	<b>COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP</b>	<b>CAPITULO III</b>
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	<b>FECHA:</b> ABRIL 2011
	<b>CRITERIOS BÁSICOS DE DISEÑO</b>	<b>PÁGINA:</b> 1 de 41

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>ANEXO A.3.1 TABLAS PARA CÁLCULO DE REGULACIÓN DE TENSIÓN</b>	<b>4</b>
Tabla A.3.1.1 Constantes de regulación de Baja tensión Aéreo Red Abierta	4
Tabla A.3.1.2 Constantes de Regulación Baja Tensión Aéreo y Subterráneo y red trenzada	5
Tabla A.3.1.3 Constantes de Regulación de red de Media Tensión Subterránea	6
Tabla A.3.1.4 Constantes de Regulación de Media Tensión Aérea	7
Tabla A.3.1.5 Constantes de Regulación de Alumbrado Público- Baja Tensión Subterranea	8
Tabla A.3.1.6 Constantes de Regulación red compacta 13,2 y 34,5 kV	9
<b>ANEXO A.3.2 FACTORES DE DIVERSIDAD</b>	<b>10</b>
Tabla A.3.2.1 Factores de diversidad por estrato socioeconómico	10
<b>ANEXO A.3.3 EJEMPLO DE CÁLCULO DE CURVAS DE UTILIZACIÓN</b>	<b>12</b>
Figura A.3.3.1 Gráfico utilización estructura 523. Calibre 4/0 AWG ACSR. Poste 12 metros-1050 kg.	12 15
<b>ANEXO A.3.4. CURVAS DE UTILIZACIÓN DE USO FRECUENTE</b>	<b>16</b>
Figura A.3.4.1 Curva de utilización estructura 523. Poste 12m-750 kg.	16
Figura A.3.4.2 Curva de utilización estructura 523. Poste 12m-1050 kg.	17
Figura A.3.4.3 Curva de utilización estructura P-103. Poste 14m-750 kg.	18
Figura A.3.4.4 Curva de utilización estructura P-103. Poste 14m-1050 kg.	19
Figura A.3.4.5 Curva de utilización estructura SH-226. Poste 14m-750 kg.	20
Figura A.3.4.6 Curva de utilización estructura SH-226. Poste 14m-1050 kg.	21
Figura A.3.4.7 Curva de utilización estructura PH-202. Poste 14m-750 kg.	22




	<b>COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP</b>	<b>CAPITULO III</b>
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	<b>FECHA:</b> ABRIL 2011
	<b>CRITERIOS BÁSICOS DE DISEÑO</b>	<b>PÁGINA:</b> 2 de 41

Figura A.3.4.8 Curva de utilización estructura PH-202. Poste 14m-1050 kg.	23
Figura A.3.4.9 Curva de utilización estructura PH-204. Poste 14m-750 kg.	24
Figura A.3.4.10 Curva de utilización estructura PH-204. Poste 14m-1050 kg.	25
Figura A.3.4.11 Curva de utilización estructura RH-240. Poste 12m-750 kg.	20
Figura A.3.4.12 Curva de utilización estructura RH-240. Poste 12m-1050 kg.	21
Figura A.3.4.13 Curva de utilización estructura RH-230. Poste 12m-750 kg.	22
Figura A.3.4.14 Curva de utilización estructura RH-230. Poste 12m-1050 kg.	23
Figura A.3.4.15 Curva de utilización estructura RH-231. Poste 12m-750 kg.	24
Figura A.3.4.16 Curva de utilización estructura RH-231. Poste 12m-1050 kg.	25
<b>ANEXO A.3.5 TENSIONES DE CONTACTO</b>	<b>29</b>
Tabla A.3.5.1 Valores máximos de tensión de contacto aplicada a un ser humano.	29
<b>ANEXO A.3.6 ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA</b>	<b>30</b>
Tabla A.3.6.1 Requisitos para electrodos de puesta a tierra	30
<b>ANEXO A.3.7 VALORES MEDIOS DE ILUMINANCIA</b>	<b>31</b>
Tabla A.3.7.1 Niveles típicos de iluminancia aceptados para diferentes áreas, tareas o actividades	33
<b>ANEXO A.3.8 CÓDIGO DE COLORES PARA CONDUCTORES AISLADOS</b>	<b>34</b>
Tabla A.3.8.1 Código de colores para conductores eléctricos	34
<b>ANEXO A.3.9 USO DE LA PLANTILLA</b>	<b>35</b>
Figura A.3.9.1 Vano inclinado y verificación con la plantilla	36
<b>ANEXO A.3.10 TRAZADO DE LINEAS. PROGRAMA DE TRABAJO</b>	<b>35</b>
<b>ANEXO A.3.11 LEVANTAMIENTO DE LINEAS Y REDES CON GPS</b>	<b>38</b>

	<b>COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP</b>	<b>CAPITULO III</b>
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	<b>FECHA:</b> ABRIL 2011
	<b>CRITERIOS BÁSICOS DE DISEÑO</b>	<b>PÁGINA:</b> 3 de 41

Anexo A.3.11.1	Introducción	38
Anexo A.3.11.2	Equipos GPS convencionales	38
Anexo A.3.11.3	Receptores GPS en tiempo real	40

	<b>COMPañÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP</b>		<b>CAPITULO III</b>
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA		<b>FECHA:</b> ABRIL 2011
	<b>CRITERIOS BÁSICOS DE DISEÑO</b>		<b>PÁGINA:</b> 4 de 41

### ANEXO A.3.1 TABLAS PARA CÁLCULO DE REGULACIÓN DE TENSIÓN


Material	Sistema	Monofásico Bifilar 120V		Monofásico Trifilar 120/240 V	
	Separación <sup>(1)</sup>	0,2	0,4	0,2	0,7
	Calibre (AWG)				
ACSR Desnudo	4	0,0222517	0,0225681	0,0055629	0,0057059
	2	0,0154384	0,0157548	0,0038596	0,0040026
	1	0,0130297	0,0133461	0,0032574	0,0034004
	1/0	0,0109758	0,0112922	0,0027440	0,0026869
	2/0	0,0091714	0,0094878	0,0022928	0,0024358
	3/0	0,0077601	0,0080765	0,0019400	0,0020830
	4/0	0,0065056	0,0068220	0,0016264	0,0017693

Material	Sistema	Bifásico Trifilar 120/208 V		Trifásico 208 V
	Separación <sup>(1)</sup>	0,2	0,7	0,2
	Calibre (AWG)			
ACSR Desnudo	4	0,0074062	0,0075966	0,0037207
	2	0,0051385	0,0053289	0,0025868
	1	0,0043368	0,0045272	0,0021860
	1/0	0,0036533	0,0035772	0,0018441
	2/0	0,0030525	0,0034290	0,0015439
	3/0	0,0025828	0,0027732	0,0013090
	4/0	0,0021653	0,0023556	0,0011002

Referencia: Anexo 25. Normas ICEL. 1979.

(1) Separación entre conductores, en metros.

Tabla A.3.1.1 Constantes de regulación de Baja tensión Aéreo Red Abierta

	<b>COMPANÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP</b>		<b>CAPITULO III</b>
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA		<b>FECHA:</b> ABRIL 2011
	<b>CRITERIOS BÁSICOS DE DISEÑO</b>		<b>PÁGINA:</b> 5 de 41

TIPO	APLICACION	CALIBRE [AWG ó kcmil]	K [% / kVA-m]	In, aire [A]	In, Subt. [A]	Tensión de servicio [V]	MATERIAL	SISTEMA
Conductor concéntrico de PE-PVC	Acometida Aérea Concéntrico	4	0.00204	100	91	208/120	COBRE	3Φ4hilos
		6	0.00319	77	69	208/120	COBRE	3Φ4hilos
		8	0.00501	57	53	208/120	COBRE	3Φ4hilos
		10	0.00777	41	37	208/120	COBRE	3Φ4hilos
		4	1.14524E-02	79	71	120	COBRE	hilos 2 1 Φ
		6	1.83660E-02	58	52	120	COBRE	1Φ2hilos
		8	2.92502E-02	43	38	120	COBRE	1Φ2hilos
		10	4.58283E-02	33	29	120	COBRE	1Φ2hilos
		12	7.13750E-02	24	21	120	COBRE	1Φ2hilos
		14	1.11823E-01	18	16	120	COBRE	1Φ2hilos
Conductor Monopolar THW	Acometidas de BT subterráneas en ductos	500	2.65629E-04	----	380	208/120	COBRE	3Φ4hilos
		400	3.04584E-04	----	335	208/120	COBRE	3Φ4hilos
		350	3.35979E-04	----	310	208/120	COBRE	3Φ4hilos
		250	4.27666E-04	----	255	208/120	COBRE	3Φ4hilos
		4/0	4.81759E-04	----	230	208/120	COBRE	3Φ4hilos
		2/0	7.09272E-04	----	175	208/120	COBRE	3Φ4hilos
		1/0	8.64741E-04	----	150	208/120	COBRE	3Φ4hilos
		2	1.30761E-03	----	115	208/120	COBRE	3Φ4hilos
		4	2.01401E-03	----	85	208/120	COBRE	3Φ4hilos
		6	3.12320E-03	----	65	208/120	COBRE	3Φ4hilos
		8	4.92117E-03	----	50	208/120	COBRE	3Φ4hilos
		Cable trenzado XLPE	Red aérea Trenzada en B.T	TRENZADO 4	29.8482E-04	150	-----	208/120
TRENZADO 2	19.0773E-04			160	-----	208/120	ALUMINIO	3Φ4hilos
TRENZADO 1/0	12.3661E-04			205	-----	208/120	ALUMINIO	3Φ4hilos
TRENZADO 2/0	9.98050E-04			240	-----	208/120	ALUMINIO	3Φ4hilos
TRENZADO 4/0	6.58820E-04			325	-----	208/120	ALUMINIO	3Φ4hilos


**CONDICIONES:**

Frecuencia: 60 Hz

Temperatura: 45°C (Cable de acometidas, Red de BT subterránea), 25°C (cable red trenzada)

Referencia: Codensa S.A. 2002.

Tabla A.3.1.2 Constantes de Regulación Baja Tensión Aéreo y Subterráneo y red trenzada

	<b>COMPañÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP</b>		<b>CAPITULO III</b>
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA		<b>FECHA:</b> ABRIL 2011
	<b>CRITERIOS BÁSICOS DE DISEÑO</b>		<b>PÁGINA:</b> 6 de 41

TIPO	APLICA- CIÓN	CALIBRE [AWG ó kcmil]	k de regulación [% / kVA-m]	In, Subt · [A]	Tensión servicio [V]	MATERIAL	SISTEMA
Conductor Triplex de 15 kV	Red de M.T subterránea en ductos	300	9.9373320E-08	225	13200	COBRE	3Φ3hilos
		4/0	1.2890933E-07	190	13200	COBRE	3Φ3hilos
		2/0	1.8765680E-07	150	13200	COBRE	3Φ3hilos
		2	3.4500426E-07	105	13200	COBRE	3Φ3hilos
Conductor Triplex de 34.5 kV	Red de M.T subterránea en ductos	300	1.5200379E-08	225	34500	COBRE	3Φ3hilos
		4/0	1.9589606E-08	190	34500	COBRE	3Φ3hilos
		2/0	2.8245668E-08	150	34500	COBRE	3Φ3hilos
		1/0	3.4252741E-08	135	34500	COBRE	3Φ3hilos


**CONDICIONES:**

Frecuencia: 60 Hz

Temperatura: 45°C (Cable de acometidas, Red de BT subterránea),  
25°C (cable red trenzada)

Referencia: Codensa S.A. 2002.


Tabla A.3.1.3 Constantes de Regulación de red de Media Tensión Subterránea

	<b>COMPañÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP</b>	<b>CAPITULO III</b>
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	<b>FECHA:</b> ABRIL 2011
	<b>CRITERIOS BÁSICOS DE DISEÑO</b>	<b>PÁGINA:</b> 7 de 41

TIPO	APLICACIÓN	CALIBRE [AWG ó kcmil]	k de regulación [% / MVA-m] (1)		In. [A]	Tensión servicio [V]	MATERIAL	SISTEMA		
			Bifásico (2)	Trifásico (3)						
Conductor monopolar en aluminio (ACSR)	Red de Media Tensión Aérea	336.4	0.3991154	0.1908421	530	13200	ALUMINIO	3Φ3hilos		
		336.4	0.3972642	0.1899165	530	13200	ALUMINIO	3Φ3hilos		
		300	0.4244574	0.2035131	490	13200	ALUMINIO	3Φ3hilos		
		300	0.4226062	0.2025875	500	13200	ALUMINIO	3Φ3hilos		
		266.8	0.4541914	0.2183802	460	13200	ALUMINIO	3Φ3hilos		
		4/0	0,6160917	0,2993303	340	13200	ALUMINIO	3Φ3hilos		
		3/0	0,7197688	0,3511690	300	13200	ALUMINIO	3Φ3hilos		
		2/0	0,8364068	0,4094879	270	13200	ALUMINIO	3Φ3hilos		
		1/0	0,9855312	0,4840502	230	13200	ALUMINIO	3Φ3hilos		
		2	1,3543453	0,6684568	180	13200	ALUMINIO	3Φ3hilos		
		4	1,9174223	0,9499955	140	13200	ALUMINIO	3Φ3hilos		
					Trifásico (5)					
		336.4	-----	0.0282625	530	34500	ALUMINIO	3Φ3hilos		
		336.4	-----	0.0281270	530	34500	ALUMINIO	3Φ3hilos		
		300	-----	0.0301174	490	34500	ALUMINIO	3Φ3hilos		
		300	-----	0.0299819	500	34500	ALUMINIO	3Φ3hilos		
		266.8	-----	0.0322937	460	34500	ALUMINIO	3Φ3hilos		
		4/0	-----	0.0441440	340	34500	ALUMINIO	3Φ3hilos		
		3/0	-----	0.0517326	300	34500	ALUMINIO	3Φ3hilos		
		2/0	-----	0.0602699	270	34500	ALUMINIO	3Φ3hilos		
		1/0	-----	0.0711850	230	34500	ALUMINIO	3Φ3hilos		
		2	-----	0.0981802	180	34500	ALUMINIO	3Φ3hilos		
		4	-----	0.1393945	140	34500	ALUMINIO	3Φ3hilos		

Nota (1): Tener en cuenta que aquí específicamente la regulación está en % / MVA-m  
Nota (2): Interdistancia entre fases 1.6 m  
Nota (3): Interdistancias entre fases 0.8, 0.8 y 1.6.  
Nota (4): Factor de potencia: 0.9  
Nota (5): Interdistancias entre fases 0.9, 0.9 y 1.8  
Referencia: Anexo No. 10. Normas ICEL 1979.

Tabla A.3.1.4 Constantes de Regulación de Media Tensión Aérea

	<b>COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP</b>		<b>CAPITULO III</b>
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA		<b>FECHA:</b> ABRIL 2011
	<b>CRITERIOS BÁSICOS DE DISEÑO</b>		<b>PÁGINA:</b> 8 de 41

TIPO	APLICACIÓN	CALIBRE [AWG ó kcmil]	k de regulación [% / kVA-m]	In, Subt. [A]	Tensión servicio [V]	MATERIAL	SISTEMA
Conductor Monopolar THW	Red de B.T subterránea	500	3.54416E-04	310	208/120	ALUMINIO	3Φ4hilos
		400	4.22537E-04	270	208/120	ALUMINIO	3Φ4hilos
		350	4.71071E-04	250	208/120	ALUMINIO	3Φ4hilos
		250	6.25904E-04	205	208/120	ALUMINIO	3Φ4hilos
		4/0	7.21834E-04	180	208/120	ALUMINIO	3Φ4hilos
		2/0	1.09690E-03	135	208/120	ALUMINIO	3Φ4hilos
		1/0	1.35991E-03	120	208/120	ALUMINIO	3Φ4hilos
		1	1.69083E-03	100	208/120	ALUMINIO	3Φ4hilos
		2	2.10535E-03	90	208/120	ALUMINIO	3Φ4hilos
		4	3.29242E-03	65	208/120	ALUMINIO	3Φ4hilos
6	5.17800E-03	50	208/120	ALUMINIO	3Φ4hilos		
8	8.17047E-03	40	208/120	ALUMINIO	3Φ4hilos		

Cable AAC trenzado Baja Tensión	Red subterránea Trenzada en B.T	4	29.8482E-04	75	-----	208/120	ALUMINIO	3Φ4hilos
		2	19.0773E-04	100	-----	208/120	ALUMINIO	3Φ4hilos
		1/0	12.3661E-04	135	-----	208/120	ALUMINIO	3Φ4hilos
		2/0	9.98050E-04	150	-----	208/120	ALUMINIO	3Φ4hilos
		4/0	6.58820E-04	205	-----	208/120	ALUMINIO	3Φ4hilos

TIPO	APLICACIÓN	CALIBRE [AWG ó kcmil]	k de regulación [% / kVA-m]	In, Subt. [A]	Tensión servicio [V]	MATERIAL	SISTEMA
Conductor Monopolar THW	Red de B.T subterránea	4/0	1.29762E-03	180	220	ALUMINIO	1Φ2hilos
		2/0	1.97186E-03	135	220	ALUMINIO	1Φ2hilos
		1/0	2.44468E-03	120	220	ALUMINIO	1Φ2hilos
		1	3.03955E-03	100	220	ALUMINIO	1Φ2hilos
		2	3.78474E-03	90	220	ALUMINIO	1Φ2hilos
		4	5.91869E-03	65	220	ALUMINIO	1Φ2hilos
		6	9.30835E-03	50	220	ALUMINIO	1Φ2hilos
		8	1.46878E-02	40	220	ALUMINIO	1Φ2hilos

### CONDICIONES:


Frecuencia: 60 Hz

Temperatura: 45°C (Red de BT subterránea)

Referencia: Codensa S.A. 2002.

Tabla A.3.1.5 Constantes de Regulación Baja Tensión Subterránea



	<b>COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP</b>	<b>CAPITULO III</b>
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	<b>FECHA:</b> ABRIL 2011
	<b>CRITERIOS BÁSICOS DE DISEÑO</b>	<b>PÁGINA:</b> 9 de 41


CONSTANTES DE REGULACIÓN - RED COMPACTA 13,2 kV						
Calibres AWG	No de hilos Al/acero	Diámetro mm	RDC 20° C (Ω/Km)	R75° C (Ω/Km)	X (Ω Km)	K de regulación (%/kVAm)
1/0	6/1	9,81	0,521	0,63654	3,037	10,887E-04
2/0	6/1	11,01	0,413	0.50459	2,95	9,9881E-04
4/0	6/1	13,88	0,26	0,31766	2,775	8,5846E-04

CONSTANTES DE REGULACIÓN - RED COMPACTA 34,5 kV						
Calibres AWG	No de hilos Al/acero	Diámetro mm	RDC 20° C (Ω/ Km)	R75° C (Ω /Km)	X (Ω Km)	K de regulación (%/kVAm)
1/0	6/1	9,81	0,521	0,63654	3.343	1,379E-4
2/0	6/1	11,01	0,413	0.50459	3.255	1.5046E-4
4/0	6/1	13,88	0,26	0,31766	3.081	2,63E-04

### Consideraciones:

1. La red compacta es realizada con separadores (tipo rombo)
2. Los calibres seleccionados son: 1/0, 2/0 y 4/0 AWG.
3.  $Reg = K * kVA * L$  ;  
 $K = R \cos \phi + XL \sin \phi / 10 \text{ kV}^2$
4. Para la reactancia inductiva:  $XL = 2\pi f L$ .  $L = 2x E^{-4} \ln DMG/ RMG$ ;  
 $DMG = \text{Raiz Cubica } d1 \times d2 \times d3$  ; siendo d1, d2, d3 las distancias entre fases  
 $RMG = 0,726 r$ , r = radio del conductor
5. Se toman los valores de Resistencia a 20° C y se llevan a una temperatura de 75° C que considera la temperatura ambiente más el aumento de temperatura por funcionamiento.  
 $R2 = R1(1 + a(t2 - t1))$   
R2: valor de R nuevo  
R1: valor de R inicial  
 $a = 0,0040322 \text{ (}^\circ\text{C)}^{-1}$  para el Al

Tabla A.3.1.6 Constantes de Regulación de red compacta 13,2 y 34,5 kV

	<b>COMPañÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP</b>	<b>CAPITULO III</b>
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	<b>FECHA:</b> ABRIL 2011
	<b>CRITERIOS BÁSICOS DE DISEÑO</b>	<b>PÁGINA:</b> 10 de 41


### ANEXO A.3.2 FACTORES DE DIVERSIDAD

NUMERO DE USUARIOS	BAJO-BAJO BAJO MEDIO-BAJO	MEDIO	MEDIO-ALTO	ALTO
1	1,00	1,00	1,00	1,00
2	1,53	1,55	1,75	1,85
3	1,86	1,91	2,34	2,58
4	2,09	2,15	2,81	3,22
5	2,25	2,33	3,19	3,77
6	2,37	2,46	3,51	4,27
7	2,47	2,57	3,78	4,71
8	2,55	2,66	4,02	5,10
9	2,61	2,73	4,22	5,45
10	2,66	2,79	4,40	5,78
11	2,71	2,84	4,55	6,07
12	2,75	2,89	4,69	6,34
13	2,78	2,92	4,82	6,58
14	2,81	2,96	4,93	6,81
15	2,84	2,99	5,03	7,02
16	2,86	3,01	5,12	7,21
17	2,88	3,04	5,21	7,39
18	2,90	3,06	5,28	7,56
19	2,92	3,08	5,35	7,71
20	2,94	3,10	5,42	7,86
21	2,95	3,11	5,48	8,00
22	2,96	3,13	5,54	8,13
23	2,98	3,14	5,59	8,25
24	2,99	3,16	5,64	8,36
25	3,00	3,17	5,68	8,47
30	3,04	3,22	5,87	8,94
35	3,07	3,25	6,02	9,30
40	3,09	3,28	6,13	9,59
45	3,11	3,30	6,22	9,83
50	3,13	3,32	6,30	10,03
<b>kVA-MIN</b>	<b>1,80</b>	<b>2,30</b>	<b>4,95</b>	<b>11,45</b>
<b>CONSTANTE</b>	<b>0,5506</b>	<b>0,6606</b>	<b>0,7010</b>	<b>0,9307</b>

**Bajo-Bajo (Rural) : Corresponde a Estrato 1 (Urbano)**      **Medio (Rural) : Corresponde a Estrato 4 (Urbano)**  
**Bajo (Rural) : Corresponde a Estrato 2 (Urbano)**      **Medio-Alto (Rural) : Corresponde a Estrato 5 (Urbano)**  
**Medio-Bajo (Rural) : Corresponde a Estrato 3 (Urbano)**      **Alto (Rural) : Corresponde a Estrato 6 (Urbano)**

Tabla A.3.2.1 Factores de diversidad por estrato socioeconómico

En caso de que el número de usuarios sea mayor a 50 el factor de diversidad estará definido por:

	<b>COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP</b>	<b>CAPITULO III</b>
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	<b>FECHA:</b> ABRIL 2011
	<b>CRITERIOS BÁSICOS DE DISEÑO</b>	<b>PÁGINA:</b> 11 de 41


$$FD = \frac{UN * Kva - min}{Constante(UN - 1) + Kva - min}$$

Donde:

FD: factor de diversidad.

UN: número de usuarios.


kVA-min: potencia mínima por estrato socio-económico.

	<b>COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP</b>	<b>CAPITULO III</b>
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	<b>FECHA:</b> ABRIL 2011
	<b>CRITERIOS BÁSICOS DE DISEÑO</b>	<b>PÁGINA:</b> 12 de 41

### ANEXO A.3 3 EJEMPLO DE CÁLCULO DE CURVAS DE UTILIZACIÓN

<b>DATOS DE ENTRADA</b>		
<b>CURVA UTILIZACIÓN DISPOSICIÓN, HORIZONTAL DE CONDUCTORES ESTRUCTURA 523. POSTE 12 M, 1050 KG, SIN CABLE DE GUARDA. CONDUCTOR 4/0 AWG ACSR PENGUIN</b>		
Velocidad del viento	Km/h	100
Temperatura a condición diaria (EDS)	°C	23
Temperatura mínima, a viento medio	°C	7
Vano regulador de diseño	m	No aplica
Cantidad de postes	Und.	1
Longitud del poste	m	12
Longitud de empotramiento del poste	m	1.80
Diámetro del extremo superior del poste	m	0.190
Diámetro del poste a ras del suelo	m	0.343
Diámetro del poste en la base	m	0.370
Carga de rotura del poste	kg	1050
Factor de seguridad viento sobre poste	---	1.00
Factor de seguridad cargas verticales poste	---	1.10
Factor de seguridad resistente del poste	---	1.50
Altura de amarre de conductores (circuito sencillo)	m	10.36
Altura de amarre del cable de guarda	m	----
Tipo de conductor	---	PENGUIN. ACSR.
Area sección del conductor	mm <sup>2</sup>	125.10
Diámetro del conductor (4/0 AWG ACSR)	m	14.31 *10 <sup>-3</sup>
Tensión de rotura del conductor (Tr)	kg	3820
Tensión limitante de conductores (sobre Tr)	%	25
Tensión del conductor a viento medio, temperatura mínima (25%*Tr)	kg	955
Peso unitario del conductor	Kg/m	0.432
Diámetro del cable de guarda (3/8")	mm	----
Tensión de rotura del cable de guarda (3/8")	kg	----
Peso unitario del cable de guarda (3/8")	Kg/m	----
Factor de seguridad (cargas viento) conductores	Fs	1.00
Factor de seguridad (cargas de ángulo)	Fs	1.60
Factor de seguridad templete	Fs	----
Factor de seguridad (cargas longitudinales)	Fs	1.50
Factor de seguridad cargas anormales:		
* Factor de sobrecarga		1.30
* Factor seguridad templete		1.15

Aplicando las fórmulas referidas en el Capítulo III, se tiene:

	<b>COMPañÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP</b>	<b>CAPITULO III</b>
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	<b>FECHA:</b> ABRIL 2011
	<b>CRITERIOS BÁSICOS DE DISEÑO</b>	<b>PÁGINA:</b> 13 de 41

A. Cálculo de la carga de viento sobre los conductores. Calibre No. 4/0 AWG ACSR.

$$fv_c = (0.0042 \times (100)^2) \times 14.31 \times 10^{-3} \times V_v \times 1$$

$$fv_c = 0.6010 \times V_v$$

B. Cálculo de la carga de ángulo sobre los conductores

$$fa = tr = 2 \times (3820 \times 0.25) \times \text{sen} \frac{\gamma}{2} \times 1.6$$

$$fa = 3056 \times \text{sen} \frac{\gamma}{2}$$

C. Cálculo de la carga de viento sobre el poste

$$fv_1 = (0.0042 \times 100^2) \times H \times \frac{(d_2 + d_1)}{2} \times F_s$$

$$fv_1 = (0.0042 \times 100^2) \times (12 - 1.8) \times \frac{(0.190 + 0.343)}{2} \times 1.0$$

$$fv_1 = 114.17 \text{ kg}$$

D. Cálculo del momento debido al viento sobre el poste

$$M_1 = fv_1 \times H_1$$


$$M_1 = fv_1 \times \frac{H}{3} \times \frac{d_1 + 2d_2}{d_1 + d_2}$$

$$M_1 = (114.17) \times \frac{(12 - 1.8)}{3} \times \frac{0.343 + 2 \times 0.19}{0.343 + 0.19}$$

$$M_1 = (114.17) \times 4.61$$

$$M_1 = 526.55 \text{ kg} - m$$

E. Cálculo del momento del viento sobre los conductores

	<b>COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP</b>	<b>CAPITULO III</b>
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	<b>FECHA:</b> ABRIL 2011
	<b>CRITERIOS BÁSICOS DE DISEÑO</b>	<b>PÁGINA:</b> 14 de 41

$$M_2 = fv_c \times h_1 \times n$$

$$M_2 = 0.6010 \times V_v \times h_1 \times n$$

$$M_2 = 0.6010 \times V_v \times 10.36 \times (3/1)$$

$$M_2 = 18.68 \times V_v$$

F. Cálculo del momento debido al cambio de dirección de la línea

$$M_3 = fa \times h \times n$$

$$M_3 = (3056.00 \times \text{sen } \frac{\gamma}{2}) \times 10.36 \times (3/1)$$

$$M_3 = 94980.48 \times \text{sen } \frac{\gamma}{2}$$

G. Cálculo del momento resistente del poste. Caso poste 12 m, 1050 kg.

$$Mr = Cr \times \frac{h_1}{fs}$$

$$Mr = (1050 \text{ kg}) \times \frac{(12 - 1.8 - 0.2)}{1.5}$$

$$Mr = 7000 \text{ kg}$$


H. Cálculo de curva de utilización

$$Mr \leq M_1 + M_2 + M_3$$

$$7000 \leq 18.68 V_v + 94980.48 \times \text{sen } \frac{\gamma}{2} + 526.55$$

$$\text{Si } \gamma = 0: V_v \leq 346.55 \text{ m}$$

$$\text{Si } V_v = 0: \gamma \leq 7.82^\circ$$

	<b>COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP</b>	<b>CAPITULO III</b>
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	<b>FECHA:</b> ABRIL 2011
	<b>CRITERIOS BÁSICOS DE DISEÑO</b>	<b>PÁGINA:</b> 15 de 41

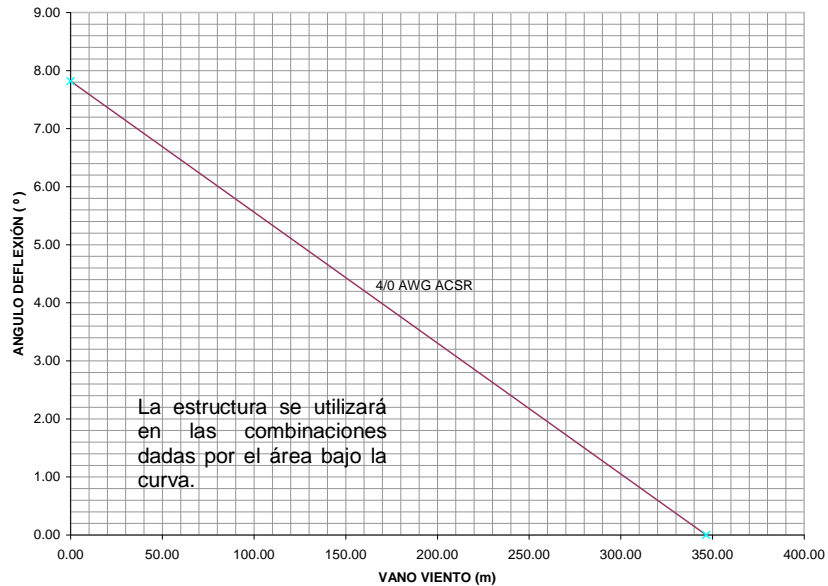



Figura A.3.3.1 Gráfico utilización estructura 523. Circuito sencillo sin cable de guarda Calibre 4/0 AWG ACSR. Poste 12 metros-1050 kg.

**Lectura de la curva:** Permite ángulos de deflexión hasta casi 8° para vanos viento cercanos a cero; y hasta casi 350 metros de vano viento pero ángulos de deflexión próximos a cero. Para condiciones intermedias, por ejemplo: un vano viento de 150 metros, permite un ángulo de deflexión de 4.4 °.

	<b>COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP</b>	<b>CAPITULO III</b>
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	<b>FECHA:</b> ABRIL 2011
	<b>CRITERIOS BÁSICOS DE DISEÑO</b>	<b>PÁGINA:</b> 16 de 41

**ANEXO A.3.4.** CURVAS DE UTILIZACIÓN DE USO FRECUENTE

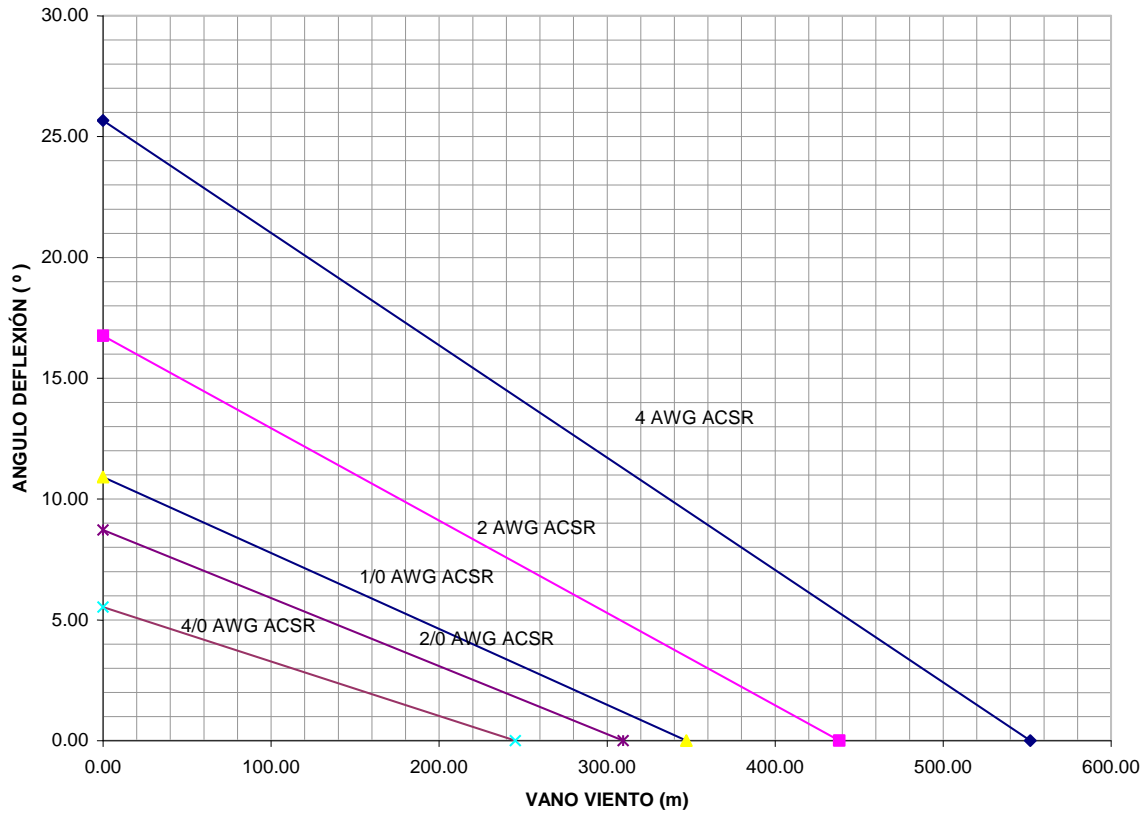



Figura A.3.4.1 Curva de utilización estructura 523. Sin cable de guarda Poste 12m-750 kg. Viento 100 km/h



	<b>COMPañÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP</b>	<b>CAPITULO III</b>
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	<b>FECHA:</b> ABRIL 2011
	<b>CRITERIOS BÁSICOS DE DISEÑO</b>	<b>PÁGINA:</b> 17 de 41

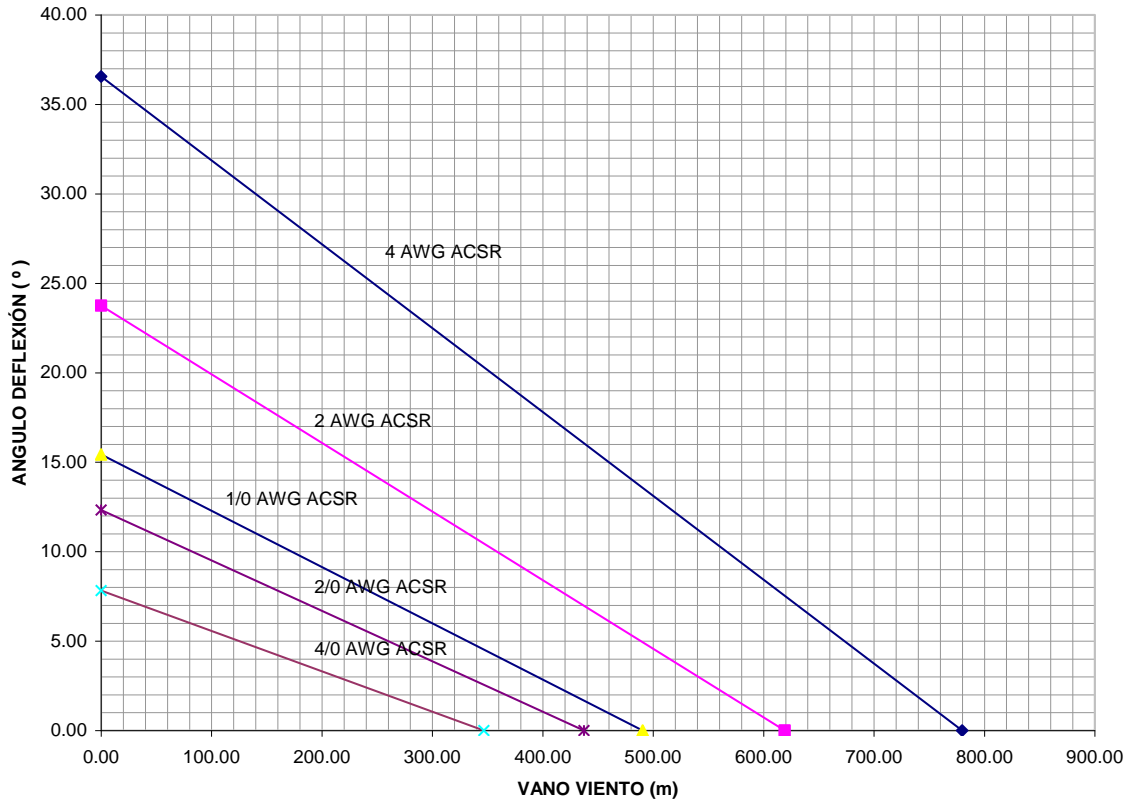



Figura A.3.4.2 Curva de utilización estructura 523.Sin cable de guarda Poste 12m-1050 kg. Viento 100 km/h

	<b>COMPañIA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP</b>	<b>CAPITULO III</b>
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	<b>FECHA:</b> ABRIL 2011
	<b>CRITERIOS BÁSICOS DE DISEÑO</b>	<b>PÁGINA:</b> 18 de 41

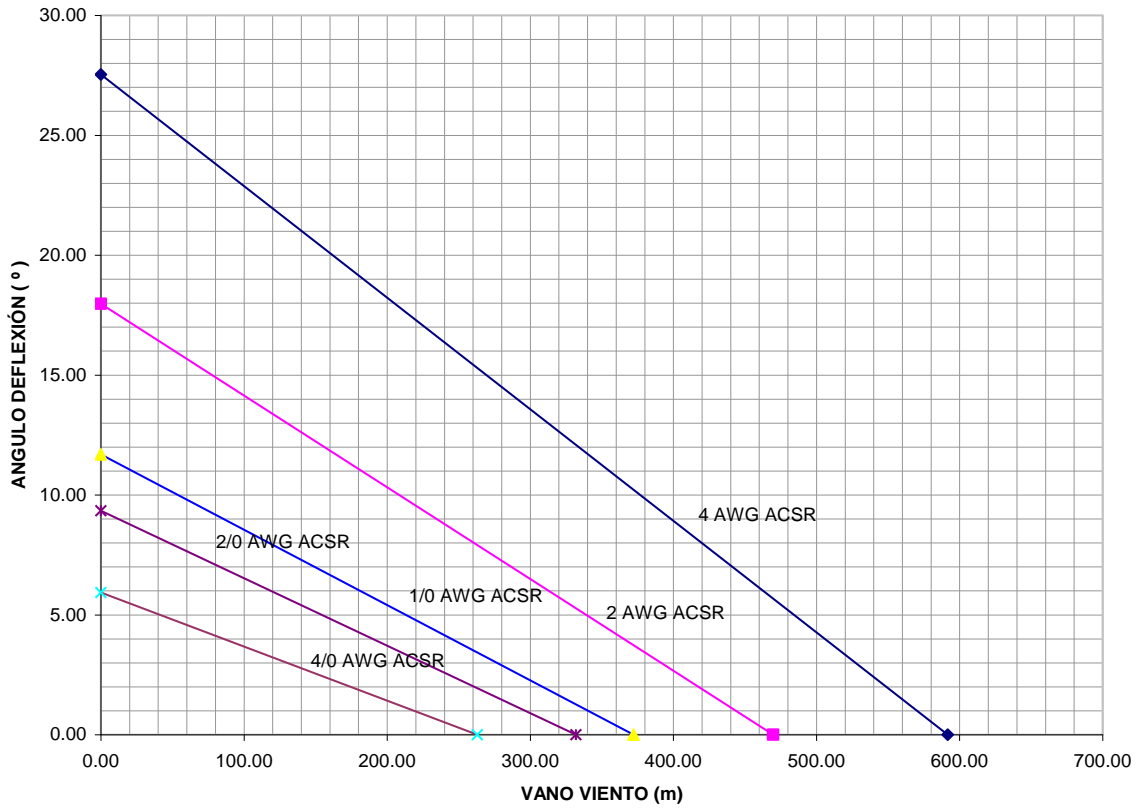



Figura A.3.4.3 Curva de utilización estructura P-103.Circuito sencillo. Sin cable de guarda Poste 14m-750 kg. Viento de 100 km/h

	<b>COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP</b>	<b>CAPITULO III</b>
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	<b>FECHA:</b> ABRIL 2011
	<b>CRITERIOS BÁSICOS DE DISEÑO</b>	<b>PÁGINA:</b> 19 de 41

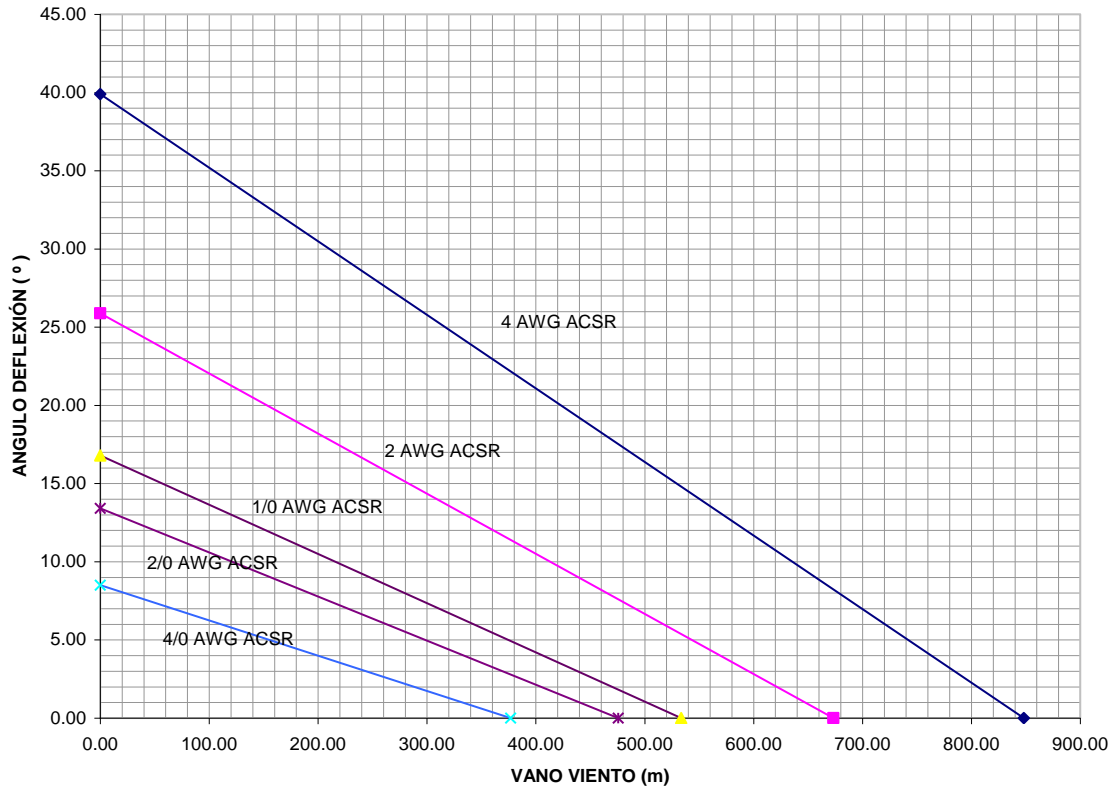



Figura A.3.4.4 Curva de utilización estructura P-103 P-103.Circuito sencillo. Sin cable de guarda Poste 14m-1050 kg. Viento de 100 km/h

	<b>COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP</b>	<b>CAPITULO III</b>
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	<b>FECHA:</b> ABRIL 2011
	<b>CRITERIOS BÁSICOS DE DISEÑO</b>	<b>PÁGINA:</b> 20 de 41

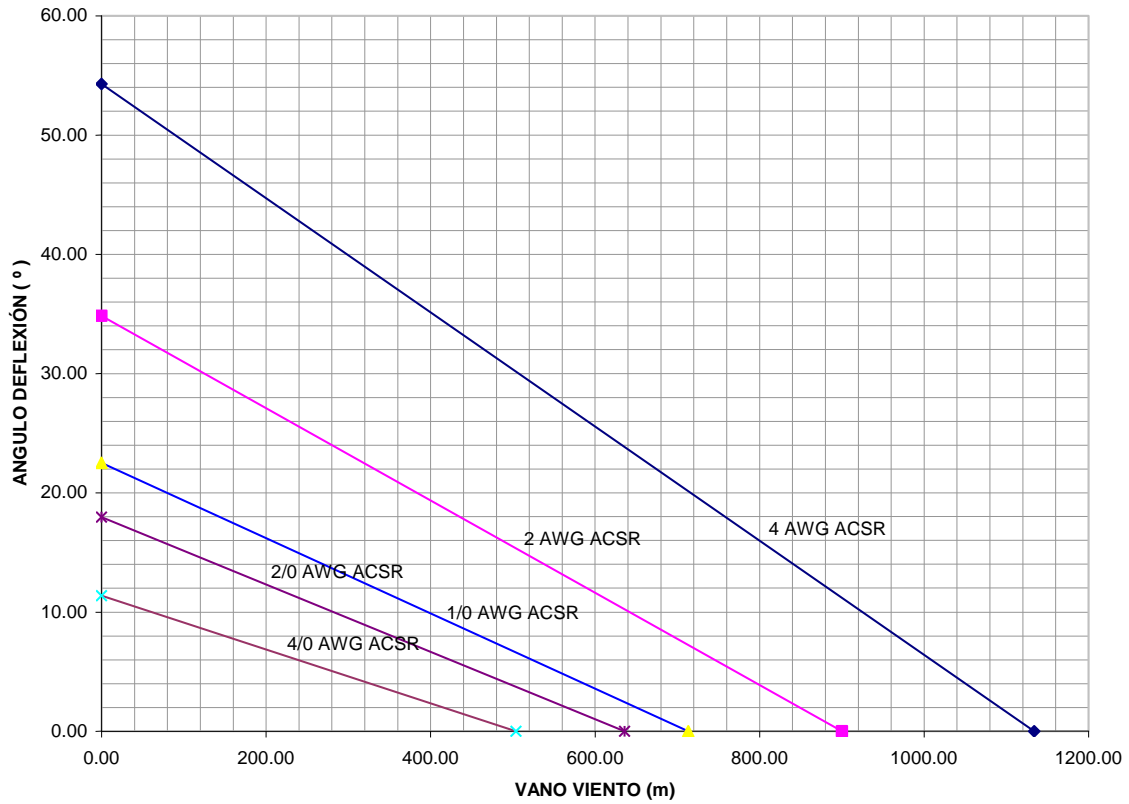



Figura A.3.4.5 Curva de utilización estructura SH-226. Circuito sencillo. Sin cable de guarda. Poste 14m-750 kg. Viento 100 km/h

	<b>COMPañÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP</b>	<b>CAPITULO III</b>
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	<b>FECHA:</b> ABRIL 2011
	<b>CRITERIOS BÁSICOS DE DISEÑO</b>	<b>PÁGINA:</b> 21 de 41

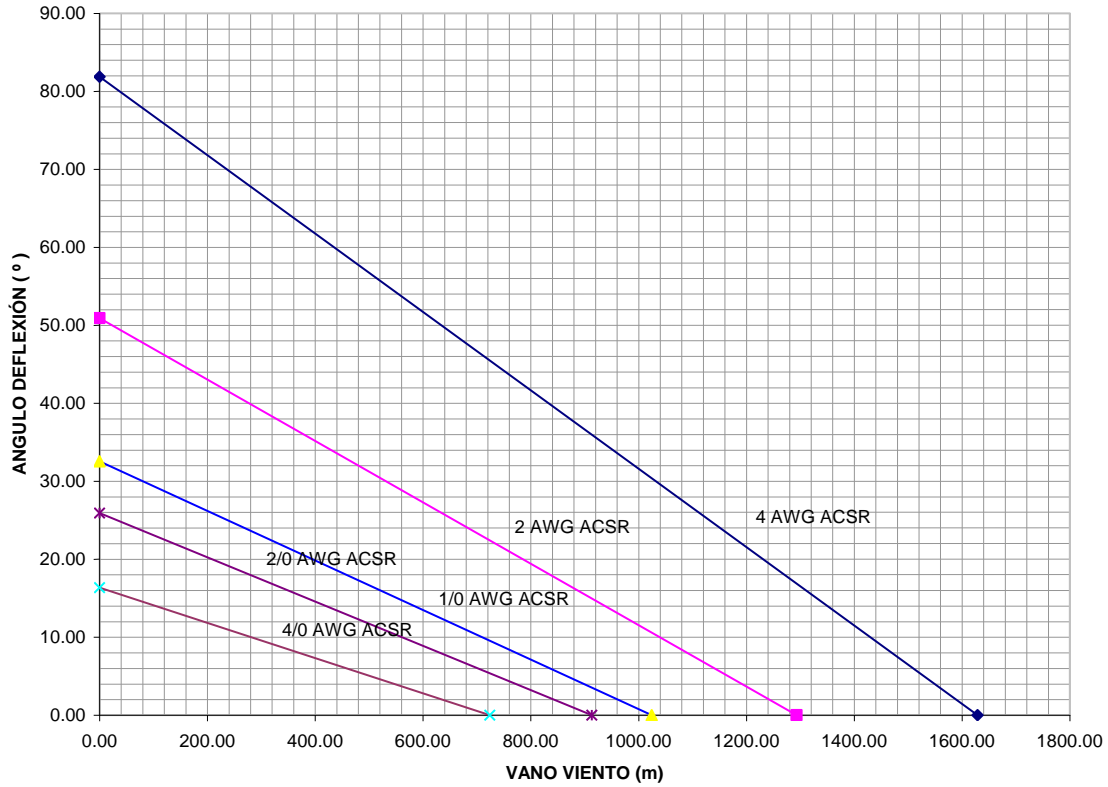



Figura A.3.4.6 Curva de utilización estructura SH-226. Circuito sencillo. Sin cable de guarda. Poste 14m-1050 kg. Viento 100 km/h

	<b>COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP</b>	<b>CAPITULO III</b>
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	<b>FECHA:</b> ABRIL 2011
	<b>CRITERIOS BÁSICOS DE DISEÑO</b>	<b>PÁGINA:</b> 22 de 41

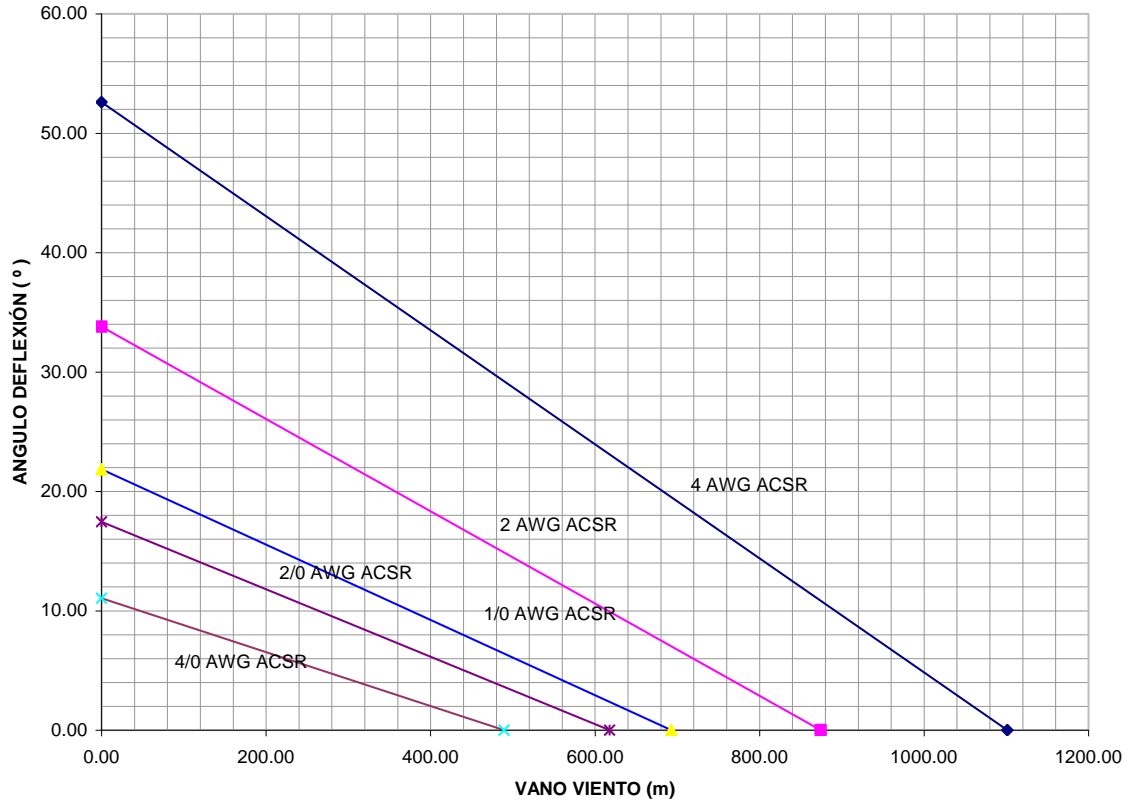



Figura A.3.4.7 Curva de utilización estructura PH-202. Circuito sencillo. Sin cable de guarda. Poste 14m-750 kg. Viento 100 km/h

	<b>COMPañÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP</b>	<b>CAPITULO III</b>
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	<b>FECHA:</b> ABRIL 2011
	<b>CRITERIOS BÁSICOS DE DISEÑO</b>	<b>PÁGINA:</b> 23 de 41

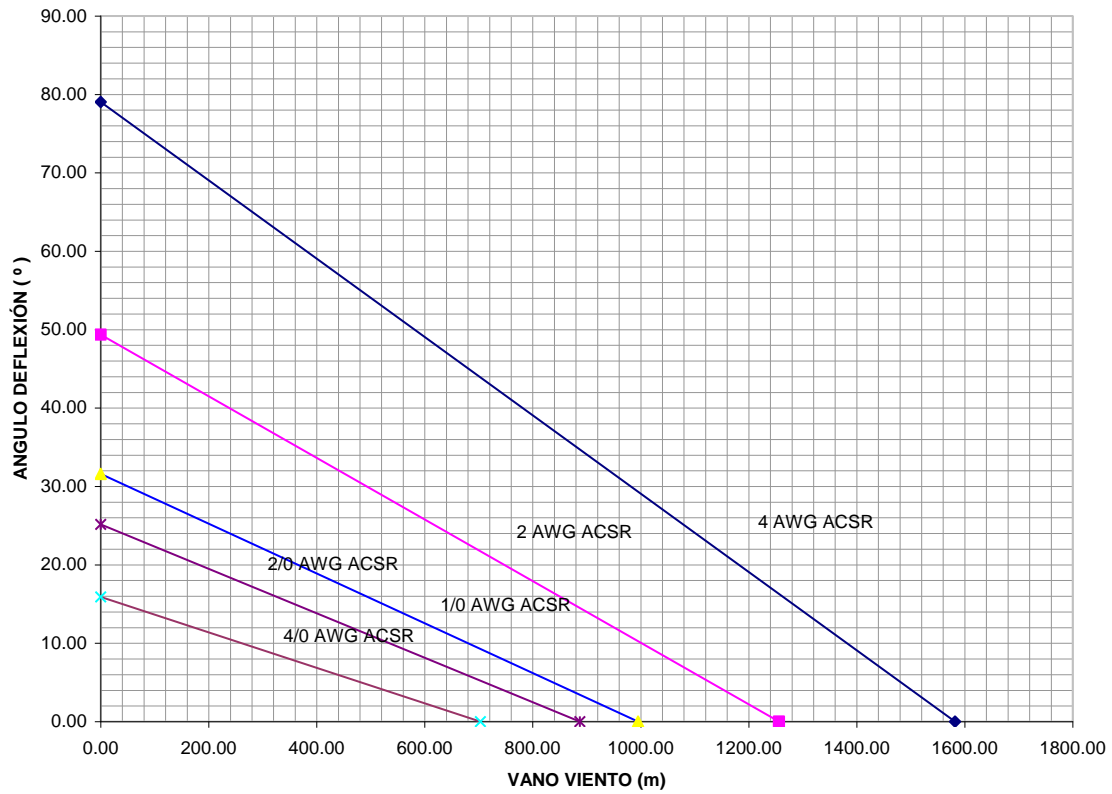



Figura A.3.4.8 Curva de utilización estructura PH-202. Circuito sencillo. Sin cable de guarda. Poste 14m-1050 kg. Viento 100 km/h.

	<b>COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP</b>	<b>CAPITULO III</b>
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	<b>FECHA:</b> ABRIL 2011
	<b>CRITERIOS BÁSICOS DE DISEÑO</b>	<b>PÁGINA:</b> 24 de 41

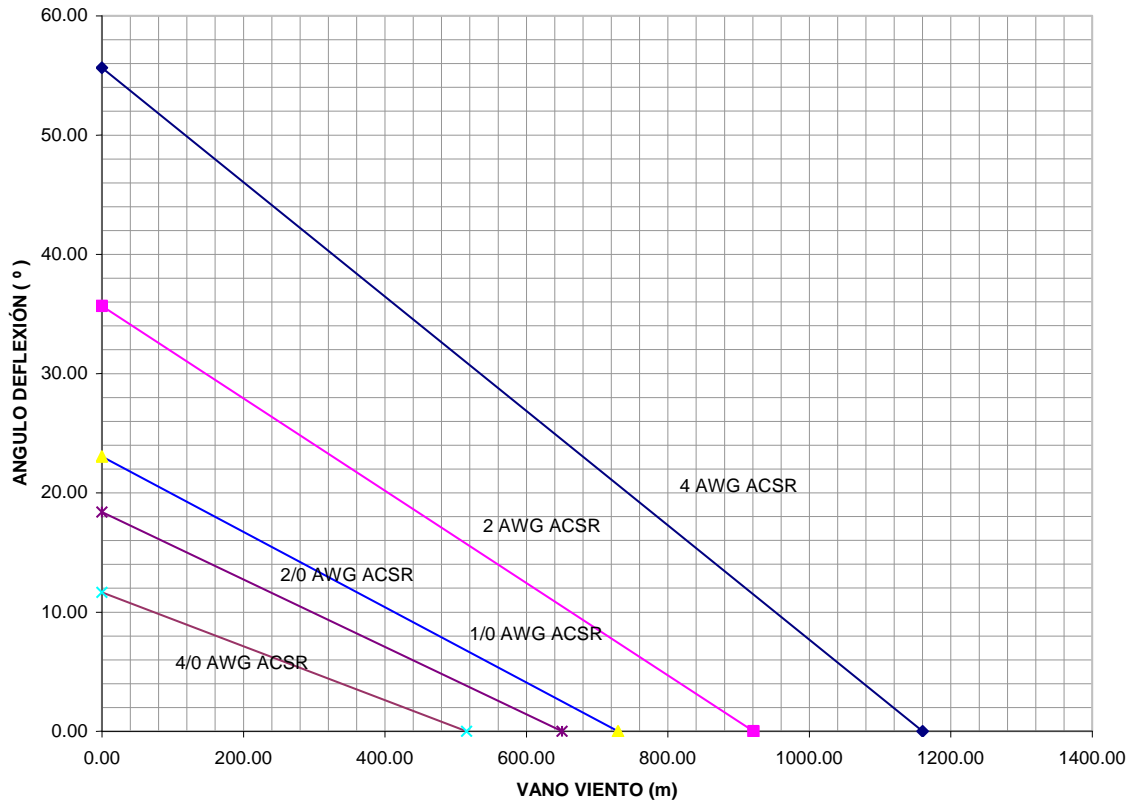



Figura A.3.4.9 Curva de utilización estructura PH-204. Circuito sencillo. Sin cable de guarda. Poste 14m-750 kg. Viento 100 km/h.



	<b>COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP</b>	<b>CAPITULO III</b>
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	<b>FECHA:</b> ABRIL 2011
	<b>CRITERIOS BÁSICOS DE DISEÑO</b>	<b>PÁGINA:</b> 25 de 41

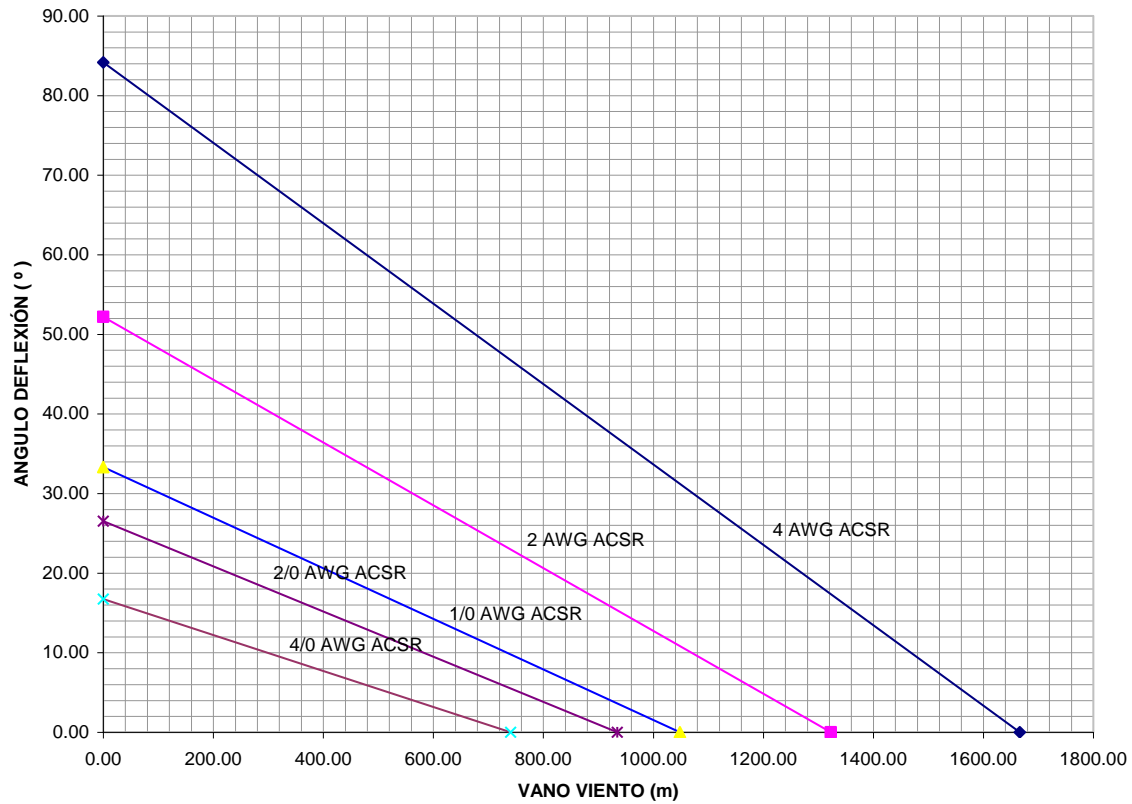


Figura A.3.4.10 Curva de utilización estructura PH-204. Circuito sencillo. Sin cable de guarda. Poste 14m-1050 kg. Viento 100 km/h

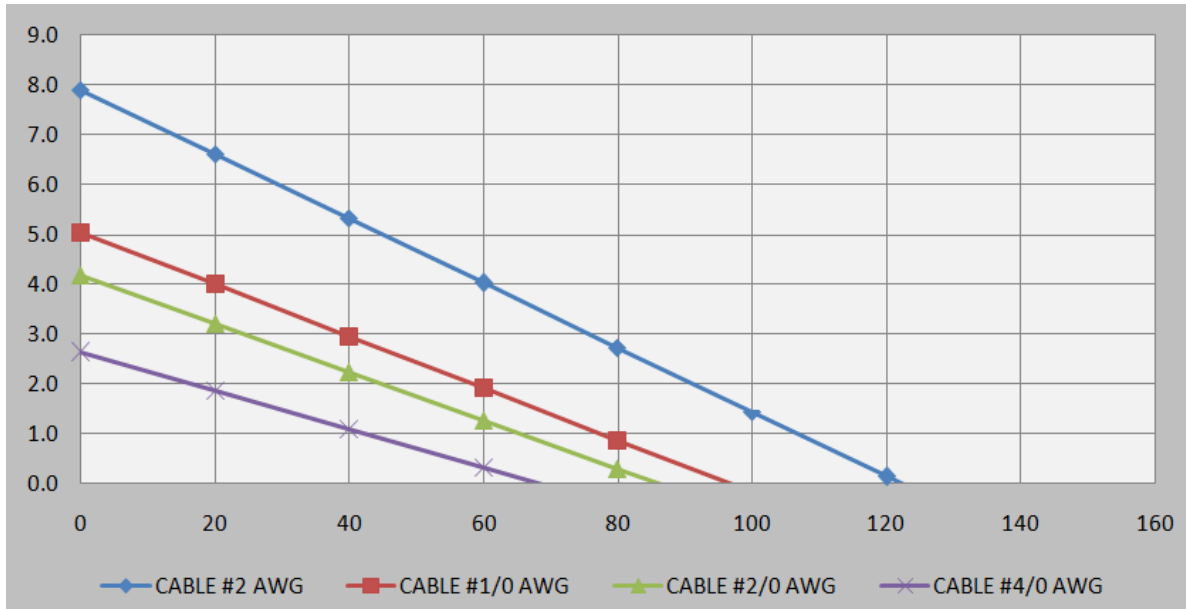


Figura A.3.4.11 Curva de utilización estructura RH-240. Circuito sencillo. Sin cable de guarda. Poste 12m-750 kg. Viento 80 km/h

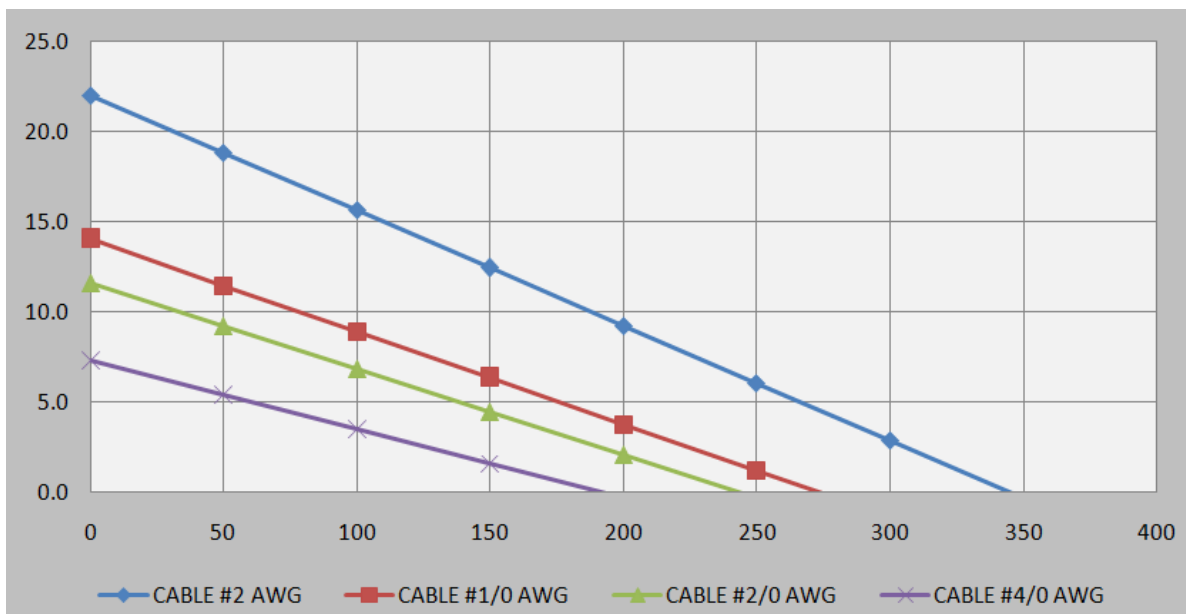


Figura A.3.4.12 Curva de utilización estructura RH-240. Circuito sencillo. Sin cable de guarda. Poste 12m-1050 kg. Viento 80 km/h

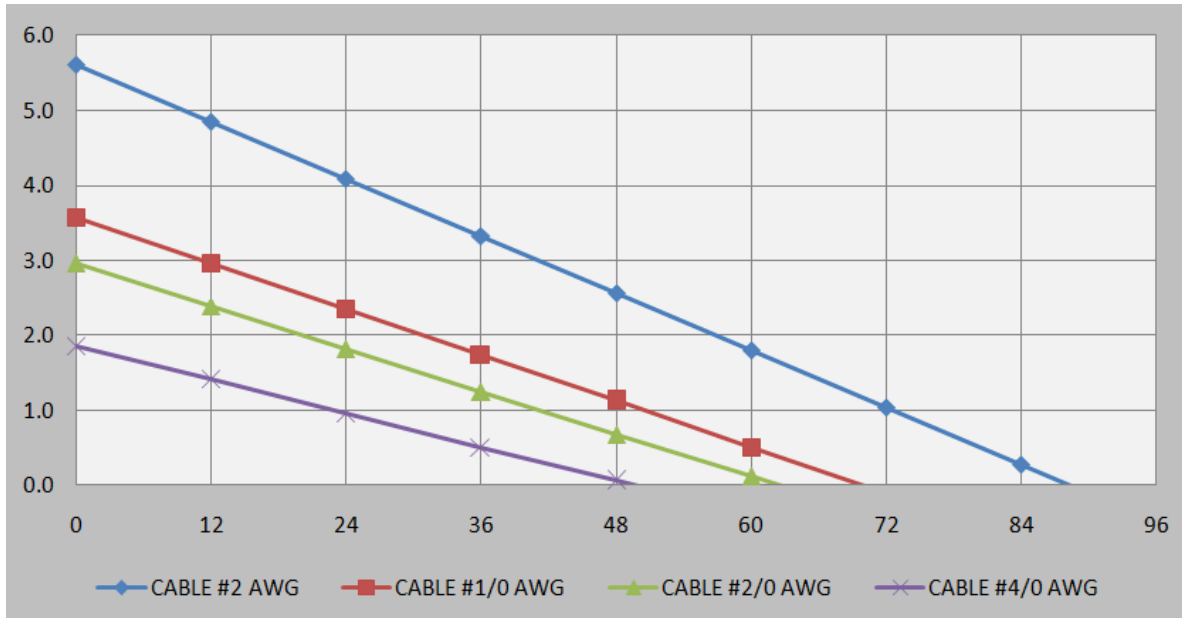


Figura A.3.4.13 Curva de utilización estructura RH-230. Circuito sencillo. Sin cable de guarda. Poste 12m-750 kg. Viento 80 km/h

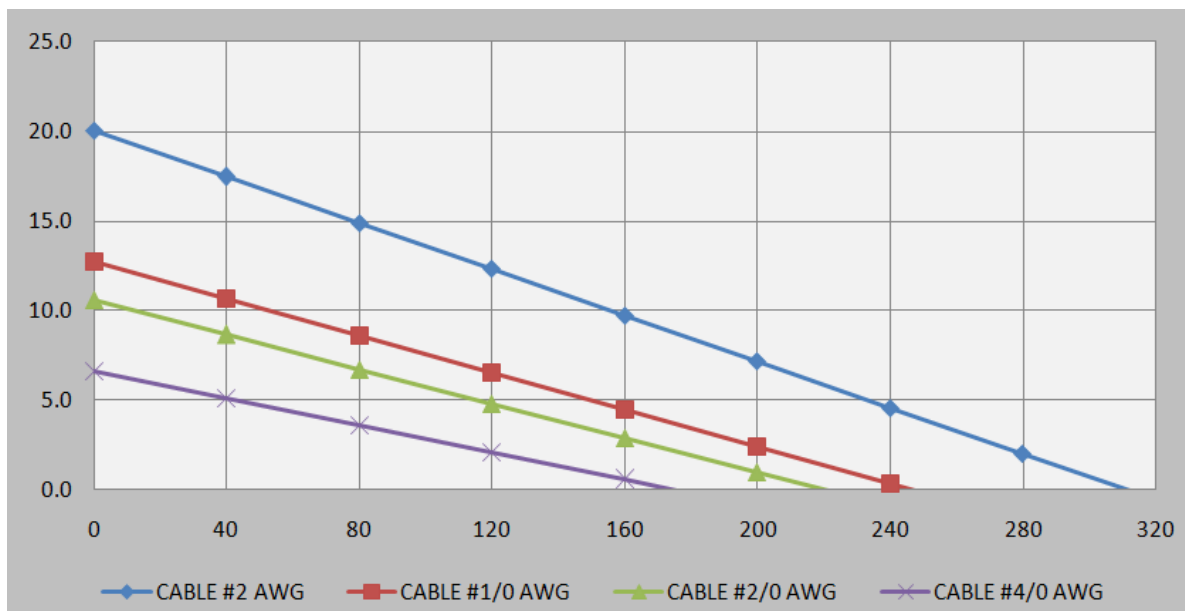


Figura A.3.4.14 Curva de utilización estructura RH-230. Circuito sencillo. Sin cable de guarda. Poste 12m-1050 kg. Viento 80 km/h

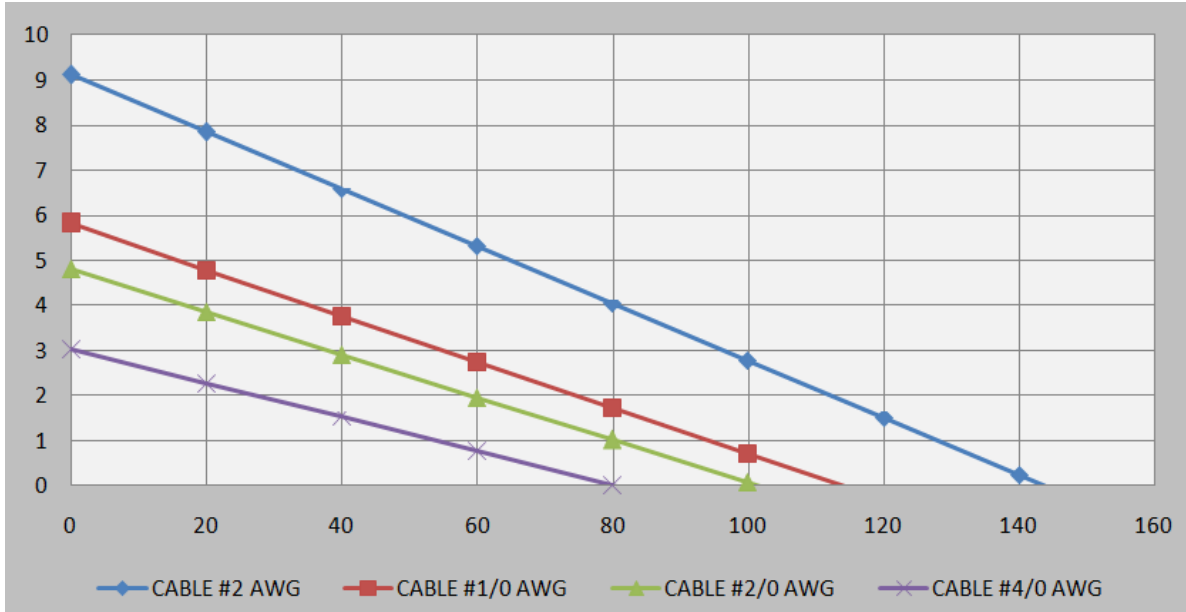


Figura A.3.4.15 Curva de utilización estructura RH-231. Circuito sencillo. Sin cable de guarda. Poste 12m-750 kg. Viento 80 km/h

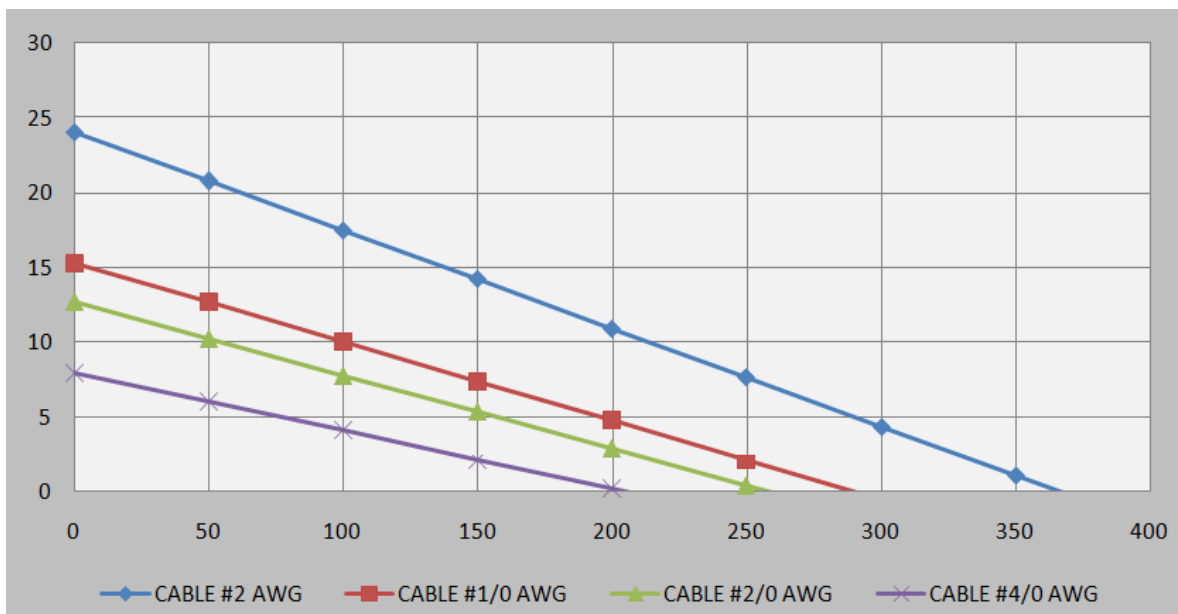



Figura A.3.4.16 Curva de utilización estructura RH-231. Circuito sencillo. Sin cable de guarda. Poste 12m-1050 kg. Viento 80 km/h


	<b>COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP</b>	<b>CAPITULO III</b>
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	<b>FECHA:</b> ABRIL 2011
	<b>CRITERIOS BÁSICOS DE DISEÑO</b>	<b>PÁGINA:</b> 29 de 41

### **ANEXO A.3.5 TENSIONES DE CONTACTO**

<b>Tiempo de despeje de la falla</b>	<b>Máxima tensión de contacto admisible (valores en rms c.a.)</b>
Mayor a dos segundos	50 voltios
750 milisegundo	67 voltios
500 milisegundos	80 voltios
400 milisegundos	100 voltios
300 milisegundos	125 voltios
200 milisegundos	200 voltios
150 milisegundos	240 voltios
100 milisegundos	320 voltios
40 milisegundos	500 voltios

Referencia: Tabla 21. RETIE 2005.

Tabla A.3.5.1 Valores máximos de tensión de contacto aplicada a un ser humano.


	<b>COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP</b>	<b>CAPITULO III</b>
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	<b>FECHA:</b> ABRIL 2011
	<b>CRITERIOS BÁSICOS DE DISEÑO</b>	<b>PÁGINA:</b> 30 de 41

### ANEXO A.3.6 ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA

Tipo de Electrodo	Materiales	Dimensiones Mínimas			
		Diámetro Mm	Área mm <sup>2</sup>	Espesor Mm	Recubrimiento μm
<b>Varilla</b>	Cobre	12,7			
	Acero inoxidable	10			
	Acero galvanizado en caliente	16			70
	Acero con recubrimiento electro depositado de cobre	14			100
	Acero con recubrimiento total en cobre	15			2000
<b>Tubo</b>	Cobre	20		2	
	Acero inoxidable	25		2	
	Acero galvanizado en caliente	25		2	55
<b>Fleje</b>	Cobre		50	2	
	Acero inoxidable		90	3	
	Cobre cincado		50	2	40
<b>Cable</b>	Cobre	1,8 para cada hilo	25		
	Cobre estañado	1,8 para cada hilo	25		
<b>Placa</b>	Cobre		20000	1,5	
	Acero inoxidable		20000	6	


Referencia: Tabla 22. RETIE 2005.

Tabla A.3.6.1 Requisitos para electrodos de puesta a tierra

	<b>COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP</b>	<b>CAPITULO III</b>
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	<b>FECHA:</b> ABRIL 2011
	<b>CRITERIOS BÁSICOS DE DISEÑO</b>	<b>PÁGINA:</b> 31 de 41


### ANEXO A.3.7 VALORES MEDIOS DE ILUMINANCIA

<b>TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD</b>	<b>NIVELES DE ILUMINANCIA (lx)</b>
<b>Áreas generales en las construcciones</b>	
Áreas de circulación, corredores	100
Escaleras, escaleras mecánicas	150
Vestidores, baños.	150
Almacenes, bodegas.	150
<b>Talleres de ensamble</b>	
Trabajo pesado, montaje de maquinaria pesada	300
Trabajo intermedio, ensamble de motores, ensamble de carrocerías de automóviles	500
Trabajo fino, ensamble de maquinaria electrónica y de oficina	750
Trabajo muy fino, ensamble de instrumentos	1500
<b>Procesos químicos</b>	
Procesos automáticos	100
Plantas de producción que requieren intervención ocasional	150
Áreas generales en el interior de las fábricas	300
Cuartos de control, laboratorios.	500
Industria farmacéutica	500
Inspección	750
Balanceo de colores	1000
Fabricación de llantas de caucho	500
<b>Fábricas de confecciones</b>	
Costura	750
Inspección	1000
Prensado	500
<b>Industria eléctrica</b>	
Fabricación de cables	300
Ensamble de aparatos telefónicos	500
Ensamble de devanados	750
Ensamble de aparatos receptores de radio y TV	1000
Ensamble de elementos de ultra precisión componentes electrónicos	1500
<b>Industria alimenticia</b>	
Áreas generales de trabajo	300
Procesos automáticos	200
Decoración manual, inspección	500
<b>Fundición</b>	
Pozos de fundición	200
Moldeado basto, elaboración basta de machos	300
Moldeo fino, elaboración de machos, inspección	500
<b>Trabajo en vidrio y cerámica</b>	
Zona de hornos	150
Recintos de mezcla, moldeo, conformado y estufas	300
Terminado, esmaltado, envidriado	500
Pintura y decoración	750
Afilado, lentes y cristalería, trabajo fino	1000
<b>Trabajo en hierro y acero</b>	
Plantas de producción que no requieren intervención manual	100
Plantas de producción que requieren intervención ocasional	150

	<b>COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP</b>	<b>CAPITULO III</b>
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	<b>FECHA:</b> ABRIL 2011
	<b>CRITERIOS BÁSICOS DE DISEÑO</b>	<b>PÁGINA:</b> 32 de 41

<b>TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD</b>	<b>NIVELES DE ILUMINANCIA (lx)</b>
Puestos de trabajo permanentes en plantas de producción	300
Plataformas de control e inspección	500
<b>Industria del cuero</b>	
Áreas generales de trabajo	300
Prensado, corte, costura y producción de calzado	750
Clasificación, adaptación y control de calidad	1000
<b>Taller de mecánica y de ajuste</b>	
Trabajo ocasional	200
Trabajo basto en banca y maquinado, soldadura	300
Maquinado y trabajo de media precisión en banco, máquinas generalmente automáticas	500
Maquinado y trabajo fino en banco, máquinas automáticas finas, inspección y ensayos	750
Trabajo muy fino, calibración e inspección de partes pequeñas muy complejas	1500
<b>Talleres de pintura y casetas de rociado</b>	
Inmersión, rociado basto	300
Pintura ordinaria, rociado y terminado	500
Pintura fina, rociado y terminado	750
Retoque y balanceo de colores	1000
<b>Fábricas de papel</b>	
Elaboración de papel y cartón	300
Procesos automáticos	200
Inspección y clasificación	500
<b>Trabajos de impresión y encuadernación de libros</b>	
Recintos con máquinas de impresión	500
Cuartos de composición y lecturas de prueba	750
Pruebas de precisión, retoque y grabado	1000
Reproducción del color e impresión	1500
Grabado con acero y cobre	2000
Encuadernación	500
Decoración y estampado	750
<b>Industria textil</b>	
Rompimiento de la paca, cardado, hilado	300
Giro, embobinamiento, enrollamiento peinado, tintura	500
Balanceo, rotación (conteos finos) entretejido, tejido	750
Costura, desmoteo, inspección	1000
<b>Talleres de madera y fábricas de muebles</b>	
Aserraderos	200
Trabajo en banco y montaje	300
Maquinado de madera	500
Terminado e inspección final	750
<b>Oficinas</b>	
Oficinas de tipo general, mecanografía y computación	500
Oficinas abiertas	750
Oficinas de dibujo	750
Salas de conferencia	500
<b>Hospitales</b>	
<i>Salas</i>	
Iluminación general	100
Examen	300
Lectura	200
Circulación nocturna	5
<i>Salas de examen</i>	
Iluminación general	500




	<b>COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP</b>	<b>CAPITULO III</b>
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	<b>FECHA:</b> ABRIL 2011
	<b>CRITERIOS BÁSICOS DE DISEÑO</b>	<b>PÁGINA:</b> 33 de 41

<b>TIPO DE RECINTO Y ACTIVIDAD</b>	<b>NIVELES DE ILUMINANCIA (lx)</b>
Inspección local	1000
<i>Terapia intensiva</i>	
Cabecera de la cama	50
Observación	300
Estación de enfermería	300
<i>Salas de operación</i>	
Iluminación general	750
Iluminación local	30000
<i>Salas de autopsia</i>	
Iluminación general	750
Iluminación local	10000
<i>Consultorios</i>	
Iluminación general	500
Iluminación local	750
<i>Farmacia y laboratorios</i>	
Iluminación general	400
Iluminación local	750
<b>Almacenes</b>	
<i>Iluminación general:</i>	
En grandes centros comerciales	750
Ubicados en cualquier parte	500
Supermercados	750
<b>Colegios</b>	
<i>Salones de clase</i>	
Iluminación general	500
Tableros para emplear con tizas	500
Elaboración de planos	750
<i>Salas de conferencias</i>	
Iluminación general	500
Tableros	750
Bancos de demostración	750
<i>Laboratorios</i>	500
<i>Salas de arte</i>	500
<i>Talleres</i>	500
<i>Salas de asamblea</i>	200

Referencia: Tabla 22. RETIE 2005.

Tabla A.3.7.1 Niveles típicos de iluminancia aceptados para diferentes áreas, tareas o actividades


	<b>COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP</b>		<b>CAPITULO III</b>
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA		<b>FECHA:</b> ABRIL 2011
	<b>CRITERIOS BÁSICOS DE DISEÑO</b>		<b>PÁGINA:</b> 34 de 41

### ANEXO A.3.8 CÓDIGO DE COLORES PARA CONDUCTORES AISLADOS

SISTEMA	1 $\Phi$	1 $\Phi$	3 $\Phi$ Y	3 $\Phi$ $\Delta$	3 $\Phi$ $\Delta$ -	3 $\Phi$ Y	3 $\Phi$ $\Delta$
<b>TENSIONES NOMINALES</b>	120V	240/120V	208/120V	240V	240/208/120V	480/277V	480V
<b>CONDUCTORES ACTIVOS</b>	1 FASE 2 HILOS	2 FASES 3 HILOS	3 FASES 4 HILOS	3 FASES 3 HILOS	3 FASES 4 HILOS	3 FASES 4 HILOS	3 FASES 3 HILOS
<b>FASES</b>	NEGRO	NEGRO ROJO	AMARILLO AZUL ROJO	NEGRO AZUL ROJO	NEGRO NARANJA AZUL	CAFÉ NARANJA AMARILLO	CAFÉ NARANJA AMARILLO
<b>NEUTRO</b>	BLANCO	BLANCO	BLANCO	NO APLICA	BLANCO	GRIS	NO APLICA
<b>TIERRA DE PROTECCIÓN</b>	DESNUDO O VERDE	DESNUDO O VERDE	DESNUDO O VERDE	DESNUDO O VERDE	DESNUDO O VERDE	DESNUDO O VERDE	DESNUDO O VERDE
<b>TIERRA AISLADA</b>	VERDE AMARILLO	VERDE AMARILLO	VERDE AMARILLO	NO APLICA	VERDE AMARILLO	NO APLICA	NO APLICA

Referencia: Tabla 13. RETIE 2005.

Tabla A.3.8.1 Código de colores para conductores eléctricos

	<b>COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP</b>	<b>CAPITULO III</b>
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	<b>FECHA:</b> ABRIL 2011
	<b>CRITERIOS BÁSICOS DE DISEÑO</b>	<b>PÁGINA:</b> 35 de 41

### **ANEXO A.3.9 Uso de la Plantilla**

- a. Localización de los apoyos en el plano de perfil supone la selección previa de las estructuras que van a utilizarse y de la disposición de los templetos, con base en los diseños mecánicos de los apoyos y en consideraciones económicas.
- b. Al localizar los apoyos en el plano del perfil de la línea deben tenerse en cuenta los puntos obligados y los de deflexión de los alineamientos.
- c. Para localizar los apoyos, la plantilla se coloca en posición vertical, utilizando como guía el eje trazado en ella y colocando la curva del conductor inferior en el sitio de amarre del apoyo inicial.

La curva de distancia a tierra deberá tocar en forma tangente el perfil del terreno en los puntos más cercanos a la curva del conductor inferior. Los puntos en que la curva de pie de apoyos intercepte el perfil del terreno determinan la localización de las estructuras.

Estos puntos deben marcarse en el plano, sobre el cual se dibujan también la curva del conductor inferior y los apoyos.


- d. El procedimiento anterior es exacto para perfiles relativamente planos, cuando existan cruces sobre vías u otros circuitos, y los alineamientos son aproximadamente rectos.

En el caso de ángulos pronunciados de deflexión de los alineamientos, terrenos abruptos y cruces, puede ser necesario determinar, por aproximaciones sucesivas, la altura y localización de los apoyos y mayores distancias al conductor más bajo. Al proceder de esta manera debe tenerse cuidado en no aumentar antieconómicamente el tipo de estructuras diferentes.

Para determinar la altura y localización de los apoyos de altura diferente a la básica, la posición de la plantilla debe ajustarse para obtener la distancia adecuada al conductor más bajo.

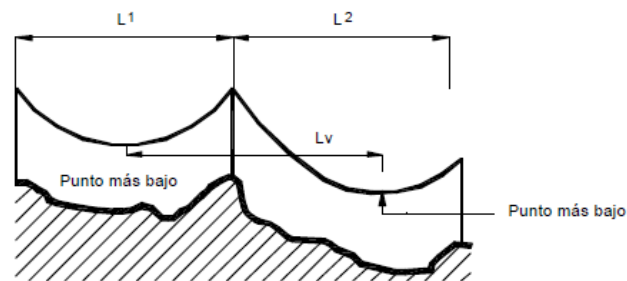
La distancia del terreno al arco trazado con la curva de pie de los apoyos, determina la longitud en que debe ajustarse la longitud del apoyo.

- e. Además de mantener las distancias normalizadas al conductor más bajo, la localización de los apoyos debe eliminar la ocurrencia de esfuerzos de levantamiento y oscilación excesiva de los aisladores de suspensión. La verificación de estas condiciones se efectúa como se ilustra a continuación:

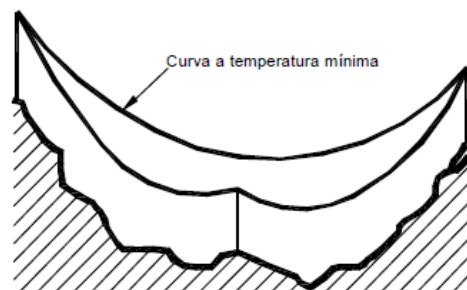
	<b>COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP</b>	<b>CAPITULO III</b>
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	<b>FECHA:</b> ABRIL 2011
	<b>CRITERIOS BÁSICOS DE DISEÑO</b>	<b>PÁGINA:</b> 36 de 41

En la Figura A.3.9.1 en que se presenta un vano inclinado, si al verificar ese vano con la plantilla, se encuentra que el punto más bajo cae más allá del soporte inferior, el conductor en la parte superior del vano ejercerá un esfuerzo hacia arriba en este apoyo. Este esfuerzo es igual al peso del conductor entre el apoyo superior y el punto más bajo en el vano. Para evitar esta condición esfuerzos, es conveniente usar un vano más largo entre apoyos localizados a cada lado de la depresión, teniendo en cuenta el no exceder los esfuerzos permisibles en el conductor y en los elementos del apoyo.

En la Figura A.3.9.1 si la curva para temperatura mínima cae por encima de la estructura intermedia se presentarán esfuerzos de levantamiento en esta estructura. Si por el contrario, la curva de temperatura mínima cae por debajo del punto de amarre del conductor en el apoyo intermedio, no habrá esfuerzos de levantamiento, pero existe la posibilidad de ocurrencia de oscilaciones excesivas de las cadenas de aisladores.




VANO INCLINADO



VERIFICACION DE PLANTILLA

Figura A.3.9.1 Vano inclinado y verificación con la plantilla


	<b>COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP</b>	<b>CAPITULO III</b>
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	<b>FECHA:</b> ABRIL 2011
	<b>CRITERIOS BÁSICOS DE DISEÑO</b>	<b>PÁGINA:</b> 37 de 41

### **ANEXO A.3.10 TRAZADO DE LINEAS. PROGRAMA DE TRABAJO**

Se debe elaborar un programa de trabajo que comprenda todas las actividades que implique el trazado y montaje de la línea, teniendo en cuenta todos los recursos pertinentes para la ejecución de las labores como: suministro de instalaciones, equipos, mano de obra, administración, materiales, transporte, supervisión y todo lo que pueda ser necesario para llevar a cabo de manera satisfactoria las siguientes actividades:

- A. Obtención y procesamiento de la información básica necesaria para iniciar y adelantar los trabajos, tal como planos geográficos y topográficos impresos y digitalizados (estos últimos enmarcados dentro de la tecnología GIS), y normas aplicables sobre trazado y diseño de redes en media y baja tensión.
- B. Reconocimiento en campo de la zona del proyecto para estudio de las rutas posibles del trazado.
- C. Presentación de una localización planimétrica de las rutas propuestas, con una descripción de las ventajas y desventajas de cada alternativa.
- D. Planeamiento de la logística necesaria para la realización de los trabajos de campo.
- E. Señalización en el terreno de los puntos principales y obligados del trazado y definición de los alineamientos entre estos puntos.
- F. Localización y trazado detallado con levantamiento planimétrico y altimétrico del eje de la línea y de todos los obstáculos, detalles, accidentes geográficos, cruces, construcciones comprendidos dentro de la faja de influencia de la línea.
- G. Levantamiento de la información sobre predios y propietarios, con identificación de linderos, cultivos, mejoras, accesos.
- H. Presentación de los trabajos, memorias, informes y planos de trazado y levantamiento topográfico y predial de la ruta de la línea.

El programa de trabajo debe acompañarse de una memoria en que se explique el significado de los signos usados, las actividades consideradas y las subactividades en que se divide cada actividad, con la duración en tiempo asignada a cada una.

	<b>COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP</b>	<b>CAPITULO III</b>
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	<b>FECHA:</b> ABRIL 2011
	<b>CRITERIOS BÁSICOS DE DISEÑO</b>	<b>PÁGINA:</b> 38 de 41

## **ANEXO A.3.11 LEVANTAMIENTO DE LINEAS Y REDES CON GPS<sup>1</sup>**

### **Anexo A.3.11. 1 Introducción**

Cualquier ubicación geográfica, o elemento en ella, puede ser georreferenciada con precisión mediante la ayuda de satélites geoestacionarios y sistemas de información geográfica (GIS).

Para el levantamiento de la información en campo se utilizan generalmente los denominados equipos GPS (Global Positioning System). Con el uso de equipos de topografía GPS se realizan levantamientos topográficos convencionales, y se crean mapas.

Los equipos receptores GPS son la herramienta más reciente para la recolección de datos GIS, manejo de recursos y otras tareas de georeferencia.

El equipo receptor permite nombrar y grabar atributos, archivos o locaciones e instantáneamente almacenar esta información junto con los datos de posición, lo que es beneficioso para los topógrafos, cartógrafos y en general aquellos que trabajan en el campo de los sistemas de información geográfica (GIS).


El equipo GPS puede ser usado, igualmente, para tareas de navegación, indicando en tiempo real la posición (que puede presentarse en sistema local de coordenadas), el rumbo, la velocidad, la distancia y el curso a un punto de destino preestablecido.

### **Anexo A.3.11. 2 Equipos GPS convencionales**

Un sistema convencional para el levantamiento o captura de información relativa a cualidades geográficas, y características asociadas, consiste de manera general en los siguientes elementos:

- ◆ Satélites geoestacionarios GPS
- ◆ Receptor móvil GPS (equipo sensor)
- ◆ Dispositivo de control (estación base o de referencia)
- ◆ Antenas GPS/DGPS que reciben señales de satélites GPS
- ◆ Baterías recargables (Niquel-Cadmio, Litio: para receptor móvil y estación de referencia)
- ◆ Cargador de baterías (a 12V)
- ◆ Interface a PC para receptor
- ◆ Programa de Software para post-proceso

<sup>1</sup> IPSE. Criterios de diseño y Normas. 2002

 <b>ENERTOLIMA</b>	<b>COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP</b>	<b>CAPITULO III</b>
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	<b>FECHA:</b> ABRIL 2011
	<b>CRITERIOS BÁSICOS DE DISEÑO</b>	<b>PÁGINA:</b> 39 de 41

La configuración básica consiste en un equipo sensor (receptor GPS) que, a través del acople de una antena externa, captura las señales procedentes de diversos satélites, procesa la señal localmente y realiza correcciones de pseudodistancia transmitidas a distancia desde la estación de control o base mediante un radiomódem.

Se denomina "pseudodistancia" a la medida tomada directamente por el sensor, sin que la estación de referencia (base) haya realizado la corrección (diferencial) correspondiente. La precisión de la medida tomada depende del número y calidad de la recepción de la señal de los satélites, y de la transmisión y recepción de correcciones de la pseudodistancia por la estación de referencia.

La técnica de corrección diferencial es una técnica efectiva cuando no se requiere una elevada precisión en aplicaciones GIS.

Terminada la toma de datos en campo, el siguiente paso es el post-proceso en un computador personal (PC), en el cual los puntos, líneas, áreas pregrabados con los atributos asociados, presentes en el plano de campo, se exportan al sistema GIS de la oficina, para su análisis, edición e impresión.


En un sistema convencional, la precisión en campo es superior a 15 metros, y una vez se hace la corrección y se realiza el post proceso se pueden obtener precisiones inferiores a 1 metro.

El programa de post proceso resulta tan importante como el instrumento receptor para garantizar un trabajo preciso y eficiente. El programa generalmente puede estar constituido por los siguientes componentes básicos: configuración, planificación, gestión de proyectos, tratamiento de datos, y visualización y edición.

Los GPS se pueden configurar para que trabajen en coordenadas planas locales, altura sobre el nivel medio del mar. Además de la posición, también en tareas de navegación (y en replanteos) se podrá obtener información sobre el rumbo, la velocidad, la distancia y el curso a los puntos de destino.

El software generalmente permite características como:

- Capacidad para usarse con receptores GPS
- Opción de vista de posición de satélites
- Posibilidad de creación de nuevos proyectos y apertura de proyectos existentes
- Selección de archivo de atributos
- Visualización de coordenadas
- Despliegue de cambio de coordenadas

	<b>COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP</b>	<b>CAPITULO III</b>
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	<b>FECHA:</b> ABRIL 2011
	<b>CRITERIOS BÁSICOS DE DISEÑO</b>	<b>PÁGINA:</b> 40 de 41

- Colección de datos gráficos
- Grabación manual de posiciones y datos
- Grabación automática de posiciones por intervalo de tiempo y distancia
- Cálculo de distancias y Azimut entre puntos
- Cálculo de áreas y perímetros
- Cálculo de longitud de líneas

Un sistema GPS convencional presenta los siguientes inconvenientes:

- La precisión de la toma de datos incluso en post proceso es limitada.
- Generalmente se tiene una estación base (o de referencia) que presenta inconvenientes como la coordinación para su encendido y apagado, cortes de energía y apagados involuntarios que hacen perder el trabajo de campo
- Requieren post-proceso, con la posibilidad de pérdida de información
- El replanteo de puntos, es decir la capacidad de encontrar los puntos levantados en campo, está sujeta a error por la precisión limitada en la toma de los mismos
- Inconvenientes en la cobertura por la necesidad de trasladar la estación base, y el personal, al punto de referencia (IGAC), con sobre costos y pérdida de tiempo

### **Anexo A.3.11. 3 Receptores GPS en tiempo real**


Son equipos para aplicaciones GIS mejorados en relación a los citados equipos convencionales.

El sistema receptor GPS de precisión con corrección en tiempo real se comporta como un GIS en campo y permite hacer una colección de datos más precisa y eficiente. Permite mantener una base de datos espaciales para gran cantidad de aplicaciones. El sistema permite mapear cualquier tipo de objeto que requiera puntos, líneas y áreas rápida y precisamente. El software permite la captura de atributos en un formato compatible con la base de datos GIS.

Datos precisos de posición son un elemento crítico en la recolección de datos GIS. En los sistemas con corrección diferencial de señales en tiempo real se pueden obtener precisiones en la posición hasta de un metro, en las más extremas condiciones, bajo árboles o terrenos montañosos. Estos sistemas disponen de un computador de bolsillo o un colector de datos robusto para trabajar en ambientes rudos, que permite que una pantalla con luz puede ser vista bajo cualquier condición desde pleno sol hasta la más completa oscuridad.

En sistemas de corrección diferencial en tiempo real se tienen las siguientes características:



	<b>COMPAÑÍA ENERGÉTICA DEL TOLIMA S.A ESP</b>	<b>CAPITULO III</b>
	CRITERIOS DE DISEÑO Y NORMAS PARA CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES DE DISTRIBUCIÓN Y USO FINAL DE LA ENERGÍA	<b>FECHA:</b> ABRIL 2011
	<b>CRITERIOS BÁSICOS DE DISEÑO</b>	<b>PÁGINA:</b> 41 de 41

- Precisión de un metro en tiempo real con corrección diferencial por satélite
- Capacidades de navegación que permiten la fácil relocalización de objetos
- Software que proporciona una base de datos GIS actualizable, que pueden ser transportados al campo para su verificación y actualización
- Almacenaje de datos GIS en un formato estándar y compatible con otros sistemas
- Sistema de capas múltiples para mapas vectoriales e imágenes, que incluye fotografías aéreas e imágenes satelitales
- Capacidad para crear y almacenar datos definidos por el usuario, compatibles con sus bases de datos GIS
- Se pueden hacer correcciones en tiempo real mediante el formato RTCM que es estándar para correcciones DGPS en tiempo real.
- Con una opción de software se pueden programar las sesiones. El software permite la transformación de coordenadas planas a geodésicas y viceversa; y de los diferentes orígenes.
- Se pueden seleccionar el tipo de variación magnética deseada, con un rumbo definido por el usuario, la dirección norte geográfica o dirección norte magnética.
- Permite hacer navegación programando rutas de mapeo.
- Se tiene la capacidad de crear diccionarios de datos propios con los atributos que se estime convenientes.
- Estos equipos deben soportar los más populares programas para GIS o CAD y debe ofrecer compatibilidades para trabajar con receptores GPS de otras marcas.
- Precisiones de hasta dos (2) metros permiten su uso en mapeo e inventarios cartográficos, forestales, urbanos; se pueden realizar mapeos de tenencia de tierras, manejo de recursos naturales, creación de mapas automáticos, y exploración de minerales, petróleo y gas.
- El software GIS permite que en campo se pueda disponer del mapa de la zona que se va a trabajar, o se podrá importar la imagen de satélite o fotografía aérea para ser complementada en campo. Algunos modelos utilizan un computador de bolsillo.
- La precisión depende de varios factores como el número y geometría de los satélites, la geometría de la constelación, el tiempo de observación, la efemérides, y las condiciones ionosféricas.

Para aplicaciones especiales y para largos períodos de registro de datos es posible conectar el receptor móvil (sensor) de manera directa a un computador personal (PC) que disponga del software especial; en tales condiciones el PC se comporta exactamente que una estación de referencia (o dispositivo del control).