD	None	None	None
COMB19	QX			
COMB20	DEAD	None	None	None
COMB20	QY			
COMB21	DEAD	None	None	None
COMB21	QY			
COMB22	DEAD	None	None	None

Table: Combination Definitions, Part 3 of 3

Table: Combination Definitions, Part 3 of 3

ComboName	CaseName	GUID	Notes
COMB1	DEAD	fddc4ce2-dc65-400a-8ed c-65e1129858d8	
COMB2	DEAD	fddc4ce2-dc65-400a-8ed c-65e1129858d8	
COMB2	WIND		
COMB3	DEAD	fddc4ce2-dc65-400a-8ed c-65e1129858d8	
COMB3	WIND		

Table: Combination Definitions, Part 3 of 3

ComboName	CaseName	GUID	Notes
COMB4	DEAD	fddc4ce2-dc65-400a-8ed c-65e1129858d8	
COMB4	WIND		
COMB5	DEAD	fddc4ce2-dc65-400a-8ed c-65e1129858d8	
COMB5	WIND		
COMB6	DEAD	fddc4ce2-dc65-400a-8ed c-65e1129858d8	
COMB6	WIND		
COMB7	DEAD	fddc4ce2-dc65-400a-8ed c-65e1129858d8	
COMB7	WIND		
COMB8	DEAD	e0138957-1543-43b2-b6 1f-4adb43048da4	
COMB8	WIND		
COMB9	DEAD	e0138957-1543-43b2-b6 1f-4adb43048da4	
COMB9	WIND		
COMB10	DEAD	d3fcaab1-5951-4d67-a3b 0-1c881d12279f	
COMB10	WIND		
COMB11	DEAD	d3fcaab1-5951-4d67-a3b 0-1c881d12279f	
COMB11	WIND		
COMB12	DEAD	d3fcaab1-5951-4d67-a3b 0-1c881d12279f	
COMB12	WIND		
COMB13	DEAD	d3fcaab1-5951-4d67-a3b 0-1c881d12279f	
COMB13	WIND		
COMB14	DEAD	36eeaa20-32ef-458a-a4b e-a8ffbce1ad17	
COMB14	QX		
COMB8A	DEAD	8d253209-6367-4f7d-836 2-cc68ceeaf2b3	
COMB8A	QX		
COMB8B	DEAD	0ea53745-7e9e-4372-99 31-cd621446b672	
COMB8B	QX		
COMB9A	DEAD	8d253209-6367-4f7d-836 2-cc68ceeaf2b3	
COMB9A	QY		
COMB9B	DEAD	8d253209-6367-4f7d-836 2-cc68ceeaf2b3	
COMB9B	QY		
COMB10A	DEAD	8d253209-6367-4f7d-836 2-cc68ceeaf2b3	
COMB10A	QX		
COMB10B	DEAD	8d253209-6367-4f7d-836 2-cc68ceeaf2b3	
COMB10B	QX		
COMB11A	DEAD	8d253209-6367-4f7d-836 2-cc68ceeaf2b3	
COMB11A	QY		

Table: Combination Definitions, Part 3 of 3

ComboName	CaseName	GUID	Notes
COMB11B	DEAD	8d253209-6367-4f7d-8362-cc68ceeaf2b3	
COMB11B	QY		
COMB15	DEAD	36eeaa20-32ef-458a-a4b-e-a8ffbbe1ad17	
COMB15	QX		
COMB16	DEAD	36eeaa20-32ef-458a-a4b-e-a8ffbbe1ad17	
COMB16	QY		
COMB17	DEAD	36eeaa20-32ef-458a-a4b-e-a8ffbbe1ad17	
COMB17	QY		
COMB18	DEAD	36eeaa20-32ef-458a-a4b-e-a8ffbbe1ad17	
COMB18	QX		
COMB19	DEAD	36eeaa20-32ef-458a-a4b-e-a8ffbbe1ad17	
COMB19	QX		
COMB20	DEAD	36eeaa20-32ef-458a-a4b-e-a8ffbbe1ad17	
COMB20	QY		
COMB21	DEAD	36eeaa20-32ef-458a-a4b-e-a8ffbbe1ad17	
COMB21	QY		
COMB22	DEAD	51bcb21d-bcd9-4853-872f-4b3e13f625cf	

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 1 of 8

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 1 of 8

SectionName	Material	Shape	AutoType	t3 m	t2 m	tf m
L1X1/8	A572Gr50	Angle		0.0254	0.0254	0.0032
L2.X3/16	A572Gr50	Angle		0.0508	0.0508	0.0047
L3X1/4	A572Gr50	Angle		0.076	0.076	0.006
MP	ALUMINIO	Angle		0.025	0.025	0.002
PAS	A36	Circle		0.016		
T4X3	A500,G.-C	Pipe		0.1135		
xxxxxxxxxxxx	A572Gr50	Angle		0.0508	0.0508	0.0047

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 2 of 8

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 2 of 8

SectionName	tw m	t2b m	tfb m	dis m	Radius m	LipDepth m	LipAngle Degrees
L1X1/8	0.0032						
L2.X3/16	0.0047						
L3X1/4	0.006						
MP	0.002						
PAS							
T4X3	0.003						
xxxxxxxxxxxx	0.0047						

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 3 of 8

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 3 of 8							
SectionName	Area m2	TorsConst m4	I33 m4	I22 m4	I23 m4	AS2 m2	AS3 m2
L1X1/8	0.000152	4.942E-10	9.101E-09	9.101E-09	5.344E-09	0.000081	0.000081
L2.X3/16	0.000455	3.234E-09	1.121E-07	1.121E-07	6.650E-08	0.000239	0.000239
L3X1/4	0.000876	1.019E-08	4.886E-07	4.886E-07	2.908E-07	0.000456	0.000456
MP	0.000096	1.241E-10	5.788E-09	5.788E-09	3.444E-09	0.00005	0.00005
PAS	0.000201	6.434E-09	3.217E-09	3.217E-09	0.	0.000181	0.000181
T4X3	0.001041	3.181E-06	1.591E-06	1.591E-06	0.	0.000521	0.000521
xxxxxxxxxxxx	0.000455	3.234E-09	1.121E-07	1.121E-07	6.650E-08	0.000239	0.000239

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 4 of 8

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 4 of 8							
SectionName	S33 m3	S22 m3	Z33 m3	Z22 m3	R33 m	R22 m	EccV2 m
L1X1/8	5.091E-07	5.091E-07	9.176E-07	9.176E-07	0.00773	0.00773	
L2.X3/16	3.082E-06	3.082E-06	5.553E-06	5.553E-06	0.015689	0.015689	
L3X1/4	8.919E-06	8.919E-06	0.000016	0.000016	0.023616	0.023616	
MP	3.214E-07	3.214E-07	5.788E-07	5.788E-07	0.007765	0.007765	
PAS	4.021E-07	4.021E-07	6.827E-07	6.827E-07	0.004	0.004	
T4X3	0.000028	0.000028	0.000037	0.000037	0.039082	0.039082	
xxxxxxxxxxxx	3.082E-06	3.082E-06	5.553E-06	5.553E-06	0.015689	0.015689	

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 5 of 8

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 5 of 8							
SectionName	ConcCol	ConcBeam	Color	TotalWt KN	TotalMass KN-s2/m	FromFile	AMod
L1X1/8	No	No	Orange	0.048	4.856E-03	No	1.
L2.X3/16	No	No	DarkGreen	0.283	2.886E-02	No	1.
L3X1/4	No	No	Blue	0.066	6.738E-03	No	1.
MP	No	No	Magenta	0.03	3.101E-03	No	1.
PAS	No	No	Green	7.634E-03	7.785E-04	No	1.
T4X3	No	No	Orange	0.321	3.270E-02	No	1.
xxxxxxxxxxxx	No	No	Red	0.	0.	No	1.

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 6 of 8

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 6 of 8							
SectionName	A2Mod	A3Mod	JMod	I2Mod	I3Mod	MMod	WMod
L1X1/8	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.
L2.X3/16	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.
L3X1/4	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.
MP	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.
PAS	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.
T4X3	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 6 of 8

SectionName	A2Mod	A3Mod	JMod	I2Mod	I3Mod	MMod	WMod
XXXXXXXXXXXX	1.	1.	1.	1.	1.	1.	1.

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 7 of 8

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 7 of 8

SectionName	SectInFile	FileName	GUID
L1X1/8			
L2.X3/16			
L3X1/4			
MP			
PAS			
T4X3			
XXXXXXXXXXXX			

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 8 of 8

Table: Frame Section Properties 01 - General, Part 8 of 8

SectionName	Notes
L1X1/8	Added 14/01/2020 0:45:58
L2.X3/16	Added 14/01/2020 1:10:44
L3X1/4	Added 14/01/2020 0:14:02
MP	Added 14/01/2020 0:10:08
PAS	Added 14/01/2020 0:35:36
T4X3	Added 14/01/2020 2:17:47
XXXXXXXXXXXX	Added 14/01/2020 0:12:40

Table: Joint Reactions, Part 1 of 2

Table: Joint Reactions, Part 1 of 2

Joint	OutputCase	CaseType	StepType	StepNum	StepLabel	F1 KN	F2 KN	F3 KN
18	COMB1	Combination				-5.577E-12	-8.828E-14	2.131
18	COMB2	Combination				0.328	-2.393E-12	-0.033
18	COMB3	Combination				-0.328	2.241E-12	3.686
18	COMB4	Combination				0.656	-4.710E-12	-1.892
18	COMB5	Combination				-0.656	4.558E-12	5.545
18	COMB6	Combination				0.656	-4.691E-12	-2.349
18	COMB7	Combination				-0.656	4.577E-12	5.088
18	COMB8	Combination				0.41	-2.959E-12	-0.802
18	COMB9	Combination				-0.41	2.833E-12	3.846
18	COMB10	Combination				0.307	-2.235E-12	-0.221
18	COMB11	Combination				-0.307	2.109E-12	3.265
18	COMB12	Combination				0.41	-2.934E-12	-1.411
18	COMB13	Combination				-0.41	2.859E-12	3.237
18	COMB14	Combination				-0.3	-0.09	1.522
18	COMB8A	Combination				-0.428	-0.128	1.826
18	COMB8B	Combination				0.428	0.128	1.826

Table: Joint Reactions, Part 1 of 2

Joint	OutputCase	CaseType	StepType	StepNum	StepLabel	F1 KN	F2 KN	F3 KN
18	COMB9A	Combination				-0.128	-0.428	1.826
18	COMB9B	Combination				0.128	0.428	1.826
18	COMB10A	Combination				-0.428	-0.128	1.37
18	COMB10B	Combination				0.428	0.128	1.37
18	COMB11A	Combination				-0.128	-0.428	1.37
18	COMB11B	Combination				0.128	0.428	1.37
18	COMB15	Combination				0.3	0.09	1.522
18	COMB16	Combination				-0.09	-0.3	1.522
18	COMB17	Combination				0.09	0.3	1.522
18	COMB18	Combination				-0.3	-0.09	0.913
18	COMB19	Combination				0.3	0.09	0.913
18	COMB20	Combination				-0.09	-0.3	0.913
18	COMB21	Combination				0.09	0.3	0.913
18	COMB22	Combination				-3.984E-12	-6.305E-14	1.522

Table: Joint Reactions, Part 2 of 2

Table: Joint Reactions, Part 2 of 2

Joint	OutputCase	StepType	StepNum	StepLabel	M1 KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m
18	COMB1				4.010E-10	-1.727E-10	-1.246E-12
18	COMB2				-1.690E-10	1.3179	-6.969E-11
18	COMB3				8.564E-10	-1.3179	6.755E-11
18	COMB4				-6.817E-10	2.6359	-1.383E-10
18	COMB5				1.369E-09	-2.6359	1.362E-10
18	COMB6				-7.676E-10	2.6359	-1.380E-10
18	COMB7				1.283E-09	-2.6359	1.364E-10
18	COMB8				-3.544E-10	1.6474	-8.666E-11
18	COMB9				9.273E-10	-1.6474	8.488E-11
18	COMB10				-1.942E-10	1.2356	-6.522E-11
18	COMB11				7.671E-10	-1.2356	6.344E-11
18	COMB12				-4.690E-10	1.6474	-8.631E-11
18	COMB13				8.127E-10	-1.6474	8.524E-11
18	COMB14				0.3589	-1.1962	-9.974E-04
18	COMB8A				0.5127	-1.7089	-0.0014
18	COMB8B				-0.5127	1.7089	0.0014
18	COMB9A				1.7089	-0.5127	-0.0047
18	COMB9B				-1.7089	0.5127	0.0047
18	COMB10A				0.5127	-1.7089	-0.0014
18	COMB10B				-0.5127	1.7089	0.0014
18	COMB11A				1.7089	-0.5127	-0.0047
18	COMB11B				-1.7089	0.5127	0.0047
18	COMB15				-0.3589	1.1962	9.974E-04
18	COMB16				1.1962	-0.3589	-0.0033
18	COMB17				-1.1962	0.3589	0.0033
18	COMB18				0.3589	-1.1962	-9.974E-04
18	COMB19				-0.3589	1.1962	9.974E-04
18	COMB20				1.1962	-0.3589	-0.0033
18	COMB21				-1.1962	0.3589	0.0033
18	COMB22				2.864E-10	-1.233E-10	-8.902E-13

Table: Load Case Definitions, Part 1 of 3

Table: Load Case Definitions, Part 1 of 3							
Case	Type	InitialCond	ModalCase	BaseCase	MassSource	IncludeSSI	DesTypeOpt
DEAD	LinStatic	Zero					Prog Det
MODAL	LinModal	Zero					Prog Det
LIVE CUB	LinStatic	Zero					Prog Det
WIND	LinStatic	Zero					Prog Det
QX	LinStatic	Zero					Prog Det
QY	LinStatic	Zero					Prog Det

Table: Load Case Definitions, Part 2 of 3

Table: Load Case Definitions, Part 2 of 3							
Case	DesignType	DesActOpt	DesignAct	AutoType	RunCase	CaseStatus	GUID
DEAD	Dead	Prog Det	Non-Composite	None	Yes	Finished	
MODAL	Other	Prog Det	Other	None	Yes	Finished	
LIVE CUB	Other	Prog Det	Other	None	Yes	Finished	
WIND	Wind	Prog Det	Short-Term Composite	None	Yes	Finished	
QX	Quake	Prog Det	Short-Term Composite	None	Yes	Finished	f1acf7e1-462e-414c-8667-e89ac2f47014
QY	Quake	Prog Det	Short-Term Composite	None	Yes	Finished	c469aa8c-a3cc-4b19-8ce4-8154e9b36777

Table: Load Case Definitions, Part 3 of 3

Table: Load Case Definitions, Part 3 of 3	
Case	Notes
DEAD	
MODAL	
LIVE CUB	
WIND	
QX	
QY	

Table: Load Pattern Definitions, Part 1 of 2

Table: Load Pattern Definitions, Part 1 of 2							
LoadPat	DesignType	SelfWtMult	AutoLoad	NotBasePat	NotRatio	NotDir	GUID
DEAD	Dead	1.					e0f1e647-0346-4a1f-9519-c7718064fd69
WIND	Wind	0.	None				dd4b912a-1bc5-41af-b9c3-0e03619765f2
QX	Quake	0.	USER COEFF				86c84f17-4a75-40fa-a717-e28e46f02cf8
QY	Quake	0.	USER COEFF				e2f25a6c-27f7-4c92-ac2f-4296626f859d

Table: Load Pattern Definitions, Part 2 of 2

Table: Load Pattern Definitions, Part 2 of 2

LoadPat	Notes
DEAD	
WIND	
QX	
QY	

Table: Program Control, Part 1 of 3

Table: Program Control, Part 1 of 3

ProgramName	Version	ProgLevel	LicenseNum	LicenseOS	LicenseSC	LicenseBR	LicenseHT	CurrUnits
SAP2000	20.2.0	Ultimate	3010*12F5S ZM97Z4FVC P	Yes	Yes		No	KN, m, C

Table: Program Control, Part 2 of 3

Table: Program Control, Part 2 of 3

SteelCode	ConcCode	AlumCode	ColdCode	BridgeCode
AISC-LRFD93	ACI 318-14	AA-ASD 2000	AISI-ASD96	

Table: Program Control, Part 3 of 3

Table: Program Control, Part 3 of 3

BridgeRat	BridgeSeism	RegenHinge
		Yes

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.

Entre los modelos matemáticos y la realidad pueden haber diferencias en pesos y geometría puesto que los modelos matemáticos tienen algunas limitaciones, por lo tanto nunca serán iguales y son solo una aproximación a la realidad.

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: **ESCUELA RIOHACHA** departamento de **La Guajira**.*



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