

Alternativas para la sustitución de importaciones asociadas a los aceites dieléctricos usados por la industria eléctrica venezolana

Proyecto Nacional Simón Bolívar (PNSB):

Directriz: Nueva Geopolítica Nacional

Estrategia: Generar alternativas ante la explotación de los recursos no renovables

Política: Incidir en el cambio del patrón productivo hacia tecnologías verdes
Promover patrones sostenibles de consumo

Directriz: Suprema Felicidad Social

Estrategia: Garantizar la administración de la biosfera para producir beneficios sustentables

Política: Fomentar la gestión integral de los residuos, sustancias y desechos sólidos y peligrosos

Resumen:

Los aceites dieléctricos son sustancias que poseen una serie de propiedades fisicoquímicas que permiten su uso en sistemas eléctricos de alta y media tensión. Básicamente requiere de una alta capacidad de aislamiento eléctrico y de un comportamiento térmico óptimo. En función a estas dos propiedades fundamentales es que se basa el diseño de las formulaciones de dichos aceites. En la actualidad, el acceso al aceite por parte de CORPOELEC es limitado y depende de importaciones. La presente propuesta de trabajo contempla la recuperación de aceites dieléctricos gastados mediante un protocolo de limpieza físico para eliminar contaminantes gaseosos, humedad, lodos y particulado.

PROYECTO EN EXTENSO

Institución/Organización:

NOMBRE COMPLETO	TIPO DE INSTITUCIÓN	RIF	DIRECCIÓN	LABORATORIO O DEPARTAMENTO	ESTADO	TELÉFONO	CORREO
Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas IVIC	Desarrollo científico y tecnológico	G-20004206-0	Carretera Panamericana, Km 11, Altos de Pipe, Municipio Los Salias	Unidad de Control y Gestión de Desechos Químicos – Centro de Química	Miranda	+58-212-5041111	-----

Personas Participantes:

APELLIDOS	NOMBRES	CÉDULA	INSTITUCIÓN DONDE LABORA	UNIDAD O DEPARTAMENTO	CARGO	NIVEL	ESPECIALIDAD	CORREO ELECTRÓNICO
Gomes Vieira	Nelson Jesús	14.745.463	Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas IVIC	Unidad de Control y Gestión de Desechos Químicos – Centro de Química	PAI	Magister	Química	bureta2001@hotmail.com
Filipini	Alfredo	20.116.510	Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas IVIC	Unidad de Control y Gestión de Desechos Químicos – Centro de Química	TAI	TSU	Química	turecco@gmail.com
Seijas	Ángel	24.723.015	Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas IVIC	Unidad de Control y Gestión de Desechos Químicos – Centro de Química	TAI	TSU	Química	angelgonzalezinc@gmail.com
Granados	Keily	4.3325.67	Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas IVIC	Unidad de Control y Gestión de Desechos Químicos – Centro de Química	TAI	TSU	Química	yliekgs95@gmail.com

Ubicación geográfica:

Carretera Panamericana, Km 11, Altos de Pipe, Municipio Los Salias, Estado Miranda.

Duración del proyecto:

9 meses.

Planteamiento del problema:

En la actualidad, el país atraviesa por una crisis económica de importancia debido a la baja de los precios del petróleo y la poca disponibilidad de divisas en consecuencia. Esta situación ha generado grandes problemas logísticos en las instalaciones públicas de electricidad de alta y media tensión en lo referente al mantenimiento preventivo y correctivo. Uno de los ejemplos más notables son los servicios asociados al mantenimiento y sustitución de aceite dieléctrico en transformadores. Este producto, juega un papel fundamental en el funcionamiento de dichos equipos, ya que proporciona aislamiento eléctrico entre sus partes y disipación térmica del calor generado por el mismo.

Los aceites, con el tiempo de uso, sufren cambios significativos en sus propiedades, debido a la aparición de contaminantes como el agua y/o residuos sólidos derivados de la descomposición de los materiales que componen el transformador. Estas impurezas traen como consecuencia la pérdida de la capacidad dieléctrica del aceite. En función a esto, este componente de los transformadores debe ser recuperado o remplazado por aceite nuevo, para garantizar la continuidad en el funcionamiento del equipo. Para el caso de la recuperación, se usa un medio filtrante denominado tierra de diatomeas así como filtros sintéticos, los cuales son insumos importados. Si se requiere de un cambio de aceite, el aceite nuevo es fabricado en el país con aceite mineral base proporcionado por PDVSA, sin embargo, los diversos aditivos que requiere su formulación deben ser importados.

En función a lo anteriormente expuesto y a las condiciones actuales de la economía del país, se hace inviable la importación de cualquiera de las dos opciones mencionadas. En consecuencia, se corre el riesgo de alargar los tiempos de operación de los transformadores y generar un riesgo potencial de fallo en los mismos debido a la deficiente calidad del aceite.

Antecedentes:

No se conocen antecedentes en Venezuela sobre las líneas de investigación planteadas en este proyecto.

Justificación:

La importancia del presente proyecto se puede resumir en los siguientes aspectos:

- Se plantea la creación e implementación de tecnología que permitiría la sustitución de componentes importados como la tierra filtrante y los filtros sintéticos por opciones fabricadas en el país.
- Se contribuye con una de las directrices del plan Simón Bolívar de la suprema felicidad social, el cual reza: *“Fomentar la gestión integral de los residuos, sustancias y desechos sólidos y peligrosos”*. Al realizar la recuperación de aceites usados y desechos de aceites, se evita que los mismos vayan al medio ambiente por una mala gestión y al mismo tiempo, se genera una alternativa a la explotación de recursos no renovables, disminuyendo los gastos de consumo de aceite nuevo.
- La disponibilidad de esta tecnología para la industria eléctrica venezolana supondrá un gran avance, ya que se podrán disminuir los tiempos de adquisición de los materiales necesarios para el mantenimiento de los transformadores (ya que serían de fabricación nacional) e igualmente habrá una mejora sustancial en los costos asociados a dicho procedimiento, lo cual sería una contribución con el manejo eficiente del recurso presupuestario.
- Se reafirma la independencia tecnológica en el país, ya que se plantea una solución compuesta 100 % con recursos venezolanos.

Objetivo general:

Desarrollar metodologías innovadoras para el reciclaje y reutilización de aceites dieléctricos de desecho, provenientes de la industria eléctrica venezolana, para sustituir las importaciones de este rubro y al mismo tiempo contribuir con el medio ambiente evitando la acumulación de hidrocarburos contaminantes remanentes.

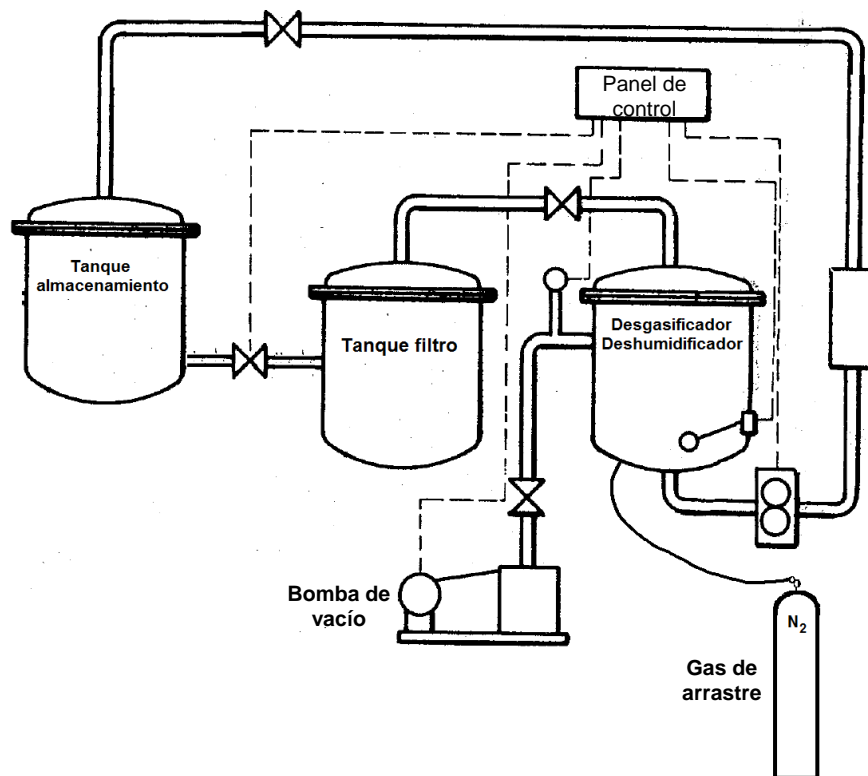
Objetivos específicos:

1. Desarrollar una metodología para reciclar el aceite dieléctrico usado y reinsertarlo en el sistema eléctrico.
2. Modificar químicamente materias primas venezolanas (bentonita y caolinita) para la obtención de medios de filtración.
3. Escalar el proceso de reciclado a escala banco para una capacidad de producción de aceite de 20 l/h.

Metodología:

El estudio se basa en el procesamiento de muestras de aceite de desecho, proporcionadas por CORPOELEC, para determinar el protocolo más adecuado para su recuperación llevándolas a las condiciones fisicoquímicas de un aceite nuevo. El proceso consiste en calentar el desecho a una temperatura de aproximadamente 60 °C, filtrarla en un medio filtrante adecuado para retirar las partículas sólidas, disminuir la acidez y llevarlo a un color casi transparente. Luego de pasar por el filtro, el aceite se lleva a un envase sometido a un vacío de entre -60 y -80 kpa haciendo entrar a dicho contenedor como una película fina o en forma de pequeñas gotas, para aumentar el área superficial de contacto del aceite y facilitar su desgasificación y deshumidificación. Luego se lleva a un envase para enfriarlo a temperatura ambiente.

Se contempla evaluar varios medios filtrantes de grado industrial como la arena silícea, sílica, alúmina y el carbón activado. También se tiene previsto la evaluación de medios filtrantes previamente modificados químicamente como la bentonita y la caolinita. Todos los aceites recuperados serán evaluados de acuerdo a lo previsto en la norma *ASTM D3487: Standard specification for mineral insulating used in electrical apparatus*. Se realizará el estudio usando la misma cantidad en peso de cada medio y se determinará cual es el más eficiente en términos de litros de aceite recuperado por kg de medio filtrante. Posterior a la elección del medio filtrante, se procederá al escalamiento del proceso a una tasa de 100 litros por hora siguiendo el siguiente esquema:



En resumen se realizaran las siguientes actividades para esta línea de investigación:

- ✓ *Actividad 1.1:* Evaluación de los medios filtrantes con las muestras de aceite dieléctrico usado proporcionadas por CORPOELEC. Evaluación fisicoquímica de los productos obtenidos. Determinación de las capacidades de carga de cada medio filtrante.
- ✓ *Actividad 2.1:* Escalamiento del proceso de reciclado de aceite dieléctrico usado, empleando el medio filtrante más eficiente

Cronograma de actividades:

Objetivos específicos	Actividad	Año 1											
		Semestre 1						Semestre 2					
		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M1	M2	M3	M4	M5	M6
1 y 2	Actividad 1.1	X	X	X	X	X							
3	Actividad 2.1						X	X	X	X			

Resultados esperados:

Como resultados esperados del proyecto podemos destacar los siguientes:

- Se espera generar una formulación para la fabricación de aceites dieléctricos nuevos a partir de materias primas nacionales y que cumpla con los estándares de calidad requeridos para este tipo de productos
- Se espera poder generar un procedimiento que permita reciclar y reutilizar aceites dieléctricos de desecho en el sistema eléctrico nacional.

Estos resultados beneficiaran a la industria eléctrica nacional.

Bibliografía:

- D. Martin, Z. D. Wang. 2008. **Statistical Analysis of the AC Breakdown Voltages of Ester Based Transformer Oils**. IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation. 15, (4): 044-1050
- D. Vukovic, S. Tenbohlen. 2009. **Comparative evaluation of breakdown strength of Natural esters and mineral oil**. Institute of Power Transmission and High Voltage Technology (IEH) – Alemania
- A. C. Franklin, D. P. Franklin y C. A. Worth. 1983. **The J & P Transformer Book: A Practical Technology of the Power Transformer**. 11^{ava} ed. Cap. 17: 398 – 421
- B. Makhoukhi y colaboradores. 2009. **Acid activation of bentonite for use as a vegetable oil bleaching agent**. Grasas y Aceites, 60 (4): 343-349
- C.A. Okwara y E. C. Osoka. 2006. **Caustic Activation of Local Clays for Palm Oil Bleaching**. J. Eng. Applied. Sci. 1(4): 526-529

- S. I. Mustapha y colaboradores. 2013. **Performance evaluation of local clays from northern Nigeria for the refining of palm oil.** J. Chem. Eng. Mater. Sci. 4(5), pp. 58-66
- L. Nasrat y S. Hassan. 2012. **Effect of Bentonite on the Properties of Liquid Insulating Oil.** International Scholarly and Scientific Research & Innovation 6(8): 62 – 68
- S. Kumar y colaboradores. 2013. **Preparation and Characterization of Acids and Alkali Treated Kaolin Clay.** Bulletin of Chemical Reaction Engineering & Catalysis. 8 (1): 62
- Norma ASTM D 3487. **Standard Specification for Mineral Insulating Oil Used in Electrical Apparatus.**
- Norma ASTM D 923. **Test Method for Sampling Electrical Insulating Liquids**

PLAN DE INVERSIÓN:**Rubros a financiar:****Materiales y Suministros**

DISTRIBUCIÓN DE FONDOS DEL RUBRO DE MATERIALES Y SUMINISTROS			
Inversión primer trimestre del proyecto.			
Cantidad	Descripción	Precio unitario Bs.	Costo total Bs.
5 kg	Soda caustica en escamas grado industrial	45.000	225.000
20 lts	Metanol grado industrial	50.000	1.000.000
100 kg	Bentonita	15.000	1.500.000
100 kg	Caolín	15.000	1.500.000
100 kg	Alúmina	15.000	1.500.000
100 kg	Arena silicia	15.000	1.500.000
4 lts	Tolueno Grado analítico	200.000	800.000
4 lts	Alcohol isopropilico grado analítico	180.000	720.000
1 kg	Hidróxido de potasio grado analítico	230.000	230.000
100 g	p-Naftolbenzeina	280.000	280.000
5 kg	ButilHidroxitolueno	40.000	200.000
3 recargas	Oxigeno UAP	100.000	300.000
3 recargas	Nitrógeno UAP	100.000	300.000
3 recargas	Argón UAP	100.000	300.000
3 recargas	Aire comprimido UAP	100.000	300.000
3 recargas	Hidrogeno UAP	100.000	300.000
3 recargas	Helio UAP	100.000	300.000
1	Celda FT-IR para líquidos marca Thermo	4.800.000	2.800.000
1	Columna cromatográfica hp-ploT Q	2.800.000	2.800.000
1	Columna cromatográfica DB-608	2.800.000	2.800.000
2	2m Packed col., N2, CO2, H2O, SO2	1.800.000	1.800.000
4	Bandeja de cerámica refractaria para incineración	800.000	3.200.000
100 mts	Alambre Kanthal espesor 1/8	40.000	4.000.000
100 kg	Cemento refractario	45.000	4.500.000
60	Ladrillos refractarios	50.000	3.000.000
		TOTAL (Bs.)	36.155.000

Equipos

DISTRIBUCIÓN DE FONDOS DEL RUBRO DE EQUIPOS			
Inversión Últimos dos trimestres del proyecto (escalamiento)			
Cantidad	Descripción	Precio unitario	Costo total Bs.
2	Controladores de temperatura	1.000.000	2.000.000
1	Bomba de vacío 5 m³/h	10.000.000	10.000.000
1	Bomba de vacío 20 m³/h	60.000.000	60.000.000
2	Tanque de acero al carbono, doble brida, 3 mm d espesor de lámina, 200 litros de capacidad	15.000.000	30.000.000
1	Tanque de acero al carbono, 1 brida, 3 mm d espesor de lámina, 200 litros de capacidad	10.000.000	10.000.000
2	Bombas centrifugas 4 HP	28.000.000	56.000.000
2	Bomba centrifuga ½ HP	1.900.000	3.800.000
2	Bombas centrifugas ¼ HP	1.000.000	2.000.000
7	Rele Estado Solido 24-480 VAC 60 amp 3-32 VDC	450.000	3.150.000
2	Arduino nanoV3	200.000	400.000
2	Arduino UNO R3	250.000	500.000
1	Raspberry Pi 4 Model B	1.000.000	1.000.000
100 mts	Cable TWG número 10	30.000	3.000.000
20	Fusibles de 3cm 20° 250V	25.000	500.000
10	Portafusible para fusible de 3cm	10.000	100.000
3	Sensor de humedad	1.000.000	1.000.000
TOTAL (Bs.)			183.450.000