

**GERENCIA DE SUBESTACIONES**

**ESPECIFICACIÓN TÉCNICA**

**TRANSFORMADOR 16-20 MVA 69/12.8kV**

**CON REGULACION AUTOMATICA**

**(1005520)**

## Contenido

<b>1. OBJETO</b>	<b>3</b>
<b>2. NORMAS</b>	<b>3</b>
<b>3. CONDICIONES AMBIENTALES</b>	<b>3</b>
<b>4. REQUERIMIENTOS</b>	<b>4</b>
4.1 General	4
4.2 Soportabilidad a esfuerzos de corto circuito.	5
4.2.1 Cumplimiento de Cortocircuito	5
4.3 Niveles de aislamiento	6
4.4 Cuba	6
4.6 Núcleo	9
4.7 Devanados	10
4.8 Aisladores pasatapas (Bushings)	11
4.9 Radiadores, ventiladores y sistema de enfriamiento automático	12
4.10 Aceite aislante del transformador	13
4.11 Cambiador de tomas bajo carga automático	14
4.12 Descargadores de sobretensión	15
4.13 Accesorios y equipos auxiliares	16
4.13.1 General	16
4.13.2 Transformadores de intensidad	17
4.13.4 Armario de control	19
4.13.5 Placa de identificación	20
5. Placas de identificación de cada uno de los relés, termómetros, accesorios o componente que requiera identificación: Con el nombre y código.	21
4.13.6 Repuestos	21
4.13.7 Monitor Digital de temperatura	22
4.14 Pruebas en fábrica	23
4.14.1 General	23
4.14.2 Pruebas y ensayos	24
4.14.3 Pruebas de aceite	26
4.14.4 Reporte de las pruebas	26
4.15 Embalaje y transporte	27
4.15.1 Registradores de impacto	27
4.16 Pruebas en sitio, instalación y puesta en servicio del transformador	28
4.17 Garantía y rechazo del equipo	28
4.18 Información a suministrar por el oferente	29
4.18.1 Información a ser incluida en la oferta	29
4.18.2 Información a ser suministrada después de la suscripción del contrato	30
<b>5. VALORACION ECONOMICA DE LAS PERDIDAS</b>	<b>31</b>
<b>6. FICHA DE OFERTA Y DATOS GARANTIZADOS</b>	<b>32</b>

## 1. OBJETO

Estas especificaciones tienen por objeto definir las características técnicas para la fabricación, ensayos, embalaje y transporte del transformador de potencia **69/12.8kV, 16-20 MVA**.

Código	Material
1005520	TRANSF 16-20 MVA 69/12.8KV

## 2. NORMAS

- El transformador deberá satisfacer norma **ANSI C57**; A efectos de Normas Secundarias (en donde ANSI no norme), se aplicarán Normas IEC (60076), IEEE, NEMA y ASTM.
- Excepcionalmente, donde la presente especificación lo indique, se tomarán de referencia las Normas Secundarias.
- En todos los casos regirá la versión vigente de cada norma a la fecha de la convocatoria para el concurso o licitación, incluyendo los anexos, adendas o revisiones vigentes de cada norma en dicha fecha.
- De los aspectos no contemplados en estas normas y especificación, el fabricante podrá proponer otras normas alternativas, cuyo empleo estará sujeto a la aprobación de EDENORTE.

## 3. CONDICIONES AMBIENTALES

El transformador será del tipo intemperie y operará con las siguientes condiciones ambientales:

- Altitud máxima:  $\leq 1000$  m
- Temperatura mín. / máx.: (-5) a (+42) °C
- Temperatura Promedio (ANUAL): (+32) °C
- Nivel de Humedad RELATIVA: 75%
- Velocidad viento, condición
- mínima: 0 m/seg.
- Velocidad viento, condición
- extrema:  $< 36.11$  m/seg.
- Nivel contaminación: Alto
- Zona costera: Sí



- Radiación Solar: Alta
- Actividad sísmica: Sí
- Zona tropical: Tropicalizado

## 4. REQUERIMIENTOS

### 4.1 General

- El transformador deberá ser capaz de entregar su potencia nominal de acuerdo a la norma ANSI C57.
- El nivel de ruido no superará los **65dB**, en régimen ONAF, a plena carga.
- Los termómetros, indicadores de nivel de aceite, indicadores de posición de tomas y en general todos los dispositivos de indicación local deberán permitir una lectura u **observación fácil e inequívoca desde el suelo**, y serán colocados y contruidos de tal manera que puedan ser removidos con el transformador energizado y estarán protegidos contra las vibraciones.
- **El neutro del sistema** eléctrico se conectará rígidamente a tierra en el secundario por pletinas de cobre.
- El fabricante deberá proveer un **manual instructivo** de operación, transporte, montaje, puesta en servicio y mantenimiento; Deberá estar impreso y encuadernado; Adicionalmente en formato Digital entregado en físico, deberá contener toda la información de cada accesorio y componente que contenga el equipo.
- Todas las juntas o sellos para bushings, registros de hombre, radiadores, válvulas y demás accesorios deberán ser de material resistente a fugas, compatibles con el aceite aislante. El fabricante debe diseñar para garantizar la hermeticidad (Cero fugas a través de las juntas, utilizando tipo O Rings, las cuales deberán estar colocadas en sus ranuras, para evitar salga de su centro).

## 4.2 Soportabilidad a esfuerzos de corto circuito.

### 4.2.1 Cumplimiento de Cortocircuito

El transformador deberá estar diseñado y construido para resistir, sin sufrir daños, los efectos dinámicos y térmicos causados por cortocircuitos externos conforme a los criterios exigidos en la norma IEC 60076-5 Anexo A.

Para esto el fabricante deberá justificar teóricamente mediante una memoria de cálculo que el transformador soporta sin sufrir daños las máximas corrientes de cortocircuito que puedan circular por sus devanados como consecuencia de cortocircuitos en cualquiera de sus terminales exteriores. Se analizarán todos los posibles cortocircuitos (trifásico, bifásico sin tierra, bifásico con tierra y fase-tierra) en los terminales de todos los devanados.

La propuesta debe describir la metodología que se propone seguir el fabricante para calcular los esfuerzos mecánicos debidos a cortocircuitos, así como todo antecedente que sirva para acreditar su experiencia al respecto.

**El fabricante deberá enviar junto con la oferta un certificado del ensayo de cortocircuito que se haya realizado en un laboratorio reconocido internacionalmente a un transformador con potencia mayor o igual a 20MVA y una tensión mayor o igual a 67kV, fabricado en la planta del oferente. (Este documento es obligatorio).**

Verificación del cálculo de corrientes de cortocircuito simétrica y asimétrica. (Este documento es obligatorio).

La evaluación de la soportabilidad al cortocircuito deberá ser sometida a aprobación por parte de EDENORTE antes de comenzar el proceso de fabricación durante la revisión del diseño. Dicha evaluación se realizará de acuerdo a lo especificado en el Anexo A de la Norma IEC60076-5.

- Aplica Norma IEC 60076-5.
- Potencia aparente de cortocircuito del Sistema: 5,000MVA
- Duración de la corriente simétrica de Corto Circuito: 2s
- Tensión de Corto Circuito > 8%
- Corriente de cc asimétrica (valor pico):  $\sqrt{2} \times 1.8 \times I_{cc}$  (eficaz, simétrica)

### 4.3 Niveles de aislamiento

Serán los especificados en norma ANSI, considerando neutro rígidamente conectados a tierra (nivel de aislamiento gradual), para las siguientes **tensiones de operación** de la red de EDENORTE: **Sistema 69kV en la relación del primario y 12.8kV en secundario.**

### 4.4 Cuba

La **cuba** del transformador deberá ser construida en acero, considerando la no acumulación de agua.

- **La tapa del tanque** será completamente removible y deberá proveerse con **ventanillas (hombre) o registros de inspección** que permitan el acceso a las conexiones internas del transformador y todas las bases de montaje de los bushings, de tal manera que estos y cualquier transformador de corriente puedan ser removidos. Los devanados, los bushings, el regulador y el núcleo deberán estar fijos a la tapa superior de manera tal que se puedan extraer los elementos mencionados al levantar la tapa del tanque sin necesidad de retirar ninguna conexión o elementos internos. **(Toda la tornillería debe ser de acero inoxidable de 5/8")**. **El oferente deberá presentar fotos y certificar de que hace este tipo de trabajo en su fábrica).**
- El transformador deberá estar construido para permitir que se realice un **tratamiento de alto vacío** durante **48 horas o más**. El tanque principal, la cubierta, los radiadores, el tanque de expansión y los accesorios deberán ser capaces de resistir, sin sufrir daños o deformaciones permanentes, los esfuerzos producidos al aplicar un valor de presión (vacío) menor o igual a **(0.380mbar)**. **El oferente deberá presentar fotos y certificar de que realiza estos tipos de trabajo en su fábrica indicando los medidores de vacío que utiliza.**
- Para soldaduras de parte sometidas a esfuerzos principales, Edenorte necesita que el oferente presente: Las calificaciones de los procesos de soldaduras, los equipos y operarios estarán de acuerdo con las normas equivalente a los requisitos de "ASME (Boiler and Pressure Vessel Code)" o "AWS (Standard Qualification Procedure)". **El oferente deberá presentar fotos y certificar de que realiza estos tipos de trabajo en su fábrica.**
- El transformador deberá ser sometido a un proceso de pintura apropiado, de tal forma que el acabado soporte condiciones ambientales del sitio de instalación. Todas las superficies y accesorios del transformador deberán limpiarse completamente hasta obtener un grado de limpieza Sa2½, según norma ISO 8501-1. **El oferente deberá presentar fotos y certificar de que realiza estos tipos de trabajo en su fábrica.**
- Para las superficies externas el esquema de pintura a utilizar deberá ser adecuado para un ambiente de categoría de corrosividad C4-M, según norma ISO

12944-5 y con un espesor final de mínimo 240micras. **El oferente deberá presentar fotos y certificar que realiza estos tipos de trabajo en su fábrica.**

- El tanque del transformador deberá estar diseñado de tal manera que cuando esté totalmente ensamblado, **resista las sobre presiones de operación** sin sufrir deformaciones.
- El tanque deberá estar provisto de cuatros **ganchos de izaje**, de tal manera que el transformador pueda izarse, cuando esté completamente ensamblado y completo de aceite aislante; **podrá ser izado con sus bushings, sin riesgo de ser averiados.**
- La cuba dispondrá de elementos de fijación en la parte inferior para asegurar un transporte seguro de la unidad (Mínimo 4).
- El diseño del tanque deberá asegurar el **drenado completo** del aceite aislante y residuos que se depositen en el fondo del mismo, sin necesidad de inclinar el tanque.
- El tanque deberá estar provisto de dos **puntos de conexión a tierra**; Estos deben incluir los tornillos y conectores necesarios. Cada conector para la puesta a tierra del tanque deberá ser capaz de alojar dos conductores de cobre con una sección transversal comprendida en los **3/0 AWG a 250 MCM.**
- El transformador deberá estar provisto con **pletinas de cobre** desde el bushings del neutro hasta la puesta a tierra del transformador. La pletina de cobre bajante deberá estar colocada verticalmente sobre pequeños aisladores que la mantendrán fijada al tanque (cuba) del transformador.
- Todas las tuberías de aceite derivadas hacia el exterior de la cuba tendrán bridas separadoras y unas válvulas de cierre inmediatamente adyacente a la salida de la cuba. Todas estas con seguro que eviten ser abierta.
- Debe estar dotada de una escalerilla corrugada que evite el deslizamiento para ascenso a la parte superior del Transformador y con una puerta de seguridad con cerraduras.
- La cuba tendrá instalada soportes para pararrayos en alta y baja tensión, los cuales estarán incluidos en la provisión de accesorios con sus contadores de descargas y bajantes de los aterrizajes aislados con sus terminales.
- Deberán tomarse precauciones en el diseño, para disminuir en la tapa y en el tanque el calentamiento excesivo producido por las pérdidas resultantes de corrientes parásitas inducidas por la corriente circulante a través de los aisladores. Se usará, acero no magnético o bien acero laminado similar al del núcleo para recubrir las paredes interiores del tanque y tapa. **El oferente deberá presentar fotos y certificar de que realiza estos tipos de trabajo en su fábrica.**



- Se recuerda que tienen que mostrarnos la cuba del transformador preparada con lo anteriormente mencionado, de no ser así Edenorte podrá parar el proceso de construcción del mismo.

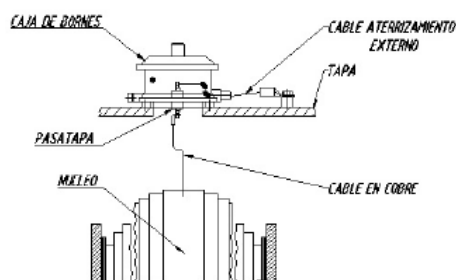
#### 4.5 Base

- El tanque del transformador, deberá proporcionarse con una **base de acero estructural, con placas o soportes planos**, calculados para soportar los esfuerzos del peso del transformador completo, incluyendo el aceite y sus accesorios cuando esté en reposo o en movimiento.
- Estos soportes deberán ir soldados en fábrica al tanque del transformador colocados de forma tal que permitan mantener en equilibrio, estable y seguro, el centro de gravedad del transformador, completo o vacío de aceite.
- Los bushings de la fase central del primario y secundario de los devanados del transformador deberán estar simétricamente colocados respecto a la base.
- El fabricante deberá proveer **ruedas sólidas de acero**, sobre las cuales se apoyarán las referidas placas o soporte; Las ruedas deberán tener superficie de rodamiento, adecuadas para soportar el transformador en reposo o en movimiento y resistir las fuerzas sísmicas que se puedan producir en la República Dominicana.
- **La separación entre ruedas:** deberá ser adecuada para colocar el transformador sobre riel, separados 1,430 milímetros de luz interna y podrán ser ajustadas en dos direcciones (0 a 90°).
- El transformador podrá ser instalado y puesto en servicio también **sin ruedas sobre una base de hormigón plana**, si así lo requieren las circunstancias de la instalación en cualquier momento de la vida útil del transformador **(POSIBILIDAD DE EXTRAER RUEDAS Y SER COLOCADA EN LA BASE DEL TRANSFORMADOR)**.



## 4.6 Núcleo

- El núcleo debe ser **adecuadamente fijado en la parte inferior** para que pueda resistir sin deformaciones los esfuerzos de los cortocircuitos y el transporte para evitar deformaciones en las láminas y daños en el aislamiento de los arrollamientos.
- El núcleo deberá estar provisto por **ganchos de izaje** otros medios para levantar convenientemente el núcleo con los arrollamientos, sin que dicha operación imponga esfuerzo que produzcan daños.
- Deberá conectarse eléctricamente a tierra desde un solo punto debiendo las conexiones resultar lo más cortas posibles, a través de una unión extraíble colocada en forma accesible en una caja de inspección estanca ubicada sobre la tapa de la cuba y que permita hacer mediciones **de un buje de 1kV** sin necesidad de bajar el nivel de aceite. Para verificar el aislamiento del circuito magnético, la conexión a tierra deberá ser retirada y el núcleo deberá así quedar aislado eléctricamente del resto de la estructura. **(Ver figura).**



- El Hot Spot del Núcleo  $< 130^{\circ}\text{C}$  ( $@I_n/1.05V_n$ ).
- Las estructuras de fijación de los núcleos serán construidas en tal forma que sean mínimas las corrientes parasitas; estas estructuras serán rígidamente puesta a tierra en un punto para evitar potenciales electrostáticos.
- El fabricante suministrará las curvas de excitación del equipo a suministrar y de soportabilidad de sobreexcitación versus tiempo. **El oferente deberá presentar los cálculos realizados a un equipo similar y certificar de que realiza estos tipos de trabajo en su fábrica.**
- El material del núcleo deberá ser tipo **“cold-rolled grain-oriented”** no se permitirá que por estos existan flujos mayores a 1,95T al 100% de la tensión nominal. **El punto más caliente del núcleo no deberá superar los  $120^{\circ}\text{C}$ .**
- El fabricante deberá realizar prueba de aislamiento del núcleo con una fuente de 1000 Vdc.
- El fabricante deberá entregar en el documento de revisión de diseño los cálculos de la temperatura crítica del núcleo en condición de sobreexcitación. **(Este documento es obligatorio).**

## 4.7 Devanados

- Todos los cables o conductores que se usen para los arrollamientos y equipos relacionados con los mismos, serán de cobre, en forma y tipo que garantice las funciones de operación solicitadas.
- El conductor de las bobinas de baja tensión (12.8kV) debe ser tipo CTC (continuously transposed conductor), fabricado con epoxi termoendurecible curado aproximadamente a 120°C para mejorar su resistencia de cortocircuito. **El oferente debe presentar certificación de la empresa que construye la bobina con lo solicitado.**
- Tanto en baja como en alta tensión el conductor deberá cambiarse en diferentes puntos a lo largo de la bobina, de tal manera que cada hilo este unido con la misma cantidad de flujo; es decir realizar una transposición completa. El oferente debe presentar certificación y fotografías de que hace este tipo de bobina.
- El primario deberá interconectarse a los bushings vía conductor “flexible”, sin uso de empalme; Debe evitarse el uso de empalmes con conectores o terminales de compresión.
- Se debe utilizar papel termoestabilizado clase E (120°C), apto para soportar las elevaciones de temperatura solicitados en estos pliegos. No se aceptarán transformadores contruidos con otro tipo de papel y es **indispensable presentar certificado emitido por el fabricante del papel, donde se garanticen las propiedades de temperatura solicitadas.**
- En caso de que se utilizara en el lado de baja tensión conectores internos entre los cables de las bobinas y conexiones de terminales de los bushing, se debe considerar que cada cable se debe asegurar con mínimo 2 tornillos. **Sujeción con un solo tornillo no serán aceptadas.**
- La parte externa de la bobina debe tener un sistema de protección dieléctrica y mecánica que aisle la bobina en conjunto y de una rigidez mecánica que evite se desarme o afloje durante la operación del transformador. Para dicho sistema se deben emplear elementos como fibra de vidrio termocontraíble o cilindro de cierre en pressboard. **El oferente debe presentar certificación y fotografías de que cuenta con esto.**
- Los empalmes eléctricos de los arrollamientos deberán estar sujetos rígidamente para evitar averías producidas por las vibraciones y por las fuerzas desencadenadas por cortocircuitos.
- Los papeles utilizados en el transformador para aislar los conductores, deben ser producidos por el proceso de sulfato de alta calidad al 100%. El papel será color natural de bronce (Sin Tiras) y estará libre de partículas metálicas.

- Se utilizará madera laminada aislante densificada no impregnada, hecha de capas unidas entre sí bajo condiciones controladas de calor y presión usando adhesivo de resina sintética termoendurecible.
- El fabricante deberá tener un procedimiento para manipulación y realización de la prueba de grado de polimerización del papel. En este se deberá hacer un control del grado de polimerización del papel antes del secado y realizar un análisis de pérdidas del grado de polimerización en cada proceso de secado.
- El fabricante deberá entregar las curvas de resultados del proceso de secado de la parte activa en horno vapor phase. También entregar por lo menos una evidencia de la calidad del secado utilizando un método para determinar el porcentaje de humedad (Karl Fisher). **Este porcentaje de humedad debe ser menor 0.5% por peso seco (Además mostrar un análisis de lo solicitado a un equipo de una potencia similar que demuestre que realiza este proceso en su fábrica con fotografías y certificación).**
- El oferente deberá presentar fotografía de la máquina de presando de sus bobinas y mostrar el procedimiento de compactación, ajuste, ensambles y su ajuste final. (Este documento es obligatorio).

#### 4.8 Aisladores Pasatapas (Bushings)

- Todos los bushings serán colocados en la tapa superior del tanque (primario y secundario) y los bushings de la fase B deben estar alineados, la fase B primaria con respecto a la fase B secundaria.
- Los bushings primario: **Serán del tipo condensador**, completamente sumergido en aceite y provistos de toma de prueba capacitiva e indicador del nivel de aceite. Estos fijados a la base con tapa de sujeción y el fabricante debe suministrar el adaptador necesario para conectar la toma capacitiva a un sistema de descargas parciales.
- El sistema de montaje y desmontaje de los bushings de baja tensión será de tal manera que no permita ingresar al interior del tanque, ni usar herramientas especiales. Toda herramienta necesaria para realizar el montaje y desmontaje debe ser suministrada por el fabricante. No deben estar sujetos a la cuba por medio de la porcelana sino con una tapa de sujeción de metal fijada con tornillos de acero inoxidable.
- Los conectores terminales de los bushings del lado de alta y baja tensión deberán ser bimetálicos, con entrada de cable vertical y horizontal, dimensionado desde 250 hasta 1000 MCM.



#### 4.9 Radiadores, ventiladores y sistema de enfriamiento automático

- Se requiere que el transformador de potencia esté provisto de **radiadores removibles** (desmontables), **provistos de válvulas de acoplamiento superiores e inferiores**; Deberán tener indicador de posición, estar fijas al tanque del transformador y proporcionar un cierre hermético.
- Los radiadores deberán ser de **láminas roladas**, de 1.20 mm mínimo de espesor; Estarán dispuestos de tal manera que todas las superficies sean fácilmente accesibles, sin remover otros radiadores del tanque; El fabricante deberá prever suficiente espacio para un acceso fácil a todos los componentes del sistema de enfriamiento con fines de limpieza y mantenimiento o reparación de los mismos.
- Serán diseñados para soportar sin fugas o deformaciones permanentes una presión de **(0.380mbar)**.
- Los radiadores estarán provistos de barras de acero de refuerzo soldada a los elementos en forma transversal y en diagonal, para asegurar la estabilidad mecánica y dimensionamiento durante el transporte, montaje y funcionamiento de los mismos, deberán ser galvanizados externamente (Zincado por inmersión en caliente).
- Cada radiador podrá ser removido del tanque sin pérdida de aceite, por lo que deberán estar provistos de **tapón de drenaje y escape**, además de una o dos **orejas para izado**.
- El enfriamiento dependiendo de la carga aplicada al transformador será de la siguiente manera: Por circulación natural de aceite y aire (ONAN), más la circulación forzada de aire mediante **ventiladores exteriores** (ONAF), es decir un sistema ONAN/ONAF.
- Los radiadores deberán soportar y estar provistos de todos los ventiladores requeridos para su enfriamiento y deberán estar equipados con todos los materiales, tuberías con tratamiento anticorrosivo y tuberías flexibles de acero con recubrimiento ya previamente cortadas a sus medidas, caja de registros, etc., requeridos para dejar correctamente instalados los ventiladores desde el armario de control.
- Los ventiladores serán dimensionados para suministrar suficiente reserva si una de las unidades no opera, permitiendo que el transformador opere a plena carga, sin exceder las máximas elevaciones de temperatura.
- Cada ventilador deberá ser conectado independientemente con su respectiva protección (sobrecarga y cortocircuito); A nivel de grupos, se operará con un relé auxiliar (Contactor) por grupo.

- Los grupos de ventiladores deberán estar provistos de un selector para control local (automático-apagado-manual), ubicado en el panel o caja de controles.
- Los ventiladores no deben ser colocados ni soportados en los radiadores.
- Los ventiladores deben tener conectores tipo **M14** con conector roscado carcasa metálica, protección IP67 macho y hembra y tapa cobertora. (Ver Figura).



#### 4.10 Aceite aislante del transformador

- Deberá ser usado aceite del tipo no inhibido, nuevo, libre de bifenilos policlorados (PCB's) y cumplir con todas las normas ASTM o IEC aplicables a los aceites dieléctricos para transformadores de potencia.
- Se deberá de suministrar todo el aceite requerido para el primer llenado del Transformador completo, más un 10% adicional para el proceso de ensamblado.
- **El Analizador de Gas Disuelto** debe estar libre de mantenimiento de rutina sin consumibles. La unidad se basará en Espectroscopia Infrarroja por Transformada de Fourier (FTIR) y sensores semiconductores. **La unidad debe monitorear individualmente 9 gases: H<sub>2</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>, C<sub>3</sub>H<sub>8</sub> más humedad.**
- El dispositivo tendrá una vida útil libre de mantenimiento de 10 años. Su gabinete debe cumplir con las clasificaciones IP66 con una clasificación de resistencia a la corrosión de al menos C4.
- El dispositivo debe usar una sola válvula de transformador para el suministro y el retorno del aceite del transformador. El cabezal del sensor conectado al tanque del transformador debe estar separado de la unidad analítica para el análisis de gases. La unidad no deberá usar líneas de aceite entre el cabezal del sensor y la unidad analítica para el análisis de gases para eliminar posibles derrames de aceite.
- La unidad debe resistir el vacío para el procesamiento de aceite, así como una sobrepresión de hasta 10 Bar.

- La entrada de aceite debe soportar una temperatura máxima del aceite de 120 ° C. La circulación de aceite en el cabezal de medición no debe usar bombas mecánicas u otras partes móviles. El movimiento del aceite solo se realizará por convección térmica de aceite. El dispositivo debe tener un puerto fácilmente accesible para el muestreo de aceite.
- El analizador de gas deberá estar equipado con una tecnología que no muestre derivas de medición de los niveles de gas a lo largo de los años y que elimine las interferencias cruzadas causadas por las condiciones ambientales.
- La comunicación con otros dispositivos estará disponible con los siguientes protocolos a través de Ethernet: Modbus TCP / IP, DNP 3.0 e IEC 61850.
- El analizador de gases disueltos debe tener relés programables, alarmas, entradas y salidas analógicas de 4-20 mA. Los relés y alarmas deberían estar vinculados a valores absolutos y tendencias de gases.
- La interfaz máquina - hombre estará disponible a través de la web para permitir que los operadores vean el estado del hidrógeno y la humedad y los otros gases de un sistema remoto basado en computadora, sin requerir ninguna instalación de software adicional en el sistema remoto. Además, el estado del dispositivo estará disponible desde la web, los LED locales y la pantalla táctil a color local, para proporcionar también una indicación de estado del dispositivo en caso de mantenimiento en el sitio.

#### 4.11 Cambiador de tomas bajo carga automático

El transformador solicitado requiere cambiador de derivaciones de operación con carga, instalado en el lado primario, contemplando:

1. En todas las derivaciones el Transformador debe suministrar potencia nominal.
2. El voltaje nominal primario del transformador será 69kV, con una regulación de  $\pm 10 \%$ , en 10 pasos hacia arriba, 10 pasos hacia abajo y un paso nominal. La posición número 1 corresponderá al nivel de tensión más alto en el lado primario.
3. Deberá operar bajo las siguientes condiciones:
  - a) Operación automática, controlada por relé regulador de voltaje.
  - b) Operación manual por medios eléctricos, local y remotamente desde la caseta de control o centro de control de energía.
  - c) Operación manual por medios mecánicos localizados en cada unidad. Cuando se usa el mecanismo manual la operación eléctrica debe quedar firmemente bloqueada.
4. **El sistema de cambiador deberá ser del tipo (VACUTAP).**

5. En su caja de control y/o en el armario y/o gabinete del transformador, deberá contener los siguientes mecanismos y accesorios:
  - a) Conmutador de control de toma con tres posiciones “subir-apagado-bajar”, provisto con contactos momentáneos y retorno por resorte a la posición apagado.
  - b) Conmutador selector “local-apagado-remoto”
  - c) Conmutador selector “automático-manual”
  - d) **Relé para regulación automática de tensión con capacidad de ajuste de los rangos de operación, tiempos programables.**
  - e) Indicador de posición de los cambiadores de tomas.
  - f) Contactos auxiliares secos que indique la posición del cambiador.
  - g) Iluminación con sus respectivos conmutadores.
  - h) Todos los mecanismos auxiliares y accesorios requeridos para una operación satisfactoria.
  - i) Resistencia anti condensados de encendido automático.
  - j) Tomacorrientes para enchufes eléctricos sistema 208 y 120V americano.
  - k) Contador de operación con totalizador.
  - l) Salida de códigos BCD (Codificador binario-decimal).
6. El motor eléctrico será adecuado para trabajar con un voltaje de 208Vac trifásico.
7. El cambiador automático de tomas, será montado en un tanque separado, lleno con el mismo tipo de aceite que el tanque del transformador, impidiéndose la mezcla del aceite de las dos partes.
8. El transformador estará equipado con un relé de **protección Jansen** localizado en el ducto entre el tanque de los contactos del conmutador y el tanque conservador del conmutador.
9. El cambiador deberá ser capaz de resistir las fuerzas electromecánicas producidas por las corrientes de cortocircuito en las peores condiciones del sistema y **ser capaz de completar una operación durante las condiciones máximas de cortocircuito** a las que el transformador pueda ser expuesto sin sufrir.

#### 4.12 Descargadores de sobretensión

- Próximo a todos los aisladores pasantes se montarán aisladores descargadores de sobretensión.
- Se deberán suplir los descargadores, del tipo óxidos metálicos según norma IEC 60099-4: 3 unidades de fase en primario (entre fase y tierra) y tres unidades de fase en secundario (entre fase y tierra).



- Las bases de los descargadores deberán ser suplidas con el equipo al igual que todos los conectores de aterrizajes y bajantes aislados a tierra, además los contadores de descargas, tanto en el lado de alta como de baja tensión.

## 4.13 Accesorios y equipos auxiliares

### 4.13.1 General

- Los contactos de alarma, disparo y control de los relés deberán ser adecuados para trabajar con un voltaje 125 Vdc y deberán ser capaces de soportar una corriente 20A.
- Las **uniones de las válvulas y tuberías deberán ser con juntas a topes** (Ver figuras 1, 2, 3 y 4) preferiblemente de medidas estándar y comerciales, adecuadas a cada tubería correspondiente y normalizadas para el uso de aceite dieléctrico, de resistencia mecánica y química, de alta calidad, diseñada para toda la vida del transformador; serán colocadas con **un mínimo** de cuatro tornillos, (**No se permiten uniones con rosca y codos roscados, las curvas deberán ser partes de la tubería**). Las **válvulas para la toma de muestra** de aceite deberán ser similares a las de la figura No. 3 y el resto tipo compuerta, normalizada para transformadores y con pasador de seguridad figura 4.

Figura 3



Figura 4



- El fabricante deberá proveer un adaptador de la parte plana atornillada de la válvula a tubería NPT con su tapón NPT macho. Ver figura No. 5.

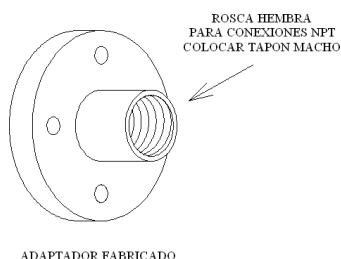


Fig. 5 Adaptador a NPT



- El transformador deberá ser diseñado con un sistema de preservación del aceite aislante del tipo “Sistema con tanque de expansión”, en el cual el aceite aislante contenido en el tanque del transformador está sellado con respecto a la atmósfera a través de un **tanque de expansión o conservador del aceite** y el tanque de expansión está aislado de la atmósfera por medio de un diafragma elástico (**Membrana para tanque de expansión**).
- La entrada y salida de aire al diafragma elástico será realizada a través de un **secador de aire para el tanque conservador del transformador** y para el tanque conservador del regulador por un **secador de aire para el tanque del conservador del cambiador**, deberán ser fabricados con suficiente de protección mecánica (un cilindro de placa de acero inoxidable). El material del depósito de sílica gel y del aceite deberá ser transparente, resistente al calor y no ponerse opaco a través del tiempo.
- Los secadores de aire del tanque conservador del transformador y del tanque conservador del cambiador deben ser deshidratantes auto-recargable libre de mantenimiento, que mantenga al transformador libre de contaminantes.

#### 4.13.2 Transformadores de intensidad

El transformador debe tener los transformadores de intensidad para las siguientes necesidades:

1. Juegos de CT's para protección de imagen térmica.
2. CT's de compensación de corriente en el control del cambiador de tomas automático bajo carga.
3. Protecciones Varias:  
**Primario - Fase: 200:5; Clase 5P20, 30VA**  
**Secundario - Fase: 1200:5; Clase 5P20, 30VA**  
**Secundario – Neutro: 600:5; Clase 5P20, 30VA**
4. Cualquier otro caso requerido por las normas o el fabricante o especificado en la ficha de oferta.

Los transformadores de intensidad deberán tener las capacidades térmicas y mecánicas para soportar las corrientes de corto circuito máxima que se puedan producir de acuerdo a la característica del transformador.

#### 4.13.3 Instrumentación, válvulas y tuberías

- Entre la conexión del transformador y el tanque conservador, el transformador deberá estar provisto de un **Relé Buchholz**, el cual deberá proveer dos tuberías flexibles recubiertas de acero inoxidable bajantes desde el relé hasta el depósito de descarga de gases.

- El **Relé Buchholz** debe tener conectores tipo **M14** con conector roscado carcasa metálica, protección IP67 macho y hembra con tapa cobertora. (Ver Figura)



- La tubería de conexión del transformador y el tanque conservador deberá ser de 3" mínimas y proveer una unión flexible de acero inoxidable.
- El tanque conservador deberá proveer **(Una tubería - válvula con funcionamiento bypass)** para igualar presiones en el proceso de vacío entre el diagrama elástico y el tanque conservador.
- El transformador estará equipado con un **Indicador del nivel del aceite del tanque del conservador del transformador** y un **indicador del nivel del aceite del tanque conservador del cambiador**, montados en la pared lateral del tanque conservador. Serán equipados cada uno con dos juegos de contactos de alarma y disparo para bajo nivel de aceite. El diseño deberá ser de una fácil instalación para el mantenimiento o reparación utilizando conectores tipo **M14** con conector roscado carcasa metálica, protección IP67 macho y hembra con tapa cobertora.
- El transformador deberá tener instalado un **(Termómetro de temperatura de aceite)**, graduado con grado Celsius para indicar localmente la temperatura de aceite en el punto más caliente que se pueda producir y con un puntero de máxima temperatura, de reposición. Estará provisto de cuatros juegos de contactos ajustables para alarma y desconexión.
- El transformador también tendrá instalado un **(Detector de temperatura de los arrollamientos)**, del tipo Imagen térmica. Será graduado con grado Celsius para indicar localmente la temperatura de aceite en el punto más caliente que se pueda producir y con un puntero de máxima temperatura, de reposición. El relé de temperatura debe estar provisto de cuatro juegos de contactos ajustables independientemente, que se cerrarán o abrirán automáticamente en secuencia con el aumento o disminución de la temperatura de los arrollamientos y ejercerán las siguientes funciones: Puesta en marcha de los ventiladores / Alarma por exceso de temperatura /Disparo por exceso de temperatura.
- El transformador estará equipado con una **(Válvula de descarga de sobre presión)**; la válvula deberá aliviar cualquier sobre presión que se produzca internamente en el transformador y volverá a cerrar después de haber actuado. Deberá ser equipada con contactos de disparo para indicar su actuación y tendrá un indicador visible de actuación mecánica de reposición manual. Se requiere que la válvula esté provista de **(Una tubería que dirija la descarga de presión de aceite hacia el suelo)**.

#### 4.13.4

El transformador deberá estar provisto de todas las válvulas y tuberías necesarias para su mantenimiento; entre las cuales se requieren las siguientes:

1. Grifo o válvula de drenaje del aceite del fondo del transformador, en 2" mínimo de diámetro, capaz de drenar todo el aceite restante.
2. Válvula de descarga del cambiador, en 1" mínimo de diámetro del tubo.
3. Tubería de carga y descarga del tanque conservador del transformador, de 1 ½" de diámetro, con una válvula en la parte inferior operable desde el suelo y otra válvula en la parte superior próxima al tanque conservador.
4. Tubería de carga y descarga del tanque conservador del cambiador, de 1" mínimo de diámetro, con una válvula en la parte inferior operable desde el suelo y otra válvula en la parte superior próxima al tanque conservador.
5. Válvula para toma de muestra de aceite inferior del transformador y válvula para toma de muestra de aceite superior del transformador, operable desde el suelo a través de una tubería vertical de ½" a 1", la tubería deberá estar firmemente Colocada al interno del transformador. Ambas válvulas de ½" a 1" de diámetro y especiales para tomas de muestras.
6. Dos válvulas en la parte inferior para tratamiento de aceite, que pueda ser conectada y operada con el transformador energizado, una ubicada a través de un tubo vertical interno al transformador. Ambas válvulas de 2" mínimo de diámetro. Las válvulas estarán en la misma cara del transformador.
7. Válvulas antes y después del relé buchholz, la tubería será de 3" mínima de diámetro.
8. Válvula entre el tanque del conservador del conmutador bajo carga y el Relé de protección del conmutador bajo carga, 1" mínimo de diámetro válvula y tubo.
9. Juego de tuberías de descarga de gases desde las bases de los bushings hacia el tanque del conservador del transformador, deberá ser lo suficientemente fuerte para no sufrir deformación o fuga al soportar una persona de 230 libras, la tubería debe ser de 1" de diámetro.

#### 4.13.5 Armario de control

- El transformador dispondrá de un armario en el cual se instalarán todos los interruptores, arrancadores y demás dispositivos.
- Incluirá una resistencia de calefacción con regulación de temperatura y una luz de encendido con la apertura de la puerta, (120 VAC), un tomacorriente de 120 VAC tipo Americano, y un tomacorriente para 208 VAC.
- Contará con iluminación de emergencia (125 VDC) y tomacorriente para conectar una luz de emergencia de 125 VDC, 100 W.
- El cableado que conecta los diferentes accesorios eléctricos con el armario, se instalará con un requerimiento de una tubería rígida galvanizada combinada con tubería flexible de acero, con un diámetro de acuerdo a las necesidades.

- El armario y demás accesorios deberán estar sobre una fijación flexible, amortiguadores, y serán localizados a una altura conveniente para la operación desde el suelo.
- El armario será resistente a la corrosión, en acero inoxidable. La tapa deberá tener una junta o sistema que no permita la entrada de humedad. **IP65**
- En el panel de control se requiere un alarmero donde quede registrado bajo indicación visual las alarmas y disparo propio del transformador. **Además, deberá tener puertos de comunicación Ethernet, serial RS232 y manejar DNP, TCP-IP/serial.**
- Los disparos y alarmas mecánicas del transformador deberán tener contactos secos disponibles para cliente (Edenorte). Estos colocados en las bornas de la parte de control.

#### 4.13.6 Placa de identificación

El transformador deberá disponer de placas de identificación, construidas de acero inoxidable y atornilladas **(No se permite el uso de remaches)**.

Se fijarán con tornillos de mínimo 7/16" a su base roscada hembra, que deberá estar soldada; Las placas requeridas son las siguientes:

1. Placa principal con características del transformador.

Podrán ser un conjunto de placas, en ellas deberá estar rotulado mínimamente lo siguiente:

- a) Datos de fabricación: Marca, Tipo, Serie, Año de fabricación, Lugar de fabricación, etc.
- b) Empresa para la cual fue fabricado: "EDENORTE DOMINICANA" con letras de una altura-tamaño de 15 a 20mm.
- c) Características eléctricas: Voltaje nominal por cada devanado con sus por cientos y cantidad de pasos de regulación, Potencia ONAN y ONAF por cada devanado, posiciones del cambiador con su respectivo voltaje y corriente, corriente de cortocircuito simétrica y asimétrica por cada devanado, número de fases, frecuencia, grupo de conexión, nivel de aislamiento para cada devanado (Primario, Secundario, Neutro, tensión a frecuencia industrial y BIL), impedancia de corto circuito en base a la primera, neutral y última posición (potencia base ONAN), corriente de cortocircuito en primario y secundario, con su máxima duración de cortocircuito.
- d) Características mecánicas: Peso (Total, del aceite, del núcleo y devanados, etc.), cantidad de aceite (en galones), aumento de temperatura de los devanados y el aceite, dimensiones, etc.
- e) Tipo y características Generales del cambiador:

- f) Características de los transformadores de intensidad: Relación, potencia, precisión.
- g) Diagrama de conexiones internas de los devanados y el cambiador de tomas y una tabla con las tensiones nominales para cada toma con su respectiva corriente.
- h) Diagrama vectorial de los devanados
- i) Diagrama de válvulas, tuberías y dispositivos: Debe tener una leyenda con el nombre de cada válvula, tubería o dispositivo
- j) Esquema de condición de las válvulas: Para el llenado o descarga del transformador, cambiador, condición de trabajo normal, etc.

**2. Placa de diagrama y conexiones de control y potencia en el armario de control:** Podrá estar colocada internamente, en la tapa de la caja o armario de control; presentará el diagrama de conexiones de control y de potencia de los ventiladores, cambiador de tomas, circuito de iluminación, borneras de corrientes de los transformadores de intensidad y cualquier dispositivo eléctrico.

**3. Placa de características del cambiador:** Características del mismo.

**4. Placas de identificación de cada una de las válvulas:** Con el nombre y código.

**5. Placas de identificación de cada uno de los relés, termómetros, accesorios o componente que requiera identificación:** Con el nombre y código.

**6. Placas metálicas de identificación de cada bushings:** Para el lado del primario H1, H2 y H3, y para el lado del secundario, X0, X1, X2 y X3 estas placas deben estar en la parte superior y lateral afuera de la base del bushing.

#### 4.13.7 Repuestos

Los repuestos que se deberán entregar son los siguientes, con sus respectivas pruebas realizadas:

- 1 Bushing de devanado Primario
- 1 Bushing de devanado Secundario
- 2 Juego de todas las juntas utilizadas para el armado (deben ser entregadas en una caja plastica para su correcto almacenaje)
- 1 Medidor de aceite Axial o Radial.
- 2 Deshidratador de aire auto-recargable

#### 4.13.8 Monitor Digital de temperatura

Dentro del suministro del transformador se debe incluir un sistema de monitoreo en línea que tiene el propósito de conocer en tiempo real las condiciones de operación y el estado del sistema aislante de los transformadores de potencia, con el objetivo principal de detectar degradaciones incipientes que permitan tomar decisiones oportunas para reducir la probabilidad de fallas en el transformador.

El sistema de monitoreo en línea posibilitará evaluar las condiciones del equipo en operación, permitirá: monitorear la temperatura del punto más caliente del transformador, calcular la capacidad de sobrecarga posible sin que se afecte su vida útil y calcular el envejecimiento del papel aislante del transformador.

El sistema de control, supervisión y diagnóstico en línea del transformador deberá realizarse usando un sistema integrado que permita lo siguiente:

- Recolectar, organizar, administrar, analizar e interpretar los datos de temperaturas y tener capacidad de calcular el Hotspot del devanado más crítico, envejecimiento y cargabilidad del transformador.
- Análisis de los datos recopilados en función de los parámetros límites establecidos, con el objetivo de generar alarmas y transmitirlo a los sistemas SCADA.
- Monitoreo de la temperatura superior del aceite por medio de una resistencia de 100 ohmios a 0°C, PT 100. El equipo debe incluir todos los accesorios para su correcta operación.
- Monitoreo de temperatura del devanado más crítico del transformador para realizar el análisis de Hot spot, envejecimiento y cargabilidad del transformador.
- Monitoreo de temperatura de mínimo un devanado del transformador.
- Supervisión y control del sistema de refrigeración con el objetivo de regular la operación en función de la temperatura calculada del Hot spot del devanado más crítico.
- Integrar el sistema de monitoreo de concentración de gases en el aceite del transformador, cuando se especifique el uso de dicho monitoreo.
- Permitir gestión y parametrización local y/o remota mediante el uso de web server vía interfaz física en cobre o fibra óptica.
- Recolectar y visualizar tendencias de datos de los diferentes sensores del transformador cuando estos disponen de los protocolos de comunicación necesarios para realizar esta función.



**El equipo de monitoreo debe contar con las siguientes características:**

- Una pantalla en cristal líquido de alta resolución con la cual se puedan visualizar las principales funciones o señales operativas del transformador sin necesidad de abrir el gabinete.
- Una Interfaz Hombre Máquina (IHM) implementada como una página web que permitirá a los operadores ver el estado de las variables monitoreadas basadas en computadoras remotas (que no harán parte de este suministro).
- Señalización visual del estado del dispositivo, la visualización estará disponible tanto desde la IHM web como desde tres LED locales situados en la parte frontal del dispositivo para proporcionar una indicación visual del estado en caso de mantenimiento en sitio.
- Protocolo de comunicación DNP 3.0, Modbus RTU y Modbus IP.
- Puertos de comunicación: 2 puertos RJ45 Ethernet, 1 puerto fibra óptica Ethernet 100base – FX, 1 puerto USB para actualización del software, 1 puerto serial RS485.
- Tres entradas Análogas 4-20mA para conexión de sensores externos, dos salidas Análogas 4-20mA de señalización, 3 relés con contactos SPDT.

#### **4.14 Pruebas en fábrica**

##### **4.14.1 General**

- El costo para efectuar las pruebas en fábrica deberá estar incluido en la oferta.
- El transformador será completamente ensamblado en fábrica para las pruebas y luego parcialmente desensamblado para el transporte. Todas las pruebas se harán de acuerdo a las normas.
- El fabricante notificará a EDENORTE, la fecha en que el transformador estará listo para ser encubado y costeará el traslado y alojamiento de dos técnicos representantes de EDENORTE a fábrica, para la inspección del mismo fuera de la cuba y el proceso para encubarlo. Antes de esto se realizará prueba de Relación de Transformación (TTR) y luego de realizado el encube.
- El fabricante notificará a EDENORTE, la fecha en que el transformador estará listo para las pruebas y costeará el traslado y alojamiento de dos técnicos representante de EDENORTE a fábrica, para la inspección de las pruebas.

- El no realizar cualquier prueba o el testimonio dado por el técnico representante, no liberará al Fabricante de su responsabilidad para cumplir totalmente los requerimientos de las especificaciones y las normas.
- Si en alguna prueba o ensayo, los resultados dan fuera de los valores garantizados o recomendados por las normas y esta especificación o el transformador sencillamente no pasa la prueba, el Fabricante deberá ser responsable de corregir el fallo en fábrica, y si es necesario cubrir los gastos que generen realizar nuevamente la prueba fallida.
- Se enviarán a EDENORTE dos copias certificadas de las pruebas realizadas y de los resultados y serán presentados de tal manera que proporcionen evidencias de cumplimiento con las normas aplicadas.

#### 4.14.2 Pruebas y ensayos

El oferente deberá contar con una certificación que confirme acreditación al procedimiento de las pruebas realizadas en el laboratorio de transformadores y de aceites.

1. Ensayo de Impulso Atmosférico tipo rayo: Según norma ANSI-IEEE Std C57.12.90-2015, Clausula 10.3.
2. Medición de Relación de Transformación (TTR), en todas las posiciones del cambiador de tomas y cálculo del porciento de desviación, al igual que la verificación de la polaridad y desplazamiento angular: Según norma ANSI-IEEE Std C57.12.90, Clausulas 6 y 7.
3. Revisión de relación y polaridad de los transformadores de corriente: Según norma ANSI-IEEE Std C57.12.90, Clausulas 6 y 7.
4. Medición de Resistencia Óhmica de los devanados, en todas las posiciones del cambiador de tomas: Según norma ANSI-IEEE Std C57.12.90, Clausulas 5
5. Medición de Factor de Potencia y Capacitancia: Según norma ANSI-IEEE Std C57.12.90, Clausulas 10.10.
6. Medición de corriente de excitación en todas las posiciones del cambiador de tomas: Según norma ANSI-IEEE Std C57.12.90
7. Factor de Potencia en los bushings (C1 y C2): Según norma ANSI-IEEE Std C57.12.90, Clausulas 10.10.
8. Medición de corriente y pérdida de vatios: Según norma ANSI-IEEE Std C57.12.90, Clausulas 9.
9. Prueba de Tensión Aplicada: Según norma ANSI-IEEE Std C57.12.90, Clausulas 10.6; ANSI-IEEE Std C57.12.90, Clausulas 5.10.
10. Prueba de Tensión inducida y medición de descargas parciales: Según norma ANSI-IEEE Std C57.12.90, Clausulas 5.10; ANSI-IEEE Std C57.12.90, Clausulas 10.7; ANSI-IEEE Std C57.12.90, Clausulas 10.8 y 10.9.





11. Medición de la resistencia de los aislamientos y cálculo de los índices de absorción y polarización: Según norma ANSI-IEEE Std C57.12.90, Clausulas 10.11.
12. Medición de resistencia del aislamiento del núcleo: Según norma ANSI-IEEE Std C57.12.90.
13. Medición de los valores de Reactancia de dispersión e Impedancia de Secuencia Positiva: Según norma ANSI-IEEE Std C57.12.90, Clausulas 9.
14. Medición de pérdida en el núcleo (Entre el 90 y el 100 de tensión nominal): Según norma ANSI-IEEE Std C57.12.90, Clausula 8.
15. Medición de pérdidas bajo carga: Según norma ANSI-IEEE Std C57.12.90, Clausulas 9.
16. Medición de voltaje de impedancia de secuencia positiva: Según norma ANSI-IEEE Std C57.12.90, Clausulas 9.
17. Medición de impedancia secuencia cero: Según norma ANSI-IEEE Std C57.12.90, Clausula 9.5.
18. Medición de la impedancia: Pérdidas en ramas de carga, vacío y tensión de cortocircuito, que deberá de ser realizada en la primera, central y última posición del cambiador de tomas: Según norma ANSI-IEEE Std C57.12.90.
19. Ensayos de resistencia mecánica: Aplicando una presión constante mayor de  $0.35\text{Kg/cm}^2$  por encima de la presión en operación normal y alto vacío.
20. Medición de la rigidez dieléctrica del aceite (Antes de llenado, durante las pruebas y al final de las pruebas).
21. Medición de potencia y corriente de vacío. Según norma ANSI-IEEE Std C57.12.90.
22. Medición de pérdidas en los devanados e impedancia de cortocircuito: Según norma ANSI-IEEE Std C57.12.90, Clausulas 9.
23. Prueba de Calentamiento ONAN: Según norma ANSI-IEEE Std C57.12.90, Clausulas 5.11; ANSI-IEEE Std C57.12.90, Clausulas 11.
24. Prueba de Calentamiento ONAF: Según norma ANSI-IEEE Std C57.12.90, Clausulas 5.11; ANSI-IEEE Std C57.12.90, Clausulas 11. Esta tendrá que realizarse con un radiador cerrado y un ventilador apagado y deberá cumplir con la norma.
25. Prueba de nivel de ruido: Según norma ANSI-IEEE Std C57.12.90, Clausulas 13.
26. Análisis de respuesta de frecuencia (En fábrica y destino final) cubierto por la fábrica.
27. Ensayos dieléctricos y funcionamiento de todos los dispositivos de mando, motores, equipos de protección, auxiliares, indicadores de nivel de aceite, temperatura, presión y relé, que deben ser ensamblados en fábrica.
28. Prueba de la unidad automática a través del relé regulador de tensión del cambiador de tomas.
29. Hermeticidad.

30. Medición del espesor de la película seca (EPS): Según norma ISO 12944-5 (En el numeral que se refiere a espesor de película seca).
31. Prueba de adherencia, está realizada por tracción: Según norma ASTM D 4541.
32. Durante los ensayos del gabinete de control se realizarán las siguientes pruebas:
  - a) Tensión aplicada
  - b) Resistencia de aislamiento, antes y después de la prueba de tensión aplicada.
  - c) Operación general, simulando la operación de todos los dispositivos de tablero de control. (Contactos de alarmas y disparo, operaciones locales, remota y automáticas, operación del sistema de refrigeración, etc.).
  - d) Revisión final contra planos donde se adelanta una revisión completa del cableado contra planos finales, verificando nomenclatura, marquillas, ubicación, cantidades.

#### 4.14.3 Pruebas de aceite

- Cromatografía Gaseosa DGA / ASTM D-3612
- Físicas: Acidez, Color, Rigidez y Factor de Potencia
- Contenido de PCB's
- Las que apliquen en Normas de Fabricación
- Contenido de Azufre corrosivo (ASTM1275).
- Análisis de Furano (ASTM D-5837-99).

**Estas pruebas se realizarán luego del transformador tener un mes energizado y será cubierto por el oferente. Además, deberá asumir el costo de la misma por el periodo de garantía. Una por año.**

**Se solicitan 3 cartas de conformidad de clientes en República Dominicana donde la empresa oferente haya vendido transformadores de potencia de más de 20 MVA. (Este documento es obligatorio).**

#### 4.14.4 Reporte de las pruebas

Deberán ser entregados por escrito dos copias de cada reporte de pruebas y encuadrados. El reporte deberá contener:

- Característica e información del transformador en estudio.
- Condiciones ambientales bajo las cuales fueron realizadas las pruebas



- Diagrama de conexiones y alambrado de los circuitos usados en las pruebas.
- Breve descripción del método de prueba.
- Normas aplicadas en cada prueba.
- Copia de los oscilogramas de todas las ondas aplicadas durante las pruebas.
- Características de los instrumentos usados
- Resultados de las pruebas y comparación de los valores garantizados.
- Certificaciones de vigencia de calibración de patrones utilizados en equipos de ensayo.

#### 4.15 Embalaje y transporte

- Los bushings del transformador serán embalados en cajas de madera y deben ser numerados.
- Los accesorios del transformador serán embalados en cajas protegidos contra cualquier golpe. Y debe de numerarse las cajas con los equipos que estas incluyan.
- El transformador saldrá de fábrica desarmado, sin bushings de primario, protección en los bushings secundarios, sin radiadores, tanque de conservación y sin aceite, etc.
- El fabricante debe garantizar el envío de un tanque lleno de aire seco o nitrógeno para ser utilizado en el ensamble del transformador. Este tanque es independiente al que el fabricante debe incluir para efectos de mantener la presión positiva durante el transporte. (Dos tanques).
- El aceite se transportará en tanques metálicos sellados de 55 galones.
- Todos los manuales del transformador referidos al armado, instalación, llenado de aceite y transporte, deben ser incluidos al momento del embarque.
- Se fija en 2.5 g el valor límite de impacto en cada dirección, el mismo se verificará mediante la lectura de los registradores de impacto.

##### 4.15.1 Registradores de impacto

- Para el transporte del transformador el fabricante deberá prever y suministrar el equipamiento para el registro continuo de los movimientos del transformador. De esta forma se prevé chequear el estado del transformador durante el transporte desde fábrica hasta la subestación que indique EDENORTE DOMINICANA.
- Los registradores serán del tipo electrónico con capacidad de 3 meses de registro, con estampa de tiempo real.
- Se debe suplir el software y el cable o conectores para extraer la información.



- Se registraran impactos en tres direcciones: Vertical (eje OZ) y Horizontal (ejes ortogonales OX y OY).
- Los registradores irán adosados al transformador, protegidos de golpes externos. Contará con un manual explicativo para interpretar los registros tomados.
- **Si a su llegada al país se comprueba que el registrador de impacto no funcionó correctamente o se superó el valor límite de impacto especificado. EDENORTE podrá exigir una serie de ensayos, a realizarse en sitio o en fábrica a los efectos de chequear el transformador.** Estos eventuales ensayos y todos los costos asociados serán por cuenta del fabricante.

#### 4.16 Pruebas en sitio, instalación y puesta en servicio del transformador

- EDENORTE supervisara las pruebas de campo en lugar de instalación.
- **El oferente contratara una empresa avalada por algún fabricante reconocido de transformadores de potencia, para las actividades de armado, llenado, pruebas eléctricas y puesta en marcha de equipos en campo. Deberá entregar en su oferta técnica certificación de fábrica de que dicha empresa le ha realizado trabajos similares y certificaciones de los técnicos para el montaje. De no cumplir con lo requerido su oferta será rechazada.**
- **Todo lo requerido por fábrica para dicho armado y puesta en servicio, deberá ser coordinado con la empresa contratada para la realización del montaje.**
- **Si el Fabricante exige que realice algunas pruebas en específico o consiga alguna herramienta en especial para su instalación y puesta en servicio,deberá comunicarlo con un mes de anticipación previo a la instalación del transformador y será responsabilidad del Fabricante cualquier costo agregado por esta situación.**
- El fabricante realizara pruebas en el terreno antes de la puesta en servicio:
  - ✓ Análisis de respuesta de frecuencia SFRA.
  - ✓ Tomar una muestra del aceite antes de la puesta en servicio y tomar muestra de aceite, para realizar cromatografía de gases.
  - ✓ Prueba de punto de rocío.



#### 4.17 Garantía y rechazo del equipo

- El Fabricante garantizará los datos del transformador, tal como se indican en la FICHA DE OFERTA Y DATOS GARANTIZADOS en caso contrario el equipo podrá ser rechazado por EDENORTE.
- La garantía tendrá una vigencia de 60 meses a partir de su puesta en servicio para el funcionamiento perfecto del transformador y cada uno de sus accesorios y componentes. Si durante este periodo el transformador o uno de sus componentes falla, el fabricante está en la obligación de costear su reparación y

suministro de pieza.

- Si en alguna prueba o ensayo los resultados están fuera de los valores garantizados, de los recomendados por las normas y ésta especificación, el transformador será rechazado por EDENORTE.
- Si durante el período de garantía determinadas piezas presentaran defectos frecuentes, EDENORTE podrá exigir el reemplazo de esas piezas en todas las Unidades del suministro, sin costo para EDENORTE. A las piezas de reemplazo se les aplicará nuevamente el plazo de garantía.
- Se llama la atención especialmente sobre los siguientes casos de incumplimiento:
  - ✓ Calentamiento que excedan los límites garantizados.
  - ✓ Pérdidas que sobrepasen los límites garantizados.
  - ✓ Relación de transformación que difiera de los valores garantizados.
  - ✓ Potencia que difiera de los valores garantizados.
  - ✓ Valores fuera de normas de Factor de Potencia.
  - ✓ Análisis de repuesta de frecuencia SFRA.

#### 4.18 Información a suministrar por el oferente

##### 4.18.1 Información a ser incluida en la oferta

- El Fabricante o Suplidor deberá presentar en su oferta y propuesta la siguiente información y documentación:
- FICHA DE OFERTA Y DATOS GARANTIZADOS COMPLETADA
- Esquemas que muestren las principales dimensiones del transformador y la localización general de sus componentes.
- Especificación de cada uno de los accesorios del transformador y sus respectivos catálogos de productos: de relés, termómetros, cambiador de tomas, etc.
- Vista en corte que muestren los principales detalles del diseño interno y externo del transformador.
- Instrucciones resumidas de instalación, operación y mantenimiento del transformador y sus accesorios.
- Lista de repuestos, incluyendo su cotización.
- Datos informativos.



#### 4.18.2 Información a ser suministrada después de la suscripción del contrato

Después de la suscripción del contrato el Fabricante deberá enviar a EDENORTE, un documento de revisión de diseño que contenga:

- Planos generales de todos los aparatos.
- Posición inferior y superior del gancho de la grúa para poder extraer completamente el núcleo y los devanados del tanque.
- Disposición de los aisladores pasatapas (BUSHING), ventanillas, conservador del aceite.
- Características eléctricas del transformador.
- Característica de todos los aparatos de protección del transformador.
- Diagramas eléctricos elementales y diagrama de conexiones.
- Posición y descripción de todos los accesorios, mecanismos, armario de control, etc.
- Detalle de la base del transformador y su centro de gravedad.
- Característica de los transformadores de intensidad.

**El oferente debe presentar este documento en un tiempo 14 semanas, si no lo hace su oferta queda descalificada.**



## 5. VALORACION ECONOMICA DE LAS PERDIDAS

Esta penalización se realizara, si los valores de pérdidas medidos en pruebas de laboratorio, superan por encima de tolerancia los valores garantizados. (2%).

- Pérdida de vacío 90% de la tensión nominal (KW).
- Pérdida de vacío 95% de la tensión nominal (KW).
- Pérdida de vacío 100% de la tensión nominal (KW).
- Pérdida de vacío 105% de la tensión nominal (KW).
- Pérdida de vacío 110% de la tensión nominal (KW).
- Pérdida al 100% de la carga en primera toma (KW). ONAN
- Pérdida al 100% de la carga en toma nominal (KW). ONAN
- Pérdida al 100% de la carga en última toma (KW). ONAN
- Pérdida al 100% de la carga en primera toma (KW). ONAF
- Pérdida al 100% de la carga en toma nominal (KW). ONAF
- Pérdida al 100% de la carga en última toma (KW). ONAF

Se valorarán de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$V_{\text{pérdidas}} (\text{USD}) = 11,300 (\text{USD/kW}) \times P_o (\text{kW}) + 8,400 (\text{USD/kW}) \times P_{cc} (\text{kW})$$

- Valoración de las pérdidas, en dólares (USD) =  $V_{\text{pérdidas}}$
- $P_o$  = Pérdidas en rama de vacío, en kW
- $P_{cc}$  = Pérdidas en rama de carga, en kW

Las corrientes totales medidas en pérdidas totales serán superior a la corriente nominal de la condición que se esté evaluando (ONAN-ONAF). (De no cumplir esto en pruebas de laboratorio, el transformador será rechazado).



## 6. FICHA DE OFERTA Y DATOS GARANTIZADOS

Planilla de Datos Garantizados					
TRANSFORMADOR 16-20 MVA, 69/12.8kV				Código:	1005520
				Fecha Revisión:	18/01/2022
Descripción SAP: TRANSF 16-20MVA, 69/12.8KV				Área especialista:	Gerencia Subestaciones
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PEDIDO	OFRECIDO	COMENTARIO
1	Empresa proveedora (Oferente)	.....	Inf. Oferente		
2	Fabricante	.....	Inf. Oferente		
3	Marca	.....	Inf. Oferente		
4	Modelo	.....	Inf. Oferente		
5	País de Fabricación (origen)	.....	Inf. Oferente		
6	Norma de Fabricación y Ensayo	.....	<b>ANSI C57</b>		
7	Régimen de trabajo	.....	Permanente		
8	Refrigeración	.....	<b>ONAN / ONAF</b>		
9	Tipo	.....	Intemperie		
10	Idioma documentación	.....	<b>Español</b>		
<b>11</b>	<b>Tensión</b>				
11.1	Tensión del Primario	<b>kV</b>	<b>69</b>		
11.2	Tensión del Secundario	<b>kV</b>	<b>12.8</b>		
<b>12</b>	<b>Potencia</b>				
12.1	Potencia ONAN -Sn	<b>MVA</b>	<b>≥ 16</b>		
12.2	Potencia ONAF	<b>MVA</b>	<b>≥ 20</b>		
13	Nivel de Ruido ONAF -20 MVA	<b>dB</b>	<b>≤ 65</b>		
14	Sobre carga admisible	.....	Inf. Oferente		
15	Elevación de Temperatura Aceite (capa superior)	<b>°C</b>	60		
16	Elevación de Temperatura Devanado (media)	<b>°C</b>	65		
17	Hot Spot en Conductor Primario	.....	Inf. Oferente		
18	Hot Spot en Conducto Secundario	.....	Inf. Oferente		





ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PEDIDO	OFRECIDO	COMENTARIO
19	Capacidad de trabajo continuo con excitación comprendida entre el 90% - 110% Tensión Nominal (sin sobrecalentamiento, a plena carga)	.....	Inf. Oferente		
20	Color	.....	Símil Gris Medio UNE B-109 (UNE48.103)		
21	Frecuencia de Operación	Hz	60		
22	Grupo de conexión	.....	Dyn1		
<b>22</b>	<b>Tensión de Corto Circuito, (Relación de transformación (69/12.8kV) (Posición Nominal, Plena Carga)</b>				
22.1	Primario – Secundario	%	Mínimo 8%		
<b>23</b>	<b>Soportabilidad a esfuerzos de Corto Circuito (relación de transformación 69/12.8kV)</b>				
23.3	Certificado del ensayo de cortocircuito que se haya realizado en un laboratorio reconocido internacionalmente a un transformador con potencia mayor a 20 MVA fabricado en la planta del oferente	.....	Inf. Oferente		
24	Potencia de Cortocircuito de la Red en 69 kV	MVA	5,000		
<b>25</b>	<b>Cálculos de Intensidad de cortocircuito simétrica eficaz (@2s)</b>				
25.1	Primario	A	Inf. Oferente		
25.2	Secundario	A	Inf. Oferente		
<b>26</b>	<b>Cálculos de Intensidad de cortocircuito Asimétrica (@2s)</b>				
26.1	Primario (A pico)	A	Inf. Oferente		
26.2	Secundario (A pico)	A	Inf. Oferente		
<b>27</b>	<b>Pérdidas (Relación de Transformación 69/12.8kV) (Garantizados)</b>				
27.1	Pérdidas en vacío al 90% de la tensión nominal (kW)	kW	Inf. Oferente		
27.2	Pérdidas en vacío al 95% de la tensión nominal (kW)	kW	Inf. Oferente		
27.3	Pérdidas en vacío al 100% de la tensión nominal (kW)	kW	$< 0.2\% \times S_n$		
27.4	Pérdidas en vacío al 105% de la tensión nominal (kW)	kW	Inf. Oferente		
27.5	Pérdidas en vacío al 110% de la tensión nominal (kW)	kW	Inf. Oferente		



ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PEDIDO	OFRECIDO	COMENTARIO
27.6	Garantía de Pérdidas al 100% de la carga toma nominal (85°C) – (kW) (ONAN)	kW	< 0.7% x Sn		
27.7	Garantía de Pérdidas al 100% de la carga primera toma (85°C) – (kW) (ONAN)	kW	Inf. Oferente		
27.8	Garantía de Pérdidas al 100% de la carga ultima toma (85°C) – (kW) (ONAN)	kW	Inf. Oferente		
27.9	Garantía de Pérdidas al 100% de la carga toma nominal (85°C) – (kW) (ONAF)	kW	Inf. Oferente		
27.1	Garantía de Pérdidas al 100% de la carga primera toma (85°C) – (kW) (ONAF)	kW	Inf. Oferente		
27.11	Garantía de Pérdidas al 100% de la carga ultima toma (85°C) – (kW) (ONAF)	kW	Inf. Oferente		
<b>28</b>	<b>Intensidad en vacío</b>				
28.1	Intensidad en vacío al 100% de la tensión nominal (A)	A	Inf. Oferente		
28.2	Intensidad en vacío al 110% de la tensión nominal (A)	A	Inf. Oferente		
29	<b>Conexión neutro a tierra y aislado</b>	.....	<b>Sólidamente</b>		
<b>30</b>	<b>Sistema de Enfriamiento</b>				
30.1	Radiadores	.....	Incluido		
30.2	Desmontables	.....	Incluido		
30.3	Válvulas de acoplamiento superiores e inferiores	.....	Incluido		
30.4	Espesor de las láminas	mm	Mayor o igual 1.2		
30.5	Superficie total de láminas de radiadores	mm <sup>2</sup>	Inf. Oferente		
30.6	Detalle constructivo	.....	Inf. Oferente		
30.7	Cantidad de grupos de radiadores	.....	Inf. Oferente		
<b>31</b>	<b>Ventiladores</b>				
31.1	Fabricante de los ventiladores	.....	Inf. Oferente		
31.2	Numero de fases	.....	3		



ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PEDIDO	OFRECIDO	COMENTARIO
31.3	Tensión nominal	VAC	208		
31.4	Frecuencia	Hertz	60		
31.5	Potencia	kW	Inf. Oferente		
31.6	Velocidad	RPM	Inf. Oferente		
31.7	Flujo de aire	m <sup>3</sup> /min	Inf. Oferente		
31.8	Ventiladores colocados en base sujeta a la cuba	.....	Incluido		
31.9	Cantidad de ventiladores	.....	Inf. Oferente		
<b>32</b>	<b>Peso del transformador</b>				
32.1	Parte Activa	kg	Inf. Oferente		
32.2	Cuba y Accesorios	kg	Inf. Oferente		
32.3	Total sin aceite	kg	Inf. Oferente		
32.4	Cantidad aceite Transformador	gal	Inf. Oferente		
32.5	Peso total del transformador completo con aceite	kg	Inf. Oferente		
<b>33</b>	<b>Dimensiones</b>				
33.1	Largo	mts	Inf. Oferente		
33.2	Ancho	mts	Inf. Oferente		
33.3	Alto	mts	Inf. Oferente		
<b>34</b>	<b>Tanque o cuba</b>				
34.1	Tipo de placa de acero	.....	Inf. Oferente		
34.2	Tapa de la cubierta removible (Apernada con tornillos 5/8" de acero inoxidable)	.....	Inf. Oferente		
34.3	Tapa para hombre en la parte superior	.....	Inf. Oferente		
34.4	Los devanados, bushing y núcleo deberán estar sujetos a la tapa superior para que puedan ser extraídos todos los elementos mencionados al levantar la tapa del tanque, sin necesidad de retirar ninguna conexión o elementos internos. <b>(Mostrar fotografías de ha construido este tipo de tapa)</b>	.....	Inf. Oferente		
34.5	Valor de presión de vacío que resiste el transformador	.....	Inf. Oferente		

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PEDIDO	OFRECIDO	COMENTARIO
34.6	Normas de procesos de soldaduras	.....	Inf. Oferente		
34.7	Certificaciones de los soldadores	.....	Inf. Oferente		
34.8	Reporte completo de pintura , normas y certificaciones	.....	Inf. Oferente		
34.9	Valor del grado de limpieza y normas usadas	.....	Inf. Oferente		
34.1	Valor del espesor final en (micras) y normas usadas	<b>micras</b>	Inf. Oferente		
<b>35</b>	<b>Espesor de la chapa de acero del estanque principal:</b>				
35.1	Paredes	<b>mm</b>	Inf. Oferente		
35.2	Tapas	<b>mm</b>	Inf. Oferente		
35.3	Base	<b>mm</b>	Inf. Oferente		
35.4	Resistencia al alto vacío	.....	Especificar detalles		
35.5	Resistencia a sobre presiones constante	<b>Kg/cm2</b>	> 0.35		
35.6	Tapa hombre en la parte superior	.....	Incluido		
35.7	Orejas para fijarlo a plataforma (camión) para transporte (en caso de que no se pueda fijar por los ganchos de izaje)	.....	Incluido		
<b>36</b>	<b>Base</b>				
36.1	Base de apoyo para colocar sobre base plana de hormigón	.....	Incluido		
36.2	Ruedas para colocar sobre rieles tipo ferrocarril (removibles)	.....	Incluido		
<b>36.3</b>	<b>Ancho de vía entre caras internas de carril (rieles)</b>	.....	Requerido		
36.3.1	Para desplazamiento longitudinal	<b>mts</b>	1.43		
36.3.2	Para desplazamiento transversal	<b>mts</b>	1.43		
<b>37</b>	<b>Núcleo</b>				
37.1	Suministrar las curvas de excitación del equipo y la soportabilidad de sobreexcitación versus tiempo.	.....	Inf. Oferente		
37.2	Cálculos de diseño de temperatura critica del núcleo en condición de sobreexcitación.	.....	Inf. Oferente		



ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PEDIDO	OFRECIDO	COMENTARIO
37.3	Valor del punto más caliente del núcleo	.....	Inf. Oferente		
37.4	Tipo de Chapa magnética empleado	.....	Inf. Oferente		
37.5	Pérdida	W/kg	Inf. Oferente		
37.6	Peso total de chapa magnética	(kg)	Inf. Oferente		
37.7	Fabricante de chapa magnética	.....	Inf. Oferente		
37.8	Proceso de Tratamiento de Chapa Magnética	.....	Inf. Oferente		
<b>38</b>	<b>Arrollamientos (devanados)</b>				
<b>38.1</b>	<b>Primario</b>				
38.1.1	Tipo de devanado (hélice, disco, etc.)	.....	Inf. Oferente		
38.1.2	Tipo de conductor de cobre	.....	Inf. Oferente		
38.1.3	Protección dieléctrica y mecánica que aislé las bobinas <b>(Termocontraíbles o Pressboard, debe mostrar fotografías de que ha realizado este proceso)</b>	.....	Inf. Oferente		
38.1.4	Sección (mm <sup>2</sup> )	mm <sup>2</sup>	Inf. Oferente		
38.1.5	Peso	kg/m	Inf. Oferente		
38.1.6	Fabricante del conductor	.....	Inf. Oferente		
38.1.7	Tipo de Papel Aislante	.....	Inf. Oferente		
38.1.8	Bobina con transposición completa	.....	Inf. Oferente		
<b>38.2</b>	<b>Secundario</b>				
38.2.1	Tipo de devanado (hélice, disco, etc.)	.....	Inf. Oferente		
38.2.2	Tipo de conductor de cobre	.....	Inf. Oferente		
38.2.3	Sección	mm <sup>2</sup>	Inf. Oferente		
38.2.4	Peso	kg/m	Inf. Oferente		
38.2.5	Fabricante del conductor	.....	Inf. Oferente		
38.2.6	Tipo de Papel Aislante	.....	Inf. Oferente		
38.2.7	Bobina con transposición completa	.....	Inf. Oferente		
<b>38.3</b>	<b>Prensado de las bobinas</b>				
38.3.1	Numero de gatos	.....	Inf. Oferente		
38.3.2	Áreas de los gatos	.....	Inf. Oferente		
<b>38.4</b>	<b>Compactación (PSI)</b>				
38.4.1	Mínima	PSI	Inf. Oferente		



ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PEDIDO	OFRECIDO	COMENTARIO
38.4.2	Máxima	PSI	Inf. Oferente		
<b>38.5</b>	<b>Ajuste (PSI)</b>				
38.5.1	Mínima	PSI	Inf. Oferente		
38.5.2	Máxima	PSI	Inf. Oferente		
<b>38.6</b>	<b>Ensamblajes (PSI)</b>				
38.6.1	Mínima	PSI	Inf. Oferente		
38.6.2	Máxima	PSI	Inf. Oferente		
<b>38.7</b>	<b>Ajuste final (PSI)</b>				
38.7.1	Mínima	PSI	Inf. Oferente		
38.7.2	Máxima	PSI	Inf. Oferente		
38.8	Fuerza de compartición	kN	Inf. Oferente		
38.9	Fuerza de compartición máxima antes de llevar al horno	kN	Inf. Oferente		
<b>39</b>	<b>Aceite</b>				
39.1	Tipo	.....	Mineral		
39.2	Inhibidores y/o Aditivos	.....	NO		
39.3	Contenido de PCB's	.....	NO		
39.4	Fabricante	.....	Inf. Oferente		
39.5	Suministro de datos característicos	.....	Incluido		
39.6	Norma ANSI C57-106, clase I	.....	Inf. Oferente		
39.7	Color (Máximo)	.....	Inf. Oferente		
39.8	Punto de anilina (Máximo y Mínimo)	.....	Inf. Oferente		
39.9	Punto de inflamación (Mínimo)	.....	Inf. Oferente		
39.1	Tensión interfacial a 25°C (Mínimo)	.....	Inf. Oferente		
39.11	Punto de fluidez ( Máximo)	.....	Inf. Oferente		
39.12	Densidad relativa	.....	Inf. Oferente		
<b>39.13</b>	<b>Viscosidad cinemática a:</b>				
39.13.1	0°C	.....	Inf. Oferente		
39.13.2	40°C	.....	Inf. Oferente		
39.13.3	100°C	.....	Inf. Oferente		
39.13.4	Voltaje de ruptura dieléctrica (Mínimo)	.....	Inf. Oferente		



ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PEDIDO	OFRECIDO	COMENTARIO
39.13.5	Factor de disipación	.....	Inf. Oferente		
<b>39.14</b>	<b>Factor de Potencia a:</b>				
39.14.1	25°C (máximo)	.....	Inf. Oferente		
39.14.2	100°C (máximo)	.....	Inf. Oferente		
39.14.3	Sulfuros corrosivos	.....	Inf. Oferente		
39.14.4	Índice de neutralización	.....	Inf. Oferente		
39.14.5	Resistencia a la oxidación	.....	Inf. Oferente		
39.14.6	Contenido de agua	.....	Inf. Oferente		
39.14.7	Monitor en línea de gases disuelto <b>(Obligatorio) Presentar el equipo a utilizar que cumpla con todo lo requerido.</b>	.....	Inf. Oferente		
<b>40</b>	<b>Clase de Papel Aislante</b>				
40.1	Prueba del grado de polimerización del papel, antes del secado	.....	Inf. Oferente		
40.2	Análisis de pérdidas del grado de polimerización en cada proceso de secado.	.....	Inf. Oferente		
40.3	Tipo termo-estabilizado clase E	.....	Inf. Oferente		
40.4	Ancho	mm	Inf. Oferente		
40.5	Densidad (min)	kg/m <sup>3</sup>	Inf. Oferente		
40.6	Permeabilidad del aire	µm/Pa*s	Inf. Oferente		
40.7	Fuerza de tensión	kN/m	Inf. Oferente		
40.8	Elongación	%	Inf. Oferente		
40.9	Fortaleza eléctrica	kV/mm	Inf. Oferente		
40.1	Contenido Cenizas	%	Inf. Oferente		
40.11	Contenido humedad	%	Inf. Oferente		
<b>41</b>	<b>Secado tipo VAPOUR PHASE</b>				
41.1	Las curvas resultado del proceso de secado de la parte activa en horno vapor phase	.....	Inf. Oferente		
41.2	Evidenciar mediante un informe la calidad del secado utilizando un método para determinar el porcentaje de humedad ( Karl Fisher)	.....	Inf. Oferente		
41.3	Valor de porcentaje de humedad	.....	Inf. Oferente		



ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PEDIDO	OFRECIDO	COMENTARIO
<b>42</b>	<b>Aisladores pasatapas (Bushings) – Primario</b>				
<b>42.1</b>	<b>Primario – Línea (Tres unidades)</b>				
42.1.1	Tensión nominal	kV	69		
42.1.2	Máxima Tensión	kV	72		
42.1.3	Intensidad nominal	A	800		
42.1.4	Nivel de Impulso (onda plena) (kVcr)	kV	350		
42.1.5	Tensión aplicada 60Hz, 1m, en seco (kVef)	kV	160		
42.1.6	Tensión aplicada 60Hz, 10s, bajo lluvia (kVef)	kV	275		
42.1.7	Distancia de descarga	mm	Inf. Oferente		
42.1.8	Distancia de Contorno	mm	Inf. Oferente		
42.1.9	Peso	kg	Inf. Oferente		
42.1.10	Carga de Flexión a 90° (N)	.....	Inf. Oferente		
42.1.11	Visor indicador de nivel de aceite	.....	Incluido		
42.1.12	Fabricante	.....	Inf. Oferente		
42.1.13	Modelo y catálogo	.....	Inf. Oferente		
42.1.14	Tipo Capacitivo	.....	GOB-325-800		
42.1.15	Color	.....	Marrón		
42.1.16	Conector de toma capacitiva para prueba	.....	Incluido		
<b>42.2</b>	<b>Detalle del Conector:</b>				
42.2.1	Modelo y catálogo	.....	Inf. Oferente		
42.2.2	Material	.....	Bimetálico		
42.2.3	Forma salida del conductor	.....	Vertical y Horizontal		
42.2.4	Dimensiones	.....	Inf. Oferente		
<b>43</b>	<b>Aisladores pasatapas (Bushings) - Secundarios</b>				
<b>43.1</b>	<b>Secundario – Línea (tres unidades)</b>				
43.1.1	Tensión nominal	kV	≥ 15		
43.1.2	Máxima Tensión	kV	≥ 25		
43.1.3	Intensidad nominal	A	≥ 2500		
43.1.4	Nivel de Impulso (onda plena) (kVcr)	kV	110		





ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PEDIDO	OFRECIDO	COMENTARIO
43.1.5	Tensión aplicada 60Hz, 1m, en seco (kVef)	kV	≥ 50		
43.1.6	Tensión aplicada 60Hz, 10s, bajo lluvia (kVef)	kV	≥ 40		
43.1.7	Distancia de descarga	mm	Inf. Oferente		
43.1.8	Distancia de Contorno	mm	Inf. Oferente		
43.1.9	Peso	kg	Inf. Oferente		
43.1.10	Fabricante	.....	Inf. Oferente		
43.1.11	Modelo y catálogo	.....	Inf. Oferente		
43.1.12	Color	.....	Marrón (preferible)		
<b>43.2</b>	<b>Detalle del Conector:</b>				
43.2.1	Modelo y catálogo	.....	Inf. Oferente		
43.2.2	Material	.....	Bimetálico		
43.2.3	Forma salida del conductor	.....	Vertical y Horizontal		
43.2.4	Dimensiones	.....	Inf. Oferente		
<b>43.3</b>	<b>Secundario - Neutro</b>				
43.3.1	Tensión nominal	kV	≥ 15		
43.3.2	Máxima Tensión	kV	≥ 25		
43.3.3	Intensidad nominal	A	≥ 2500		
43.3.4	Nivel de Impulso (onda plena) (kVcr)	kV	110		
43.3.5	Tensión aplicada 60Hz, 1m, en seco (kVef)	kV	≥ 50		
43.3.6	Tensión aplicada 60Hz, 10s, bajo lluvia (kVef)	kV	≥ 40		
43.3.7	Distancia de descarga	mm	Inf. Oferente		
43.3.8	Distancia de Contorno	mm	Inf. Oferente		
43.3.9	Peso	kg	Inf. Oferente		
43.3.10	Fabricante	.....	Inf. Oferente		
43.3.11	Modelo y catálogo	.....	Inf. Oferente		
43.3.12	Color	.....	Marrón (preferible)		



ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PEDIDO	OFRECIDO	COMENTARIO
<b>43.4</b>	<b>Detalle del Conector:</b>				
43.4.1	Modelo y catálogo	.....	Inf. Oferente		
43.4.2	Material	.....	Bimetálico		
43.4.3	Forma salida del conductor	.....	Vertical y Horizontal		
43.4.5	Dimensiones	.....	Inf. Oferente		
<b>44</b>	<b>Descargadores de Sobretensión</b>				
<b>44.1</b>	<b>Primario (Tres unidades)</b>				
44.1.1	Tensión continua de operación MCOV	<b>kV</b>	57		
44.1.2	Tensión nominal	<b>kV</b>	72		
44.1.3	Frecuencia Nominal	<b>Hz</b>	60		
44.1.4	Intensidad nominal de alivio de presión (de disponer de disp.)	<b>A</b>	Inf. Oferente		
44.1.5	Intensidad Nominal de Descarga	<b>kAp</b>	Inf. Oferente		
44.1.6	Tensión Residual	<b>kV</b>	Inf. Oferente		
44.1.7	Nombre del Fabricante	.....	Inf. Oferente		
44.1.8	Tipo y catálogo	.....	Óxido Metálico		
44.1.9	Contadores de Descargas	.....	Incluido		
<b>44.2</b>	<b>Secundario(Tres unidades)</b>				
44.2.1	Tensión continua de operación MCOV	<b>kV</b>	8.4		
44.2.2	Tensión nominal	<b>kV</b>	10		
44.2.3	Frecuencia Nominal	<b>Hz</b>	60		
44.2.4	Intensidad nominal de alivio de presión (de disponer de disp.)	<b>A</b>	Inf. Oferente		
44.2.5	Intensidad Nominal de Descarga	<b>kAp</b>	Inf. Oferente		
44.2.6	Tensión Residual	<b>kV</b>	Inf. Oferente		
44.2.7	Nombre del Fabricante	.....	Inf. Oferente		
44.2.8	Tipo y catálogo	.....	Óxido Metálico		
44.2.9	Contadores de Descargas	.....	Incluido		
<b>45</b>	<b>Conmutación Automática en Carga</b>				
45.1	Conmutación Automática en Carga (en primario relación menor) – 21	.....	<b>69kV ± 10 x 1%</b>		
45.2	Tipo de Regulación	.....	Automática, Bajo Carga		
45.3	Instalación del Regulador	.....	Primario (Alta)		



ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PEDIDO	OFRECIDO	COMENTARIO
45.4	Modelo y Tipo del cambiador	.....	Inf. Oferente		
45.5	N° de posiciones	.....	21		
<b>46</b>	<b>Relé regulador de Tensión</b>				
46.1	Relé regulador de Tensión	.....	Incluido		
46.2	Modelo	.....	Inf. Oferente		
46.3	Alimentación (AC-DC)	.....	Inf. Oferente		
46.4	Tensión máxima de aislamiento	.....	Inf. Oferente		
46.5	Potencia (VA)	.....	Inf. Oferente		
46.6	Intensidad Máxima (A)	.....	Inf. Oferente		
46.7	Display	.....	Inf. Oferente		
46.8	Temperatura de servicio	.....	Inf. Oferente		
46.9	Temperatura de almacenamiento	.....	Inf. Oferente		
46.1	Normas de seguridad	.....	Inf. Oferente		
<b>47</b>	<b>Regulación del Transformador</b>				
47.1	Potencia – Posición (MVA): Relación 69/12.8kV	.....	ONAN / ONAF		
47.2	Potencia en Posición 01- 75.900 kV (+10%)	<b>MVA</b>	16/20		
47.3	Potencia en Posición 02- 75.210 kV (+9%)	<b>MVA</b>	16/20		
47.4	Potencia en Posición 03- 74.520 kV (+8%)	<b>MVA</b>	16/20		
47.5	Potencia en Posición 04- 73.830 kV (+7%)	<b>MVA</b>	16/20		
47.6	Potencia en Posición 05- 73.140 kV (+6%)	<b>MVA</b>	16/20		
47.7	Potencia en Posición 06- 72.450 kV (+5%)	<b>MVA</b>	16/20		
47.8	Potencia en Posición 07- 71.760 kV (+4%)	<b>MVA</b>	16/20		
47.9	Potencia en Posición 08- 71.070 kV (+3%)	<b>MVA</b>	16/20		
47.1	Potencia en Posición 09- 70.380 kV (+2%)	<b>MVA</b>	16/20		
47.11	Potencia en Posición 10- 69.690 kV (+1%)	<b>MVA</b>	16/20		
47.12	Potencia en Posición 11- 69.000 kV (Nominal)	<b>MVA</b>	16/20		
47.13	Potencia en Posición 12- 68.310 kV (-1%)	<b>MVA</b>	16/20		
47.14	Potencia en Posición 13- 67.620 kV (-2%)	<b>MVA</b>	16/20		
47.15	Potencia en Posición 14- 66.930 kV (-3%)	<b>MVA</b>	16/20		
47.16	Potencia en Posición 15- 66.240 kV (-4%)	<b>MVA</b>	16/20		
47.17	Potencia en Posición 16- 65.550 kV (-5%)	<b>MVA</b>	16/20		
47.18	Potencia en Posición 17- 64.860 kV (-6%)	<b>MVA</b>	16/20		
47.19	Potencia en Posición 18- 64.170 kV (-7%)	<b>MVA</b>	16/20		
47.2	Potencia en Posición 19- 63.480 kV (-8%)	<b>MVA</b>	16/20		
47.21	Potencia en Posición 20- 62.790 kV (-9%)	<b>MVA</b>	16/20		
47.22	Potencia en Posición 21- 62.100 kV (-10%)	<b>MVA</b>	16/20		



ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PEDIDO	OFRECIDO	COMENTARIO
47.23	Características del accionamiento del cambiador				
47.23.1	Eléctrico	.....	Motor trifásico		
47.23.2	Mecánico	.....	Manivela extraíble		
47.24	Motor				
47.24.1	Tipo	.....	Trifásica		
47.24.2	Tensión (rango de operación)	<b>Vac</b>	200-240		
47.24.3	Protección por Interruptor Magneto térmico	.....	Incluido		
<b>48</b>	<b>Protección Cambiador - Jansen con contacto de alarma y disparo</b>	.....	Incluido		
48.1	Fabricante / Tipo	.....	Inf. Oferente		
<b>49</b>	<b>Gabinete y Control</b>				
49.1	Fijación flexible	.....	Incluido		
49.2	Gabinete de acero inoxidable	.....	Incluido		
49.3	Resistencia de calefacción	.....	Inf. Oferente		
49.4	Luminaria en el interior	<b>Vac</b>	120		
49.5	Luminaria de emergencia	<b>Vdc</b>	125		
49.6	Toma corriente (2)	<b>Vac</b>	120-208		
49.7	Toma corriente	<b>Vdc</b>	120		
49.8	Teleindicador de lámparas	.....	Incluido		
49.9	Consumo del circuito de control (W)	.....	Inf. Oferente		
49.1	Mando de pulsadores locales	.....	Incluido		
49.11	Bornas para mando a distancia	.....	Incluido		
49.12	Bornas libres para bloqueo del circuito de control por sobre intensidad	.....	Incluido		
49.13	Relé de regulación (Obligatorio)	.....	Inf. Oferente		
49.14	Contactos secos disponibles	.....	Inf. Oferente		
<b>50</b>	<b>Accesorios</b>				
<b>50.1</b>	<b>Sistema con tanque de expansión, tanque conservador</b>	.....	Incluido		
50.1.1	Membrana para tanque de expansión:	.....	Incluido		
50.1.2	Método de prueba de membrana (Mostrar fotografías y procedimiento de prueba)	.....	Inf. Oferente		
50.1.3	Marca	.....	Inf. Oferente		
50.1.4	Modelo	.....	Inf. Oferente		
<b>50.2</b>	<b>Deshidratador de aire auto- recargable</b>	<b>UN</b>	<b>2</b>		
50.2.1	Marca	.....	Inf. Oferente		
50.2.2	Modelo	.....	Inf. Oferente		
50.2.3	Cantidad de silicagel	.....	Inf. Oferente		



ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PEDIDO	OFRECIDO	COMENTARIO
<b>50.3</b>	<b>Relé Buchholz</b>				
50.3.1	Norma de fabricación	.....	Inf. Oferente		
50.3.2	Modelo	.....	Inf. Oferente		
50.3.3	Rango de temperatura	.....	Inf. Oferente		
50.3.4	Resistencia a la presión	.....	Inf. Oferente		
50.3.5	Resistencia al vacío	.....	Inf. Oferente		
50.3.6	Pintura	.....	Poliuretano		
50.3.7	Numero de contactos	UN	2		
50.3.8	Chapaleta de retención	.....	<0.1S		
50.3.9	Acumulación de gas	.....	Inf. Oferente		
50.3.10	Grado de protección	.....	Inf. Oferente		
50.3.11	Placa	.....	Inf. Oferente		
50.3.12	Posición de montaje nominal	.....	Inf. Oferente		
50.3.13	Pulsador de prueba		Incluido		
50.3.14	Conectores tipo M14 y fotografías	.....	Inf. Oferente		
<b>51</b>	<b>Transformadores de Intensidad para protección</b>				
<b>51.1</b>	<b>En Primario-Fases</b>	.....	Incluido		
51.1.1	Fabricante	.....	Inf. Oferente		
51.1.2	Normas	.....	IEC		
51.1.3	Clase	.....	5P20		
51.1.4	Relación Fases	A	200/5		
51.1.5	Uso	.....	Protección		
<b>51.2</b>	<b>En Secundario-Fases</b>	.....	Sí		
51.2.1	Fabricante	.....	Inf. Oferente		
51.2.2	Normas	.....	IEC		
51.2.3	Clase	.....	5P20		
51.2.4	Relación Fases	A	1200/5		
51.2.5	Uso	.....	Protección		
<b>51.3</b>	<b>En Secundario-Neutro</b>	.....	Incluido		
51.3.1	Fabricante	.....	Inf. Oferente		
51.3.2	Normas	.....	IEC		
51.3.3	Clase	.....	5P20		
51.3.4	Relación Fases	A	600/5		
51.3.5	Uso	.....	Protección		
<b>51.4</b>	<b>Transformador de intensidad para imagen térmica</b>	.....	Incluido		
51.4.1	Fabricante	.....	Inf. Oferente		
51.4.2	Modelo	.....	Inf. Oferente		



ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PEDIDO	OFRECIDO	COMENTARIO
<b>52</b>	<b>Placas de datos</b>				
52.1	Características del transformador	.....	Incluido		
52.2	Diagrama y conexiones de control y potencia (armario de control)	.....	Incluido		
52.3	Características del cambiador	.....	Incluido		
52.4	Identificación de cada válvula	.....	Incluido		
52.5	Identificación de cada relé e instrumentos	.....	Incluido		
52.6	Identificación de cada bushings	.....	Incluido		
52.7	Material de la Placa	.....	Acero Inoxidable		
52.8	Características mecánicas	.....	Incluido		
52.9	Esquema de condición de las válvulas	.....	Incluido		
52.1	Diagrama vectorial de los devanados	.....	Incluido		
<b>53</b>	<b>Repuestos</b>				
53.1	Bushing devanado primario	UN	1		
53.2	Bushing devanado secundario	UN	1		
53.3	Juego de todas las juntas utilizadas para el armado	UN	1		
53.4	Medidor Axial o Radial	UN	1		
53.5	Deshidratador de aire auto-recargable	UN	2		
<b>54</b>	<b>Visitas a fábrica</b>				
54.1	Primera visita de 2 técnicos de Edenorte (Verificación de Bobina y proceso de encubar el Transformador)	.....	Incluido		
54.2	Segunda visita de 2 técnicos de Edenorte (Para la aprobación de las pruebas a realizar al Transformador)	.....	Incluido		
<b>55</b>	<b>Pruebas en fábrica</b>				
55.1	Mostrar la certificación que confirme acreditación al procedimiento de las pruebas realizadas en el laboratorio de transformadores y de aceites. <b>(En el idioma Inglés o Español)</b>	.....	Inf. Oferente		
55.2	Prueba de impulso con onda tipo rayo	.....	Especificar norma		



ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PEDIDO	OFRECIDO	COMENTARIO
55.3	Prueba de impulso por maniobra	.....	Especificar norma		
55.4	Medición de Relación de Transformación (TTR)	.....	Especificar norma		
55.5	Medición de Relación de Transformación (TTR) para los CT's	.....	Especificar norma		
55.6	Medición de Resistencia Óhmica de los devanados	.....	Especificar norma		
55.7	Medición de Factor de Potencia y Capacitancia	.....	Especificar norma		
55.8	Medición de corriente de excitación	.....	Especificar norma		
55.9	Factor de Potencia en los bushings (C1 y C2).	.....	Especificar norma		
55.1	Medición de corriente y pérdida de vatios.	.....	Especificar norma		
55.11	Prueba de Tensión Aplicada.	.....	Especificar norma		
55.12	Prueba de Tensión Inducida.	.....	Especificar norma		
55.13	Medición de la resistencia de aislamiento	.....	Especificar norma		
55.14	Medición de aislamiento del núcleo	.....	Especificar norma		
55.15	Medición de los valores de Reactancia de dispersión	.....	Especificar norma		
55.16	Medición de pérdida del núcleo	.....	Especificar norma		
55.17	Medición de pérdidas bajo carga	.....	Especificar norma		
55.18	Medición de voltaje de impedancia de secuencia positiva.	.....	Especificar norma		
55.19	Medición de voltaje de impedancia secuencia cero	.....	Especificar norma		
55.2	Prueba de medición de descargas parciales	.....	Especificar norma		
55.21	Medición de la impedancia	.....	Especificar norma		
55.22	Ensayos de resistencia mecánica	.....	Especificar norma		
55.23	Medición de la rigidez dieléctrica del aceite	.....	Especificar norma		
55.24	Medición de potencia y corriente de vacío	.....	Especificar norma		
55.25	Medición de tensión de cortocircuito	.....	Especificar norma		
55.26	Pérdidas en los arrollamientos	.....	Especificar norma		
55.27	Prueba de Calentamiento ONAN	.....	Especificar norma		
55.28	Prueba de Calentamiento ONAF (1 Radiador cerrado y 1 ventilador apagado) <b>Los técnicos de Edenorte, decidirán cual radiador cerrar en pruebas de laboratorio).</b>	.....	Especificar norma		
55.29	Prueba de nivel de ruido	.....	Especificar norma		
55.3	Análisis de respuesta de frecuencia SFRA	.....	Especificar norma		
55.31	Funcionamiento de todos los dispositivos de mando	.....	Especificar norma		
55.32	Prueba al relé regulador de tensión del cambiador de tomas	.....	Especificar norma		
55.33	Prueba del gabinete de control	.....	Especificar norma		
55.34	Medición del espesor de adherencia de la capa de pintura	.....	Especificar norma		

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	PEDIDO	OFRECIDO	COMENTARIO
56	Reporte de Pruebas en Español	.....	Incluido		
57	Supervisión por un técnico de fábrica para la instalación y pruebas del transformador en Rep. Dominicana.	.....	Incluido		
58	Manual de mantenimiento, instalación, transportes, lista de repuestos, especificaciones técnicas, planos, documentación, etc. (Transformador y todos sus accesorios)	.....	Incluido		
59	3 cartas de conformidad de clientes en la Republica Dominicana (Obligatorias)	.....	Inf. Oferente		
60	Garantía	Meses	60		
61	Suministro del diseño completo previo a la construcción.	.....	Inf. Oferente		



Fecha de la oferta

José Villa M.  
Gerencia de Subestaciones

Nombre y firma del oferente

Comentarios:

1- Este material deberá cumplir con todas las indicaciones detalladas en la especificación técnica correspondiente.

**Las casillas que están con (Inf. Oferente), deben estar debidamente llenada por el postor con los datos que se solicitan, no con la palabra (Si o Cotejos). Además deberá presentar todas y cada una de las certificaciones, documentos obligatorios y fotografías solicitadas. De no cumplir con estos requerimientos la oferta no se tomara en cuenta y queda inmediatamente descalificada.**