Yopal, Casanare 18/ago/2026

FACTOR DE RIESGO PARA PROTECCIÓN CONTRA RAYOS EN RED AÉREA DE DISTRIBUCIÓN SEGÚN:
IEEE P1410 / IEEE 1410-2010 – DESEMPEÑO FRENTE A RAYOS EN LÍNEAS AÉREAS DE DISTRIBUCIÓN.
PROYECTO: RED AÉREA MT – VEREDA MATANEGRA

INFORMACIÓN GENERAL

UBICACIÓN PROYECTO:	**Matanegra, Tilodirán, Yopal, Casanare**
CONFIGURACIÓN EVALUADA:	**B. POSTES DE ALINEAMIENTO, ÁNGULO, DERIVACIÓN, RETENCIÓN Y CRUCE VIAL**
TIPO DE RIESGO A EVALUAR:	**Impacto directo sobre conductores y apoyo R1**
	Falla de aislamiento asociada al aterrizamiento R2
	Sobretensiones y daño de equipos R3
	Pérdidas económicas e indisponibilidad R4

I. DATOS DEL APOYO Y DE LA RED

1. UBICACIÓN Y ENTORNO.-

LONGITUD REPR	**118,68**	ANCHO DE LA REI	**2,40**
ALTURA DE F.	**11,20**		
ALTURA TOTAL DEL POSTE [m]:	**14,00**		
CIUDAD:	**Yopal**	Ng adoptado [rayos/km²-año]:	**4,06**
UBICACIÓN RELATIVA:	**Objeto aislado en sabana abierta**		
TIPO DE AMBIENTE [ENTORNO]:	**Rural**		
SUPERFICIE EN EL APOYO:	**Terreno natural / pasto**		
TIPO DE TERRENO:	**Sabana inundable**		

2. CONFIGURACIÓN ELÉCTRICA

CONDICIÓN DEL APOYO:	**Apoyos ordinarios; caso más desfavorable con poste de 14 m**	
RESISTIVIDAD DEL TERRENO ρ:	**252,00**	Ω·m

2.1 CONDUCTORES Y GEOMETRÍA:

TIPO DE RED:	**Aérea – 13,2 kV**	
Longitud del tramo representativo [m]:		**118,68**
Altura total del poste [m]:		**14,00**
Altura de los conductores de fase [m]:		**11,20**
Separación horizontal entre fases [m]:		**1,20**
CONDUCTOR DE FASE:	ACSR Sparrow 2 AWG	
CONFIGURACIÓN DE FASES:	**Trifásica**	

2.2 EXPOSICIÓN Y EQUIPOS:

APANTALLAMIENTO INICIAL:	**No instalado**	
EQUIPOS EN EL APOYO:		**Sin equipo**
Altura de diseño del cable de guarda [m]:		**13,30**
Separación horizontal fase–guarda [m]:		**1,20**
Ángulo máximo de protección adoptado [°]:		**30,00**
DPS EN LA CONDICIÓN INICIAL:	No instalado	
PUESTA A TIERRA EN LA CONDICIÓN	**No implementada**	

II. INFORMACIÓN DE LOS SISTEMAS DE PROTECCIÓN

1. CONDICIÓN INICIAL DE LA CONFIGURACIÓN.-

PROTECCIÓN CONTRA IMPACTOS DIRECTOS:

Cable de guarda instalado:	**NO**	DPS instalado:	**NO**
Puesta a tierra implementada:	**NO**	Coordinación de aislamiento:	**DEFINIDA – BIL 110 kV**
Medidas contra tensiones de paso y cont	**NO**		
CONDICIÓN INICIAL FRENTE A RAYOS:	**Sin apantallamiento y sin DPS**		

2. INFORMACIÓN DE PUESTA A TIERRA Y PROTECCIÓN DE EQUIPOS.-

CRITERIO DE DI	**20,00**	Ω
CRITERIO DE VERIFICACIÓN DEL SPT:	**R ≤ 20 Ω + verificación de paso/contacto y tensión transferida**	

III. TIPOS DE PÉRDIDAS

1. PELIGROS EXISTENTES.

EVENTO PRINCIPAL:	**Descarga atmosférica directa o cercana**
CONDICIÓN DE EXPOSICIÓN:	**Red aérea en sabana abierta**

CONSECUENCIA PRINCIPAL:	**Flashover del aislamiento, salida del tramo y elevación de potencial del apoyo.**
2. COMPONENTE R1 – IMPACTO DIRECTO	
ELEMENTO EXPUESTO:	**Conductores de fase y apoyo**
CONDICIÓN DE PROTECCIÓN:	**Sin cable de guarda**
POSIBLE EFECTO:	**Flashover y salida del circuito**
3. COMPONENTE R2 – FALLA DE AISLAMIENTO / ATERRIZAMIENTO	
ALTERNATIVA DE PUESTA A TIERRA I	**Diseñar sistema de puesta a tierra conforme a los criterios de la evaluación.**
4. COMPONENTE R3 – SOBRETENSIONES EN EQUIPOS	**Sin DPS en la condición inicial**
5. COMPONENTE R4 – PÉRDIDAS ECONÓMICAS	**ESTIMADO**
VALOR ECONÓMICO ESTIMADO DEL /	**$ 18.000.000**
ACTIVOS EXPUESTOS:	**Sin equipo de transformación o maniobra en el apoyo ordinario**
POSIBLE FALLA EN EL SERVICIO:	Interrupción del servicio
CRITICIDAD DE LA CONSECUENCIA:	ALTA

IV. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE RIESGO

1. NÚMERO DE EVENTOS PELIGROSOS:			
Impactos directos – escenario base	**N100 =**	**49,42**	**ayos/100 km-año**
Impactos directos – actividad alta	**N100 =**	**149,46**	**ayos/100 km-año**
Impactos directos – actividad muy alta	**N100 =**	**369,16**	**ayos/100 km-año**
Probabilidad anual de impacto directo en el tramo representativo	**P =**	**5,70**	**%/año**
Criterio de diseño del SPT	**R =**	**20,00**	**Ω**

VERIFICACIÓN DE TENSIÓN TRANSFERIDA: If = 0,28 kA; para R = 20 Ω la GPR de referencia es 5,6 kV. El diseño final debe verificar paso, contacto y tensión transferida.

2. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE RIESGO Y DETERMINACIÓN DE MEDIDAS A IMPLEMENTAR

OBSERVACIÓN	IND.		CRITERIO	¿MEDIDA?	ACCIÓN RESULTANTE
EXPOSICIÓN A IMPACTO DIRECTO	**R1**	49,42	Red aérea aislada y sin apantallamiento	**SI**	**Instalar cable de guarda.**
ATERRIZAMIENTO DEL APOYO	**R2**	20,00	R ≤ 20 Ω	**SI**	**Diseñar SPT R ≤ 20 Ω + verificar paso/contacto/transferida**
SOBRETENSIONES EN EQUIPOS	**R3**	Sin DPS	BIL 110 kV	**NO**	**Sin DPS general; coordinación definida**
PÉRDIDAS ECONÓMICAS / INDISPONIBILIDAD	**R4**	$ 1.025.244	Reducir consecuencia del evento	**SI**	**Aplicar las medidas definidas para R1 y R2.**

V. CONCLUSIONES

Con cable de guarda continuo, SPT ajustado a R ≤ 20 Ω, coordinación BIL 110 kV y control de tensiones transferidas, la configuración queda en condición aceptable.

Apantallamiento requerido:	**Instalar cable de guarda en toda la red.**
DPS requerido:	**No se requiere DPS de forma generalizada en apoyos sin equipo.**
Puesta a tierra requerida:	**Diseñar sistema de puesta a tierra con R ≤ 20 Ω y verificar paso, contacto y tensión transferida.**
Criterio geométrico del apantallamiento:	**Ángulo de protección ≤ 30°. Con hguarda=13.3 m y hfase=11.2 m se obtiene 29,74°.**