

Catálogo de  
**aceites dieléctricos**



**REPSOL**

*Inventemos el futuro*



**REPSOL**

Technology Lab



**REPSOL**

Technology  
Lab

# Índice

<b>1. Introducción</b> .....	4
1.1. Repsol en el sector dieléctrico .....	4
1.2. Características importantes.....	5
1.3. Normativa .....	6
<b>2. Maker Electra</b> .....	7
2.1. Introducción .....	7
2.2. Productos.....	7
2.3. Homologaciones y comportamiento.....	7
<b>3. Maker Tensión Centauro</b> .....	8
3.1. Introducción .....	8
3.2. Productos.....	8
3.3. Homologaciones y comportamiento.....	8
<b>4. Comparativa Maker Electra vs Maker Tensión Centauro</b> .....	9
<b>5. Maker Bio Electra</b> .....	10
5.1. Introducción .....	10
5.2. Caracterización.....	10
5.3. Homologaciones y comportamiento.....	10
5.4. Diferencias con el aceite mineral.....	11
<b>6. Maker Bio Electra Synth</b> .....	12
6.1. Introducción .....	12
6.2. Caracterización .....	12
6.3. Homologaciones y comportamiento .....	12
<b>7. Recomendaciones de Retrofilling</b> .....	13
<b>8. Hojas técnicas</b> .....	15
<b>9. Oficinas Comerciales</b> .....	23

# 1. Introducción

Cuando eliges **Repsol**, eliges mucho más. Porque eliges la confianza de una gran empresa que te ofrece productos de la más alta calidad. Una **compañía global multienergética**, que desarrolla en más de 80 países actividades de exploración, producción, refino, distribución y marketing.

Un gran grupo que está presente en toda la cadena de valor de la energía. Y que emplea a 24.000 personas para ofrecer a más de 24 millones de clientes en todo el mundo, las soluciones energéticas más eficientes, responsables e innovadoras.



**Compromiso  
Cero Emisiones  
Netas**

Una compañía que lleva años inmersa en un proceso de transformación y de diversificación de sus negocios con el objetivo de liderar la transición energética, siendo la primera empresa de su sector que apoyó el Protocolo de Kioto y que emitió un bono verde. Y también la primera en fijarse la meta, en diciembre de 2019, de alcanzar cero emisiones netas en el año 2050, con objetivos intermedios de reducción de su Indicador de Intensidad de Carbono a 2020, 2025, 2030 y 2040.

Para lograr las cero emisiones netas en 2050, Repsol apuesta por un modelo que integra todas las tecnologías para la descarbonización, basado en la mejora de la eficiencia, la generación renovable, los productos de baja, neutra o incluso huella de carbono negativa, la economía circular, la innovación industrial y el desarrollo de nuevas soluciones basadas en la digitalización.

## Repsol en el sector dieléctrico

Repsol Lubricantes y Especialidades, dentro del grupo Repsol, se ocupa del desarrollo, fabricación y comercialización de aceites lubricantes. Desarrolla una amplia gama de lubricantes industriales y para ello emplea los mayores esfuerzos en términos de recursos, investigación y tecnología.

Dentro de la gama de aceites industriales se encuentran los aceites dieléctricos, sector en el que Repsol cuenta con una experiencia contrastada de más de 60 años. Estos aceites se utilizan como fluidos aislantes y refrigerantes en transformadores y aparata de conexión.

Repsol dispone de centros de producción donde se refinan bases lubricantes de alta calidad y en los que se mezclan y envasan sus aceites. A lo largo de todo el proceso de elaboración de los aceites, desde el diseño hasta la fabricación, se trabaja con los mejores estándares y las normas de calidad más exigentes.

## Calidad

Repsol siempre avanza de forma progresiva hacia la Excelencia, siguiendo el modelo de calidad apropiado a los diferentes entornos geográficos en sus actividades, a través de la autoevaluación periódica, la identificación de áreas de mejora, el establecimiento de programas sustentados en el trabajo en equipo y en la participación de toda la organización.

Y aplica los principios de gestión de calidad adaptados a la Norma ISO 9001 vigente.



## Seguridad

La meta de la compañía es desarrollar todas sus actividades considerando como valores esenciales la salud de las personas y la seguridad.

En su compromiso con las personas, avanza de forma progresiva hacia la excelencia, llevando a cabo acciones sistemáticas de mejora, alineadas con los retos y objetivos de cada negocio/área conforme a los criterios de la norma ISO 45001 vigente.



## Medio Ambiente

- Todos los complejos y filiales desarrollan sus actividades conforme al marco de los criterios del Sistema de Gestión Medioambiental y de Eficiencia Energética de las Normas ISO 14001 e ISO 50001 vigentes.
- Repsol está comprometido con la eficiencia energética para conseguir sus planes y objetivos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, intensidad energética y de carbono.
- Además lleva a cabo acciones de control de suelos y aguas subterráneas, como manera de prevención de la contaminación del subsuelo.
- Y en los complejos y las filiales, realiza acciones de control, tratamiento y seguimiento operacional.



En Repsol no solo comercializamos productos de calidad y confianza, también nos preocupamos por prestar la mejor asesoría y asistencia técnica, a través de un equipo profesional y especializado. La gama de aceites dieléctricos de Repsol cumple ampliamente las normas internacionales IEC y ASTM e incluye aceites, tanto inhibidos como no inhibidos, y de distintas naturalezas: parafínicos, nafténicos y ésteres. Estos aceites se comercializan bajo las siguientes denominaciones:

### ACEITES DIELECTRICOS

Denominación	Naturaleza	Aditivación
Maker Electra 3	Parafínica	No inhibido
Maker Tensión Centauro	Nafténica	No inhibido
Maker Electra 3X	Parafínica	Inhibido
Maker Tensión Centauro X	Nafténica	Inhibido
Maker Electra 3X Plus	Parafínica	Inhibido
Maker Electra 2X	Parafínica	Inhibido
Maker Bio Electra	Éster vegetal	No inhibido
Maker Bio Electra Synth	Éster sintético	Inhibido

Además, apostamos por la innovación tecnológica como elemento clave para dar un mejor servicio a nuestros clientes. Esta apuesta se materializa en nuestro Centro de investigación Repsol Technology Lab: un centro puntero en Europa, desde donde potenciamos la I+D+i y continuamos trabajando en el desarrollo de nuevos aceites dieléctricos.

## Características importantes

- Refrigeración de los componentes: un aceite dieléctrico es capaz de evacuar el calor generado por la resistencia de los conductores metálicos y los devanados expulsándolo hacia el exterior.
- Aislamiento eléctrico: el aceite tiene además la función de aislamiento de los componentes metálicos del transformador.
- Estabilidad a la oxidación: un aceite dieléctrico tiene que poseer unas buenas propiedades antioxidantes dado que tiene que mantener sus características durante largos periodos de tiempo.

Así, para un funcionamiento adecuado del transformador es necesario garantizar unas excelentes propiedades:

- Rigidez dieléctrica alta: es la capacidad para resistir arcos dieléctricos entre devanados y diferentes partes del transformador que estén a diferentes tensiones. Es muy sensible a la presencia de agua libre.
- Viscosidad: una baja viscosidad facilita la circulación del aceite y como consecuencia favorece la disipación de calor.
- Factor de pérdidas dieléctricas o Tangente delta: permite cuantificar las pérdidas originadas por el aceite. La presencia de contaminantes polares modifican la orientación del campo eléctrico consumiendo más energía.
- Tensión interfacial: es una medida indirecta de la cantidad de compuestos polares presentes en el aceite. Es un indicador de la presencia de ácidos polares procedentes de la degradación del aceite.

## Normativa

Dado que el sistema eléctrico de generación/distribución es exclusivo de cada país, en cada uno existe una normativa propia que tienen que cumplir los fluidos empleados en aplicaciones electrotécnicas.

Sin embargo, estas exigencias particulares están basadas en las normas desarrolladas por dos organizaciones globales, la IEC y la ASTM. Los estándares publicados por estas dos organizaciones son referencia global:

- IEC: sus normas son aplicadas en Europa y su área de influencia (África, Rusia y Asia Occidental).  
La edición 5 de la IEC 60295 (para aceites minerales) aprobada en el 2020 diferencia dos tipos de grados: HIGH y STANDARD, en función de las características químicas y dieléctricas de los aceites.
- ASTM: sus normas son aplicadas en USA, América y Asia Oriental.

Las propiedades exigidas al aceite pueden conseguirse con distintas naturalezas y las normas solo diferencian entre aceites aditivados o sin aditivar (inhibidos o no inhibidos).



## 2. Maker Electra

Los aceites **Maker Electra** son aceites ligeros, de naturaleza parafínica, diseñados expresamente para su utilización como fluido aislante en equipos eléctricos tales como transformadores de potencia y de distribución, disyuntores, reostatos, etc. En general, se pueden utilizar en toda clase de aparatos eléctricos que necesiten un baño de aceite que actúe como dieléctrico o refrigerante.

Se fabrican a partir de bases muy refinadas y tratadas que aseguran la ausencia de compuestos sólidos, polares y agua. El proceso de hidrogenación al que se les ha sometido nos asegura que no contiene azufre corrosivo, que se ha demostrado es extremadamente dañino para los transformadores.

Son muy estables a la oxidación y no corrosivos frente al cobre. Su bajo punto de vertido y su baja viscosidad le proporcionan una excelente transferencia de calor bajo cualquier condición de operación.

### 2.1. Productos

Aceites no inhibidos:

- **MAKER ELECTRA 3:** cumple las normas IEC 60296:2020 Ed. 5 Tipo B “Standard grade” y ASTM D3487 Tipo I.

Aceites inhibidos formulados con aditivos antioxidantes:

- **MAKER ELECTRA 2X:** cumple las normas IEC 60296:2020 Ed. 5 Tipo B “Standard grade” y ASTM D3487 Tipo II. Dicho aceite presenta un muy bajo punto de congelación por lo que es idóneo para climas fríos.
- **MAKER ELECTRA 3X:** cumple las normas IEC 60296:2020 Ed. 5 Tipo B “Standard grade” y ASTM D3487 Tipo II.
- **MAKER ELECTRA 3X PLUS:** aceite formulado con bases isoparafínicas que cumple las normas IEC 60296:2020 Ed. 5 Tipo A “High grade” y ASTM D3487 Tipo II.

### 2.2. Homologaciones y comportamiento

Los aceites Electra son ampliamente utilizados tanto por los fabricantes de transformadores como por las compañías eléctricas. Para que esto sea posible, han sido presentados para su validación a diversos laboratorios independientes y, actualmente, están homologados por los siguientes prescriptores:

- Compañías eléctricas: **Endesa, Iberdrola, EDP (Energías de Portugal), EDF (Electricité de France).**
- Fabricantes de transformadores y equipos eléctricos: **SIEMENS, ABB, Ormazabal.**

Testados anualmente en el ensayo interlaboratorios de **DOBLE ENGINEERING Co.**



# 3. Maker Tensión Centauro

Los aceites **Maker Tensión Centauro** son aceites ligeros, de naturaleza nafténica, especialmente recomendados para su uso como fluido aislante en equipos eléctricos tales como transformadores de potencia y de distribución, disyuntores, reostatos, etc. En general, se pueden utilizar en toda clase de aparatos eléctricos que necesiten un baño de aceite que actúe como dieléctrico o refrigerante.

Su proceso de producción asegura la ausencia de compuestos sólidos, polares, agua y la ausencia de azufre corrosivo, que se ha demostrado es extremadamente dañino para los transformadores.

**Maker Tensión Centauro** es altamente estable a la oxidación y no es corrosivo frente al cobre. Su bajo punto de vertido y su baja viscosidad le proporcionan una excelente transferencia de calor bajo cualquier condición de operación.

## 3.1. Productos

Aceites no inhibidos:

- **Maker Tensión Centauro** cumple las normas IEC 60296:2020 Ed. 5 Tipo B “Standard grade” y ASTM D3487 Tipo I.

Aceites inhibidos formulados con aditivos antioxidantes:

- **Maker Tensión Centauro X**: cumple las normas IEC 60296:2020 Ed. 5 Tipo B “Standard grade” y ASTM D3487 Tipo II.

## 3.2. Homologaciones y comportamiento

Los aceites **Maker Tensión Centauro** son ampliamente utilizados tanto por los fabricantes de transformadores como por las compañías eléctricas. Para que esto sea posible, han sido presentados para su validación a diversos laboratorios independientes y, actualmente, están homologados por los siguientes prescriptores:

- Compañías eléctricas: **Endesa, Iberdrola, EDP (Energías de Portugal), EDF (Electricité de France).**
- Fabricantes de transformadores y equipos eléctricos: **SIEMENS, ABB.**

Testados anualmente en el ensayo interlaboratorios de **DOBLE ENGINEERING Co.**

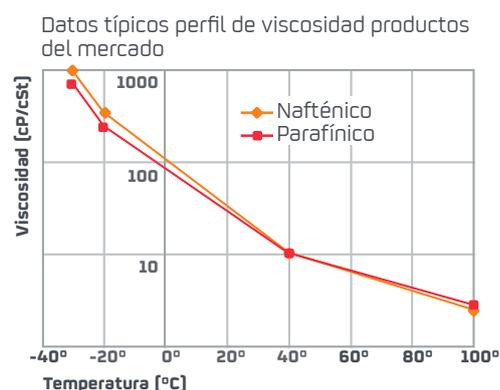


## 4. Comparativa Maker Electra vs Maker Tensión Centauro

Sabiendo que los productos a comparar son aceites dieléctricos y, por tanto, cumplen con lo requerido por la norma IEC 60296:2020, las diferencias entre ambos productos proceden de la distinta naturaleza química:

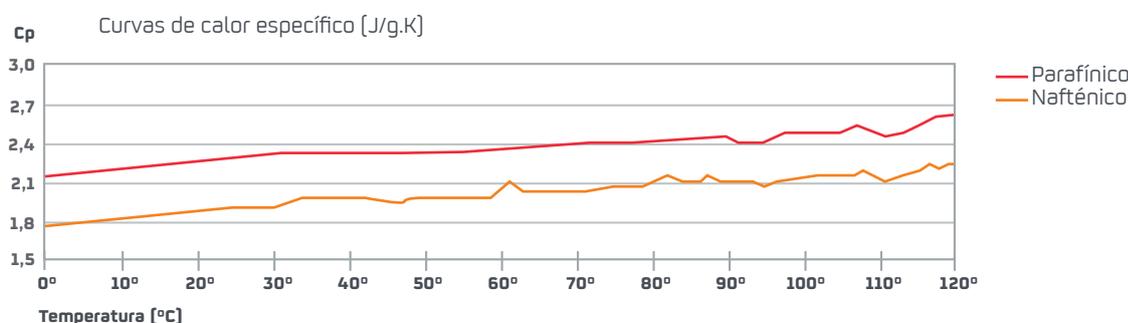
- El valor del punto de congelación para un aceite nafténico es inferior. No obstante, la viscosidad a baja temperatura es mayor para un aceite nafténico que para un parafínico. A la temperatura de servicio (90 °C) las diferencias son mínimas.
- El valor del punto de inflamación para los aceites parafínicos es superior en unos 30 °C a los nafténicos, por lo que el margen de seguridad es mayor.

Caracterización	Unidad	Nafténico	Parafínico
Viscosidad a -30 °C	cP	930	740
Viscosidad a -20 °C	cP	340	250
Viscosidad a 40 °C	mm <sup>2</sup> /s	10,2	10,5
Viscosidad a 100 °C	mm <sup>2</sup> /s	2,6	2,7
Índice Viscosidad		69	102



- Los aceites nafténicos, en ciertos casos, muestran una tendencia superior a los parafínicos en la formación y generación de gases. Esto provoca que en algunos ensayos concretos ["Stray gassing" ASTM D7150] den valores superiores.
- Los aceites parafínicos tienen una capacidad calorífica superior, lo que permite mantener el transformador a una temperatura inferior.

Valores típicos	Maker Electra 3 [%]	Maker Tensión Centauro [%]
Aromáticos	5,1	9,5
Nafténicos	36,2	48,8
Parafínicos	58,7	41,7
	Parafínico	Nafténico



En resumen:

- Naturaleza nafténica: buen punto de congelación (PC<-50 °C) pero puntos de inflamación en el entorno de los 135-140 °C.
- Naturaleza parafínica: punto de congelación superior al nafténico pero más fluido a baja temperatura y puntos de inflamación superiores [170-180 °C].

## 5. Maker Bio Electra

El aceite dieléctrico **Maker Bio Electra** es un aceite formulado con ésteres vegetales en un porcentaje superior al 99 % y sin la presencia de antioxidantes sintéticos. En su composición no se incluyen siliconas, halógenos, ni cualquier otro componente que pueda suponer riesgos para la salud o el medio ambiente. Gracias a este alto contenido en aceites vegetales se trata de un aceite fácilmente biodegradable y de carácter no tóxico para los ecosistemas acuáticos y los ecosistemas terrestres.

Se trata de un aceite de seguridad aumentada gracias a su elevado punto de combustión. Es un fluido que reduce el riesgo de incendios y las consecuencias de los mismos.

Este producto está indicado para equipamiento eléctrico nuevo donde no existe contacto con el aire.

El aceite dieléctrico **Maker Bio Electra** presenta un punto de combustión superior a 300 °C y está clasificado como fluido tipo K2 según la norma IEC 61100.

### 5.1. Caracterización

#### PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

Propiedades	Valor Típico
Viscosidad a 40 °C	39,2 cSt
Punto de congelación	-22 °C
Factor pérdidas dieléctricas a 90 °C	0,03
Tensión de ruptura dieléctrica	65 KV

### 5.2. Homologaciones y comportamiento

**Maker Bio Electra** está homologado por EDF y cumple con los requisitos de las normas IEC 62770 y ASTM D6871.





### 5.3. Diferencias con el aceite mineral

El aceite **Maker Bio Electra** está basado en triglicéridos naturales de carácter polar. Existen diferencias importantes en cuanto a composición química con los aceites minerales. Estos últimos están compuestos de tres tipos fundamentales de moléculas: parafínicas, nafténicas y aromáticas. Estas diferencias provocan los comportamientos diferentes que a continuación se detallan:

- **Inflamabilidad.** La ausencia de compuestos de bajo peso molecular y alta volatilidad se traducen en un punto de combustión sensiblemente superior en el aceite Maker Bio Electra respecto al correspondiente a los aceites minerales.
- **Punto de vertido.** El aceite Maker Bio Electra basa su elevada estabilidad oxidativa en la presencia de estructuras moleculares que cristalizan a temperaturas superiores a las encontradas en los aceites minerales.
- **Tendencia al gassing.** El aceite Maker Bio Electra tiene un comportamiento de “absorbedor de gases” frente a los aceites minerales cuyo comportamiento es de “generador de gases”.
- **Saturación por agua.** La elevada polaridad del aceite Maker Bio Electra provoca que los valores de saturación por agua sean sensiblemente superiores a los encontrados en un aceite mineral.
- **Compatibilidad con el aislamiento celulósico.** El aceite Maker Bio Electra permite alargar la vida del aislamiento celulósico fundamentalmente por su mayor capacidad para capturar agua.
- **Influencia de la presencia de agua en las propiedades dieléctricas.** La mayor capacidad del aceite Maker Bio Electra para absorber agua sin llegar a la saturación provoca una menor influencia del contenido en agua en las propiedades dieléctricas del fluido.
- **Resistencia a la oxidación.** El aceite Maker Bio Electra presenta una menor tendencia a la generación de lodos y depósitos. Recomendado para transformadores de distribución de llenado integral y sellados, sin cámara de aire.

# 6. Maker Bio Electra Synth

Aceite dieléctrico para transformadores basado en ésteres sintéticos, fabricado a partir de materias primas especialmente seleccionadas con el fin de obtener un fluido de alto rendimiento. Posee una excelente estabilidad frente a la oxidación a la vez que un punto de fluidez muy bajo, por lo que resulta adecuado para climas fríos.

Proporciona una mayor seguridad para las instalaciones y el medio ambiente gracias a sus buenas propiedades antiincendios y a que es fácilmente biodegradable. Por tanto, está indicado para aquellos casos donde se valore un fluido con alto punto de inflamación o cuando se apueste por la sostenibilidad y los aspectos ambientales.

Tiene las siguientes propiedades:

- Gran estabilidad oxidativa.
- Fácilmente biodegradable.
- Amplio rango de temperaturas de trabajo.
- Comportamiento excepcional a temperaturas muy bajas.
- Buenas propiedades antiincendios: punto de combustión superior a 300 °C, clasificado como fluido tipo K3 según la norma IEC 61100.

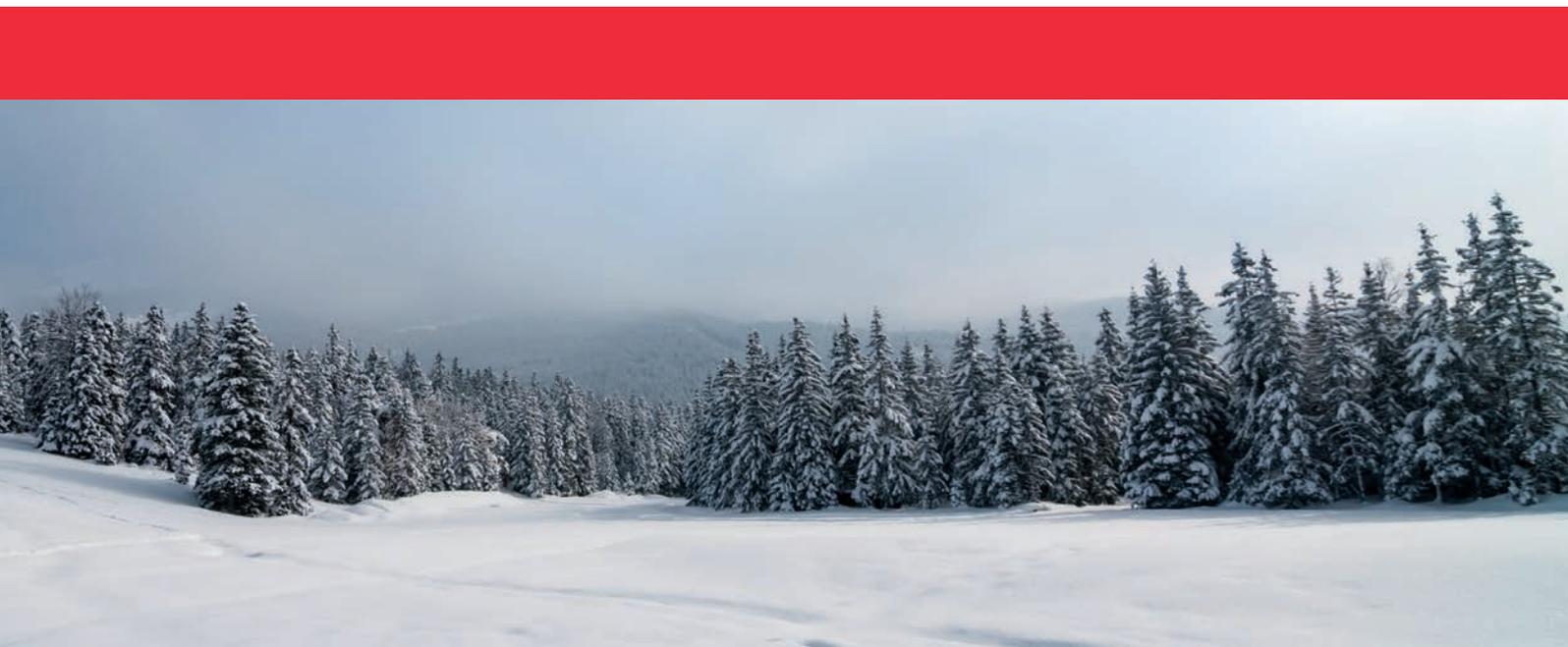
## 6.1. Caracterización

### PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

Propiedades	Valor Típico
Viscosidad a 40 °C	27,4 cSt
Punto de congelación	-50 °C
Punto de inflamación	255 °C
Biodegradabilidad	72 %

## 6.2. Homologaciones y comportamiento

**Maker Bio Electra Synth** cumple la norma IEC 61099.



## 7. Recomendaciones de Retrofilling

El proceso de retrofilling consiste en reemplazar la totalidad de un fluido dieléctrico usado por otro nuevo de igual o distinta naturaleza.

El retrofilling con Bioelectra otorga unas propiedades de seguridad aumentada al transformador, una total biodegradabilidad en caso de vertido y un aumento del tiempo de vida útil del transformador ya que el aceite de Bioelectra disminuye las reacciones de degradación del aislante celulósico. El proceso de retrofilling no es completo ya que queda una pequeña fracción de aceite mineral impregnado en el material celulósico. Siempre y cuando la concentración de dicho aceite no sea superior al 5% en el aceite Bioelectra, las propiedades de seguridad aumentada no se verán afectadas.

**Antes de comenzar el proceso**, el primer paso es consultar el manual de mantenimiento del transformador y tomar todas las precauciones que sean necesarias para llevar a cabo el retrofilling de la forma más segura posible. Anotar si hubiera fugas de aceite, el nivel del mismo y la temperatura tanto del aceite como la temperatura ambiente.

Seguidamente comprobar el estado del transformador con ensayos de baja tensión tipo resistencia del aislamiento, relación de tensiones, resistencia de los devanados, ...

A continuación, se tomará una muestra de aceite del interior del transformador para ver el estado en el que este está y tomar una decisión para su correcta eliminación y destrucción. Los ensayos obligatorios que deben realizarse son:

- a. Color y apariencia
- b. Contenido en policlorobifenilos (PCB) y derivados terfenílicos (PCT, PCBT)
- c. Azufre corrosivo
- d. Acidez
- e. Código de limpieza ISO 4406
- f. Análisis de gases disueltos (para evaluar el estado de transformador antes de ser cargado con otro aceite nuevo)
- g. Humedad
- h. Rigidez dieléctrica



Una vez evaluado el estado del aceite envejecido, llevar a cabo una correcta gestión del residuo y una correcta destrucción del mismo, en función del contenido en azufre, PCB's y acidez determinados. Si el aceite contiene PCB deberá ser comunicado a la consejería de medio ambiente de Comunidad Autónoma correspondiente.

Tras evaluar el aceite en uso, se puede comenzar el proceso en sí mismo:

**Lo primero** es vaciar el transformador de aceite dieléctrico usado y vaciar por completo todo el aceite residual que haya podido quedar por las paredes del interior de la cuba. Este paso es crítico para asegurarnos una concentración de aceite residual inferior al 5 % al final del proceso.

A continuación, se debe calentar aceite Bioelectra a una temperatura de 60 °C y limpiar las partes activas del transformador con dicho aceite. El volumen empleado en este proceso debe estar comprendido entre el 5 y el 10% de la capacidad total de la cuba del transformador. Drenar el aceite Bioelectra empleado para limpiar las partes activas asegurando que se ha eliminado todo por completo.

Revisar si las juntas, las maderas y tiras adhesivas están en correcto estado y en caso contrario llevar a cabo la sustitución de las mismas. Llenar el transformador con aceite dieléctrico Bioelectra empleando un sistema mecánico de filtración a vacío, seguido de una desgasificación y deshidratación del mismo.

Esperar de 24 a 48 horas antes de energizar el transformador con el objetivo de que el aceite rellene todas las quedades y desplace todo el aire que haya podido quedar retenido en los materiales porosos por los que está formado el transformador.

Tomar una muestra y llevar a cabo los siguientes ensayos:

- a. Punto de inflamación en vaso cerrado
- b. Viscosidad cinemática a 40 °C
- c. Rigidez dieléctrica
- d. Tangente del ángulo de pérdidas dieléctricas
- e. Contenido en agua
- f. Acidez
- g. Código de limpieza ISO 4406
- h. PCB [únicamente en el caso de que el aceite anterior estuviera contaminado por dichas moléculas cloradas].

Por último, realizar las pruebas eléctricas necesarias para asegurar un correcto funcionamiento del transformador.

**Recordar que es necesario cumplir siempre con las normas de seguridad, tomar máximas precauciones y aplicar las normativas vigentes en todo momento.**



# 8. Hojas técnicas

## Maker Electra 3

### PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

Propiedades	Unidades	Método	Valor garantizado		Valor Típico
			Mín.	Máx.	
<b>Físicas</b>					
Aspecto		Visual	Brillante y transparente		
Densidad a 20 °C	g/cm <sup>3</sup>	ISO 12185		0,895	0,839
Viscosidad a 40 °C	mm <sup>2</sup> /s	ASTM D445		12	9,98
Viscosidad a 100 °C	mm <sup>2</sup> /s	ASTM D445			2,7
Viscosidad a -30 °C	mm <sup>2</sup> /s	ASTM D445		1800	925
Punto de congelación	°C	ASTM D97		-40	-48
Tensión interfacial	dinas/cm	ASTM D971	40		43
<b>Químicas</b>					
Acidez	mg KOH/g	ASTM D974		0,01	<0,01
Azufre potencialmente corrosivo	IEC 62535		No corrosivo		
Azufre corrosivo	-	DIN 51353	No corrosivo		
Azufre corrosivo	ASTM D1275B		No corrosivo		
Aditivo antioxidante	% peso	IEC 60666	Exento		
Contenido en agua	mg/kg	IEC 60814		30	15
Contenido en furfural	mg/kg	IEC 61198		0,05	<0,05
<b>Eléctricas</b>					
Factor pérdidas dieléctricas a 90 °C	-	IEC 60247		0,005	0,00198
Tensión de ruptura dieléctrica		IEC 60156			
Sin tratar	kV		30		46
Tratado	kV		70		>70
<b>Estabilidad a la oxidación IEC 61125 (164 h / 120 °C)</b>					
Acidez total	mg KOH/g	IEC 61125		1,2	0,42
Lodos	% peso	IEC 61125		0,8	0,05
Factor pérdidas dieléctricas a 90 °C	-	IEC 61125		0,5	0,120
<b>Salud, seguridad y medio ambiente</b>					
Punto de inflamación	°C	ASTM D93	160		176
Contenido en PCA	% peso	IP 346		3	1,1
Contenido en PCB	% peso	IEC 61619	Exento		

Valores según IEC 60296:2020 Tipo B Standard grade.

# Maker Tensión Centauro

## PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

Propiedades	Unidades	Método	Valor garantizado		Valor Típico
			Mín.	Máx.	
<b>Físicas</b>					
Aspecto		Visual	Brillante y transparente		
Densidad a 20 °C	g/cm <sup>3</sup>	ISO 12185		0,895	0,874
Viscosidad a 40 °C	mm <sup>2</sup> /s	ASTM D445		12	9,8
Viscosidad a 100 °C	mm <sup>2</sup> /s	ASTM D445			2,4
Viscosidad a -30 °C	mm <sup>2</sup> /s	ASTM D445		1800	940
Punto de congelación	°C	ASTM D5950		-45	-51
Tensión interfacial	dinas/cm	ASTM D971	40		45
<b>Químicas</b>					
Acidez	mg KOH/g	ASTM D974		0,01	<0,01
Azufre potencialmente corrosivo	IEC 62535		No corrosivo		
Azufre corrosivo	-	DIN 51353	No corrosivo		
Azufre corrosivo	ASTM D1275B		No corrosivo		
Aditivo antioxidante	% peso	IEC 60666	Exento		
Contenido en agua	mg/kg	IEC 60814		30	15
Contenido en furfural	mg/kg	IEC 61198		0,05	<0,05
<b>Eléctricas</b>					
Factor pérdidas dieléctricas a 90 °C	-	IEC 60247		0,005	0,00075
Tensión de ruptura dieléctrica		IEC 60156			
Sin tratar	kV		30		40
Tratado	kV		70		>70
<b>Estabilidad a la oxidación IEC 61125 (164 h / 120 °C)</b>					
Acidez total	mg KOH/g	IEC 61125		1,2	0,65
Lodos	% peso	IEC 61125		0,8	0,097
Factor pérdidas dieléctricas a 90 °C	-	IEC 61125		0,5	0,055
<b>Salud, seguridad y medio ambiente</b>					
Punto de inflamación	°C	ASTM D93	135		150
Contenido en PCA	% peso	IP 346		3	<1
Contenido en PCB	% peso	IEC 61619	Exento		

Valores según IEC 60296:2020 Tipo B Standard grade.

# Maker Electra 3X

## PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

Propiedades	Unidades	Método	Valor garantizado		Valor Típico
			Mín.	Máx.	
<b>Físicas</b>					
Aspecto	-	ASTM D1524	Brillante y transparente		
Color	-	ASTM D1500		0,5	L0.5
Densidad relativa a 15 °C	g/cm <sup>3</sup>	ASTM D1298		0,91	0,873
Viscosidad a 0 °C	cSt	ASTM D445		76,0	47,14
Viscosidad a 40 °C	cSt	ASTM D445		12,0	9,87
Viscosidad a 100 °C	cSt	ASTM D445		3,0	2,79
Punto de congelación	°C	ASTM D97		-40	-48
Punto de anilina	°C	ASTM D611	63		96,4
Tensión interfacial	dinas/cm	ASTM D971	40		43
<b>Químicas</b>					
Acidez	mg KOH/g	ASTM D974		0,03	<0,01
Azufre corrosivo	-	ASTM D1275B	No corrosivo		
Contenido en agua	ppm	ASTM D1533		35	19
Contenido en inhibidor	% peso	ASTM D2668		0,3	0,3
<b>Eléctricas</b>					
Factor de disipación o pérdidas (DDF)					
60 Hz, 25 °C	%	ASTM D924		0,05	0,009
60 Hz, 100 °C	%	ASTM D924		0,30	0,194
Tensión ruptura					
Tensión ruptura a 60 Hz - disk electrodes	kV	ASTM D877	30		61
Tensión ruptura a 60 Hz - VDE electrodes	kV	ASTM D1816			
0,04 in. [1,02 mm] gap			20		35
0,08 in. [2,03 mm] gap			35		
Tensión ruptura - impulse conditions, 25 °C 1-in. [25,4-mm] gap	kV	ASTM D3300	145		244
Gassing tendency	uL/min	ASTM D2300		30	15,4
<b>Estabilidad a la oxidación</b>					
Test ácido-lodo					
TAN	mg KOH/g	ASTM D2440		0,3 [72 h] 0,4 [164 h]	<0,01 <0,01
Lodos	% peso	ASTM D2440		0,1 [72 h] 0,2 [164 h]	<0,01 <0,01
Rotating bomb test	min	ASTM D2112	195		366
<b>Salud, seguridad y medio ambiente</b>					
Punto de inflamación	°C	ASTM D92	145		175
Contenido en PCB	ppm	ASTM D4059	No detectable		

Valores según ASTM D3487 y IEC 60296:2020 tipo B Standard grade inhibido.

# Maker Tensión Centauro X

## PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

Propiedades	Unidades	Método	Valor garantizado		Valor Típico
			Mín.	Máx.	
<b>Físicas</b>					
Aspecto	-	ASTM D1524	Brillante y transparente		
Color	-	ASTM D1500		0,5	L0.5
Densidad relativa a 15 °C	g/cm <sup>3</sup>	ASTM D1298		0,91	0,874
Viscosidad a 0 °C	cSt	ASTM D445		76,0	67,29
Viscosidad a 40 °C	cSt	ASTM D445		12,0	9,85
Viscosidad a 100 °C	cSt	ASTM D445		3,0	2,48
Punto de congelación	°C	ASTM D97		-40	-49
Punto de anilina	°C	ASTM D611	63		82
Tensión interfacial	dinas/cm	ASTM D971	40		45
<b>Químicas</b>					
Acidez	mg KOH/g	ASTM D974		0,03	<0,01
Azufre corrosivo	-	ASTM D1275B	No corrosivo		
Contenido en agua	ppm	ASTM D1533		35	22
Contenido en inhibidor	% peso	ASTM D2668		0,3	0,3
<b>Eléctricas</b>					
Factor de disipación o pérdidas (DDF)					
60 Hz, 25 °C	%	ASTM D924		0,05	0,004
60 Hz, 100 °C	%	ASTM D924		0,30	0,142
Tensión ruptura					
Tensión ruptura a 60 Hz - disk electrodes	kV	ASTM D877	30		56
Tensión ruptura a 60 Hz - VDE electrodes	kV	ASTM D1816			
0,04 in. [1,02 mm] gap			20		38
0,08 in. [2,03 mm] gap			35		
Tensión ruptura - impulse conditions, 25 °C 1-in. [25,4-mm] gap	kV	ASTM D3300	145		>300
Gassing tendency	µL/min	ASTM D2300		30	15,4
<b>Estabilidad a la oxidación</b>					
Test ácido-lodo					
TAN	mg KOH/g	ASTM D2440		0,3 [72 h] 0,4 [164 h]	<0,01 <0,01
Lodos	% peso	ASTM D2440		0,1 [72 h] 0,2 [164 h]	<0,01 <0,01
Rotating bomb test	min	ASTM D2112	195	0,5	295
<b>Salud, seguridad y medio ambiente</b>					
Punto de inflamación	°C	ASTM D92	145		151
Contenido en PCB	ppm	ASTM D4059	No detectable		

Valores según ASTM D3487 y IEC 60296:2020 Tipo B Standard grade inhibido.

# Maker Electra 3X Plus

## PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

Propiedades	Unidades	Método	Valor garantizado		Valor Típico
			Mín.	Máx.	
<b>Físicas</b>					
Aspecto		Visual	Brillante y transparente		
Densidad a 20 °C	g/cm <sup>3</sup>	ISO 12185		0,895	0,825
Viscosidad a 100 °C	mm <sup>2</sup> /s	ASTM D445			2,3
Viscosidad a 40 °C	mm <sup>2</sup> /s	ASTM D445		12	8,74
Viscosidad a -30 °C	mm <sup>2</sup> /s	ASTM D445		1800	457
Punto de congelación	°C	ISO 3016		-40	-65
Tensión interfacial	mN/m	UNE 21320	43		54
<b>Químicas</b>					
Acidez	mg KOH/g	IEC 62021-2		0,01	<0,01
Azufre corrosivo	-	DIN 51353	No corrosivo		
Azufre corrosivo	-	ASTM D1275B	No corrosivo		
Azufre potencialmente corrosivo	-	IEC 62535	No corrosivo		
Contenido total en azufre	%	ASTM D2622		0,050	0,0001
Contenido en agua	mg/kg	IEC 60814		30	9,2
Contenido en inhibidor	% peso	IEC 60666		0,4	0,3
DBDS	mg/kg	IEC 62697-1	No detectable		
Contenido furfural	mg/kg	IEC 61198	No detectable para cada componente [ $<0,05$ ]		
Stray gassing [Aire, Cu]: Hidrógeno	µL/L	ASTM D7150	<50	3	
Stray gassing [Aire, Cu]: Metano	µL/L	ASTM D7150	<50	2	
Stray gassing [Aire, Cu]: Etano	µL/L	ASTM D7150	<50	3	
<b>Eléctricas</b>					
Factor de pérdidas dieléctricas a 90 °C	-	IEC 60247		0,005	0,0003
Tensión ruptura		-			
Sin tratar	kV	IEC 60156	30		65
Tratado	kV	IEC 60156	70		>70
<b>Estabilidad a la oxidación IEC 61125 (500 h / 120 °C)</b>					
Acidez total	mg KOH/g	IEC 61125		0,3	0,10
Lodos	% peso	IEC 61125		0,05	<0,01
Factor de pérdidas dieléctricas a 90 °C	-	IEC 61125		0,05	0,0005
<b>Salud, seguridad y medio ambiente</b>					
Punto de inflamación	°C	ASTM D93	135		175
Contenido PCA	% peso	IP 346		3	No detectado
Contenido PCB	% peso	IEC 61619	Exento		No detectado

Valores según IEC 60296:2020 Tipo A High grade.

# Maker Electra 2X

## PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

Propiedades	Unidades	Método	Valor garantizado		Valor Típico
			Mín.	Máx.	
<b>Físicas</b>					
Aspecto	-	Visual	Brillante y transparente		
Densidad a 20 °C	g/cm <sup>3</sup>	ISO 12185		0,895	0,826
Viscosidad a 100 °C	mm <sup>2</sup> /s	ASTM D445			2,4
Viscosidad a 40 °C	mm <sup>2</sup> /s	ASTM D445		12	8,90
Viscosidad a -30 °C	mm <sup>2</sup> /s	ASTM D445		1800	396
Punto de congelación	°C	ISO 3016		-40	-60
Tensión interfacial	mN/m	UNE 21320	40		52
<b>Químicas</b>					
Acidez	mg KOH/g	IEC 62021-2		0,01	<0,01
Contenido en agua	mg/kg	IEC 60814		30	11,5
Azufre corrosivo	-	ASTM D1275B	No corrosivo		
Contenido en inhibidor	% peso	IEC 60666		0,4	0,3
DBDS	mg/kg	IEC 62697-1	No detectable		
Contenido en furfural	mg/kg	IEC 61198	No detectable para cada componente [ $<0,05$ ]		
<b>Eléctricas</b>					
Factor de pérdidas dieléctricas a 90 °C		IEC 60247		0,005	0,0006
Tensión ruptura					
Sin tratar	kV	IEC 60156	30		63
Tratado	kV	IEC 60156	70		>70
<b>Estabilidad a la oxidación IEC 61125 (500 h / 120 °C)</b>					
Acidez total	mg KOH/g	IEC 61125		0,3	0,10
Lodos	% peso	IEC 61125		0,05	<0,01
Factor de pérdidas dieléctricas a 90 °C		IEC 61125		0,05	0,00052
<b>Salud, seguridad y medio ambiente</b>					
Punto de inflamación	°C	ASTM D93	135		176
Contenido en PCA	% peso	IP 346		3	No detectado
Contenido en PCB	% peso	IEC 61619	Exento		No detectado

Valores según IEC 60296:2020 Tipo B Standard grade inhibido.

# Maker Bio Electra

## PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

Propiedades	Unidades	Método	Valor garantizado		Valor Típico
			Mín.	Máx.	
<b>Físicas</b>					
Aspecto	-	ASTM D1524	Brillante y transparente		
Densidad a 20 °C	g/cm <sup>3</sup>	ASTM D4052		1,00	0,91
Viscosidad a 0 °C	mm <sup>2</sup> /s	ASTM D445		500	275,9
Viscosidad a 40 °C	mm <sup>2</sup> /s	ASTM D445		50	39,2
Viscosidad a 100 °C	mm <sup>2</sup> /s	ASTM D445		15	8,5
Punto de congelación	°C	ASTM D97		-10	-25
Coefficiente de expansión térmica 0-50 °C	°C-1	ASTM D1903			0,00072
Conductividad térmica a 25 °C	W/K m	ASTM D2717			0,1691
Calor específico a 25 °C	J/K g	ASTM D2766			1,97
<b>Químicas</b>					
Acidez soluble	mg KOH/g	IEC 62021-3		0,06	0,05
Contenido en agua	mg/kg	IEC 60814		200	150
DBDS	mg/kg	IEC 62697-1	No detectable		
<b>Eléctricas</b>					
Factor disipación diel. A 90 °C, 50 Hz	-	IEC 60247		0,05	0,03
Tensión ruptura [en la entrega]	kV	IEC 60156	35		65
Conductividad eléctrica a 25 °C	pS/m	ASTM D2624			3
Constante dieléctrica a 25 °C	-	IEC 60247			3,1
Tendencia al gassing	µl/min	IEC 60628A			-31,2
<b>Estabilidad a la oxidación IEC 61125 [120 °C / 48 horas]</b>					
Acidez total	mg KOH/g	IEC 61125		0,6	0,34
Viscosidad a 40 °C	% incremento	ISO 3104		30	16,2
Factor disipación dieléctrica a 90 °C y 50 Hz		IEC 60247		0,500	0,071
<b>Salud, seguridad y medio ambiente</b>					
Punto de combustión	°C	ASTM D92	300		362
Punto de inflamación	°C	ASTM D92	250		330
Biodegradabilidad tras 28 días	%	OECD 301B	60		85
Ecotoxicidad medio acuático	mg/l	OECD 201	100		>1000
		OECD 202	100		>1000
		OECD 203	100		>1000
Ecotoxicidad medio terrestre	mg/kg	OECD 207	100		>1000
		OECD 208	100		>1000

Valores según IEC 62770 y ASTM D6871.

# Maker Bio Electra Synth

## PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS

Propiedades	Unidades	Método	Valor garantizado		Valor Típico
			Mín.	Máx.	
<b>Físicas</b>					
Aspecto	-	Visual	Brillante y transparente		
Color	-	ISO 2211	200 Hazen		30
Densidad a 20 °C	g/cm <sup>3</sup>	ISO 12185		1,000	0,969
Viscosidad a -20 °C	mm <sup>2</sup> /s	ASTM D445		3000	1196
Viscosidad a 40 °C	mm <sup>2</sup> /s	ASTM D445		35	27,4
Punto de congelación	°C			-45	-50
<b>Químicas</b>					
Acidez	mg KOH/g	ISO 6618		0,03	0,01
Contenido en agua	mg/kg	IEC 60814		200	22
<b>Eléctricas</b>					
Tensión ruptura dieléctrica	kV	IEC 60156	45		77
Factor disipación diel. Tangente a 90 °C y 50 Hz	-	IEC 60247		0,03	0,005
Resistividad a 90 °C en corriente continua	G Ohm.m	IEC 60247	2		7,4
<b>Estabilidad a la oxidación IEC 61125 [164 h]</b>					
Acidez soluble	mg KOH/g	IEC 61125			0,04
Acidez volátil	mg KOH/g	IEC 61125			0,01
Acidez total	mg KOH/g	IEC 61125		0,3	0,05
Lodos totales	% [m/m]	IEC 61125		0,01	0,01
<b>Salud, seguridad y medio ambiente</b>					
Punto de combustión	°C	ISO 2592	300		308
Punto de inflamación	°C	ISO 2719	250		255
Biodegradabilidad tras 28 días	%	OECD 301B	60		72
Ecotoxicidad medio acuático	mg/l	OECD 201	100		>1000
		OECD 202	100		>1000
		OECD 203	100		>1000

Valores según IEC 61099.

## 9. Oficinas Comerciales



### Oficinas Centrales

c/ Méndez Álvaro, 44  
28045 Madrid, España  
Tel: 901 111 999  
lubricantes@repsol.com



### Francia

Laetitia Lecomte  
Tel: [+33] 1 46 96 65 23  
Mob: [+33] 1 46 96 65 23  
Fax: [+33] 1 46 96 66 42  
laetitia.lecomte@repsol.com



### Asia-Pacífico

Víctor Velázquez López  
10 Marina Boulevard, #14-01  
Marina Bay Financial Centre Tower 2  
Singapore 018983  
Tel: [+65] 6808 1065  
vvelazquezl@repsol.com



### Perú

Víctor Rivera Bernuy  
Av. Víctor Andrés Belaúnde, 147  
Edif. Real 5, Piso 3, San Isidro, Lima, Perú  
Tel: [+51] 215-6225  
Cel: [+51] 939239060  
Fax: [+51] 421-8591  
v.rivera@repsol.com



### Brasil

Silvio Frasson  
Rua Leopoldo Couto de Magalhães Júnior, 758  
11º andar, escritórios 111 e 112, Itaim Bibi  
04542-000 São Paulo, Brasil  
Tel: [+55] 21-25597200  
silvio.frasson@repsol.com



### Portugal

João Vasquesv  
Av. José Malhoa nº 16 B, 8º  
1099-091 Lisboa, Portugal  
Tel: [+351] 213 119 000  
sac.rlesa@repsol.com





**REPSOL**

*Inventemos el futuro*