

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA - FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO			
DNC TP10	Cátedra: ESTRUCTURAS - NIVEL 3 - Plan 6		
	Taller: VERTICAL III - DELALOYE - NICO - CLIVIO		
	Trabajo Práctico 10: Estructuras Neumáticas		
Curso 2016	Elaboró: JTP Ing. Angel Maydana	Revisión: Ing. Delaloye	Fecha: set 2010

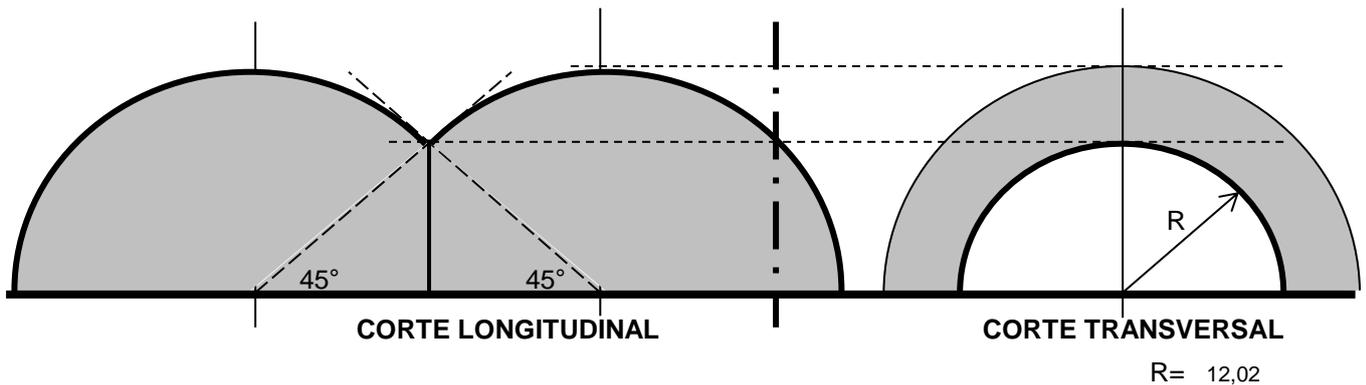
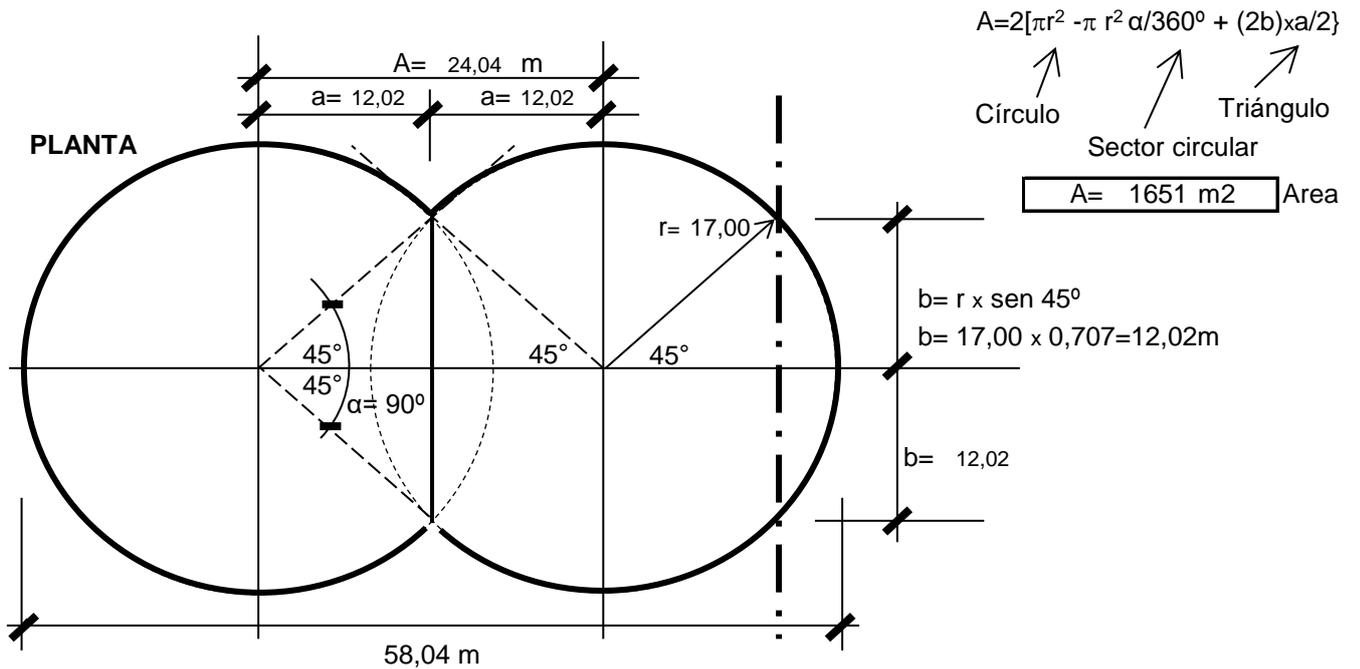
Alumno: Roberto A. Perez	Ayudante: Arq. Larotonda
---------------------------------	---------------------------------

RESOLUCIÓN POR PLANILLA EXCEL

ESTRUCTURA NEUMÁTICA

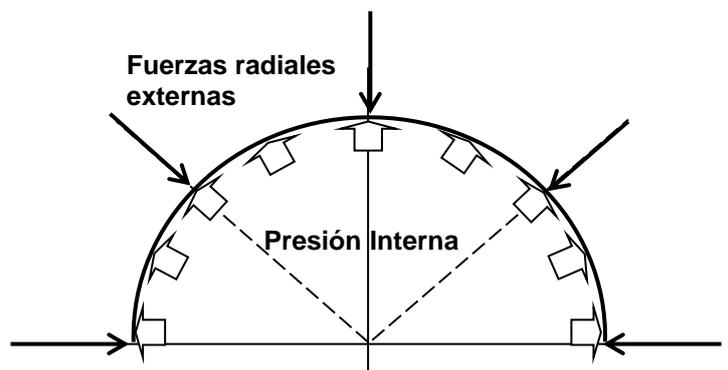
CONSIGNA: Superficie cubierta 1 650,9 m²
Salón de exposición, en las afuera de la ciudad de La Plata

D: **34,00 m**
r= 17,00 m



ACCIÓN DE LAS CARGAS

Debemos determinar la fuerza de tracción a que estará sometida la membrana, a partir de las cargas que actúan sobre ella. Éstas serán: el peso propio (que es una carga vertical) y la acción del viento (que produce presión y succión)



ANÁLISIS DE CARGAS

Peso propio de la membrana:

$$g = 2,0 \text{ kg/m}^2$$

Hay que considerar la componente radial del peso propio

$$g_r = g \times \cos \varphi$$

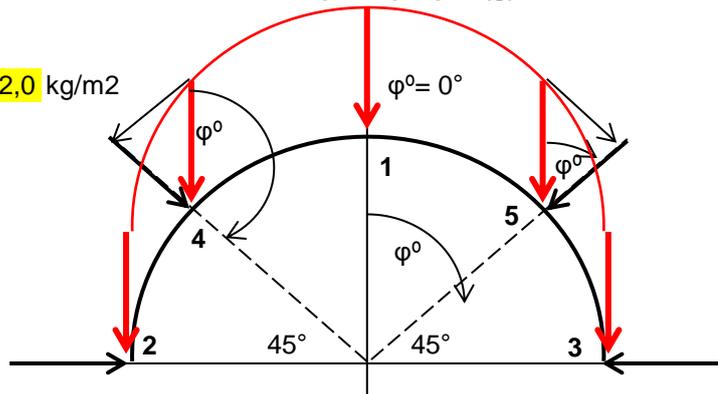
Puntos característicos

- | | | |
|---|-----------------------|---|
| 1 | $\varphi = 0^\circ$ | $g_{r1} = g \times \cos 0^\circ = -g$ |
| 2 | $\varphi = 270^\circ$ | $g_{r2} = g \times \cos 270^\circ = 0$ |
| 3 | $\varphi = 90^\circ$ | $g_{r3} = g \times \cos 90^\circ = 0$ |
| 4 | $\varphi = 315^\circ$ | $g_{r4} = g \times \cos 135^\circ = -0.7 g$ |
| 5 | $\varphi = 45^\circ$ | $g_{r5} = g \times \cos 45^\circ = -0.7 g$ |

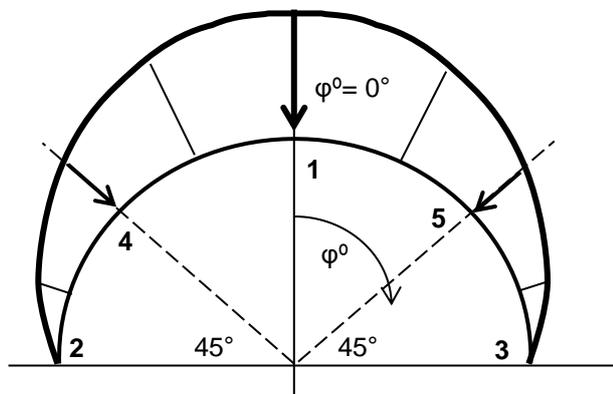
Punto	gr
1	-2,00
2	0,00
3	0,00
4	-1,41
5	-1,41

Consideramos signo (-) la presión hacia el interior

Fuerzas de peso propio (g)



Fuerzas radiales debidas al peso propio (gr)



ACCIÓN DEL VIENTO

Ver apuntes del Ing. Horacio Delaloye, en la página web del taller DNC

Ubicación: La Plata Velocidad de referencia: $\beta = 28 \text{ m/s}$ (Tabla N°1)Coef. de seguridad: $C_p = 1,65$ (corresponde a alto factor de ocupación -salón de exposición-)Velocidad básica de diseño: $V_o = \beta \times C_p = 28 \times 1,65 = 46,2 \text{ m/s}$ Presión dinámica básica: $Q_o = 0,0613 \times (V_o)^2$ en $\text{kg/m}^2 = 0,0613 \times (46,2)^2 = 130,8 \text{ kg/m}^2$ Coeficiente de altura y rugosidad del entorno: ($C_z = 0,673$ para $z \leq 10 \text{ m}$; $C_z = 0,860$ para $10 < z \leq 20 \text{ m}$; $C_z = 0,980$ para $20 < z \leq 30 \text{ m}$); etc. -Rugosidad tipo II -zonas con construcciones aisladas- Tabla N° 4Coeficiente de reducción dimensional: $C_d = 0,85$ (para $b/h = D/R = 2$ en nuestro caso; Rugosidad II, $h/V_o = 17/46,2 = 0,37 < 0,5$ -verificar esta relación pero generalmente está por debajo de 0,5) Tabla 5Presión dinámica de cálculo: $Q_z = C_d \times C_z \times Q_o$ Como $z=R= 17,00$ $C_z= 0,860$ $C_d= 0,85$ $Q_o= 130,8 \text{ kg/m}^2$

Para nuestro caso tomaremos la presión dinámica de cálculo:

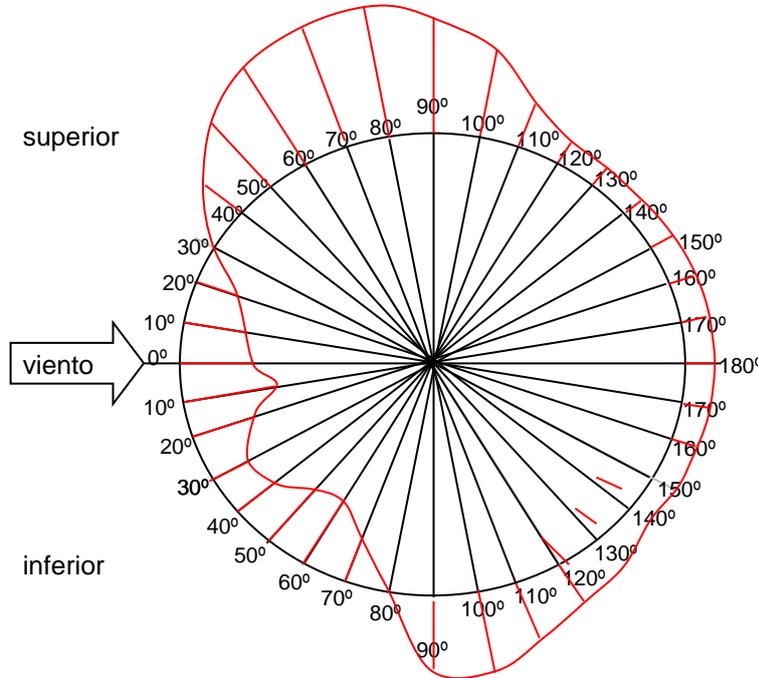
Presión dinámica de cálculo: $Q_z = C_d \times C_z \times Q_o$ $Q_z= 95,6 \text{ kg/m}^2$

Este valor de la presión dinámica de cálculo estará afectado del coeficiente de forma en cada punto de la estructura

CIRSOC 102 Página 67

Valores de C_e para cilindro categoría VI de generatrices horizontales

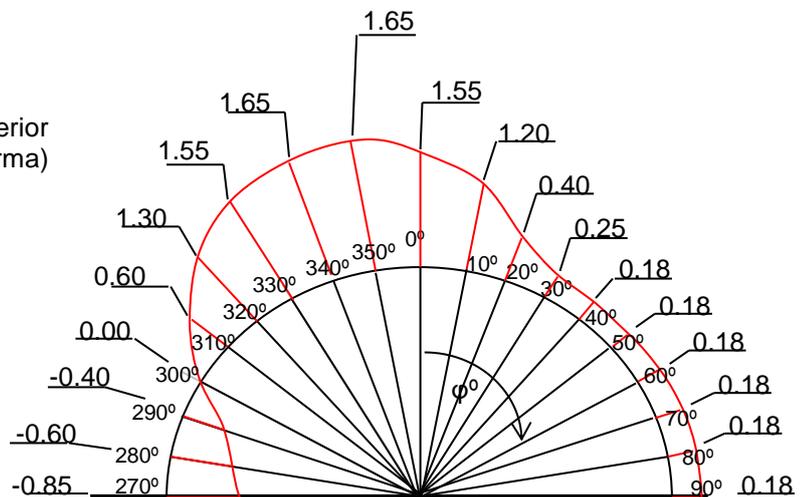
ang.º	0º	10º	20º	30º	40º	50º	60º	70º	80º	90º	100º	110º	120º	130º	180º
sup.	0,85	0,65	0,40	0,00	-0,60	-1,30	-1,55	-1,65	-1,65	-1,55	-1,20	-0,40	-0,25	-0,18	-0,18
inf.	0,85	0,90	0,70	0,60	0,70	0,80	0,80	0,60	0,00	-0,65	-0,79	-0,72	-0,50	-0,30	-0,18



Coefficiente de forma: Una forma de considerar los coeficientes de forma es tomar los valores definidos en el CIRSOC 102, Capítulo 7 Construcciones Prismáticas de Base poligonal Regular y Construcciones Cilíndricas. Nuestro caso se asemeja a cilindro de generatrices horizontales apoyados en el suelo (en realidad corresponde a la mitad superior de la sección circular) donde $L=D$, por ende $\lambda=1$. De la Tabla 10, para cilindros circulares, sin nervaduras y superficie lisa corresponde tipo VI.

En la parte superior se reproducen los valores de C_e (presión exterior) para cilindro categoría VI de generatrices horizontales, apoyado en el suelo ($e=0$), para $\lambda=L/D=1$ y $e/D=0$

Valores de coeficientes de presión exterior C_e (equivalentes al coeficiente de forma) para nuestro caso



Puntos característicos

- 1 $\varphi = 0^\circ$ $C_{e1} = +1.55$
- 2 $\varphi = 270^\circ$ $C_{e2} = -0.85$
- 3 $\varphi = 90^\circ$ $C_{e3} = +0.18$
- 4 $\varphi = 315^\circ$ $C_{e4} = +0.95$
- 5 $\varphi = 45^\circ$ $C_{e5} = +0.18$

Consideramos signo (-) la presión hacia el interior, por tal motivo cambiamos los signos. Succión (+) hacia afuera y (-) presión hacia adentro.

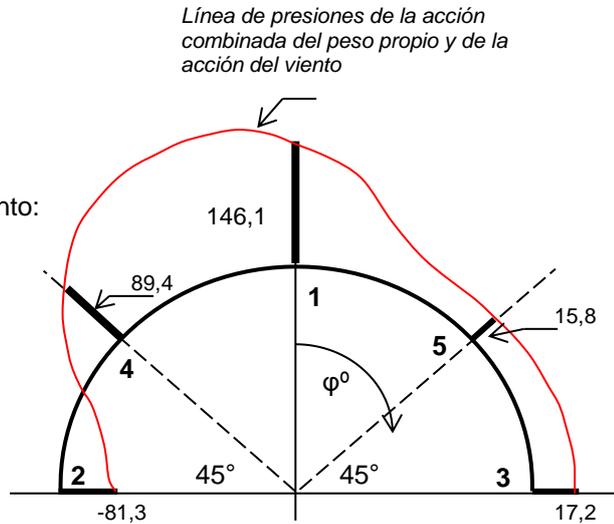
Valor interpolado entre -0.60 y -1.30

Acción unitaria del viento sobre la estructura: $W=Qz \times Ce$

Punto	Qz	Ce	W	
1	95,6	1,55	148,1	succión
2	95,6	-0,85	-81,3	presión
3	95,6	0,18	17,2	succión
4	95,6	0,95	90,8	succión
5	95,6	0,18	17,2	succión

Acción combinada del peso propio y de la acción del viento:

Punto	gr	W	q
1	-2,00	148,1	146,1
2	0,00	-81,3	-81,3
3	0,00	17,2	17,2
4	-1,41	90,8	89,4
5	-1,41	17,2	15,8



DETERMINACIÓN DE LA PRESIÓN INTERNA (PI).

La presión interna que se aplica a la estructura debe ser mayor o igual a la suma de presiones externas que tienden a comprimir la membrana.

Ese valor máximo se encuentra en el punto característico 2 y se debe fundamentalmente a la acción del

$PI = 81,3 \text{ Kg/m}^2$

La presión interna definitiva la determinamos aplicando un coeficiente de seguridad de 1.5

$PI_{uit} = PI \times \text{Coef.} = 122,0 \text{ Kg/m}^2$

Habiendo anulado los posibles esfuerzos de compresión en la membrana, obtenemos los máximos valores de tracción combinando los esfuerzos:

Punto	gr	W	PI	Presión máx
1	-2,00	148,1	122,0	268,1
2	0,00	-81,3	122,0	40,7
3	0,00	17,2	122,0	139,2
4	-1,41	90,8	122,0	211,3
5	-1,41	17,2	122,0	137,7

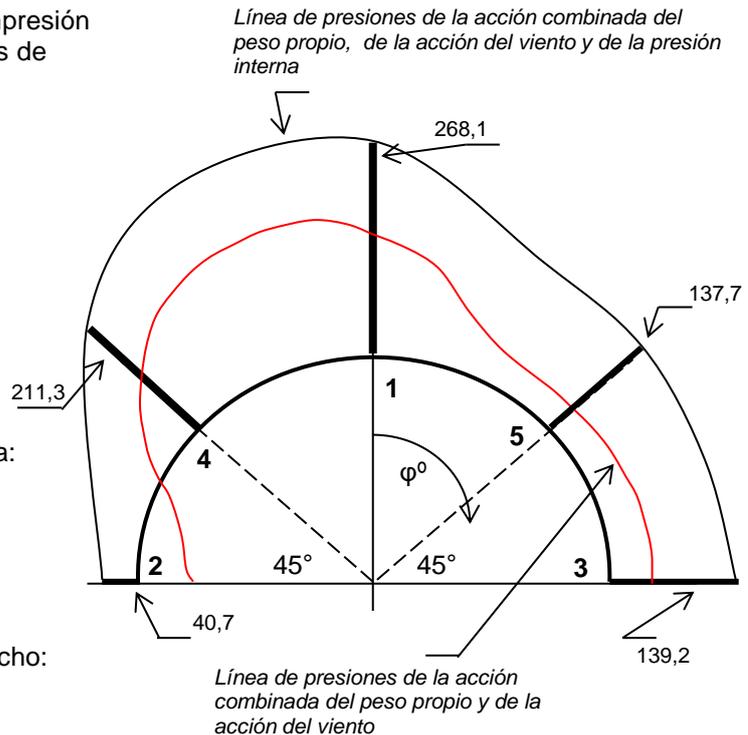
$Pm = 268,1 \text{ kg/m}^2$

La fuerza de tracción ejercida sobre la membrana:

$$T = \frac{Pm \times R}{2} = \frac{268,1 \times 17,00}{2}$$

La fuerza de tracción T corresponde a 1 m de ancho:

$T = 2278 \text{ Kg/m}$



VERIFICACIÓN DE LA MEMBRANA

La presión máxima (Pm) la encontramos en la zona cercana a $\varphi=0^\circ$, con un valor de: 268,1 kg/cm²
 La fuerza de tracción ejercida sobre la membrana, para 1 m de ancho, resulta de: 2278 kg/m
 Dado que las tablas de telas para membranas vienen expresadas en Kg/50 mm o kg/5cm de ancho, calculamos la fuerza Ta para 50 mm = 5 cm de tela.

$$T_a = \frac{T \times 50}{1000} = 113,92 \text{ Kg}$$

Se aplican los siguientes coeficientes de seguridad:

γ_1 = por fatiga del material, dependiendo de las veces de armado y desarmado: va de 2 a 4

γ_2 = por destino (riesgos, imprevistos, mano de obra no especializada, etc.): va de 1 a 2

La fuerza de rotura Tr queda: Elegimos: $\gamma_1= 3$ y $\gamma_2= 1,25$

$$T_r = T_a \times \gamma_1 \times \gamma_2 = 113,92 \times 3 \times 1,25 = 427,20 \text{ Kg}$$

En la ficha técnica de la Guía de estudio N° 8, página 9 vemos que la membrana de marca duraskin tipo IV B18059 tiene una resistencia a la rotura de 8000/7000 N/5 cm urdimbre/trama

Recordando que 1 Kg = 10 N

$$T_r = 4272,0 \text{ N}$$

Verifica

En la Fig. N° 31 b de la GE N° 8 pág. 10, se indica el sentido de urdimbre y el de trama. Siempre tomaremos el menor.

Si no disponemos de telas que resistan la fuerza Tr, podemos modificar la forma de la estructura neumática disminuyendo el radio mediante la incorporación de cables que disminuyan el radio de curvatura.

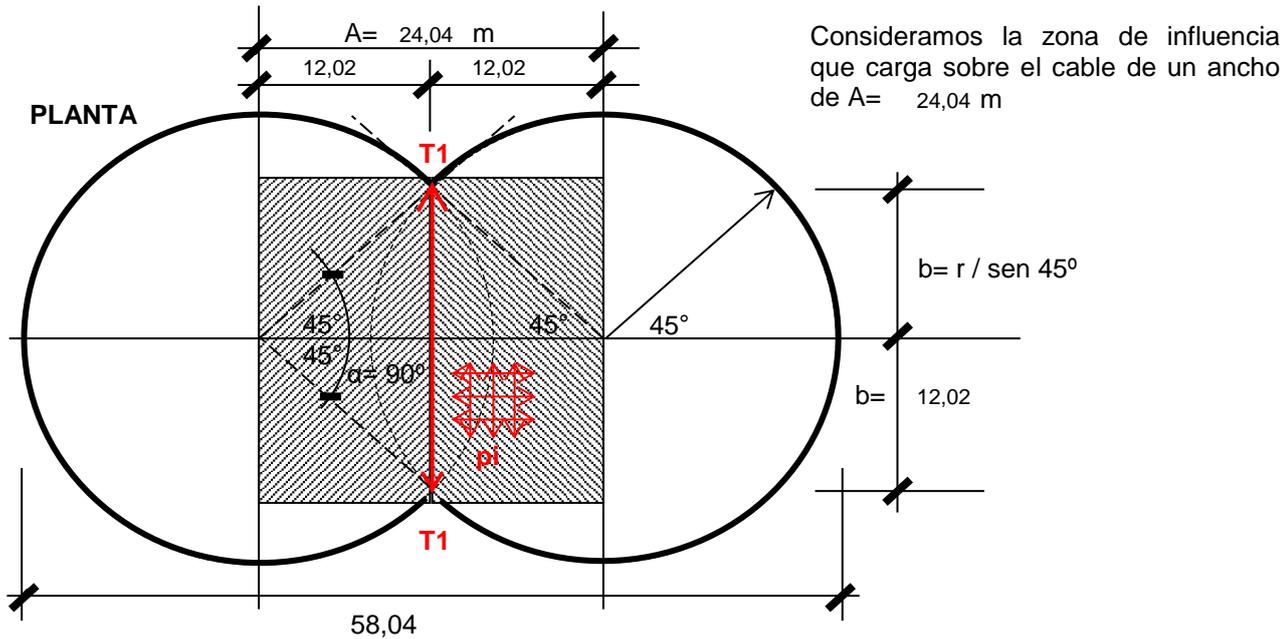
SHEERFILL® II-HT*

Property	ASTM Testing		DIN Testing	
	Value-Unit	Test Method	Value-Unit	Test Method
Weight	38.5 oz/yd ²	ASTM D4851-88	1305 g/m ²	EN ISO 2286-2
Thickness	0.030 in	ASTM D4851-88	0.8 mm	EN ISO 2286-3
Width	150 in	ASTM D4851-88	3810 mm	
Dry Strip Tensile W	825 lbs/in	ASTM D4851-88	7000 N/5 cm	DIN 53354
Dry Strip Tensile F	600 lbs/in	ASTM D4851-88	5000 N/5 cm	DIN 53354
Trap Tear W (min)	75 lbs	ASTM D4851-88	500 N	DIN 53363
Trap Tear F (min)	70 lbs	ASTM D4851-88	500 N	DIN 53363
Non-Combustible Substrate	Pass	ASTM E136	Pass	ASTM E136

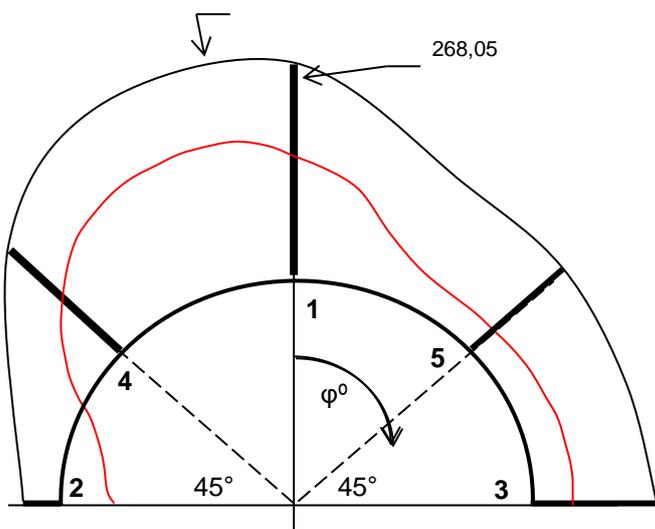
Podría utilizarse la membrana arquitectónica Sheerfill-II-HT que tiene una resistencia a la tracción de 500 kg/5 cm, como así varias marcas comerciales.

VERIFICACIÓN DEL CABLE DE APOYO INTERMEDIO

Este apoyo se materializa en la unión de las dos formas neumáticas con forma de cúpula esférica y tiene como función tomar los esfuerzos libre de la membrana, resistirlos y llevarlos a tierra.



Línea de presiones de la acción combinada del peso propio, de la acción del viento y de la presión interna



El valor de la p_i será entonces el correspondiente al punto 1, el cual se distribuye según dos direcciones x e y . Queda entonces una fuerza sobre el cable que es aproximadamente la siguiente:

En forma simplificada:

$$T_1 = \frac{268,1}{2} \times 24,04 = 3222 \text{ kg/m}$$

Fuerza en el cable de radio: 12,02 m

$$T_c = 3222 \times 12,02 = 38733 \text{ kg}$$

Tomando coef. De seguridad = 2

$$T_{cr} = 38733 \times 2 = 77466 \text{ kg}$$

Con el valor de T_{cr} se elige el cable, de alma textil o alma de acero.

APOYOS

Este cable debe anclarse a tierra. Si eligiéramos materializar un muerto de hormigón en cada extremo, tomando un peso específico de un hormigón (sin armaduras) de 2.200 kg/m^3 , el volumen del mismo debería ser:

$$\text{Vol H13} = 35,2 \text{ m}^3$$

La mejor solución será mediante pilotes.

Ref.: Ejercicio de Neumáticas-Ing. Osvaldo Redivo-
Arq. Daniel Cutrera-FAU-UNMDP