

CALCULO MECANICO DE CONDUCTOR

1.- DESCRIPCION TECNICA

1.1.- Características fundamentales de la obra:

- Ubicación geográfica y zona climática: E. Ríos (Zona C)
- Tipo de línea y disposición de los conductores: 33 kV Line Post Coplanar Vertical.
- Vano de cálculo: Vano de regulacion (tramo 1).
- Tipo de conductor: Al.
- Tipo de estructuras: hormigón armado, pretensado.
- Tipo de fundación: Romboidal; H°S°.

1.2.- Características técnicas del conductor:

IRAM 2187	Norma
Aleación aluminio/Acero	Material
$s_n := 70$	Sección nominal (mm ²)
$s_c := 68.97$	Sección real (mm ²)
$d_c := 0.0108$	Diámetro exterior (m)
$p_c := 0.1862$	Peso propio unitario (daN/m)
$E_c := 5700$	Módulo de elasticidad (daN/mm ²)
$\alpha_c := 23 \cdot 10^{-6}$	Coefficiente de dilatación (1/°C)
$T_r := 1925.7$	Carga de rotura (daN)

2.- CALCULO MECANICO DEL CONDUCTOR

2.1.- Estados carga: Zona "C" (Buenos Aires, Entre Ríos, sur y centro de Santa Fe):

	Temperaturas (°C)	Vientos (m/s)
Estado I (máxima temperatura)		
Estado II (mínima temperatura)	$t := \begin{bmatrix} 45 \\ -10 \\ 15 \\ -5 \\ 16 \end{bmatrix}$	$v := \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 35 \\ 14 \\ 0 \end{bmatrix}$
Estado III (máximo viento)		
Estado IV (viento moderado)		
Estado V (temperatura media anual)		

2.2.- Tensiones máximas admisibles:

$$\sigma_c := \begin{bmatrix} 0.7 \cdot \frac{T_r}{s_c} \\ 0.7 \cdot \frac{T_r}{s_c} \\ 0.7 \cdot \frac{T_r}{s_c} \\ 0.7 \cdot \frac{T_r}{s_c} \\ 0.2 \cdot \frac{T_r}{s_c} \end{bmatrix} \quad \sigma_c = \begin{bmatrix} 19.545 \\ 19.545 \\ 19.545 \\ 19.545 \\ 5.584 \end{bmatrix} \quad \text{Tensiones admisibles (daN/mm}^2\text{)}$$

2.2.- Vanos de cálculo:

Valores de vanos existentes (en m):

$$a_1 := 100 \quad a_2 := 100 \quad a_3 := 100 \quad a_4 := 70 \quad a_5 := 80 \quad a_6 := 100 \quad a_7 := 87 \quad a_8 := 100 \quad a_9 := 100 \quad a_{10} := 100$$

$$a_{11} := 60 \quad a_{12} := 80$$

Cálculo del vano de regulación (en m):

$$a_{reg} := \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{12} (a_i)^3}{\sum_{i=1}^{12} a_i}} \quad a_{reg} = 92.633$$

Vano de cálculo (en m):

$$a := a_{reg} \quad a = 92.633$$

2.3.- Cargas específicas:

- **Acción del peso propio del conductor:**

$$g_c := \frac{p_c}{s_c} \quad \text{Carga específica debido al peso propio (daN/mm}^2\text{)}$$

$$g_c = 0.003$$

- **Acción del viento sobre el conductor:**

Previamente se definirán las variables involucradas en la expresión de cálculo.

C (campo abierto, granjas o sembrados)

Categoría de exposición

Generación, Transmisión y Distribución.

$Q := 0.0613$ Factor que depende de la densidad del aire (kg/m^3)

$Z_g := 274$ Factor función de la categoría de exposición

$\alpha := 7.5$ Factor función de la categoría de exposición

$L_s := 67$ Factor función de la categoría de exposición

$k := 0.005$ Factor función de la categoría de exposición

$C_F := 1$ Coeficiente de presión dinámica o de forma

$Z := 13$ Altura efectiva del conductor (aproximada)

$Z_p := 1.61 \cdot \left(\frac{Z}{Z_g} \right)^{\frac{1}{\alpha}}$ Factor del terreno función de la categoría de exposición y la altura

$Z_p := 1.03$

$E := 4.9 \cdot \sqrt{k} \cdot \left(\frac{10}{Z} \right)^{\frac{1}{\alpha}}$ Factor para hallar el factor de ráfaga G_w

$E = 0.335$

$B_w := \frac{1}{1 + 0.8 \cdot \frac{a}{L_s}}$ Factor para hallar el factor de ráfaga G_w

$B_w = 0.475$

$G_w := 1 + 2.7 \cdot E \cdot \sqrt{B_w}$ Factor de ráfaga

$G_w := 1$

$F_c := 1$ Factor de carga (De tabla 10.2.b Reglamentación AEA)

$A_c := a \cdot d_c = 1$ Area proyectada donde actúa el viento sobre el conductor (m^2)

$\Psi := 0$ Angulo del viento con el eje perpendicular de la línea

Luego, la fuerza ejercida por el viento sobre el conductor será:

$$F_{vc_i} := Q \cdot (Z_p \cdot v_i)^2 \cdot F_c \cdot G_w \cdot C_F \cdot A_c \cdot (\cos(\Psi))^2 \quad F_{vc_i} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 79.7 \\ 12.75 \\ 0 \end{bmatrix} \quad \text{Fuerza del viento sobre el conductor (daN)}$$

[0]

Generación, Transmisión y Distribución.

$$gvc_i := \frac{Fvc_i}{a \cdot s_c}$$

$$gvc_i = \begin{bmatrix} 0 \\ 0.0125 \\ 0.002 \\ 0 \end{bmatrix} \quad \text{Cargas específicas debidas al viento (daN/m.mm}^2\text{)}$$

- **Angulos de inclinación del conductor:**

$$\theta_3 := \text{atan} \left(\frac{gvc_3}{g_c} \right) \cdot \left(\frac{180}{\pi} \right) \quad \theta_3 = 77.79$$

$$\theta_4 := \text{atan} \left(\frac{gvc_4}{g_c} \right) \cdot \left(\frac{180}{\pi} \right) \quad \theta_4 = 36.48$$

- **Cargas específicas resultantes:**

$$Gc_i := \sqrt{g_c^2 + (gvc_i)^2} \quad Gc_i = \begin{bmatrix} 0.003 \\ 0.003 \\ 0.013 \\ 0.003 \\ 0.003 \end{bmatrix} \quad \text{Cargas específicas resultantes (daN/m.mm}^2\text{)}$$

2.4.- Determinación del Estado Básico mediante análisis de los vanos críticos:

$$acr23 := \sqrt{\left(\left(\frac{\sigma_{c_2} - \sigma_{c_3}}{E_c} \right) + \alpha_c \cdot (t_2 - t_3) \right) \cdot \frac{24}{\frac{(Gc_2)^2}{(\sigma_{c_2})^2} - \frac{(Gc_3)^2}{(\sigma_{c_3})^2}}} = 184.048 \quad \text{Estado 2}$$

$$acr24 := \sqrt{\left(\left(\frac{\sigma_{c_2} - \sigma_{c_4}}{E_c} \right) + \alpha_c \cdot (t_2 - t_4) \right) \cdot \frac{24}{\frac{(Gc_2)^2}{(\sigma_{c_2})^2} - \frac{(Gc_4)^2}{(\sigma_{c_4})^2}}} = 514.43 \quad \text{Estado 2}$$

$$acr25 := \sqrt{\left(\left(\frac{\sigma_{c_2} - \sigma_{c_5}}{E_c} \right) + \alpha_c \cdot (t_2 - t_5) \right) \cdot \frac{24}{\frac{(Gc_2)^2}{(\sigma_{c_2})^2} - \frac{(Gc_5)^2}{(\sigma_{c_5})^2}}} = 454.949i \quad \text{Estado 5}$$

$$acr34 := \sqrt{\left(\left(\frac{\sigma_{c_3} - \sigma_{c_4}}{E_c} \right) + a_c \cdot (t_3 - t_4) \right) \cdot \frac{24}{\frac{(Gc_3)^2}{(\sigma_{c_3})^2} - \frac{(Gc_4)^2}{(\sigma_{c_4})^2}} = 166.766 \quad \text{Estado 4}$$

$$acr35 := \sqrt{\left(\left(\frac{\sigma_{c_3} - \sigma_{c_5}}{E_c} \right) + a_c \cdot (t_3 - t_5) \right) \cdot \frac{24}{\frac{(Gc_3)^2}{(\sigma_{c_3})^2} - \frac{(Gc_5)^2}{(\sigma_{c_5})^2}} = 549.643 \quad \text{Estado 5}$$

$$acr45 := \sqrt{\left(\left(\frac{\sigma_{c_4} - \sigma_{c_5}}{E_c} \right) + a_c \cdot (t_4 - t_5) \right) \cdot \frac{24}{\frac{(Gc_4)^2}{(\sigma_{c_4})^2} - \frac{(Gc_5)^2}{(\sigma_{c_5})^2}} = 480.69i \quad \text{Estado 5}$$

Comparación g/σ :

$$\frac{Gc_2}{\sigma_{c_2}} = 1.381 \cdot 10^{-4}$$

$$\frac{Gc_3}{\sigma_{c_3}} = 6.531 \cdot 10^{-4}$$

$$\frac{Gc_4}{\sigma_{c_4}} = 1.718 \cdot 10^{-4}$$

$$\frac{Gc_5}{\sigma_{c_5}} = 4.835 \cdot 10^{-4}$$

Al comparar relaciones de g/σ se determina en cada comparacion cual es el estado a considerar, analizando los resultados de todas las comparaciones, se ve que el **estado 5 es el mas preponderante y se lo define como estado basico.**

2.5.- Estado básico: $e_b := 5$

$$\sigma_{c_5} = 5.584$$

$$t_5 = 16$$

$$Gc_5 = 0.003$$

2.6.- Verificación de las tensiones en los restantes estados:

Ecuación de Estado:

$$\sigma c^3 + A \cdot \sigma c^2 - B = 0$$

Sus coeficientes son:

Generación, Transmisión y Distribución.

$$A_i := \frac{E_c}{24} \cdot \frac{a^2 \cdot (Gc_5)^2}{(\sigma_{c_5})^2} + E_c \cdot a_c \cdot (t_i - t_5) - \sigma_{c_5}$$

$$B_i := \frac{E_c}{24} \cdot a^2 \cdot (Gc_i)^2$$

Dado que se trata de una ecuación cúbica, la misma posee tres raíces de las cuales solo tiene sentido la raíz Real.

Por esta razón hemos hallado, en forma simbólica, únicamente la solución Real que tiene la siguiente forma:

$$X_i := 108 \cdot B_i - 8 \cdot (A_i)^3 + 12 \cdot \left((81) \cdot (B_i)^2 - 12 \cdot B_i \cdot (A_i)^3 \right)^{\frac{1}{2}}$$

Paso intermedio

Solución Real de la Ecuación de Estado:

$$\sigma_{c_i} := \frac{1}{6} \cdot (X_i)^{\frac{1}{3}} + \frac{2}{3} \cdot \frac{(A_i)^2}{(X_i)^{\frac{1}{3}}} - \frac{1}{3} \cdot A_i$$

$$\sigma_{c_i} = \begin{bmatrix} 2.98 \\ 8.71 \\ 9.18 \\ 8.2 \\ 5.58 \end{bmatrix} \quad (\text{daN/mm}^2)$$

Comparándolas con las Tensiones máx. admisibles:

$$\sigma_c = \begin{bmatrix} 19.545 \\ 19.545 \\ 19.545 \\ 19.545 \\ 5.584 \end{bmatrix}$$

Verifica

2.7.- Tiros:

$$T_{c_i} := \sigma_{c_i} \cdot s_c \quad T_{c_i} = \begin{bmatrix} 205.48 \\ 600.88 \\ 633.09 \\ 565.72 \\ 385.14 \end{bmatrix} \quad (\text{daN})$$

2.8.- Flechas:

$$f_{c_i} := \frac{a^2 \cdot Gc_i}{8 \cdot \sigma_{c_i}} \quad f_{c_i} = \begin{bmatrix} 0.97 \\ 0.33 \\ 1.49 \\ 0.44 \\ 0.52 \end{bmatrix} \quad (\text{m})$$

• Flechas verticales (Estado 3 y 4):

$$f_{cv_3} := f_{c_3} \cdot \cos\left(\theta_3 \cdot \frac{\pi}{180}\right) \quad f_{cv_3} = 0.32 \quad (\text{m})$$

$$f_{cv_4} := f_{c_4} \cdot \cos\left(\theta_4 \cdot \frac{\pi}{180}\right) \quad f_{cv_4} = 0.35 \quad (\text{m})$$

Generación, Transmisión y Distribución.

$$f_{cv_4} = f_{c_4} \cdot \cos(\theta_4) = 180)$$

$$f_{cv_4} = \dots$$

3.- RESUMEN DE TENSIONES, FLECHAS Y TIROS

Estado	Tensiones [daN/mm ²]	Flechas [m]	Inclinación [°]	Flecha vertical [m]	Tiros [daN]
1	$\sigma_1 = 2.979$	$f_{c_1} = 0.97$	$\theta_1 := 0$	$f_{cv_1} := f_{c_1}$	$T_{c_1} = 205.48$
2	$\sigma_2 = 8.712$	$f_{c_2} = 0.33$	$\theta_2 := 0$	$f_{cv_2} := f_{c_2}$	$T_{c_2} = 600.88$
3	$\sigma_3 = 9.179$	$f_{c_3} = 1.49$	$\theta_3 = 77.79$	$f_{cv_3} = 0.32$	$T_{c_3} = 633.09$
4	$\sigma_4 = 8.202$	$f_{c_4} = 0.44$	$\theta_4 = 36.48$	$f_{cv_4} = 0.35$	$T_{c_4} = 565.72$
5	$\sigma_5 = 5.584$	$f_{c_5} = 0.52$	$\theta_5 := 0$	$f_{cv_5} := f_{c_5}$	$T_{c_5} = 385.14$

4.- RESUMEN DE LA ACCION DEL CONDUCTOR EN EL VANO CONSIDERADO

- Peso cable sostén:	$P_c := p_c \cdot a$	\Rightarrow	$P_c = 17.248$	kg
- Carga viento máximo:	$Fvc_3 := gvc_3 \cdot a$	\Rightarrow	$Fvc_3 = 1.156$	kg
- Tiro máximo:	$T''_m := \mathbf{if}(T_{c_2} < T_{c_3}, T_{c_3}, T_{c_2})$	\Rightarrow	$T''_m = 633.09$	kg
	$T_m := \mathbf{if}(T''_m < T_{c_4}, T_{c_4}, T''_m)$		$T_m = 633.09$	kg
- Flecha máxima vertical:	$f_{mv} := f_{c_1}$	\Rightarrow	$f_{mv} = 0.97$	m
- Flecha máxima horizontal:	$f_{mh} := f_{cv_4}$	\Rightarrow	$f_{mh} = 0.35$	m

5.- TABLA DE TENDIDO

Nota: Se considera que el tendido y posterior tensado definitivo de la línea se realiza sin viento, con lo cual el estado de carga inicial y final es el mismo, y corresponde al peso propio del conductor.

La temperatura inicial o de comparación corresponde a la del estado básico.

La tensión inicial es la tensión maxima admisible del estado básico.

Las temperaturas finales corresponden a las posibles temperaturas que pudieran presentarse en el momento de tendido.

Las longitudes de vano son las apropiadas para el tendido.

5.1.- Carga específica de cálculo:

Generación, Transmisión y Distribución.

$$g_c = 0.003 \quad (\text{daN/m}) \quad \text{Acción peso propio}$$

5.2.- Temperaturas: $i := 1 \dots 24$

$$t_{f_i} := (i \cdot 2 - 2) \quad \text{Rango de temperaturas probables durante el tendido}$$

5.3.- Ecuación de Estado:

$$\sigma c^3 + A \cdot \sigma c^2 - B = 0$$

Sus coeficientes son:

$$A_i := \frac{E_c}{24} \cdot \frac{a^2 \cdot g_c^2}{(\sigma_{c_5})^2} + E_c \cdot \alpha_c \cdot (t_{f_i} - t_5) - \sigma_{c_5} \quad B_i := \frac{E_c}{24} \cdot a^2 \cdot g_c^2$$

Dado que se trata de una ecuación cúbica, la misma posee tres raíces de las cuales solo tiene sentido la raíz Real.

Por esta razón hemos hallado, en forma simbólica, únicamente la solución Real que tiene la siguiente forma:

$$X_i := 108 \cdot B_i - 8 \cdot (A_i)^3 + 12 \cdot ((81) \cdot (B_i)^2 - 12 \cdot B_i \cdot (A_i)^3)^{\frac{1}{2}} \quad \text{Paso intermedio}$$

Solución Real de la Ecuación de Estado:

$$\sigma c_i := \frac{1}{6} \cdot (X_i)^{\frac{1}{3}} + \frac{2}{3} \cdot \frac{(A_i)^2}{(X_i)^{\frac{1}{3}}} - \frac{1}{3} \cdot A_i$$

5.4.- Tiros:

$$T_{c_i} := \sigma c_i \cdot s_c$$

5.5.- Flechas:

$$F_{c_i} := \frac{a^2 \cdot g_c}{8 \cdot \sigma c_i}$$

5.6.- Tiempo: correspondiente para 10 oscilaciones del conductor tensado

$$\text{Tiempo}_i := \sqrt{\frac{F_{c_i}}{0.3064}} \cdot 10 \quad \text{Fórmula empírica}$$

Generación, Transmisión y Distribución.

Tabla de tendido: cable 70mm² Al, vano: 92.63 m, 10 oscilaciones

	Temperatura °C	Tiro daN	Tensión daN/mm ²	Flecha m	Tiempo de oscilación s
	0	515.31	7.47	0.39	11.25
	2	498.49	7.23	0.4	11.44
	4	481.79	6.99	0.41	11.63
	6	465.22	6.75	0.43	11.84
	8	448.82	6.51	0.44	12.05
	10	432.58	6.27	0.46	12.28
	12	416.54	6.04	0.48	12.51
	14	400.72	5.81	0.5	12.75
	16	385.14	5.58	0.52	13.01
	18	369.83	5.36	0.54	13.28
	20	354.83	5.14	0.56	13.55
$t_f =$	22	$T_c =$ 340.15	$\sigma_c =$ 4.93	$F_c =$ 0.59	$Tiempo =$ 13.84
	24	325.85	4.72	0.61	14.14
	26	311.95	4.52	0.64	14.46
	28	298.48	4.33	0.67	14.78
	30	285.49	4.14	0.7	15.11
	32	273	3.96	0.73	15.45
	34	261.04	3.78	0.77	15.8
	36	249.64	3.62	0.8	16.16
	38	238.81	3.46	0.84	16.52
	40	228.56	3.31	0.87	16.89
	42	218.9	3.17	0.91	17.26
	44	209.81	3.04	0.95	17.63
	46	201.29	2.92	0.99	17.99

$$a_i := 100 \quad F_i := F_c \cdot \frac{a_i^2}{a^2}$$

Tabla de tendido: cable 70mm² Al, vano: 100m, 10 oscilaciones

	Temperatura °C	Tiro daN	Tensión daN/mm ²	Flecha m	Tiempo de oscilación s
	0	515.31	7.47	0.452	11.25
	2	498.49	7.23	0.467	11.44
	4	481.79	6.99	0.483	11.63
	6	465.22	6.75	0.5	11.84
	8	448.82	6.51	0.519	12.05
	10	432.58	6.27	0.538	12.28
	12	416.54	6.04	0.559	12.51
	14	400.72	5.81	0.581	12.75
	16	385.14	5.58	0.604	13.01
	18	369.83	5.36	0.629	13.28
	20	354.83	5.14	0.656	13.55
$t_f =$	22	$T_c =$ 340.15	$\sigma_c =$ 4.93	$F_i =$ 0.684	$Tiempo =$ 13.84
	24	325.85	4.72	0.714	14.14
	26	311.95	4.52	0.746	14.46
	28	298.48	4.33	0.78	14.78
	30	285.49	4.14	0.815	15.11
	32	273	3.96	0.853	15.45
	34	261.04	3.78	0.892	15.8
	36	249.64	3.62	0.932	16.16
	38	238.81	3.46	0.975	16.52
	40	228.56	3.31	1.018	16.89
	42	218.9	3.17	1.063	17.26
	44	209.81	3.04	1.109	17.63
	46	201.29	2.92	1.156	17.99

Generación, Transmisión y Distribución.

$$a_i := 70 \quad F_i := F_c \cdot \frac{a_i^2}{a^2}$$

Tabla de tendido: cable 70mm² Al, vano: 70m, 10 oscilaciones

Temperatura °C	Tiro daN	Tensión daN/mm ²	Flecha m	Tiempo de oscilación s
0	515.31	7.47	0.221	11.25
2	498.49	7.23	0.229	11.44
4	481.79	6.99	0.237	11.63
6	465.22	6.75	0.245	11.84
8	448.82	6.51	0.254	12.05
10	432.58	6.27	0.264	12.28
12	416.54	6.04	0.274	12.51
14	400.72	5.81	0.285	12.75
16	385.14	5.58	0.296	13.01
18	369.83	5.36	0.308	13.28
20	354.83	5.14	0.321	13.55
22	340.15	4.93	0.335	13.84
24	325.85	4.72	0.35	14.14
26	311.95	4.52	0.366	14.46
28	298.48	4.33	0.382	14.78
30	285.49	4.14	0.399	15.11
32	273	3.96	0.418	15.45
34	261.04	3.78	0.437	15.8
36	249.64	3.62	0.457	16.16
38	238.81	3.46	0.478	16.52
40	228.56	3.31	0.499	16.89
42	218.9	3.17	0.521	17.26
44	209.81	3.04	0.544	17.63
46	201.29	2.92	0.567	17.99

$$a_i := 80 \quad F_i := F_c \cdot \frac{a_i^2}{a^2}$$

Tabla de tendido: cable 70mm² Al, vano: 80m, 10 oscilaciones

Temperatura °C	Tiro daN	Tensión daN/mm ²	Flecha m	Tiempo de oscilación s
0	515.31	7.47	0.289	11.25
2	498.49	7.23	0.299	11.44
4	481.79	6.99	0.309	11.63
6	465.22	6.75	0.32	11.84
8	448.82	6.51	0.332	12.05
10	432.58	6.27	0.344	12.28
12	416.54	6.04	0.358	12.51
14	400.72	5.81	0.372	12.75
16	385.14	5.58	0.387	13.01
18	369.83	5.36	0.403	13.28
20	354.83	5.14	0.42	13.55
22	340.15	4.93	0.438	13.84
24	325.85	4.72	0.457	14.14
26	311.95	4.52	0.478	14.46
28	298.48	4.33	0.499	14.78
30	285.49	4.14	0.522	15.11
32	273	3.96	0.546	15.45
34	261.04	3.78	0.571	15.8
36	249.64	3.62	0.597	16.16
38	238.81	3.46	0.624	16.52
40	228.56	3.31	0.652	16.89
42	218.9	3.17	0.681	17.26
44	209.81	3.04	0.71	17.63
46	201.29	2.92	0.74	17.99

Generación, Transmisión y Distribución.

$$a_i := 87 \quad F_i := F_c \cdot \frac{a_i^2}{a^2}$$

Tabla de tendido: cable 70mm² Al, vano: 87m, 10 oscilaciones

Temperatura °C	Tiro daN	Tensión daN/mm ²	Flecha m	Tiempo de oscilación s
0	515.31	7.47	0.342	11.25
2	498.49	7.23	0.353	11.44
4	481.79	6.99	0.366	11.63
6	465.22	6.75	0.379	11.84
8	448.82	6.51	0.393	12.05
10	432.58	6.27	0.407	12.28
12	416.54	6.04	0.423	12.51
14	400.72	5.81	0.44	12.75
16	385.14	5.58	0.457	13.01
18	369.83	5.36	0.476	13.28
20	354.83	5.14	0.496	13.55
22	340.15	4.93	0.518	13.84
24	325.85	4.72	0.541	14.14
26	311.95	4.52	0.565	14.46
28	298.48	4.33	0.59	14.78
30	285.49	4.14	0.617	15.11
32	273	3.96	0.645	15.45
34	261.04	3.78	0.675	15.8
36	249.64	3.62	0.706	16.16
38	238.81	3.46	0.738	16.52
40	228.56	3.31	0.771	16.89
42	218.9	3.17	0.805	17.26
44	209.81	3.04	0.84	17.63
46	201.29	2.92	0.875	17.99

Generación, Transmisión y Distribución.

$$a_i := 60 \quad F_i := F_c \cdot \frac{a_i^2}{a^2}$$

Tabla de tendido: cable 70mm² Al, vano: 60m, 10 oscilaciones

	Temperatura °C	Tiro daN	Tensión daN/mm ²	Flecha m	Tiempo de oscilación s
	0	515.31	7.47	0.163	11.25
	2	498.49	7.23	0.168	11.44
	4	481.79	6.99	0.174	11.63
	6	465.22	6.75	0.18	11.84
	8	448.82	6.51	0.187	12.05
	10	432.58	6.27	0.194	12.28
	12	416.54	6.04	0.201	12.51
	14	400.72	5.81	0.209	12.75
	16	385.14	5.58	0.218	13.01
	18	369.83	5.36	0.227	13.28
	20	354.83	5.14	0.236	13.55
$t_f =$	22	340.15	4.93	0.246	13.84
	24	325.85	4.72	0.257	14.14
	26	311.95	4.52	0.269	14.46
	28	298.48	4.33	0.281	14.78
	30	285.49	4.14	0.293	15.11
	32	273	3.96	0.307	15.45
	34	261.04	3.78	0.321	15.8
	36	249.64	3.62	0.336	16.16
	38	238.81	3.46	0.351	16.52
	40	228.56	3.31	0.367	16.89
	42	218.9	3.17	0.383	17.26
	44	209.81	3.04	0.399	17.63
	46	201.29	2.92	0.416	17.99