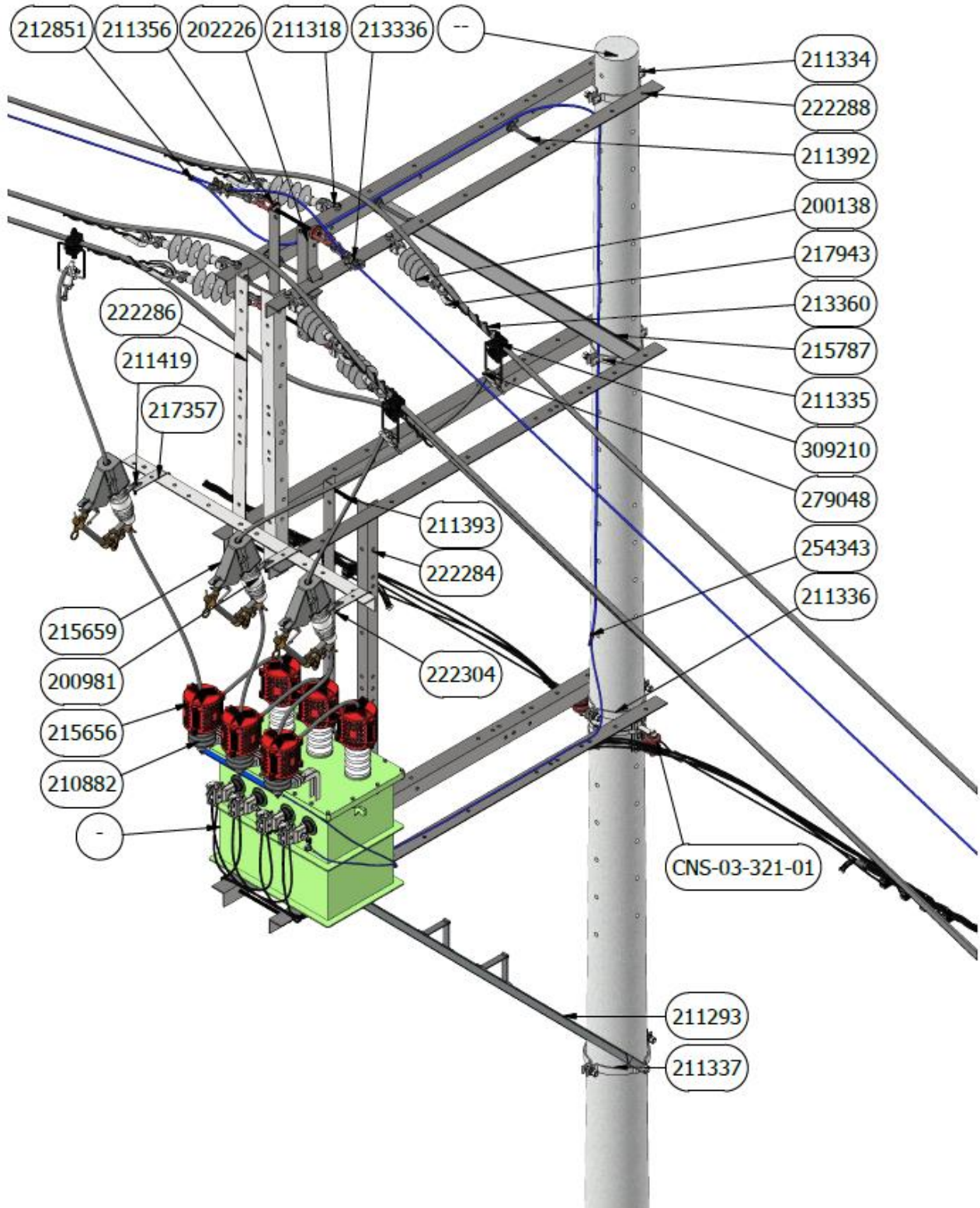




1. MONTAJE A: ESTRUCTURA DE UN SOLO NIVEL 13.2 KV



ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: MARZO 2025	VERSIÓN: 0	PÁGINA 1
--------------------	-------------------	--	------------------------------------	---------------	-------------



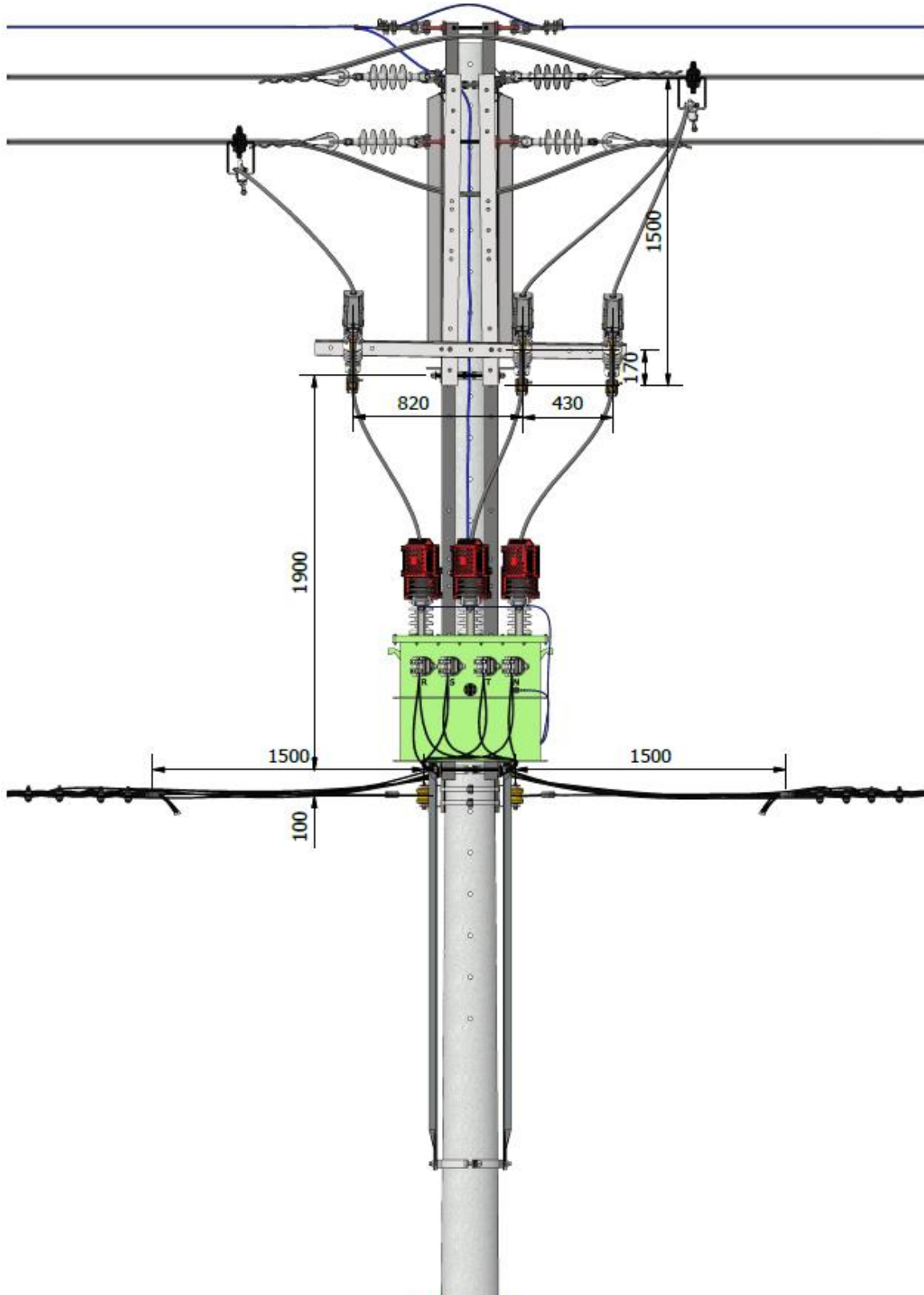
Grupo-epm

CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.

CAPÍTULO 4

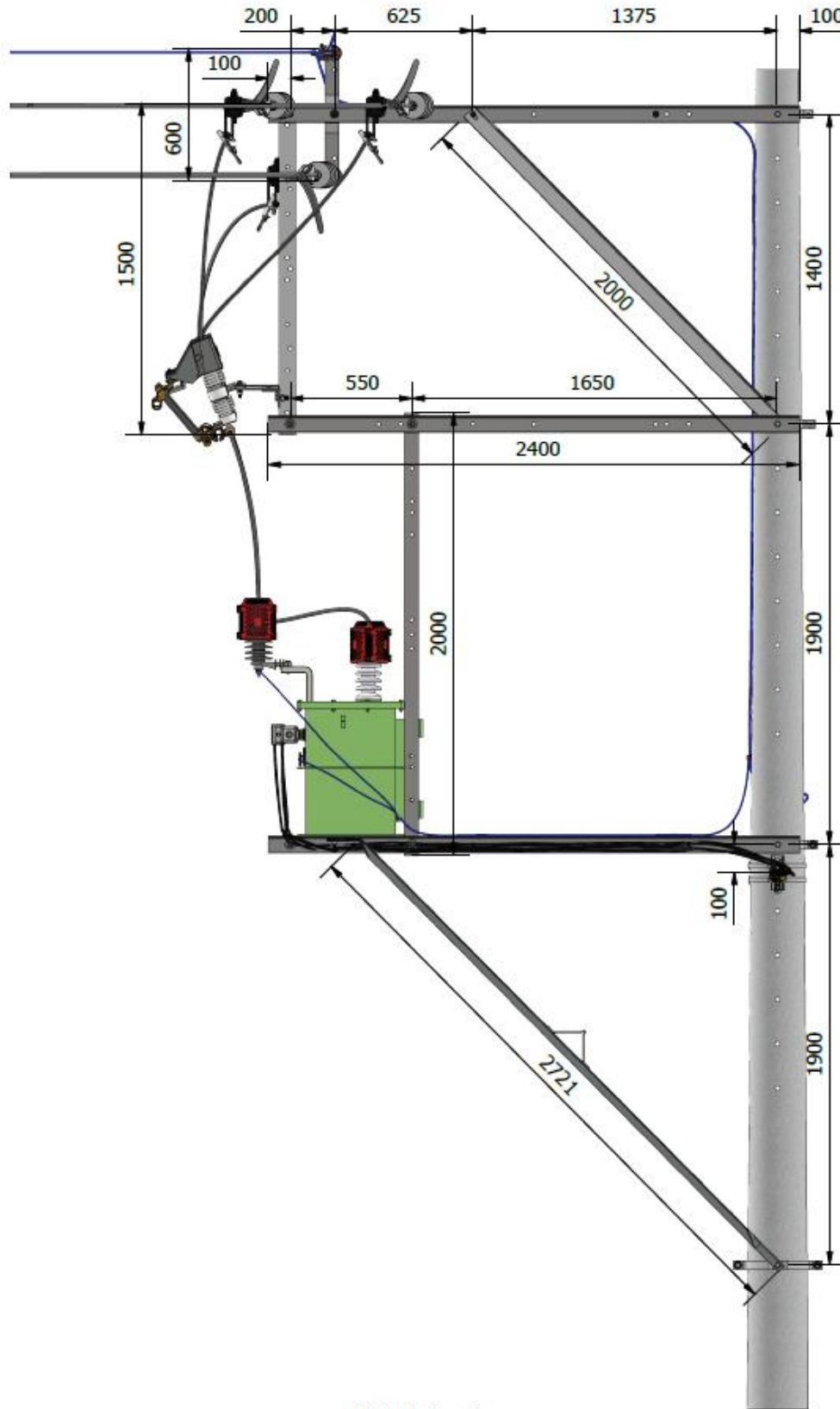
MONTAJE DE TRANSFORMADOR EN BANDERA

CNS-04-714-01



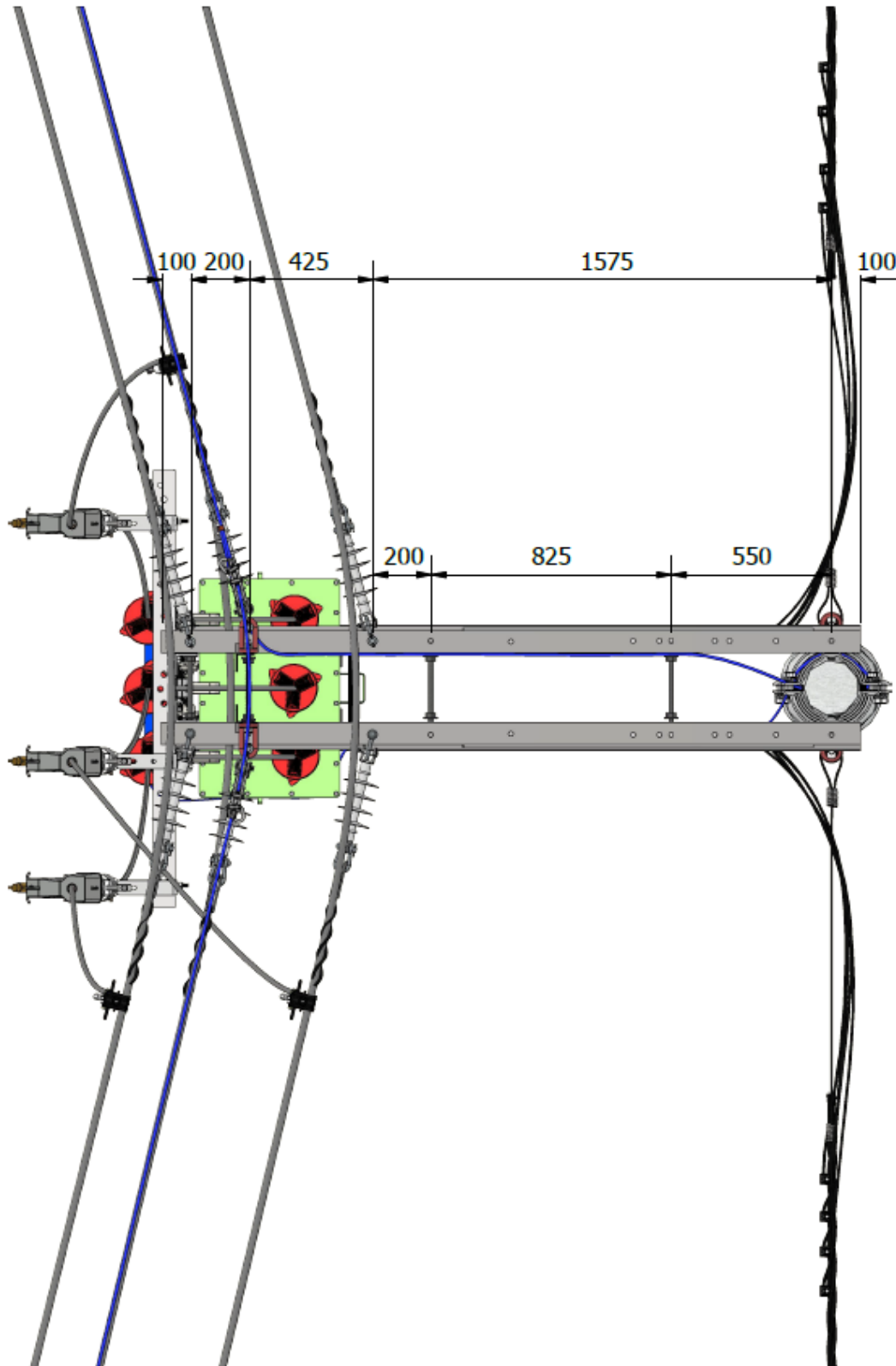
Vista frontal

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: MARZO 2025	VERSIÓN: 0	PÁGINA 2
--------------------	-------------------	--	------------------------------------	---------------	-------------



Vista Lateral

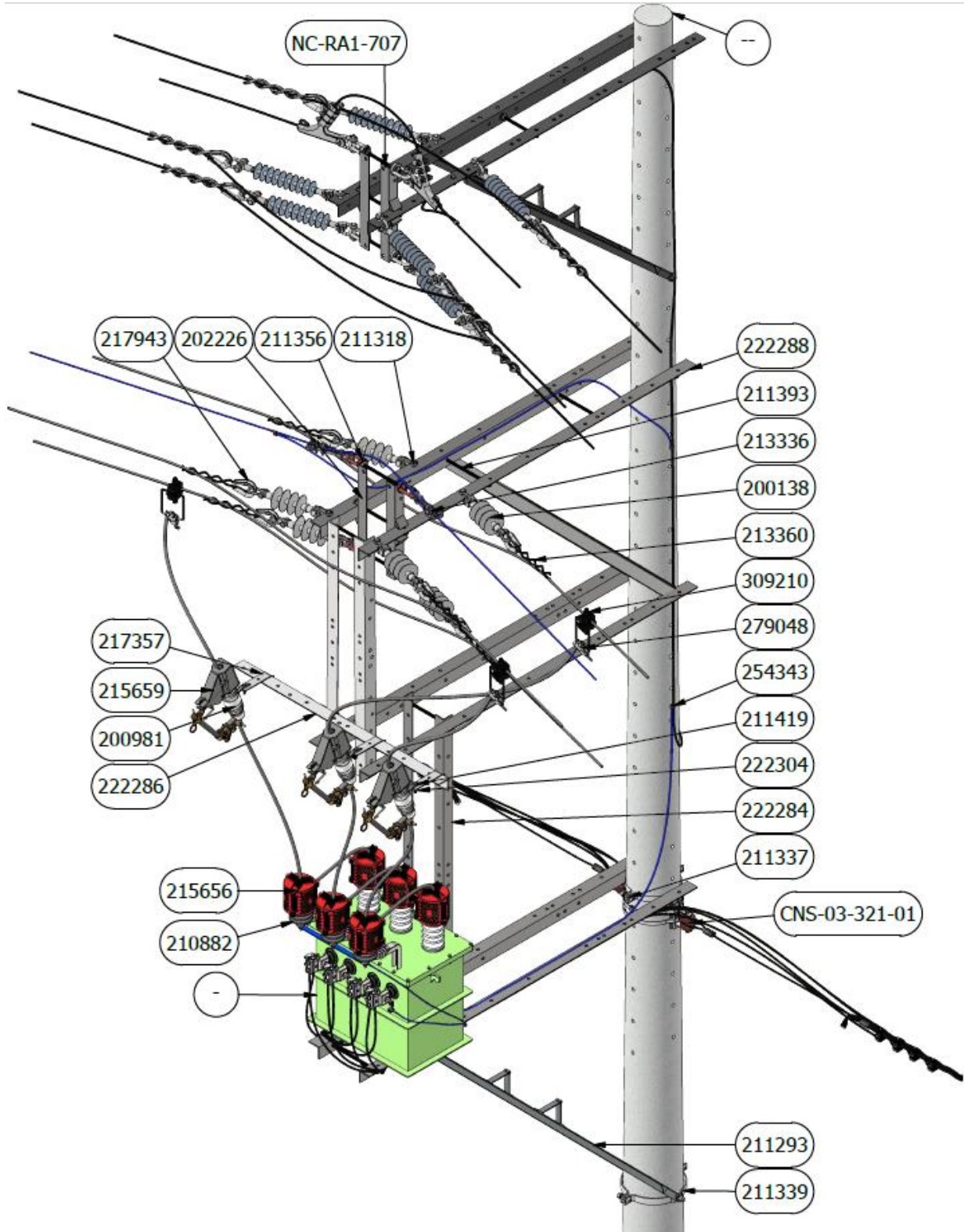
ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: MARZO 2025	VERSIÓN: 0	PÁGINA 3
--------------------	-------------------	--	------------------------------------	---------------	-------------



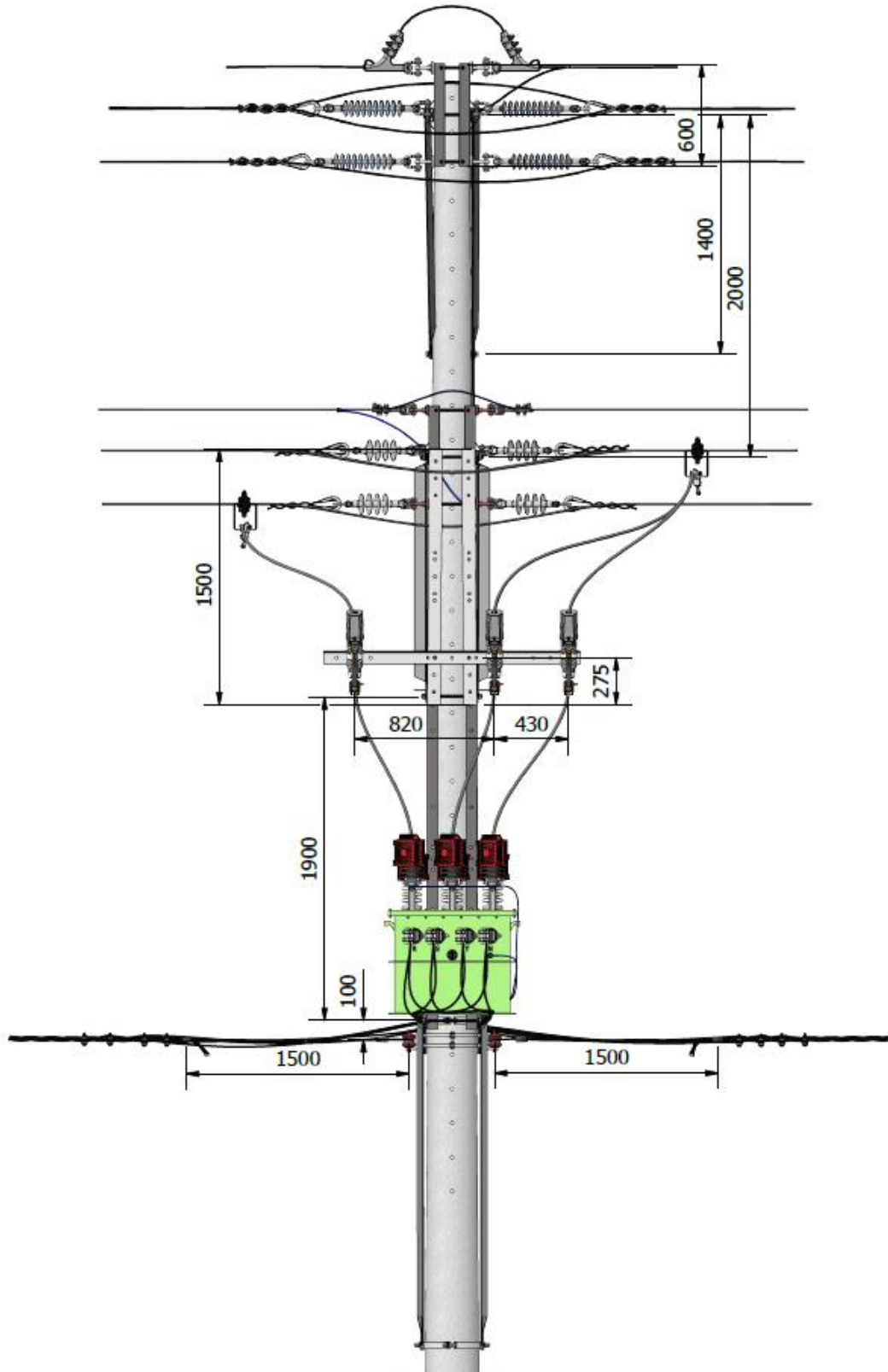
Vista Superior

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: MARZO 2025	VERSIÓN: 0	PÁGINA 4
--------------------	-------------------	--	------------------------------------	---------------	-------------

2. MONTAJE B: ESTRUCTURA DOBLE NIVEL 34.5 KV - 13.2 KV

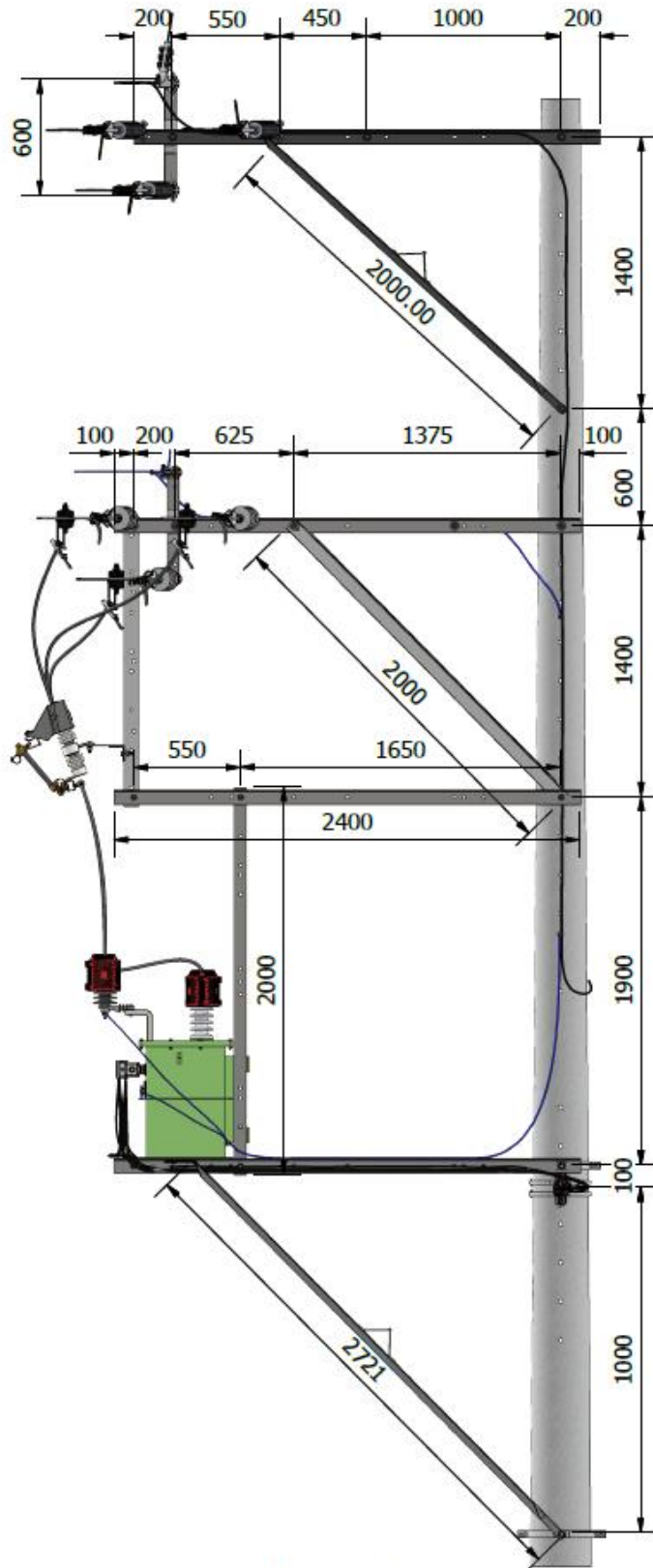


ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: MARZO 2025	VERSIÓN: 0	PÁGINA 5
--------------------	-------------------	--	------------------------------------	---------------	-------------



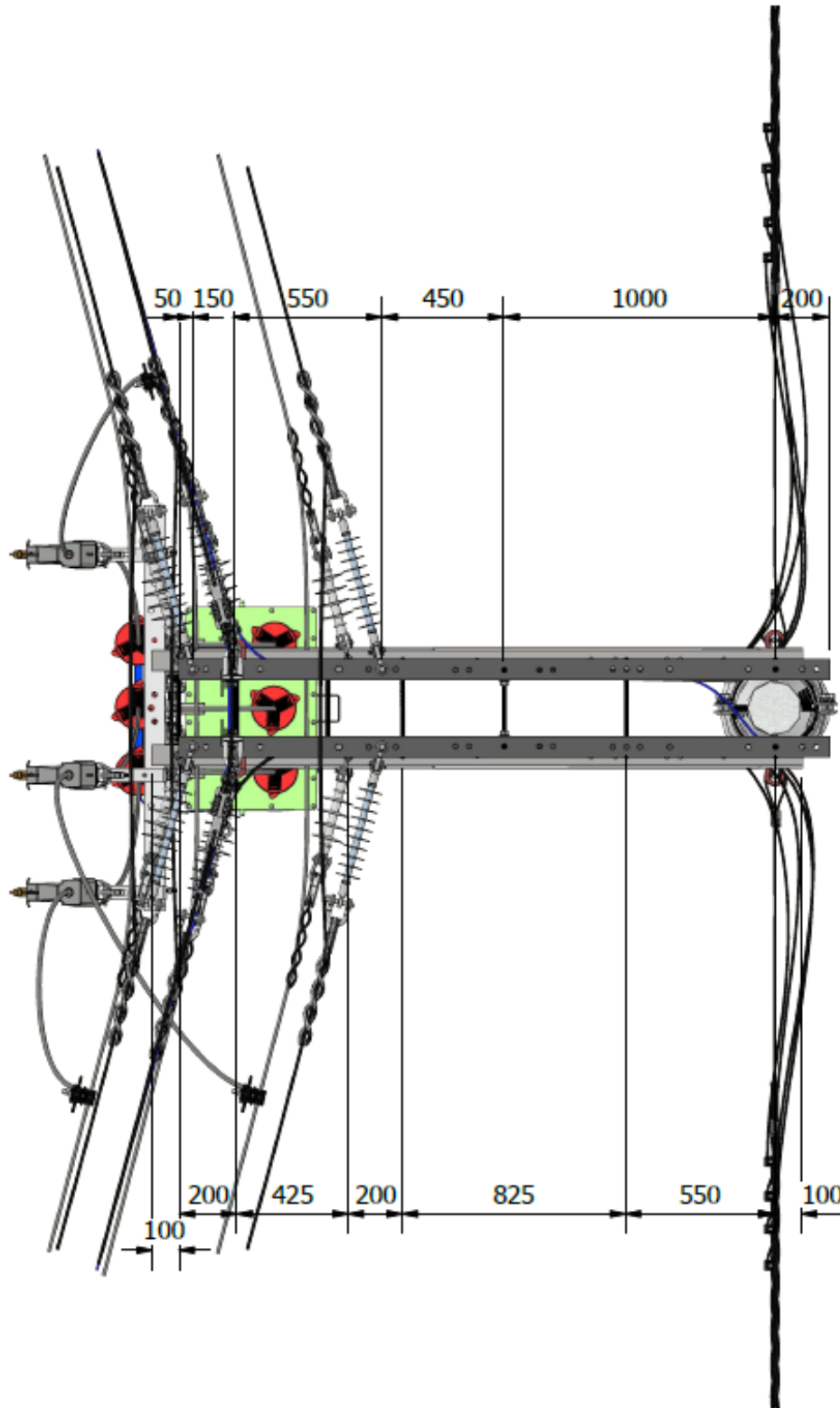
Vista frontal

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: MARZO 2025	VERSIÓN: 0	PÁGINA 6
--------------------	-------------------	--	------------------------------------	---------------	-------------



Vista lateral

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: MARZO 2025	VERSIÓN: 0	PÁGINA 7
--------------------	-------------------	--	------------------------------------	---------------	-------------



Vista superior

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: MARZO 2025	VERSIÓN: 0	PÁGINA 8
--------------------	-------------------	--	------------------------------------	---------------	-------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
	CAPÍTULO 4	MONTAJE DE TRANSFORMADOR EN BANDERA

CNS-04-714-01

3. LISTADO DE MATERIALES

En la Tabla 1 se muestran los materiales y cantidades para el montaje de las estructuras mostradas en los apartados 1 y 2.

Para ambos montajes, los materiales asociados a la estructura en baja tensión deben ser consultados en la norma constructiva *CNS-03-321-01 ESTRUCTURA TRENZADA FINAL DE CIRCUITO*, esta puede ser encontrada en la página WEB de CENS. La cantidad de conectores de perforación estará sujeta al diseño de los circuitos de baja tensión conectados al transformador.

Para el montaje en 2 niveles de tensión, los materiales asociados a la estructura en 34.5 kV deben ser consultados en la norma constructiva *NC-RA1-707 Norma de construcción red aérea nivel de tensión 44kV, 34.5kV y 33kV compacta. configuración retención con cruceta de 2400 mm*, esta puede ser encontrada en la página WEB de CENS. En ningún caso la configuración de la red podrá ser diferente a compacta.

CÓDIGO JDE	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	UNIDAD	CANTIDAD POR MONTAJE	
			a	b
--	POSTE DE CONCRETO 12 METROS (1)	UN	1	
--	POSTE DE CONCRETO 14 METROS (1)	UN		1
ESTRUCTURA EN BANDERA COMPACTA CON CRUCETA DE 2400MM PARA NIVEL DE TENSIÓN 13.2 KV				
222288	CRUCETA METÁLICA 2400MM 2 1/2" X 2 1/2" X 1/4"	UN	2	2
202226	CRUCETA METÁLICA RETENCIÓN 600MM 2 1/2" X 2 1/2" X 1/4" RED COMPACTA	UN	2	2
215787	DIAGONAL METÁLICA RECTA 2"X2"X1/4" 2000MM	UN	2	2
211334	COLLARÍN 200MM (8") DOS SALIDAS	UN	1	
211335	COLLARÍN 220MM (9") DOS SALIDAS	UN	1	
211393	ESPARRAGO 5/8" X 14" GALVANIZADO CON TUERCA Y ARANDELA	UN	6	8
211318	ESLABÓN EN U (GRILLETE) 5/8" FORJADO GALVANIZADO	UN	14	14
200138	AISLADOR SUSPENSIÓN POLIMÉRICO 15KV ANSI C29.13 CLASE DS-15 CLEVIS-LENGÜETA	UN	6	6
217943	GUARDACABO ACERO GALVANIZADO 3/4"	UN	6	6
213360	GRAPA PREFORMADA ALEACIÓN DE ALUMINIO 312.8KCMIL 15KV CABLE CUBIERTO	UN	6	6
211356	TUERCA DE OJO ALARGADA ACERO GALVANIZADO 5/8"	UN	4	4
213336	GRAPA DE RETENCIÓN ALUMINIO RECTA 2/0AWG-266.8KCMIL (2)	UN	2	2
212851	CONECTOR COMPRESIÓN TIPO H ALUMINIO 2/0AWG A 2/0AWG	UN	1	2
MONTAJE DE TRANSFORMADOR EN BANDERA				
-	TRANSFORMADOR DE DISTRIBUCIÓN (3)	UN	1	1
222288	CRUCETA METÁLICA 2400MM 2 1/2" X 2 1/2" X 1/4"	UN	4	4
222284	CRUCETA METÁLICA 2000MM 2 1/2" X 2 1/2" X 1/4"	UN	2	2

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: MARZO 2025	VERSIÓN: 0	PÁGINA 9
--------------------	-------------------	--	------------------------------------	---------------	-------------

CÓDIGO JDE	DESCRIPCIÓN TÉCNICA	UNIDAD	CANTIDAD POR MONTAJE	
			a	b
222286	CRUCETA METÁLICA 1500MM 2 1/2" X 2 1/2" X 3/16"	UN	3	3
211293	DIAGONAL METÁLICA RECTA 2" X 2" X 1/4" 3600MM	UN	2	2
309210	CONECTOR PERFORACIÓN AISLAMIENTO 1/0AWG-266.8KCMIL A ESTRIBO 1/0AWG 15KV PARA CABLE CUBIERTO	UN	3	3
279048	CONECTOR TRANSVERSAL (LÍNEA VIVA) COBRE ESTAÑADO 4/0AWG-266.8KCMIL A 4AWG-266.8KCMIL	UN	3	3
211336	COLLARÍN 250MM (10") DOS SALIDAS	UN	1	
211337	COLLARÍN 280MM (11") DOS SALIDAS	UN	1	1
211339	COLLARÍN 330MM (13") DOS SALIDAS	UN		1
211393	ESPARRAGO 5/8" X 14" GALVANIZADO CON TUERCA Y ARANDELA	UN	5	5
211419	TORNILLO DE MAQUINA HEXAGONAL ACERO GALVANIZADO 1/2" X 2"	UN	14	14
222304	TUERCA HEXAGONAL ACERO GALVANIZADO 1/2" X 7/16"	UN	14	14
217357	HERRAJE DE SOPORTE TIPO L ESPESOR 3/8" PARA CORTACIRCUITO Y DPS EN LÍNEA	UN	3	3
200981	CORTACIRCUITO MONOPOLAR 100A 15KV 12KA	UN	3	3
210882	DPS UR 15KV UC 10KA DISTRIBUCION POLIMÉRICO OXIDO DE ZINC	UN	3	3
215656	CUBIERTA FAUNA PARA BUJE PEQUEÑO DIÁMETRO NÚCLEO MÁXIMO 60MM DIÁMETRO FALDA MÁXIMO 110MM ALTURA MÍNIMA 90MM ACCESO LATERAL Y SUPERIOR	UN	6	6
215659	CUBIERTA FAUNA PARA CORTACIRCUITOS 15KV	UN	3	3
254343	CONECTOR COMPRESIÓN TIPO H ALUMINIO 2/0AWG A 1/0AWG	UN	1	1
MATERIALES OPCIONALES				
217322	GRAPA DE RETENCIÓN ACERO TIPO PISTOLA PARA MENSAJERO 3/8" (2)	UN	2	2

Tabla 1. Listado de materiales

Nota:

Montaje a: Un solo nivel 13.2 kV.

Montaje b: Doble nivel 34.5 kV-13.2 kV.

- 1) La altura del poste se determinará según el tipo de montaje. Para montajes de un solo nivel, se deberá instalar un poste mínimo de 12 metros, mientras que, para montajes de doble nivel, la altura mínima requerida será de 14 metros. En caso de que se requiriera la instalación de bayoneta para cable de guarda el poste deberá sustituirse por uno de 16 metros. La capacidad del poste estará dada por el análisis mecánico presentado en el numeral 4 de la presente norma.
- 2) El montaje del mensajero para la red de 13.2 kV podrá realizarse con grapas tipo pistola utilizando la referencia indicada en la tabla y las cantidades con (*).
- 3) El tipo de conexión y la capacidad del transformador de distribución puede variar según lo

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: MARZO 2025	VERSIÓN: 0	PÁGINA 10
--------------------	-------------------	--	------------------------------------	---------------	--------------

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 4	MONTAJE DE TRANSFORMADOR EN BANDERA	CNS-04-714-01

- requerido, no se permite la instalación de capacidades superiores a 75 kVA, toda excepción debe ser revisada y aprobada por CENS.
- 4) Las cantidades de montaje para el transformador en bandera y la red de baja tensión mostradas hacen referencia a una conexión trifásica y pueden diferir para una conexión monofásica o bifásica. Se deben ajustar cantidades según la conexión utilizada.
 - 5) En caso de requerir el reemplazo algún material de la Tabla 1, el nuevo material deberá cumplir, como mínimo, con las mismas características técnicas del elemento sustituido.

4. ANALISIS MECÁNICO

4.1. Premisas

La instalación de esta estructura se estandariza para zonas urbanas con poco espacio en andén donde no sea posible el cumplimiento de distancias de seguridad con una instalación convencional.

La presente norma se sustenta teóricamente en el documento GM-12 Guía metodológica: cálculos mecánicos de estructuras y elementos de sujeción Grupo EPM y sus anexos. Es aplicable a todas las condiciones climáticas y meteorológicas encontradas en las áreas de influencia del Grupo EPM en Colombia. La norma ha sido elaborada con base en las condiciones de clima cálido, altitudes hasta 1000 msnm y velocidad de viento máxima de 100 km/hora, siendo estas las condiciones más desfavorables para el diseño de las estructuras. No obstante, no limita al diseñador de la red para evaluar otras condiciones particulares por medio de la metodología definida en el documento GM-12.

La estructura esta evaluada mecánicamente para condición normal de hipótesis de carga (conductores y cable de guarda sanos en condición de viento máximo) y evaluada en condición anormal de hipótesis de carga (un conductor de fase roto y los demás sanos). Para el análisis se usó cable AAAC 312.8kcmil Butte monopolar cubierto para 13.2 kV y cable AAAC 394.5kcmil Canton monopolar cubierto para 34.5 kV.

La altura de los postes dependerá de la configuración requerida. Para redes de un solo nivel de 13.2 kV se usarán postes de 12 metros y para redes doble nivel 34.5 kV/13.2 kV se usarán postes de 14 metros.

Las tablas que se muestran a continuación por transformador representan los vanos máximos permitidos para cada estructura teniendo en cuenta su ángulo y capacidad del poste. El análisis mecánico de los postes considera un 10% adicional sobre la capacidad de estos, para tener en cuenta la instalación de infraestructura de telecomunicaciones. Estos valores se establecen como referencia y no eximen al diseñador de realizar la validación mecánica correspondiente.

Para el análisis mecánico se utilizaron postes de concreto con capacidades desde 1050 kgf a 2000 kgf, así mismo, para el transformador se tomaron los valores mostrados en la tabla 2.

Transformador [kVA]	Conexión	Peso [Kg]
5	Monofásico	85

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: MARZO 2025	VERSIÓN: 0	PÁGINA 11
--------------------	-------------------	--	------------------------------------	---------------	--------------

Transformador [kVA]	Conexión	Peso [Kg]
10	Monofásico	115
15	Monofásico	146
15	Trifásico	165
25	Monofásico	219
30	Trifásico	270
37,5	Monofásico	290
45	Trifásico	363
50	Monofásico	390
75	Monofásico	410
75	Trifásico	522

Tabla 2. Valores de referencia para transformadores de distribución

Toda vez que se presenten valores y condiciones diferentes a la mencionadas se deberá realizar el cálculo mecánico de forma específica.

4.2. Vano viento máximo por estructura con transformador de 5 kVA monofásico

Ángulos [°]	Vanos máximos según capacidad de poste [m]					
	Montaje a: Un solo nivel 13.2 kV			Montaje b: Doble nivel 34.5 kV-13.2 kV		
	1050 kgf	1350 kgf	1500 kgf	1050 kgf	1350 kgf	1500 kgf
0	70(1)	70(1)	70(1)	54	70(1)	70(1)
0.5	70(1)	70(1)	70(1)	49	70(1)	70(1)
1	70(1)	70(1)	70(1)	44	67	70(1)
1.5	70(1)	70(1)	70(1)	39	62	70(1)
2	70(1)	70(1)	70(1)	34	57	68
2.5	70(1)	70(1)	70(1)	---	52	63
3	70(1)	70(1)	70(1)	---	46	58
3.5	70(1)	70(1)	70(1)	---	41	53
4	70(1)	70(1)	70(1)	---	36	48
4.5	66	70(1)	70(1)	---	31	43
5	60	70(1)	70(1)	---	---	38
5.5	54	70(1)	70(1)	---	---	32
6	47	70(1)	70(1)	---	---	27
6.5	41	70(1)	70(1)	---	---	---
7	34	70(1)	70(1)	---	---	---
7.5	---	70(1)	70(1)	---	---	---
8	---	70(1)	70(1)	---	---	---
8.5	---	69	70(1)	---	---	---
9	---	62	70(1)	---	---	---

Ángulos [°]	Vanos máximos según capacidad de poste [m]					
	Montaje a: Un solo nivel 13.2 kV			Montaje b: Doble nivel 34.5 kV-13.2 kV		
	1050 kgf	1350 kgf	1500 kgf	1050 kgf	1350 kgf	1500 kgf
9.5	---	56	70(1)	---	---	---
10	---	50	70(1)	---	---	---
10.5	---	43	70	---	---	---
11	---	37	64	---	---	---
11.5	---	31	57	---	---	---
12	---	---	51	---	---	---
12.5	---	---	45	---	---	---
13	---	---	38	---	---	---
13.5	---	---	32	---	---	---

Nota:

- 1) El vano máximo permitido en zona urbana es de 70 metros.
- 2) La altura del poste se determinará según el tipo de montaje. Para montajes de un solo nivel, se deberá instalar un poste mínimo de 12 metros, mientras que, para montajes de doble nivel, la altura mínima requerida será de 14 metros.



Figura 1. Curva de utilización transformador monofásico de 5kVA

4.3. Vano viento máximo por estructura con transformador de 10 kVA monofásico

Ángulos [°]	Vanos máximos según capacidad de poste [m]					
	Montaje a: Un solo nivel 13.2 kV			Montaje b: Doble nivel 34.5 kV-13.2 kV		
	1050 kgf	1350 kgf	1500 kgf	1050 kgf	1350 kgf	1500 kgf
0	70(1)	70(1)	70(1)	53	70(1)	70(1)
0.5	70(1)	70(1)	70(1)	47	70	70(1)
1	70(1)	70(1)	70(1)	42	65	70(1)
1.5	70(1)	70(1)	70(1)	37	60	66
2	70(1)	70(1)	70(1)	32	55	61
2.5	70(1)	70(1)	70(1)	---	50	56
3	70(1)	70(1)	70(1)	---	44	51
3.5	70(1)	70(1)	70(1)	---	39	46
4	67	70(1)	70(1)	---	34	41
4.5	60	70(1)	70(1)	---	29	36
5	54	70(1)	70(1)	---	---	31
5.5	47	70(1)	70(1)	---	---	---
6	41	70(1)	70(1)	---	---	---
6.5	35	70(1)	70(1)	---	---	---
7	---	70(1)	70(1)	---	---	---
7.5	---	70(1)	70(1)	---	---	---
8	---	69	70(1)	---	---	---
8.5	---	62	70(1)	---	---	---
9	---	56	70(1)	---	---	---
9.5	---	50	70(1)	---	---	---
10	---	43	70	---	---	---
10.5	---	37	64	---	---	---
11	---	31	57	---	---	---
11.5	---	---	51	---	---	---
12	---	---	45	---	---	---
12.5	---	---	38	---	---	---
13	---	---	32	---	---	---

Nota:

- 1) El vano máximo permitido en zona urbana es de 70 metros.
- 2) La altura del poste se determinará según el tipo de montaje. Para montajes de un solo nivel, se deberá instalar un poste mínimo de 12 metros, mientras que, para montajes de doble nivel, la altura mínima requerida será de 14 metros.

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: MARZO 2025	VERSIÓN: 0	PÁGINA 14
--------------------	-------------------	--	------------------------------------	---------------	--------------

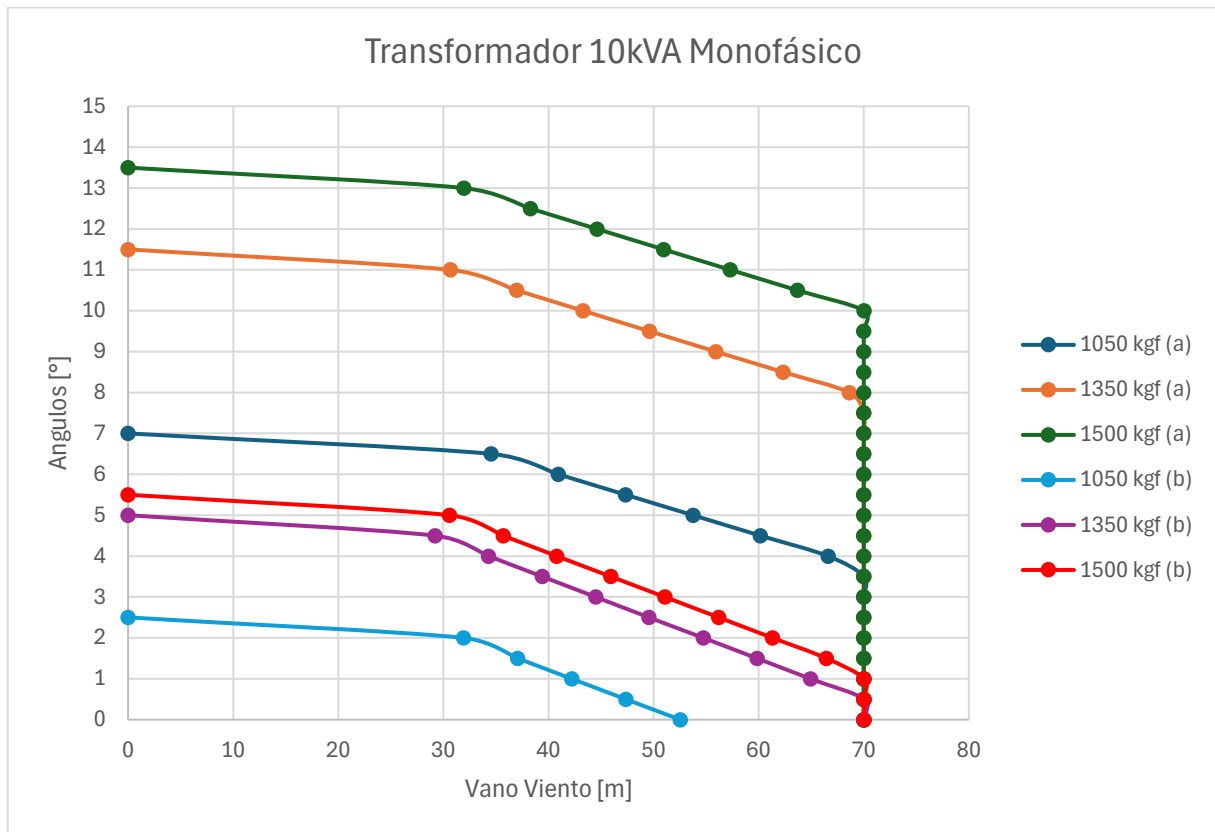


Figura 2. Curva de utilización transformador monofásico de 10kVA

4.4. Vano viento máximo por estructura con transformador de 15 kVA monofásico

Ángulos [°]	Vanos máximos según capacidad de poste [m]					
	Montaje a: Un solo nivel 13.2 kV			Montaje b: Doble nivel 34.5 kV-13.2 kV		
	1050 kgf	1350 kgf	1500 kgf	1050 kgf	1350 kgf	1500 kgf
0	70(1)	70(1)	70(1)	51	70(1)	70(1)
0.5	70(1)	70(1)	70(1)	46	68	70(1)
1	70(1)	70(1)	70(1)	40	63	70(1)
1.5	70(1)	70(1)	70(1)	35	58	70
2	70(1)	70(1)	70(1)	30	53	65
2.5	70(1)	70(1)	70(1)	---	48	59
3	70(1)	70(1)	70(1)	---	43	54
3.5	67	70(1)	70(1)	---	38	49
4	61	70(1)	70(1)	---	32	44
4.5	54	70(1)	70(1)	---	---	39
5	48	70(1)	70(1)	---	---	34
5.5	41	70(1)	70(1)	---	---	---
6	35	70(1)	70(1)	---	---	---

Ángulos [°]	Vanos máximos según capacidad de poste [m]					
	Montaje a: Un solo nivel 13.2 kV			Montaje b: Doble nivel 34.5 kV-13.2 kV		
	1050 kgf	1350 kgf	1500 kgf	1050 kgf	1350 kgf	1500 kgf
6.5	---	70(1)	70(1)	---	---	---
7	---	70(1)	70(1)	---	---	---
7.5	---	69	70(1)	---	---	---
8	---	63	70(1)	---	---	---
8.5	---	56	70(1)	---	---	---
9	---	50	70(1)	---	---	---
9.5	---	44	70	---	---	---
10	---	37	64	---	---	---
10.5	---	31	58	---	---	---
11	---	---	51	---	---	---
11.5	---	---	45	---	---	---
12	---	---	39	---	---	---
12.5	---	---	32	---	---	---

Nota:

- 1) El vano máximo permitido en zona urbana es de 70 metros.
- 2) La altura del poste se determinará según el tipo de montaje. Para montajes de un solo nivel, se deberá instalar un poste mínimo de 12 metros, mientras que, para montajes de doble nivel, la altura mínima requerida será de 14 metros.

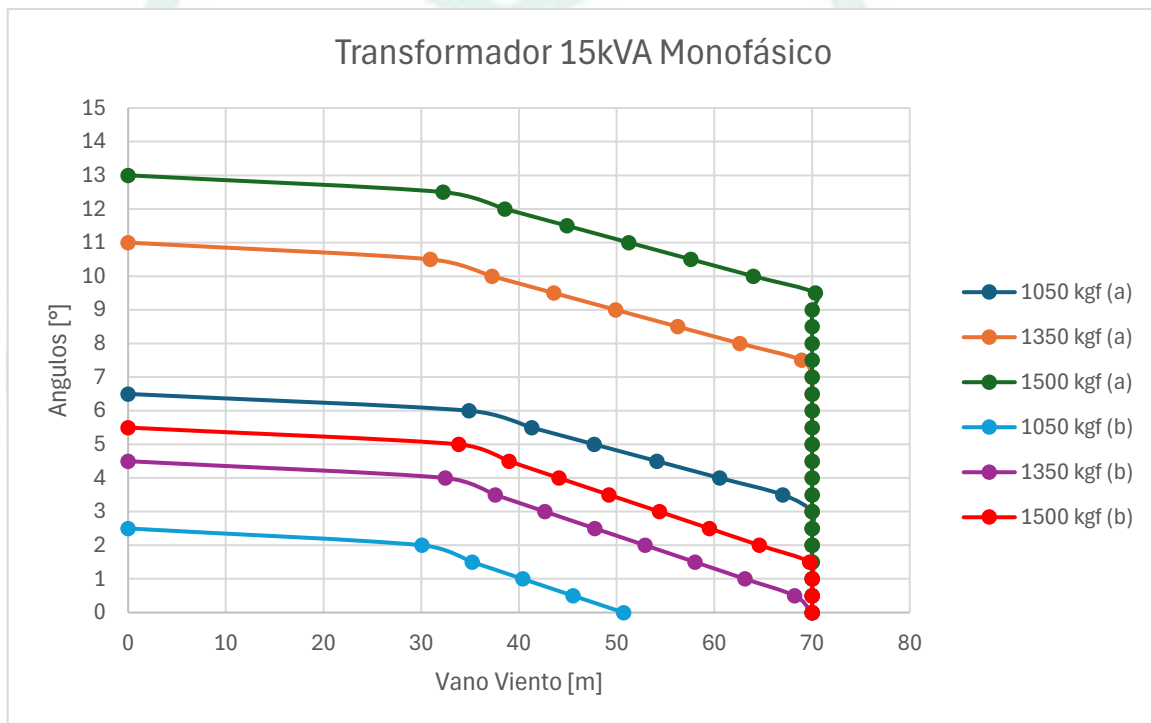


Figura 3. Curva de utilización transformador monofásico de 15kVA

4.5. Vano viento máximo por estructura con transformador de 15 kVA trifásico

Ángulos [°]	Vanos máximos según capacidad de poste [m]					
	Montaje a: Un solo nivel 13.2 kV			Montaje b: Doble nivel 34.5 kV-13.2 kV		
	1050 kgf	1350 kgf	1500 kgf	1050 kgf	1350 kgf	1500 kgf
0	70(1)	70(1)	70(1)	49	70(1)	70(1)
0.5	70(1)	70(1)	70(1)	44	67	70(1)
1	70(1)	70(1)	70(1)	39	62	70(1)
1.5	70(1)	70(1)	70(1)	34	57	69
2	67	70(1)	70(1)	---	52	63
2.5	61	70(1)	70(1)	---	47	58
3	56	70(1)	70(1)	---	41	53
3.5	51	70(1)	70(1)	---	36	48
4	46	70(1)	70(1)	---	31	43
4.5	41	70(1)	70(1)	---	---	38
5	35	70(1)	70(1)	---	---	33
5.5	30	70(1)	70(1)	---	---	---
6	---	68	70(1)	---	---	---
6.5	---	63	70(1)	---	---	---
7	---	58	70(1)	---	---	---
7.5	---	52	70(1)	---	---	---
8	---	47	69	---	---	---
8.5	---	42	64	---	---	---
9	---	37	59	---	---	---
9.5	---	32	54	---	---	---
10	---	---	48	---	---	---
10.5	---	---	43	---	---	---
11	---	---	38	---	---	---
11.5	---	---	33	---	---	---

Nota:

- 1) El vano máximo permitido en zona urbana es de 70 metros.
- 2) La altura del poste se determinará según el tipo de montaje. Para montajes de un solo nivel, se deberá instalar un poste mínimo de 12 metros, mientras que, para montajes de doble nivel, la altura mínima requerida será de 14 metros.

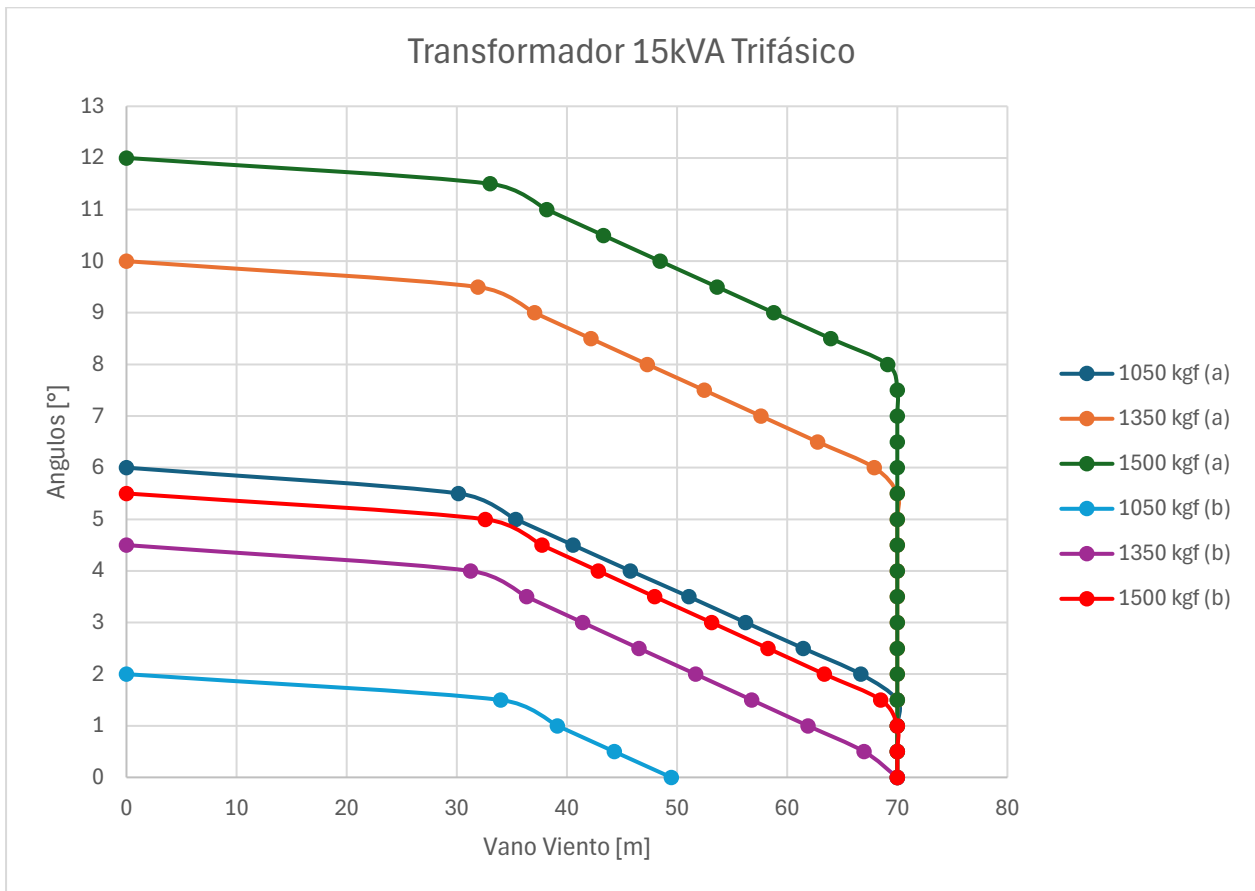


Figura 4. Curva de utilización transformador trifásico de 15kVA

4.6. Vano viento máximo por estructura con transformador de 25 kVA monofásico

Ángulos [°]	Vanos máximos según capacidad de poste [m]					
	Montaje a: Un solo nivel 13.2 kV			Montaje b: Doble nivel 34.5 kV-13.2 kV		
	1050 kgf	1350 kgf	1500 kgf	1050 kgf	1350 kgf	1500 kgf
0	70(1)	70(1)	70(1)	46	69	70(1)
0.5	70(1)	70(1)	70(1)	41	64	70(1)
1	68	70(1)	70(1)	36	59	70
1.5	63	70(1)	70(1)	31	54	65
2	58	70(1)	70(1)	---	48	60
2.5	53	70(1)	70(1)	---	43	55
3	47	70(1)	70(1)	---	38	50
3.5	42	70(1)	70(1)	---	33	45
4	37	70(1)	70(1)	---	---	40
4.5	32	70(1)	70(1)	---	---	34
5	---	69	70(1)	---	---	29
5.5	---	64	70(1)	---	---	---

Ángulos [°]	Vanos máximos según capacidad de poste [m]					
	Montaje a: Un solo nivel 13.2 kV			Montaje b: Doble nivel 34.5 kV-13.2 kV		
	1050 kgf	1350 kgf	1500 kgf	1050 kgf	1350 kgf	1500 kgf
6	---	59	70(1)	---	---	---
6.5	---	54	70(1)	---	---	---
7	---	49	70(1)	---	---	---
7.5	---	44	65	---	---	---
8	---	38	60	---	---	---
8.5	---	33	55	---	---	---
9	---	---	50	---	---	---
9.5	---	---	45	---	---	---
10	---	---	40	---	---	---
10.5	---	---	34	---	---	---

Nota:

- 1) El vano máximo permitido en zona urbana es de 70 metros.
- 2) La altura del poste se determinará según el tipo de montaje. Para montajes de un solo nivel, se deberá instalar un poste mínimo de 12 metros, mientras que, para montajes de doble nivel, la altura mínima requerida será de 14 metros.

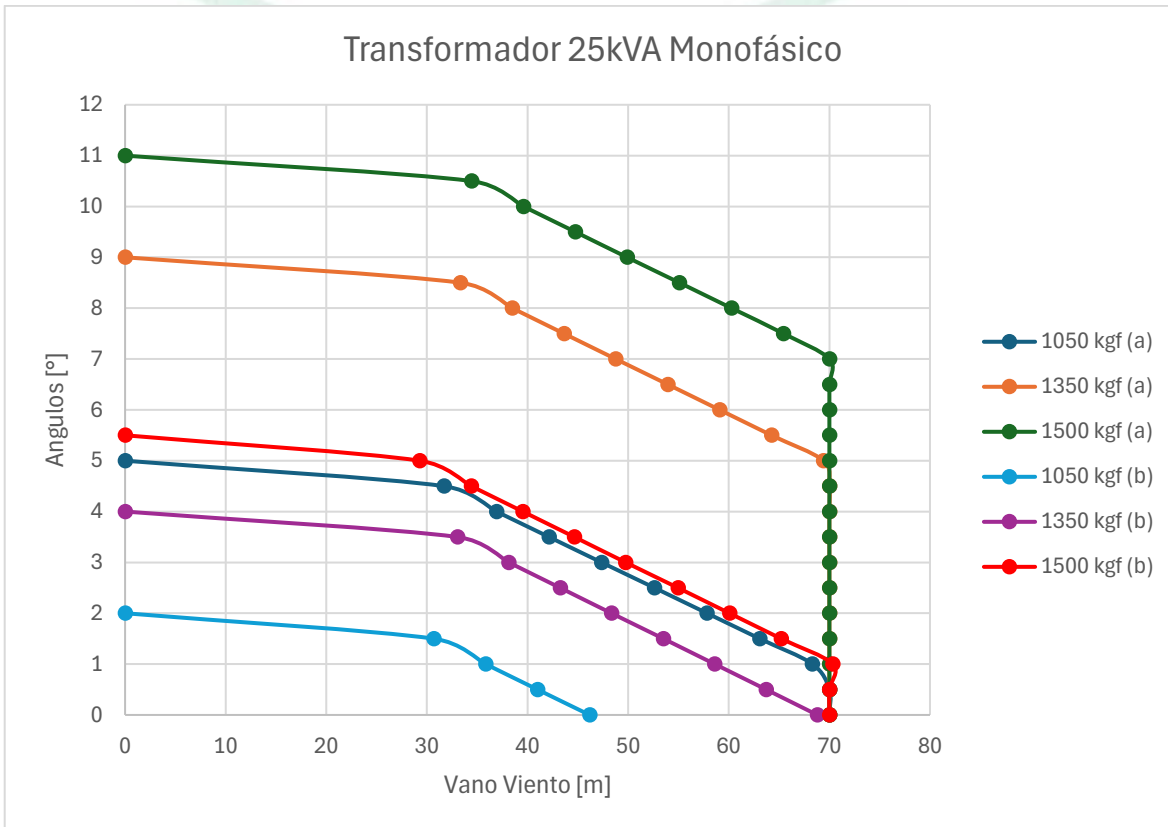


Figura 5. Curva de utilización transformador monofásico de 25kVA

4.7. Vano viento máximo por estructura con transformador de 30 kVA trifásico

Ángulos [°]	Vanos máximos según capacidad de poste [m]						
	Montaje a: Un solo nivel 13.2 kV			Montaje b: Doble nivel 34.5 kV-13.2 kV			
	1050 kgf	1350 kgf	1500 kgf	1050 kgf	1350 kgf	1500 kgf	2000 kgf
0	70	70(1)	70(1)	---	66	70(1)	70(1)
0.5	65	70(1)	70(1)	---	60	70(1)	70(1)
1	60	70(1)	70(1)	---	55	67	70(1)
1.5	54	70(1)	70(1)	---	50	62	70(1)
2	49	70(1)	70(1)	---	45	57	70(1)
2.5	44	70(1)	70(1)	---	40	52	70(1)
3	39	70(1)	70(1)	---	35	47	70(1)
3.5	33	70(1)	70(1)	---	30	41	70(1)
4	---	70(1)	70(1)	---	---	36	70(1)
4.5	---	66	70(1)	---	---	31	70
5	---	61	70(1)	---	---	---	65
5.5	---	56	70(1)	---	---	---	60
6	---	50	70(1)	---	---	---	55
6.5	---	45	67	---	---	---	50
7	---	40	62	---	---	---	44
7.5	---	35	57	---	---	---	39
8	---	---	52	---	---	---	34
8.5	---	---	46	---	---	---	---
9	---	---	41	---	---	---	---
9.5	---	---	36	---	---	---	---
10	---	---	31	---	---	---	---

Nota:

- 1) El vano máximo permitido en zona urbana es de 70 metros.
- 2) La altura del poste se determinará según el tipo de montaje. Para montajes de un solo nivel, se deberá instalar un poste mínimo de 12 metros, mientras que, para montajes de doble nivel, la altura mínima requerida será de 14 metros.

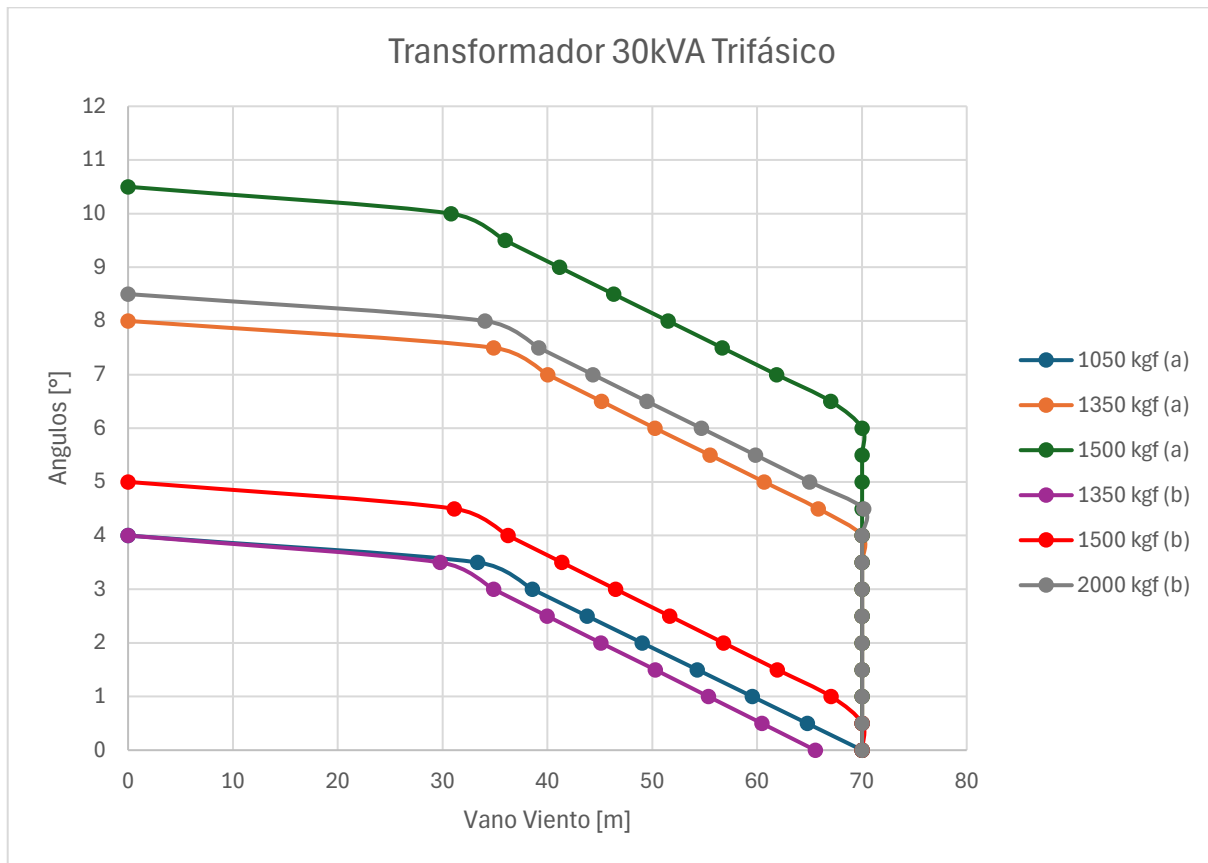


Figura 6. Curva de utilización transformador trifásico de 30kVA

4.8. Vano viento máximo por estructura con transformador de 37.5 kVA monofásico

Ángulos [°]	Vanos máximos según capacidad de poste [m]						
	Montaje a: Un solo nivel 13.2 kV			Montaje b: Doble nivel 34.5 kV-13.2 kV			
	1050 kgf	1350 kgf	1500 kgf	1050 kgf	1350 kgf	1500 kgf	2000 kgf
0	67	70(1)	70(1)	---	64	70(1)	70(1)
0.5	62	70(1)	70(1)	---	59	70(1)	70(1)
1	56	70(1)	70(1)	---	54	66	70(1)
1.5	51	70(1)	70(1)	---	49	61	70(1)
2	46	70(1)	70(1)	---	44	56	70(1)
2.5	41	70(1)	70(1)	---	39	51	70(1)
3	35	70(1)	70(1)	---	34	45	70(1)
3.5	30	70(1)	70(1)	---	29	40	70(1)
4	---	68	70(1)	---	---	35	70(1)
4.5	---	63	70(1)	---	---	30	69
5	---	58	70(1)	---	---	---	64
5.5	---	52	70(1)	---	---	---	59

Ángulos [°]	Vanos máximos según capacidad de poste [m]						
	Montaje a: Un solo nivel 13.2 kV			Montaje b: Doble nivel 34.5 kV-13.2 kV			
	1050 kgf	1350 kgf	1500 kgf	1050 kgf	1350 kgf	1500 kgf	2000 kgf
6	---	47	69	---	---	---	54
6.5	---	42	64	---	---	---	48
7	---	37	59	---	---	---	43
7.5	---	32	54	---	---	---	38
8	---	---	48	---	---	---	33
8.5	---	---	43	---	---	---	---
9	---	---	38	---	---	---	---
9.5	---	---	33	---	---	---	---

Nota:

- 1) El vano máximo permitido en zona urbana es de 70 metros.
- 2) La altura del poste se determinará según el tipo de montaje. Para montajes de un solo nivel, se deberá instalar un poste mínimo de 12 metros, mientras que, para montajes de doble nivel, la altura mínima requerida será de 14 metros.

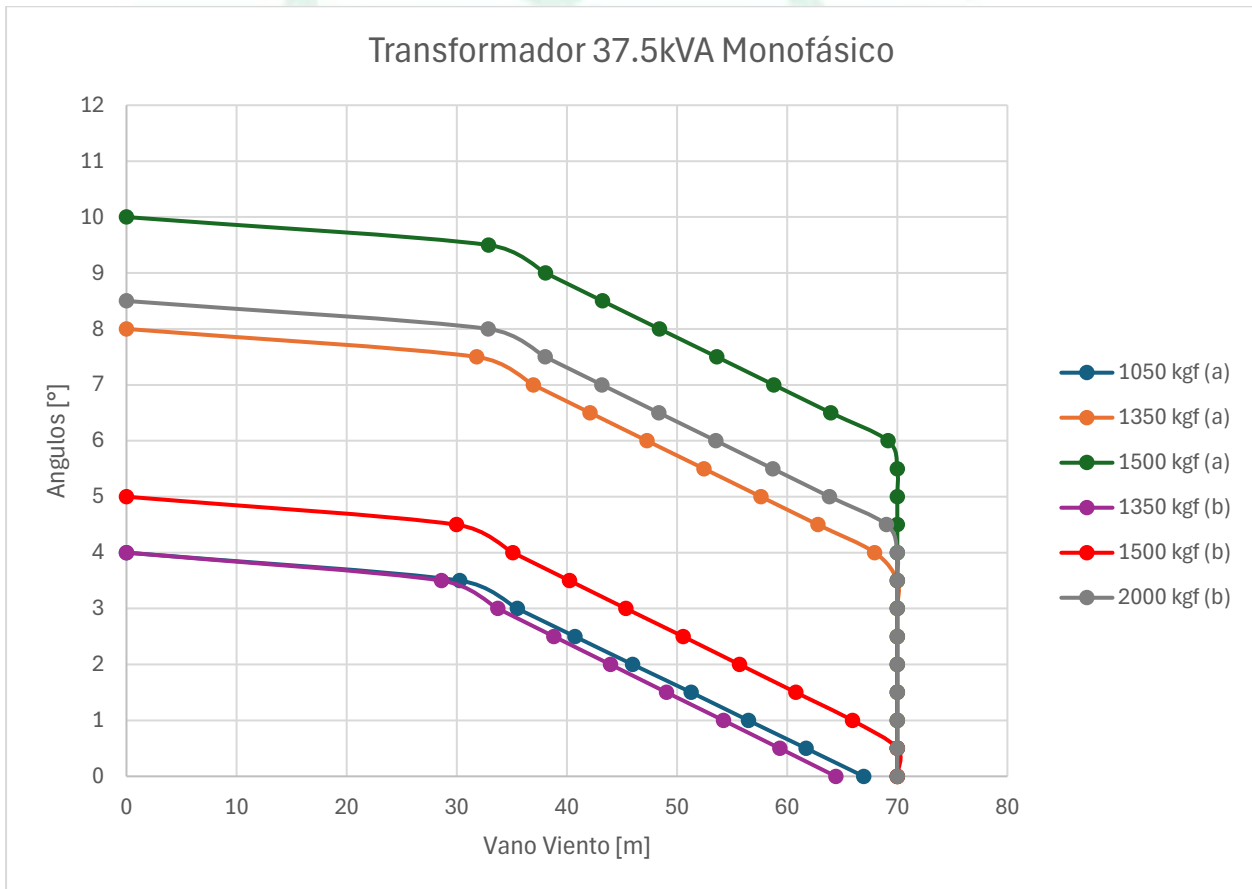


Figura 7. Curva de utilización transformador monofásico de 37.5kVA

4.9. Vano viento máximo por estructura con transformador de 45 kVA trifásico

Ángulos [°]	Vanos máximos según capacidad de poste [m]							
	Montaje a: Un solo nivel 13.2 kV				Montaje b: Doble nivel 34.5 kV-13.2 kV			
	1050 kgf	1350 kgf	1500 kgf	2000 kgf	1050 kgf	1350 kgf	1500 kgf	2000 kgf
0	54	70(1)	70(1)	70(1)	---	60	70(1)	70(1)
0.5	49	70(1)	70(1)	70(1)	---	55	66	70(1)
1	44	70(1)	70(1)	70(1)	---	50	61	70(1)
1.5	39	70(1)	70(1)	70(1)	---	44	56	70(1)
2	33	70(1)	70(1)	70(1)	---	39	51	70(1)
2.5	---	70(1)	70(1)	70(1)	---	34	46	70(1)
3	---	66	70(1)	70(1)	---	29	41	70(1)
3.5	---	61	70(1)	70(1)	---	---	36	70(1)
4	---	56	70(1)	70(1)	---	---	30	69
4.5	---	50	70(1)	70(1)	---	---	---	64
5	---	45	67	70(1)	---	---	---	59
5.5	---	40	62	70(1)	---	---	---	54
6	---	35	57	70(1)	---	---	---	49
6.5	---	---	51	70(1)	---	---	---	44
7	---	---	46	70(1)	---	---	---	38
7.5	---	---	41	70(1)	---	---	---	33
8	---	---	36	70(1)	---	---	---	28
8.5	---	---	31	70(1)	---	---	---	23
9	---	---	---	70(1)	---	---	---	---
9.5	---	---	---	70(1)	---	---	---	---
10	---	---	---	70(1)	---	---	---	---
10.5	---	---	---	70(1)	---	---	---	---
11	---	---	---	70(1)	---	---	---	---
11.5	---	---	---	70(1)	---	---	---	---
12	---	---	---	67	---	---	---	---
12.5	---	---	---	62	---	---	---	---
13	---	---	---	57	---	---	---	---
13.5	---	---	---	52	---	---	---	---
14	---	---	---	47	---	---	---	---
14.5	---	---	---	41	---	---	---	---
15	---	---	---	36	---	---	---	---

Nota:

- 1) El vano máximo permitido en zona urbana es de 70 metros.
- 2) La altura del poste se determinará según el tipo de montaje. Para montajes de un solo nivel, se deberá instalar un poste mínimo de 12 metros, mientras que, para montajes de doble nivel, la altura mínima requerida será de 14 metros.

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: MARZO 2025	VERSIÓN: 0	PÁGINA 23
--------------------	-------------------	--	------------------------------------	---------------	--------------

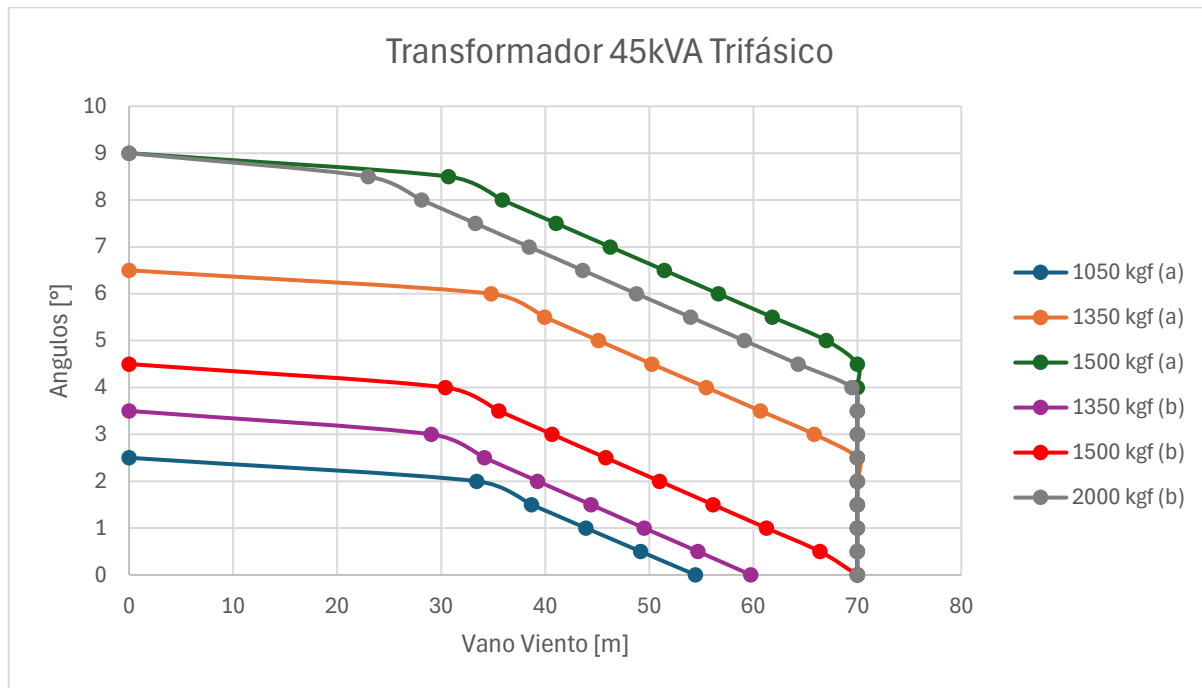


Figura 8. Curva de utilización transformador trifásico de 45kVA

4.10. Vano viento máximo por estructura con transformador de 50 kVA monofásico

Ángulos [°]	Vanos máximos según capacidad de poste [m]							
	Montaje a: Un solo nivel 13.2 kV				Montaje b: Doble nivel 34.5 kV-13.2 kV			
	1050 kgf	1350 kgf	1500 kgf	2000 kgf	1050 kgf	1350 kgf	1500 kgf	2000 kgf
0	50	70(1)	70(1)	70(1)	---	58	70	70(1)
0.5	45	70(1)	70(1)	70(1)	---	53	65	70(1)
1	40	70(1)	70(1)	70(1)	---	48	60	70(1)
1.5	34	70(1)	70(1)	70(1)	---	43	55	70(1)
2	---	70(1)	70(1)	70(1)	---	38	49	70(1)
2.5	---	67	70(1)	70(1)	---	33	44	70(1)
3	---	62	70(1)	70(1)	---	---	39	70(1)
3.5	---	57	70(1)	70(1)	---	---	34	70(1)
4	---	51	70(1)	70(1)	---	---	---	68
4.5	---	46	68	70(1)	---	---	---	63
5	---	41	63	70(1)	---	---	---	58
5.5	---	36	58	70(1)	---	---	---	52
6	---	31	52	70(1)	---	---	---	47
6.5	---	---	47	70(1)	---	---	---	42
7	---	---	42	70(1)	---	---	---	37
7.5	---	---	37	70(1)	---	---	---	32
8	---	---	32	70(1)	---	---	---	---



Ángulos [°]	Vanos máximos según capacidad de poste [m]							
	Montaje a: Un solo nivel 13.2 kV				Montaje b: Doble nivel 34.5 kV-13.2 kV			
	1050 kgf	1350 kgf	1500 kgf	2000 kgf	1050 kgf	1350 kgf	1500 kgf	2000 kgf
8.5	---	---	---	70(1)	---	---	---	---
9	---	---	---	70(1)	---	---	---	---
9.5	---	---	---	70(1)	---	---	---	---
10	---	---	---	70(1)	---	---	---	---
10.5	---	---	---	70(1)	---	---	---	---
11	---	---	---	70(1)	---	---	---	---
11.5	---	---	---	68	---	---	---	---
12	---	---	---	63	---	---	---	---
12.5	---	---	---	58	---	---	---	---
13	---	---	---	53	---	---	---	---
13.5	---	---	---	48	---	---	---	---
14	---	---	---	42	---	---	---	---
14.5	---	---	---	37	---	---	---	---
15	---	---	---	32	---	---	---	---

Nota:

- 1) El vano máximo permitido en zona urbana es de 70 metros.
- 2) La altura del poste se determinará según el tipo de montaje. Para montajes de un solo nivel, se deberá instalar un poste mínimo de 12 metros, mientras que, para montajes de doble nivel, la altura mínima requerida será de 14 metros.

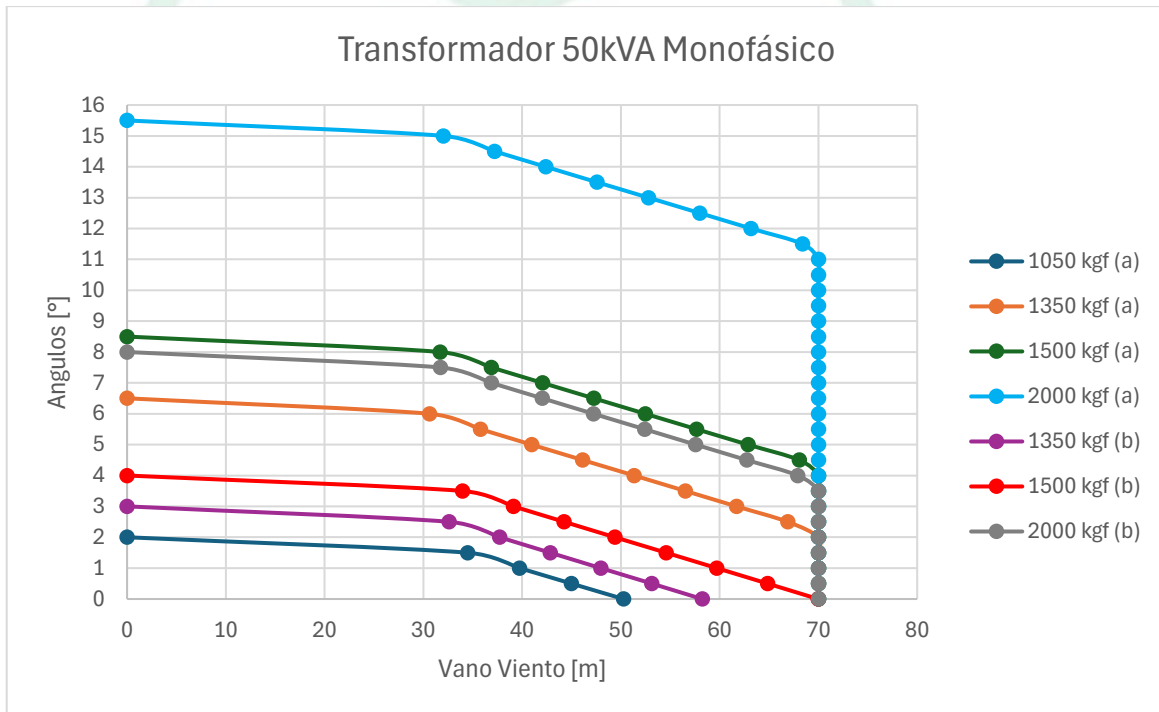


Figura 9. Curva de utilización transformador Monofásico de 50kVA

4.11. Vano viento máximo por estructura con transformador de 75 kVA monofásico

Ángulos [°]	Vanos máximos según capacidad de poste [m]							
	Montaje a: Un solo nivel 13.2 kV				Montaje b: Doble nivel 34.5 kV-13.2 kV			
	1050 kgf	1350 kgf	1500 kgf	2000 kgf	1050 kgf	1350 kgf	1500 kgf	2000 kgf
0	47	70(1)	70(1)	70(1)	---	57	69	70(1)
0.5	42	70(1)	70(1)	70(1)	---	52	64	70(1)
1	36	70(1)	70(1)	70(1)	---	47	58	70(1)
1.5	31	70(1)	70(1)	70(1)	---	42	53	70(1)
2	---	69	70(1)	70(1)	---	36	48	70(1)
2.5	---	64	70(1)	70(1)	---	31	43	70(1)
3	---	58	70(1)	70(1)	---	---	38	70(1)
3.5	---	53	70(1)	70(1)	---	---	33	70(1)
4	---	48	70	70(1)	---	---	---	67
4.5	---	43	65	70(1)	---	---	---	61
5	---	38	59	70(1)	---	---	---	56
5.5	---	32	54	70(1)	---	---	---	51
6	---	---	49	70(1)	---	---	---	46
6.5	---	---	44	70(1)	---	---	---	41
7	---	---	39	70(1)	---	---	---	36
7.5	---	---	34	70(1)	---	---	---	30
8	---	---	---	70(1)	---	---	---	---
8.5	---	---	---	70(1)	---	---	---	---
9	---	---	---	70(1)	---	---	---	---
9.5	---	---	---	70(1)	---	---	---	---
10	---	---	---	70(1)	---	---	---	---
10.5	---	---	---	70(1)	---	---	---	---
11	---	---	---	70	---	---	---	---
11.5	---	---	---	65	---	---	---	---
12	---	---	---	60	---	---	---	---
12.5	---	---	---	55	---	---	---	---
13	---	---	---	49	---	---	---	---
13.5	---	---	---	44	---	---	---	---
14	---	---	---	39	---	---	---	---
14.5	---	---	---	34	---	---	---	---

Nota:

- 1) El vano máximo permitido en zona urbana es de 70 metros.
- 2) La altura del poste se determinará según el tipo de montaje. Para montajes de un solo nivel, se deberá instalar un poste mínimo de 12 metros, mientras que, para montajes de doble nivel, la altura mínima requerida será de 14 metros.

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: MARZO 2025	VERSIÓN: 0	PÁGINA 26
--------------------	-------------------	--	------------------------------------	---------------	--------------

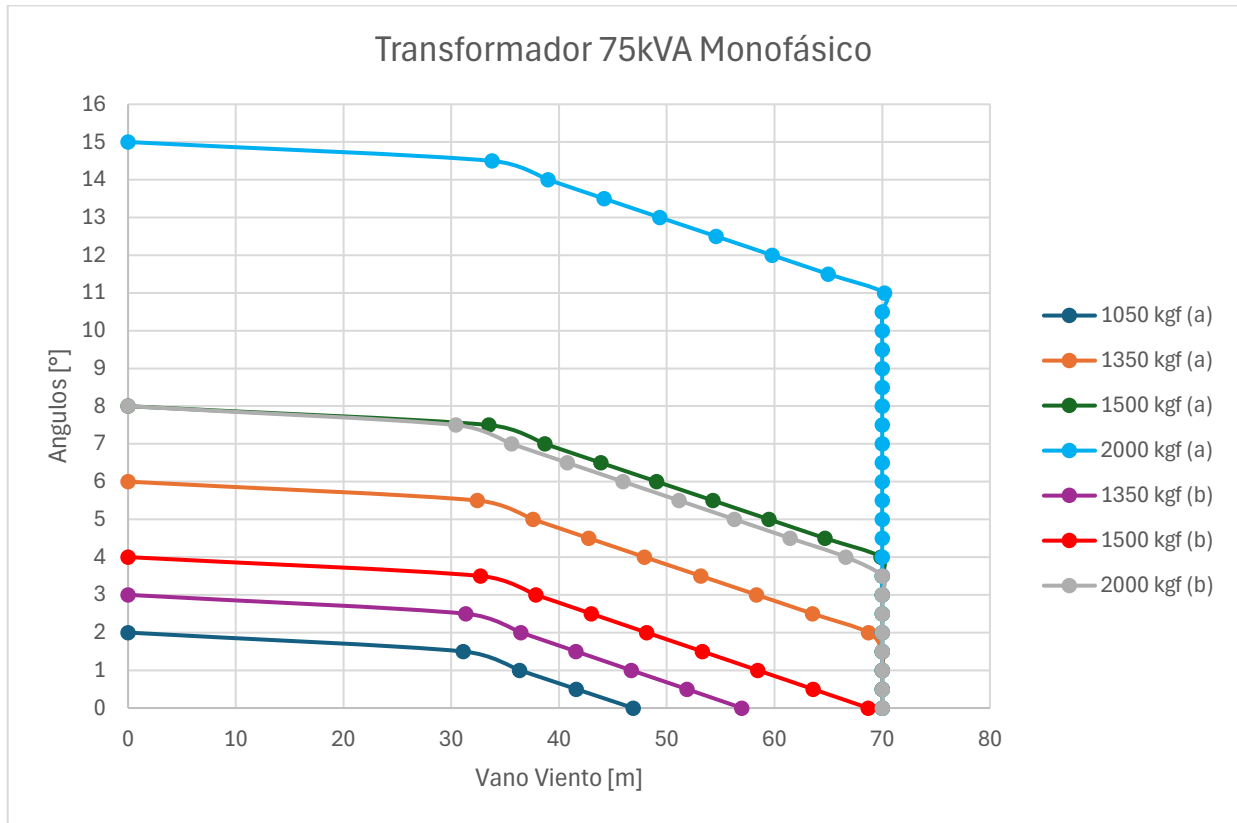


Figura 10. Curva de utilización transformador monofásico de 75kVA

4.12. Vano viento máximo por estructura con transformador de 75 kVA trifásico

Ángulos [°]	Vanos máximos según capacidad de poste [m]							
	Montaje a: Un solo nivel 13.2 kV				Montaje b: Doble nivel 34.5 kV-13.2 kV			
	1050 kgf	1350 kgf	1500 kgf	2000 kgf	1050 kgf	1350 kgf	1500 kgf	2000 kgf
0	---	70	70(1)	70(1)	---	50	62	70(1)
0.5	---	65	70(1)	70(1)	---	45	56	70(1)
1	---	60	70(1)	70(1)	---	40	51	70(1)
1.5	---	55	70(1)	70(1)	---	35	46	70(1)
2	---	50	70(1)	70(1)	---	29	41	70(1)
2.5	---	44	66	70(1)	---	---	36	70(1)
3	---	39	61	70(1)	---	---	31	70
3.5	---	34	56	70(1)	---	---	---	65
4	---	---	51	70(1)	---	---	---	60
4.5	---	---	45	70(1)	---	---	---	54
5	---	---	40	70(1)	---	---	---	49
5.5	---	---	35	70(1)	---	---	---	44
6	---	---	---	70(1)	---	---	---	39

Ángulos [°]	Vanos máximos según capacidad de poste [m]							
	Montaje a: Un solo nivel 13.2 kV				Montaje b: Doble nivel 34.5 kV-13.2 kV			
	1050 kgf	1350 kgf	1500 kgf	2000 kgf	1050 kgf	1350 kgf	1500 kgf	2000 kgf
6.5	---	---	---	70(1)	---	---	---	34
7	---	---	---	70(1)	---	---	---	---
7.5	---	---	---	70(1)	---	---	---	---
8	---	---	---	70(1)	---	---	---	---
8.5	---	---	---	70(1)	---	---	---	---
9	---	---	---	70(1)	---	---	---	---
9.5	---	---	---	67	---	---	---	---
10	---	---	---	61	---	---	---	---
10.5	---	---	---	56	---	---	---	---
11	---	---	---	51	---	---	---	---
11.5	---	---	---	46	---	---	---	---
12	---	---	---	40	---	---	---	---
12.5	---	---	---	35	---	---	---	---

Nota:

- 1) El vano máximo permitido en zona urbana es de 70 metros.
- 2) La altura del poste se determinará según el tipo de montaje. Para montajes de un solo nivel, se deberá instalar un poste mínimo de 12 metros, mientras que, para montajes de doble nivel, la altura mínima requerida será de 14 metros.

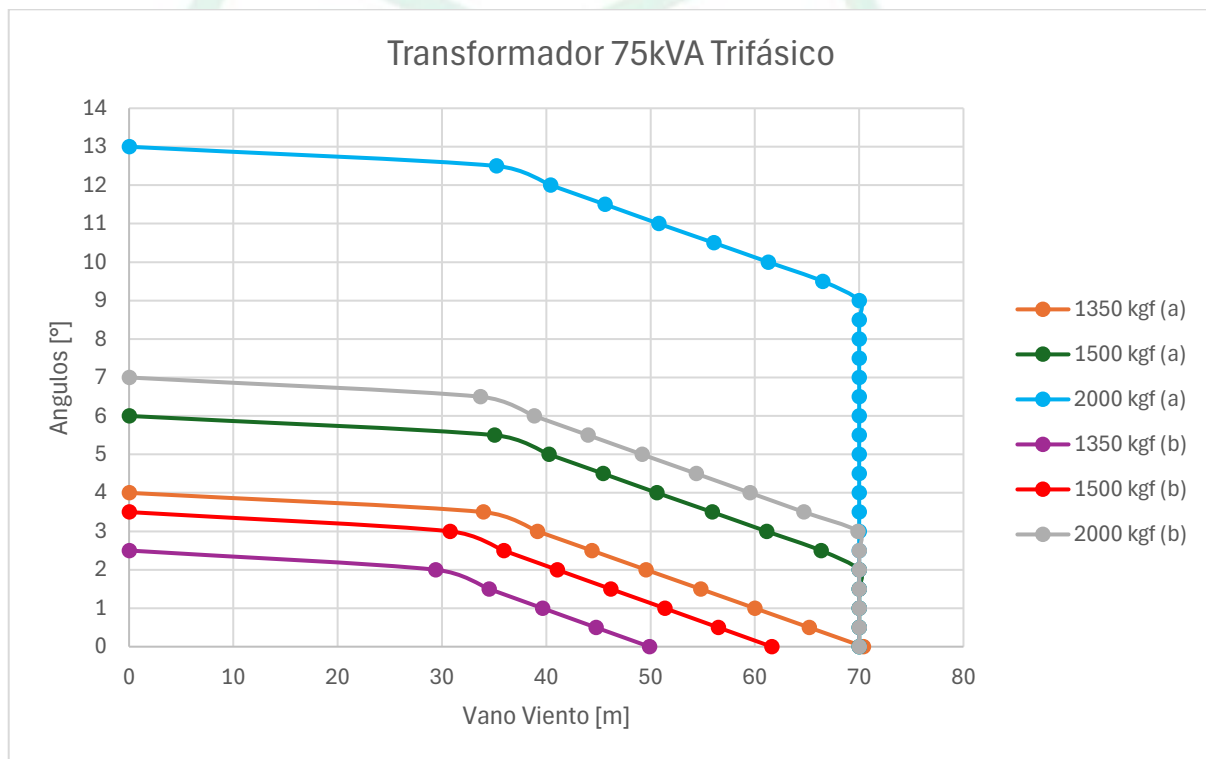


Figura 11. Curva de utilización transformador trifásico de 75kVA

	CENTRALES ELÉCTRICAS DEL NORTE DE SANTANDER S.A. E.S.P.	
CAPÍTULO 4	MONTAJE DE TRANSFORMADOR EN BANDERA	CNS-04-714-01

5. OBSERVACIONES

- Todas las dimensiones, en las figuras, están dadas en milímetros.
- Esta estructura solo debe utilizarse en sitios donde no es posible el cumplimiento de distancias de seguridad con una configuración convencional, siempre se debe hacer uso de conductores semiaislados en configuración compacta en la red. No se permite la instalación de esta configuración en redes abiertas, toda excepción será validada y aprobada por CENS.
- Los bajantes de media tensión deben instalarse con conductores semiaislados y hacer uso de las protecciones avifauna para dar continuidad al aislamiento en las conexiones.
- En caso de que el poste no tenga las perforaciones indicadas en los planos, se puede utilizar abrazadera o collarín fabricados según NTC 2663 con carga máxima a tensión de 30 KN y carga máxima cortante de 24 KN. Especificación técnica ET-TD-ME03-08.
- Para verificar el esparrago de acuerdo con la carga de rotura del poste se recomienda tomar en cuenta la tabla "Selección de pernos para estructuras en poste", ubicada en el Capítulo 3 del tomo I de la norma CENS.
- El sistema de puesta a tierra (SPT) del transformador deberá cumplir con la medición de la resistividad del suelo conforme a la norma RA6-014 "*Mediciones para el sistema de puesta a tierra*". Asimismo, su diseño e instalación deberán ajustarse a los lineamientos establecidos en la norma RA6-010 "*Puesta a tierra de redes de distribución eléctrica*".

ELABORÓ: P1 CET	REVISÓ: P2 CET	APROBÓ: LÍDER CET Y LABORATORIOS	FECHA DE APROBACIÓN: MARZO 2025	VERSIÓN: 0	PÁGINA 29
--------------------	-------------------	--	------------------------------------	---------------	--------------