

**PLAN DE ELECTRIFICACION
DE LA PROVINCIA DE LA RIOJA**

**ANTEPROYECTO DEFINITIVO
LINEA DE ALTA TENSION 132 KV
CHAMICAL - CHEPES - LUJAN**

**INFORME PARCIAL N° 5
TOMO 3 CALCULOS TECNICOS**

SECRETARIO GENERAL:

ING. JUAN JOSE CIACERA

DIRECTORA DE COOPERACION TECNICA:

ING. SUSANA BLUNDI

**JEFE AREA CONTRALOR ACUERDOS
Y CONVENIOS:**

ING.AGR. MIGUEL A. BABUALDO

TECNICOS RESPONSABLES:

ING. ALBERTO S. RIVAS

AUX.TEC. MARGARITA GARBINO

AUX.TEC. PABLO CENTENO

AUX.TEC. LUIS BONANNI

BUENOS AIRES, SEPTIEMBRE DE 1994

INFORME PARCIAL Nº 5

ANTEPROYECTO DEFINITIVO
LINEA DE ALTA TENSION 132 KV
CHAMICAL - CHEPES - LUJAN
PROVINCIA DE LA RIOJA
- 1994 -

TOMO 3

CALCULOS TECNICOS

T O M O III

Indice

	Pág.
Introducción	
Cálculo del vano económico	1
Característica del cable: Al Ac 150/25 mm ²	2
Alternativa 1 vano 200 m	
Características climáticas zona B:	3
Alternativa 2 vano 250 m	7
Alternativa 3 vano 300 m	10
Carga del viento sobre conductores	11
Alternativa 4 vano 350 m	13
Cálculos Mecánicos de los Soportes	
Solicitaciones al soporte sostén	24
Cálculo Dimensiones	
LAT 132 kV	27
Estructura de Sostén de H°A° LAR-P-1006	31
Soporte esquinero triple	32
Croquis Ruta 38 y Ferrocarril	
Estudio Línea 132 kV	33
Transposición de Línea	
Línea Alta Tensión 132 kV	34
Valores reducidos a la cima:	35
Verificación del Poste Angular en el cruce	
de Ruta de Chamical	36
ANEXO I	
Hipótesis de Carga Libre Estructuras de	
Hormigón Armado para L.A.T. 132 kV	
a) Carga Normal	48
b) Carga Extraordinaria	49

Retención Angular	50
Retención Recta	51
Terminal	52
Bibliografía	55

INTRODUCCION TOMO 3 INFORME PARCIAL 5

CALCULOS TECNICOS

Este Tomo 3 forma parte del Informe 5. Informe Final del Anteproyecto de la Línea de Alta Tension 132 kV entre Chamental, Chepes, Lujan Con las E.E.T.T. Chamental y Chepes.

Esta parte trata de los estudios técnicos de los distintos cálculos, eléctricos, mecánicos del cable, soportes, fundaciones.

Se realizaron estudios del flujo de cargas en el Tomo 1. Se utilizaron programas especialmente desarrollados. Esta documentación es suficiente para realizar el Anteproyecto Definitivo con el objeto de hacer los cálculos económicos. El Proyecto Definitivo es a cargo del Contratista. El Informe 5 tiene 4 tomos.

El Trabajo es para la Provincia de La Rioja y fue realizado por el Consejo Federal de Inversiones.

Buenos Aires, setiembre de 1994

Línea de 132 kV entre Chamental-Chepes-Lujan

Cálculo del vano económico.

La determinación de este vano permite obtener la distribución óptima desde el punto de vista económico.

Para entender el procedimiento es conveniente introducir algunos conceptos.

Una forma sencilla es llevar el análisis a casos extremos. Supongamos una línea cuyo cable, que puede soportar tramos relativamente largos, los diseñamos con un soporte cada 30 m. Hay normas de seguridad que prescriben distancias mínimas a tierra en la parte más baja del vano, donde la flecha es máxima. Considerando solo los sostenes. En este caso habría 33 postes de aproximadamente 10 m de altura cuyo costo sería $300 \times 33,3 = 69990$ \$ por Km.

Otro caso, vano de 500 m. serían 3 postes de 30 m de altura = 43200\$ y un caso intermedio de 300 m con postes de 23 m $5 \times 5600 = 28000$. A medida que la distancia es mayor el soporte debe ser más alto y robusto. En cada caso debe hacerse un análisis de las capacidades del cable. El cálculo del cable se verá aparte pero soporta condiciones atmosféricas distintas, prescritas para la zona.

Una de ellas, alta temperatura, fija la distancia mínima a tierra, por lo tanto la altura del soporte. Otra: temperatura mínima determina si la contracción del cable entre soportes fijos le hace sufrir tensiones de trabajo superiores a las que fué diseñado o las prescriptas por las normas.

Se tiene que verificar también el efecto del viento para determinar cual es la condición que exige mayor esfuerzo al cable. Luego de una serie de verificaciones combinadas se llega a una configuración que resulta ser la más económica.

El cálculo del cable se realiza mediante una fórmula que se llama de cambio de estado. Permite conocer la situación de esfuerzo que soporta el cable, cuando se ha tendido a una tensión y temperatura determinados y luego cambian las condiciones climáticas. Se deben conocer para ello las características físicas del cable y los materiales que lo componen.

El cálculo de ecuación de cambio de estado se realiza mediante un programa que da las condiciones finales partiendo de las condiciones iniciales y se adjuntan las salidas de computador a los distintos cálculos y se denominan arbitrariamente casos con su propia numeración.

Se van a considerar los distintos vanos siguientes: 200 m; 250 m; 300 m; 350 m.

Características del cable: Al Ac 150/25 mm²

Módulo de elasticidad del Al $E_{al} = 5600 \text{ Kg/mm}^2$; Módulo de elasticidad del Ac $E_{ac} = 20000 \text{ Kg/mm}^2$.

Coeficiente de dilatación del Al $\alpha_{Al} = 23 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

Coeficiente de dilatación del Ac $\alpha_{Ac} = 11.10 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

Tensión $\sigma_{Al} = 8 \text{ Kg/mm}^2$

Módulo de elasticidad para todo el cable: $E_0 = 7700 \text{ Kg/mm}^2$;

Coeficiente de dilatación para todo el cable $\alpha_0 = 18.5 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$.

Sección del cable [mm^2]: 173.1

(Fuente: Planilla de Agua y Energía Eléctrica para cables con relación Al y Ac de 5.7 a 6.)

Características del hilo de guardia

Sección conductor 48.35 mm^2 ; Diámetro 9 mm.

Peso: 400 Kg/km.

Formación $19 \cdot 1.80 \text{ mm}$

Coeficiente de dilatación térmica $11 \cdot 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

Módulo de elasticidad 17500 Kg/mm^2

Tensión de sollicitación máxima 110/120 Kg/mm^2

ALTERNATIVA 1 VANO 200 m

Características climáticas zona B:

$$7 + 3,32 + 2,05 + 3,4 + 1,60 = 17,37 \text{ m}$$

La longitud de la columna con un tramo empotrado $E=2,20 \text{ m}$

$$17,37 + 2,2 = 19,57 \text{ m}$$

La presión del viento sobre los conductores será

$$p_v = \alpha k * V^2/16 * Q \text{ [kg/m]}$$

$$\begin{aligned} &= 0,85 * 1,1 * 120^2/16 \text{ [km/h]} * 1000^2/\text{km} * 17,1 * E-3 * \\ &* 1/3600^2 * \text{h/seg} = 1,11 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

El punto de aplicación de la fuerza del viento está en el baricentro de los tres conductores que es

$$P_{apl f} = H_1 + f_1 + \text{long. cad.} + dv/2 =$$

$$7 + 3,32 + 2,05 + 1,7 = 14,07 \text{ m}$$

Valor reducido a la cima

$$222 * 3 * 14,07/17,37 = 539,47 \text{ kg}$$

Presión del viento sobre el hilo de guardia

Cable 50 mm² sección

$$S = \pi * D^2/4;$$

$$D = (50 \times 4 / \pi)^{1/4} = 7,98 \approx 8 \text{ mm}$$

$$p_{vHG} = 0,85 \times 1,1 \times (120 \times 1000 / 3600)^2 \times 1 / 16 \times 8 \times 10^{-3} = 0,52 \text{ Kg/m}$$

Para 2 semivanos será

$$0,52 \times 200 \text{ m} = 103 \text{ kg aplicado en la cima}$$

por lo tanto la sollicitación en la cima será

$$643,07 \text{ kg}$$

El poste especificado será 20/650/3

Su peso 4100 kg

Costo etimado \$ 1353

Costo estimado columna y aislación

(sobre long. línea = 231 km)

$$231 \text{ km} / 0,2 \text{ km/ columna} \times \$1353 = \$1562715 \text{ (1)}$$

Aisladores y cadenas =

$$231 \text{ kg} / 0,2 \text{ km/col.} \times 486 \text{ U\$S/col.} = \$561330 \text{ (2)}$$

$$\text{Fundaciones estimados } 4,3\% \text{ de (1)} = \$67196 \text{ (3)}$$

Puesta a tierra estimado 1,8 de(1)= \$28128 (3)

Total parcial para este vano sin considerar cables

$1562715 + 561330 + 67196 + 28128 = \$2219369.-$

ALTERNATIVA 2 VANO 250 m

Tomando la tensión M_x admisible para -1500 que es $9,96 \text{ kg/mm}^2$, Hipótesis 2 verificamos el comportamiento hip.4 (-520 y 50 km/h) la tensión final da $9,25 \text{ kg/mm}^2$. Caso 200.

Una verificación de Hip.2 a Hip.3 (1000 , 120 km/h) la tensión pasa de $9,96 \text{ kg/mm}^2$ a $11,69$ (caso 202) que es mayor que la admisible.

En el caso 204

Partimos de Hip.3 (1000 y 120 km/h) y se asigna la tensión admisible a 1000 que es $10,82 \text{ kg/mm}^2$ y verificamos la Hip.2

(-1500 , 0 km/h) y da una tensión final de $8,8 \text{ kg/mm}^2$ que es menor que la admisible, (caso 204).

Con esta tensión estudiamos la flecha máxima que se analiza en el caso 206 que verifica el cambio de estado de la Hip.3 a Hip.1 conseguimos de esta forma la flecha máxima para este vano que es de $5,43 \text{ m}$.

Con este valor la altura del soporte es de:

$$7 + 5,43 + 2,05 + 3,4 + 1,60 = 19,48 \text{ m}$$

La long. total del soporte con el tramo empotrado de 2,20 m es:

$$19,48 + 2,20 = 21,68 \text{ m}$$

La sollicitación se da para viento máximo 120 km/h en tres conductores y un hilo de guardia.

$$P_v = 0,85 * 1,1 * (120)^2 * (1000/3600)^2 * 1/16 * 17,1 * e^{-3} =$$

$$= 1,11 \text{ kg/m}$$

Los dos semivanos:

$$1,11 \text{ kg/m} * 250 \text{ m} = 277,50 \text{ kg}$$

Punto de aplicación de la fuerza es:

$$7 + 5,43 + 2,05 + 1,7 = 16,18 \text{ m}$$

Valor reducido a la cima es :

$$277,5 * 3 * 16,18/19,48 = 641,4 \text{ kg}$$

Acción del hilo de guardia

$$0,52 \text{ kg/m} * 250 \text{ m} = 130 \text{ kg}$$

Solicitud en la cima:

$$130 + 691,4 = 821,4 \text{ kg}$$

Soporte seleccionado

22/850/3 Peso 5250 kg

$$\text{Precio estimado } 5250 * 0,33\%/\text{kg} = \$ 1726$$

Cálculo del costo comparativo

Soportes

$$231 \text{ Km} * 1/0,250 \text{ Col/Km} * \$ 1726 = \$1594824 \quad (1)$$

Aisladores y cadenas

$$231 \text{ Km} * 1/0,250 * \$ 486 \text{ U\$S /columna} = \$449064 \quad (2)$$

$$\text{Fundaciones (estimado 4,3\% de (1))} = \$68577$$

Puesta a tierra

$$(\text{estimado}) 1,8\% \text{ de (1)} = \$28707$$

Total parcial para 250 m

$$1594824 + 449064 + 68577 + 28707 = \$2141172$$

ALTERNATIVA 3 VANO 300 m

Del estudio de los casos 300 y 302 surge que la tensión máxima del trabajo se da en la Hip.3 al que se asigna una tensión de trabajo de 10,82 kg/mm² y se verifica en la Hip.2 de menor temperatura que no se exceda la tensión máxima a esa temperatura, y resulta 7,6 kg/mm² (caso 300) que es menor que la admitida 9,96 kg/mm² según planilla GC 3362. Una vez verificada la tensión se analiza la flecha máxima en el caso 305. Obtenemos $f_{mx} = 7,25$ m. Verificamos la distancia entre conductores prescripta para la mitad del vano. Esta surge de la fórmula:

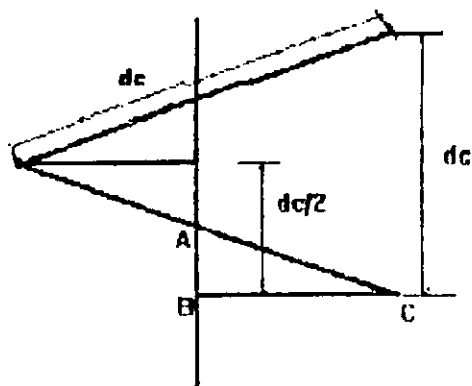
$$dc = k * (f_{mx} + \lambda)^{0,5} + U_s/150 \quad \text{con } k = 0,65$$

para disposición triángulo

$$\lambda = 2,05 \text{ m}$$

Longitud de la cadena

$$dc = 0,65 * (7,25 + 2,05)^{0,5} + 132/150 = 2,86 \text{ m}$$



$$BC = dh; AB = DC/4$$

$$AC = dc/2$$

$$dh = (AC^2 - BA^2)^{0,5} = ((2,86/2)^2 - (2,86/4)^2)^{0,5} = 1,24 \text{ m}$$

Dc es la distancia es la mínima necesaria entre los cables. Para las dimensiones de las crucetas se debe considerar además las distancias mínimas a tierra con la presencia de vientos que inclinan la cadena.

Carga del viento sobre conductores

$$\text{Presión} = 1,1 \text{ kg/m}$$

$$\text{Esfuerzo} = 1,1 * 300 = 330 \text{ kg}$$

Sobre hilo de guardia

Presión= 0,52 kg/m

Esfuerzo= 0,52 * 300 = 156 kg

Punto de aplicación de las fuerzas

$7,0 + 7,25 + 2,05 + 1,70 = 18 \text{ m}$

Longitud de la columna incluido empotramiento

$7 + 7,25 + 2,05 + 3,4 + 1,6 + 2,2 = 23,50 \text{ m}$

Solicitud en la cima

Conductores

$330 * 3 * 18/21,3 = 836 \text{ kg}$

Hilo de guardia

156 kg

Total 992 kg

Poste seleccionado

23,5/1000/3; Peso estimado 6350 kg

Precio estimado $6350 \text{ kg} * 0,33 \text{ \$/kg} = 2095 \text{ \$}$

Cálculo del costo comparado de esta alternativa

Soportes

$231 \text{ km} * 1 \text{ col./}0,3 \text{ km} * 2095 \text{ \$/col.} = 1613650 \quad (1)$

Aisladores y cadenas

$231 \text{ km} * \text{una col./}0,3 \text{ km} * 486 \text{ \$/col.} = 374220 \text{ \$} \quad (2)$

Fundaciones estimado

4,3% de (1)

$4,3 * 1/100 * 1613150 = 69395 \text{ \$}$

Puesta a tierra estimado

1,8% de (1)

$1,8\% /100 * 1613150 \text{ \$} = 29036 \text{ \$}$

Total = $2085771 \text{ \$}$

ALTERNATIVA 4 VANO 350 m

En los casos 400 y 405 se estudian las tensiones máximas asignando en el caso 400: 10,82 Kg/mm² a la tensión inicial a 10 ° C y 120 Km/h; se verifica con la hipótesis 2 a -150C y la tensión disminuye. En el 405 se determina flecha máxima que resulta ser 10,28 m.

Altura de la columna

$$7 + 10,28 + 2,05 + 3,4 + 1,60 = 24,33 \text{ m}$$

Considerando un logitud de empotramiento 2,5 m. La longitud total de la columna es 26,83 m. Medida más aproximada comercial 26,50 m.

La sollicitación por viento de conductores es:

$$1,1 * 3 * 350 = 1155 \text{ kg}$$

Para el hilo de guardia es:

$$0,52 * 350 = 182,0$$

Sollicitación en la cima

Conductores

$$1155 * 24,3/26,50 = 1039 \text{ kg}$$

Hilo de guardia

$$182 * 26,50/26,50 = 182 \text{ kg}$$

Total 1221 kg

Poste seleccionado

26,50/1250/3 cuyo peso es 8750 kg

El precio estimado es $8750 * 0,35 = 2887 \$$

Costo estimado de la alternativa de 350 m es

columnas:

$$231 \text{ km} * 1 \text{ col.} / 0,350 \text{ km} * 2887 = 1905750 \$ \quad (1)$$

Aisladores y cadenas

$$231 * 1/0,35 * 486 = 320760 \$$$

Fundaciones

$$\text{Estim. } 4,3\% \text{ de } (1) = 81947 \$$$

Puesta a tierra

$$\text{Estimado } 1.8\% \text{ de } (1) = 34303 \$$$

Total de la Alternativa: 2342760 \$

Surge, por lo tanto, que el vano económico entre los estudiados es el que corresponde al de 300 m.

Con esto queda concluido este estudio sobre el vano económico.

Se adjuntan las salidas de computadora referente a los casos citados

I+ 9.2
I+ 9.599999
I+ 9.999999
I+ 10.4
I+ 10.8
I- 10.77
I- 10.74
Material: Caso 100-Vano 200m Verif tension Mx
Vano [m]= 200
E [kg/MM2]= 7700
alfa [1/gradocent]= .0000185
temp inicial [gradocent]= -15
temp final [gradocent]= 10
Vel viento inicial [m/s]= 0
Vel viento final [m/s]= 33.33333
peso aparente inicial p [kg/MM2]= .0036
coeficiente de aumento inicial m0 [xx]= 1
coeficiente de aumento final m1 [xx]= 2.043188
La tension inicial [kg/mm2] es: 9.96
La tension final [kg/mm2] es: 10.74
la flecha para tension I0 es [m]= 1.807229
la flecha para tension I1 es [m]= 1.675978
Ok

II- 5.437999
II- 5.434999
II- 5.431999
II- 5.428998
II- 5.425998
II- 5.422998
II- 5.419997
Material: Caso 106-La Rioja-Vano 200-Hip 2 a 1
Vano [m]= 200
E [kg/MM2]= 7700
alfa [1/gradocent]= .0000185
temp inicial [gradocent]= -15
temp final [gradocent]= 45
Vel viento inicial [m/s]= 0
Vel viento final [m/s]= 0
peso aparente inicial p [kg/MM2]= .0036
coeficiente de aumento inicial m0 [xx]= 1
coeficiente de aumento final m1 [xx]= 1
La tension inicial [kg/mm2] es: 9.96
La tension final [kg/mm2] es: 5.419997
la flecha para tension I0 es [m]= 1.807229
la flecha para tension I1 es [m]= 3.321035
Ok

II- 5.437999
II- 5.434999
II- 5.431999
II- 5.428998
II- 5.425998
II- 5.422998
II- 5.419997

Material: La Rioja-Vano 200- Hip 2 a Hip 1 Fl Mx

Vano [m]= 200

E [kg/mm²]= 7700

alfa [1/gradocent]= .0000185

temp inicial [gradocent]= -15

temp final [gradocent]= 45

Vel viento inicial [m/s]= 0

Vel viento final [m/s]= 0

peso aparente inicial p [kg/mm²]= .0036

coeficiente de aumento inicial m0 [xx]= 1

coeficiente de aumento final m1 [xx]= 1

La tension inicial [kg/mm²] es: 9.96

La tension final [kg/mm²] es: 5.419997

la flecha para tension I0 es [m]= 1.807229

la flecha para tension I1 es [m]= 3.321035

Ok

II- 8.640997
II- 8.637997
II- 8.634996
II- 8.631996
II- 8.628996
II- 8.625996
II- 8.622996

Material: Caso 204-La Rioja-Vano 250-Hip 3 a Hip 2 Verif.

Vano [m]= 250

E [kg/mm²]= 7700

alfa [1/gradocent]= .0000185

temp inicial [gradocent]= 10

temp final [gradocent]= -15

Vel viento inicial [m/s]= 33.33333

Vel viento final [m/s]= 0

peso aparente inicial p [kg/mm²]= .0036

coeficiente de aumento inicial m0 [xx]= 2.043188

coeficiente de aumento final m1 [xx]= 1

La tension inicial [kg/mm²] es: 10.82

La tension final [kg/mm²] es: 8.622996

la flecha para tension I0 es [m]= 2.599353

la flecha para tension I1 es [m]= 3.261628

Ok

I- 4.28
I- 4.25
I- 4.22
I- 4.189999
I- 4.159999
II- 4.156999
II- 4.153998

Material: Caso 206-La Rioja-Vano 250-Hip 3 a Hip 1 Fl Mx

Vano [m]= 250

E [kg/mm²]= 7700

alfa [1/gradocent]= .0000185

temp inicial [gradocent]= 10

temp final [gradocent]= 45

Vel viento inicial [m/s]= 33.33333

Vel viento final [m/s]= 0

peso aparente inicial p [kg/mm²]= .0036

coeficiente de aumento inicial m0 [xx]= 2.043188

coeficiente de aumento final m1 [xx]= 1

La tension inicial [kg/mm²] es: 8.62

La tension final [kg/mm²] es: 4.153998

la flecha para tension I0 es [m]= 3.262761

la flecha para tension I1 es [m]= 6.770585

Ok

I- 9.299994
I- 9.269993
II- 9.266992
II- 9.263992
II- 9.260992
II- 9.257992
II- 9.254991
Material: Caso 200-La Rioja-Vano 250-Hip 2 a Hip 4
Vano [m]= 250
E [kg/mmm2]= 7700
alfa [1/gradocent]= .0000185
temp inicial [gradocent]= -15
temp final [gradocent]= -5
Vel viento inicial [m/s]= 0
Vel viento final [m/s]= 13.88889
peso aparente inicial p [kg/mmm2]= .0036
coeficiente de aumento inicial m0 [xx]= 1
coeficiente de aumento final m1 [xx]= 1.04675
La tension inicial [kg/mm2] es: 9.96
La tension final [kg/mm2] es: 9.254991
la flecha para tension I0 es [m]= 2.823795
la flecha para tension I1 es [m]= 3.038901
Ok

I- 11.88
I- 11.85
I- 11.81999
I- 11.78999
I- 11.75999
I- 11.72999
I- 11.69999
Material: Caso 202-Vano 250-La Rioja-Hip 2 a Hip 3-Verif.
Vano [m]= 250
E [kg/mmm2]= 7700
alfa [1/gradocent]= .0000185
temp inicial [gradocent]= -15
temp final [gradocent]= 10
Vel viento inicial [m/s]= 0
Vel viento final [m/s]= 33.33333
peso aparente inicial p [kg/mmm2]= .0036
coeficiente de aumento inicial m0 [xx]= 1
coeficiente de aumento final m1 [xx]= 2.043188
La tension inicial [kg/mm2] es: 9.96
La tension final [kg/mm2] es: 11.69999
la flecha para tension I0 es [m]= 2.823795
la flecha para tension I1 es [m]= 2.403848
Ok

II- 5.447
II- 5.444
II- 5.440999
II- 5.437999
II- 5.434999
II- 5.431999
II- 5.428998
Material: Caso 305-La Rioja-Vano 300-Hip 3 a Hip 1 Fl Mx
Vano [m]= 300
E [kg/mmm2]= 7700
alfa [1/gradocent]= .0000189
temp inicial [gradocent]= 10
temp final [gradocent]= 45
Vel viento inicial [m/s]= 33.33333
Vel viento final [m/s]= 0
peso aparente inicial p [kg/mmm2]= .0035
coeficiente de aumento inicial m0 [xx]= 2.070286
coeficiente de aumento final m1 [xx]= 1
La tension inicial [kg/mm2] es: 11
La tension final [kg/mm2] es: 5.428998
la flecha para tension f0 es [m]= 3.579546
la flecha para tension f1 es [m]= 7.25272
Ok

I- 5.540001
I- 5.51
I- 5.48
I- 5.45
I- 5.42
I- 5.39
I- 5.359999

Material: Caso 405-La Rioja-Vano 350-Hip 3 a Hip 1 Fl Mx

Vano [m]= 350

E [kg/mm²]= 7700

alfa [1/gradocent]= .0000189

temp inicial [gradocent]= 10

temp final [gradocent]= 45

Vel viento inicial [m/s]= 33.33333

Vel viento final [m/s]= 0

peso aparente inicial p [kg/mm²]= .0036

coeficiente de aumento inicial m0 [xx]= 2.043188

coeficiente de aumento final m1 [xx]= 1

La tension inicial [kg/mm²] es: 10.82

La tension final [kg/mm²] es: 5.359999

la flecha para tension i0 es [m]= 5.094733

la flecha para tension i1 es [m]= 10.28452

Ok

II- 7.877
II- 7.874
II- 7.871
II- 7.867999
II- 7.864999
II- 7.861999
II- 7.858999
Material: Caso 300-La Rioja-Vano 300 Hip3 a Hip 2
Vano [m]= 300
E [kg/mm²]= 7700
alfa [1/gradocent]= .0000189
temp inicial [gradocent]= 10
temp final [gradocent]= 15
Vel viento inicial [m/s]= 33.3333
Vel viento final [m/s]= 0
pero aparente inicial p [kg/mm²]= .0035
coeficiente de aumento inicial m0 [xx]= 2.070286
coeficiente de aumento final m1 [xx]= 1
La tension inicial [kg/mm²] es: 11
La tension final [kg/mm²] es: 7.858999
la flecha para tension 10 es [m]= 3.579546
la flecha para tension 11 es [m]= 5.010181
Ok

CALCULOS MECANICOS DE LOS SOPORTES

SOLICITACIONES AL SOPORTE SOSTEN

Del cálculo del vano económico se obtuvo la dimensión del poste resultante sostén:

$$23,50/1200/3$$

cuyo detalle se observa en el gráfico "Cálculo de Dimensiones" y LAR-P-1000.

Las dimensiones de base 1,1m * 1,1m * 2,5m :Ancho, largo y profundidad. Más adelante se justificará su cálculo.

Cálculo de los conductores

Se parte de la zonificación determinada para el país por Agua y Energía Eléctrica. La zona es B; las hipótesis de cálculo que determinan las temperaturas y velocidades del viento figuran en la siguiente tabla.

Zona B

Hipotesis	Temperat. °C	Viento Km/h
1	45	0
2	-15	0
3	10	120
4	-5	50
5	16	0

Características del cable: Al Ac 150/25 mm²

Módulo de elasticidad del Al $E_{al} = 5600 \text{ Kg/mm}^2$; Módulo de elasticidad del Ac $E_{ac} = 20000 \text{ Kg/mm}^2$.

Coeficiente de dilatación del Al $\alpha_{Al} = 23 \cdot 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$.

Coeficiente de dilatación del Ac $\alpha_{Ac} = 11.10 \cdot 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$.

Tensión M_x Sigma Al = 8 kg/mm²

Módulo de elasticidad para todo el cable: $E_o = 7700 \text{ Kg/mm}^2$;

Coeficiente de dilatación para todo el cable $\alpha_o = 18.5 \cdot 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$.

(Fuente Planilla de Agua y Energía Eléctrica para cables con relación Al y Ac de 5.7 a 6.)

Características del hilo de guardia

Sección conductor 48,35 mm²; Diámetro 9 mm.

Peso: 400 Kg/km.

Formación 19 * 1,80 mm

Coeficiente de dilatación térmica $11 \cdot 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$

Módulo de elasticidad 17500 kg/mm²

Tensión de sollicitación máxima 110/120 kg/mm²

Para acompañar la geometría de la catenaria del cable, la flecha necesaria es:

Ac 50 Flecha requerida a 45°C: 7,25 m

$$T_o = p \cdot a^2 / 8f$$

p	kg/m/mm ²
T_o	kg/mm ²

Características del cable

Según tabla 2 VDE

peso propio [Kg/mm m]: $7,8 \cdot 10^{-3}$

α [$1/^{\circ}\text{C}$]: $1,1 \cdot 10^{-5}$

E [Kg/mm²]: 17500

Sección real [mm²]: 48,35

Formación $19 \times 1,8 \text{ mm}$

Diámetro [mm]: 9

Peso:[kg/m]: 0,4

Tensión de rotura [Kg/mm²]: 110/120

Carga debido al viento [Kg/m]: 0,4727

Viento sobre los conductores

$$0.75 \times 1.1 \times 33.33^2 / 16 \times 300 \times 17.3 \times 10^{-3} [\text{m}] = 297 \text{ Kg}$$

Viento sobre Hilo de Guardia

$$P_{vhg} = 0.75 \times 1.1 \times 33.33^2 / 16 \times 300 \times 9 \times 10^{-3} [\text{m}] = 154 \text{ Kg}$$

Viento sobre herrajes y aisladores (estimado)=20 Kg

Viento sobre el soporte (reducido a la cima)

$$P_{vsop} [\text{kg}] = 0.75 \times 0.7 \times 33.33^2 / 16 \times 0.5 \times 21.5 \times (10.75 / 21.5) = 195 \text{ kg}$$

Viento sobre el ménsulas (longitudinal)(reducido a la cima)

La sección expuesta al viento longitudinal es:

$$S [\text{m}^2] = (0.2 + 0.15) / 2 \times 2.90 = 0.51 \text{ m}^2$$

Altura de primer cruceta:

$$7.0 + 7.25 + 1.75 + 0.2 = 16.20 [\text{m}]$$

Altura de segunda cruceta:

$$16.20 + (3.3 / 2) = 17.85 [\text{m}]$$

Altura de tercer cruceta:

$$16.20 + 3.30 = 19.5 [\text{m}]$$

Sección cruceta hilo de guardia

$$(0.2 + 0.15) / 2 \times (0.48 + 0.25) = 0.11 [\text{m}^2]$$

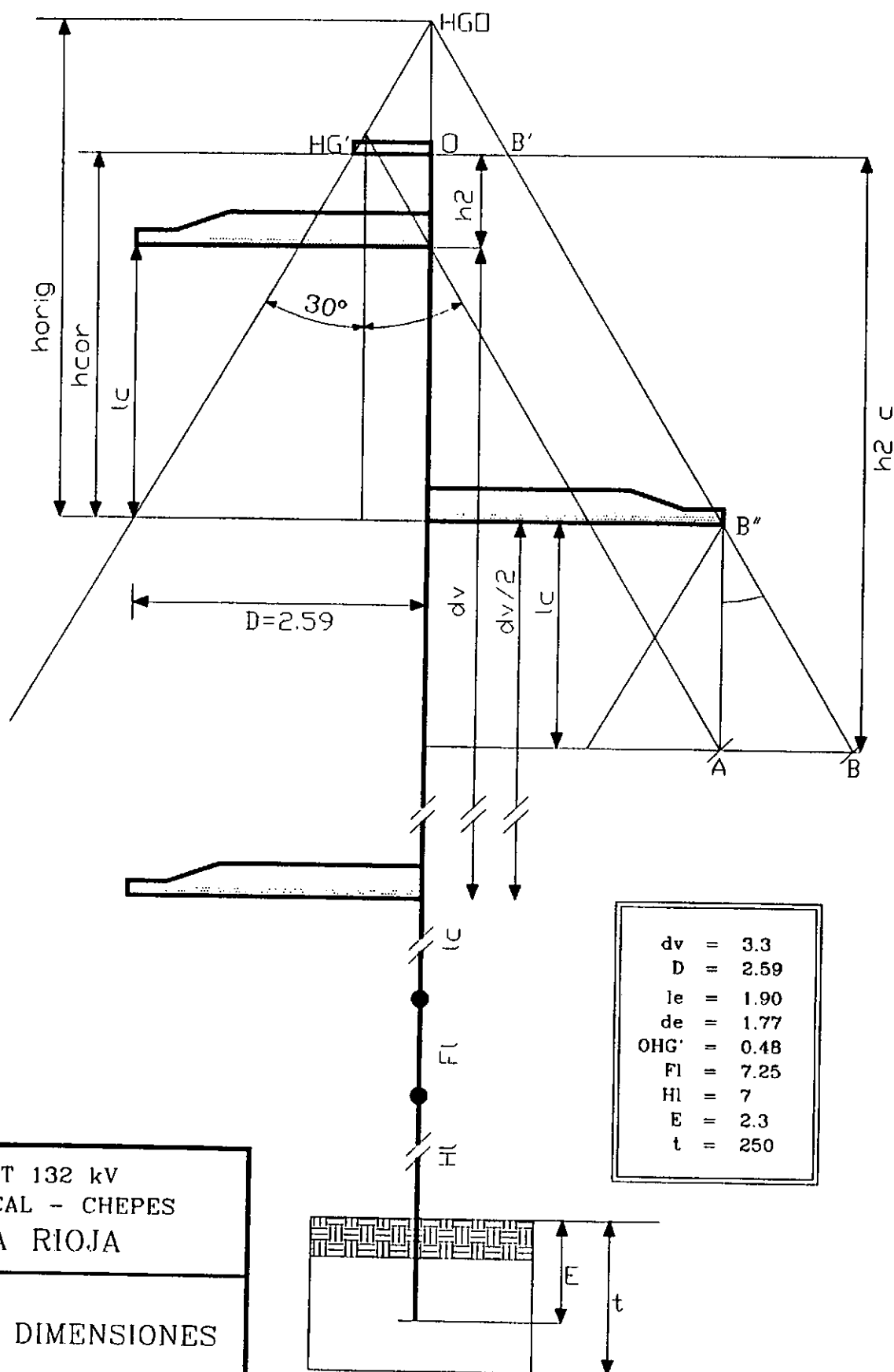
Altura de cruceta hilo de guardia:

$$21.22 [\text{m}]$$

Acción del viento sobre los crucetas

$$F_{vcr} = 0.75 \times 1.4 \times 33.33^2 / 16 \times 0.51 = 37.18 [\text{Kg}]$$

$$F_{vcrhg} = 0.75 \times 1.4 \times 33.33^2 / 16 \times 0.11 = 8.02 [\text{Kg}]$$



LAT 132 kV
CHAMICAL - CHEPES
LA RIOJA

CALCULO DIMENSIONES

RUN

Estudio (ej. Hip 1 a Rip 3) ? Caso 607 Tension Mx Hilo de 6.vano 160

Vano [m]? 160

Modulo de Elasticidad EI [kg/mm²] ? 20000

Alfa [1/grado cent]? 1.1e-5

Sección del conductor [mm²] ? 48.5

Sección del acero [si va] [mm²] ?

Diámetro exterior [si va] [m]? 8.8e-3

Tensión inicial T0 [kg/MM²] ? 6.43

Temperatura inicial [grado Cent]? 45

Temperatura final [grado Cent]? -15

Peso aparente [kg/mm²] ? 7.8e-3

Viento inicial [Km/h]? 0

Viento final [Km/h]? 0

I- 8.259989

I- 8.279988

I- 8.199988

I- 8.169987

I- 8.139986

I- 8.109986

I- 8.079985

Material: Caso 607 Tension Mx Hilo de 6.vano 160

Vano [m]= 160

E [kg/mm²]= 20000

alfa [1/gradocent]= .000011

temp inicial [gradocent]= 45

temp final [gradocent]= -15

Vel viento inicial [m/s]= 0

Vel viento final [m/s]= 0

peso aparente inicial p [kg/mm²]= .0078

coeficiente de aumento inicial m0 [xx]= 1

coeficiente de aumento final m1 [xx]= 1

La tension inicial [kg/mm²] es: 6.43

La tension final [kg/mm²] es: 8.079985

la flecha para tension T0 es [m]= 3.881804

la flecha para tension T1 es [m]= 3.089115

OK

N

studio: [ej. Hip 1 a Hip 3] ? Caso 600-Hilo G-La Rioja-Vano 300m Tension Mx - 29 -
no [m]? 300
dulo de Elasticidad EL [kg/mm²] ? 20000
fa [1/grado cent]? 11e-6
ccion del conductor [mm²]? 48.5
ccion del acero [si va] [mm²]?
ametro exterior [si va] [m]? 9e-3
nsion inicial T0[kg/MM²] ? 12.1
mperatura inicial [grado Cent]? 45
mperatura final [grado Cent]? 10
so aparente [Kg/mMM²]? 7.8e-3
ento inicial [Km/h]? 0
ento final [Km/h]? 120

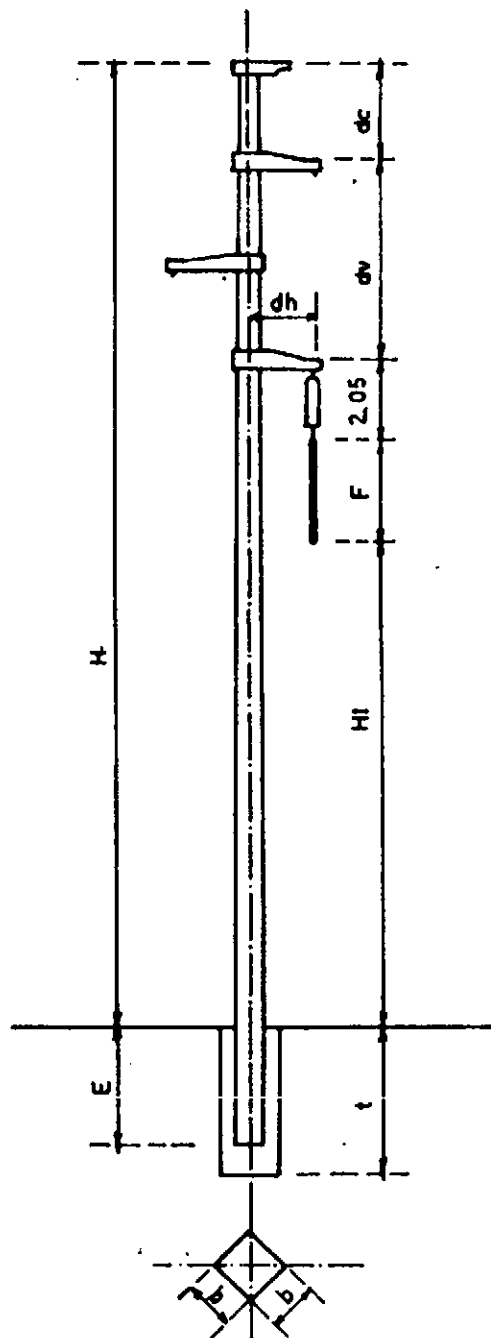
21.81999
21.78998
21.75998
21.72998
21.69998
21.66998
21.63998

terial: Caso 600-Hilo G-La Rioja-Vano 300m Tension Mx
no [m]= 300
[kg/mMM²]= 20000
fa [1/gradocent]= .000011
mp inicial [gradocent]= 45
mp final [gradocent]= 10
l viento inicial [m/s]= 0
l viento final [m/s]= 33.33333
so aparente inicial p [kg/mMM²]= .0078
eficiente de aumento inicial m0 [xx]= 1
eficiente de aumento final m1 [xx]= 1.840169
tension inicial [kg/mm²] es: 12.1
tension final [kg/mm²] es: 21.63998
flecha para tension T0 es [m]= 7.252066
flecha para tension T1 es [m]= 4.054995

DATOS DEL CALCULO DE SULZBERGER

Aso: Verificacion fundacion Poste Sosten La Rioja-vano 300 m-
ado A [cm] : 110
Profundidad t [cm] : 250
diámetro del poste cima y base [cm] : 30 55
altura del poste base [cm] : 2250
peso de un conductor [kg] : 192
peso del hilo de guardia [kg] : 120
peso de una cadena de aisladores y una mensula [kg] : 50 250
ángulo tierra gravante (beta) : 3
coef de rozamiento mu : .05
volumen de Hormigon [m3]: 2.466681
peso del Hormigon [ton]: 5.426698
volumen de tierra gravante [m3]: .7778253
peso de tierra gravante [ton]: 1.166738
carga vertical total [ton]: 15.18944
coeficiente de compresibilidad a 2 mt [kg/cm3]: 2.25
ángulo de alfa propia de la carga: 1.014404E-02
momento actuante [kg cm]: 2182250
momento estabilizante de pared Ms [kg cm]: 3222656
momento de base Mb [kg cm]: 276147.6
factor S= (Mb+Ms)/Mom= 1.603301

k



Conductor	C. Guardia	Vano	H1	F	Poste	H	E	a	b	t	dc	dv	dh
150/25	50	300	7,0	7,25	23,5/1200/3	21,5	2,5	1,1	1,1	2,5	1,7	3,3	2,59

CONSEJO FEDERAL de INVERSIONES

PLAN DE ELECTRIFICACION DE LA
PROVINCIA DE LA RIOJA

PROYECTO L.A.T 132 KV
CHAMICAL - CHEPES - LUJAN

132 KV

ESTRUCTURA DE SOSTEN DE H° A°

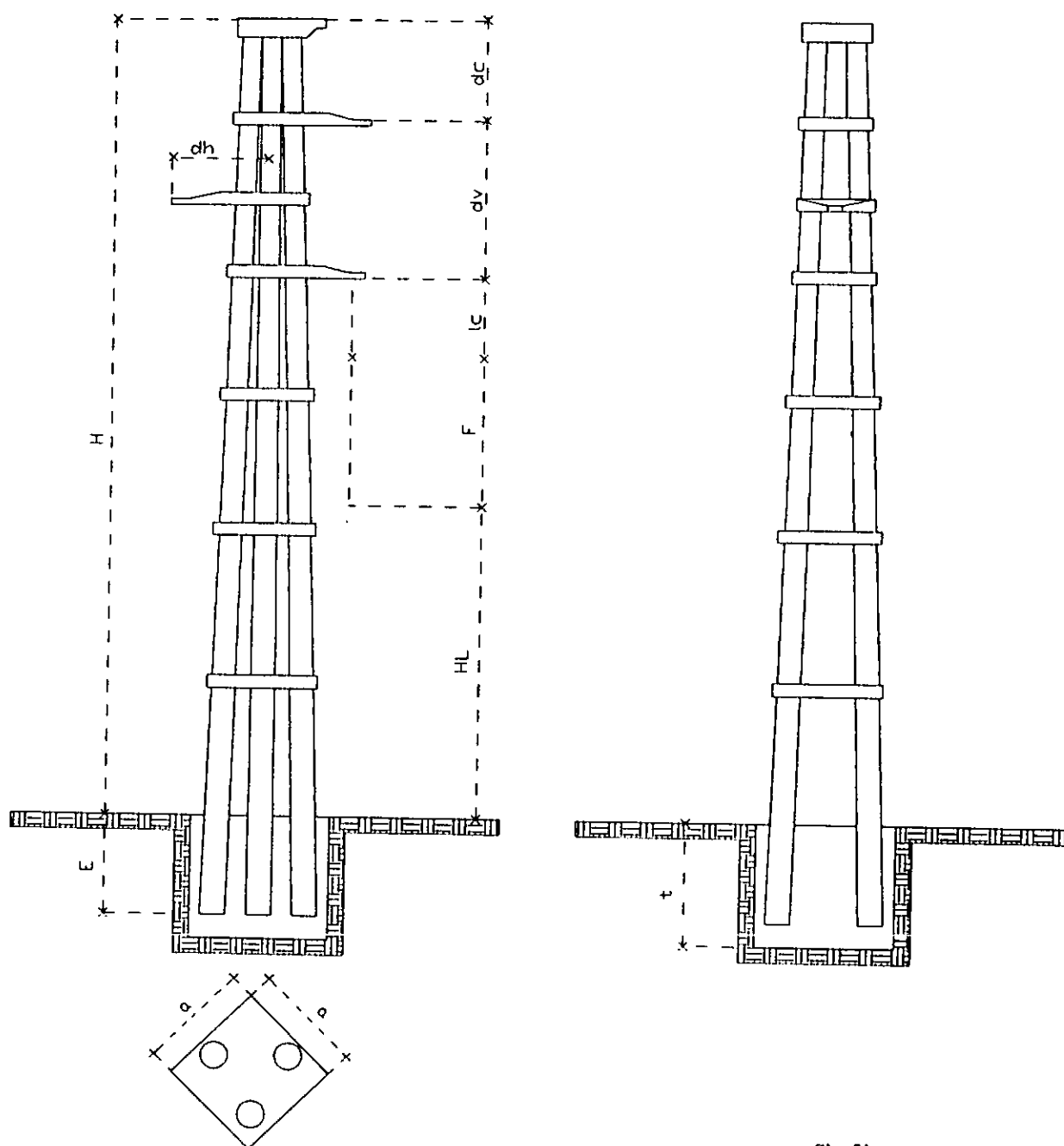
EQUIPO: A.S.R.
P.M.J.

FECHA: ABR/93

ESCALA: —

DEBWO: M.I.C.

NUMERO: LAR - P - 1006



∞°	Conductor	C.Guardia	Vano	HI	F	Poste	II	E	a	t	dc	dv	dh

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

PLAN DE ELECTRIFICACION
DE LA PROVINCIA DE
LA RIOJA

L.A.T. 132 kV PATOQUIA - CHEPES

SOPORTE ESQUINERO TRIPLE

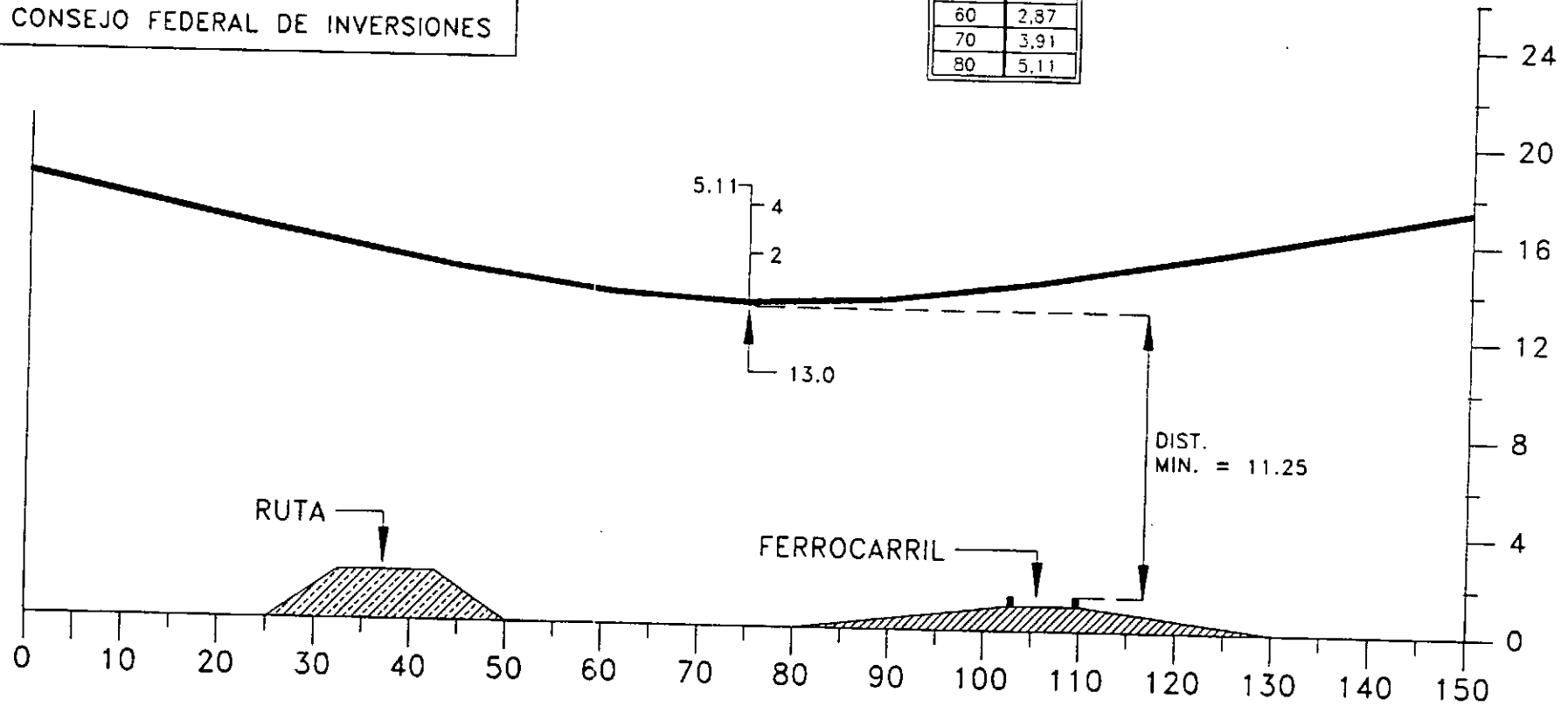
CROQUIS RUTA 38 Y FERROCARRIL

ESTUDIO LINEA 132 kV
CHAMICAL - CHEPES - LUJAN
PRVINCIA DE LA RIOJA

CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

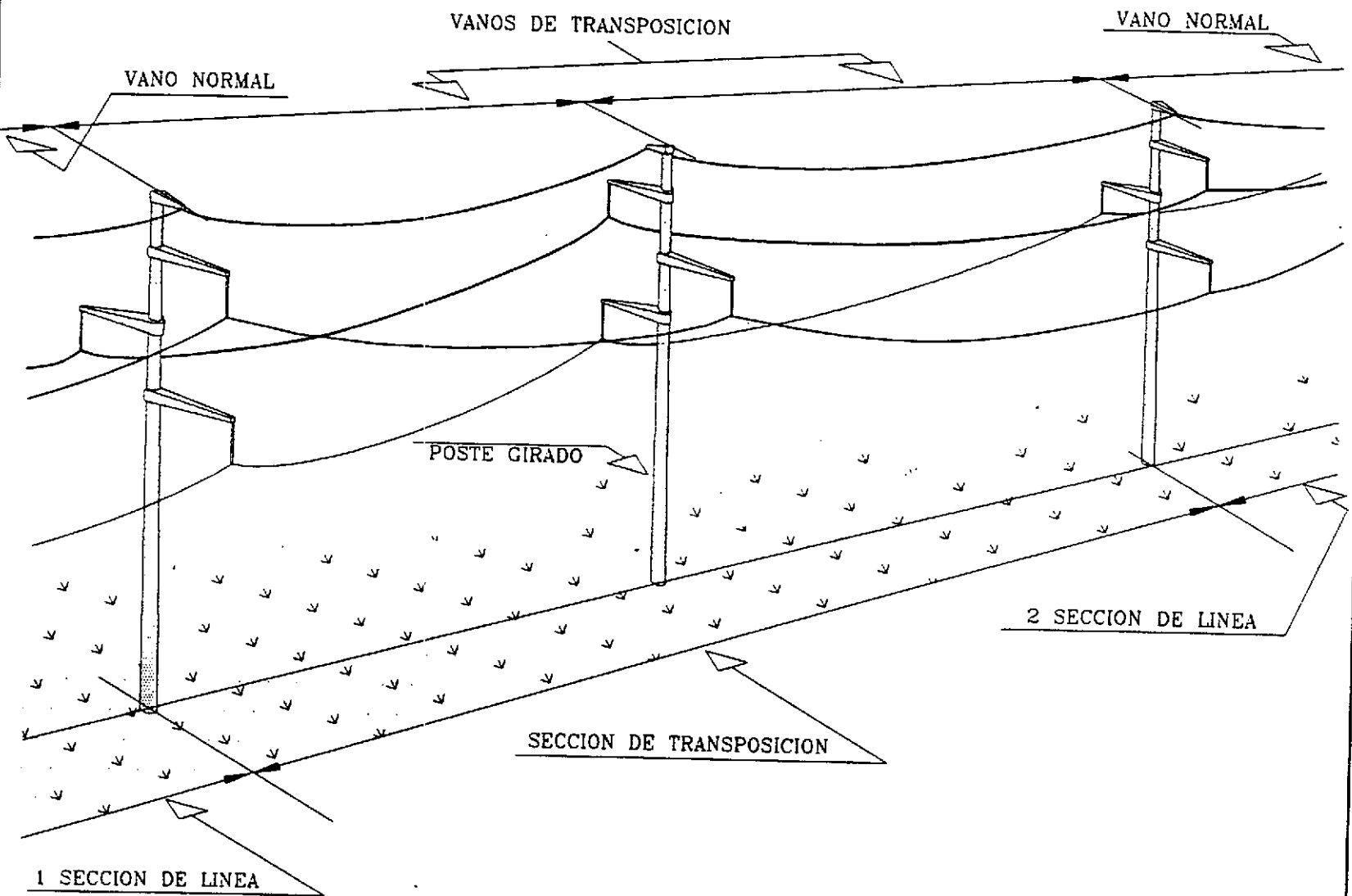
X	Y
10	0,08
20	0,32
30	0,72
40	1,28
50	2,00
60	2,87
70	3,91
80	5,11

ESC V = 2 m/cm
ESC H = 5 m/cm



Catenaria (paralela) vano 160 m tension a 45 2,44 kg/mm ; (flecha = 5,11 m)

$$\text{ecuacion } y = f \cdot \left(\frac{x}{a/2}\right)^2 = 5,11 \cdot \left(\frac{x}{80}\right)^2$$



CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES

LINEA ALTA TENSION 132 KV

PLAN DE ELECTRIFICACION
DE LA PROVINCIA DE
LA RIOJA

TRANSPOSICION DE LINEA

Dibujo: Enrique Pablo Centeno (Autocad)

Valores reducidos a la cima:

$$F_{vcr} = 37.18 \cdot (16.20 + 17.85 + 19.5) / 21.22 + 8.02 = 101.85 \text{ [Kg]}$$

Acción de los conductores por viento reducidos a la cima

$$297 \cdot (16.20 + 17.85 + 19.5) / 21.22 + 154 = 903 \text{ [kg]}$$

Acción de los pesos verticales

Peso de los cables

$$\text{Cable AlAc } 150/25 \text{ peso } 614 \text{ kg/km; } 300 \text{ m : } 184.20 \text{ kg}$$

$$\text{Cable de acero } 50 \text{ mm}^2 = 400 \text{ kg/km]; } 300 \text{ m: } 120 \text{ kg}$$

$$\text{Peso del soporte } 23.50 / 1200 / 3 = 7000 \text{ kg}$$

$$\text{Peso de las crucetas estimado en } 200 \text{ kg}$$

Hipótesis 1a:

$$903 + 195 + 20 = 1118 \text{ kg}$$

El soporte seleccionado es 23.50/1200/3

Verificación del soporte

Se hará referencia en lo que sigue a las Normas VDE y a las hipótesis de cálculo que la misma prescribe.

Fuerza total según hipótesis 1b:

$$20 + 195 + 101.85 = 316 \text{ kg}$$

Fuerza según hipótesis 1c:

$$1/4(903) = 225.75 \text{ kg}$$

Fuerza equivalente por flexotorsión según hipótesis 2a:

$$M_f = 0.5 \cdot 10.82 \cdot 148.9 \cdot 21.22 = 17093.75 \text{ kgm}$$

$$M_t = 0.5 \cdot 10.82 \cdot 148.9 \cdot 2.6 = 2094.43 \text{ kgm}$$

$$M_e = 0.5 \cdot (17093.75 + ((17093.75)^2 + (2075)^2)^{0.5}) = 17156.49 \text{ kgm}$$

$$T_e = 17156.49 / 23.5 = 730 \text{ kg}$$

Coefficiente de seguridad según hipótesis 2a:

$$K = 3 \cdot 1200 / 730 = 4.93 > 2.0$$

Verificación de la fundación (1.1 * 1.1 * 2.5)

La verificación se realiza por el método de Sulzberger mediante la solución de una serie de fórmulas en función del esfuerzo

soportado, las características propias del suelo y se adjunta una salida de computadora, se verifica el coeficiente de seguridad es 1.60

VERIFICACION DEL POSTE ANGULAR EN EL CRUCE DE RUTA DE CHAMICAL

El poste está ubicado del lado oeste del camino y recibe los conductores desde el poste terminal vecino a la estación transformadora Chamical. Tiene un vano de cruce de 160 m, hacia la progresiva descendente, y 300 m en el sentido de la progresiva ascendente. La línea toma un cambio de rumbo con ángulo de 40°. Cruza un camino y vías férreas, se advierte en el croquis "Croquis cruce ruta 38 y ferrocarril" las distancias mínimas que deben respetarse tanto en el camino como en las vías del ferrocarril. Se verificarán ambas, y se adoptará aquella que exija poste mayor.

La fórmula de la catenaria que pasa por un punto es

$$y = f * (x/a/2)^2$$

Altura mínima de cruce de rutas

$$7 + 0,012 * (132 - 50) = 7,98 \text{ m (según Reglamento Vialidad Provincial)}$$

$$\text{Aumento } 0,0042 * 160 \text{ m} = 0,67 \text{ m}$$

$$\text{Total} = 8,65 \text{ m}$$

Altura mínima sobre rieles 11,75 m (Art.23)

Verificación poste retención angular (RA) cable inferior

$$\text{Abcisa de la vía respecto al poste RA} = 5 + 40 = 45 \text{ m}$$

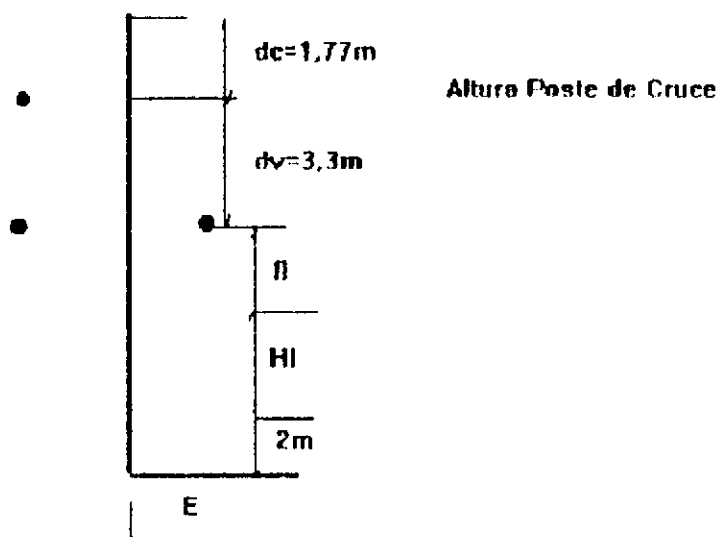
$$y = 5,11 * (45/160/2)^2 = 1,62 \text{ m (flecha sobre la vía)}$$

Abcisa sobre el camino 89,50 m desde el poste RA 40°

$$y_c = 5,11 \text{ (} 89/160/2 \text{)}^2 = 5,91 \text{ m}$$

Longitud del poste RA

A: determinación en base a vías



Desnivel= 2m

$$h1 + f1 + desnivel + dv + dc + e =$$

$$17,75 + 1,62 + 2 + 3,3 + 1,77 + 2,5 = 22,44 \text{ m}$$

B: determinación en base a camino

$$9 + 5,91 + 2 + 3,3 + 1,77 + 2,5 = 24,17 \text{ m}$$

Es superior la exigencia que impone el camino con su distancia mínima a tierra.

Cálculo de la sollicitación mecánica del poste

Vano dirección a Chepes 300 m

Vano de cruce de camino 160 m

Tensión mecánica del vano sobre el camino cable Al Ac 150/25:

5 kg/mm² (caso corrida 500)

Tensión mecánica del vano 300m a 100C y 120 km/h en tres conductores 10,82 kg/mm²

Hipótesis de cálculo 1a, 1c, 1e, 2a, ET N°1 Agua y Energía Eléctrica.

Retención angular 40°

1 Alfa 2 Alfa

Beta como 2 Beta

Gama como 2 Gama

Delta 2/3 tracción máxima unilateral de conductores considerados actuando sobre eje de estructura, simultáneamente la carga del viento sobre estructura y elementos de cabecera en dirección de transversal. Simultáneamente fuerzas verticales incluyendo cargas adicionales.

Carga extraordinaria según Alfa y carga según b.2.1.2. simultáneamente. En este caso se aplicará la carga normal sin viento considerando la reducción de la atracción de un conductor. Fuerzas verticales con cargas adicionales.

Las cargas normales según Beta y Gama se aplican simultáneamente con la carga según b (2.1.2.).

Carga sobre soporte. Tiro unilateral del conductor

$$173,1 \text{ mm}^2 * 10,82 \text{ kg/mm}^2 = 1873 \text{ kg}$$

Tiro unilateral del hilo de guardia

La tensión del cable 150/25 para flecha máxima 7.25 m es de 5,58 kg/mm²

Para obtener la misma flecha en el hilo de guardia la tensión debe ser

Datos del cable de acero peso= $7,8 * E-3 \text{ kg/m mm}^2$

Coeficiente de dilatación $1,1 * E-5 \text{ 1/}^\circ\text{C}$

Módulo: 20000 kg/mm²

Carga de rotura: 120 kg/mm²

$f Mx = p/8 * a^2/t$; $p[\text{kg/m mm}^2]$ $t \text{ kg/mm}^2$; $a [\text{m}] = 300 \text{ m}$

$f [\text{m}] = 7,25$

$t = p/8 * a^2/f = 7,8 * 300^2 * e^{-3/8} * 1/8 * 1/7,25 = 12,10 \text{ kg/mm}^2$

Cálculo de la tensión máxima para sollicitación del soporte

VER CASO 600

Tensión final 21,64 kg/mm²

Sección del cable de guardia 48,5 mm²

Tensión 21,64 kg/mm² * 48,5 mm² = 1049 kg

Retomando cálculo tiro unilateral del hilo de guardia =

$$= 1049 \text{ kg}$$

Viento sobre un conductor

$pvc = 0,75 * 1,1 * 120^2/16 * (\text{km/h}) * (1000^2/2600) * 17,1E-3 * 300 \text{ m} =$

$= 297 \text{ kg}$

Viento sobre hilo de guardia

$pvhg = 0,75/16 * 1,1 * (120 * 1000/3600)^2 * 8,99 E-3 * 300 = 154 \text{ kg}$

Viento sobre herrajes y aisladores estimado 20 kg

Viento sobre soporte (reducido a la cima)

Longitud libre del poste = 24,5 - 2,5 = 22 m

A) Para el cruce del conductor horizontal a 2 + 9 + 5,91 =

= 16,91 m

B) Conductor más alto 16,91 + 3,3 = 20,21 m

C) Hilo de guardia

$$20,21 + 1,77 = 21,98 \approx 22 \text{ m}$$

Viento transversal sobre soporte reducido a la cima

$pv = 0,75 * 0,7 * 33,33/16^2 * 0,5 * 22 * (11/22) * 200,48 \text{ kg}$

El soporte está constituido por tres postes por lo tanto

$$200,48 * 5 = 601,4 \text{ kg}$$

Viento longitudinal sobre soporte

El soporte se coloca alineado con la resultante de tiro por lo tanto se tomará un valor igual que antes=

$$= 401 \text{ kg}$$

Viento sobre ménsulas y vínculos (longitudinal reducido a la cima)

Secciones de los vínculos

1. Vínculo Altura aproximada 3 m

Espesor 0,40 m² Superficie expuesta al viento 0,8 m²,
altura 5

2. Vínculo 0,3 * 1,90 = 0,59 m² altura 6,5 m

3. Vínculo 0,3 * 1,67 = 0,5 m² altura 9,5

Sección de las ménsulas a viento transversal 0,51 m²

Altura 1ª cruceta 16,20 m

2ª cruceta 17,85 m

3ª cruceta 19,5 m

Fuerza del viento sobre las ménsulas

$$Fv1 = 0,75 * 1,4 * 33,33^2 * 1/16 * 0,8 = 58,32 \text{ kg}$$

$$Fv1 = 0,75 * 1,4 * 33,33^2 * 1/16 * 0,59 = 43,01 \text{ kg}$$

$$Fv1 = 0,75 * 1,4 * 33,33^2 * 1/16 * 0,5 = 36,45 \text{ kg}$$

Valores reducidos a la cima

$$Fv1' = 58,32 * 3/24,5 = 7,14 \text{ kg}$$

$$Fv2' = 43,01 * 6,5/24,5 = 11,41 \text{ kg}$$

$$Fv2' = 36,45 * 9,5/24,5 = 14,13 \text{ kg}$$

Fuerza del viento sobre crucetas reducidas a la cima

$$F'_{cr1} = 0,75 * 1,4 * 33,33^2 * 1/16 * 0,51 \text{ m}^2 * 16,2/14,5 = 24,58 \text{ kg}$$

$$F'_{cr2} = 0,75 * 1,4 * 33,33^2 * 1/16 * 0,51 \text{ m}^2 * 16,85/24,5 = 25,57 \text{ kg}$$

$$F'_{cr3} = 0,75 * 1,4 * 33,33^2 * 1/16 * 0,51 \text{ m}^2 * 19,5/24,5 = 29,61 \text{ kg}$$

$$F'_{crhg} = 0,75 * 1,4 * 33,33 * 1/16 * 0,11 \text{ m}^2 * 24,5/24,5 = 8,02 \text{ kg}$$

Desequilibrio vertical reducido a la cima

$$\text{Peso del cable AlAc 150/25: } 614 \text{ kg/km} * 0,3 \text{ km} = 184,2 \text{ kg}$$

$$\text{Peso del cable de acero } 50 \text{ mm}^2: 400 \text{ kg/km: } 300 \text{ m} = 120 \text{ kg}$$

$$(3 * 184 * 2,60 + 120 * 0,6) / 24,5 = 61,52 \text{ kg}$$

VERIFICACION DEL SOPORTE

Fuerza total según hipótesis 1a:

Se toma como un poste terminal debido a que la tensión es desigual por distintos vanos. El vano con progresiva ascendente tiene 300 m y la tensión de los cables es

$$\text{Cable AlAc 150/25 con tensión } 10,82 \text{ kg/mm}^2$$

$$\text{Cable de guardia Ac } 50 \text{ mm}^2 \text{ tensión } 21,64 \text{ kg/mm}^2$$

El vano con progresión descendente tiene 160 m y los tres cables de AlAc tienen una tensión de 5 kg/mm² (-15°C)(caso 500)

Para 45°C la flecha es de 3,88 m

Para el hilo de guardia que tenga una flecha similar en 160 m sin tensión debe ser

$$f1 = p/8 * a^2 / l m$$

$$T = p/8 * a^2 / f1$$

$$T \text{ [kg/mm}^2\text{]} = T * 8 \text{ e-3 kg/m mm}^2 * 1/8 * 160^2 / 3,88 = 6,43 \text{ kg/mm}^2$$

Con la ecuación de cambio de estado determinamos la tensión M_x del cable a -150°C esta es 8.08 kg/mm^2

VER CASO 607

Por lo tanto la sollicitación del poste RA 529 con vano en progresiva ascendente: 300 m

Tensión de los cables:P

AICl 150/25	$10,82 \text{ kg/mm}^2 * 148,9 \text{ mm}^2 = 1611/719 * 3 = 4833$	
HG 48,3 mm ²	$21.64 * \text{kg/mm}^2 = 1049$	1049
	Total	5882

Del lado de la progresiva descendente: vano 160 m los valores son

AlAc 150/25	$5,0 \text{ kg/mm}^2 * 148,9 \text{ mm}^2 * 3 = 2233$	
HG 48,5 mm ²	$8,08 \text{ kg/mm}^2 * 48,5 \text{ mm}^2 = 391,88$	
		2625,88 kg

Verificación poste

1 viento 120 km/H sobre estructura y semivanos

$$\text{vano } (300/2 + 160/2) = 230 \text{ m}$$

$$F_{vcAl} = 0,75 * 1,1 * 33,33^2 * 1/16 * 230 * 17,3 \text{ e-3} = 276,26 \text{ kg}$$

Cable de guardia

$$F_{vhg} = 0,75 * 1,1 * 35,33^2 * 1/16 * 230 * 9 * \text{e-3} = 118,57 \text{ kg}$$

Viento sobre la estructura reducido a la cima

Se consideran 3 postes de 24,5 m

$$0,75 * 0,7 * 33,33^2 / 16 * 0,5 * 24,5 * (12,5/24,5) * 3 = 683 \text{ kg}$$

Viento sobre ménsulas (longitudinal) reducido a la cima

La sección expuesta al viento longitudinal

$$S_1 \text{ [m}^2\text{]} = 0,2 * 3,5 = 0,7 \text{ m}^2$$

Altura de la 19 cruceta [m] 18,20

Altura de la 29 cruceta [m] 19,85

Altura de la 3ª cruceta [m] 21,5

Altura de la cruceta del hilo de guardia [m] 23,5

Sección de la cruceta del hilo de guardia

$$Shg [m^2] = 1,6 * 0,3 = 0,48 m^2$$

Acción del viento sobre las crucetas

$$Fcr = 0,75 * 1,4 * 33,33^2 / 16 * 0,7 = 51,03 kg$$

$$Fcrhg = 0,75 * 1,4 * 33,33^2 / 16 * 0,48 = 34,99 kg$$

Valores reducidos a la cima

$$Fcr = 51,03 * (18,2 + 19,85 + 21,5) / 23,5 + 34,99 kg = 159,02 kg$$

Viento sobre conductores reducidos a la cima

$$276 * (18,2 + 19,85 + 21,5) / 23,5 + 118,57 = 817,97 kg$$

Acción de los pesos verticales

Peso de los cables

$$\text{Cable AlAc } 150/25 \text{ mm}^2 * 614 \text{ kg/km} * 0,23 = 141,22 kg$$

$$\text{Cable Ac } 50 \text{ mm}^2 = 400 \text{ kg/km} * 0,23 = 92 kg$$

$$\text{Peso del soporte } 8300 * 3 = 24900 kg$$

$$\text{Peso de cada cruceta } 300 * 3 = 900 kg$$

$$\text{Peso de los vínculos } 200 * 3 = 600 kg$$

$$\text{Total } 26400 kg$$

Hipótesis 1a

Verificación del poste RA 539

$$(276 * \cos(269) * (18,2 + 19,85 + 21,5) + 118,57 * \cos(269) * 23,5 + 1611 * \sin(269) * (18,2 + 19,85 + 21,5) + 2 * 1049 * \sin(269) * 23,5) * 1 / 23,5 + 51,03 + 683 = 4186 kg$$

Fuerza equivalente

Tracciones máximas de cada vano reducidas a la cima

Vano progresiva ascendente

$$\text{AlAc } 150/25 \quad 10,82 \text{ kg/mm}^2 * 148,9 \text{ mm}^2 = 1611 kg$$

$$\text{Hilo de guardia } 48,5 \text{ mm}^2 * 21,64 \text{ kg/mm}^2 = 1049 kg$$

Vano progresiva descendente

$$\text{AlAc } 150/25 \quad 5,0 \text{ kg/mm}^2 * 148,9 \text{ mm}^2 = 744,5 \text{ kg}$$

$$\text{Hilo de guardia } 48,5 \text{ mm}^2 * 8,08 \text{ kg/mm}^2 = 391,88 \text{ kg}$$

Fuerza compuesta en progresiva ascendente

$$1611 * (18,2 + 19,85 + 21,5)/23,5 + 1049 * 23,5/23,5 = 5131 \text{ kg}$$

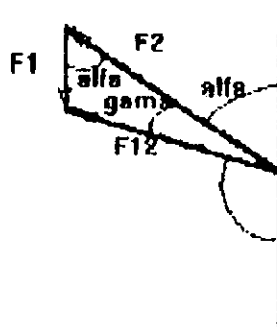
Fuerza compuesta progresiva descendente

$$744,5 * (18,2 + 19,85 + 21,5)/23,5 + 391,88 * 23,5/23,5 = 2278 \text{ kg}$$

Determinación de la resultante y su ángulo

Por teorema de coseno

$$\cos(\alpha) = (F_1^2 + F_2^2 - F_{12}^2) / (2 F_1 * F_2)$$



$$F_{12} = (F_1^2 + F_2^2 - 2F_2 * F_1 * \cos(\alpha))^{0.5} =$$

$$= (2278^2 + 5131^2 - 2 * 2278 * 5131 * \cos(53,9))^{0.5} =$$

$$= 4177 \text{ kg}$$

El ángulo gama es

$$\cos(\text{gama}) = (F_2^2 + F_{12}^2 - F_1^2) / (2 * F_{12} * F_2 =$$

$$= (5131^2 + 4177^2 - 2278^2) / (2 * 5131 * 4177) = 0.900$$

con lo que $\gamma = 2598196$ (fracción en diezmilésimas de segundo)

el ángulo respecto de F_1 es

$$180 - 1694297 - 532 = 1012$$

La acción del viento sobre el soporte y crucetas debe ser en sentido de la resultante fue calculado más arriba y su valor reducido a la cima es de 683 kg.

Viento sobre ménsulas y vínculos

$$159.02 \text{ kg}$$

Fuerzas verticales

Peso de los cables de 2 semivanos $(300 + 160/2) = 230 \text{ m}$

Cable de AlAc 150/25 $614 \text{ kg/km} * 0,23 \text{ km} = 141,22 \text{ kg}$

Cable de Ac 50 mm² $400 \text{ kg/km} * 0,23 \text{ km} = 92,0 \text{ kg}$

Aclaración sobre metodología

Para los coeficientes de seguridad se tomará 3 para cargas normales y 2 para cargas extraordinarias.

Para soportes bipostes la fuerza equivalente es la fuerza total según hipótesis 1a. multiplicada 1/8.

En el caso de postes triples la fuerza total según hipótesis 1a. multiplicada por 1/9.

La fuerza equivalente según hipótesis 1c.

$$(\text{Fuerza longit.}^2 + \text{Fuerza transv.}^2)^{0,5} * 1/9$$

Fuerza equivalente según 1e =

$$2/3 * \text{Fuerza de 1 conductor}$$

Fuerza transv. según hipótesis 1e =

Fuerza equivalente según hipótesis 1e =

$$1/9 * ((\text{fuerza transv. según hipót.1e})^2 + (\text{Fuerza Long. según hipót.1e})^2)^{0,5}$$

Verificación soporte según hipótesis 1a

Retención angular

Hipót.1a peso gráfico y cargas permanentes

Carga de viento mx sobre estructura elementos de cabecera y semilong.vanos de conductores ambos vanos adyacentes, en dirección de la resultante total de la tracción de conductores.

Fuerzas resultantes de las tracciones de los conductores.

$$683 + 159,02 + 817,97 + 118,57 + 4177 = 5955,5 \text{ kg}$$

Fuerza equivalente según Hipót.1a:

$$5955,5/9 = 661,7$$

$$\text{Poste 3} * 950/661,7 = 4,31 > 3$$

Hipót. 1c

Peso propio y cargas permanentes

Carga del viento mx en dirección normal a la bisectriz del ángulo de la línea, sobre la estructura, los elementos de cabecera y sobre la semilong.de los conductores de los vanos adyacentes.

Fuerza longit. según hipótesis 1c:

Como el poste presenta una superficie casi igual para el caso longitudinal o transversal y hemos tomado la mayor superficie.

Fuerza del viento sobre el soporte reducido a la cima 683 kg

$$683 + 159,02 + (817 \cdot \sin 269(18,2 + 19,85 + 21,5) + 118 \cdot \sin 269 \cdot 23,5) / 23,5 =$$

$$=1801 \text{ kg}$$

Fuerza transversal según hipótesis 1c:

$$(2 \cdot 1611 \cdot \sin 269 (18,2 + 19,85 + 21,5) + 2 \cdot 1049 \cdot \sin 269 \cdot 23,5) / 23,5 + 159,02 = 4657,8 \text{ kg}$$

Fuerza equivalente

$$(1801^2 + 4657,8^2)^{0,5} \cdot 1/9 = 554,88 \text{ kg}$$

Coefficiente K según hipót. 1c:

$$K = 3 \cdot 950 / 554,88 = 5,13 > 3,00$$

Fuerza transversal según hipótesis 1e:

(Carga del viento M_x sobre estructura y elementos de cabecera en dirección de la bisectriz del ángulo de la línea.

(2 tercios de las tracciones unilaterales de los conductores considerados actuando en el eje de la estructura.

Fuerza longitudinal según hipótesis 1e:

$$2/3 \cdot 1611 (18,2 + 19,85 + 21,5) \cos 269 \cdot 1/23,5 = 2446 \text{ kg}$$

Fuerza transversal según hipót. 1e

$$159,02 + 622 + 2/3 \cdot 1611 (18,2 + 19,85 + 21,5) \cdot 1/23,5 \cdot \sin 269 + 2 \cdot 1049 \cdot 23,5 \cdot \sin 269 \cdot 1/23,5 = 2893,77 \text{ kg}$$

Fuerza equivalente según hipótesis 1e:

$$(2446^2 + 2893,77^2)^{0,5} \cdot 1/9 = 421 \text{ kg}$$

Coefficiente seguridad

$$K = 3 * 950 / 421 = 6,76 > 3$$

Componente por flexotorsión según hipótesis 2a:

$$M_f = 1611 \text{ kg} * 19,85 \text{ m} = 31978 \text{ kg m}$$

$$M_t = 1611 * 3,3 \text{ m} = 5316,3 \text{ kg m}$$

$$M_e = 0,5 * (31978 + (31978^2 + 4 * 5316,3^2)^{0,5}) = 32838 \text{ kg m}$$

$$T_e = 32838 / 23,5 \text{ kg m/m} = 1397 \text{ kg}$$

$$C_e = 1397 \text{ sen}(26^\circ) = 612,57 \text{ kg}$$

Fuerza longit. según hipótesis 2a:

$$1397 * \cos(26^\circ) = 1255,61 \text{ kg}$$

Fuerza transversal según hipótesis 2a:

$$1255,61 + 159,02 + (2 * 1611(18,2 + 19,85) \text{ sen}(26^\circ) + \\ + 2 * 1049 * 23,5 * \text{sen}(26^\circ)) * 1 / 23,5 = 4621 \text{ kg}$$

Fuerza equivalente hipótesis 2a:

$$(1255,61^2 + 4621^2)^{0,5} * 1 / 9 = 532,07 \text{ kg}$$

$$\text{Coeficiente } K = 3 * 950 / 532,07 = 5,36 > 3$$

Verificación de la fundación

(Método Sulzberger)

Las dimensiones resultantes de la base son 2,80 m, largo, 2,80 m, ancho, 2,80m, profundidad.

Volumen de hormigón m³ 21,21

Peso del hormigón 46,67 ton

$$\text{Factor } s = (M_b + M_c) / M_{om} = 1,16$$

Se adjunta resto de información salida computadora

ANEXO I

HIPOTESIS DE CARGA LIBRE ESTRUCTURAS DE HORMIGON ARMADO PARA
L.A.T. 132 KV
(Según ET N° 1 de AyEE y VDE 0510/69)

SOPORTE SOSTEN

a) CARGA NORMAL

Hip. 1a) Peso propio y cargas permanentes

* Carga del viento máximo, perpendicular a la dirección de la línea, sobre la estructura, los elementos de cabecera y sobre la semilongitud de los conductores de ambos vanos adyacentes.

Hip. 1b) Peso propio y cargas permanente

* Carga del viento máximo en dirección de la línea, sobre la estructura y los elementos de cabecera.

Hip. 1c) Peso propio y cargas permanentes

Fuerzas que se aplican en el eje de la estructura, al nivel y dirección de los conductores, de valor igual a la cuarta parte de la carga del viento máximo perpendicular a la dirección de la línea actuando sobre los conductores de ambos semivanos adyacentes. (Esta hipótesis de carga se considera solamente para estructuras de altura superior a 10 m).

B) CARGA EXTRAORDINARIA

Hip. 2a) Peso propio y cargas permanentes.

* Amulación de la tracción de un conductor, según Norma VDE 0210/5.69, paragrafo 9, apartado b) 2.1.2. La carga de tracción será calculada con el valor máximo de tensión del conductor, excluida la hipótesis de hielo.

RETENCION ANGULAR

A) CARGA NORMAL

Hip. 1a) Peso propio y cargas permanentes.

* Carga del viento máximo sobre la estructura, los elementos de cabecera y sobre la estructura, los elementos de cabecera y sobre la semilongitud de los conductores de ambos vanos adyacentes, en dirección de la resultante total de las tracciones de los conductores.

Fuerzas resultantes de las tracciones de los conductores.

Hip. 1c) Peso propio y cargas permanentes.

* Carga del viento máximo en dirección normal a la bisectriz del ángulo de la línea, sobre la estructura, los elementos de cabecera y sobre la semilongitud de los conductores de ambos vanos adyacentes.

Fuerzas resultantes de las tracciones de los conductores .

Hip. 1e) Peso propio y cargas permanentes

* Carga del viento máximo sobre estructura y los elementos de cabecera, en dirección de la bisectriz del ángulo de la línea.

Dos tercios de las tracciones unilaterales de los conductores, consideradas actuando en el eje de la estructura.

B) CARGA EXTRAORDINARIA

Hip. 2a) Peso propio y cargas permanentes.

Fuerzas resultantes de las tracciones de los conductores.

- * Anulación de la tracción serán calculadas con el valor máximo de tensión del conductor, excluida la hipótesis de hielo.

RETENCION RECTA

A) CARGA NORMAL

Hip. 1a) Peso propio y cargas permanentes.

- * Carga del viento máximo perpendicular a la dirección de la línea, sobre la estructura, los elementos de cabecera y sobre la semilongitud de los conductores de ambos vanos adyacentes.

Fuerzas resultantes de las tracciones de los conductores.

Hip. 1b) Peso propio y cargas permanentes

- * Carga del viento máximo perpendicular a la dirección de la línea, sobre la estructura y los elementos de cabecera.

Dos tercios de las tracciones unilaterales de los conductores, consideradas actuando en el eje de la estructura.

B) CARGA EXTRAORDINARIA

Hip. 2a) Peso propio y cargas permanentes

* Anulación de la tracción de un conductor, según norma VDE 0210/5.69, parágrafo 9, apartado b) 2.1.2. La carga de tracción será calculada con el valor máximo de tensión del conductor, excluida la hipótesis de hielo.

Fuerzas resultantes de las tracciones de todos los demás conductores.

TERMINAL

A) CARGA NORMAL

Hip. 1a) Peso propio y cargas permanentes

* Carga del viento máximo perpendicular a la dirección de la línea, sobre la estructura, los elementos de cabecera y sobre la semilongitud de los conductores del vano adyacente.

* Tracciones unilaterales de los conductores.

B) CARGA EXTRAORDINARIA

Hip. 2a) Carga normal según 5.1a, sin carga del viento.

* Anulación de la tracción de un conductor, según Norma VDE 0210/5.69, parágrafo 9, apartado b) 2.1.2. Las cargas de tracción

serán calculadas con el valor máximo de tensión del conductor, excluida la hipótesis de hielo.

NORMA VDE 0210/5.69, PARAGRAFO 9, APARTADO b) 2.1.2.

Todas las estructuras, con excepción de los postes de madera simples, dobles y de tipo A. se calcularán en forma complementaria bajo la suposición de hallarse sometidas a una sollicitación de torsión a causa de una eventual desminución de la tracción de un conductor.

En particular valen, para ellos las siguientes bases de cálculos:

* En estructuras portantes y portantes angulares se considerará la posible desminución de la tracción de un conductor, suponiendo reducida unilateralmente la tracción del mismo a la mitad de su valor.

En zonas donde esta demostrado que regularmente se producen cargas adicionales, superiores a las normales, deberán calcularse las estructuras portantes, simples y angulares, suponiendo la anulación de la tracción máxima de un conductor.

*En todas las demás estructuras habrá que considerar la anulación total de la tracción máxima unilateral de un conductor.

- 21.81999
- 21.78998
- 21.75998
- 21.72998
- 21.69998
- 21.66998
- 21.63998

aterial: Hilo Guardia-vano 300m-La Rioja-Tension Mx

ano [m]= 300

[kg/mm²]= 20000

lfa [1/gradocent]= .000011

emp inicial [gradocent]= 45

emp final [gradocent]= 10

el viento inicial [m/s]= 0

el viento final [m/s]= 33.33333

eso aparente inicial p [kg/mm²]= .0078

eficiente de aumento inicial m0 [xx]= 1

eficiente de aumento final m1 [xx]= 1.840169

a tension inicial [kg/mm²] es: 12.1

a tension final [kg/mm²] es: 21.63998

a flecha para tension T0 es [m]= 7.252066

a flecha para tension T1 es [m]= 4.054995

k

BIBLIOGRAFIA

- 1 -EMTP MANUAL DEL USUARIO ATP5 1993
- 2 -ELEMENTS OF POWER SYSTEM ANALYSIS
WILLIAM STEVENSON
- 3 -SISTEMAS ELECTRICOS DE POTENCIA
JUAN ANGEL CORREA
- 4 -ENERGY SYSTEM RESEARCH CENTER
UNIVERSITY OF TEXAS AT ARLINGTON
- 5 -PLANNING AND EXTENSION OF LOCAL
SYSTEMS(BROWN BOVERI)
- 6 -EDF PLANIFICACION DE REDES DE MEDIA TENSION
- 7 -MANUAL KNOWLTON DEL INGENIERO
- 8 -ANALISIS MODERNO DE CIRCUITOS
DONALD A. CALAHAN; ALAN B.MACNEE;
E.LAWRENCE MC MAHON
- 9 -ECONOMIA DEL PROYECTO EN INGENIERIA
H.G.THUESSEN-W.J.FABRYCKY
- 10 -LINEAS DE TRANSPORTE DE ENERGIA
LUIS MARIA CHECA
- 11 -COMPUTER METHODS IN POWER SYSTEM ANALYSIS
GLENN STAGG-AHMED H
- 12 -PROBABILIDAD Y ESTADISTICA PARA INGENIEROS
IRWIN MILLER; JOHN FREUND
- 13 -CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES "PLAN
DE ELECTRIFICACION DE LA PROVINCIA
DE LA RIOJA-1981- EDESA-SIGLA
- 14 -CONSEJO FEDERAL DE INVERSIONES "ANALISIS DEL SECTOR
ELECTIRICO PROVINCIAL-CORRIENTES-
1988-ELECTROSISTEMAS-ECCE