

3598



NORMAS
PARA
LINEAS DE SUBTRANSMISION A 69 KV.

NORMA ELECTROMECANICA Y TECNICA DE POSTES DE HORMIGON

TOMO 2

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
CARRERA DE INGENIERIA EN ELECTRICIDAD
CIEEPI
13-11-78

621.3102

31.228

41.013

I N D I C ETOMO II.

XI - ELECCION DE POSTES.

XII - APOYOS.

XII.1. Hipótesis de cálculo.

XII.1.1. Apoyos de línea situados en zona A.

XII.1.2. Apoyos de línea situados en zona B.

XII.1.3. Apoyos de línea situados en zona C.

XII.2. Coeficientes de seguridad.

XII.2.1. Elementos metálicos.

XII.2.2. Elementos de hormigón armado.

XII.2.3. Elementos de madera.

XII.2.4. Tensores.

XII.3. APOYO DE ALINEACION.

XII.3.1. Solución en hormigón.

XII.3.2. Cuadros de vanos de utilización por resistencia y por distancia entre conductores.

XII.4. CARGAS VERTICALES TRANSMITIDAS POR EL CONDUCTOR A LA GRAPA.

XII.4.1. Ejemplo de utilización del gráfico.

XIII - APOYO DE ANGULO.

XIII.1. Esfuerzo resultante de ángulo.

XIII.2. Esfuerzo resultante del viento sobre los conductores.

XIII.3. Esfuerzo del viento sobre el poste.

XIII.4. Abacos de utilización de esfuerzos.

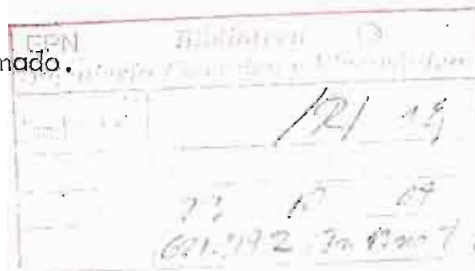
XIII.5. Solución en hormigón.

XIII.6. Abaco de utilización de apoyos.

XIII.7. Ejemplo de utilización de ábacos de esfuerzos.



000100



NORMA ELECTROMECHANICA Y TECNICA
DE POSTES DE HORMIGON

XIII.8. Abacos de utilización de apoyos.

XIII.9. Ejemplos de utilización de los ábacos de apoyos.

XIII.9.1. Ejemplo 1º.

XIII.9.2. Ejemplo 2º.

XIII.9.3. Ejemplo 3º.

XIV - APOYO DE ANCLAJE.

XIV.1. Solución en hormigón

XIV.2. Primera hipótesis.

XIV.3. Segunda Hipótesis.

XIV.4. Tercera Hipótesis.

XV - APOYO TERMINAL O FIN DE LINEA.

XV.1. Solución en hormigón.

XV.2. Primera hipótesis.

XV.3. Tercera hipótesis.

XV.4. Cuadros de esfuerzos útiles, de vanos por separación entre conductores y por resistencia para apoyos de anclaje y fin de línea.

XV.5. Apoyos fin de línea con cable de tierra.

XV.6. Líneas de doble circuito.

XVI - CRUCETAS.

XVI.1. Apoyo de alineación.

XVI.1.1. Cruceta tipo bóveda.

XVI.1.2. Cruceta tipo canadiense.

XVI.1.3. Cruceta tipo triangular.

XVI.2. Apoyo de ángulo, anclaje y terminal o fin de línea.

XVI.2.1. Apoyo de ángulo.

XVI.2.2. Apoyo de anclaje.

XVI.2.3. Apoyo terminal o fin de línea.

NORMA ELECTROMECANICA Y TECNICA
DE POSTES DE HORMIGON

XVII - CIMENTACIONES.

XVII.1. Consideraciones.

XVII.1.1. Caso a) Coeficiente de seguridad al vuelco.

XVII.1.2. Caso b) Angulo de giro de los cimientos.

XVII.2. Dimensiones de la cimentación.

XVII.2.1. Dimensiones de la cimentación para terrenos con $c_t = 8 \text{ Kg/cm}^3$.XVII.2.2. Dimensiones de la cimentación para terrenos con $c_t = 10 \text{ Kg/cm}^3$.XVII.2.3. Dimensiones de la cimentación para terrenos con $c_t = 12 \text{ Kg/cm}^3$.

XVIII - PLANOS.

XVIII.1. Apoyos simple circuito.

XVIII.1.1. Apoyo de alineación con cruceta de bóveda.

XVIII.1.2. Apoyo de alineación con cruceta canadiense.

XVIII.1.3. Apoyo de alineación y ángulo con cruceta triangular.

XVIII.1.4. Apoyo de alineación y ángulo, anclaje y fin de línea con cruceta horizontal.

XVIII.2. Apoyos de doble circuito.

XVIII.2.1. Apoyo de alineación y ángulo con crucetas triangulares.

XIX - PLANILLA DE MATERIALES.

XIX.1. Denominación de apoyos.

XIX.1.1. Estructuras de alineación simple circuito (S.C.)

XIX.1.2. Estructuras de alineación doble circuito (D.C.)

XIX.1.3. Estructuras dobles.

XIX.2. Estructuras de alineación tipo "B".

XIX.3. Estructura de alineación tipo " $C_1; C_2; CT_1$ y CT_2 "XIX.4. Estructuras de alineación tipo " $A_1; A_2; AT_1$ y AT_2 "

XIX.5. Estructura de ángulo tipo "AG y AGT"

XIX.6. Estructura de anclaje y fin de línea tipo "AC; ACT, FL y FLT"

XIX.7. Estructura de alineación tipo " $2A_1, 2A_2, 2AT_1, 2AT_2$ "

XIX.8. Suspensión cable de guarda o cable de tierra.

XIX.9. Amarre cable de guarda o cable de tierra.

XIX.10 Toma de tierra.

XI - ELECCION DE POSTES.

Los esfuerzos de los postes a emplear en esta norma han sido elegidos de manera tal que cubran toda la gama de esfuerzos que sobre los apoyos de una línea puedan darse.

Para llegar a la elección de los postes, primeramente hemos llevado todos los esfuerzos que sobre los apoyos de alineación y ángulo se ejercen en todos los casos posibles que pueden darse en una línea, es decir, ya sea de simple circuito con o sin cable de protección a tierra ó de doble circuito con o sin cable de protección a tierra.

Estos esfuerzos corresponden a un vano de 266 mts. elegido como el más económico.

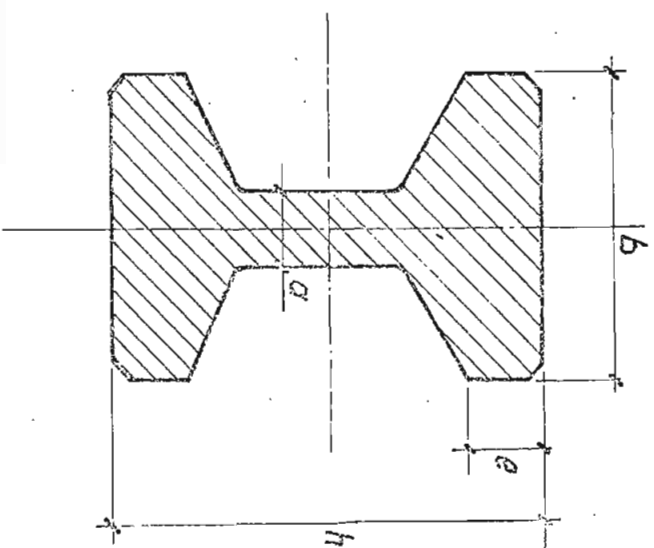
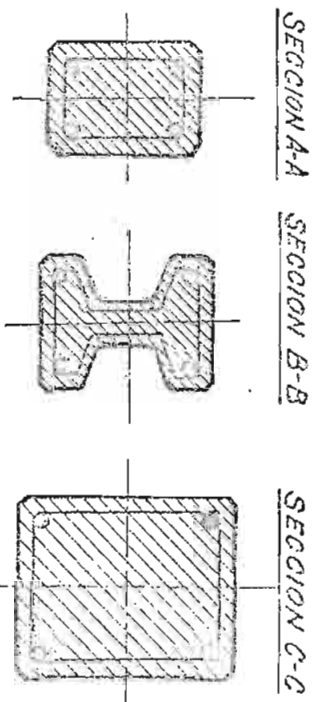
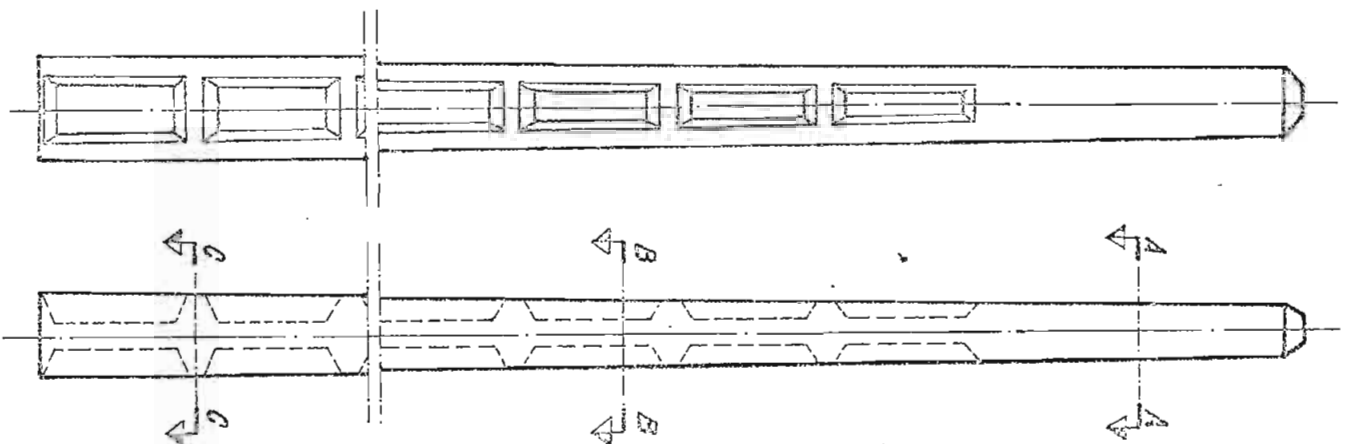
Una vez representados en el gráfico estos esfuerzos, se observa que distribuyendo los esfuerzos según una progresión aritmética de razón 300 Kgs. partiendo de 500 kg. y llegando hasta el poste de 2.000 Kg. se cubría la mayor parte de los esfuerzos que puedan darse sobre la línea, además para cubrir los esfuerzos que quedaban fuera de la zona de postes elegidos anteriormente, se eligió otro tipo de poste, el de 2.600 Kg. de esfuerzo útil, que agemelado nos cubre toda la gama de esfuerzos obtenidos anteriormente, - también agemelando los anteriores podemos obtener esfuerzos útiles que cubran todos aquellos esfuerzos superiores a los 2.600 Kg. que puedan darse en cualquier apoyo.

En resumen los postes elegidos son los de esfuerzos útiles siguientes:

500, 800, 1.100, 1.400, 1.700, 2.000 y 2.600.

La configuración de los postes, el taladrado, así como algunas de las dimensiones principales, figuran en los esquemas adjuntos.

CONJUNTO Y DIMENSIONAMIENTO DEL
POSTE DE HORMIGÓN

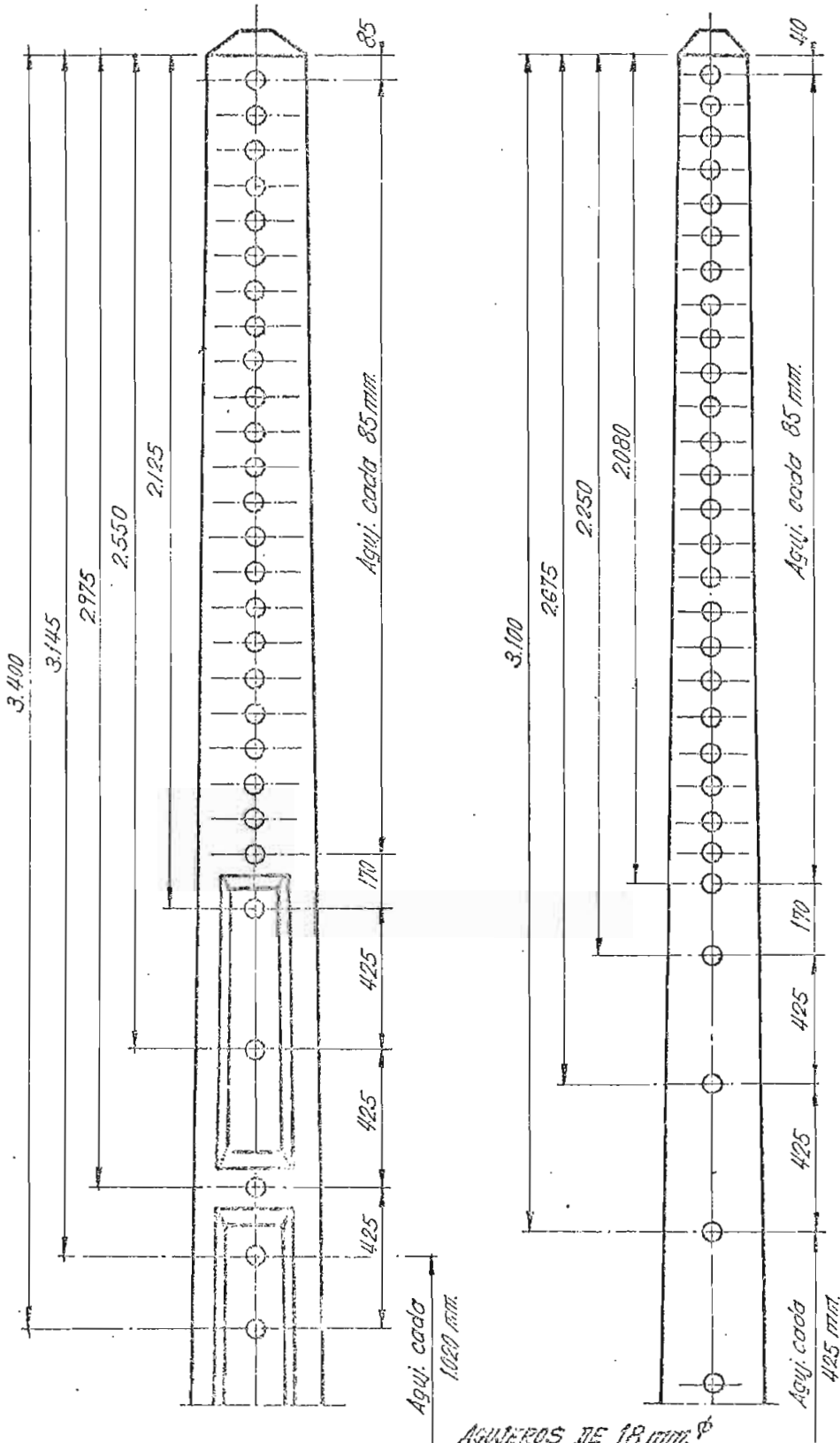


Dimensiones en punta del poste

$h = 23,22 \text{ cm.}$ hasta postes de 1400 kg. de E.U. inclusive
 $b = 18,02 \text{ cm.}$
 $h = 25,64 \text{ cm.}$ para postes mayores de 1400 kg. de E.U.
 $b = 18,44 \text{ cm.}$

$F_h =$ agnicidad en cara ancha 18,1 mm./m.
 $F_b =$ agnicidad en cara estrecha 18,1 mm./m.
 $e = 9 \text{ cm.}$
 $a = 8 \text{ cm.}$

DISPOSICION DE TALADRADO EN
POSTE DE HORMIGON



AQUEROS DE 18 mm. ϕ

XII - APOYOS.

Se estudia en este capítulo las soluciones de hormigón para los distintos tipos de apoyos que se dan en una línea eléctrica.

El estudio está dividido en dos partes:

- En la primera se estudian los postes necesarios para cada tipo de apoyo.
- En la segunda se estudian las diversas crucetas de las soluciones en hormigón.

Estos calculos están resumidos mediante cuadros de utilización.

Las hipótesis de cálculo son las que recoge el apartado V.4.2. de las Especificaciones Técnicas Generales.

XII - Hipótesis de cálculo.

XII.1.1. APOYOS DE LINEAS SITUADOS EN ZONA A

(Altitud inferior a 1.000 m.)

Tipo de apoyo	1a. Hipótesis (viento)	2a. Hipótesis (carga longitudinal)	3a. Hipótesis (rotura de conductores)
Alineación	Cargas permanentes III.2. Viento III.3. Temperatura 5°C	Cargas permanentes III.2. Esfuerzo longitudinal III.5.1. Temperatura 5°C.	
Angulo	Cargas permanentes III.2. Viento III.3. Resultante ángulo III.7. Temperatura 5°C.	Cargas permanentes III.2. Esfuerzo longitudinal III.5.1. Temperatura 5°C.	
Anclaje	Cargas permanentes III.2. Viento III.3. Temperatura 5°C	Cargas permanentes III.2. Esfuerzo longitudinal III.5.2. Temperatura 5°C	Cargas permanentes III.2. Rotura conductores III.6.2. Temperatura 5°C.
Fin de línea	Cargas permanentes III.2. Viento III.3. Esfuerzos longitudi- nales III.5.3. Temperatura 5°C.		Cargas permanentes III.2. Rotura conductores III.6.3. Temperatura 5°C.

Para la determinación de las tensiones de los conductores y cables de protección a tierra se considerarán éstos además sometidos a la acción del viento, según III.3.

XII.1.2.

APOYOS DE LINEAS SITUADOS EN ZONA B

(Superior a 1.000 m. e inferior a 3.500 m)

Tipo de apoyo	1a. Hipótesis (Viento)	2a. Hipótesis (Carga longitudinal)	3a. Hipótesis (Rotura de conductores)
Alineación	Cargas permanentes III.2. Viento III.3. Temperatura -5°C.	Cargas permanentes III.2. Esfuerzo longitudinal III.5.1. Temperatura -5°C.	
Angulo	Cargas permanentes III.2. Viento III.3. Resultante ángulo III.7. Temperatura -5°C.	Cargas permanentes III.2. Esfuerzo longitudinal III.5.1. Temperatura -5°C.	
Anclaje	Cargas permanentes III.2. Viento III.3. Temperatura -5°C	Cargas permanentes III.2. Esfuerzo longitudinal III.5.2. Temperatura -5°C.	Cargas permanentes III.2. Rotura conductores III.6.2. Temperatura -5°C.
Fin de línea	Cargas permanentes III.2. Viento III.3. Esfuerzo longitudinal III.5.3. Temperatura -5°C.		Cargas permanentes III.2. Rotura conductores III.6.3. Temperatura -5°C.

Para la determinación de las tensiones de los conductores y cables de tierra se considerarán éstos además sometidos a la acción del viento, según III.3.

XII.1.3.

APOYOS DE LINEAS SITUADOS EN ZONA C

(Altitud igual o superior a 3.500 mts.)

Tipo de apoyo	1a. Hipótesis (Viento)	2a. Hipótesis (Carga longit.)	3a. Hipótesis (Rotura cond.)	4a. Hipótesis (Hielo)
Alineación	Cargas permanen tes III.2. Viento III.3. Temperatura -5°C.	Cargas permanen tes III.2. Esfuerzo longitu dinal III.5.1. Temperatura -5°C		Cargas perma nentes III.2. Hielo III.4. Temperatura - tura -10°C.
Angulo	Cargas permanen tes III.2. Viento III.3. Resultante de án gulo III.7. Temperatura -5°C	Cargas permanen tes III.2. Esfuerzo longitu dinal III.5.1. Temperatura -5°C		Cargas perma nentes III.2. Hielo III.4. Resultante de ángulo III.7. Temperatura 10°C.
Anclaje	Cargas permanen tes III.2. Viento III.3. Temperatura -5°C	Cargas permanen tes III.2. Esfuerzo longitu dinal III.5.2. Temperatura -5°C	Cargas permanen tes III.2. Hielo III.4. Rotura de conduc tores III.6.2.	Cargas perma nentes III.2. Hielo III.4. Temperatura -10° C.
Fin de línea	Cargas permanen tes III.2. Viento III.3. Esfuerzo longitu dinal III.5.3. Temperatura -5°C		Cargas permanen tes III.2. Hielo III.4. Rotura de con ductores III.6.3. Temperatura - 10°C	Cargas perma nentes III.2. Hielo III.4. Temperatura -10°C.

En el caso de los apoyos especiales se considerarán las distintas acciones definidas en el capítulo III, que pueden corresponderles de acuerdo con su función, combinadas a una hipótesis acordes con las pautas generales seguidas en el establecimiento de las hipótesis de los apoyos normales.

XII.2. Coefficientes de seguridad.

Los coeficientes de seguridad de los apoyos serán diferentes según el carácter de la hipótesis de cálculo a que han de ser aplicados. En este sentido, las hipótesis se clasifican de acuerdo con el cuadro siguiente:

<u>tipo de apoyo</u>	<u>Hipótesis normales</u>	<u>Hipótesis excepcionales</u>
Alineación	1a, 2a, 4a.	
Angulo	1a, 2a, 4a.	
Anclaje	1a, 2a, 4a.	3a.
Fin de línea	1a, 2a, 4a.	3a.

XII.2.1. Elementos metálicos.

El coeficiente de seguridad respecto al límite de fluencia no será inferior a 1,5 para las hipótesis normales y 1,2 para las hipótesis anormales.

XII.2.2. Elementos de hormigón armado.

El coeficiente de seguridad a rotura de los apoyos y elementos de hormigón armado no será inferior a 2,00 para las hipótesis normales y 1,50 para las anormales.

XII.2.3. Elementos de madera.

Los coeficientes de seguridad a la rotura no serán inferiores a 3,5 para las hipótesis normales y 2,8 para las anormales.

XII.2.4. Tensores.

Los cables o varillas utilizados como tensores tendrán un coeficiente de seguridad a la rotura no inferior a 2,50 en las hipótesis normales y 2,00 en las anormales.

XII.3. APOYO DE ALINEACION.

Las hipótesis que dimensiona este tipo de apoyo es la 1a. es decir la hipótesis de viento, tanto en zona A como en zona B.

XII.3.1. Solución en hormigón.

Consta de un poste de hormigón con la posibilidad de utilizar distintos tipos de armados metálicos que pueden ser: cruceta tipo bóveda, cruceta canadiense o crucetas para disposición en triángulo.

La cadena de aisladores será del tipo de suspensión.

La fuerza del viento por metro de línea es:

<u>Conductor</u>	<u>Esfuerzo en Kgs/m.</u>
Quail	$F_v = 3 \times 0,567 = 1,701$
Partridge	$F_v = 3 \times 0,6512 = 1,954$
Hawk	$F_v = 3 \times 0,872 = 2,616$
2/0	$F_v = 3 \times 0,57 = 1,71$
266,7	$F_v = 3 \times 0,652 = 1,956$
477	$F_v = 3 \times 0,872 = 2,616$

Si se denomina Esfuerzo Util (E.U.) al esfuerzo que admite un poste a 0,25 mts. por debajo de la punta, con coeficiente de seguridad de 2 y descontando ya el esfuerzo del viento sobre el propio poste, el vano "a" que se puede lograr por resistencia del apoyo se obtendrá por la expresión:

$$"a" = \frac{E. U.}{F_v}$$

Operando con los distintos valores de esfuerzos útiles y teniendo en cuenta los esfuerzos equivalentes a los producidos sobre los conductores, por efecto del viento, trasladados a 0,25 mts. por debajo de la punta, se obtienen los siguientes vanos máximos por resistencia de los postes, en todos los casos posibles que afectan a esta norma.

Los vanos máximos por resistencia de los postes a emplear en alineación para cada uno de los conductores a utilizar y para todos los casos posibles que pueden darse, según sea simple circuito o doble circuito, con cable de protección a tierra o sin él y según el tipo de armado a emplear están recogidos en los cuadros siguientes.

También están recogidos en tablas los vanos máximos que por distancias entre conductores nos permiten establecer los distintos tipos de armado a utilizar, según los conductores a emplear y según la zona de establecimiento de la línea.

XII.3.2. CUADROS DE VANOS DE UTILIZACION POR
RESISTENCIA Y POR DISTANCIA ENTRE CON
DUCTORES.

VANO MAXIMO (en mts.) POR RESISTENCIA DE LOS POSTES
UTILIZANDO COMO ARMADURA LA CRUCETA DE BOVEDA.

CONDUCTOR	E S F U E R Z O		
	500 Kg	800 Kg	1.100 Kg
Quail	270	431	593
Partridge	235	375	516
Hawk	176	280	386
2/0	269	429	590
266,8	235	375	516
477	176	280	386

UTILIZACION DE LA CRUCETA DE BOVEDA.

VANO MAXIMO (en mts.) POR DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES.

CONDUCTOR	ZONA A	ZONA B
Quail	299	304
Partridge	311	327
Hawk	315	311
2/0	347	332
266,8	353	375
477	345	356

VANO MAXIMO POR RESISTENCIA DE LOS POSTES UTILIZANDO COMO ARMADURA LA CRUCETA CANADIENSE DE 2,7 mts. DE SEPARACION VERTICAL ENTRE CONDUCTORES PARA SIMPLE CIRCUITO SIN CABLE DE TIERRA.

CONDUCTOR	E S F U E R Z O	
	500 Kg.	800 Kg.
Quail	315	500
Partridge	274	439
Hawk	205	328
2/0	313	500
266,8	273	438
477	204	328

UTILIZACION DE LA CRUCETA CANADIENSE DE 2,7 mts. DE SEPARACION VERTICAL ENTRE CONDUCTORES.

VANO MAXIMO POR DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES.

CONDUCTOR	ZONA A	ZONA B
Quail	410	414
Partridge	427	432
Hawk	418	423
2/0	484	464
266,8	492	503
477	480	490

VANO MAXIMO (en mts.) POR RESISTENCIA DE LOS POSTES UTILIZANDO COMO ARMADURA LA CRUCETA CANADIENSE DE 2,7 mts. DE SEPARACION VERTICAL ENTRE CONDUCTORES PARA SIMPLE CIRCUITO CON CABLE DE TIERRA .

CONDUCTOR	E S F U E R Z O		
	500 Kg.	800 Kg.	1.100 Kg.
Quail	245	393	578
Partridge	220	352	524
Hawk	173	277	415
2/0	245	393	578
266,8	220	352	524
477	173	277	415

UTILIZACION DE LA CRUCETA CANADIENSE DE 2,7 mts. DE SEPARACION VERTICAL ENTRE CONDUCTORES.

VANO MAXIMO POR DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES.

CONDUCTOR	ZONA A	ZONA B
Quail	410	414
Partridge	427	432
Hawk	418	423
2/0	484	464
266,8	492	503
477	480	490

VANO MAXIMO POR RESISTENCIA DE LOS POSTES CON CRUCETA CANADIENSE CON 3,5 mts. DE SEPARACION VERTICAL ENTRE CONDUCTORES SIMPLE CIRCUITO SIN CABLE DE TIERRA.

CONDUCTOR	E S F U E R Z O		
	500 Kg.	800 Kg.	1.100 Kg.
Quail	315	515	710
Partridge	275	449	618
Hawk	205	335	461
2/0	315	513	706
266,8	275	448	617
477	205	335	461

UTILIZACION DE LA CRUCETA CANADIENSE DE 3,5 mts. DE SEPARACION ENTRE CONDUCTORES.

VANO MAXIMO POR SEPARACION ENTRE CONDUCTORES.

CONDUCTOR	ZONA A	ZONA B
Quail	570	580
Partridge	600	608
Hawk	585	590
2/0	700	710
266,8	710	720
477	690	705

VANO MAXIMO POR RESISTENCIA DE LOS POSTES UTILIZANDO LA CRUCETA CANADIENSE DE 3,5 mts. DE SEPARACION VERTICAL ENTRE CONDUCTORES PARA SIMPLE CIRCUITO CON CABLE DE TIERRA.

CONDUCTOR	E S F U E R Z O		
	500 Kg.	800 Kg.	1.100 Kg.
Quail	250	400	550
Partridge	225	358	494
Hawk	175	282	388
2/0	250	400	550
266,8	225	358	494
477	175	282	388

UTILIZACION DE LA CRUCETA CANADIENSE DE 3,5 mts. DE SEPARACION VERTICAL ENTRE CONDUCTORES.

VANO MAXIMO POR DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES.

CONDUCTORES	ZONA A	ZONA B
Quail	570	580
Partridge	600	608
Hawk	585	590
2/0	700	710
266,8	710	720
477	690	705

VANO MAXIMO POR RESISTENCIA DE LOS POSTES UTILIZANDO COMO ARMADURA LA CRUCETA TRIANGULAR, DISPUESTOS AL TRESBOLILLO DE 2,4 mts. DE SEPARACION VERTICAL ENTRE CONDUCTORES PARA SIMPLE CIRCUITO SIN CABLE DE TIERRA.

CONDUCTOR	E S F U E R Z O	
	500 Kg.	800 Kg.
Quail	326	522
Partridge	283	454
Hawk	212	339
2/0	324	519
266,8	283	454
477	212	339

UTILIZACION DE LA CRUCETA TRIANGULAR DE 2,4 mts. DE SEPARACION VERTICAL ENTRE CONDUCTORES.

VANO MAXIMO POR DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES.

CONDUCTOR	ZONA A	ZONA B
Quail	345	351
Partridge	360	366
Hawk	352	358
2/0	404	415
266,8	411	422
477	400	412

VANO MAXIMO POR RESISTENCIA DE LOS POSTES UTILIZANDO COMO ARMADURA LA CRUCETA TRIANGULAR DISPUESTAS AL - TRESBOLILLO DE 2,4 mts. DE SEPARACION VERTICAL ENTRE CONDUCTORES PARA SIMPLE CIRCUITO CON CABLE DE TIERRA.

CONDUCTOR	E S F U E R Z O	
	500 Kg.	800 Kg.
Quail	275	442
Partridge	248	398
Hawk	196	315
2/0	274	441
266,8	248	398
477	196	315

UTILIZACION DE LA CRUCETA TRIANGULAR DE 2,4 mts. DE SEPARACION VERTICAL ENTRE CONDUCTORES.

VANO MAXIMO POR SEPARACION ENTRE CONDUCTORES.

CONDUCTOR	ZONA A	ZONA B
Quail	345	351
Partridge	360	366
Hawk	352	358
2/0	404	415
266,8	411	422
477	400	412

VANO MAXIMO POR RESISTENCIA DE LOS POSTES UTILIZANDO COMO ARMADURA CRUCETA TRIANGULAR DISPUESTAS AL TRESBOLILLO DE 3 mts. DE SEPARACION VERTICAL ENTRE CONDUCTORES PARA SIMPLE CIRCUITO SIN CABLE DE TIERRA.

CONDUCTOR	E S F U E R Z O		
	500 Kg.	800 Kg.	1.100 Kg.
Quail	332	534	735
Partridge	289	465	640
Hawk	215	347	478
2/0	332	531	731
266,8	289	464	639
477	215	347	478

UTILIZACION DE LA CRUCETA TRIANGULAR DE 3 mts. DE SEPARACION VERTICAL ENTRE CONDUCTORES.

VANO MAXIMO POR SEPARACION ENTRE CONDUCTORES.

CONDUCTOR	ZONA A	ZONA B
Quail	472	477
Partridge	493	504
Hawk	482	487
2/0	562	541
266,8	583	582
477	559	553

VANO MAXIMO POR RESISTENCIA DE LOS POSTES UTILIZANDO COMO ARMADURA CRUCETA TRIANGULAR DISPUESTAS AL TRESBOLILLO DE 3 mts. DE SEPARACION VERTICAL ENTRE CONDUCTORES PARA SIMPLE CIRCUITO CON CABLE DE TIERRA.

CONDUCTOR	E S F U E R Z O		
	500 Kg.	800 Kg.	1.100 Kg.
Quail	250	411	590
Partridge	225	370	531
Hawk	178	293	421
2/0	250	411	590
266,8	225	370	531
477	178	293	421

UTILIZACION DE LA CRUCETA DE 3 mts. DE SEPARACION VERTICAL ENTRE CONDUCTORES. (CRUCETA TRIANGULAR)

VANO MINIMO POR SEPARACION ENTRE CONDUCTORES.

CONDUCTOR	ZONA A	ZONA B
Quail	472	477
Partridge	493	504
Hawk	482	487
2/0	562	541
266,8	583	582
477	559	553

VANO MAXIMO POR RESISTENCIA DE LOS POSTES. CRUCETA TRIANGULAR DE 2,40 mts. DE SEPARACION VERTICAL ENTRE CONDUCTORES. PARA DOBLE CIRCUITO SIN CABLE DE TIERRA.

CONDUCTOR	E S F U E R Z O		
	800 Kg.	1.100 Kg.	1.400 Kg.
Quail	275	377	480
Partridge	239	328	418
Hawk	178	245	312
2/0	273	377	480
266,8	239	328	418
477	178	245	312

UTILIZACION DE LA CRUCETA TRIANGULAR DE 2,4 mts. DE SEPARACION VERTICAL ENTRE CONDUCTORES.

VANO MAXIMO POR DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES.

CONDUCTOR	ZONA A	ZONA B
Quail	345	351
Partridge	360	366
Hawk	352	358
2/0	404	415
266,8	411	422
477	400	412

VANO MAXIMO POR RESISTENCIA DE LOS POSTES . CRUCETA TRIANGULAR DE 2,40 mts. DE SEPARACION VERTICAL ENTRE CONDUCTORES PARA DOBLE CIRCUITO CON CABLE DE TIERRA

CONDUCTOR	E S F U E R Z O		
	800 Kg.	1.100 Kg.	1.400 Kg.
Quail	238	326	416
Partridge	210	289	368
Hawk	160	222	283
2/0	238	326	416
266,8	210	289	368
477	160	222	283

UTILIZACION DE LA CRUCETA TRIANGULAR DE 2,4 mts. DE SEPARACION VERTICAL ENTRE CONDUCTORES.

VANO MAXIMO POR DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES.

CONDUCTOR	ZONA A	ZONA B
Quail	345	351
Partridge	360	366
Hawk	352	358
2/0	404	415
266,8	411	422
477	400	412

VANO MAXIMO POR RESISTENCIA DE LOS POSTES. CRUCETA TRIANGULAR DE 3 mts. DE SEPARACION VERTICAL ENTRE CONDUCTORES PARA DOBLE CIRCUITO SIN CABLE DE TIERRA.

CONDUCTOR	E S F U E R Z O		
	1.100 Kg.	1.400 Kg.	1.700 Kg.
Quail	415	530	645
Partridge	360	460	560
Hawk	270	345	420
2/0	415	530	645
266,8	360	460	560
477	270	345	420

UTILIZACION DE LA CRUCETA TRIANGULAR DE 3 mts. DE SEPARACION VERTICAL ENTRE CONDUCTORES.

VANO MAXIMO POR DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES.

CONDUCTOR	ZONA A	ZONA B
Quail	472	477
Partridge	493	504
Hawk	482	487
2/0	562	541
266,8	583	582
477	559	553

VANO MAXIMO POR RESISTENCIA DE LOS POSTES UTILIZANDO COMO ARMADURA LA CRUCETA TRIANGULAR DE 3 mts. DE SEPARACION VERTICAL ENTRE CONDUCTORES PARA DOBLE CIRCUITO CON CABLE DE TIERRA.

CONDUCTOR	E S F U E R Z O		
	1.100 Kg.	1.400 Kg.	1.700 Kg.
Quail	350	455	550
Partridge	310	400	490
Hawk	240	312	380
2/0	350	455	550
266,8	310	400	490
477	240	312	380

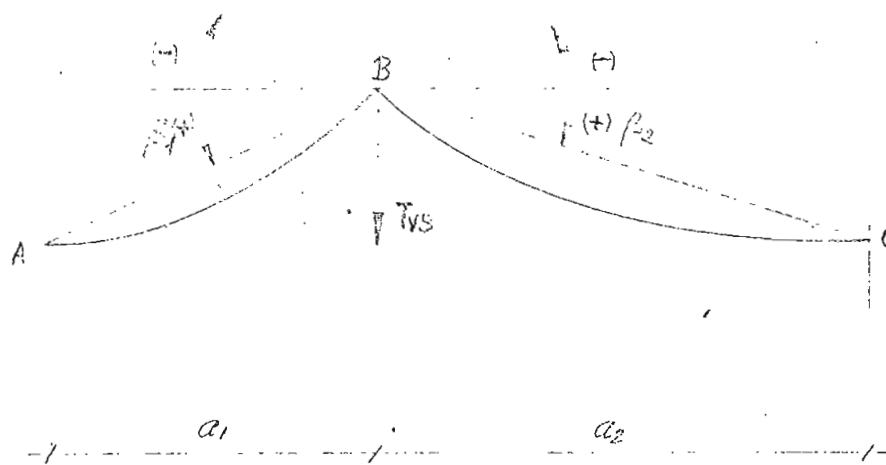
UTILIZACION DE LA CRUCETA TRIANGULAR DE 3 mts. DE SEPARACION VERTICAL ENTRE CONDUCTORES.

VANO MAXIMO (en mts.) POR DISTANCIA ENTRE CONDUCTORES.

CONDUCTORES	ZONA A	ZONA B
Quail	472	477
Partridge	493	504
Hawk	482	487
2/0	562	541
266,8	583	582
477	559	553

XII.4. CARGAS VERTICALES TRANSMITIDAS POR EL CONDUCTOR A LA CADENA.

Sea el apoyo B de la figura



La acción que ejercen los conductores en sentido vertical es T_vB que tiene por valor:

$$T_vB = W_v \left[P (\operatorname{tg} \beta_1 + \operatorname{tg} \beta_2) + \frac{a_1 + a_2}{2} \right]$$

Siendo W_v la componente vertical debido al peso del conductor en Kg/m. sobre el conductor y P (m) el parámetro de la parábola que corresponde a las condiciones del estudio.

Cuando se considere el conductor sin sobrecarga o con sobrecarga en dirección vertical, la fórmula puede transformarse así:

$$T_vB = T (\operatorname{tg} \beta_1 + \operatorname{tg} \beta_2) + \left(\frac{a_1 + a_2}{2} \right) W_v$$

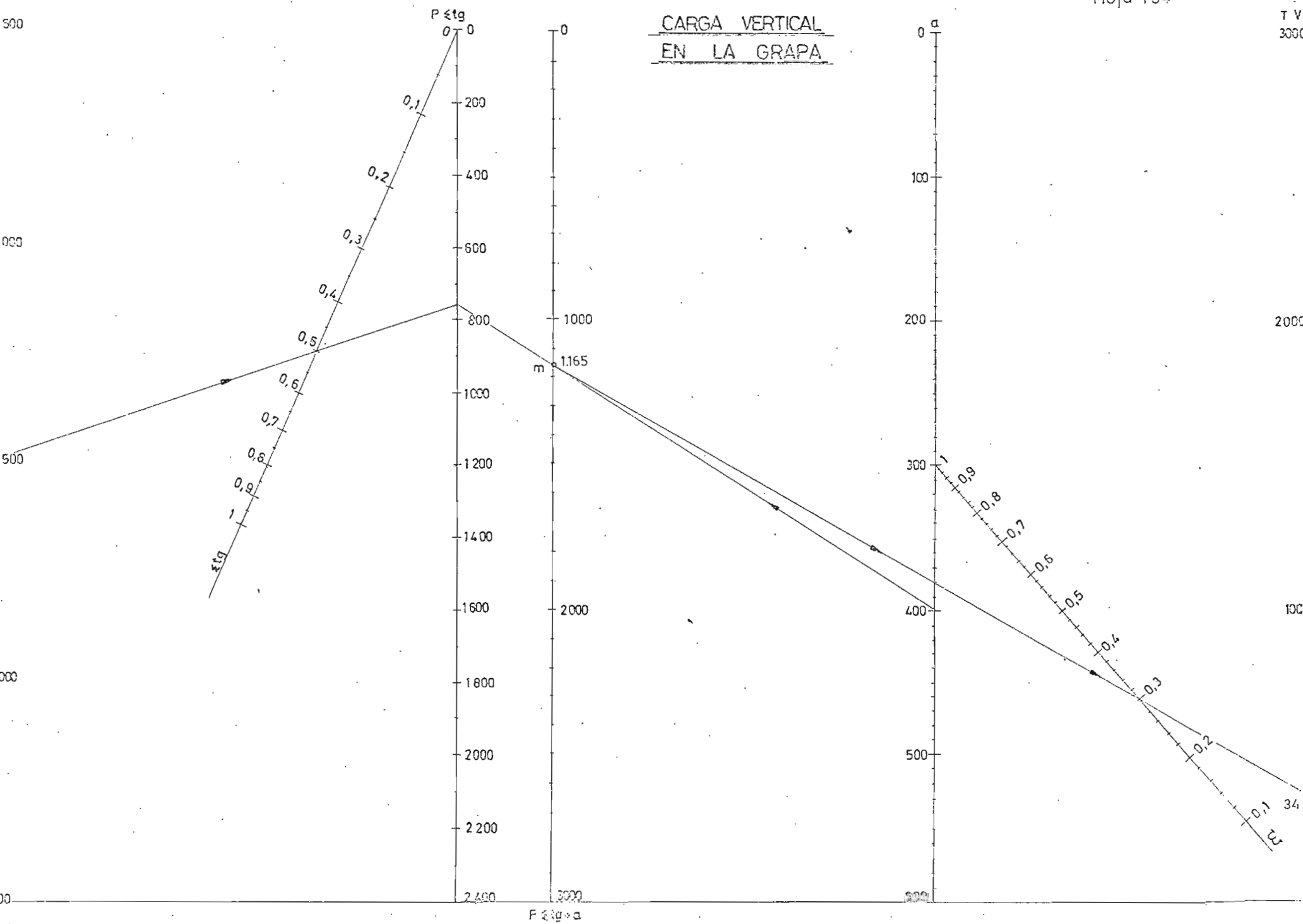
T = Tensión máxima del conductor en (kgs.)

W_v = Peso del conductor (Kg/m)

Con objeto de calcular las cargas verticales máximas que actúan sobre la cruceta, así como las cargas que intervienen en el cálculo de los contrapesos se adjunta un gráfico para el cálculo de $T_v B$ en función de:

$$P = \frac{T}{W} \quad ; \quad \Sigma \text{tag} = \text{tg } \beta_1 + \text{tag } \beta_2 \quad a = \frac{a_1 + a_2}{2} \quad \text{y } W_v.$$

CARGA VERTICAL
EN LA GRAPA



XII.4.1. EJEMPLO DE UTILIZACION DEL
GRAFICO.

Gráfico para el cálculo de las cargas verticales transmitidas por el conductor a la cadena - Forma de utilización.

Existen cinco escalas verticales, en la izquierda se han representado valores del parámetro de la parábola P , en la siguiente valores de $P \sum tg$, luego valores de $P \sum tg + a$, la siguiente escala representa valores del vano medio a y la última escala nos da el valor de la carga vertical transmitida por el conductor a la cadena.

Son datos el parámetro de la parábola (P), la suma de tangentes ($\sum tg$), el vano medio (a) y W .

Se une el valor de P con el de $\sum tg$ y se prolonga obteniendo el valor de $P \cdot \sum tg$, se une este punto con el valor del vano medio, y donde corte a la escala de $P \sum tg + a$ obtenemos un punto m' , que unido con el valor de W obtenemos el valor de TvB .

Ejemplo.

Datos: Parámetro de la parábola $P = 1.500$

$$\sum tg = 0,5$$

Vano medio a 400 m.

$$W = 0,3$$

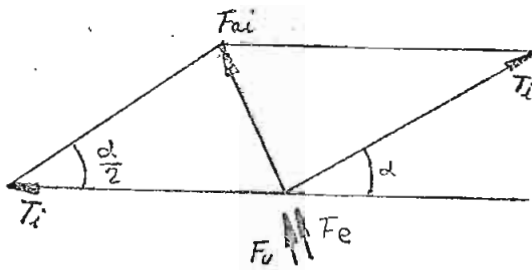
Se une el valor de $P = 1.500$ con el valor de la suma de tangentes $\sum tg = 0,5$ y se prolonga hasta cortar a $P \sum tg = 761,3$, se une este punto con el valor de $a = 400$ y se tiene como valor de $P \sum tg + a = 1165$, este punto unido con el correspondiente a $W = 0,3$ se obtiene 345 Kg. como valor de TvB .

XIII. APOYO DE ANGULO.

La hipótesis que dimensiona este tipo de apoyos sigue siendo la primera - tanto en zona A como en zona B.

La acción total que se ejerce sobre un apoyo de ángulo será la siguiente:

Consideremos un apoyo colocado en la línea formando un cierto ángulo:



Este apoyo debe soportar:

- Un esfuerzo resultante de ángulo (F_{ai})
- Un esfuerzo resultante de la acción del viento sobre los conductores en su caso (F_e)
- Un esfuerzo del viento sobre el poste (F_u)

XIII.1. Esfuerzo resultante de ángulo.

Si llamamos T_i a la tensión máxima de un conductor se tiene para tres conductores:

$$F_{ai} = 3 \left(2 T_i \sin \frac{\alpha}{2} \right) = 6 T_i \sin \frac{\alpha}{2}$$

XIII.2. Esfuerzo resultante del viento sobre los conductores.

Supongamos un conductor de diámetro menor a 16 mm.

Para conductores de diámetro menor de 16 mm. la presión del viento a considerar es de 50 Kg/m².

$$F_e = 3 (\varnothing \cdot 10^{-3} \cdot \text{am} \cdot 50)$$

Siendo:

\varnothing = Diámetro del conductor en mm.

a_m = Semisuma de vanos adyacentes al apoyo (vano medio en metros)

$$F_e = 0,15 \cdot \varnothing \cdot a_m$$

XIII.3. Esfuerzo del viento sobre el poste.

Este esfuerzo ya se ha tenido en cuenta para el dimensionamiento del poste.

El esfuerzo a considerar por efecto del viento sobre los conductores y resultante de ángulo es $F_{av} = 6 T_i \sin \alpha/2 + 0,15 \cdot \varnothing \cdot a_m$ (a)

Este esfuerzo deberá compararse siempre con el esfuerzo útil del poste, debiendo ser igual o inferior a él.

Cuando el ángulo α sea nulo estaremos en el caso de un apoyo de alineación.

XIII.4. Abacos de utilización de esfuerzos.

Los ábacos que se adjuntan es una representación gráfica de estas fórmulas, una vez obtenido el valor F_{av} se multiplicará por 3 o por 6 dependiendo si es simple o doble circuito.

XIII.5. SOLUCION EN HORMIGON.

Está formado por un sólo poste con armado de crucetas metálicas del tipo piramidal para disposición de triángulo, o por dos postes en forma de pórtico con cruceta metálica horizontal y cadena de aisladores horizontales.

XIII.6. ABACOS DE UTILIZACION DE APOYOS.

Para completar el estudio de los apoyos de ángulo y dar así una utilidad mayor a las Normas, incluimos los ábacos de utilización de los apoyos de ángulo en función del ángulo entre alineaciones (α) y del vano a que vaya a establecerse el apoyo.

Estos ábacos están realizados para todos los conductores y para los casos en los que se utilicen o no cables de protección a tierra.

XIII.4. ABACOS DE UTILIZACION DE ESFUERZOS

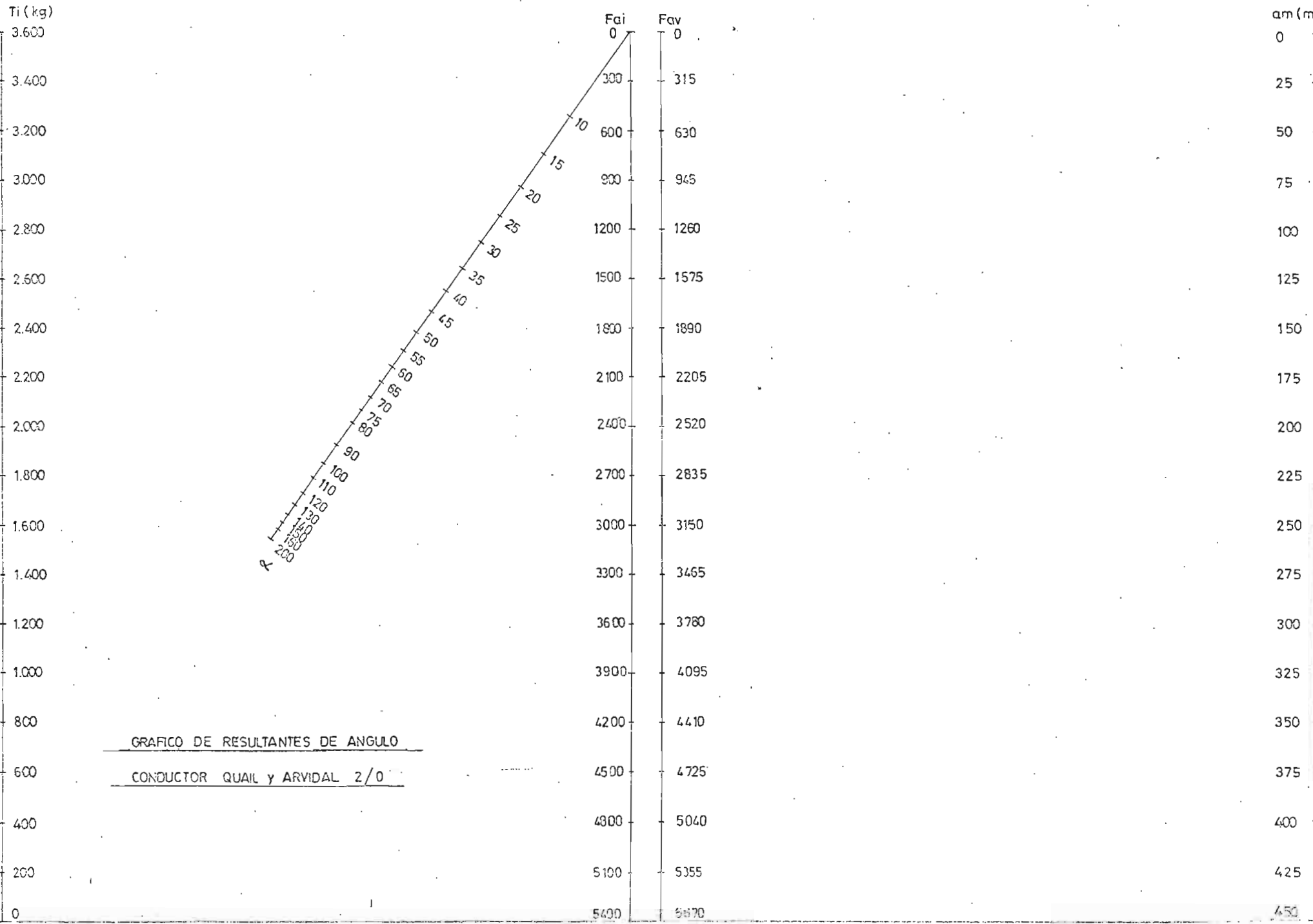


GRAFICO DE RESULTANTES DE ANGULO
CONDUCTOR QUAIL y ARVIDAL 2/0

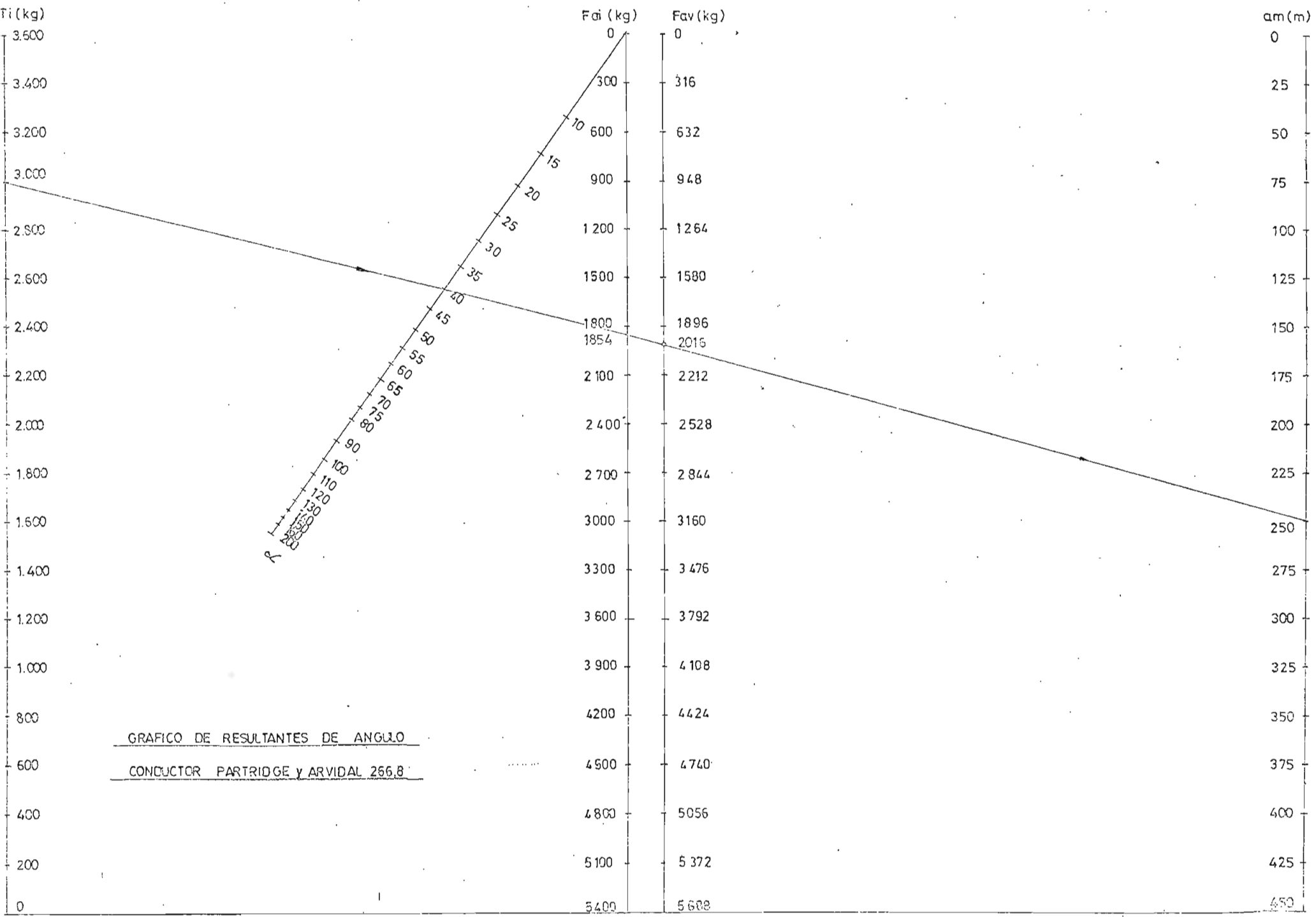


GRAFICO DE RESULTANTES DE ANGULO
CONDUCTOR PARTRIDGE Y ARVIDAL 256.8

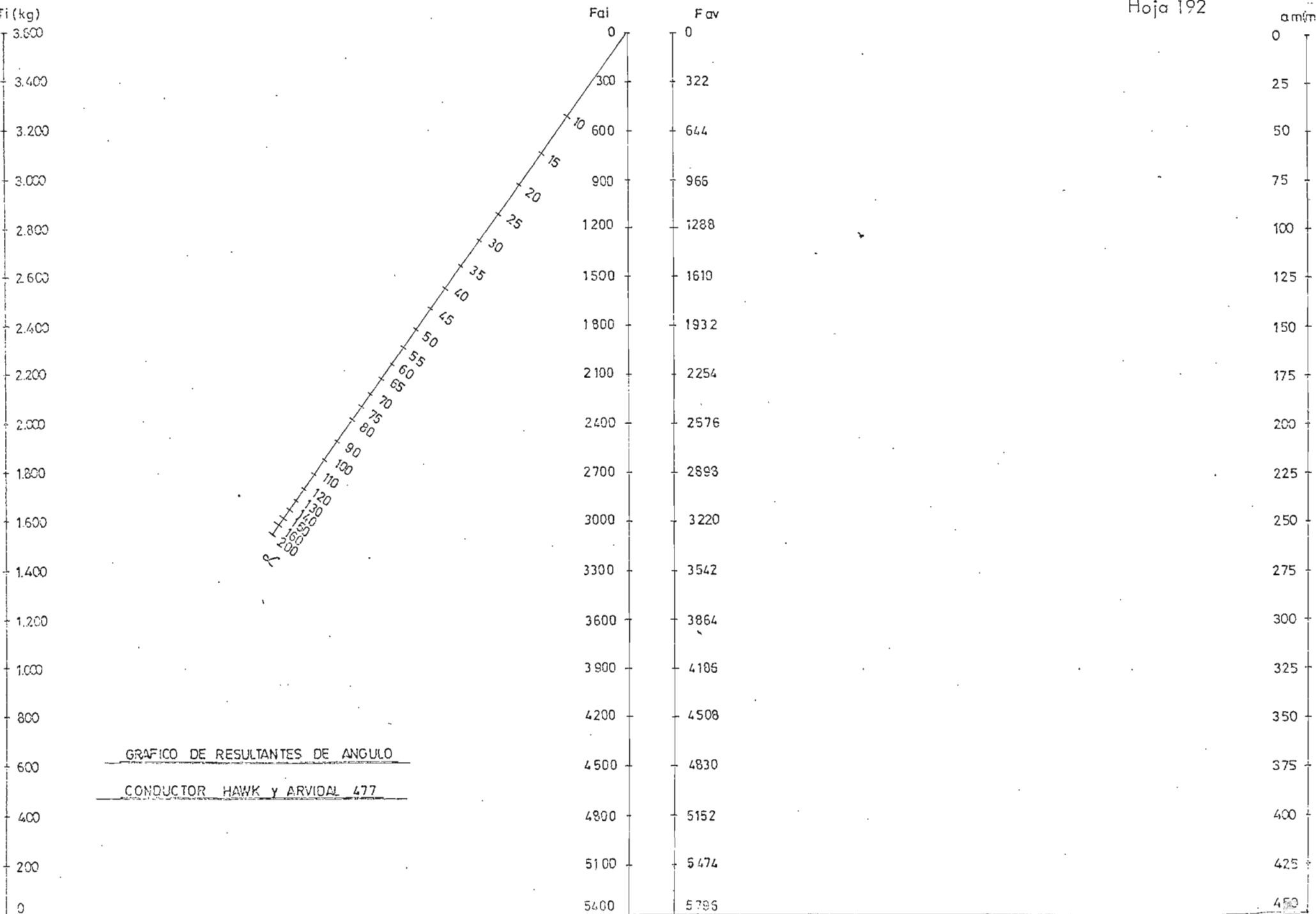


GRAFICO DE RESULTANTES DE ANGULO

CONDUCTOR HAWK Y ARVIDAL 477

(kg)
 3.600
 3.400
 3.200
 3.000
 2.800
 2.600
 2.400
 2.200
 2.000
 1.800
 1.600
 1.400
 1.200
 1.000
 800
 600
 400
 200
 0

Fai
 0
 300
 600
 900
 1200
 1500
 1800
 2100
 2400
 2700
 3000
 3300
 3600
 3900
 4200
 4500
 4800
 5100
 5400

Fav
 0
 312
 624
 936
 1248
 1560
 1872
 2184
 2496
 2808
 3120
 3432
 3744
 4056
 4368
 4680
 4992
 5304
 5616

am (m)
 0
 25
 50
 75
 100
 125
 150
 175
 200
 225
 250
 275
 300
 325
 350
 375
 400
 425
 450

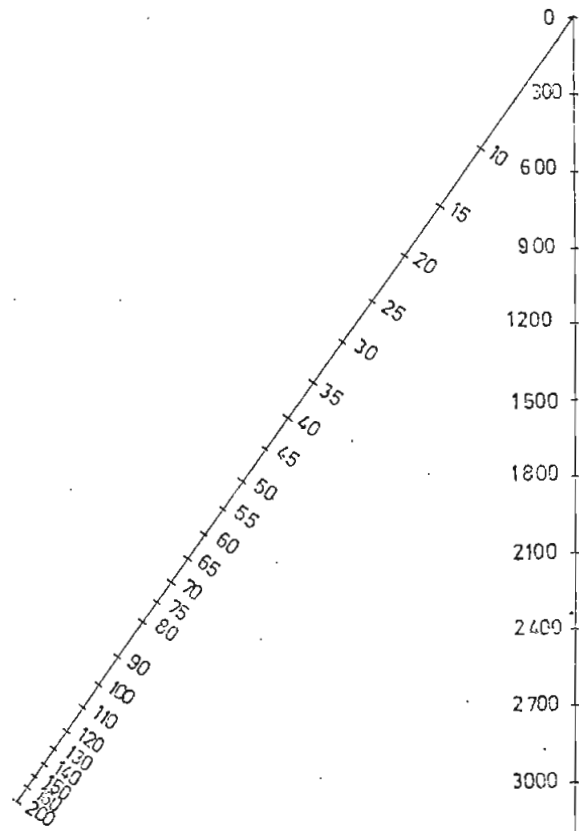


GRAFICO DE RESULTANTES DE ANGULO PARA CABLE DE
TIERRA DE 50mm. y ALUMOWELD 7 No. 9AWg.

XIII.7. EJEMPLO DE UTILIZACION DE
ABACOS DE ESFUERZOS.

Modo de utilización de los ábacos de apoyo de ángulo para esfuerzos.

Los ábacos están realizados para obtener el esfuerzo de ángulo de una sola fase. Partimos de la tensión máxima del conductor T_i , uniendo este punto - representativo del ángulo α (ángulo entre alineaciones) obtenemos un punto que es el valor F_{ai} , que es el esfuerzo resultante de ángulo, unimos este punto con el correspondiente al vano medio (a_m) que afecte al apoyo obteniendo en la escala central el valor de F_{av} que es la suma del esfuerzo de ángulo y del producido por efecto del viento sobre los conductores.

Ejemplo - Para conductor Partridge y Arvidsi 266,8

$$T_i = 3.000 \text{ Kg.}$$

$$\alpha = 40^\circ.$$

$$a_m = 250 \text{ m.}$$

Unimos $T_i = 3.000 \text{ Kg.}$ con $\alpha = 40^\circ$ obteniendo como valor de F_{ai} 1854 Kg. uniendo este punto con el correspondiente al vano medio 250 m. obtenemos un valor de F_{av} de 2.016 Kg.

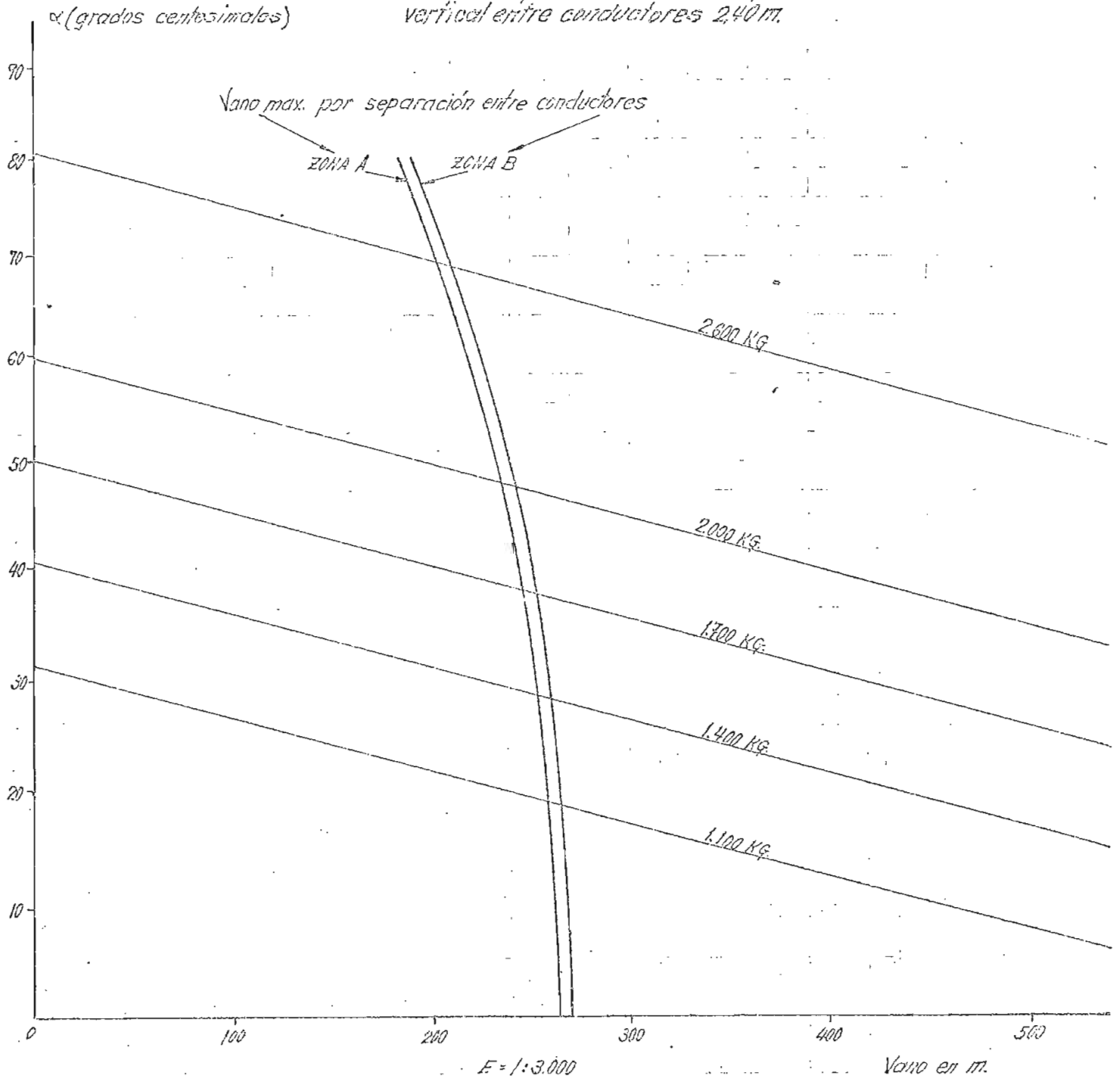


XIII.8. ABACOS DE UTILIZACION DE APOYOS

ABACO DE UTILIZACION DE
APUNTES EN ANGULO

CONDUCTOR : QUAIL

Curva de disposici3n triangular, separaci3n
vertical entre conductores 2,40 m.



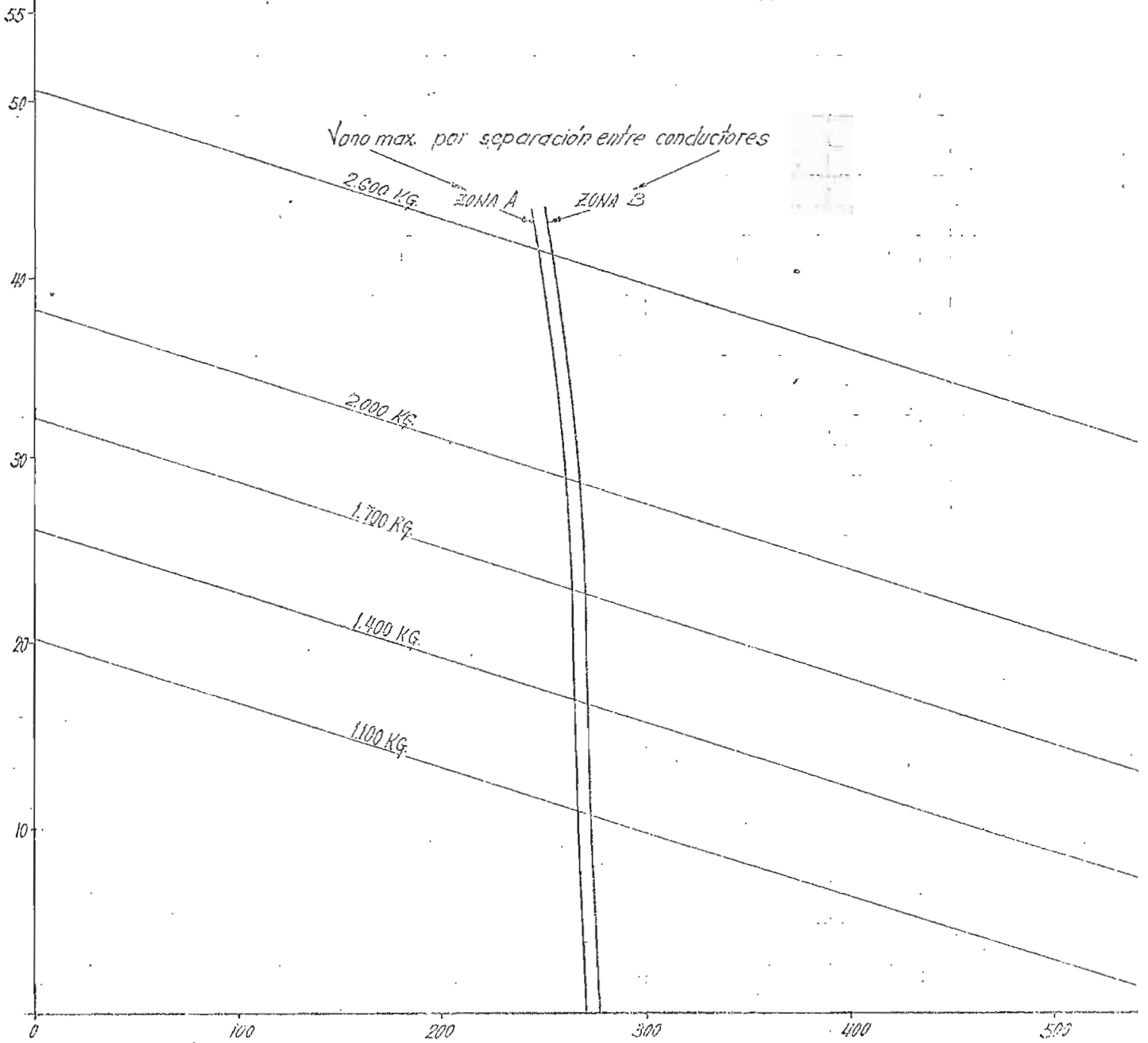
GRABO DE UTILIZACION DE

APOMOS EN ANGULO

CONDUCTOR: PARTRIDGE

Cruzeta disposición triangular, separación vertical entre conductores 240 m.

α (grados centesimales)



$E = 1.3000$

Vano en m.

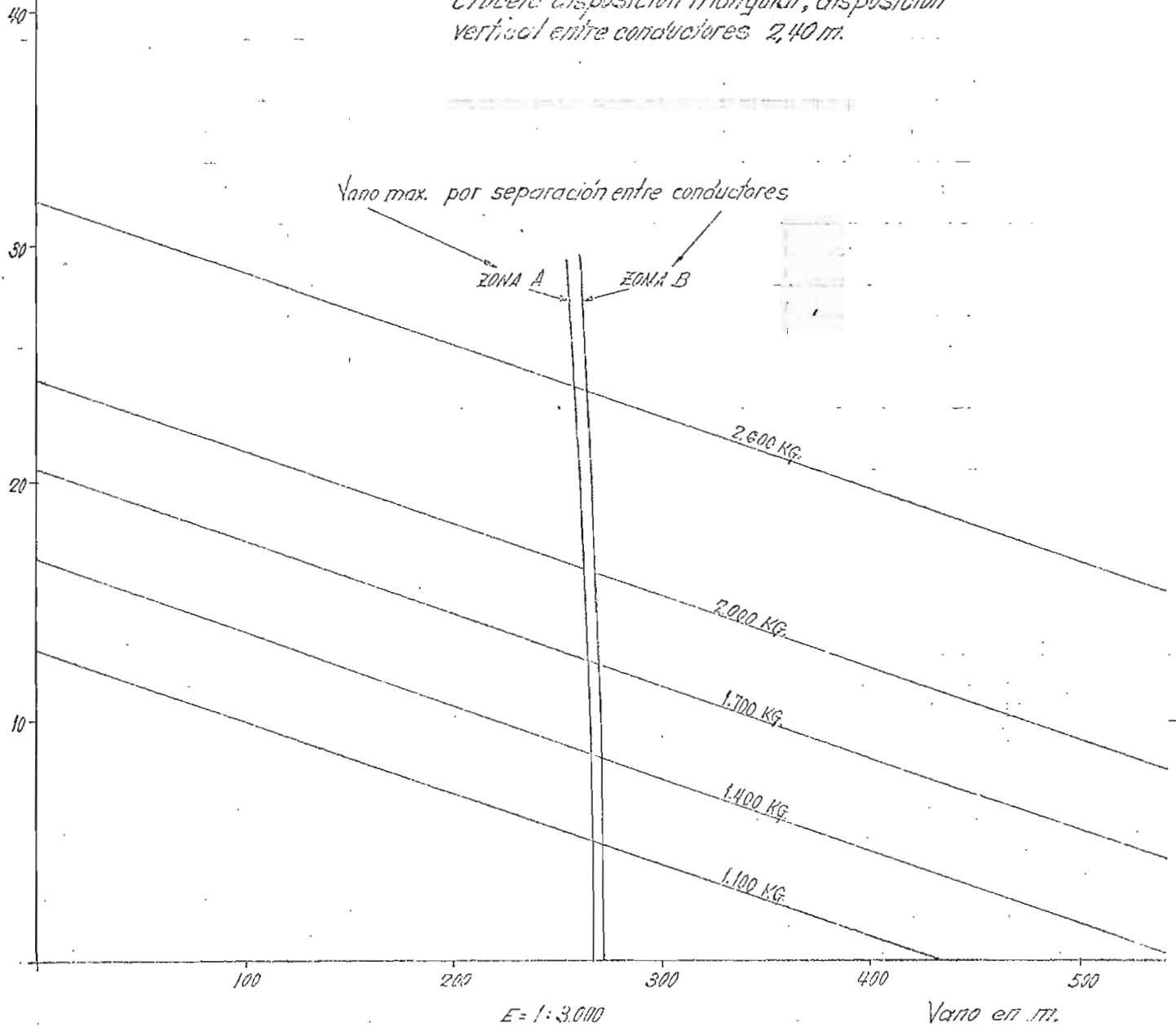
α (grados centesimales)

ABACO DE UTILIZACION DE

APUNTES EN ANGULO

CONDUCTOR : HAWIK

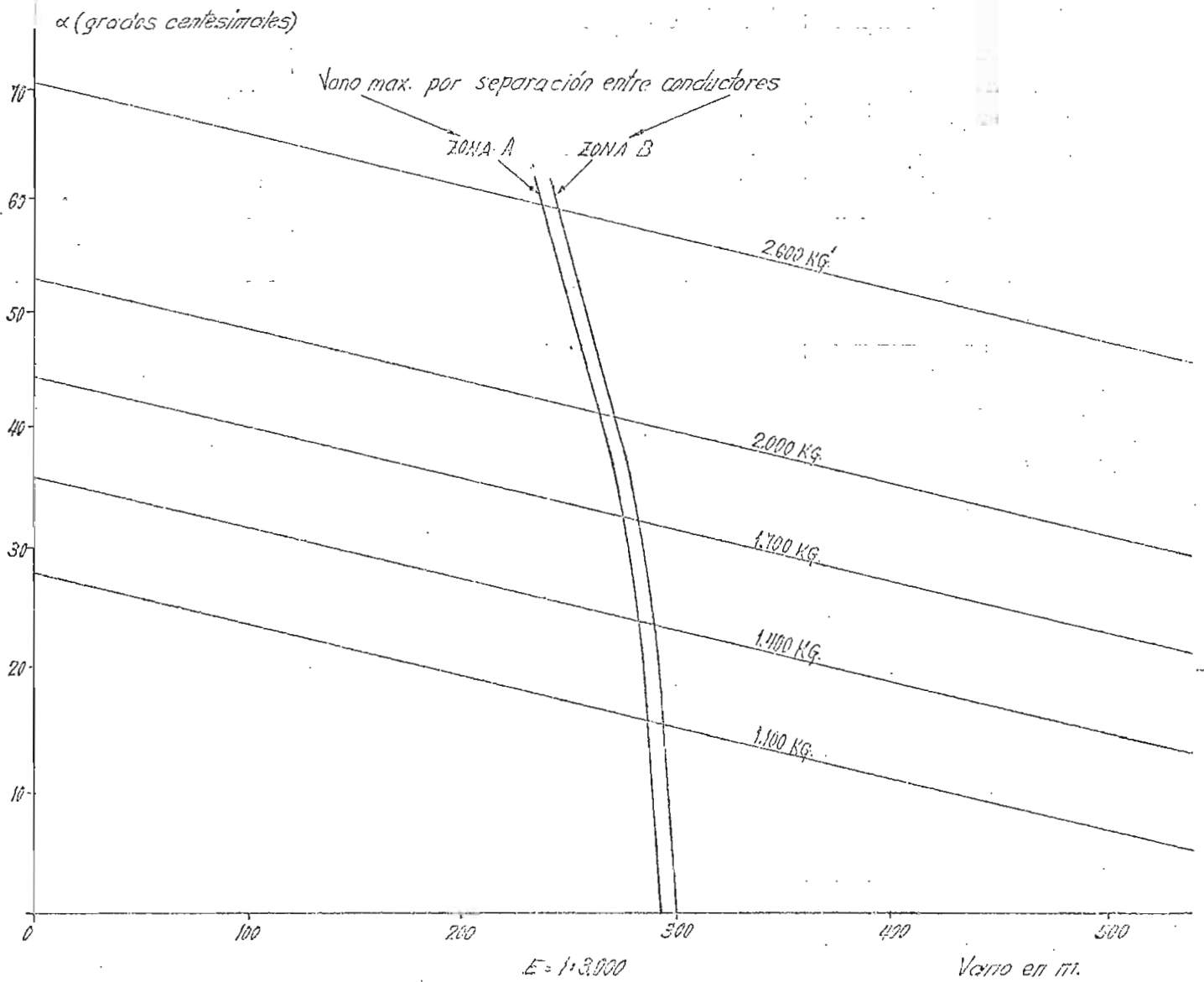
Cruce: disposición triangular, disposición vertical entre conductores 2,40 m.



ABACO DE UTILIZACION DE
APOSOS EN ANGULO

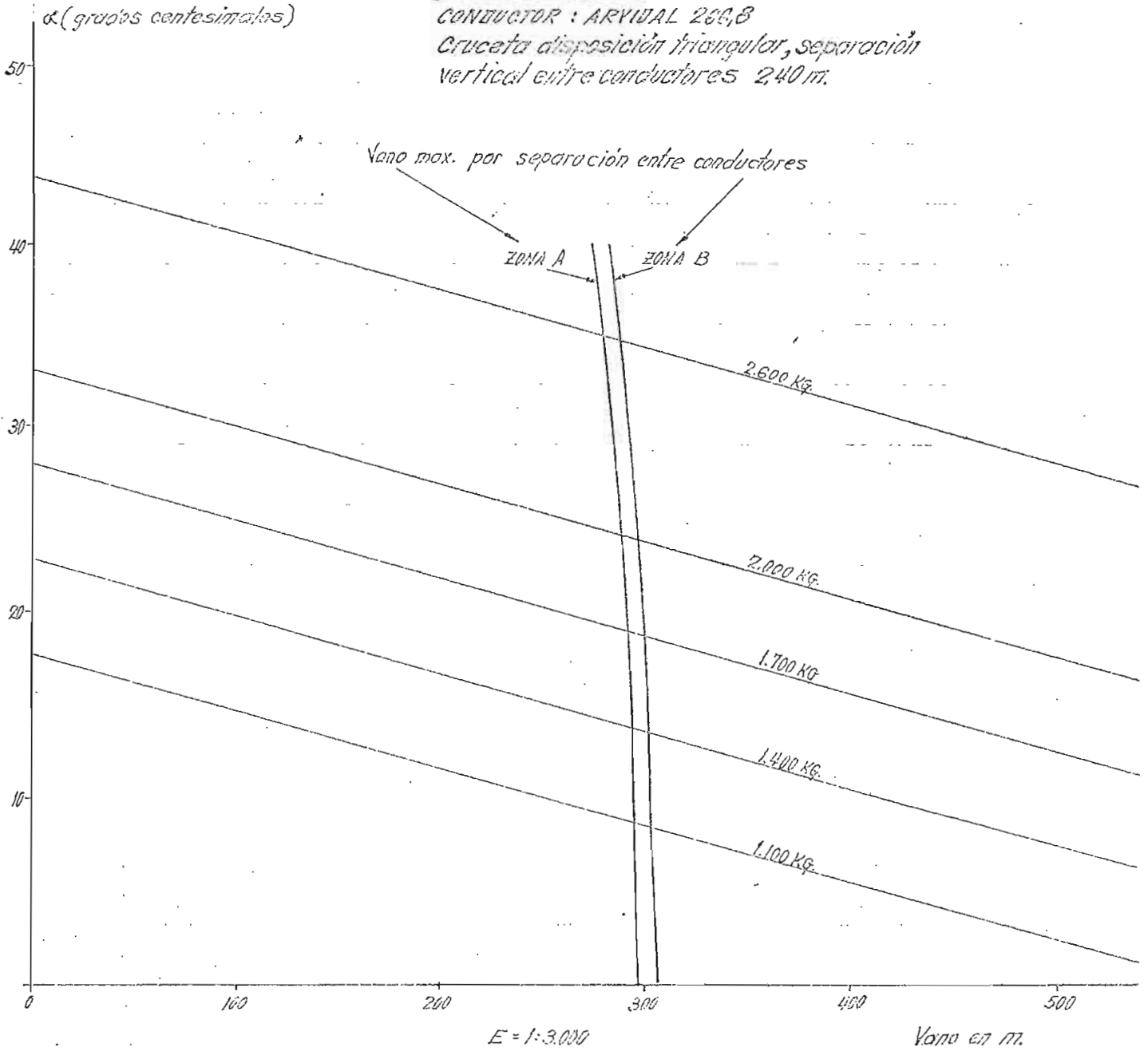
CONDUCTOR: ARYITAL 2/0

Cruce de disposicion triangular, separacion
vertical entre conductores 2,40 m

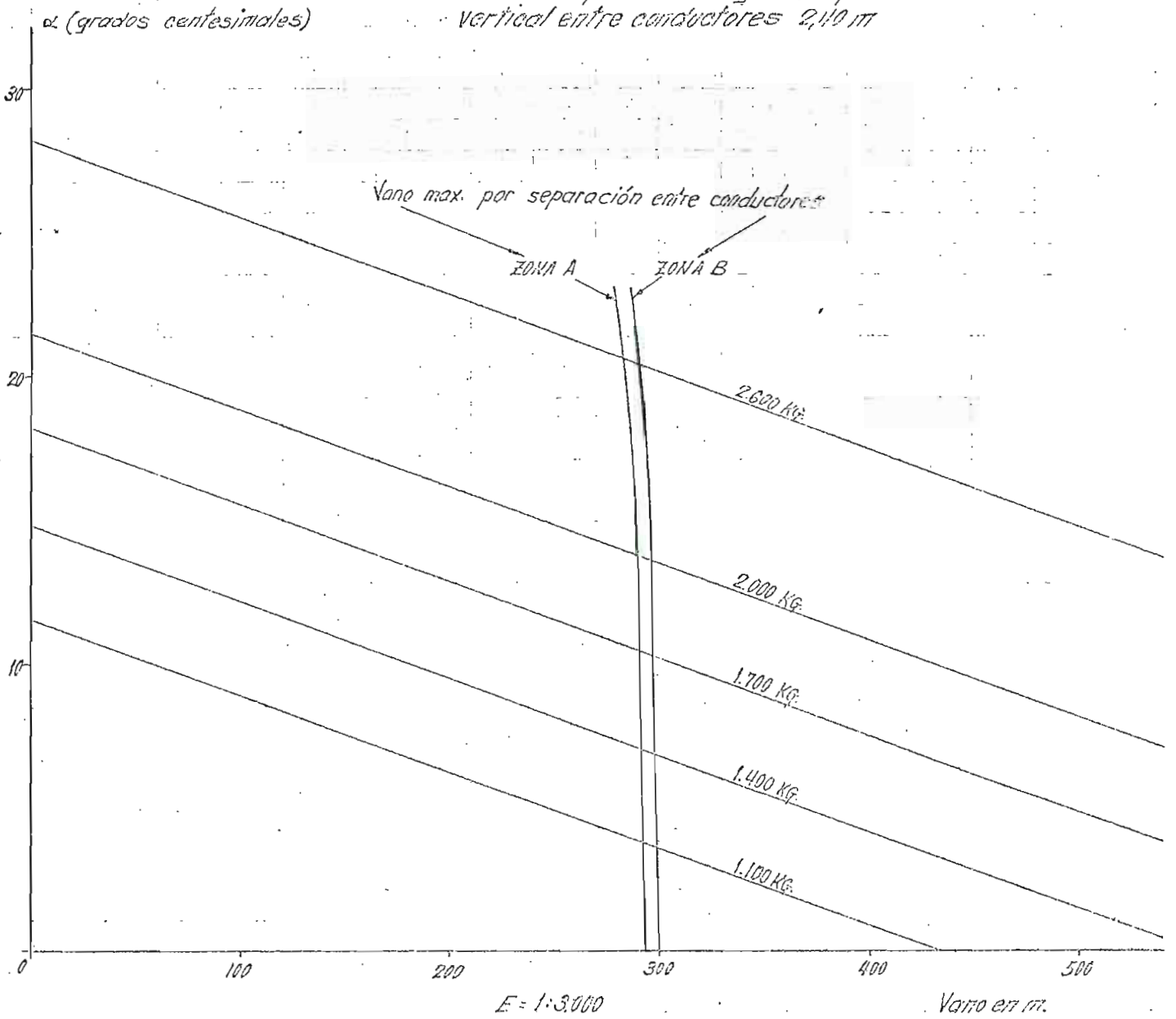


ABACO DE UTILIZACION DE
APOYOS EN ANGULO

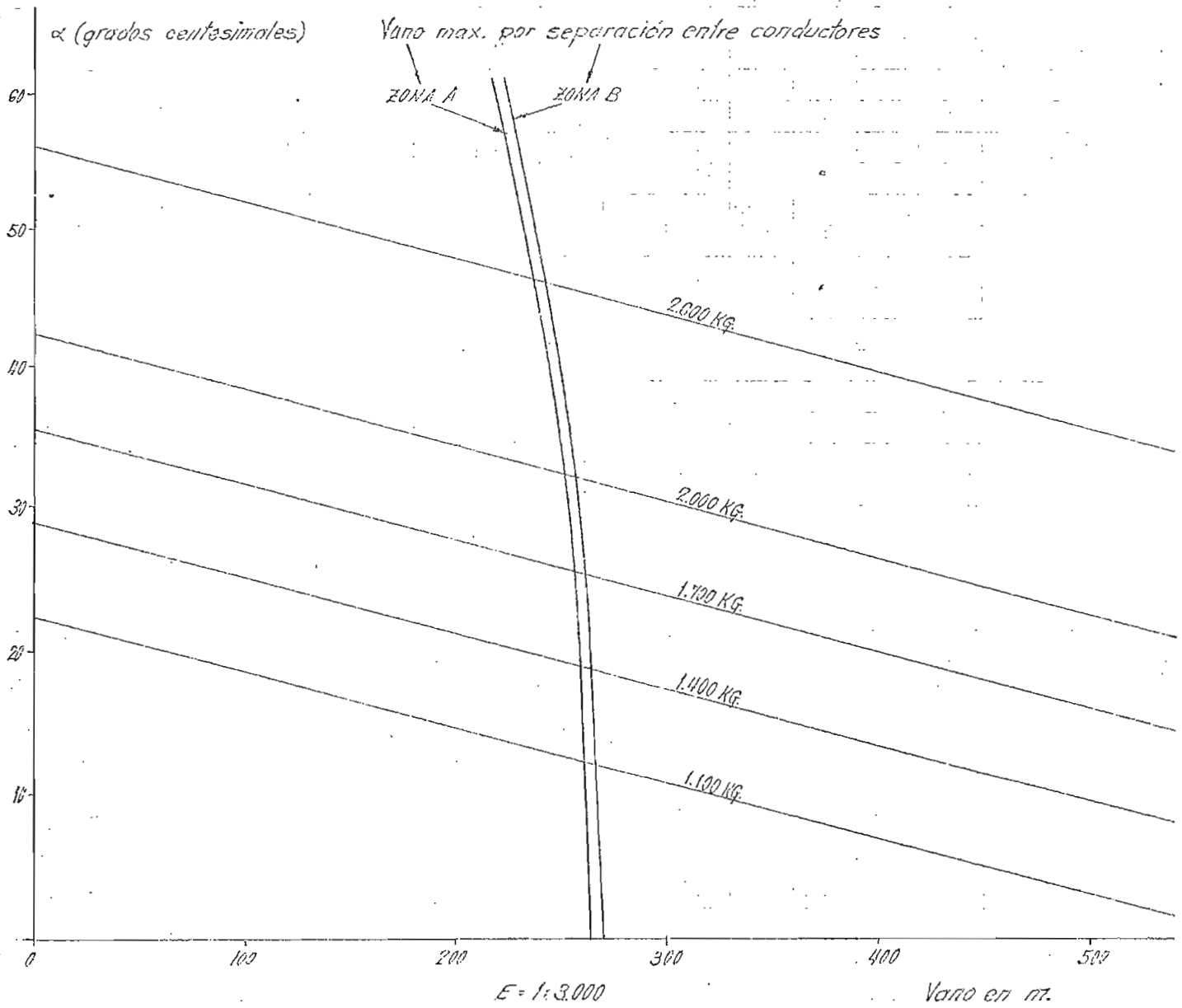
CONDUCTOR : ARVIDAL 266,8
Cruce en disposici3n triangular, separaci3n
vertical entre conductores 2,40 m.



ABACO DE UTILIZACION DE
AROS EN ANGULO
CONDUCTOR: ARVIVAL 477
Cruce en disposici3n triangular, separaci3n
vertical entre conductores 2,10 m



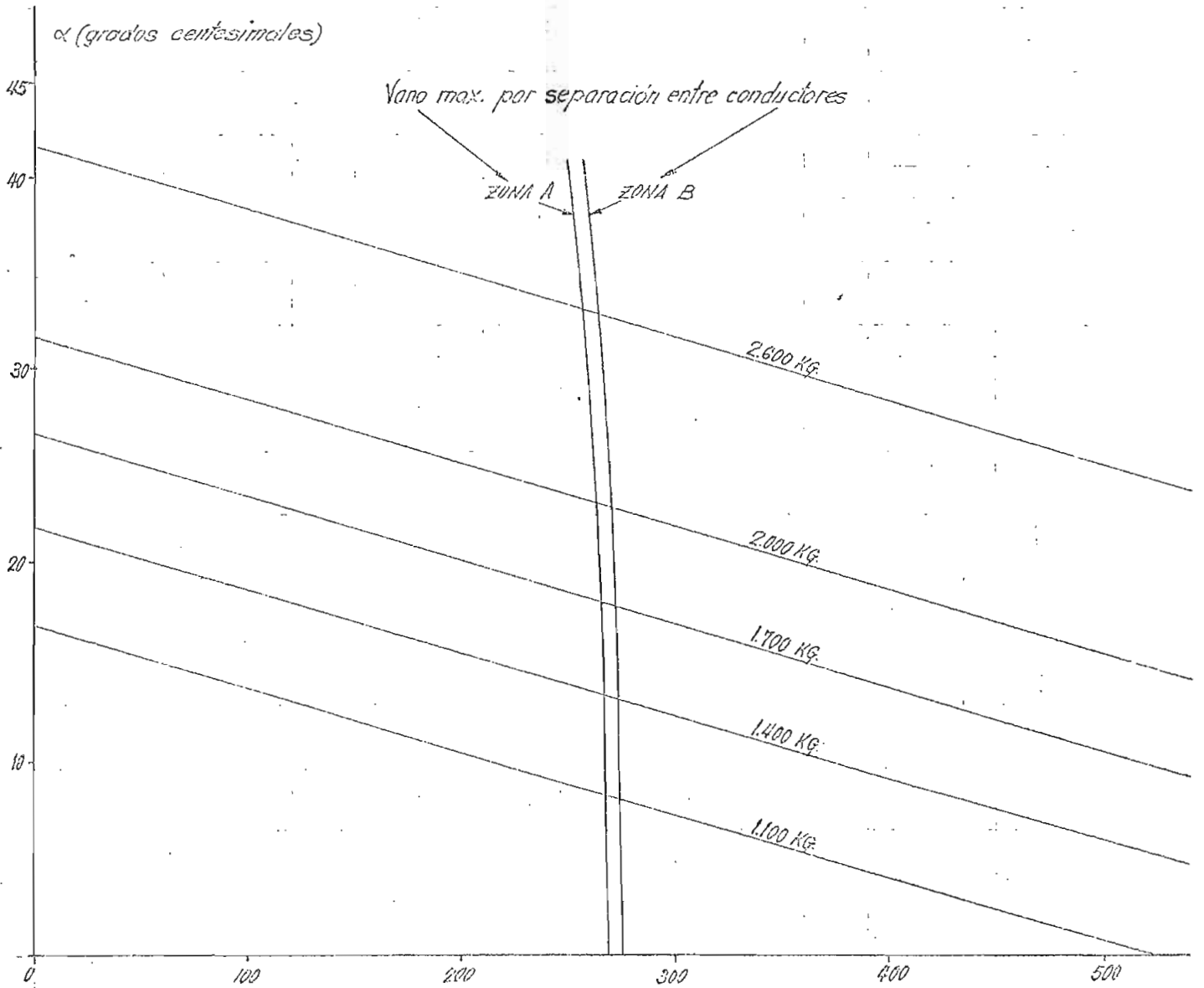
ABACO DE UTILIZACION DE
AFOROS EN ANILLO
 CONDUCTOR : QUAIL
 Cruce de disposici3n triangular, cable de guarda
 separaci3n vertical entre conductores 2,40 m.



ADACO DE UTILIZACION DE
ALFONDOS EN ANGULO

CONDUCTOR : PARTRIDGE

Cruceña disposici3n triangular, cable de guarda
separaci3n vertical entre conductores 2,40 m.



ABRIGO DE UTILIZACION DE
APUNTES EN ANCHURA

CONDUCTOR : HAVIK

Cruce en disposicion triangular, cable de guarda
separacion vertical entre conductores 2,10 m.

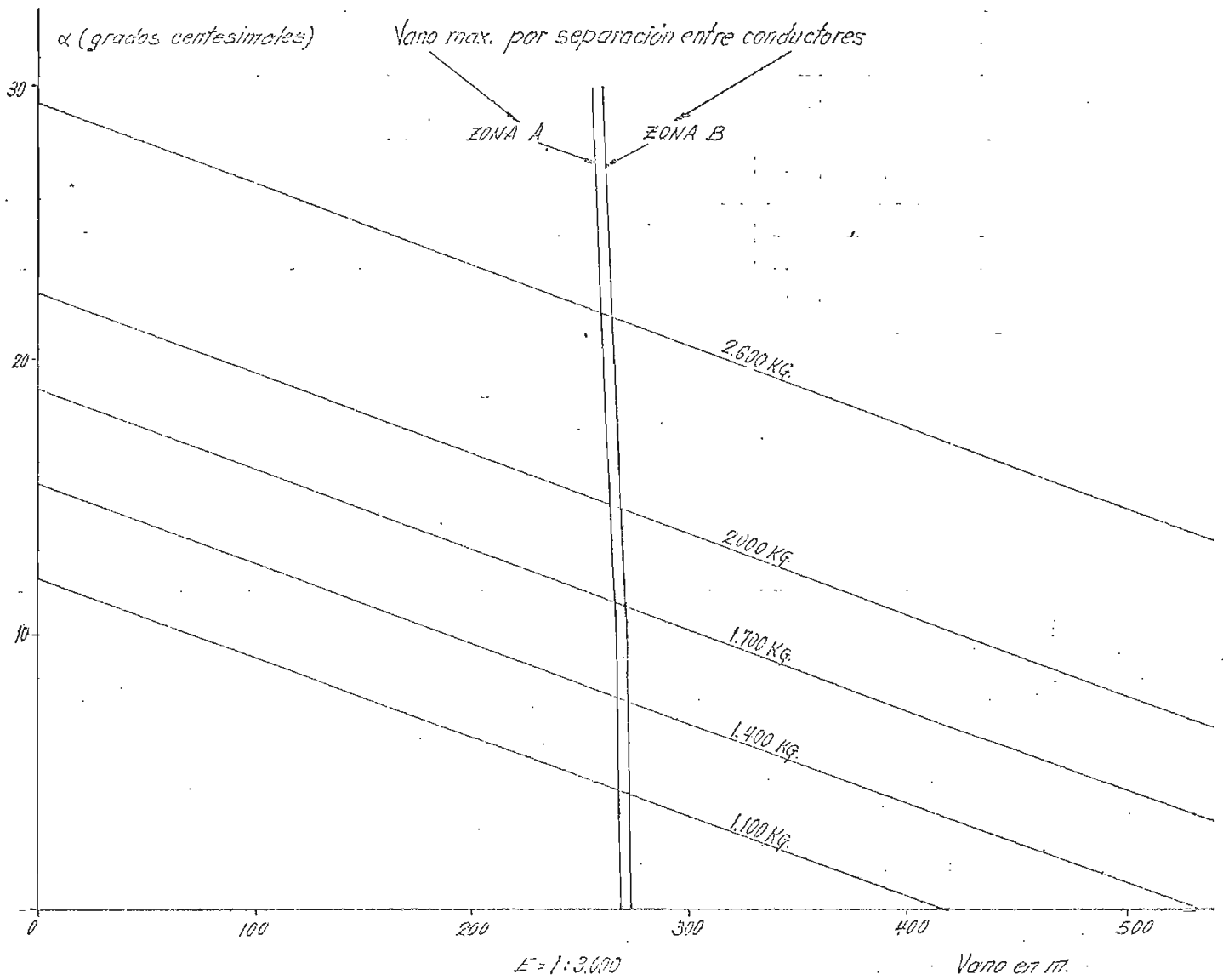
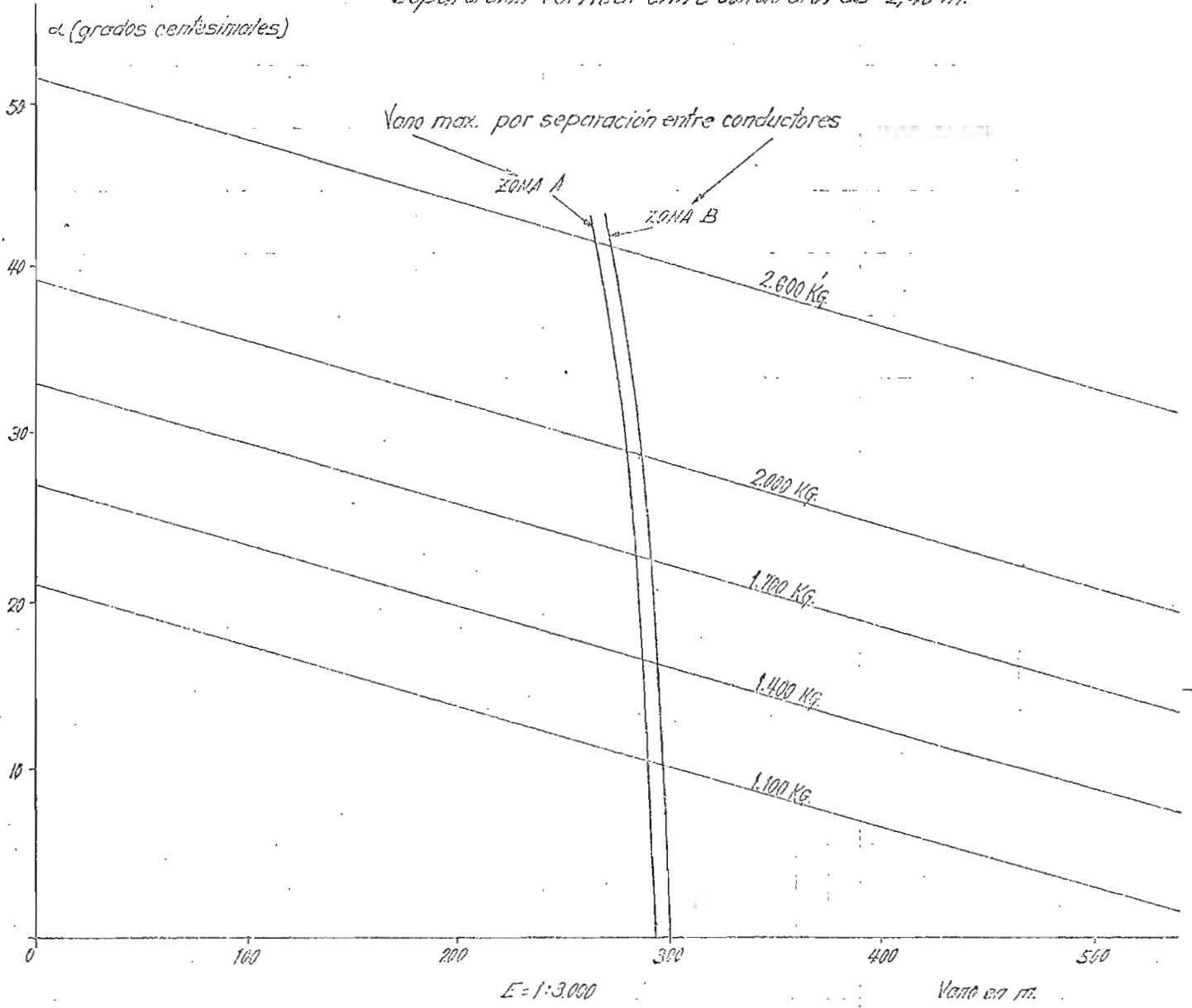


TABLA DE UTILIZACION DE

APOYOS EN ARQUEO

CONDUCTOR : ARVIDAL 210

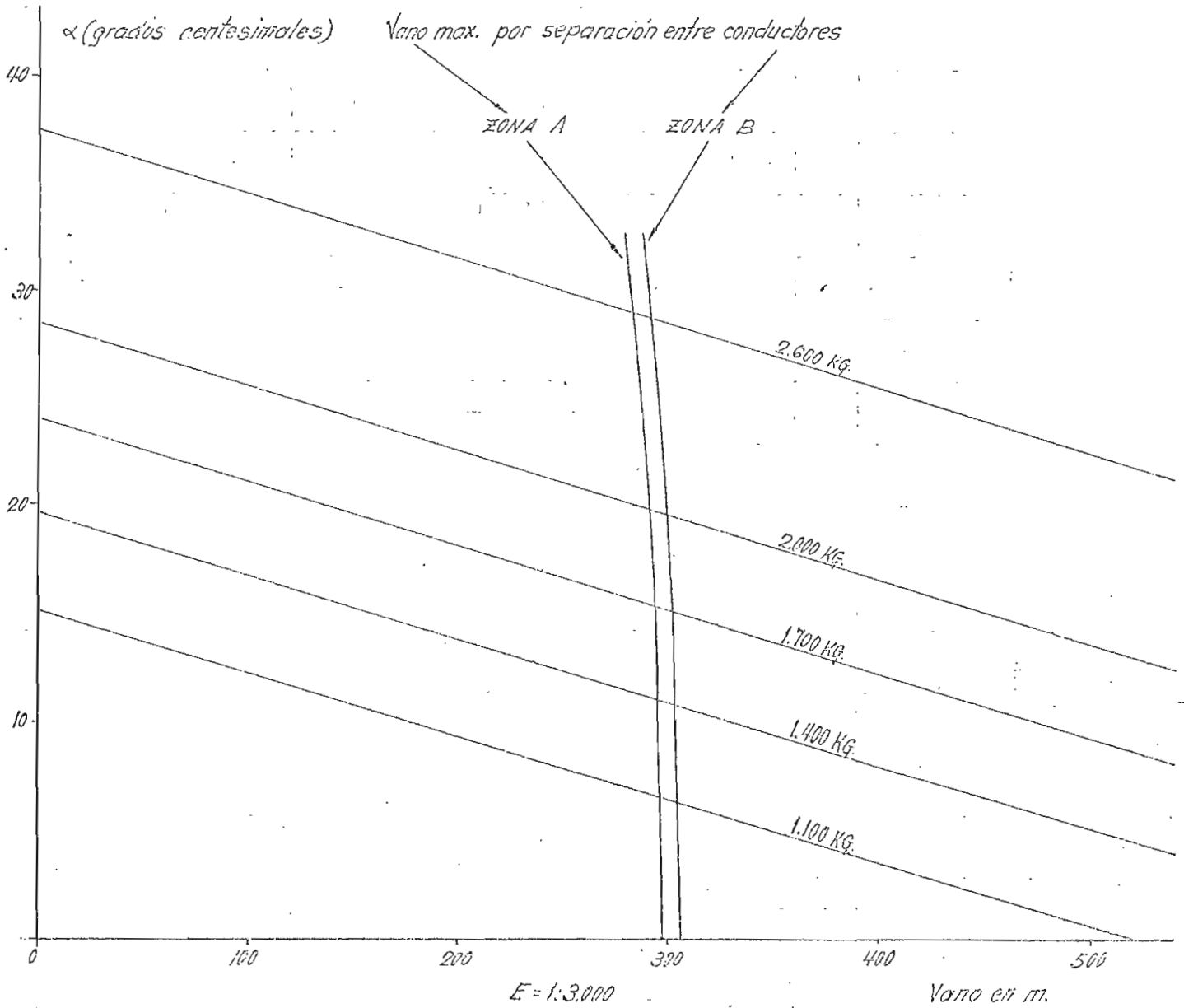
Cruce en disposici3n triangular, cable de guarda
separaci3n vertical entre conductores 2,40 m.



ABACO DE UTILIZACION DE
AFOSOS EN ANGULO

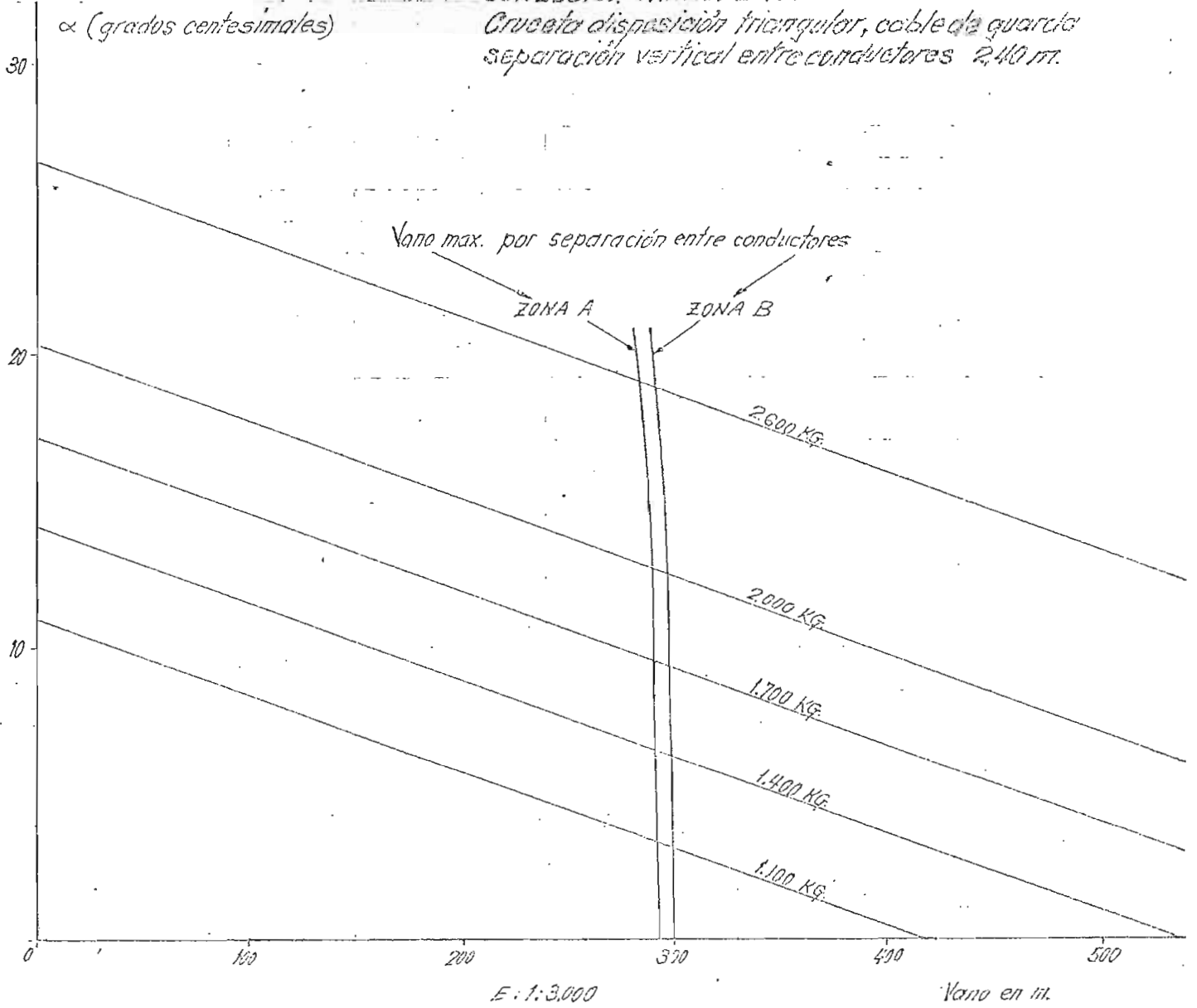
CONDUCTOR : ARVIZAL 266,8

Cruce de disposición triangular, cable de guarda
separación vertical entre conductores 2,40 m.



ABACO DE UTILIZACION DE
APOYOS EN ANGULO
CONDUCTOR : ARVIDAL 1177

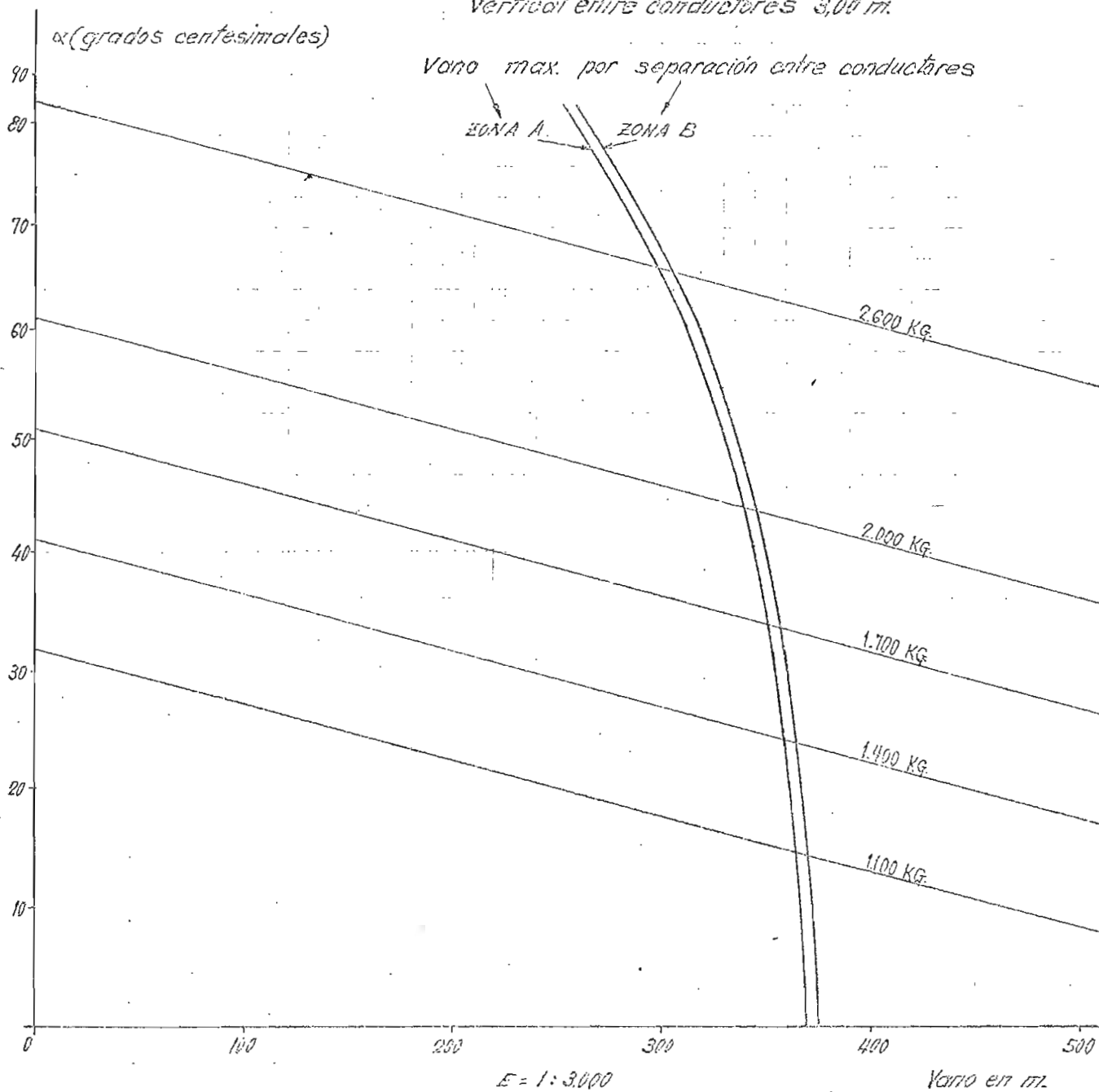
Cruce en disposición triangular, cable de guarda
 separación vertical entre conductores 2,40 m.



ABACO DE UTILIZACION DE
APOYOS EN ANGULO.

CONDUCTOR : QUAIL.

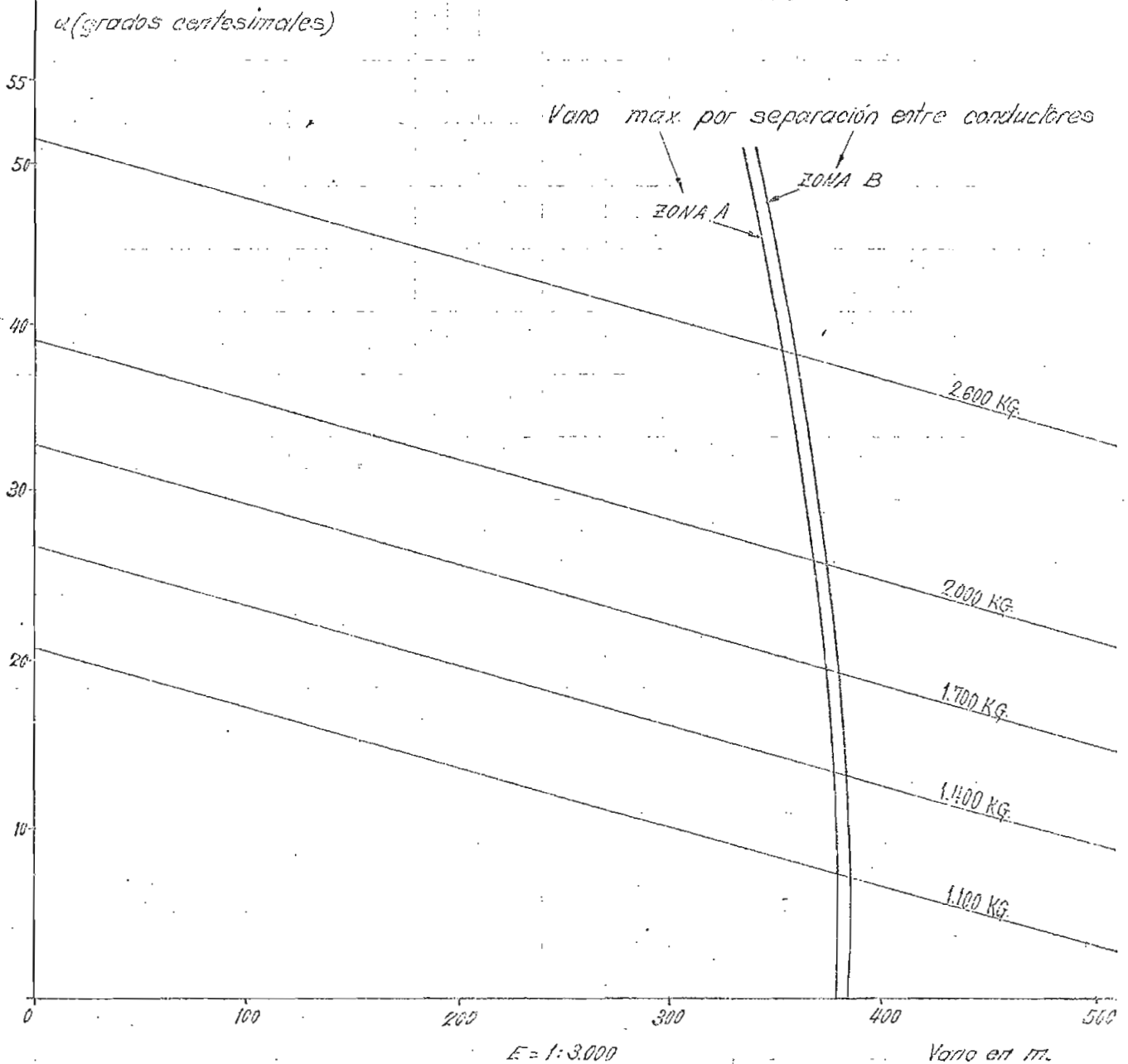
Cruceta disposición triangular, separación vertical entre conductores 3,00 m.

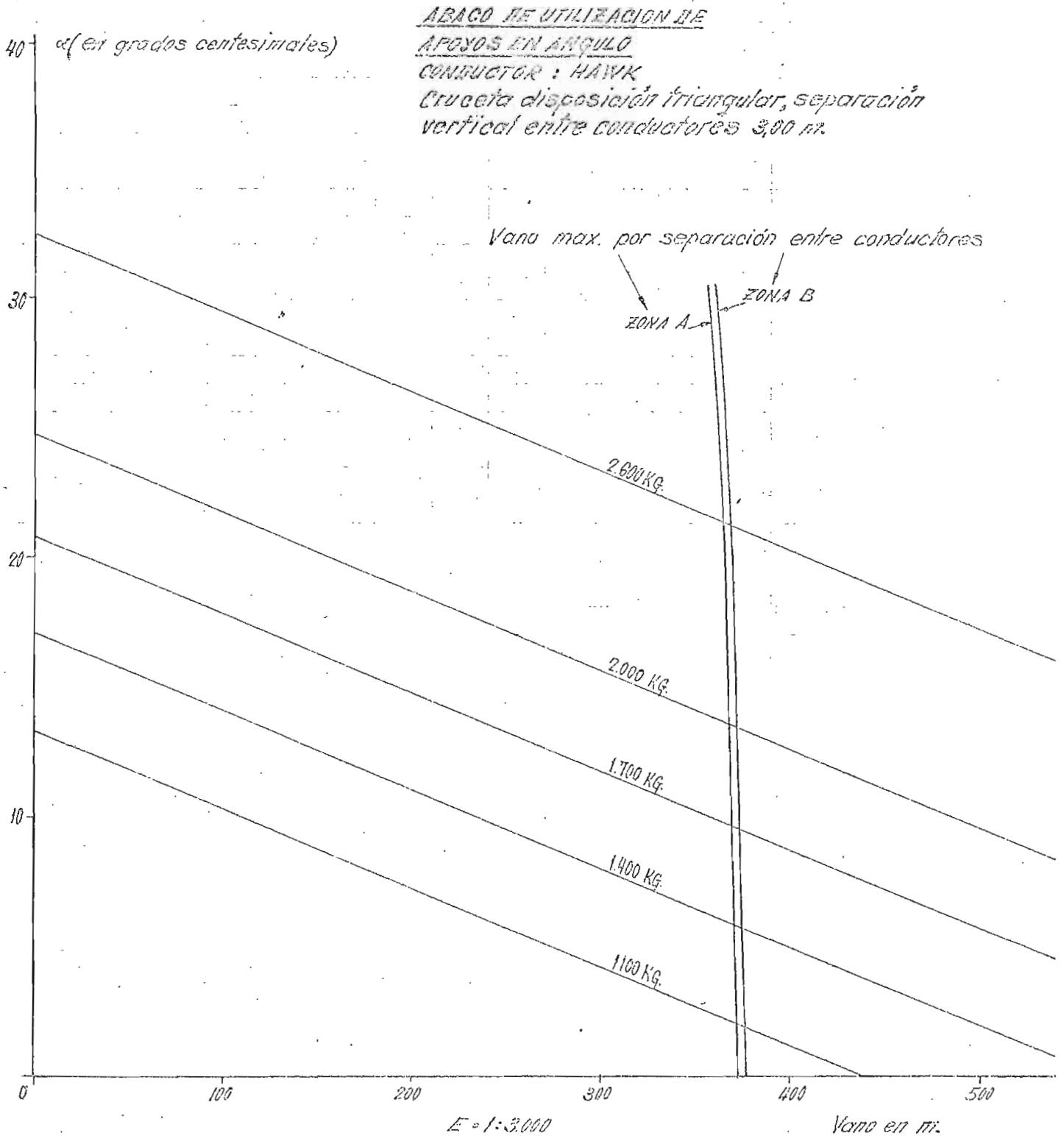


AMPOCO DE UTILIZACION DE
APOSOS EN ANGULO

CONDUCTOR : PARTRIDGE.

Cruceia disposici3n triangular, separaci3n
vertical entre conductores 3,00 m.



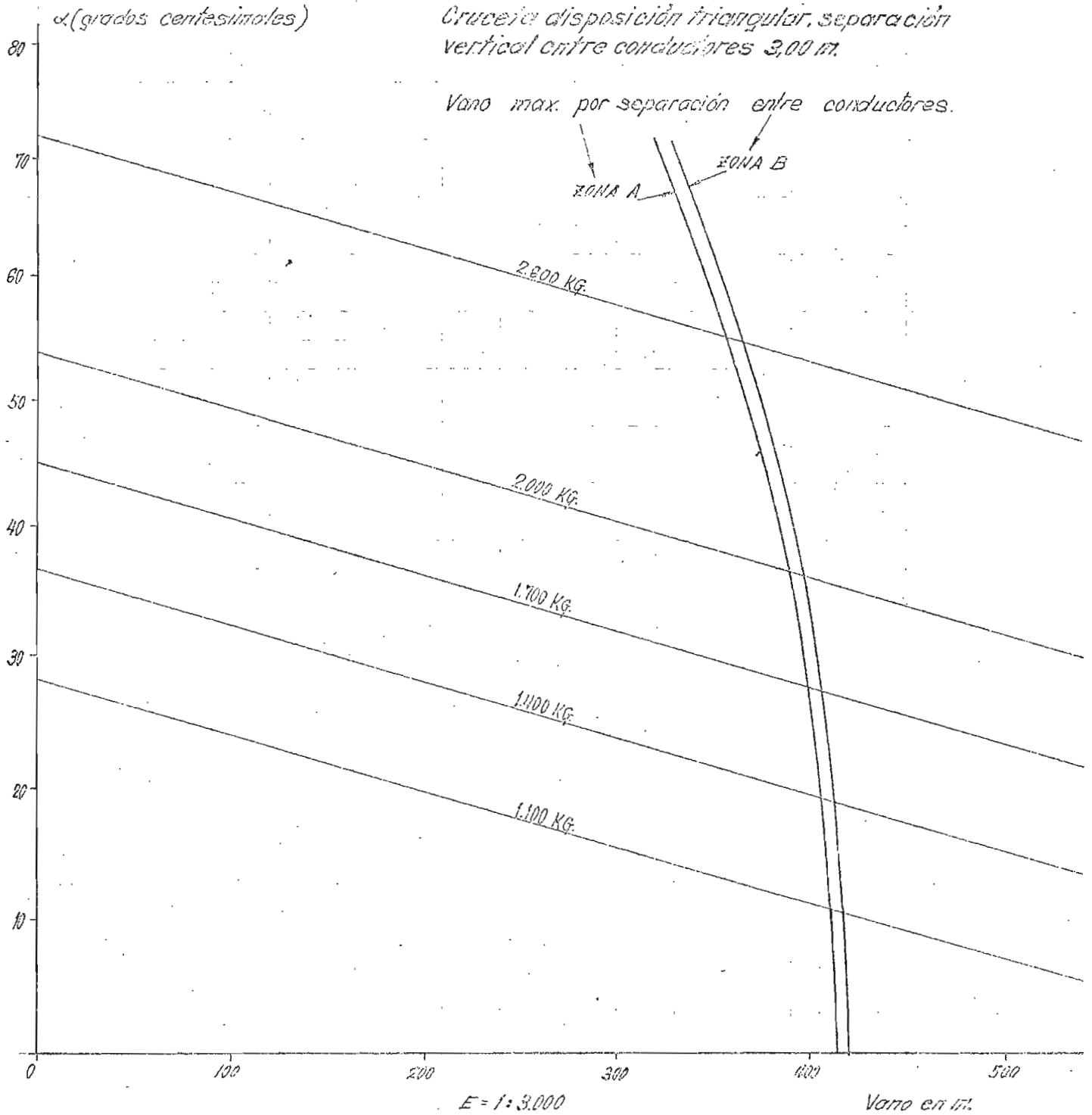


ABACO DE UTILIZACION DE
ALFONDOS EN ANGULO

CONDUCTOR : ARDIVAL 2/0

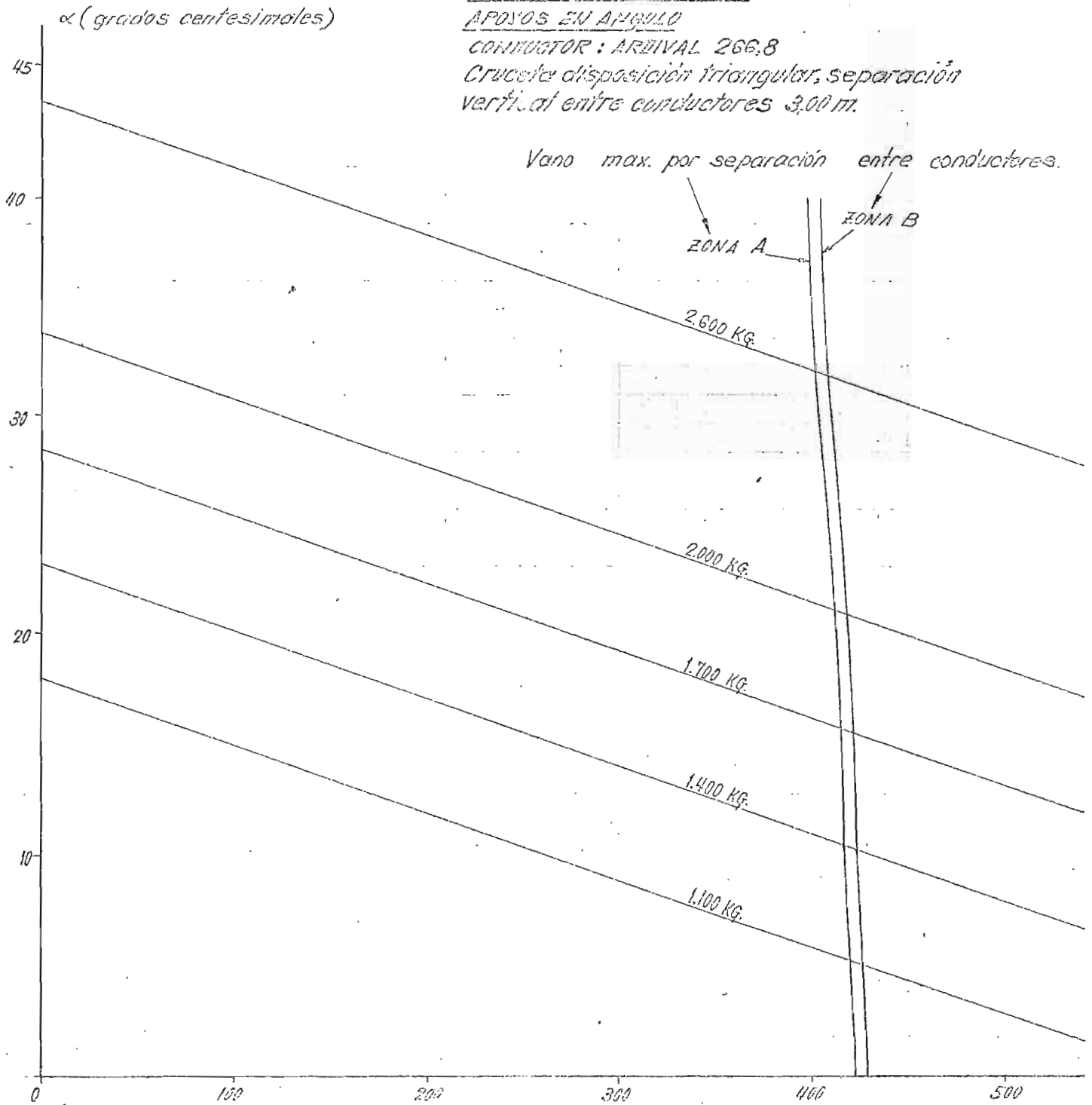
Cruce de disposici3n triangular, separaci3n
vertical entre conductores 3,00 m.

Vano max. por separaci3n entre conductores.



ABACO DE UTILIZACION DE
APOSOS EN ANGULO

CONDUCTOR : ARDIVAL 266.8
Cruce de disposici3n triangular, separaci3n
vertical entre conductores 3.00 m.



E = 1:3000

Vano en m.

ABACO DE UTILIZACION DE
ARCOVOS EN ANGULO

α (grados centesimales)

CONDUCTOR : ARVIVAL 4TT

Gruceta disposición triangular, separación vertical entre conductores 3,00 m.

Vano max. por separación entre conduct.

ZONA A

ZONA B

2.600 KG.

2.000 KG.

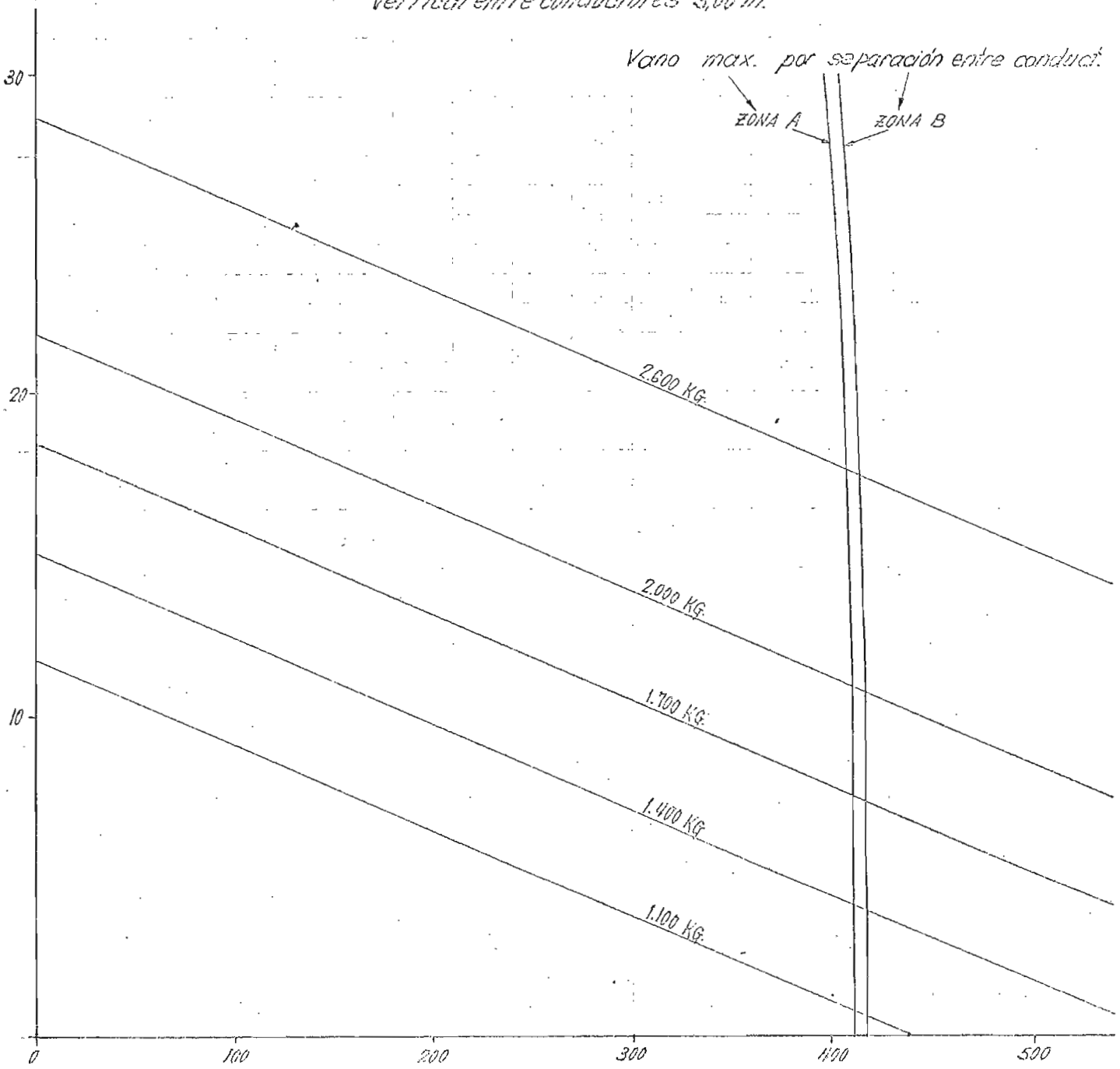
1.700 KG.

1.400 KG.

1.100 KG.

E = 1:3000

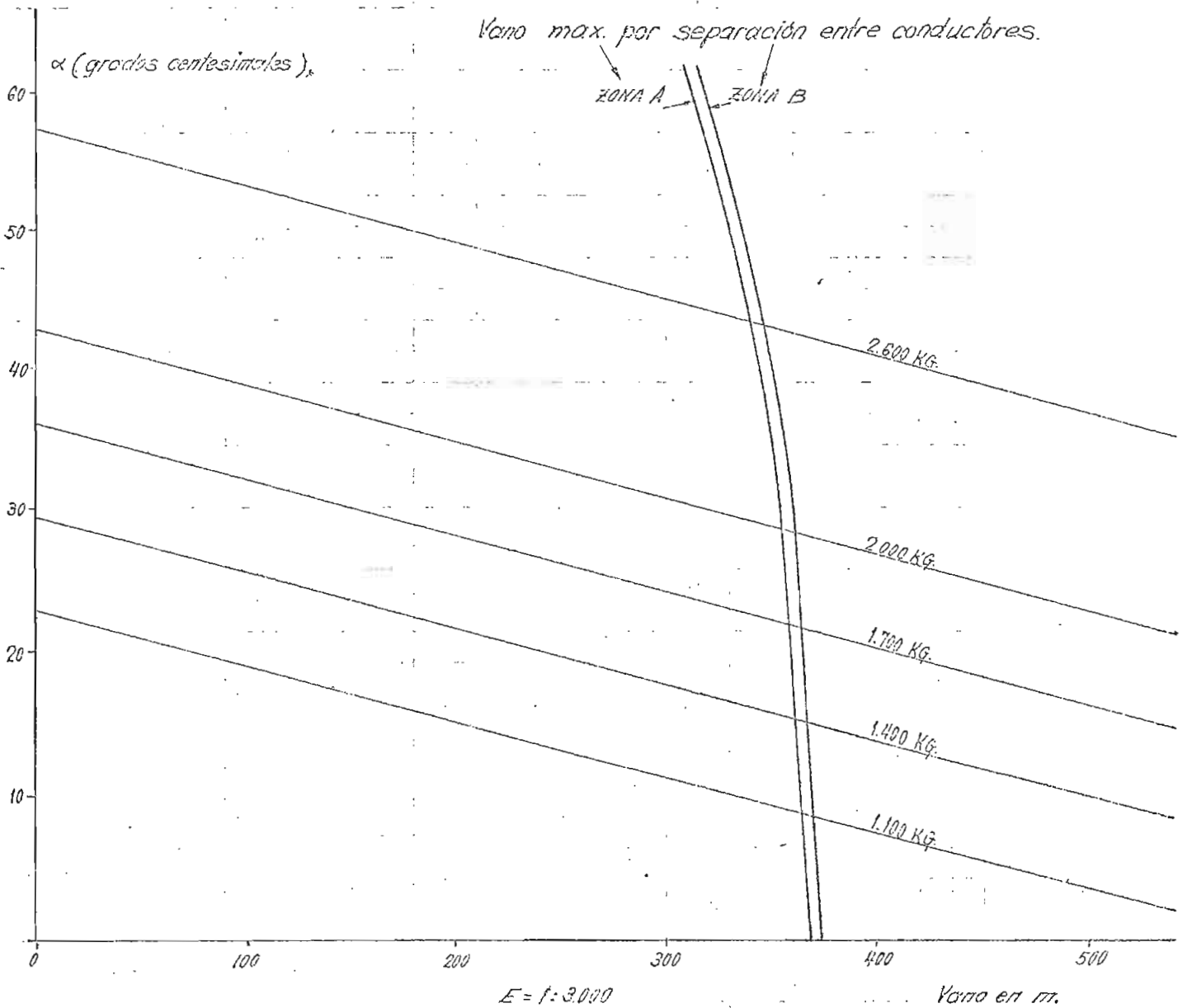
Vano en m.



ABACO DE UTILIZACION DE
APUNTES DE ANGULO

CONDUCTOR : QUAIL

Cruce de disposición triangular, cable de guarda
separación vertical entre conductores 3,00 m.



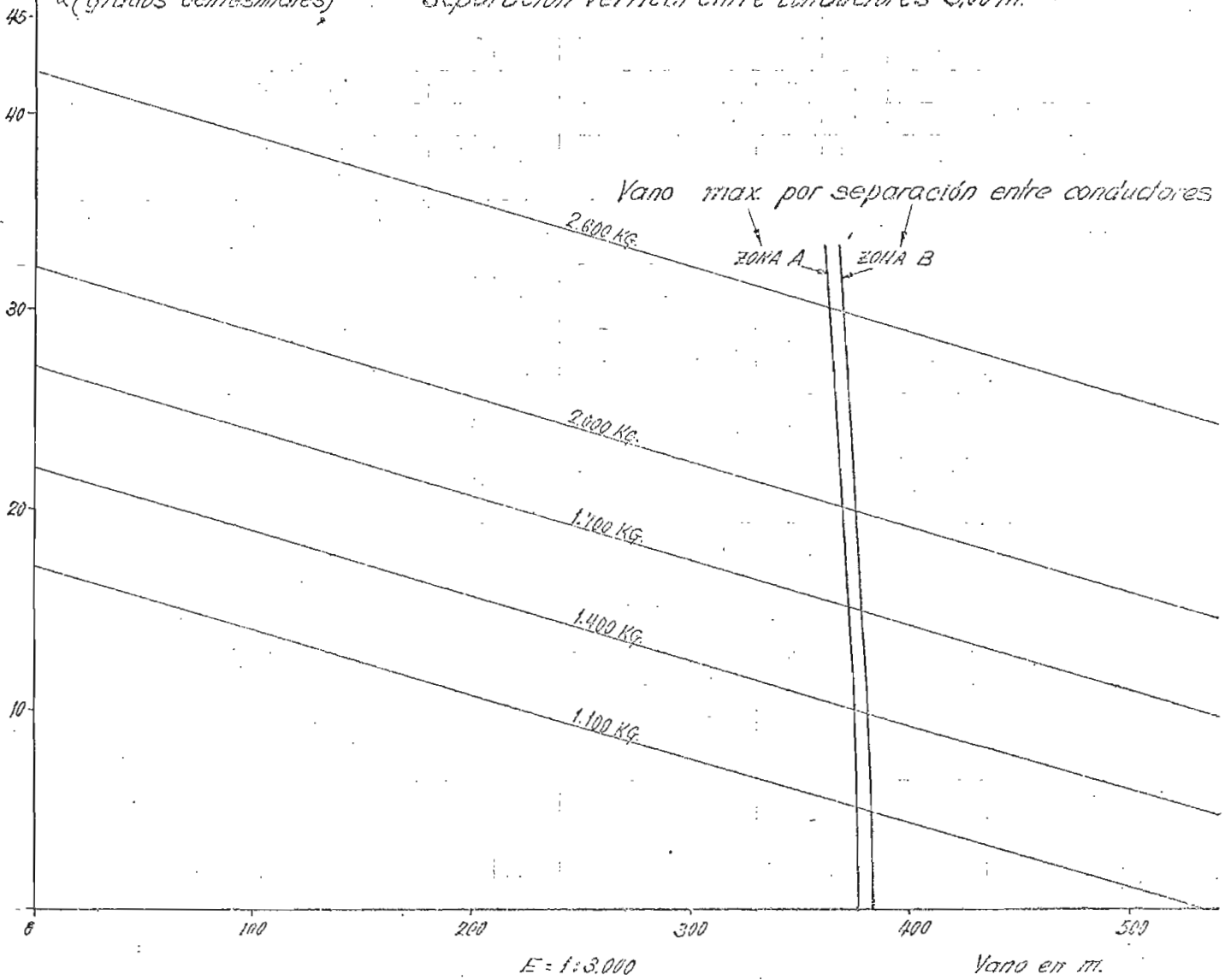
ABACO DE UTILIZACION DE

AFOSOS EN ANGULO

CONDUCTOR: PARTRIDGE

Cruce a disposicion triangular, cable de guarda
separacion vertical entre conductores 3,00 m.

α (grados centesimales)

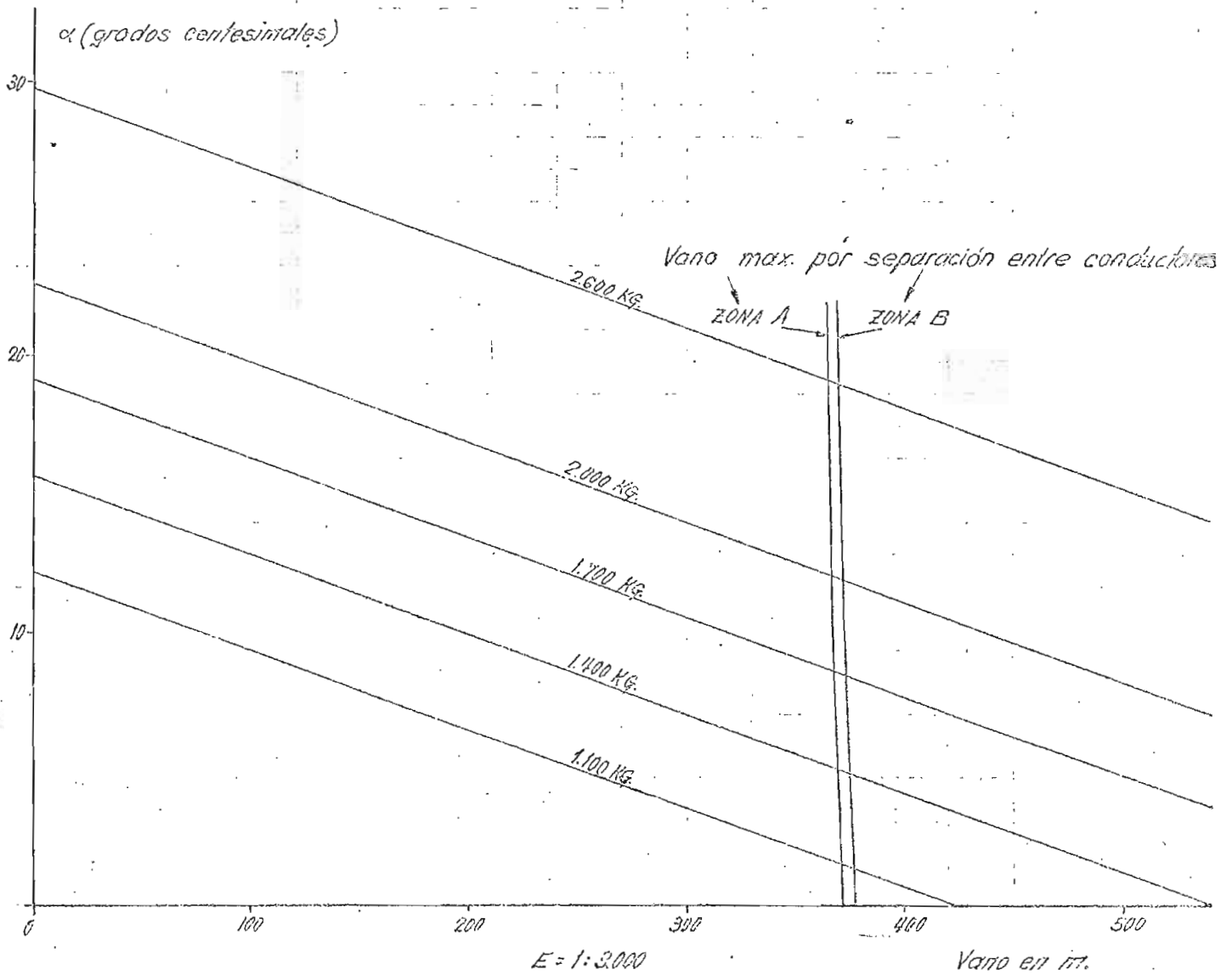


ABACO DE UTILIZACION DE

APOYOS EN ANGULO

CONDUCTOR: HAWIK

Cruceña disposición triangular, cable de guarda
separación vertical entre conductores 3,00 m

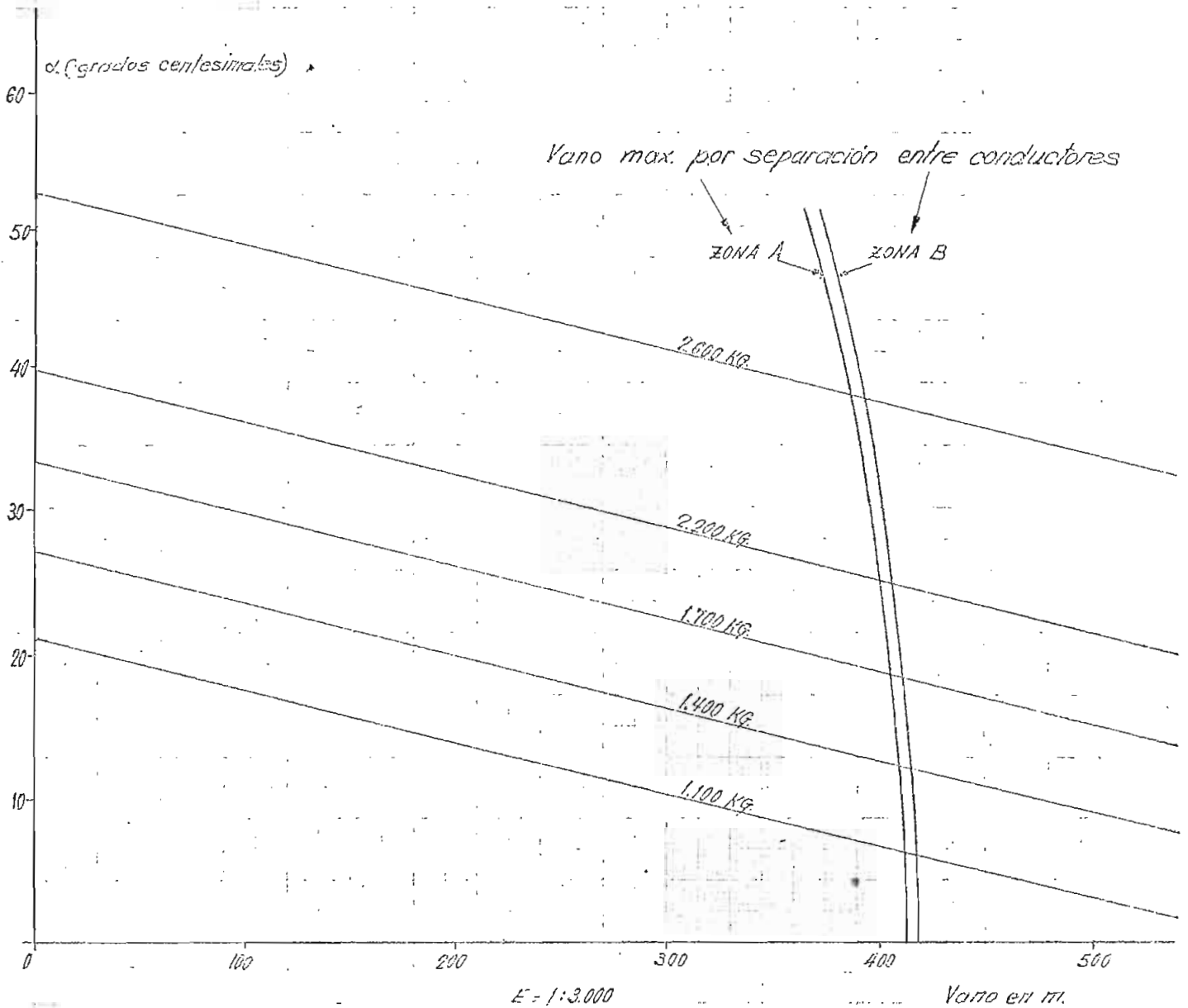


ABACO DE UTILIZACION DE

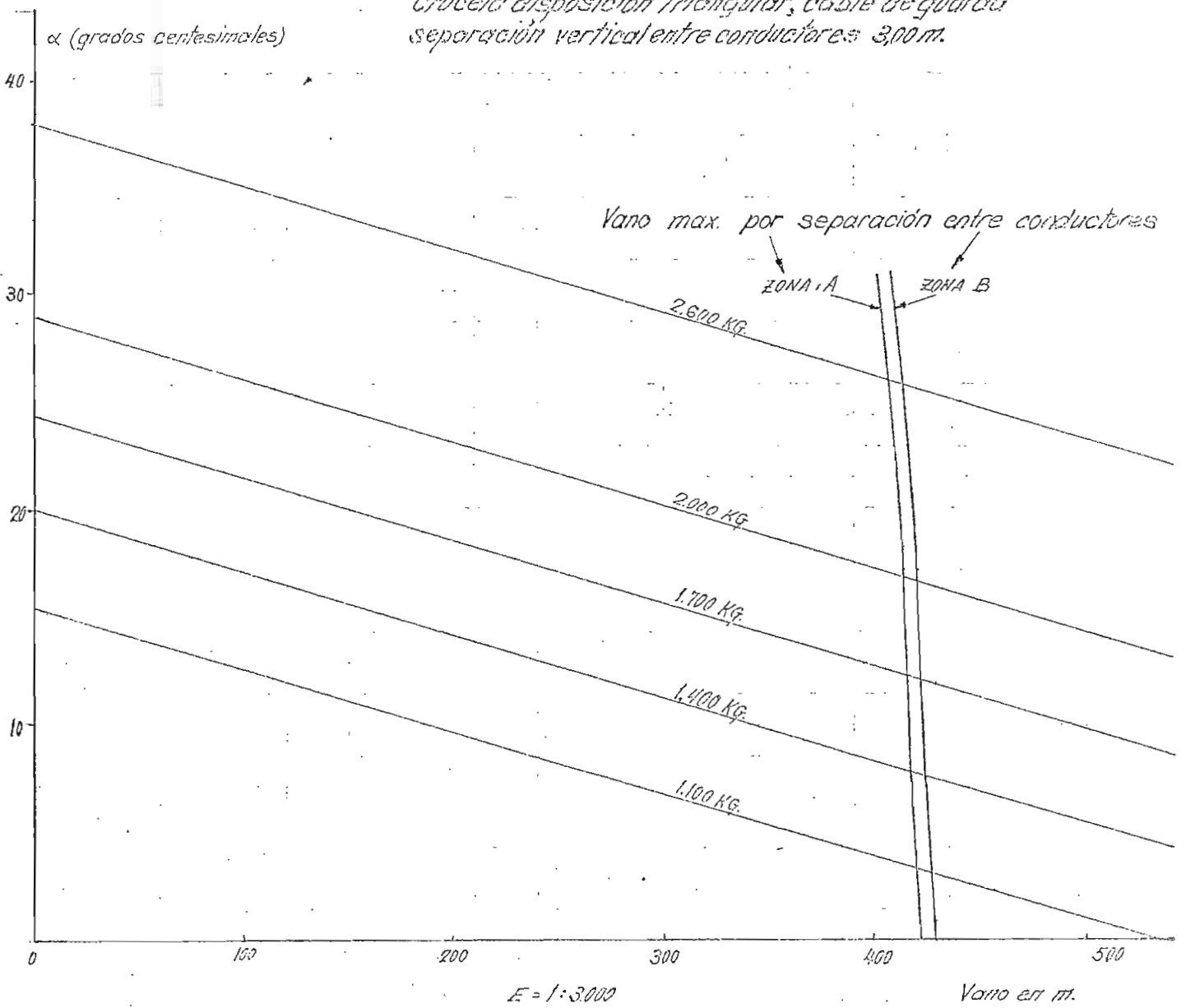
ARCOS EN ARQUELO

CONDUCTOR : ARVIDAL 2/0

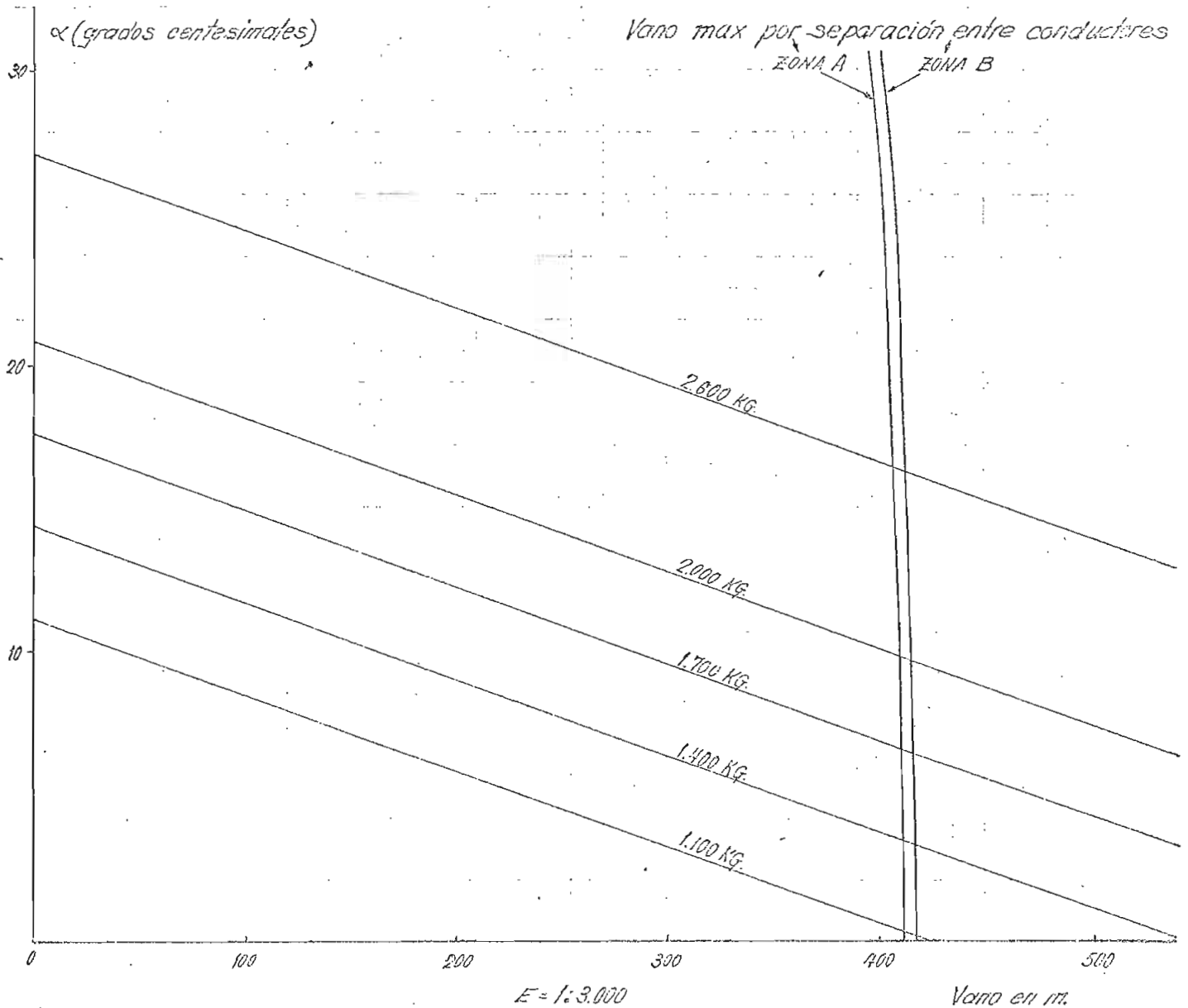
Cruceña disposici3n triangular, cable de guarda
separaci3n vertical entre conductores 3,00 m.



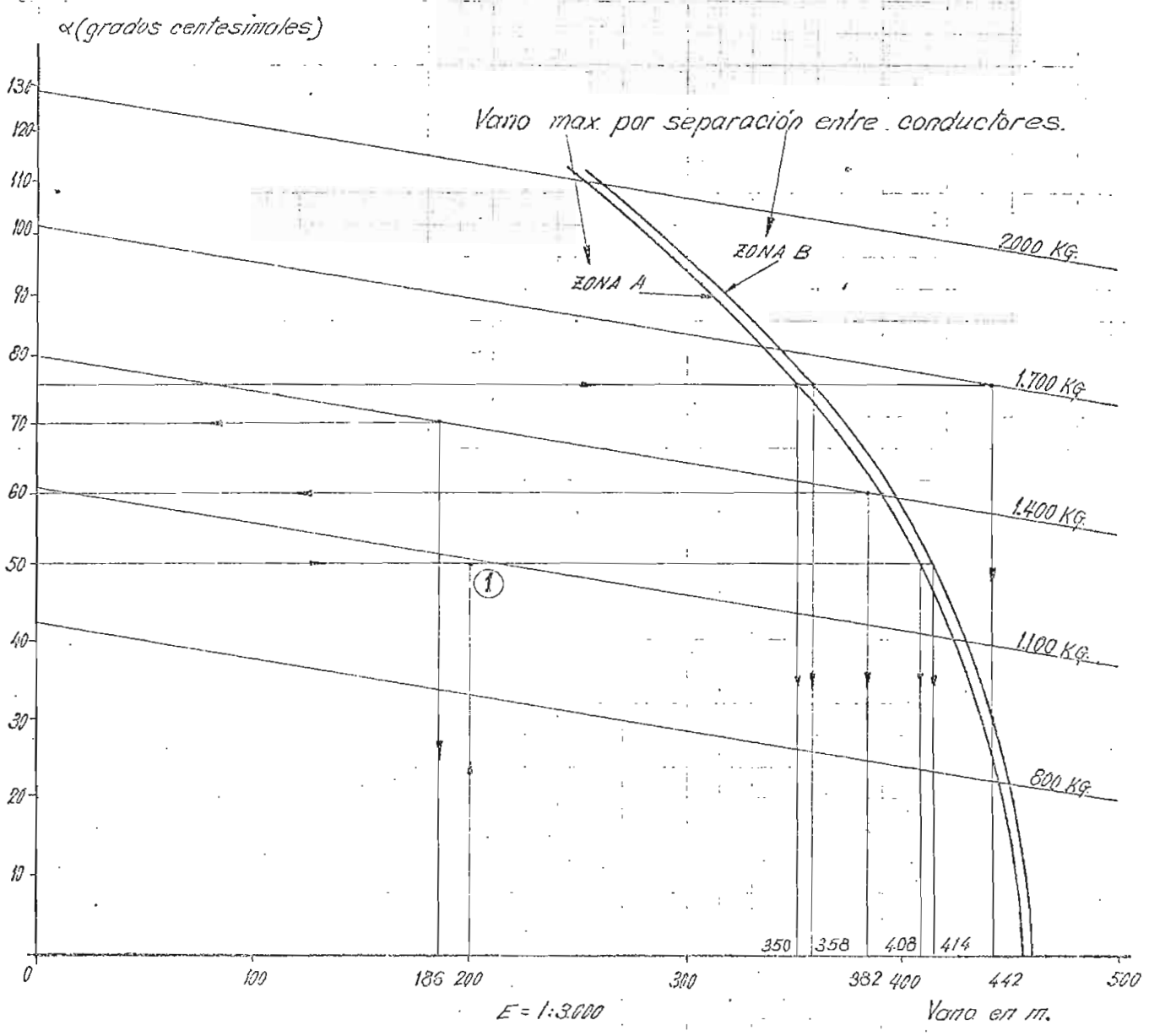
ABACO DE UTILIZACION DE
APUYS EN ANGULO
CONDUCTOR: ARVIBAL 266,8
Cruce: disposici3n triangular, cable de guarda
separaci3n vertical entre conductores: 3,00 m.



ABACO DE UTILIZACION DE
APOSOS EN ANGULO
 CONDUCTOR : ARVIVAL 477
 Cruce de disposici3n triangular, cable de guarda
 separaci3n vertical entre conductores 3,00 m.



ABACO DE UTILIZACION DE
AFOSOS EN ANGULO
 CONDUCTOR : QUAIL
 Apoyo tipo p6rtico, separaci6n horizontal
 entre conductores 3,50 m.



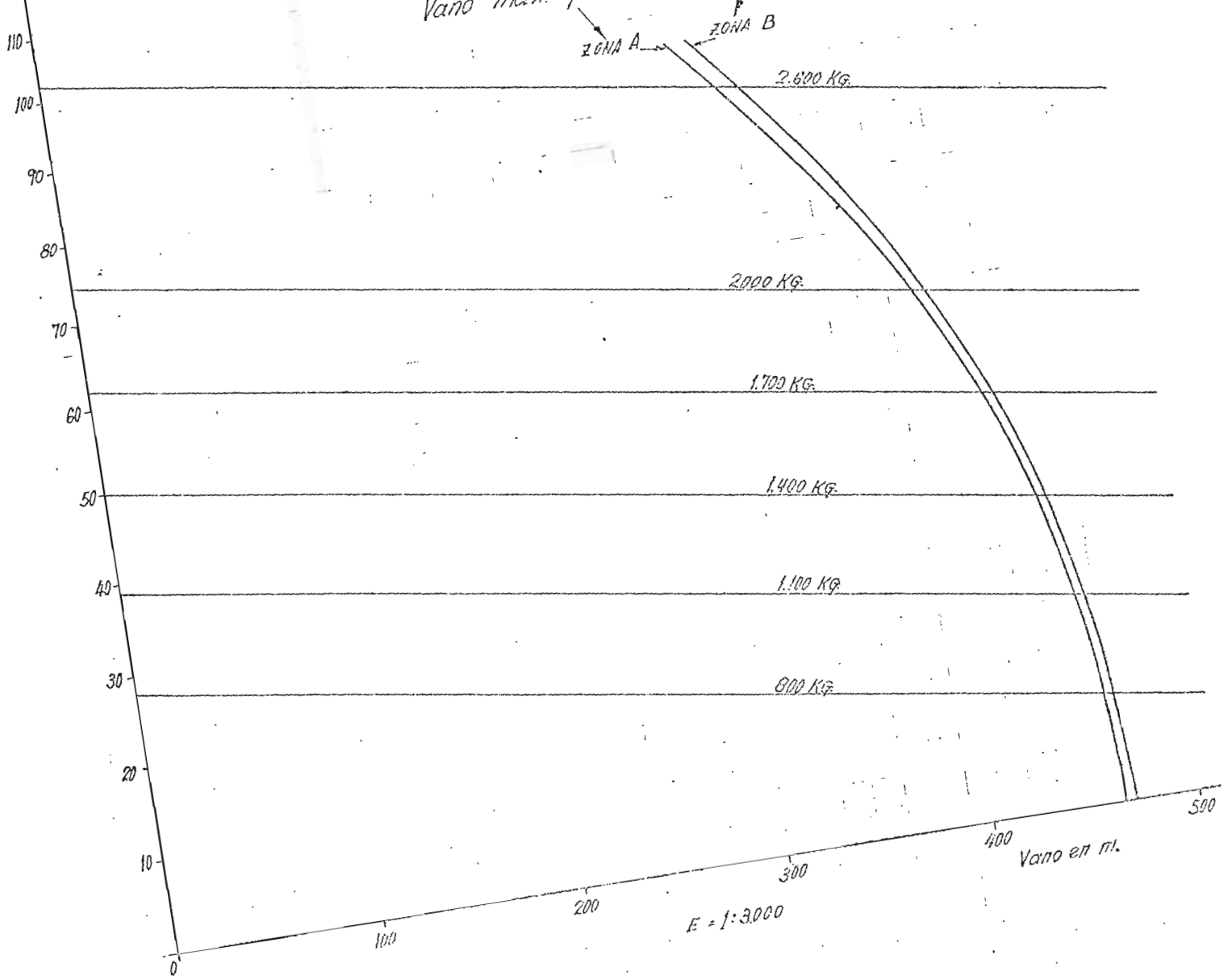
ABACO DE UTILIZACION DE
AFOSOS EN ANGULO

CONDUCTOR : PARTRIDGE

Apoyo tipo pórtico. separación horizontal
entre conductores 3,50 m.

α (grados centesimales)

Vano max. por separación entre conductores

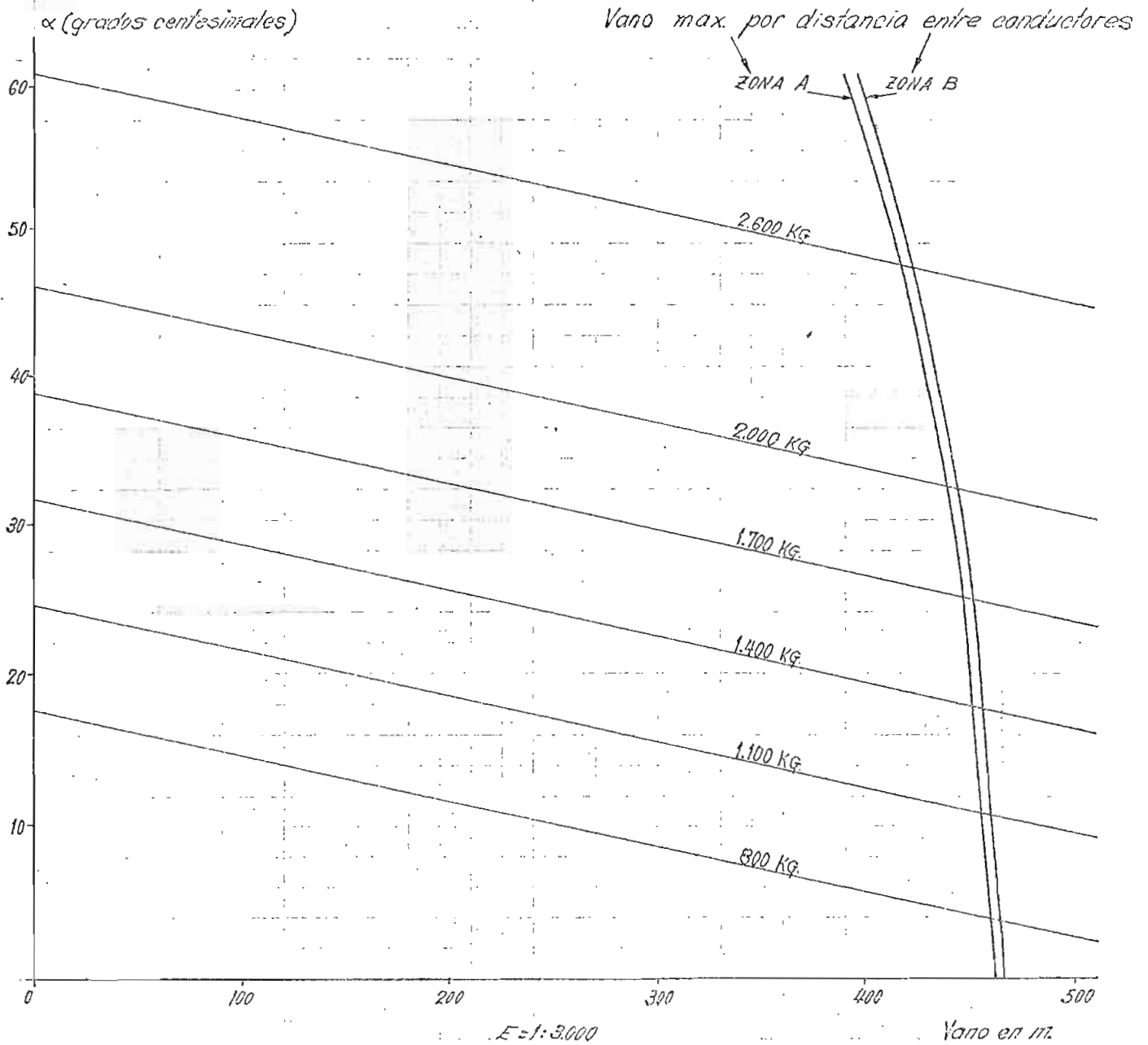


E = 1:3000

ABACO DE UTILIZACION DE
ALOSOS EN ANGULO

CONDUCTOR : HAWK

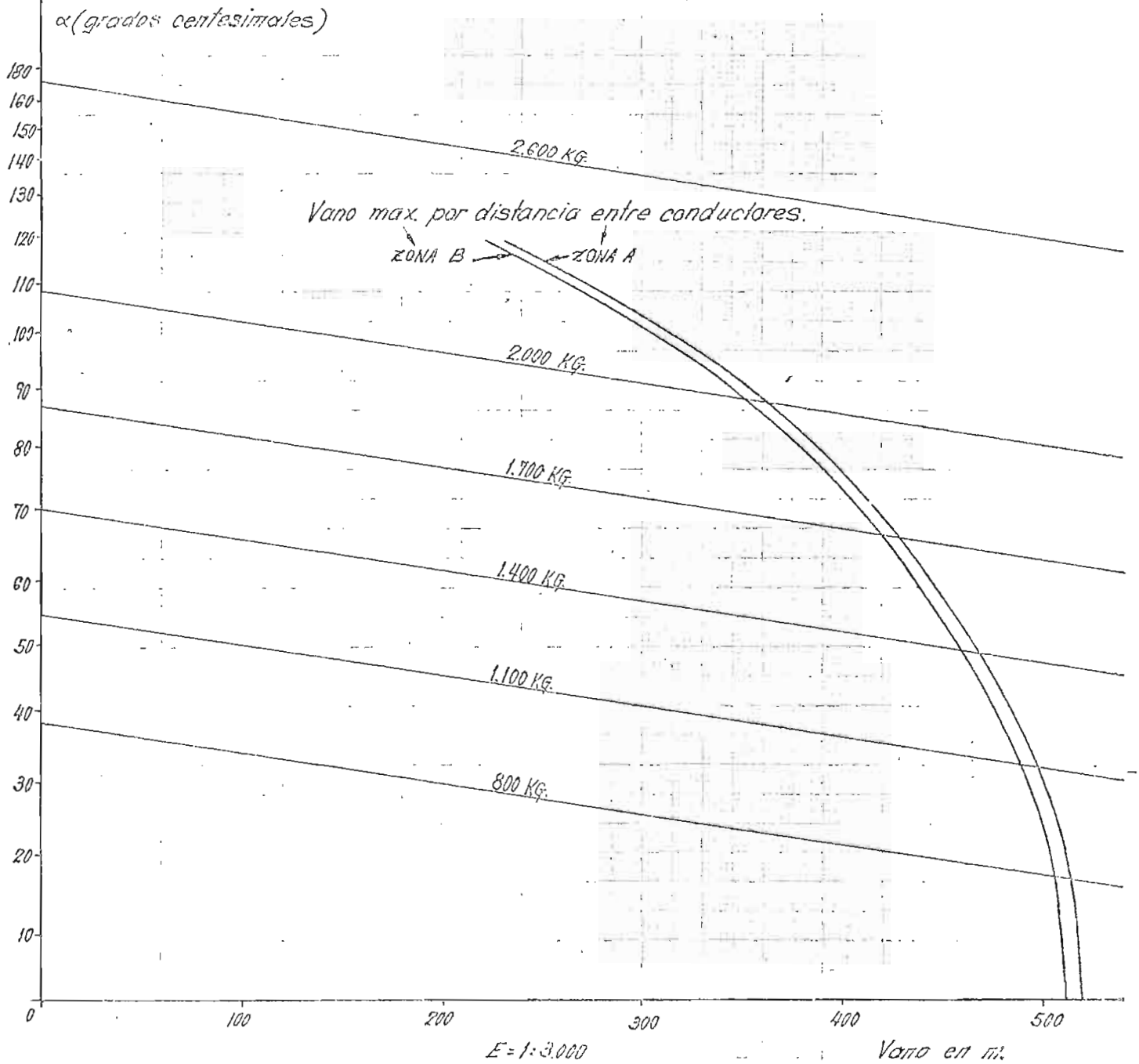
Apoyo tipo pórtico, separación horizontal
entre conductores 3,50 m.



ABACO DE UTILIZACION DE
APOSOS EN ANGULO

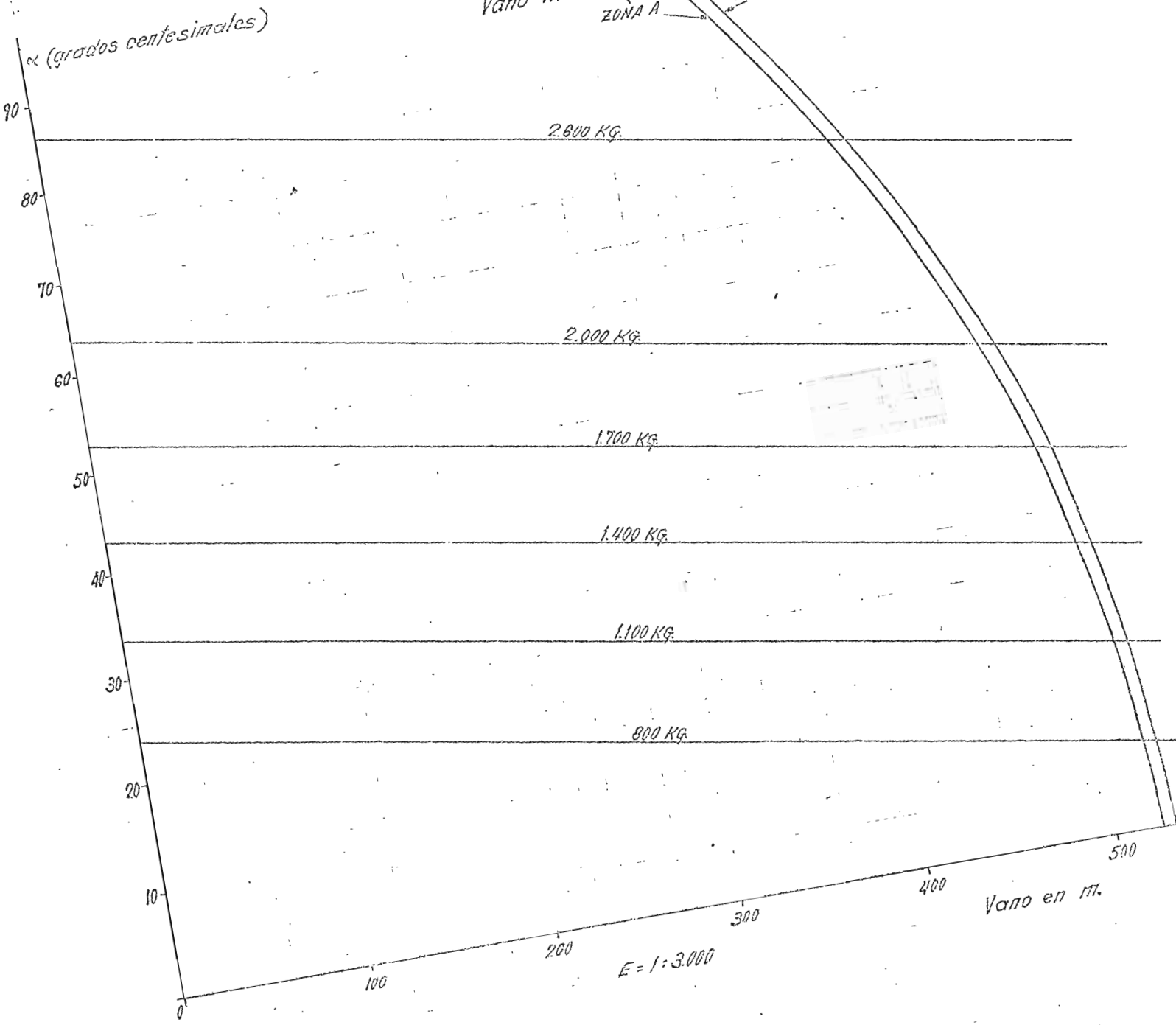
CONDUCTOR : ARVIDAL 2/0

Apoyo tipo p6rtico, separaci6n horizontal
entre conductores 3,50 m.



ABACO DE UTILIZACION DE
APOYOS EN ANGULO
CONDUCTOR : ARUIVAL 266,8
Apoyo tipo p[ort]ico, separaci[on] horizontal
entre conductores 3,50 m.

Vano max. por distancia, entre conductores
ZONA A ZONA B

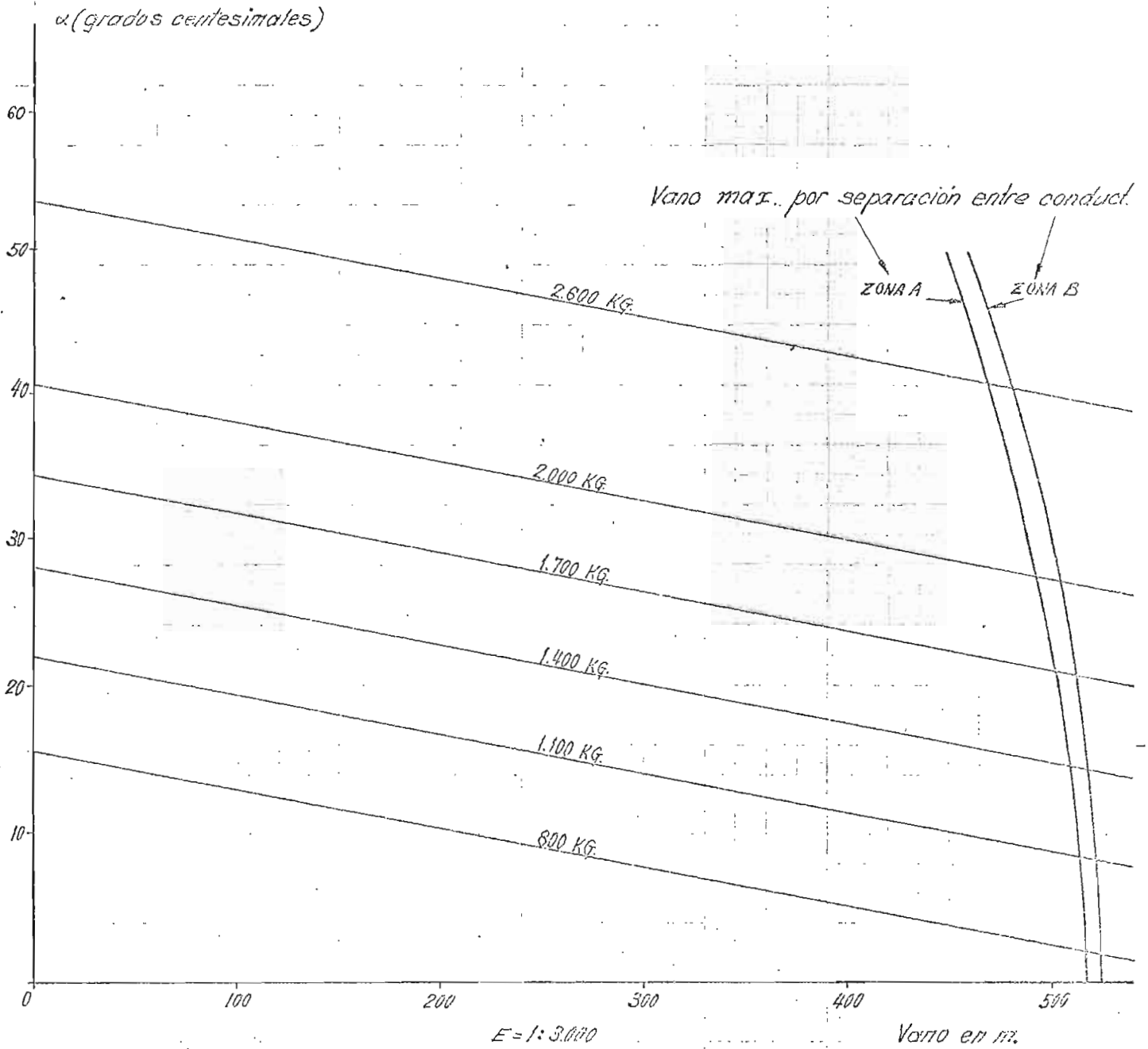


ABACO DE UTILIZACION DE

APYOS EN ANGULO

CONDUCTOR : ARDIVAL 477

Apoyo tipo p6rtico, separaci6n horizontal
entre conductores 3,50 m.

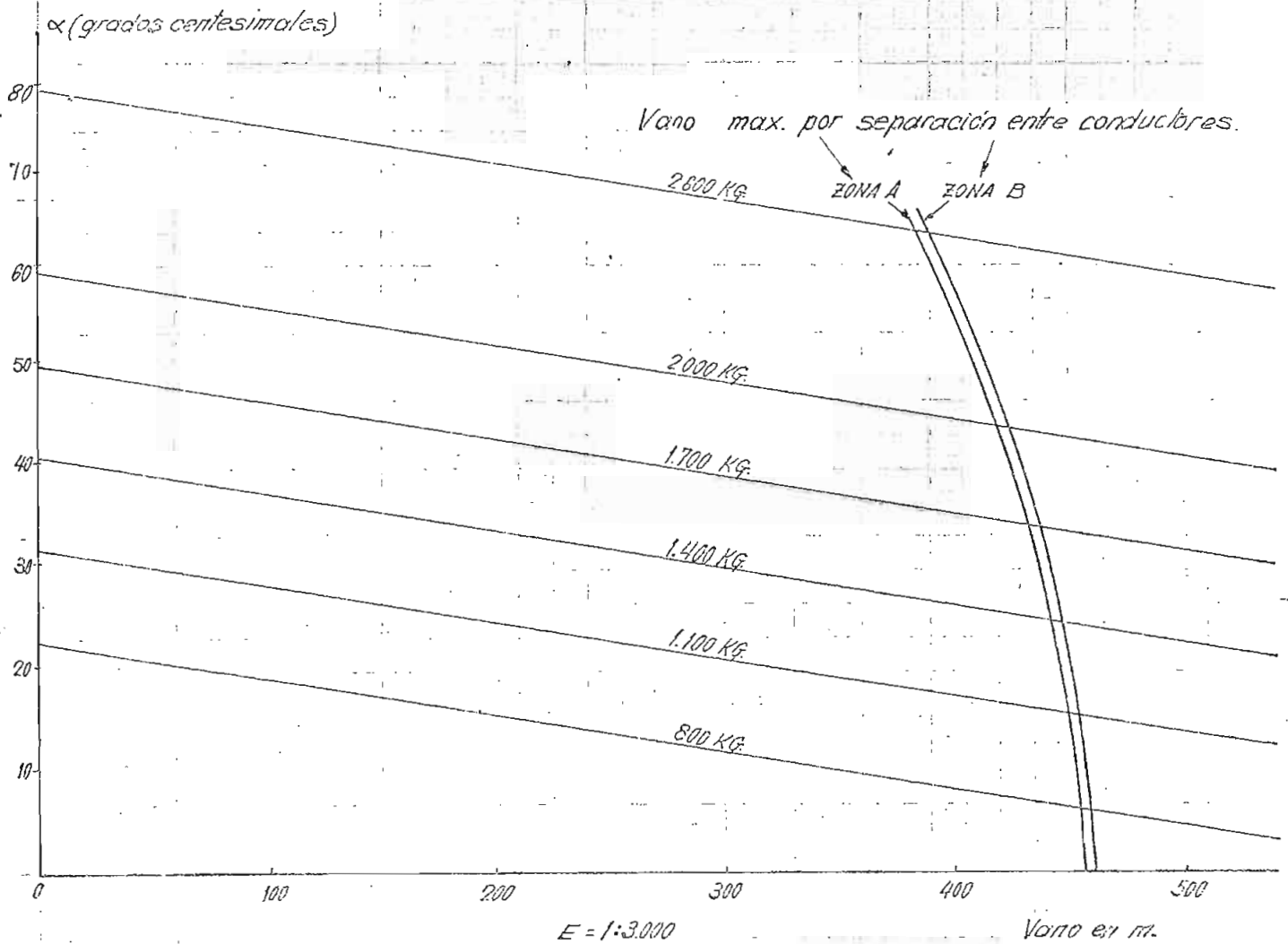


ABACO DE UTILIZACION DE

APOYOS EN ANGULO

CONDUCTOR : QUAIL

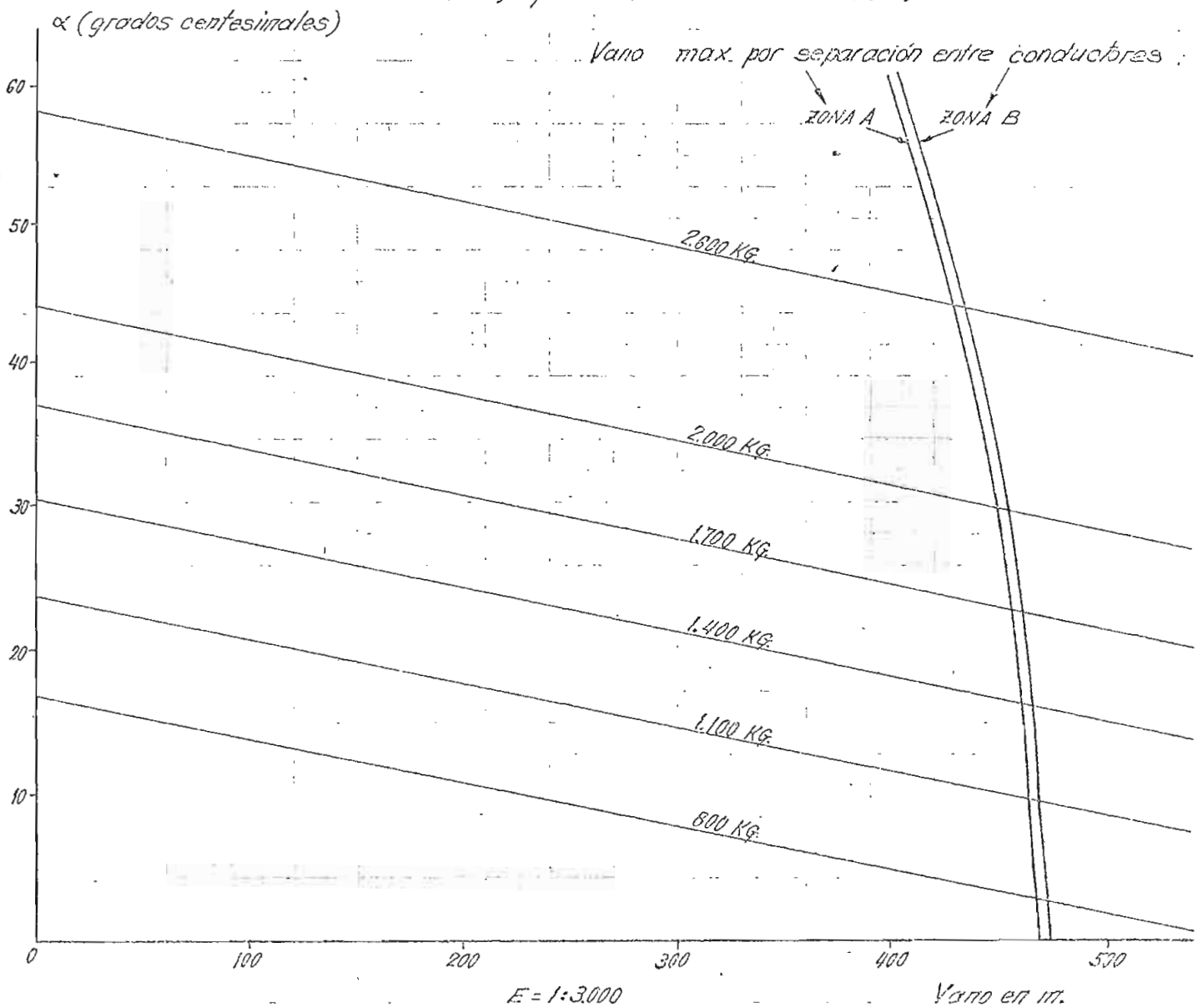
Apoyo tipo pórtico con cable de guarda, disposición horizontal, separación entre conductores 3,50 m.



ABACO DE UTILIZACION DE
APOYOS EN ANGULO

CONDUCTOR : PARTRIDGE

Apoyo tipo pórtico con cable de guarda, disposición horizontal, separación entre conductores 3,50 m.



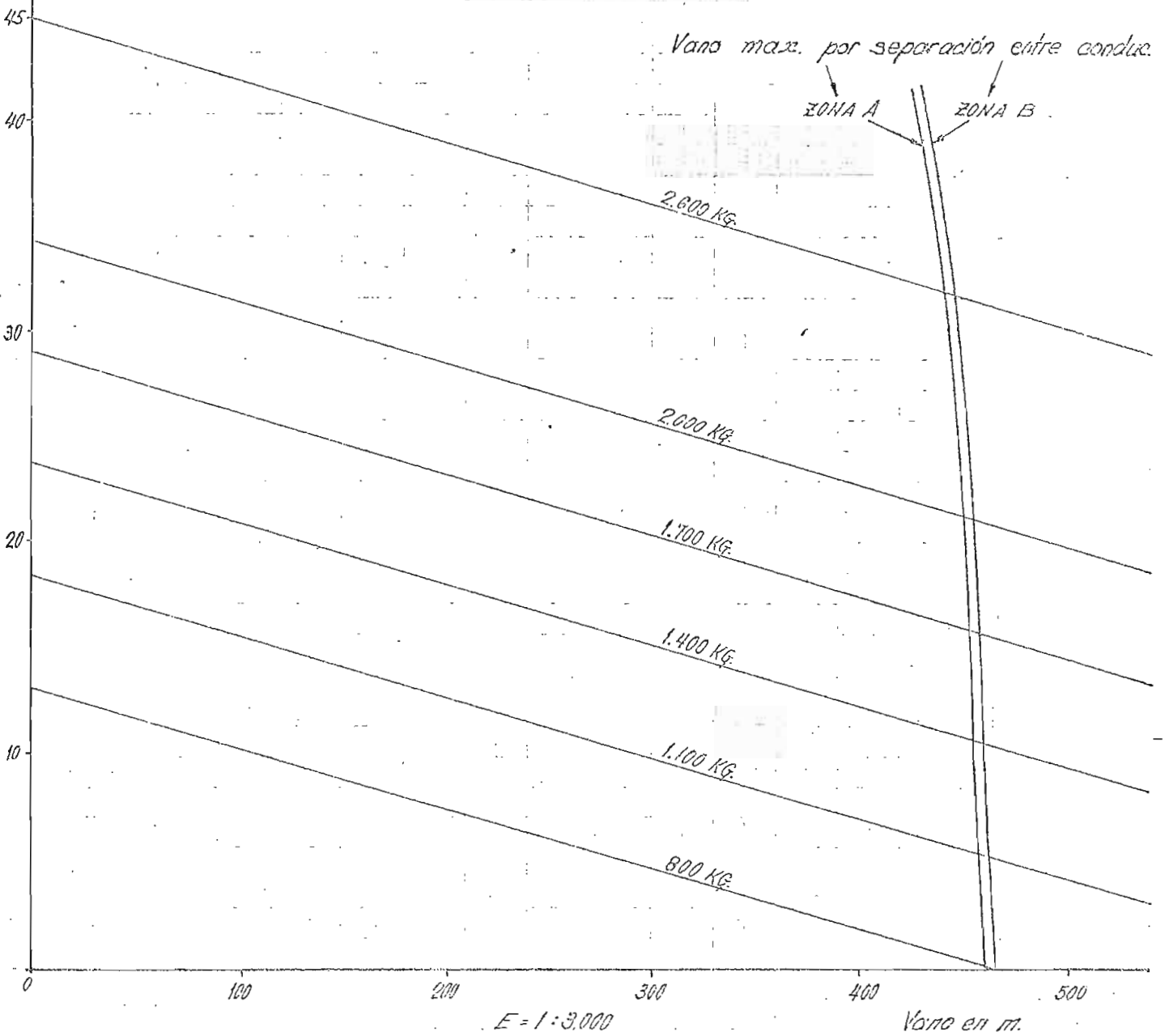
ABACO DE UTILIZACION DE

APOYOS EN ANGULO

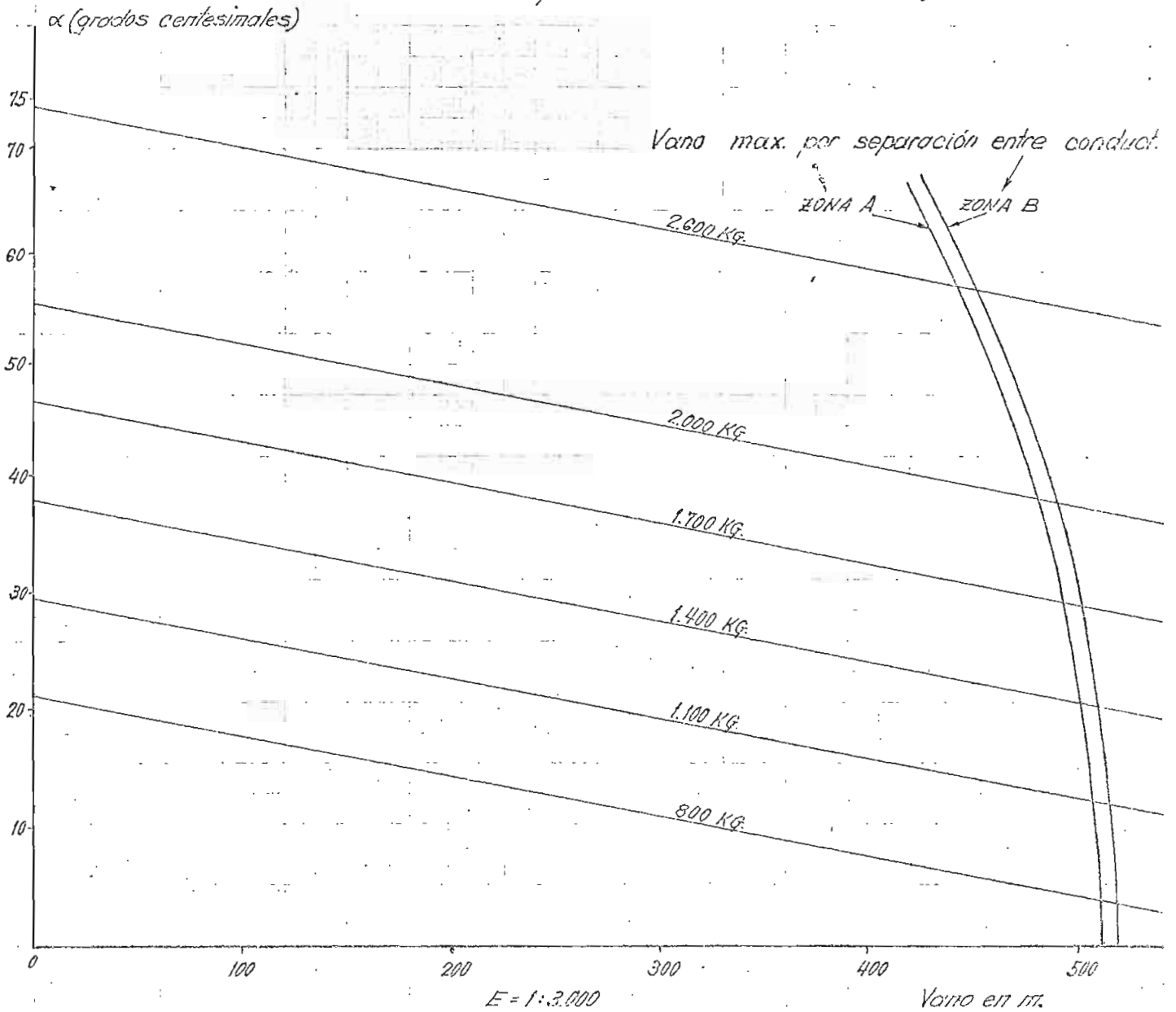
CONDUCTOR : HAWK

Apoyo tipo pórtico con cable de guarda, disposición horizontal, separación entre conductores 3,50 m.

α (grados centesimales)



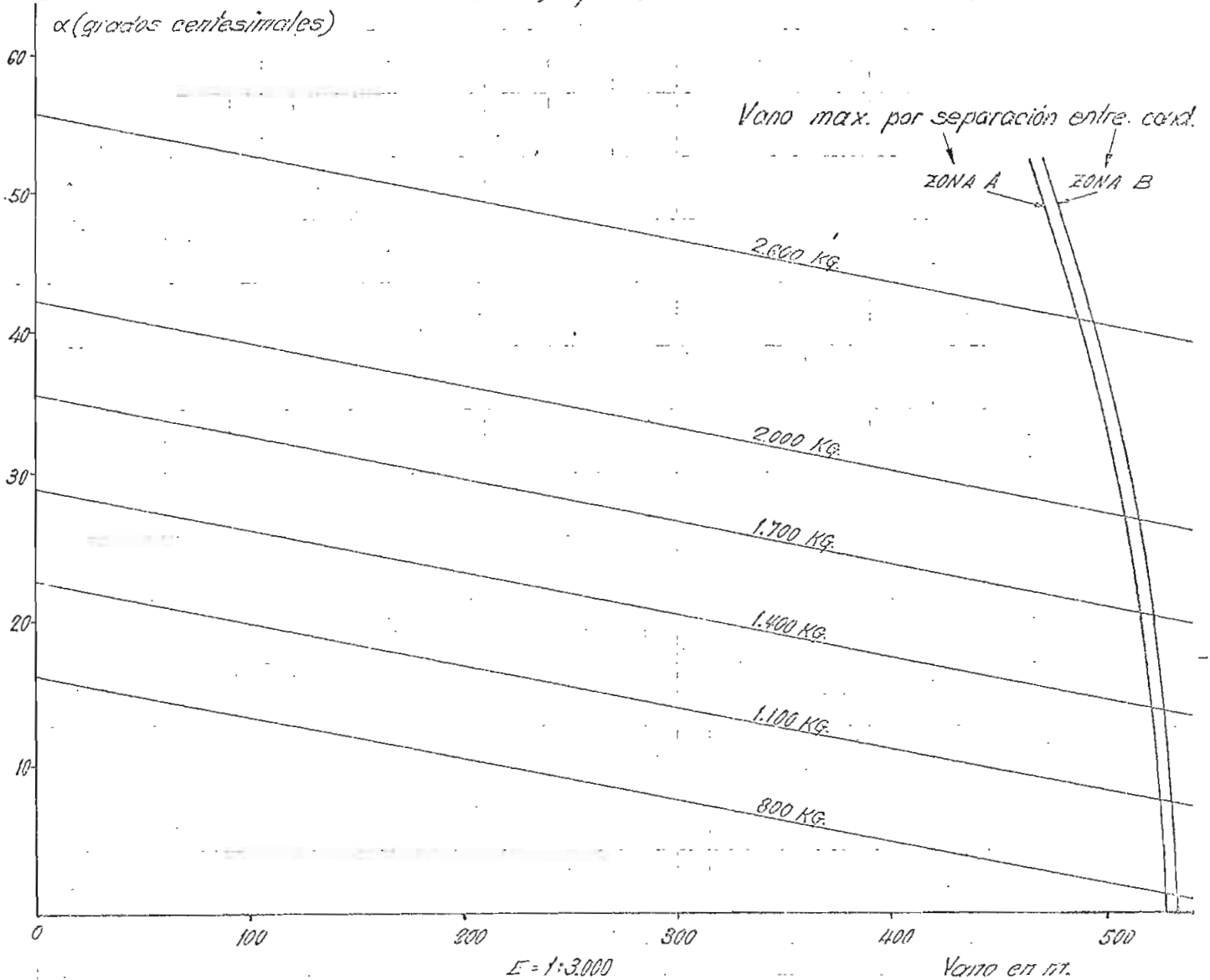
ABACO DE UTILIZACION
DE APOYOS EN ANGULO
CONDUCTOR: ARVIZAL 2/0
Apoyo tipo p6rtico con cable de guarda, disposici6n
horizontal, separaci6n entre conductores 3,50 m.



ABACO DE UTILIZACION DE
APOYOS EN ANGULO

CONDUCTOR : ARVIDAL 266,8

Apoyo tipo pórtico con cable de guarda, disposición horizontal, separación entre conductores 3,50 m.

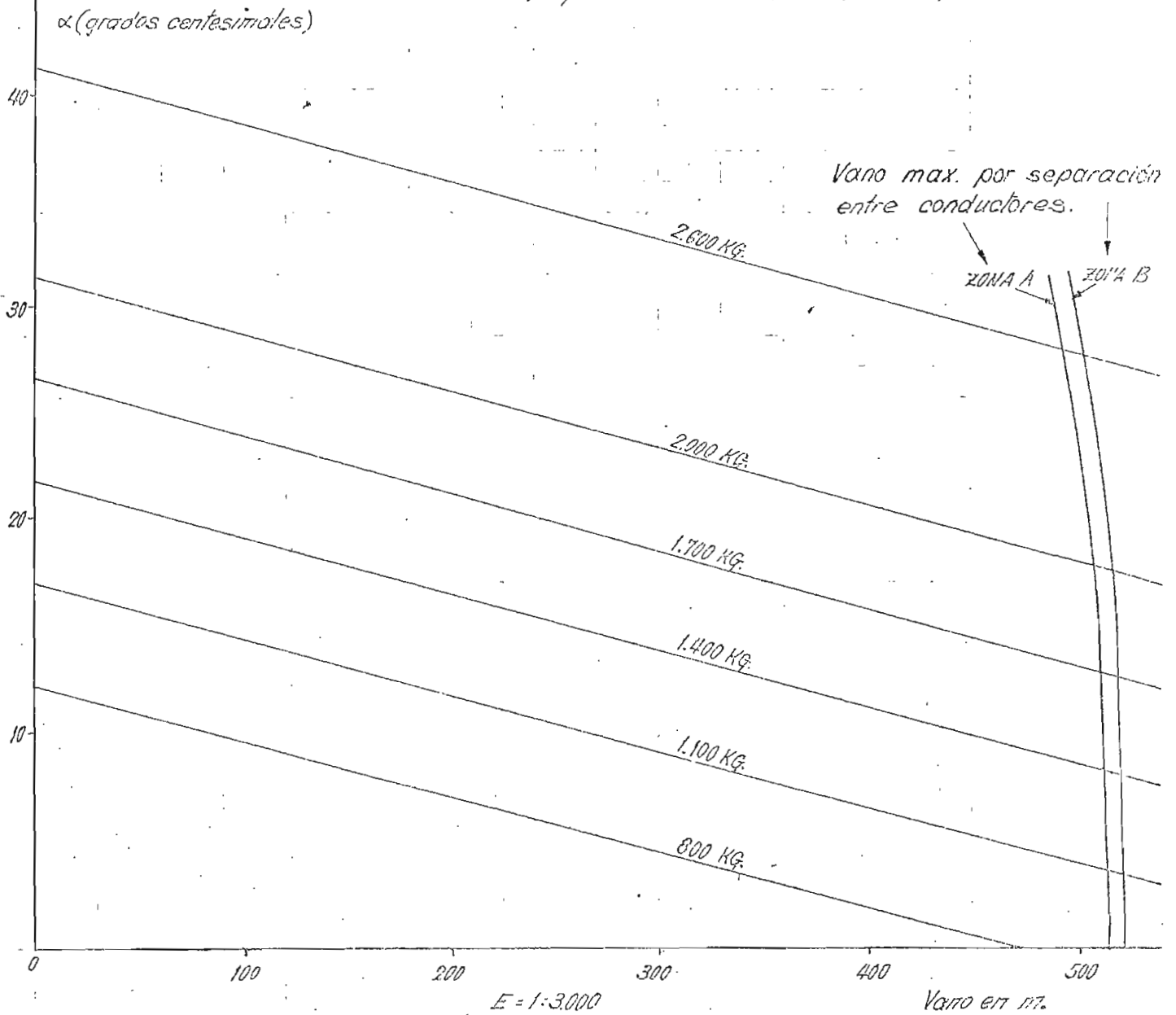


ABACO DE UTILIZACION DE

APOSOS EN ANGULO

CONDUCTOR : ARVIDAL 4/17

Apoyo tipo p6rtico con cable de guarda, disposici6n horizontal, separaci6n entre conductores 3,50 m.



XIII.9. EJEMPLOS DE UTILIZACION DE LOS ABACOS
DE APOYOS.

XIII.9. Ejemplo de utilización de los ábacos de apoyos de ángulo.

Los ábacos están realizados para obtener qué tipo de apoyo debe emplearse en función del ángulo (α) entre alineaciones y del vano medio que afecte al apoyo.

También nos sirve para obtener distintos pares de valores (de ángulo y de vano medio) para un determinado tipo de apoyo.

Otra de las aplicaciones es la de ver cual es el vano máximo que nos permita establecernos para zona A y zona B en función de la cruceta empleada y del ángulo (α) entre alineaciones.

Ejemplos prácticos:

Para todos los ejemplos aquí explicados, están realizados para conductor Quail y cruceta horizontal de distancia entre conductores 3,5 mts. ver hoja

XIII.9.1. Ejemplo 1º.

El ángulo que forman dos alineaciones en el apoyo considerado es de 50 g. y el vano medio que afecta al apoyo es de 200 m. Queremos saber que tipo de apoyo hay que colocar.

Realización práctica:

Por el punto representativo de 50 g. se traza una parábola al eje de abscisas y por el punto representativo de 200 m. se traza una paralela al eje de ordenadas; el punto de intersección de estas dos rectas paralelas a los ejes (Punto 1). Este punto puede hallarse sobre la recta representativa de un determinado tipo de apoyo o bien fuera de ella. En nuestro ejemplo se halla fuera de estas rectas representativas de apoyos. Cuando esto ocurre, deberemos tomar el tipo de apoyo correspondiente a la primera recta que se halla representada encima del punto de intersección (punto 1). En nuestro caso tendríamos que adoptar el poste de 1.100 Kg. de esfuerzo.

XIII.9.2. Ejemplo 2º.

Supongamos que tenemos un apoyo en forma de pórtico constituido por dos apoyos de 1.400 Kg. de esfuerzo, este apoyo puede utilizarse para todos los pares de valores correspondientes a las coordenadas (ángulo y vano medio) correspondientes a todos los puntos de la recta representativa de este

tipo de apoyo. Así por ejemplo este tipo de apoyo podemos utilizarlo para un vano de 186 m. y 70 g. entre alineaciones, o bien para un vano de 382 m. y un ángulo entre alineaciones de 60 g.

XIII.9.3. Ejemplo 3º.

El vano máximo a que podemos establecernos con la cruceta horizontal de 3,5 mts. de separación entre conductores para un ángulo entre alineaciones de 50g. y estando situada la línea en la zona A, es de 408 m. y para la zona B 414 m. Esto quiere decir que si por ejemplo tenemos un apoyo tipo pórtico constituido por dos postes de 1.700 Kg. y una cruceta horizontal de 3,5 m. de separación entre conductores; y un ángulo entre alineaciones de 75g; por resistencia del apoyo podríamos ir a un vano medio de 442 m, pero el vano máximo que nos permite establecernos, por la limitación impuesta debido a la cruceta empleada, es de 350 m. para Zona A y 358 m. para zona B, siendo por tanto estos vanos los máximos a que podemos establecernos y no el de 442 m.

XIV - APOYOS DE ANCLAJE.

Los apoyos de anclaje tal como se han definido en las Especificaciones Técnicas Generales, son aquellos apoyos destinados a proporcionar puntos en la línea que independicen mecánicamente, los tramos adyacentes, en cuanto a la propagación de esfuerzos longitudinales.

XIV.1. Solución en hormigón.

Están constituidos por un pórtico, formado por dos postes y una cruceta metálica, siendo la cadena de aisladores horizontal.

Los esfuerzos que actúan sobre el apoyo son:

XIV.2. Primera hipótesis.

- Viento sobre los conductores y cables de tierra.
- Viento sobre el propio poste que dependerá de las dimensiones exteriores del mismo.

XIV.3. Segunda hipótesis.

- Desequilibrio del 66 % de las tensiones máximas unilaterales de los conductores y cables de protección a tierra.
- Acción del viento sobre los conductores y cables de protección a tierra.
- Acción del viento sobre los postes.

XIV.4. Tercera hipótesis.

- Acción del viento sobre los conductores y cables de protección a tierra.
- Acción del viento sobre los postes.
- Rotura de conductores según III.6.2.

La rotura de un conductor extremo produce un momento de torsión sobre el pórtico; este momento es anulado por las reacciones de los postes cuyo valor será:

$$T \cdot b = R_1 \cdot (b - a)$$

$$R_1 = T \cdot \left(\frac{b}{b - a} \right) = T \cdot \frac{1}{1 - \frac{a}{b}}$$



Para esta hipótesis 3a. la resistencia o esfuerzo útil de los postes a colocar en la línea deberá ser como mínimo el valor que fija R_1 con coeficiente de seguridad 1,5.

XV - APOYO TERMINAL O FIN DE LINEA.

Son los destinados a soportar el tiro unilateral de todos los conductores y cables de tierra en sentido longitudinal de la línea.

XV.1. Solución en hormigón.

Estará constituido por un pórtico formado por dos postes y una cruceta metálica siendo la cadena de aisladores horizontal.

Los esfuerzos que actúan sobre el apoyo son:

XV.2. Primera hipótesis.

- Viento sobre los conductores y cables de tierra.
- Viento sobre el propio poste que dependerá de las dimensiones del mismo
- Esfuerzo total debido a las tracciones unilaterales de todos los conductores y cables de tierra en los puntos de fijación de los mismos

XV.3. Tercera hipótesis.

Idéntica a la de los apoyos de anclaje.

A continuación damos unos cuadros resumen donde se recogen los tipos de postes a emplear según su esfuerzo útil, para cada conductor utilizado en la línea, así como para el vano máximo que la separación entre conductores impuestos por la cruceta nos permite establecer los apoyos, tanto en zona A como en zona B y la limitación de los vanos por esfuerzo transversal.

XV.4. CUADROS DE ESFUERZOS UTILES, DE VANOS POR SEPARACION ENTRE CONDUCTORES Y POR RESISTENCIA PARA APOYOS DE ANCLAJE Y FIN DE LINEA.

APOYOS DE ANCLAJE SIN CABLE DE TIERRA

	Quail	Partridge	Hawk	2/0	266,8	477
E.U.	2x1100	2x1400	2x2600	2x1100	2x1700	2x2600
Vano máx. por separación entre conductores						
Zona A	450	466	460	510	528	516
Zona B	455	472	467	516	534	521
Vano máximo por resistencia	400	400	400	400	400	400

APOYOS DE ANCLAJE CON CABLE DE TIERRA

	Quail	Partridge	Hawk	2/0	266,8	477
E.U.	2x1.700	2x2.000	2x2.600	2x1600	2x2000	2x2600
Vano máx. por separación entre conductores						
Zona A	450	466	460	510	528	516
Zona B	455	472	467	516	534	521
Vano máximo por resistencia	350	350	350	350	350	350

APOYOS FIN DE LINEA SIN CABLE DE TIERRA

	Quail	Partridge	Hawk	2/0	266,8	477
E.U.	2x1700	2x2600	-	2x2000	2x2600	-
Vano máx. en mts. por separación entre conductores						
Zona A	450	466	-	510	528	-
Zona B	455	472	-	516	534	-
Vano máx. en metros por resistencia	400	400	-	400	400	-

Para los conductores Hawk y 477 se utilizarán apoyos de estructuras metálicas, debido a los esfuerzos solicitantes que ejercen estos conductores sobre los apoyos.

XV.5. APOYOS FIN DE LINEA CON CABLE DE TIERRA.

Los apoyos de fin de línea con cable de protección a tierra o cable de guarda estarán constituidos por estructuras metálicas para todos los conductores normalizados, dado los grandes esfuerzos que sobre este tipo de apoyo se ejercen.

XV.6. LINEAS DE DOBLE CIRCUITO.

Para este tipo de líneas, tanto los apoyos de Angulo, Anclaje y Fin de Línea se realizarán mediante estructuras metálicas debido a los enormes esfuerzos que se dan utilizando cualquier conductor de los seis normalizados.

XVI - CRUCETAS.XVI.1. Apoyo de alineación.

Para este tipo de apoyo se diseñaron tres tipos de crucetas, diferentes en su geometría, llamadas:

Tipo Bóveda.

Tipo Canadiense.

Tipo Triangular.

De esta manera tenemos una mayor gama de crucetas que conjugadas con los postes podemos optimizar más el apoyo.

XVI.1.1. CRUCETA TIPO BOVEDA.

Se calculó sólo una cruceta de Bóveda en cuanto a dimensiones geométricas se refiere dado que para un aumento pequeño en el vano se necesitaría una cruceta de grandes dimensiones que haría antieconómica la cruceta. La disposición de los conductores en este tipo de cruceta es sensiblemente horizontal. Según los conductores empleados los perfiles que se obtienen están resumidos en la siguiente tabla. Tanto la geometría como los perfiles a utilizar figuran en el plano correspondiente.

CRUCETA BOVEDA

Angulares Conductores	L ₁	L ₂	L ₃
QUAIL	L 80 . 8	L 60 . 6	L 60 . 6
PARTRIDGE	L 100 . 10	L 70 . 6	L 70 . 6
HAWK	L 120 . 11	L 70 . 6	L 80 . 7
2/0	L 80 . 8	L 60 . 6	L 60 . 6
266,8	L 100 . 10	L 70 . 6	L 70 . 6
477	L 120 . 11	L 70 . 6	L 80 . 7

XVI.1.2. CRUCETA TIPO CANADIENSE.

Se calcularon dos crucetas de geometría semejante pero diferentes en cuanto a la distancia entre conductores.

Una de ellas con distancia entre conductores, medida verticalmente, de 2,7 mts. (c 2,7) y la otra con una distancia entre conductores medida verticalmente de 3,5 mts. (C - 3,5).

Los perfiles necesarios para estas crucetas están recogidos en la siguiente tabla según el conductor que se utilice.

Esta tabla también figura en los planos correspondientes así como la geometría de las crucetas.

La disposición de los conductores en este tipo de crucetas es un triángulo o al tresbolillo.

Conductores \ Angulares	Cruceta c - 2,7		Cruceta c - 3,5	
	L ₁	L ₂	L ₁	L ₂
QUAIL	[- 10	[- 12	[- 14	[- 14
PARTRIDGE	[- 12	[- 14	[- 14	[- 16
HAWK	[- 14	[- 16	[- 18	[- 20
2/0	[- 10	[- 12	[- 14	[- 14
266,8	[- 12	[- 14	[- 14	[- 16
477	[- 14	[- 16	[- 18	[- 20

XVI.2. Apoyo de ángulo, Anclaje y Terminal o fin de línea.

Se diseñó geoméricamente un sólo tipo de cruceta para estos apoyos en los que la disposición sea en forma de pórtico. La disposición de los conductores es horizontal con una distancia entre ellos de 3,5 mts.

Se puede utilizar las crucetas de tipo triangular sólo en el caso de apoyos de ángulo en los que sólo se utilice un sólo poste.

Los perfiles necesarios de la cruceta según el tipo de conductor a emplear figuran en la tabla adjunta.

Esta tabla figura también en los planos correspondientes así como su geometría.

XVI.2.1. APOYO DE ANGULO

Angulares Conductores	Cruceta horizontal	Cruceta triangular		
	L_1	L_1	L_2	L_3
QUAIL	2 U PN 8	L 50.5	L 50.5	L 50.5
PARTRIDGE	2 U PN 10	L 50.5	L 50.5	L 50.5
HAWK	2 U PN 12	L 50.5	L 50.5	L 50.5
2/0	2 U PN 8	L 50.5	L 50.5	L 50.5
266,8	2 U PN 10	L 50.5	L 50.5	L 50.5
477	2 U PN 12	L 50.5	L 50.5	L 50.5

XVI.2.2. APOYO ANCLAJE.

Conductores	Cruceta horizontal
QUAIL	2 U PN 8
PARTRIDGE	2 U PN 10
HAWK	2 U PN 14
2/0	2 U PN 8
266,8	2 U PN 10
477	2 U PN 14

XVI.2.3. APOYO TERMINAL O FIN DE LINEA.

Conductores	Cruceta horizontal
QUAIL	2 U PN 8
PARTRIDGE	2 U PN 10
HAWK	2 U PN 12
2/0	2 U PN 8
266,8	2 U PN 10
477	2 U PN 12

XVII - CIMENTACIONES .-XVII.1. Consideraciones.

Para el cálculo de las cimentaciones se tendrá en cuenta lo indicado en los artículos V.1. al V.5. del capítulo V de las Especificaciones Técnicas Generales.

En lo referente a las cimentaciones el tomo de Especificaciones Técnicas Generales distingue dos tipos:

- a) Cimentaciones cuya estabilidad esté fundamentalmente confiada a las reacciones verticales del terreno.

Son todas las cimentaciones en forma de losa o cimentaciones que trabajan al arrancamiento.

- b) Cimentaciones cuya estabilidad está fundamentalmente confiada a las reacciones horizontales del terreno.

Son todas las cimentaciones monobloques cuya profundidad es grande en comparación con la base.

XVII.1.1 Caso a) - Coeficiente de seguridad al vuelco.

En las cimentaciones de apoyos cuya estabilidad esté fundamentalmente confiada a las reacciones verticales del terreno, se comprobará el coeficiente de seguridad al vuelco, que es la relación entre el momento estabilizador - mínimo (debido a los pesos propios, así como a las reacciones y empujes pasivos del terreno) respecto a la arista más cargada de la cimentación y el momento de vuelco máximo motivado por las acciones externas.

El coeficiente de seguridad no será inferior a los siguientes valores:

Hipótesis normales	1,5
Hipótesis anormales	1,2

XVII.1.2. Caso b) - Angulo de giro de los cimientos.

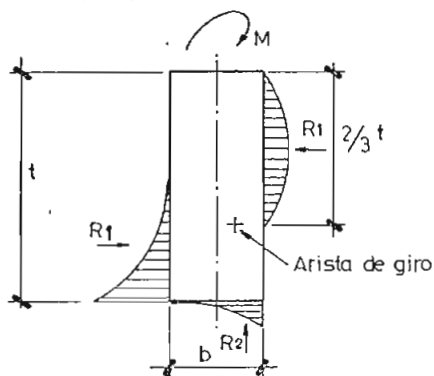
En las cimentaciones de apoyos cuya estabilidad esté fundamentalmente confiada a las reacciones horizontales del terreno, no se admitirá un ángulo de giro de la cimentación cuya tangente sea superior a 0,01 para alcanzar el equilibrio de las acciones volcadoras máximas con las reacciones del terreno.

Así pues, aparece bien claro en las Especificaciones Técnicas Generales - dos tipos de cimentaciones:

A) Aquella cuya estabilidad se confía a las reacciones verticales del terreno. Son de la forma de zapata con giro en la arista exterior.

En este caso deben aplicarse los coeficientes de seguridad de 1,5 ó 1,2 dado que, sobrepasada la estabilidad, el apoyo se derrumba totalmente.

B) Aquella cuya estabilidad se confía a las reacciones horizontales del terreno.



En este caso es suficiente establecer que el ángulo que gire el cimiento sea 0,55 g. sex. ($\text{tag.} = 0,01$) ya que en estas condiciones el apoyo no se derrumba, sino que aparece tan sólo vencido ligeramente. Aún existe un margen de seguridad importante hasta que el apoyo se derrumbe totalmente.

El tipo de las cimentaciones de los postes de hormigón corresponden a las del artículo V.5.2 de las Especificaciones Técnicas Generales en que la tangente máxima para el ángulo de giro de la cimentación es igual a 0,01.

El cálculo de las cimentaciones en esta norma se realiza mediante fórmulas de la Asociación Suiza de Electricistas, por ser las más apropiadas para este tipo de cimentaciones.

Estas ecuaciones son las siguientes:

El momento de vuelco viene dado por:

$$M_v = F \left(H + \frac{2}{3} t \right)$$

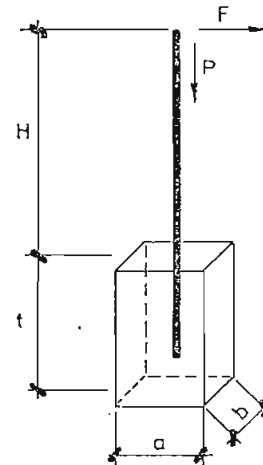
en la que:

M_v = Momento de vuelco solicitante
en cm. Kgs. reducido a $2/3 t$.

F = Esfuerzo aplicado sobre el apoyo
en Kgs. (esfuerzo útil más viento
sobre el apoyo).

H = Altura de aplicación del esfuerzo
sobre el suelo en cm.

t = Profundidad de la cimentación en cm.



El momento estabilizador de la cimentación viene dado por dos expresiones, la primera debido a las reacciones del terreno y la segunda al peso de la cimentación, teniendo estas expresiones la forma siguiente:

Momento estabilizador de las reacciones laterales.

$$R_1 = \frac{b \cdot t^3}{36} \cdot C_t \cdot \text{tg} \alpha$$

Momento estabilizador de las reacciones verticales.

$$R_2 = P \cdot a \left(0,5 - \frac{2}{3} \sqrt{\frac{P}{2a^2 \cdot b \cdot C_t \cdot \text{tg} \alpha}} \right)$$

b = Longitud de la cimentación en cm. (normal a la dirección del esfuerzo).

t = Profundidad de la cimentación en cm.

C_t = Coeficiente de compresibilidad del terreno en Kg/cm³.

$\text{tg} \alpha$ = Giro máximo admisible de la cimentación

P = Peso de la cimentación, apoyo y cargas verticales en Kgs.

a = Anchura de la cimentación en cm.

Limitado el valor de $\tan \alpha$ a 0,01 debe cumplirse:

$$Mv \leq R_1 + R_2$$

De esta forma el giro de la cimentación será menor o igual al máximo autorizado por el Reglamento.

En el proyecto se ha prescindido de R_2 por lo que en realidad se tiene una seguridad adicional.

En los cuadros siguientes se dan las dimensiones de las cimentaciones para varios coeficientes de compresibilidad, abarcando con ellos, todos los tipos del terreno que, en general, se encuentran en las líneas eléctricas Aéreas.

XVII.2. DIMENSIONES DE LA CIMENTACION

XVII.2.1. DIMENSIONES (b, t en cm.) DE CIMENTACIONES PARA TERRENO DE

Ct = 8 Kg/cm³.

TIPO POSTE

ALTURA (mts.)	500		800		1.100		1.400		1.700		2.000		2.600	
	b	t	b	t	b	t	b	t	b	t	b	t	b	t
15	70	182	80	197	75	222	75	238	80	247	80	259	85	275
16	75	183	75	207	75	228	75	244	80	253	85	260	90	276
17	75	188	75	212	80	230	80	245	80	259	85	265	90	282
18	75	193	75	217	80	235	80	251	85	260	85	272	90	289
19	80	198	80	221	80	237	80	256	85	265	90	273	95	290
20	80	201	80	225	85	240	85	257	85	270	90	278	95	295
21	80	206	80	230	85	245	85	261	90	271	90	283	95	300
22	85	207	85	231	85	250	85	266	90	276	95	284	100	302
23	85	211	85	235	90	250	90	266	90	281	95	289	100	306
24	85	215	85	239	90	254	90	270	95	281	95	293	100	311

XVII.2.2. DIMENSIONES (b, t en cm.) DE CIMENTACIONES PARA TERRENO DE
 $C_t = 10 \text{ Kg/cm}^3$.

TIPO POSTE

ALTURA (mts)	500		800		1.100		1.400		1.700		2.000		2.600	
	b	t	b	t	b	t	b	t	b	t	b	t	b	t
15	70	169	70	191	75	206	75	221	80	229	80	241	85	255
16	75	170	75	192	75	212	75	227	80	235	85	242	90	257
17	75	175	75	197	80	213	80	227	80	240	85	247	90	262
18	75	179	75	202	80	218	80	233	85	241	85	253	90	268
19	80	183	80	205	80	222	80	238	85	246	90	253	95	269
20	80	187	80	200	85	223	85	238	85	251	90	258	95	274
21	80	192	80	214	85	227	85	243	90	252	90	263	95	279
22	85	193	85	214	85	232	85	247	90	256	95	264	100	280
23	85	196	85	218	90	232	90	247	90	261	95	268	100	284
24	85	200	85	222	90	236	90	251	95	261	95	272	100	289

XVII.2.3. DIMENSIONES (b,t en cm.) DE CIMENTACIONES PARA TERRENO DE

Ct = 12 Kg/cm³.

TIPO POSTE

AL.TURA (mts.)	500		800		1.100		1.400		1.700		2.000		2.600	
	b	t	b	t	b	t	b	t	b	t	b	t	b	t
15	70	159	70	180	75	194	75	208	80	216	80	227	85	241
16	75	160	75	181	75	200	75	214	80	221	85	228	90	242
17	75	164	75	186	80	200	80	214	80	226	85	233	90	247
18	75	169	75	190	80	205	80	219	85	227	85	238	90	253
19	80	172	80	193	80	210	80	224	85	232	90	239	95	253
20	80	176	80	197	85	210	85	224	85	236	90	243	95	258
21	80	181	80	201	85	214	85	228	90	237	90	248	95	263
22	85	182	85	202	85	219	85	233	90	241	95	248	100	264
23	85	185	85	205	90	219	90	233	90	245	95	252	100	268
24	85	188	85	209	90	222	90	237	95	245	95	256	100	272

XVIII - PLANOS

XVIII.1. Apoyos simple circuito.

XVIII.1.1. Apoyo de alineación con cruceta de bóveda.

XVIII.1.2. Apoyo de alineación con cruceta canadiense.

XVIII.1.3. Apoyo de alineación y ángulo con cruceta triangular.

XVIII.1.4. Apoyo de alineación, ángulo y anclaje y fin de línea con cruceta horizontal.

XVIII.2. Apoyos doble circuito.

XVIII.2.1. Apoyo de alineación con cruceta triangular.

XIX - PLANILLA DE MATERIALES.

XIX.1. DENOMINACION DE APOYOS

XIX.1.1. ESTRUCTURAS DE ALINEACION S.C. TIPO

- a) Disposición de conductores al tresbolillo con una separación mínima entre ellos de 2,40m. A₁
- b) Idem al anterior y además con cable de guarda AT₁
- c) Disposición de conductores al tresbolillo con una separación mínima entre ellos de 3,00m. A₂
- d) Idem al anterior y además con cable de guarda AT₂
- e) Disposición de conductores en triángulo sobre cruceña tipo Bóveda B
- f) Disposición de conductores sobre cruceña tipo Canadiense con una separación mínima entre ellos de 2,70m. C₁
- g) Idem al anterior y además con cable de guarda CT₁
- h) Igual a la posición "f" con separación mínima entre conductores de 3,50m. C₂
- i) Idem al anterior y además con cable de guarda CT₂

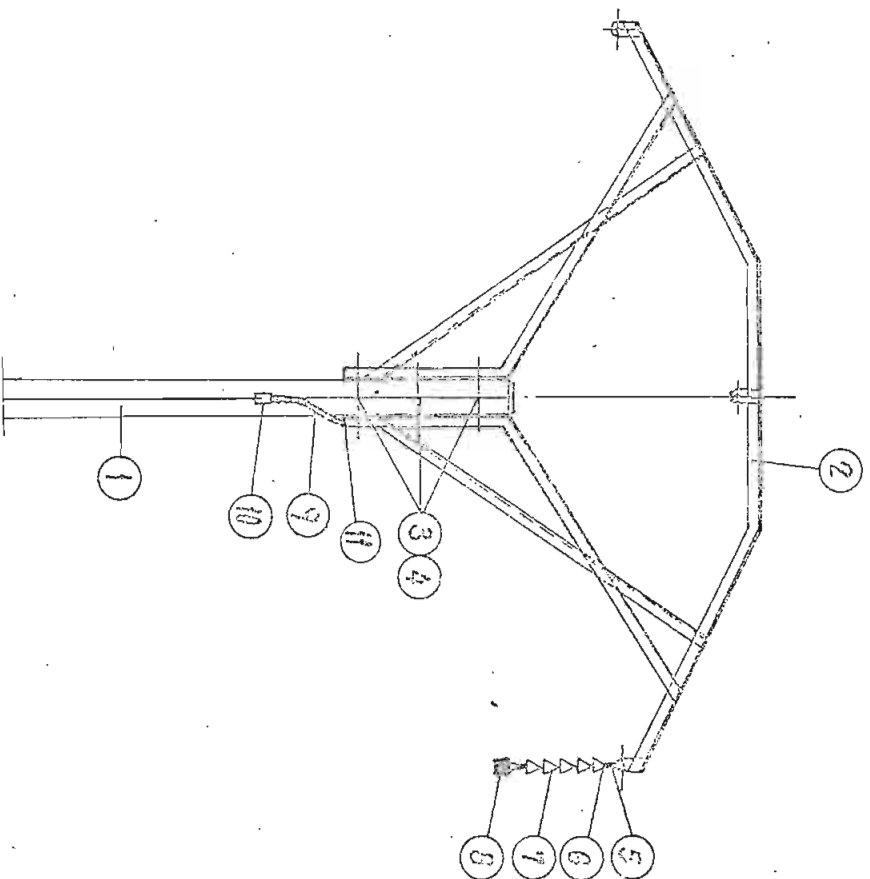
XIX.1.2. ESTRUCTURAS DE ALINEACION II. C. TIPO

- j) Disposición de los conductores en vertical con una separación mínima entre ellos de 2,40m. 2A₁
- k) Idem al anterior y además con cable de guarda 2AT₁
- l) Igual a la posición "j" con separación mínima entre conductores de 3,00m. 2A₂
- m) Idem al anterior y además con cable de guarda 2AT₂

XIX.1. DENOMINACION DE APOYOS

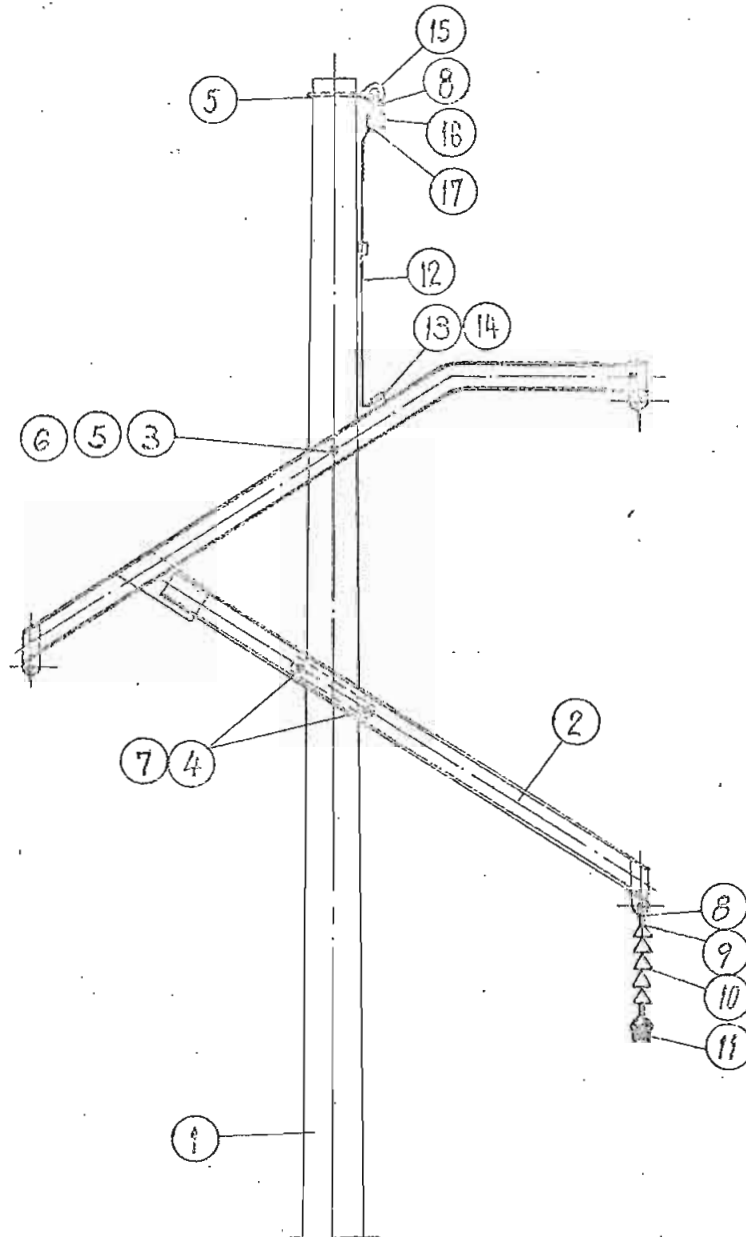
XIX.1.3. <u>ESTRUCTURAS ROBLES</u>	<u>TIPO</u>
n) Estructura de ángulo con conductores en horizontal	AG
o) Idem al anterior y además con dos cables de guarda	AGT
p) Estructura de anclaje con conductores en horizontal	AC
q) Idem al anterior y además con dos cables de guarda	ACT
r) Estructura de fin de línea con conductores en horizontal	FL
s) Idem al anterior y además con dos cables de guarda	FLT

XIX.2. Estructura de alineación tipo "B"



XIX.3.

Estructura de alineación tipo "C₁ y C₂; CT₁ y CT₂"



LINEAS DE SUBTRANSMISION A 69KV.

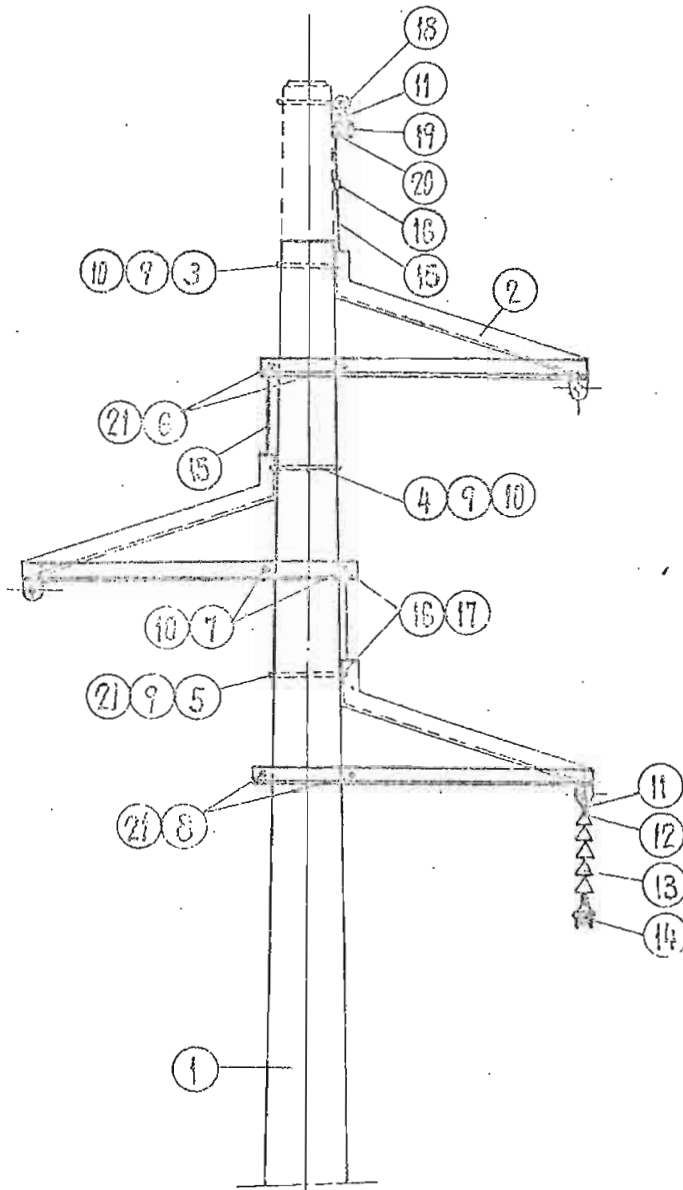
INECEL

XIX.3.

Estructura de alineación tipo "C₁ y C₂; CT₁ y CT₂"

PLANILLA DE MATERIALES

Nº	CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD
1		Poste de hormigón armado y vibrado	1
2		Cruzeta metálica tipo C-270 ó C-350	1
3		Perno máquina de 5/8 x 8 3/4"	1
4		Perno máquina de 1/2 x 10"	2
5		Arandela cuadrada galv. ϕ 5/8"	1
6		Arandela de presión galv. ϕ 5/8"	1
7		Arandela de presión galv. ϕ 1/2"	2
8		Grillete	3
9		Adaptador "BALL-EYE"	3
10		Aislador de suspensión	15
11		Grapa de suspensión con conector	3
		<u>CONEXION DE HERRAJES A MASA</u>	
12		Cable de acero galv. de 9mm. ϕ	1m.
13		Terminales de presión	2
14		Perno con tuerca de 1/2 x 1 1/4"	1
		<u>HERRAJES PARA CABLE DE GUARDIA</u>	
15		Soporte para cable de guarda	1
16		Grapa de suspensión para cable de guarda	1
12		Cable de acero galv. de 9mm. ϕ	1.5m.
13		Terminal de presión	1
17		Conector bifilar	1
8		Grillete	1



LINEAS DE SUBTRANSMISION A 69KV.

INECEL

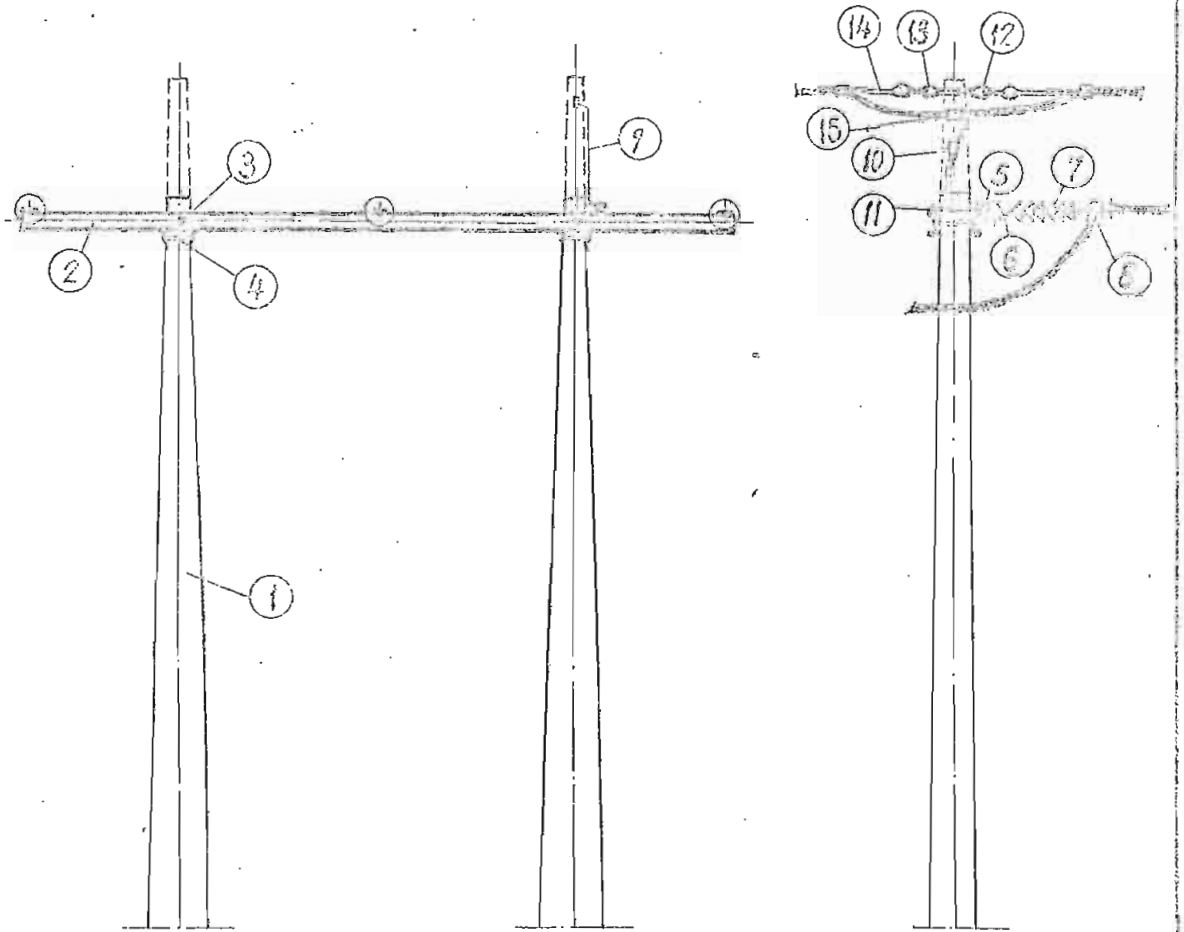
XIX.4.

Estructura de alineación tipo "A₁ y A₂ AT₁ y AT₂"

PLANILLA DE MATERIALES

Nº	CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD
1		Posta de hormigón armado y vibrado	1
2		Cruceta metálica	3
3		Ferno máquina de 5/8 x 11 1/2"	1
4		Ferno máquina de 5/8 x 12 1/2"	1
5		Ferno máquina de 5/8 x 13 1/2"	1
6		Ferno máquina de 1/2 x 9"	2
7		Ferno máquina de 1/2 x 9 3/4"	2
8		Ferno máquina de 1/2 x 10 1/2"	2
9		Arandela cuadrada galv. ϕ 5/8"	3
10		Arandela de presión galv. ϕ 5/8"	3
11		Grillete	3
12		Adaptador "BALL-EYE"	3
13		Aislador de suspensión	15
14		Grapa de suspensión con conector	3
21		Arandela de presión galv. de 1/2"	6
<u>CONEXION DE HERRAJES A MASA</u>			
15		Cable de acero galv. de 9mm. ϕ	5 m.
16		Terminal de presión	6
17		Ferro con tuerca 1/2 x 1 1/4"	5
<u>HERRAJES PARA CABLE DE GUARDA</u>			
18		Soporte para cable de guarda	1
11		Grillete	1
19		Grapa de suspensión para cable de guarda	1
15		Cable de acero galv. de 9mm. ϕ	1,5 m.
16		Terminal de presión	1
20		Conector bifilar	1

XIX.5. Estructura de ángulo tipo "AG y AGT"



XIX.5. Estructura de ángulo tipo "AG y AGT"

PLANILLA DE MATERIALES

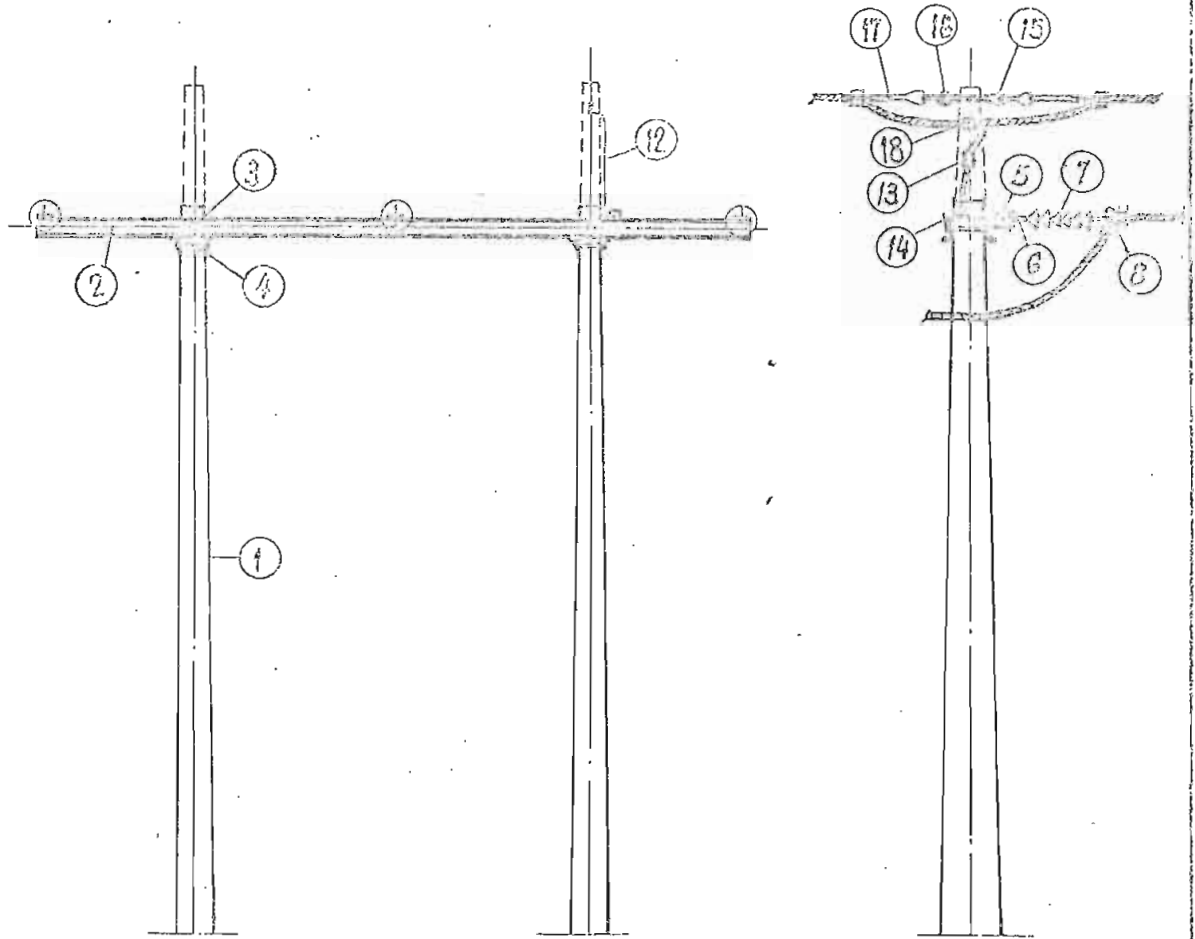
Nº	CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD
1		<i>Poste de hormigón armado y vibrado</i>	2
2		<i>Cruceta metálica</i>	1
3		<i>Perno máquina 5/8 x 10^{3/8}"</i>	2
4		<i>Perno máquina 1/2 x 13"</i>	4
5		<i>Grillete</i>	8
6		<i>Adaptador "BALL-EYE"</i>	6
7		<i>Aislador de suspensión</i>	36
8		<i>Grapa de retención con conector</i>	6
<u>CONEXION DE HERRAJES A MASA</u>			
9		<i>Cable de acero galv. de 9mm.φ</i>	2m.
10		<i>Terminal de presión</i>	4
11		<i>Perno con tuerca de 1/2 x 1 1/4"</i>	2
<u>HERRAJES PARA CABLE DE GUARDA</u>			
12		<i>Soporte para cable de guarda</i>	2
13		<i>Tuerca con anillo</i>	2
5		<i>Grillete</i>	4
14		<i>Grapa de retención</i>	4
9		<i>Cable de acero galv. 9mm.φ</i>	2m.
10		<i>Terminal de presión</i>	2
15		<i>Conector bifilar</i>	2

LINEAS DE SUBTRANSMISION A 69KV

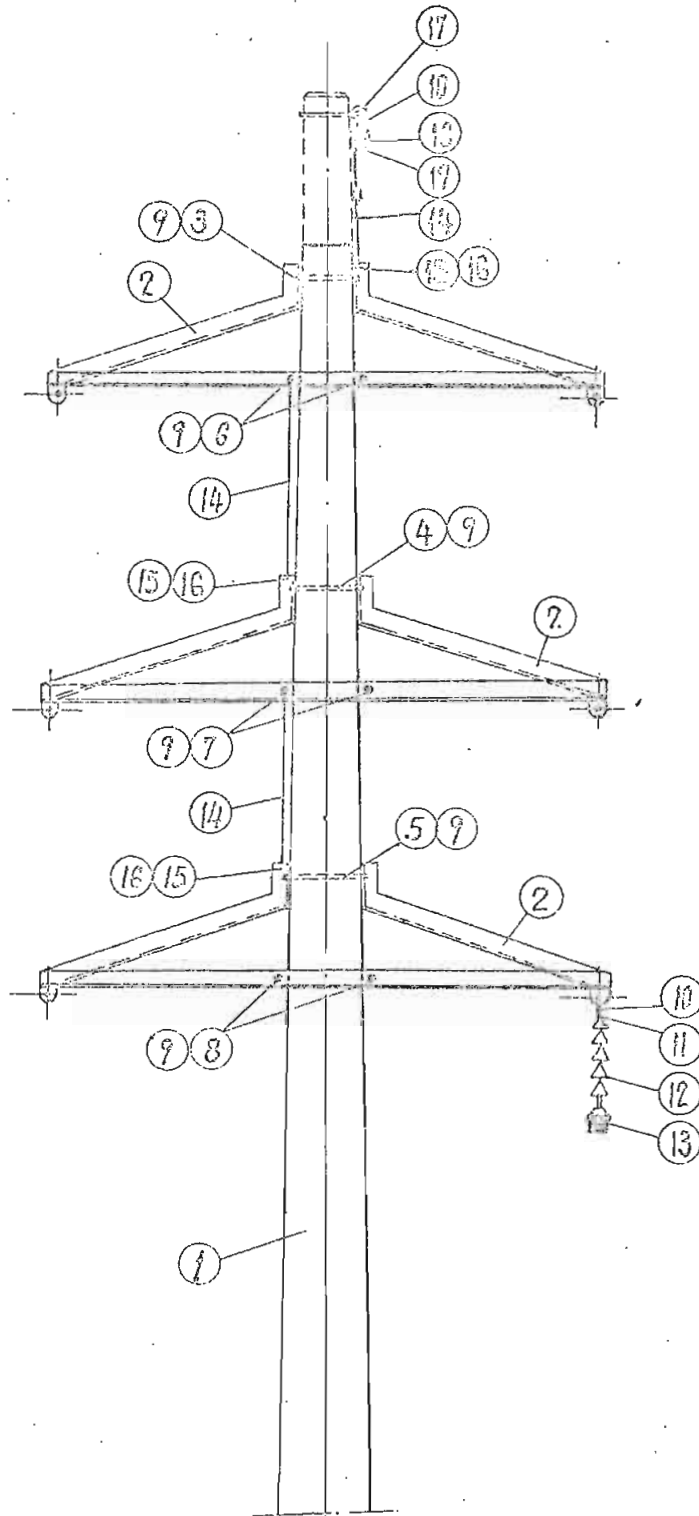
INECEL

XIX.6.

Estructura de anclaje y fin de linea tipo "ACyACT; FLyFLT"



XIX.7.
Estructuras de alineación tipo "2A₁ y 2A₂; 2AT₁ y 2AT₂"



LINEAS DE SUBTRANSMISION A 69KV.

INECEL

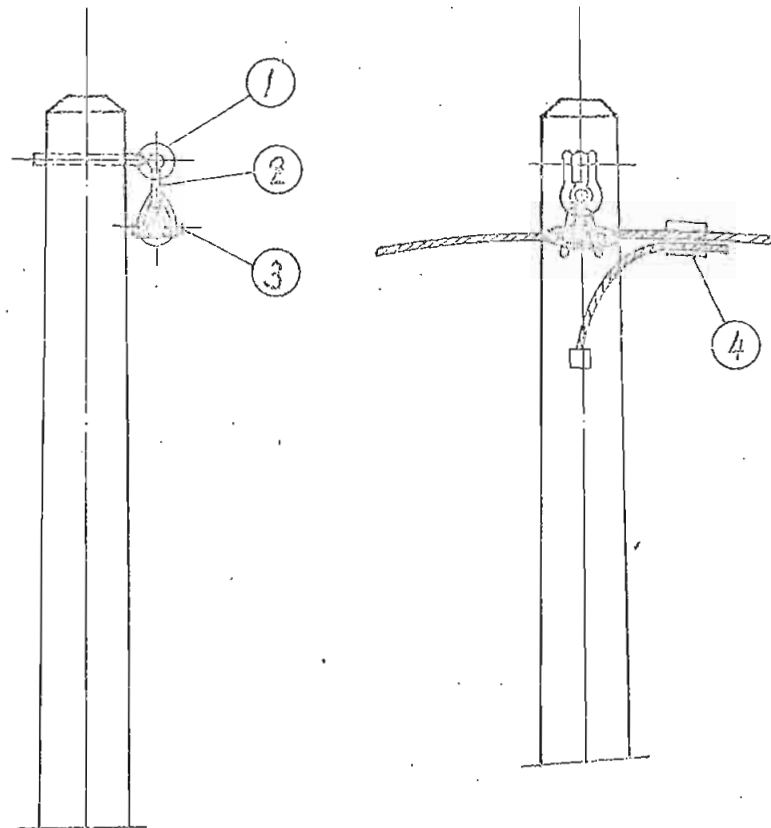
XIX.7.

Estructuras de alineación tipo "2A₁ y 2A₂; 2AT₁ y 2AT₂"

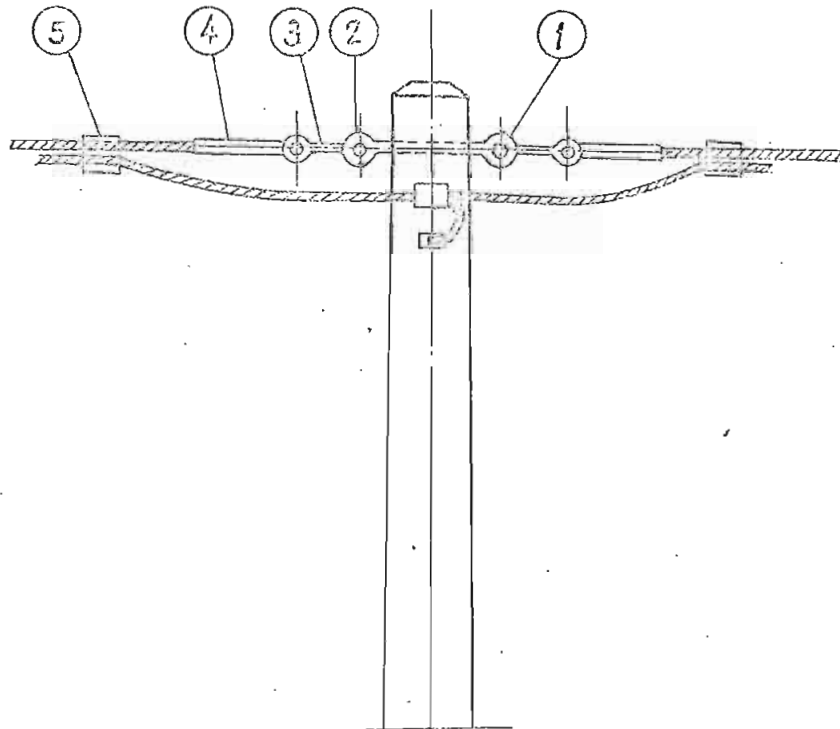
PLANILLA DE MATERIALES

Nº	CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD
1		Paste de hormigón armado y vibrado	1
2		Cruce/a metálica	3
3		Perno máquina de 5/8 x 11 1/2"	1
4		Perno máquina de 5/8 x 13 1/2"	1
5		Perno máquina de 5/8 x 15 1/2"	1
6		Perno máquina de 1/2 x 9"	2
7		Perno máquina de 1/2 x 10 1/2"	2
8		Perno máquina de 1/2 x 12"	2
9		Arandela de presión galv. ϕ 5/8"	9
10		Grillete	6
11		Adaptador "BALL-EYE"	6
12		Aislador de suspensión	30
13		Grapa de suspensión con conector	6
		<u>CONEXION DE HERRAJES A MASA</u>	
14		Cable de acero galv. de 9mm. ϕ	5 m.
15		Terminal de presión	6
16		Perno con tuerca 1/2 x 1 1/4"	5
		<u>HERRAJES PARA CABLE DE GUARDIA</u>	
17		Soporte para cable de guarda	1
10		Grillete	1
18		Grapa de suspensión para cable de guarda	1
14		Cable de acero galv. de 9mm. ϕ	1,5 m.
15		Terminal de presión	1
19		Conector bifilar	1

XIX.8. Suspensión cable de guarda



xix.9. Amarre del cable de guarda



XIX.10

Toma de tierra

