INFORME CONTRATO No. 054-00-G-CACOM-4-GRUAL-2021

CONTRATANTE	LA NACION-MINISTERIO DE DEFENSA-FUERZA AEREA COLOMBIANA-COMANDO AEREO DE COMBATE No. 4.
OBJETO	EL SERVICIO DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LOS TRANSFORMADORES DE SITRIBUCION DE CACOM-4.
FECHA DE INICIO	JUNIO 30 DE 2021
FECHA DE TERMINACIÓN	SEPTIEMBRE 4 DE 2021
SUPERVISOR	T4. ARIZA GUATAVITA DUBERNEY
UBICACIÓN	COMANDO AEREO DE COMBATE No.4 MELGAR-TOLIMA

electricosgonzalez@yahoo.com

Calle 22 No. 40A – 21. Duitama - Boyacá

Tabla de contenido

1. MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRANSFORMADOR EN ACEITE DE 150KVA 13200/225-123V. 6
1.1. DES-ENERGIZACION Y DESMONTE DEL TRANSFORMADOR. 6
1.2. PRESTAMO E INSTALACION DE TRANSFORMADOR DE SUPLENCIA. 7
1.3. PRUEBAS PRELIMINARES. 8
1.4. INSPECCION GENERAL 9
1.5. REAJUSTE Y CORRECCION DE CONEXIONES, FUGAS Y SUMINISTRO DE ACEITE DIELECTRICO. 10
1.6. PINTURA GENERAL Y MARCACION. 11
1.7. PRUEBAS FINALES SEGÚN NORMA NTC 380. 11
1.8. MONTAJE Y PUESTA EN SERVICIO. 13
2. MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRANSFORMADOR EN ACEITE DE 112.5KVA 13200/225-123V. 14
2.1. TRANSPORTE, CARGUE Y DESCARGUE DEL TRANSFORMADOR. 15
2.2. PRUEBAS PRELIMINARES. 16
2.3. INSPECCION GENERAL 17
2.4. REAJUSTE Y CORRECCION DE CONEXIONES, FUGAS Y SUMINISTRO DE ACEITE DIELECTRICO. 18
2.5. PINTURA GENERAL Y MARCACION. 20
2.6. PRUEBAS FINALES SEGÚN NORMA NTC 380 20
3. MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRANSFORMADOR EN ACEITE DE 75KVA 13200/225-123V. 22
3.1. DES-ENERGIZACION Y DESMONTE DEL TRANSFORMADOR. 22
3.2. PRESTAMO E INSTALACION DE TRANSFORMADOR DE SUPLENCIA. 23
3.3. PRUEBAS PRELIMINARES. 25
3.4. INSPECCION GENERAL 26
3.5. REAJUSTE Y CORRECCION DE CONEXIONES, FUGAS Y SUMINISTRO DE ACEITE DIELECTRICO. 27
3.6. PINTURA GENERAL Y MARCACION. 28
3.7. PRUEBAS FINALES SEGÚN NORMA NTC 380. 28
3.8. MONTAJE Y PUESTA EN SERVICIO. 30
4. MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRANSFORMADOR EN ACEITE DE 45KVA 13200/225-123V. 33
4.1. DES-ENERGIZACION Y DESMONTE DEL TRANSFORMADOR. 33
4.2. PRESTAMO E INSTALACION DE TRANSFORMADOR DE SUPLENCIA. 34
4.3. PRUEBAS PRELIMINARES. 35
4.4. INSPECCION GENERAL 35

4.5. REAJUSTE Y CORRECCION DE CONEXIONES, FUGAS Y SUMINISTRO DE ACEITE DIELECTRICO. 36

4.6. PINTURA GENERAL Y MARCACION. 38

4.7. PRUEBAS FINALES SEGÚN NORMA NTC 380 38

4.8. MONTAJE Y PUESTA EN SERVICIO. 40

5. ANÁLISIS DE ACEITE, RIGIDEZ DIELÉCTRICA DEL ACEITE (STN-D877) Y CONTENIDO DE PCB'S INCLUYE LA TOMA DE MUESTRA DEL ACEITE DE CADA UNO DE LOS TRANSFORMADORES DE LA UNIDAD (30 TRANSFORMADORES EN TOTAL). 42

5.1. Toma de muestras. 42

5.2. REPORTE DE ANÁLISIS CUANTITATIVO DE PCB´s. 44

5.1. ANALISIS DE RIGIDEZ DIELECTRICA DEL ACEITE. 46

ANEXOS 48

A. FICHA TECNICA ACEITE DIELECTRICO NYNAS. 48

B. REMISION DE ENTREGA DE TRANSFORMADORES DEL CACOM-4 CON SU RESPECTIVO MANTENIMIENTO PREVENTIVO. 49

C. CERTIFICADO ISO 9001:2015 50

D. TRABAJO REALIZADO EL DIA 28 DE AGOSTO DE 2021. 51

E. TRABAJOS REALIZADOS EL DIA 29 DE AGOSTO DE 2021. 52

Índice de Figuras

Figura 1 Evidencia fotográfica des energización y desmonte del transformador de 150KVA. 6
Figura 2 Evidencia fotográfica instalación de transformador a suplir necesidad de 150KVA. 7
Figura 3 Pruebas preliminares transformador de 150KVA. 8
Figura 4 Estado inicial transformador de 150KVA 9
Figura 5 Cambio de empaquetadura nueva en bornes de MT y BT. 10
Figura 6 Suministro se aceite nuevo a transformador de 150KVA. 11
Figura 7 Pintura y marcación de transformador de 150KVA 11
Figura 8 Montaje y puesta en funcionamiento transformador de 150KVA. 13
Figura 9 Verificación correcto funcionamiento de transformador de 150KVA 14
Figura 10 Evidencia fotográfica cargue del transformador de 112.5KVA. 15
Figura 11 Pruebas preliminares transformador de 112.5KVA 17
Figura 12 Estado inicial transformador de 112.5KVA. 18
Figura 13 Cambio de empaquetadura nueva en bornes de MT y BT. 19
Figura 14 *Suministro de aceite nuevo a transformador de 112.5KVA* 19
Figura 15 Pintura y marcación de transformador de 112.5KVA 20
Figura 16 Evidencia fotográfica des energización y desmonte del transformador de 75KVA. 23
Figura 17 Evidencia fotográfica instalación de transformador a suplir necesidad de 75KVA. 24
Figura 18 Pruebas preliminares transformador de 75KVA. 25
Figura 19 *Estado inicial transformador de 75KVA* 26
Figura 20 Suministro se aceite nuevo a transformador de 75KVA 27
Figura 21 *Pintura y marcación de transformador de 75KVA* 28
Figura 22 Pruebas finales transformador de 75KVA. 30
Figura 23 Montaje y puesta en funcionamiento transformador de 75KVA. 31
Figura 24 Verificación funcionamiento de transformador de 75KVA 32
Figura 25 Evidencia fotográfica des energización y desmonte del transformador de 45KVA. 33
Figura 26 Evidencia fotográfica instalación de transformador a suplir necesidad de 45KVA. 34
Figura 27 *Estado inicial transformador de 45KVA.* 36
Figura 28 Suministro se aceite nuevo a transformador de 45KVA. 37
Figura 29 *Pintura y marcación de transformador de 45KVA.* 38
Figura 30 Pruebas finales transformador de 45KVA. 40
Figura 31 Montaje y puesta en funcionamiento transformador de 45KVA. 41
Figura 32 Evidencia fotográfica toma de muestras de aceite de transformadores del CACOM-4. 43

Índice de Tablas

Tabla 1 Características transformador en aceite de 150KVA. 6
Tabla 2 Características transformador en aceite de 150KVA a suplir necesidad. 7
Tabla 3 Pruebas preliminares trasformador de 150KVA. 8
Tabla 4 Estado o componentes externos transformador de 150KVA.....9
Tabla 5 Protocolo de pruebas finales transformador de 150KVA. 12
Tabla 6 Características transformador en aceite de 112.5KVA. 14
Tabla 7 Pruebas preliminares trasformador de 112.5KVA. 16
Tabla 8 Estado o condición de componentes externos transformador de 112.5KVA. 17
Tabla 9 Protocolo de pruebas finales transformador de 112.5KVA. 21
Tabla 10 Características transformador en aceite de 75KVA. 22
Tabla 11 Características transformador en aceite de 75KVA a suplir necesidad.....23
Tabla 12 Pruebas preliminares trasformador de 75KVA 25
Tabla 13 Estado o condición de componentes externos transformador de 75KVA. 26
Tabla 14 Protocolo de pruebas finales transformador de 75KVA. 29
Tabla 15 Características transformador en aceite de 45KVA. 33
Tabla 16 Características transformador en aceite de 45KVA a suplir necesidad.....34
Tabla 17 Pruebas preliminares trasformador de 45KVA. 35
Tabla 18 Estado o condición de componentes externos transformador de 75KVA. 35
Tabla 19 Protocolo de pruebas finales transformador de 45KVA. 39
Tabla 20 Lista de transformadores con análisis de PCB's. 44
Tabla 21 Reporte de análisis cuantitativo de PCB's disueltos en aceite aislante 45
Tabla 22 Lista de transformadores incluidos en el análisis de rigidez dieléctrica. 46
Tabla 23 Análisis de rigidez dieléctrica del aceite. 47

A continuación, se detalla las actividades realizadas a los diferentes transformadores de distribución del comando aéreo de combate No. 4 de Melgar – Tolima, según evidencias presentadas en el anexo D y E, y de acuerdo con lo pactado en el contrato No. 054-00-G-CACOM-4-GRUAL-2021.

1. MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRANSFORMADOR EN ACEITE DE 150KVA 13200/225-123V.

Tabla 1 *Características transformador en aceite de 150KVA.*

Fabricante	ABB
Tipo	Poste
No. Serie	1LCB127816
Fases	3
Potencia Aparente	150 KVA
Grupo de Conexión	Dyn5
Tensión Primaria	13200 V
Tensión Secundaria	214/123.5 V

1.1. DES-ENERGIZACION Y DESMONTE DEL TRANSFORMADOR.

El dia Domingo 29 de Agosto de 2021, se iniciaron labores a las 6:00am con la des energizacion total del comando por parte del personal tecnico de la base, al momento de la autorizacion por parte del T4 Ariza Duberney, se procedio a intervenir la estructura de la subestacion en poste de 150 KVA, correspondiente a la alimentacion de energia de la zona canina y escuela de helicoptero, despues de hacer las respectivas verificaciones de des energizacion, se procedio a realizar la desconexion por MT y BT del transformador y su respectivo desmonte para ser transladado a las instalaciones de ELECTRICOS GONZALEZ DUITAMA.



Figura 1 *Evidencia fotográfica des energización y desmonte del transformador de 150KVA.*

1.2. PRESTAMO E INSTALACION DE TRANSFORMADOR DE SUPLENCIA.

Tabla 2 *Características transformador en aceite de 150KVA a suplir necesidad.*

Fabricante	TESLA
Tipo	Poste
No. Serie	1340314
Fases	3
Potencia Aparente	150 KVA
Grupo de Conexión	Dyn5
Tensión Primaria	13200 V
Tensión Secundaria	214/123.5 V



Figura 2 *Evidencia fotográfica instalación de transformador a suplir necesidad de 150KVA.*

1.3. PRUEBAS PRELIMINARES.

Los resultados de las pruebas de resistencia de aislamiento, relación de transformación, corto circuito y ensayo sin carga se muestran en la tabla 3.

Tabla 3 *Pruebas preliminares trasformador de 150KVA.*

RESISTENCIA DE AISLAMIENTO						
TIEMPO DE LECTURA	**TENSION DE PRUEBA**	**AT-BT**		**AT - TIERRA**		**BT - TIERRA**
60 s	5.000 Kv	10 GΩ		12 GΩ		10 GΩ
RELACION DE TRANSFORMACION						
VOLTAJE ENTRADA	**SALIDA FASE - NEUTRO (V)**			**SALIDA FASE - FASE (V)**		
	X - Pn	**Y - Pn**	**Z - Pn**	**X - Y**	**X - Z**	**Y - Z**
224 V	2,1	2,1	2,1	3,8	3,8	3,8
CORTO CIRCUITO						
CONSUMO EN AMPERIOS	**X - Pn**	**Y - Pn**	**Z - Pn**	**X - Y**	**X - Z**	**Y - Z**
	48	47	45	42	42	42
ENSAYO SIN CARGA						
TIEMPO DE LECTURA	**TENSION DE ALIMENTACION**	**X (A)**		**Y (A)**		**Z (A)**
60 s	214 V	9,47		11,52		8,85



Figura 3 *Pruebas preliminares transformador de 150KVA.*

1.4. INSPECCION GENERAL

El transformador llega a instalaciones de ELECTRICOS GONZALEZ DUITAMA, donde se le realiza una inspección general sobre su estado, en lo que se encuentra deterioro en la empaquetadura de los bornes de MT y BT, conmutador y tapa, lo que puede ocasionar posibles fugas de aceite y humedad, además presenta un nivel bajo de aceite.

Tabla 4 *Estado o componentes externos transformador de 150KVA.*

COMPONENTES	CANTIDAD	ESTADO
Aisladores A.T	3	✔
Aisladores B.T	4	✔
Herrajes A.T	3	✔
Herrajes B.T	4	✔
Conectores de A.T	0	X
Conectores de B.T	N/A	X
Mordazas	2	✔
Valvula de Presion	1	✔
Conmutador	1	✔
Lamina de Tierra	1	✔



Figura 4 *Estado inicial transformador de 150KVA*

1.5. REAJUSTE Y CORRECCION DE CONEXIONES, FUGAS Y SUMINISTRO DE ACEITE DIELECTRICO.

- Cambio de empaquetadura nueva y certificada en bornes de MT, BT y tapa de transformador según lo estipulado en la norma NTC 317 en su ultima versión.



Figura 5 *Cambio de empaquetadura nueva en bornes de MT y BT.*

- Se suministro 115L de aceite dieléctrico certificado con los estándares ambientales y de calidad, cumpliendo esto con los niveles estipulados por el fabricante para su correcto funcionamiento, según ficha técnica (Anexo A).



Figura 6 *Suministro se aceite nuevo a transformador de 150KVA.*

1.6. PINTURA GENERAL Y MARCACION.



Figura 7 *Pintura y marcación de transformador de 150KVA*

1.7. PRUEBAS FINALES SEGÚN NORMA NTC 380.

Tabla 5 *Protocolo de pruebas finales transformador de 150KVA.*

ELÉCTRICOS GONZÁLEZ

CERTIFICADO DE PRUEBA PARA TRANSFORMADORES N.º 2122

CLIENTE:	FUERZA AEREA COLOMBIANA-CACOM-4						DISEÑO	
OFERTA:	TRANSFORMADOR: DISTRIBUCIÓN MANTENIMIENTO			FABRICANTE:	ABB	N° SERIE:	ILCB127816	
POTENCIA: (KVA) 150 TRIFASICO FASES 3	FRECUENCIA: 60 Hz REFRIGERACIÓN: ONAN			TENSIÓN SERIE (kV): 15/1.2 Kv NBA AT/BT (kV)95 / 30		CALENTAMIENTO DEVANADO: 65ª C CLASE AISLAMI. Ao	ALTURA DISEÑO: 1000 MSMN FECHA MAT: AGOST/2021	
VALORES NOMINALES	DEVANADO	TENSIÓN (V)	DESPACHO (V)	DERIVACIONES			CORRIENTE (A)	DESPACHO (A)
	PRIMARIO	13.200	13.200	(+1 – 3 * 2.5%)			6.561	6.561
	SECUNDARIO	214	214				404.684	404.684
RESULTADO DE LOS ENSAYOS A (ºC)				25	POSICIÓN CONMUTADOR:		2	
LÍQUIDO AISLANTE Aceite Mineral	REFERENCIA			TENSIÓN RUPTURA: (kV)	40		MÉTODO:	ASTM – 877
RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Lectura: 60 sg	TENSIÓN (Kv) 5			A. T. CONTRA TIERRA 84000 MΩ	A. T. CONTRA B. T. 95000 MΩ		B. T. CONTRA TIERRA 57000 MΩ	
RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN: POLARIDAD				GRUPO DE CONEXIÓN lio	FASE- FASE=		FASE- NEUTRO= X	

POSICIÓN	TENSIÓN	FASE U	FASE V	FASE W	NOMINAL	MÍNIMA	MÁXIMA	Grupo de conexión
1	13530	109.055	109.055	109.055	109.504	108.957	110.052	
2	13200	106.490	106.490	106.490	106.834	106.299	107.368	
3	12870	104.950	104.950	104.950	104.163	103.642	104.864	DYN5
4	12540	101.375	101.375	101.375	101.492	100.985	101.999	
5	12210	98.810	98.810	98.810	98.821	98.327	99.315	

RESISTENCIA ENTRE TERMINALES	DERIVADOS primario SECUNDARIO (mOHM)	U-V/X-Y 14.540 4.025	U-W/X-Z 14.580 4.028	V/W Y-Z 14.590 4.032	PROMEDIO 14.570 (OHM) 4.028 (Mohm)	MATERIAL FABRICACIÓN COBRE COBRE
ENSAYOS DE AISLAMIENTO	TENSIÓN APLICADA DURANTE 60 SEG. BT CONTRA T Y TIERRA: 10kV AT CONTRA BT Y TIERRA: 34 Kv			TENSIÓN INDUCIDA TENSIÓN: (V) 428 FRECUENCIA: 120 Hz		TIEMPO: 60 Seg

ENSAYO SIN CARGA	TENSIÓN (V)	I x 1 (A)	12 (A)	I 3 (A)	PROMEDIO (%)	GARANTÍA (%)	Po MEDIDO (W)	P GARANTI (W)
	214	0.740	1.030	1.170	0.323	3..000	339.0	365.0

ENSAYO CORTOCIRCUITO		PERDIDAS Cu (W) I^2R (W) IMPENDENCIA (%)	MEDIDAS (ºc)		REFERENCIADAS A 85ªC	GARANTIZADAS A 85ªC
Icc (A):	4.921		1284.000	P ADICONAL	1497.830	1540.0
Ucc (V):	442.0		1085.798	173.3	1336.849	
			3.348		3.419	3.5

REGULACIÓN A PLENA CARGA Y F. P. 0.8 (%)	2.495	EFICIENCIA PLENA CARGA Y F. P. 98.084 (8%) 98.354	0.9
CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS: MASA TOTAL (kg)	490	VOLUMEN DEL LÍQUIDO AISLANTE	Litros: 115

DIMENSIONES APROXIMADAS DEL TANQUE PRINCIPAL (M)			PINTURA		
LARGO	ANCHO 54	ALTO	COLOR:	GRIS	ESPESOR: 120 micras
REFRIGERACIÓN No. DE ELEMENTOS		Nº ELEMENTOS 0	DIMERNSIONES		mm
OBSERVACIONES:					
CLIENTE / DISPONIBLE MATRICULA Nº: FIRMA:		PROVEEDOR / CONTROL DE CALIDAD MATRÍCULA Nº: FIRMA		FECHA: 02-09-2021	

1.8. MONTAJE Y PUESTA EN SERVICIO.

El día sábado 4 de septiembre de 2021, se iniciaron labores a las 6:00am con la des energización sectorial por cada subestación, en este caso la zona canina y escuela de helicóptero con previa autorización del T4 Ariza Duberney. Se procedió a intervenir la estructura de la subestación en poste de 150 KVA, con el desmonte del transformador encargado de suplir la necesidad durante la realización del mantenimiento preventivo al equipo perteneciente al CACOM-4, posterior a esto se monto e instalo el transformador ya antes mencionado. Todas estas maniobras se realizaron mediante grúa hidráulica y personal altamente calificado.



Figura 8 *Montaje y puesta en funcionamiento transformador de 150KVA*

Por último, se realizó una respectiva verificación del buen funcionamiento de la subestación, junto al personal técnico del CACOM-4, en donde se evidencio el correcto funcionamiento de esta sin ninguna novedad.



Figura 9 *Verificación correcto funcionamiento de transformador de 150KVA*

2. MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRANSFORMADOR EN ACEITE DE 112.5KVA 13200/225-123V.

Tabla 6 *Características transformador en aceite de 112.5KVA.*

Fabricante	SIEMENS
Tipo	Poste
No. Serie	186575
Fases	3
Potencia Aparente	112.5 KVA
Grupo de Conexión	Dyn5
Tensión Primaria	13200 V
Tensión Secundaria	214/123.6 V

2.1. TRANSPORTE, CARGUE Y DESCARGUE DEL TRANSFORMADOR.

El dia Sabado 28 de Agosto de 2021, se iniciaron labores a las 6:00am, con la autorizacion por parte del T4 Ariza Duberney, se procedio a cargar el transformador de 112.5 KVA, que se encontraba en piso, fuera de servicio, en bodega junto a la subestacion principal para asi ser transladado a las instalaciones de ELECTRICOS GONZALEZ DUITAMA.



Figura 10 *Evidencia fotográfica cargue del transformador de 112.5KVA.*

2.2. PRUEBAS PRELIMINARES.

Los resultados de las pruebas de resistencia de aislamiento, relación de transformación, corto circuito y ensayo sin carga se muestran en la tabla 7.

Tabla 7 *Pruebas preliminares trasformador de 112.5KVA.*

RESISTENCIA DE AISLAMIENTO						
TIEMPO DE LECTURA	**TENSION DE PRUEBA**	**AT-BT**		**AT - TIERRA**		**BT - TIERRA**
60 s	5.000 Kv	20 GΩ		20 GΩ		20 GΩ
RELACION DE TRANSFORMACION						
VOLTAJE ENTRADA	**SALIDA FASE - NEUTRO (V)**			**SALIDA FASE - FASE (V)**		
	X - Pn	**Y - Pn**	**Z - Pn**	**X - Y**	**X - Z**	**Y - Z**
214 V	2,0	2,0	2,0	3,4	3,5	3,5
CORTO CIRCUITO						
CONSUMO EN AMPERIOS	**X - Pn**	**Y - Pn**	**Z - Pn**	**X - Y**	**X - Z**	**Y - Z**
	107,6	117,5	103,9	126,9	113,7	125,9
ENSAYO SIN CARGA						
TIEMPO DE LECTURA	**TENSION DE ALIMENTACION**	**X (A)**		**Y (A)**		**Z (A)**
60 s	214 V	8,38		10,27		7,85





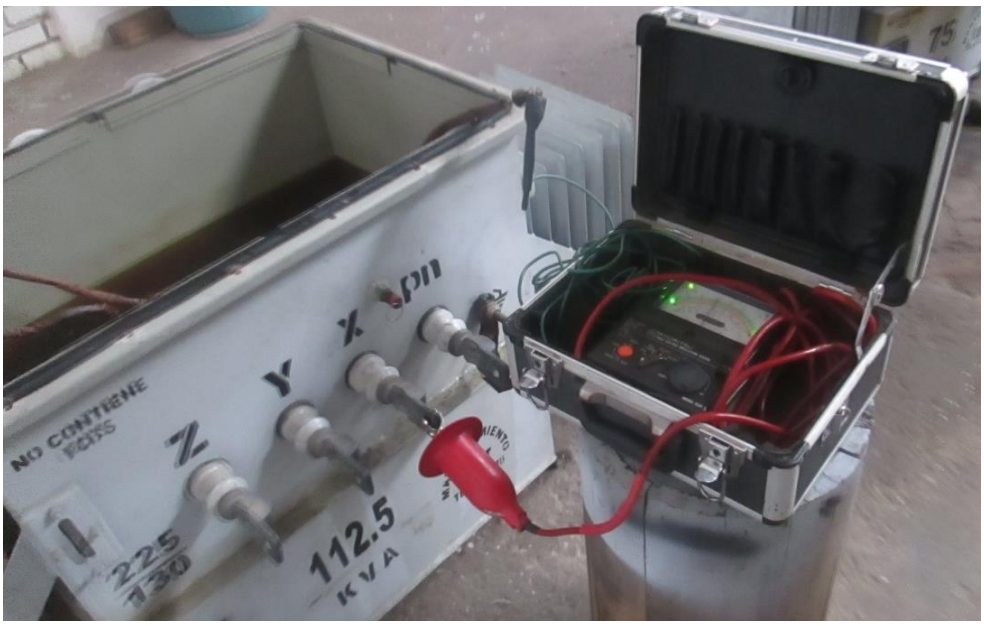


Figura 11 *Pruebas preliminares transformador de 112.5KVA*

2.3. INSPECCION GENERAL

El transformador llega a instalaciones de ELECTRICOS GONZALEZ DUITAMA, donde se le realiza una inspección general sobre su estado, en lo que se encuentra deterioro en la empaquetadura del conmutador y de los bornes de MT y BT, lo que le ocasiona fugas de aceite y humedad, además presenta un nivel bajo de aceite.

Tabla 8 *Estado o condición de componentes externos transformador de 112.5KVA.*

COMPONENTES	CANTIDAD	ESTADO
Aisladores A.T	3	✔
Aisladores B.T	4	✔
Herrajes A.T	3	✔
Herrajes B.T	4	✔
Conectores de A.T	0	**X**
Conectores de B.T	0	**X**
Mordazas	2	✔
Valvula de Presion	1	✔
Conmutador	1	✔
Lamina de Tierra	1	✔



Figura 12 *Estado inicial transformador de 112.5KVA.*

2.4. REAJUSTE Y CORRECCION DE CONEXIONES, FUGAS Y SUMINISTRO DE ACEITE DIELECTRICO.

- Cambio de empaquetadura nueva y certificada en bornes de MT, BT y tapa de transformador según lo estipulado en la norma NTC 317 en su última versión.



Figura 13 *Cambio de empaquetadura nueva en bornes de MT y BT.*

- Se suministro 110L de aceite dieléctrico certificado con los estándares ambientales y de calidad, cumpliendo esto con los niveles estipulados por el fabricante para su correcto funcionamiento, según ficha técnica (Anexo A).



Figura 14 *Suministro de aceite nuevo a transformador de 112.5KVA*

2.5. PINTURA GENERAL Y MARCACION.

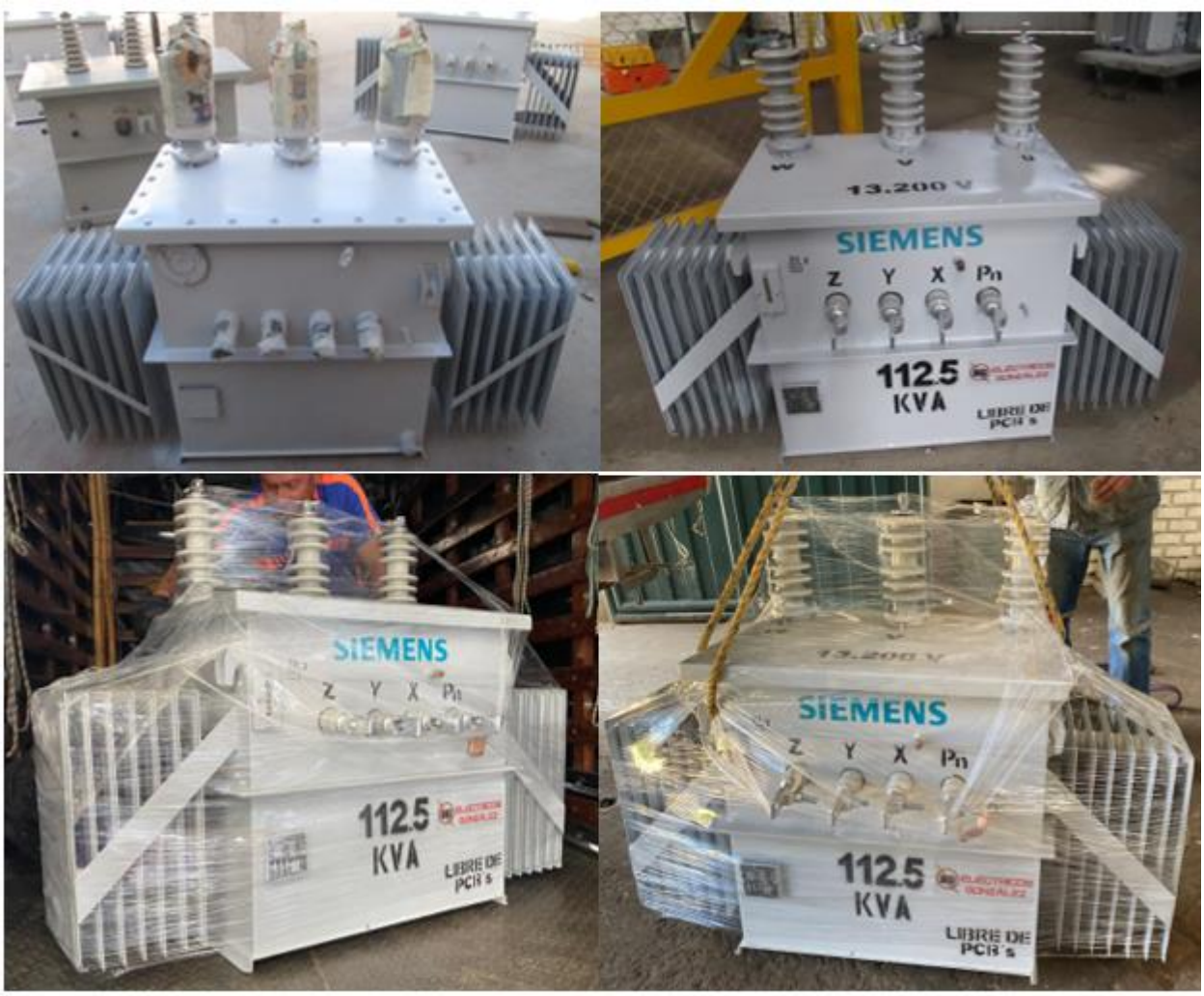


Figura 15 *Pintura y marcación de transformador de 112.5KVA*

2.6. PRUEBAS FINALES SEGÚN NORMA NTC 380

Tabla 9 *Protocolo de pruebas finales transformador de 112.5KVA.*

ELÉCTRICOS GONZÁLEZ

CERTIFICADO DE PRUEBA PARA TRANSFORMADORES Nº 2123

CLIENTE: FUERZA AEREA COLOMBIANA-CACOM-4 DISEÑO

OFERTA: 054-00-G-CACOM-4-GRUAL-2021 TRANSFORMADOR: DISTRIBUCIÓN FABRICANTE: SIEMENS N° SERIE: 186575

MANTENIMIENTO

POTENCIA: (KVA) 112.5 TRIFASICO FASES 3	FRECUENCIA: 60 Hz REFRIGERACIÓN: ONAN	TENSIÓN SERIE (kV): 15/1.2 Kv NBA AT/BT (kV)95 / 30	CALENTAMIENTO DEVANADO: 65ª C CLASE AISLAMI. Ao	ALTURA DISEÑO: 1000 MSMN FECHA MANT: AGO/ 2021

VALORES NOMINALES	DEVANADO	TENSIÓN (V)	DESPACHO (V)	DERIVACIONES	CORRIENTE (A)	DESPACHO (A)
	PRIMARIO	13.200	13.200	(+1 – 3 * 2.5%)	4.921	4.921
	SECUNDARIO	214	214		303.514	303.51

RESULTADO DE LOS ENSAYOS A (ºC) 25 POSICIÓN CONMUTADOR: 2

LÍQUIDO AISLANTE	REFERENCIA	TENSIÓN RUPTURA: (kV)	MÉTODO:
Aceite Mineral		40	ASTM – 877

RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Lectura: 60 sg	TENSIÓN (Kv)	A. T. CONTRA TIERRA	A. T. CONTRA B. T.	B. T. CONTRA TIERRA
	5	10000 MEGAOHM	10000 MEGAOHM	10000 MEGAOHM
	0	0 MEGAOHM	0 MEGAOHM	0 MEGAOHM

RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN: POLARIDAD GRUPO DE CONEXIÓN lio FASE- FASE= FASE- NEUTRO= X

POSICIÓN	TENSIÓN	FASE U	FASE V	FASE W	NOMINAL	MÍNIMA	MÁXIMA	Grupo de conexión
1	13530	109.055	109.055	109.055	109.504	108.957	110.052	
2	13200	106.490	106.490	106.490	106.834	106.299	107.368	
3	12870	104.950	104.950	104.950	104.163	103.642	104.864	DYN5
4	12540	101.375	101.375	101.375	101.492	100.985	101.999	
5	12210	98.810	98.810	98.810	98.821	98.327	99.315	

RESISTENCIA ENTRE TERMINALES	DERIVADOS	U-V/X-Y	U-W/X-Z	V/W Y-Z	PROMEDIO	MATERIAL FABRICACIÓN
	primario	14.540	14.580	14.590	14.570 (OHM)	COBRE
	SECUNDARIO (mOHM)	4.025	4.028	4.032	4.028 (Mohm)	COBRE

ENSAYOS DE AISLAMIENTO	TENSIÓN APLICADA DURANTE 60 SEG.	TENSIÓN INDUCIDA		
	BT CONTRA T Y TIERRA: 10kV AT CONTRA BT Y TIERRA: 34 Kv	TENSIÓN: (V) 428	TIEMPO:	60 Segundos
		FRECUENCIA: 120 Hz		

ENSAYO SIN CARGA	TENSIÓN (V)	I x 1 (A)	12 (A)	I 3 (A)	PROMEDIO (%)	GARANTÍA (%)	Po MEDIDO (W)	P GARANTI (W)
	214	0.740	1.030	1.170	0.323	3..000	339.0	365.0

ENSAYO CORTOCIRCUITO		PERDIDAS Cu (W) I^2R (W) IMPENDENCIA (%)	MEDIDAS (ºc)	P ADICONAL	REFERENCIADAS A 85ªC	GARANTIZADAS A 85ªC
Icc (A):	4.921		1284.000		1497.830	1540.0
Ucc (V):	442.0		1085.798	173.3	1336.849	
			3.348		3.419	3.5

REGULACIÓN A PLENA CARGA Y F. P. 0.8 (%) 2.495 EFICIENCIA PLENA CARGA Y F. P. 98.084 (8%) 98.354 0.9

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS: MASA TOTAL (kg) 480 VOLUMEN DEL LÍQUIDO AISLANTE Litros: 110

DIMENSIONES APROXIMADAS DEL TANQUE PRINCIPAL (M)			PINTURA			
LARGO	ANCHO 54	ALTO	COLOR:	GRIS	ESPESOR:	120 micras

REFRIGERACIÓN No. DE ELEMENTOS	Nº ELEMENTOS	0	DIMERNSIONES	mm

OBSERVACIONES:

CLIENTE / ENERCA S.A E.S.P	PROVEEDOR / CONTROL DE CALIDAD	FECHA:
MATRICULA Nº:	MATRÍCULA Nº:	02/09/2021
FIRMA:	FIRMA	

3. MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRANSFORMADOR EN ACEITE DE 75KVA 13200/225-123V.

Tabla 10 *Características transformador en aceite de 75KVA.*

Fabricante	SIEMENS
Tipo	Poste
No. Serie	203657
Fases	3
Potencia Aparente	75 KVA
Grupo de Conexión	Dyn5
Tensión Primaria	13200 V
Tensión Secundaria	214/123.6 V

3.1. DES-ENERGIZACION Y DESMONTE DEL TRANSFORMADOR.

El dia sabado 28 de Agosto de 2021, se iniciaron labores a las 6:00am con la des energizacion total del comando por parte del personal tecnico de la base, al momento de la autorizacion por parte del T4 Ariza Duberney, se procedio a intervenir la estructura de la subestacion en poste de 75 KVA, correspondiente a la alimentacion de energia de la zona de los casinos, despues de hacer las respectivas verificaciones de des energizacion, se procedio a realizar la desconexion por MT y BT del transformador y su respectivo desmonte para ser transladado a las instalaciones de ELECTRICOS GONZALEZ DUITAMA.





Figura 16 *Evidencia fotográfica des energización y desmonte del transformador de 75KVA.*

3.2. PRESTAMO E INSTALACION DE TRANSFORMADOR DE SUPLENCIA.

Tabla 11 *Características transformador en aceite de 75KVA a suplir necesidad.*

Fabricante	ABB
Tipo	Poste
No. Serie	1LCB369533
Fases	3
Potencia Aparente	75 KVA
Grupo de Conexión	Dyn5
Tensión Primaria	13200 V
Tensión Secundaria	214/123.5 V



Figura 17 *Evidencia fotográfica instalación de transformador a suplir necesidad de 75KVA.*

3.3. PRUEBAS PRELIMINARES.

Los resultados de las pruebas de resistencia de aislamiento, relación de transformación, corto circuito y ensayo sin carga se muestran en la tabla 7.

Tabla 12 *Pruebas preliminares trasformador de 75KVA*

RESISTENCIA DE AISLAMIENTO						
TIEMPO DE LECTURA	TENSION DE PRUEBA	AT-BT		AT - TIERRA		BT - TIERRA
60 s	5.000 Kv	40 GΩ		20 GΩ		20 GΩ
RELACION DE TRANSFORMACION						
VOLTAJE ENTRADA	SALIDA FASE - NEUTRO (V)			SALIDA FASE - FASE (V)		
	X - Pn	Y - Pn	Z - Pn	X - Y	X - Z	Y - Z
214 V	2,2	2,1	2,0	3,3	3,3	3,4
CORTO CIRCUITO						
CONSUMO EN AMPERIOS	X - Pn	Y - Pn	Z - Pn	X - Y	X - Z	Y - Z
	98,6	101,5	99,9	115,9	110,7	114,9
ENSAYO SIN CARGA						
TIEMPO DE LECTURA	TENSION DE ALIMENTACION	X (A)		Y (A)		Z (A)
60 s	214 V	5,38		8,27		7,78



Figura 18 *Pruebas preliminares transformador de 75KVA.*

3.4. INSPECCION GENERAL

El transformador llega a instalaciones de ELECTRICOS GONZALEZ DUITAMA, donde se le realiza una inspección general sobre su estado, en lo que se encuentra deterioro en la empaquetadura de los bornes de MT y BT, conmutador y tapa, lo que ocasiona fugas de aceite y humedad, además presenta un nivel bajo de aceite.

Tabla 13 *Estado o condición de componentes externos transformador de 75KVA.*

COMPONENTES	CANTIDAD	ESTADO
Aisladores A.T	3	✔
Aisladores B.T	4	✔
Herrajes A.T	3	✔
Herrajes B.T	4	✔
Conectores de A.T	3	✔
Conectores de B.T	0	**X**
Mordazas	2	✔
Valvula de Presion	1	✔
Conmutador	1	✔
Lamina de Tierra	1	✔



Figura 19 *Estado inicial transformador de 75KVA*

3.5. REAJUSTE Y CORRECCION DE CONEXIONES, FUGAS Y SUMINISTRO DE ACEITE DIELECTRICO.

- Cambio de empaquetadura nueva y certificada en bornes de MT, BT y tapa de transformador según lo estipulado en la norma NTC 317 en su última versión.

- Se suministro 105L de aceite dieléctrico certificado con los estándares ambientales y de calidad, cumpliendo esto con los niveles estipulados por el fabricante para su correcto funcionamiento, según ficha técnica (Anexo a).



Figura 20 *Suministro se aceite nuevo a transformador de 75KVA*

3.6. PINTURA GENERAL Y MARCACION.



Figura 21 *Pintura y marcación de transformador de 75KVA*

3.7. PRUEBAS FINALES SEGÚN NORMA NTC 380.

Tabla 14 *Protocolo de pruebas finales transformador de 75KVA.*

ELÉCTRICOS GONZÁLEZ

CERTIFICADO DE PRUEBA PARA TRANSFORMADORES No. 2124

CLIENTE: FUERZA AEREA COLOMBIANA-CACOM-4 DISEÑO

OFERTA:054-00-G-CACOM-4-GRUAL-2021 TRANSFORMADOR: DISTRIBUCIÓN MANTENIMIENTO FABRICANTE: SIEMENS No. SERIE: 203657

POTENCIA: (KVA) 75	FRECUENCIA: 60 Hz	TENSIÓN SERIE (kV): 15/1.2 Kv	CALENTAMIENTO DEVANADO: 65ª C	ALTURA DISEÑO: 1000 MSMN
FASES: 3	REFRIGERACIÓN: ONAN	NBA AT/BT (kV)95 / 30	CLASE AISLAMI. Ao	FECHA MANTE:AGOSTO/2021

VALORES	DEVANADO	TENSIÓN (V)	DESPACHO (V)	DERIVACIONES	CORRIENTE (A)	DESPACHO (A)
NOMINALES	PRIMARIO	13.200	13.200	(+1 – 3 * 2.5%)	3.280	3.280
	SECUNDARIO	214	214		202.34	202.34

RESULTADO DE LOS ENSAYOS A (ºC) 20 POSICIÓN CONMUTADOR: 2

LÍQUIDO AISLANTE: Aceite Mineral REFERENCIA TENSIÓN RUPTURA: (kV) 60 MÉTODO: ASTM – 877

RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Tiempo de Lectura a 60 seg	TENSIÓN (Kv)	A. T. CONTRA TIERRA (M)	A. T. CONTRA B. T. (M)	B. T. CONTRA TIERRA (M)
	5	20000	20000	20000

RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN: POLARIDAD GRUPO DE CONEXIÓN No. FASE-FASE FASE-NEUTRO

POSICIÓN	TENSIÓN	FASE U	FASE V	FASE W	NOMINAL	MÍNIMA	MÁXIMA	
1	13.530	109.478	109.470	109.470	109.508	108.960	110.056	
2	13.200	106.800	106.800	106.800	106.837	106.303	107.371	
3	12.870	104.130	104.130	104.130	104.166	103.645	104.687	
4	12.540	101.469	101.460	101.460	101.495	100.987	102.002	
5	12.210	98.790	98.790	98.790	98.824	98.330	99.318	

RESISTENCIA ENTRE TERMINALES	DEVANADO	U-V	v-w	w-u	PROMEDIO	MATERIAL FABRICACIÓN
	PRIMARIO	19.500	19.510	19.530	39.530	COBRE
	SECUNDARIO	7.130	7.130	7.130	7.130	COBRE
	(mOHM)					

ENSAYOS DE AISLAMIENTO	TENSIÓN APLICADA DURANTE 60 SEG.	TENSIÓN INDUCIDA		
	BT CONTRA T Y TIERRA: 10kV	TENSIÓN: (V)	428	TIEMPO: 60 Segundos
	AT CONTRA BT Y TIERRA: 34 Kv	FRECUENCIA:	120 Hz	

ENSAYO SIN CARGA	TENSIÓN (V)	Iu (A)	Iv (A)	Iw (A)	PROMEDIO (%)	GARANTÍA (%)	Po MEDIDO (W)	PoGARANTI (W)
	214	0.71	0.48	0.78	0.32%	3.00	226.0	285

ENSAYO CORTOCIRCUITO		PERDIDAS Cu (W)	MEDIDAS	PADICONAL	REFERENCIADAS A 85ªC	GARANTIZADAS A 85ªC
Icc(A):	1.312	I^2R (W)	3.28	-166	1008.00	1090.00 W
Ucc (V):	400		357.00		945.00	
			832.00		2.80	2.90%
			753.00			
			2.70			

REGULACIÓN A PLENA CARGA Y F. P. 0.8 (%	2.56	EFICIENCIA PLENA CARGA Y F. P. 0.8 (8%)	98.00
CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS: MASA TOTAL (kg)	393	VOLUMEN DEL LÍQUIDO AISLANTE	Litros:105

DIMENSIONES APROXIMADAS DEL TANQUE PRINCIPAL (M)			PINTURA			
LARGO 1.000	ANCHO 0.670	ALTO 1.000	COLOR:	GRIS	ESPESOR:	80 micras

REFRIGERACIÓN No. DE ELEMENTOS	LARGO	ANCHO

CLIENTE / MATRICULA No.	PROVEEDOR / CONTROL DE CALIDAD	FECHA
FIRMA	MATRÍCULA FIRMA	02/09/202



Figura 22 *Pruebas finales transformador de 75KVA.*

3.8. MONTAJE Y PUESTA EN SERVICIO.

El día sábado 4 de septiembre de 2021, se iniciaron labores a las 6:00am con la des energización sectorial por cada subestación, en este caso los casinos, con previa autorización del T4 Ariza Duberney. Se procedió a intervenir la estructura de la subestación en poste de 75 KVA, con el desmonte del transformador encargado de suplir la necesidad durante la realización del mantenimiento preventivo al equipo perteneciente al CACOM-4, posterior a esto se montó e instalo el transformador ya antes mencionado. Todas estas maniobras se realizaron mediante grúa hidráulica y personal altamente calificado.



Figura 23 *Montaje y puesta en funcionamiento transformador de 75KVA.*

Por último, se realizó una respectiva verificación de la subestación, junto al personal técnico del CACOM-4, en donde se evidencio el correcto funcionamiento de esta sin ninguna novedad.



Figura 24 *Verificación funcionamiento de transformador de 75KVA*

4. MANTENIMIENTO PREVENTIVO TRANSFORMADOR EN ACEITE DE 45KVA 13200/225-123V.

Tabla 15 *Características transformador en aceite de 45KVA.*

Fabricante	SIEMENS
Tipo	Poste
No. Serie	184756
Fases	3
Potencia Aparente	45 KVA
Grupo de Conexión	Dyn5
Tensión Primaria	13200 V
Tensión Secundaria	214/123.6V

4.1. DES-ENERGIZACION Y DESMONTE DEL TRANSFORMADOR.

El dia sabado 28 de Agosto de 2021, se inicio labores a las 6:00am con la des energizacion total del comando por parte del personal tecnico de la base, al momento de la autorizacion por parte del T4 Ariza Duberney, se procedio a intervenir la estructura de la subestacion en poste de 45 KVA, despues de hacer las respectivas verificaciones de des energizacion, se procedio a realizar la desconexion por AT y BT del transformador y su respectivo desmonte para ser transladado a las instalaciones de ELECTRICOS GONZALEZ DUITAMA.



Figura 25 *Evidencia fotográfica des energización y desmonte del transformador de 45KVA.*

4.2. PRESTAMO E INSTALACION DE TRANSFORMADOR DE SUPLENCIA.

Tabla 16 *Características transformador en aceite de 45KVA a suplir necesidad.*

Fabricante	SIEMENS
Tipo	Poste
No. Serie	391788
Fases	3
Potencia Aparente	45 KVA
Grupo de Conexión	Dyn5
Tensión Primaria	13200 V
Tensión Secundaria	214/123.5 V



Figura 26 *Evidencia fotográfica instalación de transformador a suplir necesidad de 45KVA.*

4.3. PRUEBAS PRELIMINARES.

Los resultados de las pruebas de resistencia de aislamiento, relación de transformación, corto circuito y ensayo sin carga se muestran en la tabla 17.

Tabla 17 *Pruebas preliminares trasformador de 45KVA.*

RESISTENCIA DE AISLAMIENTO						
TIEMPO DE LECTURA	**TENSION DE PRUEBA**	**AT-BT**		**AT - TIERRA**		**BT - TIERRA**
60 s	5.000 Kv	15 GΩ		15 GΩ		10 GΩ
RELACION DE TRANSFORMACION						
VOLTAJE ENTRADA	**SALIDA FASE - NEUTRO (V)**			**SALIDA FASE - FASE (V)**		
	X - Pn	**Y - Pn**	**Z - Pn**	**X - Y**	**X - Z**	**Y - Z**
214 V	2,2	2,1	2,0	3,3	3,3	3,4
CORTO CIRCUITO						
CONSUMO EN AMPERIOS	**X - Pn**	**Y - Pn**	**Z - Pn**	**X - Y**	**X - Z**	**Y - Z**
	98,6	101,5	99,9	115,9	110,7	114,9
ENSAYO SIN CARGA						
TIEMPO DE LECTURA	**TENSION DE ALIMENTACION**	**X (A)**		**Y (A)**		**Z (A)**
60 s	214 V	5,38		8,27		7,78

4.4. INSPECCION GENERAL

El transformador llega a instalaciones de ELECTRICOS GONZALEZ DUITAMA, donde se le realiza una inspección general sobre su estado, en lo que se encuentra deterioro en la empaquetadura de los bornes de MT y BT, lo podría ocasionar fugas de aceite y humedad, además presenta un nivel bajo de aceite.

Tabla 18 *Estado o condición de componentes externos transformador de 75KVA.*

COMPONENTES	CANTIDAD	ESTADO
Aisladores A.T	3	✔
Aisladores B.T	4	✔
Herrajes A.T	3	✔
Herrajes B.T	4	✔
Conectores de A.T	0	**X**
Conectores de B.T	0	**X**
Mordazas	1	✔
Valvula de Presion	1	✔
Conmutador	1	✔
Lamina de Tierra	1	✔



Figura 27 *Estado inicial transformador de 45KVA.*

4.5. REAJUSTE Y CORRECCION DE CONEXIONES, FUGAS Y SUMINISTRO DE ACEITE DIELECTRICO.

- Cambio de empaquetadura nueva y certificada en bornes de MT, BT y tapa de transformador según lo estipulado en la norma NTC 317 en su última versión.

- Se suministro 85L de aceite dieléctrico certificado con los estándares ambientales y de calidad, cumpliendo esto con los niveles estipulados por el fabricante para su correcto funcionamiento, según ficha técnica (Anexo A).



Figura 28 *Suministro se aceite nuevo a transformador de 45KVA.*

4.6. PINTURA GENERAL Y MARCACION.



Figura 29 *Pintura y marcación de transformador de 45KVA.*

4.7. PRUEBAS FINALES SEGÚN NORMA NTC 380

Tabla 19 *Protocolo de pruebas finales transformador de 45KVA.*

ELÉCTRICOS GONZÁLEZ

CERTIFICADO DE PRUEBA PARA TRANSFORMADORES No. 2125

CLIENTE:	FUERZA AEREA COLOMBIANA-CACOM-4				DISEÑO
OFERTA :0-54-G-CACOM-4-GRUAL-2021	TRANSFORMADOR: DISTRIBUCIÓN MANTENIMIENTO		FABRICANTE:	SIEMENS	No. SERIE: 184756

POTENCIA: (KVA) 45	FRECUENCIA: 60 Hz	TENSIÓN SERIE (kV): 15/1.2 Kv	CALENTAMIENTO DEVANADO: 65ª C	ALTURA DISEÑO: 1000 MSNM
FASES: 3	REFRIGERACIÓN: ONAN	NBA AT/BT (kV)95 / 30	CLASE AISLAMI. Ao	FECHA: AGOSTO/2021

VALORES NOMINALES	DEVANADO	TENSIÓN (V)	DESPACHO (V)	DERIVACIONES	CORRIENTE (A)	DESPACHO (A)
	PRIMARIO	13.200	13.200	(+1 – 3 * 2.5%)	1.968	1.968
	SECUNDARIO	214	214		121.41	121.41

RESULTADO DE LOS ENSAYOS A (ºC)	20	POSICIÓN CONMUTADOR:	2	
LÍQUIDO AISLANTE: Aceite Mineral	REFERENCIA (6)	TENSIÓN RUPTURA: (kV) 50		MÉTODO: ASTM – 877

RESISTENCIA DE AISLAMIENTO Tiempo de Lectura a 60 seg	TENSIÓN (Kv)	A. T. CONTRA TIERRA (M) 4000	A. T. CONTRA B. T. (M)	B. T. CONTRA TIERRA (M)
	5		4000	4000

RELACIÓN DE TRANSFORMACIÓN: (7) POLARIDAD SUSTRACTIVA GRUPO DE CONEXIÓN: Dy5 FASE-FASE FASE: NEUTRO X

POSICIÓN	TENSIÓN	FASE U	FASE V	FASE W	NOMINAL	MÍNIMA	MÁXIMA
1	13.530	109.610	109.560	109.690	109.510	108.962	110.058
2	13.200	106.937	106.888	106.015	106.839	106.305	107.373
3	12.870	104.220	104.180	104.300	104.168	103.647	104.689
4	12.540	101.548	101.509	101.626	101.497	100.990	102.040
5	12.210	98.919	98.876	98.996	98.826	98.332	99.320

RESISTENCIA ENTRE TERMINALES	DEVANADO	u-v	v-w	w-u	PROMEDIO	MATERIAL FABRICACIÓN
		53.220	53.21	53.220	53.2	COBRE
	SECUNDARIO (mOHM)	10.3	10.28	10.290	10.29	COBRE

ENSAYOS DE AISLAMIENTO	TENSIÓN APLICADA DURANTE 60 SEG.	TENSIÓN INDUCIDA	
	BT CONTRA T Y TIERRA: 10kV	TENSIÓN: (V) 428	TIEMPO: 18 Segundos
	AT CONTRA BT Y TIERRA: 34 Kv	FRECUENCIA: 400 Hz	

ENSAYO SIN CARGA	TENSIÓN (V)	Iu (A)	Iv (A)	Iw (A)	PROMEDIO (%)	GARANTÍA	Po MEDIDO (W)	PoGARANTI (W)
	214	51	334	437	3.5%	3.5(%)	135	180

ENSAYO CORTOCIRCUITO		PERDIDAS Cu (W)	MEDIDAS	PADICONAL	REFERENCIADAS A 85ªC	GARANTIZADAS A 85ªC
		I^2R (W)	1.97	99.5		85 W
Icc(A):	1.970	I	356.00		680.000	710.00%
Ucc (V):	356.0		564.00		658.00	3.00
			553.00		2.83	
			2.70			

REGULACIÓN A PLENA CARGA Y F. P. 0.9(%)	2.65	EFICIENCIA PLENA CARGA Y F. P. 0.9 %	97.79
CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS: MASA TOTAL (kg)	360	VOLUMEN DEL LÍQUIDO AISLANTE	Litros: 83

DIMENSIONES EXTERNAS DEL TRANSFORMADOR (M)			PINTURA		
LARGO 1.03	ANCHO 6	ALTO 89	COLOR:	GRIS	ESPESOR: (80)

REFRIGERACIÓN No. DE ELEMENTOS	LARGO	ANCHO
OBSERVACIONES:		

CLIENTE / DISPONIBLE	PROVEEDOR / CONTROL DE CALIDAD	FECHA
MATRICULA No.	MATRÍCULA	02/09/2021



Figura 30 *Pruebas finales transformador de 45KVA.*

4.8. MONTAJE Y PUESTA EN SERVICIO.

El día sábado 4 de septiembre de 2021, se iniciaron labores a las 6:00am con la des energización sectorial por cada subestación, con previa autorización del T4 Ariza Duberney. Se procedió a intervenir la estructura de la subestación en poste de 45 KVA, con el desmonte del transformador encargado de suplir la necesidad durante la realización del mantenimiento preventivo al equipo perteneciente al CACOM-4, posterior a esto se montó e instalo el transformador ya antes mencionado. Todas estas maniobras se realizaron mediante grúa hidráulica y personal altamente calificado.



Figura 31 *Montaje y puesta en funcionamiento transformador de 45KVA.*

Por último, se realizó una respectiva verificación de la subestación, junto al personal técnico del CACOM-4, en donde se evidencio el correcto funcionamiento de esta sin ninguna novedad.

5. ANÁLISIS DE ACEITE, RIGIDEZ DIELÉCTRICA DEL ACEITE (STN-D877) Y CONTENIDO DE PCB'S INCLUYE LA TOMA DE MUESTRA DEL ACEITE DE CADA UNO DE LOS TRANSFORMADORES DE LA UNIDAD (30 TRANSFORMADORES EN TOTAL).

5.1. Toma de muestras.








Figura 32 *Evidencia fotográfica toma de muestras de aceite de transformadores del CACOM-4.*

5.2. REPORTE DE ANÁLISIS CUANTITATIVO DE PCB´s.

Para este reporte se tomaron la muestra de 30 transformadores sumergidos en aceite por separado y de todas estas se reunió una sola muestra general y de dicha muestra se realizó el respectivo análisis cuantitativo de PCB's relacionado en la tabla 11, según lo estipulado en el Anexo técnico del contrato No. 054-00-G-CACOM-4-GRUAL-2021.

Los siguientes transformadores son los incluidos en la muestra general con su respectivo análisis certificado:

Tabla 20 *Lista de transformadores con análisis de PCB's.*

ITEM	POTENCIA APARENTE	VOLTAJE	REFERENCIA	UBICACIÓN	MARCA	MODELO
1	112,5 KVA	220/127 V	256835	TORRE PISTA	SIEMENS	2006
2	30 KVA	220/127 V	316949	PTAR	SIEMENS	2009
3	150 KVA	220/127 V	11BC127816	COMANDO	ABB	1993
4	50 KVA	220/127 V	1694	AULAS PLAN COLOMBIA	AWA	2008
5	160 KVA	220/127 V	356944	HANGAR 1	SIEMENS	1986
6	112,5 KVA	220/127 V	94777	CENTRO LOGISTICO	MAGNETRON	2003
7	75 KVA	220/127 V	315829	GRUTE	SIEMENS	2004
8	75 KVA	220/127 V	39672262	HANGAR 2 Y 3	SIEMENS	1981
9	75 KVA	220/127 V	94065	COMPRESOR	MAGNETRON	2003
10	150 KVA	220/127 V	270593	AUTOMOTORES	SIEMENS	2006
11	75 KVA	220/127 V	11BC170562	PLAN COLOMBIA SUBOFICIALES	ABB	2004
12	100 KVA	220/127 V	4634304	CASINO SUBOFICIALES	SIEMENS	1989
13	225 KVA	220/127 V	2008030502	APARTAMENTOS SUBOFICIALES	RYMEL	2006
14	150 KVA	220/127 V	109590	CASAS FISCALES SUBOFICIALES	SIEMENS	2007
15	150 KVA	220/127 V	30113381	CASAS FISCALES SUBOFICIALES-COLEGIO	SIEMENS	1978
16	75 KVA	220/127 V	14630261	CASAS FISCALES DE SUBOFICIALES.	SIEMENS	1974
17	75 KVA	220/127 V	239122	MERCALOG	SIEMENS	2004
18	112,5 KVA	220/127 V	31639321	SANIDAD	SIEMENS	1979
19	75 KVA	220/127 V	524537	CASAS FISCALES OFICIALES-SECOM	STROMBERG	1968
20	45 KVA	220/127 V	71198	APARTAMENTOS OFICIALES 1.	SIEMENS	2008
21	75 KVA	220/127 V	244896	APARTAMENTOS OFICIALES 2	SIEMENS	2005
22	75 KVA	220/127 V	14754	KIOSCO DE OFICIALES.	SIEMENS	1974
23	112,5 KVA	220/127 V	30324	CASINO DE OFICIALES.	TPL	1983
24	112,5 KVA	220/127 V	295246	PLANTA ACUEDUCTO.	SIEMENS	2007
25	112,5 KVA	220/127 V	96979	BARRACA PLAN COLOMBIA OFICIALES.	MAGNETRON	2007
26	112,5 KVA	220/127 V	33221	CASAS FISCALES OFICIALES	SIEMENS	1999
27	45 KVA	220/127 V	21LB319379	ALUMBRADO PERIMETRAL.	ABB	2009
28	75 KVA	220/127 V	203657	CEMEAR	SIEMENS	2007
29	150 KVA	220/127 V	217926	BOCATOMA VIEJA	SIEMENS	2004
30	112,5 KVA	220/127 V	186575	BACK UP REPARADO 1	SIEMENS	2001

Tabla 21 *Reporte de análisis cuantitativo de PCB's disueltos en aceite aislante*

REPORTE DE ANÁLISIS CUANTITATIVO DE PCB´s DISUELTOS EN ACEITE AISLANTE
NORMA ASTM D4059-00 (2018)
REPORTE CDP - 285647

Empresa	FUERZA AEREA COLOMBIANA	**No. de Muestra**	285647
Encargado	T4 ARIZA DUBERNEY	**Fecha de Muestreo**	2021/08/28
Cargo	SUPERVISOR CONTRATO 054--G-CACOM-4-GRUAL 2021	**Fecha de Recepción**	2021/08/30
Telefono	-	**Fecha de Análisis**	2021/08/31
Ciudad	MELGAR - TOLIMA	**Fecha de Reporte**	2021/08/32
Dirección	CACOM - 4	**T. de Muestra (°C)**	

Marca	VARIOS	**Año de Fabricación**	N/A
Ubicación	CACOM – 4	**Vol. Aceite (L)**	N/A
Tensión (V)	13200/225/130	**Potencia (kVA)**	
T. Dev. (°C)		**T. Aceite (°C)**	
Año de prueba	2021	**Edad (Años)**	

Muestreado por:	ELECTRICOS GONZALEZ

CONDICIONES DEL ANÁLISIS EN EL LABORATORIO

Temperatura Ambiente (°C)	19.7	**Humedad Relativa (%)**	50.4
Presión Barométrica mbar (hPa)	754.9	**Equipo de prueba**	CGD - 02

Parametro	Concentración µg/g (ppm)
PCB´s Arocloro 1221	<1.0
PCB´s Arocloro 1232	<1.0
PCB´s Arocloro 1242	<1.0
PCB´s Arocloro 1248	<1.0
PCB´s Arocloro 1254	<2.0
PCB´s Arocloro 1260	<1.0
PCB´s Totales en Mezcla (Arocloros: 1221, 1232, 1242, 1248, 1254, y 1260)	<1.0

Criterios de Calificación Según Resolución 0222 de 2011		
Grupo 1	PCB´s Puro	≥100000 ppm
Grupo 2	Aceite Contaminado	< 100,000 ppm y ≥ 500 ppm
Grupo 3	Aceite Contaminado	< 500 ppm y ≥ 50 ppm
Grupo 4	Aceite No Contaminado	< a 50 ppm

Límite de Cuantificación para Arocloro 1221, 1232, 1242, 1248, 1260 y PCB's Totales en mezcla : 1.0 µg/g

Límite de Cuantificación para Arocloro 1254: 2.0 µg/g

5.1. ANALISIS DE RIGIDEZ DIELECTRICA DEL ACEITE.

Para este reporte se tomaron la muestra de 30 transformadores sumergidos en aceite por separado y de todas estas se reunió una sola muestra general y de dicha muestra se realizó el respectivo análisis de rigidez dieléctrica relacionado en la tabla 12, según lo estipulado en el Anexo técnico del contrato No. 054-00-G-CACOM-4-GRUAL-2021.

Los siguientes transformadores son los incluidos en la muestra general con su respectivo análisis certificado:

Tabla 22 *Lista de transformadores incluidos en el análisis de rigidez dieléctrica.*

ITEM	POTENCIA APARENTE	VOLTAJE	REFERENCIA	UBICACIÓN	MARCA	MODELO
1	112,5 KVA	220/127 V	256835	TORRE PISTA	SIEMENS	2006
2	30 KVA	220/127 V	316949	PTAR	SIEMENS	2009
3	150 KVA	220/127 V	11BC127816	COMANDO	ABB	1993
4	50 KVA	220/127 V	1694	AULAS PLAN COLOMBIA	AWA	2008
5	160 KVA	220/127 V	356944	HANGAR 1	SIEMENS	1986
6	112,5 KVA	220/127 V	94777	CENTRO LOGISTICO	MAGNETRON	2003
7	75 KVA	220/127 V	315829	GRUTE	SIEMENS	2004
8	75 KVA	220/127 V	39672262	HANGAR 2 Y 3	SIEMENS	1981
9	75 KVA	220/127 V	94065	COMPRESOR	MAGNETRON	2003
10	150 KVA	220/127 V	270593	AUTOMOTORES	SIEMENS	2006
11	75 KVA	220/127 V	11BC170562	PLAN COLOMBIA SUBOFICIALES	ABB	2004
12	100 KVA	220/127 V	4634304	CASINO SUBOFICIALES	SIEMENS	1989
13	225 KVA	220/127 V	2008030502	APARTAMENTOS SUBOFICIALES	RYMEL	2006
14	150 KVA	220/127 V	109590	CASAS FISCALES SUBOFICIALES	SIEMENS	2007
15	150 KVA	220/127 V	30113381	CASAS FISCALES SUBOFICIALES-COLEGIO	SIEMENS	1978
16	75 KVA	220/127 V	14630261	CASAS FISCALES DE SUBOFICIALES.	SIEMENS	1974
17	75 KVA	220/127 V	239122	MERCALOG	SIEMENS	2004
18	112,5 KVA	220/127 V	31639321	SANIDAD	SIEMENS	1979
19	75 KVA	220/127 V	524537	CASAS FISCALES OFICIALES-SECOM	STROMBERG	1968
20	45 KVA	220/127 V	71198	APARTAMENTOS OFICIALES 1.	SIEMENS	2008
21	75 KVA	220/127 V	244896	APARTAMENTOS OFICIALES 2	SIEMENS	2005
22	75 KVA	220/127 V	14754	KIOSCO DE OFICIALES.	SIEMENS	1974
23	112,5 KVA	220/127 V	30324	CASINO DE OFICIALES.	TPL	1983
24	112,5 KVA	220/127 V	295246	PLANTA ACUEDUCTO.	SIEMENS	2007
25	112,5 KVA	220/127 V	96979	BARRACA PLAN COLOMBIA OFICIALES.	MAGNETRON	2007
26	112,5 KVA	220/127 V	33221	CASAS FISCALES OFICIALES	SIEMENS	1999
27	45 KVA	220/127 V	21LB319379	ALUMBRADO PERIMETRAL.	ABB	2009
28	75 KVA	220/127 V	203657	CEMEAR	SIEMENS	2007
29	150 KVA	220/127 V	217926	BOCATOMA VIEJA	SIEMENS	2004
30	112,5 KVA	220/127 V	186575	BACK UP REPARADO 1	SIEMENS	2001

Tabla 23 *Análisis de rigidez dieléctrica del aceite.*

ANALISIS DE RIGIDEZ DIELECTRICA DEL ACEITE		
N° MUESTRA	**KV**	**HORA**
1	21	3:00 pm
2	20	3:05 pm
3	20	3:10 pm
RESULTADO	Al promediar los resultados de las 3 tomas obtenemos 20.33 KV de rigidez dieléctrica para el aceite de los transformadores, al superar los 15 KV se garantiza la efectividad en la refrigeración del transformador.	

ANEXOS

A. FICHA TECNICA ACEITE DIELECTRICO NYNAS.

FICHA TÉCNICA DE PRODUCTO

Nytro Izar I

HIGH GRADE

Nytro Izar I

Aceite de aislamiento eléctrico

PROPIEDADES	UNIDADES	METODO ENSAYO ASTM	LÍMITES ESPECIFICADOS MIN	MAX	VALORES TIPICOS
Físicas					
Apariencia		D 1524	Clear and bright		
Densidad, 15°C	kg/dm³	D 1298		0.91	0.883
Viscosidad, 40°C	mm²/s	D 445		12.0	9.5
Viscosidad, 100°C	mm²/s	D 445		3.0	2.4
Viscosidad, 0°C	mm²/s	D 445		76	66
Punto de inflamación, COC	°C	D 92	145		152
Punto de Fluidez	°C	D 97		-40	-48
Punto de Anilina	°C	D 611	63	84	76
Color		D 1500		0.5	<0.5
Tensión interfacial 25°C	mN /m	D 971	40		47
Químicas					
Acidez total	mg KOH/g	D 974		0.03	<0.01
Azufre corrosivo		D 1275 B	no corrosivo		no corrosivo
Antioxidante, fenoles	Peso %	D 2668		0.08	≤0.08
Contenido en agua	ppm	D 1533		35	<20
Contenido en PCB	ppm	D 4059	no detectable		no detectable
Eléctricas					
Factor de pérdidas dieléctricas a 90°C	%	D 924		0.3	<0.1
Tensión de ruptura					
Entregado	kV	D877	30		>40
Entregado	kV	D 1816 (0.08"gap)	35		>50
Después de tratamiento	kV	D 1816 (0.08"gap)	56		>70
Por impulsos	kV	D 3300	145		>300
Tendencia a la gasificación	µl /min	D 2300B		+30	+12
Estabilidad a la oxidación					
Después 72 h:		D 2440			
Lodos	Peso %			0.15	0.01
Índice de Acidez	mg KOH/g			0.5	0.02
Después 164 h:					
Lodos	Peso %			0.3	0.09
Índice de Acidez	mg KOH/g			0.6	0.07
Bombas Rotativas	minutos	D 2112			220

Nytro Izar I es un aceite aislante que cumple con la especificación ASTM D 3487 Type I.

Aceite aislante severamente hidrotratado
Fecha de Expedición: 2012-08-01

Nytro Izar I es un aceite para transformadores ASTM D3487 tipo I. Nytro Izar I, desarrollado y formulado para una gran resistencia a la degradación de aceite, proporciona buena estabilidad a la oxidación que alarga la vida útil de los transformadores y reduce las necesidades de mantenimiento.

Diseñado para gran rendimiento

Este producto ha sido especialmente desarrollado para aplicaciones en equipos eléctricos con aceite; como transformadores de alimentación y distribución, rectificadores, disyuntores y conmutadores.

Prestaciones y ventajas

Buena transferencia de calor. Este aceite de calidad estándar, por su baja viscosidad y bajo índice de viscosidad, tiene unas características de transferencia de calor extremadamente buenas y garantiza una eficaz eliminación del calor del núcleo y los devanados.

Estabilidad a la oxidación fiable. Esta calidad, desarrollada y formulada para una buena resistencia a la degradación de aceite, proporciona buena estabilidad a la oxidación que fomenta la vida útil de los transformadores y reduce al mínimo las necesidades de mantenimiento.

Excelentes propiedades a baja temperatura. Las características nafténicas permiten poner en marcha el transformador a la temperatura más baja posible sin usar reductores de temperatura de descongelación.

Alta resistencia dieléctrica. Este aceite aislante cumple y sobrepasa las demandas más severas de resistencia dieléctrica cuando es almacenado y manipulado correctamente.

Descripción del producto

Nytro Izar I es un aceite con trazas de inhibidos que cumple los requisitos de ASTM D 3487 tipo I. Nynas clasifica este producto en la gama High Grade.

Nytro Izar I es sometido a rigurosos análisis y a las siguientes pruebas de corrosión:
- ASTM D1275, método B
- IEC 62535
- DIN 51353

PCB: No detectable según ASTM D 4059

DBDS: No detectable según el método usando GC-AED.

Nuestra oferta es muy variada

Estamos encantados de que haya elegido uno de nuestros aceites para transformadores. Si desea consultar algo sobre otros productos y servicios, puede ponerse en contacto con el representante local de Nynas. Además de aceites de gran calidad, ofrecemos una amplia gama de servicios; por ejemplo, entregas rápidas en todo el mundo, análisis de muestras, formación, seminarios y mucho más. No tiene más que preguntar. Para más información, visite www.nynas.com

NYNAS

NYNAS

B. REMISION DE ENTREGA DE TRANSFORMADORES DEL CACOM-4 CON SU RESPECTIVO MANTENIMIENTO PREVENTIVO.

ELÉCTRICOS GONZÁLEZ
NIT. 7.225.917-0
CALLE 22 No. 40A-21 Cel. 314 331 1626 DUITAMA - BOYACÁ
CALLE 20A No. 14-78 Cel. 300 695 3489 YOPAL - CASANARE
VENTA, MANTENIMIENTO, REPARACIÓN Y ALQUILER DE TRANSFORMADORES
MOTORES Y GENERADORES ELÉCTRICOS, SUMINISTRO DE MATERIALES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN.

REMISIÓN Nº 2415

Señor(es): Fuerza Aérea Colombiana | Fecha: 03-Septi-2021 | Pedido Nº
Dirección Comando Aéreo de Combate #4 | Ciudad: Melgar.
Transportador: | Conductor William Parada

REFERENCIA	CANTIDAD	DESPACHAMOS LOS SIGUIENTES ARTÍCULOS
	1	Transformador Trifasico Marca Siemens. N/s 184756 45 KVA. 13.200 V - 214 / 123,5.
	1	Transformador Trifasico Marca Siemens. N/S 75 KVA. 13200V - 214 / 123,5.

OBSERVACIONES | Despachado por: | Transportado por: | Recibido por:

ELÉCTRICOS GONZÁLEZ
NIT. 7.225.917-0
CALLE 22 No. 40A-21 Cel. 314 331 1626 DUITAMA - BOYACÁ
CALLE 20A No. 14-78 Cel. 300 695 3489 YOPAL - CASANARE
VENTA, MANTENIMIENTO, REPARACIÓN Y ALQUILER DE TRANSFORMADORES
MOTORES Y GENERADORES ELÉCTRICOS, SUMINISTRO DE MATERIALES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN.

REMISIÓN Nº 2416

Señor(es): Fuerza Aérea Colombiana | Fecha: 03-Septrem-2021 | Pedido Nº
Dirección Comando Aéreo de Combate #4 | Ciudad: Melgar
Transportador: | Conductor William Parado

REFERENCIA	CANTIDAD	DESPACHAMOS LOS SIGUIENTES ARTÍCULOS
	1	Transformador Trifasico Marca Siemens N/S 186575. 112,5 13200V - 214/123,5.
	1	Transformador Trifasico Marca ABB N/S 1LCB127816 150 KVA 13200V - 214 / 123

OBSERVACIONES | Despachado por: | Transportado por: | Recibido por:

Escaneado con CamScanner

C. CERTIFICADO ISO 9001:2015



SGS

Certificado CO20/962452

El Sistema de Gestión de

ELÉCTRICOS GONZÁLEZ DUITAMA

Calle 22 No. 40 A - 21
Duitama, Boyacá, Colombia

Ha sido evaluado y certificado en cuanto al cumplimiento de los requisitos de

ISO 9001:2015

Para las siguientes actividades:

REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE TRANSFORMADORES MONOFÁSICOS Y TRIFÁSICOS CON CAPACIDAD HASTA 5 MVA, SERIES 15 KV Y 36 KV, SUMERGIDOS EN ACEITE; REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO DE MOTORES ELÉCTRICOS Y DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE SUBESTACIONES Y REDES ELÉCTRICAS DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN

Aclaraciones adicionales respecto del alcance de este certificado y la aplicabilidad de los requisitos de ISO 9001:2015 pueden ser obtenidos consultando a la organización

La validez de este Certificado está sujeta a las auditorias de seguimiento satisfactorias y cualquier verificación deberá hacerse con la Oficina SGS Colombia S.A.S.

Este certificado es válido desde 09/07/2020 Hasta 08/07/2023
Edición 1 , certificado con SGS desde 09/07/2020
Auditoria de Re Certificación 90 días antes del 08/07/2023

Autorizado por

Catalina Doncel González

SGS Colombia S.A.S. Certification And Business Enhancement
Carrera 100 No 25C-11 Bogotá D.C., Colombia
Tel: (+57-1) 6069292 Fax: +(57 – 1) 6359252 www.sgs.com.co

ACREDITADO ONAC
ISO/IEC 17021-1:2015
09-CSG-005

Página 1 de 1

This document is a Web version of SGS certificate for electronic use exclusively. It shall only be available by clicking on SGS Certification Mark which has been posted on Your website. It shall not be printed in anyway. This document is copyright protected. No content or appearance may be reproduced without the express written permission of SGS. Any misuse, alteration, forgery or falsification is unlawful.

D. TRABAJO REALIZADO EL DIA 28 DE AGOSTO DE 2021.

	TRABAJO EN CAMPO	Departamento de ingeniería versión 02 Julio 2020 Elaboró Nicolás González Aprobó Gustavo González
	VISITA TECNICA	

FECHA	28/08/2021	HORA	7:00 a.m
CLIENTE			

UBICACIÓN DEL PREDIO

DEPARTAMENTO	Tolima	MUNICIPIO	Melgar.
BARRIO/VEREDA		DIRECCIÓN	
NOMBRE DEL PROYECTO			

DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO

* Desmontaje transformador de 75kVA 13,2kV / 214-123,6V, 45kVA 13,2kV / 214-123,6V y 112,5kVA 13,2kV / 214-123,5V
* Toma de muestra de aceite dieléctrico ~~tipo~~ de los transformadores tipo pedestal
* Montaje de transformadores de 75kVA, 45kVA y 112,5 kVA como reemplazo de los desmontados.

EVIDENCIA FOTOGRAFICA

SUMINISTRO DE MATERIAL Y/O EQUIPOS (REFERENCIA)	APLICA	NO APLICA
	X	

* transformador Marca ABB de 75kVA 13,2kV / 214-123,6V
* transformador marca Siemens de 45kVA 13,2kV / 214-123,6V
* transformador marca Siemens de 112,5 kVA 13,2kV / 214-123,6V

EVIDENCIA FOTOGRAFICA

EQUIPO DE TRABAJO

NOMBRE	CARGO
Gustavo Gonzalez	Director de Proyecto
esteban Gonzalez	Ingeniero Auxiliar
Nicolás Gonzalez	Ingeniero electricista
Hernando Fonseca	Tecnico electricista
Daniel camargo	Tecnico electricist.

OBSERVACIONES

RESPONSABLE	RECIBE CONFORME
Nombre: Daniel Nicolas Gonzalez Cala	Nombre:
C.C: 1057404557	C.C: 1.117565.514

E. TRABAJOS REALIZADOS EL DIA 29 DE AGOSTO DE 2021.

	TRABAJO EN CAMPO	Departamento de Ingeniería Versión 02 Julio 2020 Elaboró Nicolás González Aprobó Gustavo González
	VISITA TECNICA	
FECHA	29/08/2021	HORA 5:30 a.m
CLIENTE		

UBICACIÓN DEL PREDIO

DEPARTAMENTO	Tolima	MUNICIPIO	Melgar
BARRIO/VEREDA		DIRECCIÓN	
NOMBRE DEL PROYECTO			

DESCRIPCIÓN DEL SERVICIO

* Desmontaje de transformador de 750kVA 13,2kV / 214-123,6 V
* Montaje transformador Marca Tesla 750 kVA 13,2 kV / 214-123,6 V
* Toma de muestra de aceite dieléctrico de transformadores tipo poste

EVIDENCIA FOTOGRAFICA

SUMINISTRO DE MATERIAL Y/O EQUIPOS (REFERENCIA)	APLICA	NO APLICA
* Transformador de 750 kVA 13,2kV / 214-123 V marca Tesla	X	

EVIDENCIA FOTOGRAFICA

EQUIPO DE TRABAJO

NOMBRE	CARGO
Gustavo González	Director de Proyecto
Esteban González	Ingeniero Auxiliar
Nicolás González	Ingeniero electricista
Hernando Fonseca	Técnico electricista
David Camargo	Técnico electricista

OBSERVACIONES

RESPONSABLE	RECIBE CONFORME
Nombre: Daniel Nicolás González Cely C.C: 1052404557	Nombre: C.C: 1.117.515.514