ESTUDIO BÁSICO ELECTROMAGNÉTICO "ALMACENAMIENTO BESS POLLENTIA ENERGY"

SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE BATERÍAS (BESS) STAND-ALONE, INFRAESTRUCTURA MEDIA TENSIÓN Y LINEA DE EVACUACION EN MEDIA TENSIÓN HASTA LA SUBESTACIÓN POLLENÇA

PROMOTOR: SARVOLT 9, S.L. (B-44.884.534)

EMPLAZAMIENTO: Polígono 2 Parcelas 210, 211, 212 y 213, 07460, T.M. Pollença, Illes Balears

técnicos consultores

ODS energy development

TÉCNICOS REDACTORES:

Jaime Sureda Bonnin (Col. 700 – C.O.E.T.I.B.)	Gonzalo García Uriarte (Col. 879 – C.O.E.I.B.)	Angel Lacleta Barrera (Col. 26827 – C.E.B.)
SUREDA BONNIN JAIME - 78208036D Firmado digitalmente por SUREDA BONNIN JAIME - 78208036D Nombre de reconocimiento (DN): c=ES, serialNumber=IDCES-78208036D, givenName=JAIME, sn=SUREDA BONNIN, cn=SUREDA BONNIN JAIME - 78208036D Fecha: 2025.12.03 11:51:42 +01'00'	GARCIA URIARTE GONZALO - 43188376B Firmado digitalmente porGARCIA URIARTE GONZALO - 43188376B DN: CN=GARCIA URIARTE GONZALO - 43188376B, SN=GARCIA URIARTE, G=GONZALO, SERIALNUMBER=IDCES-43188376B, C=ES Razón:Soy el autor de este documento. Fecha:03/12/2025 12:09 Versión PDFgear:2.1.13	LACLETA BARRERA ANGEL - 43200866N Firmado digitalmente por LACLETA BARRERA ANGEL - 43200866N Nombre de reconocimiento (DN): c=ES, serialNumber=IDCES-43200866N, givenName=ANGEL, sn=LACLETA BARRERA, cn=LACLETA BARRERA ANGEL - 43200866N Fecha: 2025.12.03 11:51:25 +01'00'

0. RELACIÓN DE CONCEPTOS Y ABREVIATURAS 2

1. GENERALIDADES 3

1.1. ANTECEDENTES 3
1.2. OBJETO 3
1.3. DESCRIPCIÓN BÁSICA DE LA INSTALACIÓN 3
1.4. TITULARIDAD 4
1.5. TÉCNICOS RESPONSABLES 4

2. NORMATIVA APLICABLE 5

3. EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN 6

3.1. IMPLANTACIÓN DEL PROYECTO 8

4. ESTUDIO DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS 9

4.1. INTRODUCCIÓN 9
4.2. CÁLCULO DEL CAMPO MAGNÉTICO 10
4.3. CÁLCULO DEL CAMPO MAGNÉTICO GENERADO POR UN CABLE DE MEDIA TENSIÓN 11

5. LIMITACIÓN DE CAMPOS MAGNÉTICOS 13

5.1. CRITERIOS DE EVALUACIÓN 13
5.2. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS PARA VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO NORMATIVO 13
5.3. CUMPLIMIENTO NORMATIVO 13
5.4. CONDICIONES DE DISEÑO 13

6. CONCLUSIONES 15

RELACIÓN DE IMÁGENES

Imagen 1. Detalle del catastro con las parcelas destinadas a almacenamiento. 6
Imagen 2. Emplazamiento de las pracelas 7
Imagen 3: Implantación 8
Imagen 4. Evacuación propuesta 9
Imagen 5. Campo electromagnético generado por un conductor rectilíneo 10
Imagen 6. Corriente electromagnética sobre plano 10
Imagen 7. Niveles de referencia para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos (25Hz-800Hz) 11
Imagen 8. Terna de cableado MT 12
Imagen 9. Desfase de intensidades 12

RELACIÓN DE TABLAS

Tabla 1. Dirección, referencia catastral y superficie del emplazamiento del sistema de almacenamiento 6

0. RELACIÓN DE CONCEPTOS Y ABREVIATURAS

AC: Alternating Current. Corriente alterna.

BMS: Battery management system. Sistema de gestión y protección a bajo nivel de las series de celdas de baterías.

BESS: Battery electricity storage system. Sistema de almacenamiento de electricidad por medio de baterías.

Ratio C: Tasa de carga o descarga, dada como la relación entre la corriente de carga o descarga (en A) y la capacidad útil de la batería (en Ah). Tiene unidades de inversa de tiempo (h-1).

DC: Direct Current. Corriente continua.

DoD: Depth of Discharge. Profundidad de descarga, que define los límites de operación de ciclado por la diferencia entre el SOC máximo y el mínimo.

EMS: Energy management system. Sistema de gestión de energía, que incluye monitorización, control, análisis y comunicaciones del sistema.

LFP: Química de baterías de litio hierro fosfato (LiFePO4).

MITERD: Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

O+M: Operación y mantenimiento
.
PCS: Power conversión system. Electrónica de potencia bidireccional que carga y descarga las baterías.

RTE: Round trip efficiency. Eficiencia total del ciclo completo del sistema de almacenamiento. Incluye las pérdidas químicas y las eléctricas (resistivas y en electrónicas de potencia y transformadores).

SET: Subestación de transformación.

SGEE: Subdirección General de Energía Eléctrica del MITECO.

SOC: State of charge. Estado de carga de las baterías, generalmente medido en % como relación entre la carga acumulada en un momento dado con referencia a la máxima capacidad de carga posible (SOH).

SOH: State of health. Estado de salud de las baterías, que da la capacidad residual de la batería, generalmente dado como un % sobre la capacidad nominal.

SSAA: Servicios auxiliares (ver elementos en Integración).

1. GENERALIDADES

1.1. Antecedentes

Actualmente se está presenciando un notable despliegue de proyectos de generación eléctrica mediante fuentes renovables. Para lograr los ambiciosos objetivos de integración de estas energías, es imprescindible adoptar medidas que compensen la intermitencia y limitada gestionabilidad propias de las fuentes no almacenables. Este enfoque es respaldado por la Ley 7/2021, de 21 de mayo, de cambio climático y transición energética, así como por el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030 y la Estrategia de Almacenamiento Energético, cuyo objetivo está siendo revisado al alza. Estas directrices destacan que el almacenamiento energético será fundamental para respaldar el despliegue de energías renovables, garantizando la seguridad, calidad, sostenibilidad y economía del suministro.

Los sistemas de almacenamiento energético resultan esenciales para avanzar hacia una economía neutra en emisiones y asegurar una integración eficiente de las energías renovables. Permiten almacenar el excedente de energía producido en momentos de alta generación para emplearlo cuando la disponibilidad del recurso disminuye o la demanda aumenta.

En este escenario, con el constante incremento de potencia instalada en sistemas renovables, especialmente fotovoltaicos, se vuelve crucial no solo la hibridación de estas plantas con soluciones de almacenamiento, sino también la instalación de sistemas de almacenamiento independientes (Stand-Alone). Esto permite gestionar los desfases entre generación y demanda en áreas de la red alejadas de las grandes plantas generadoras, pero próximas a los puntos de consumo.

1.2. Objeto

El promotor SARVOLT 9, S.L pretende realizar un proyecto de almacenamiento en un terreno alquilado en el término municipal de Pollença, Illes Balears. Este informe tiene como objeto evaluar los campos electromagnéticos generados porel proyecto de Sistema de Almacenamiento de Baterías (BESS) Stand-Alone en media tensión a 15 kV y línea de evacuación a 15 kV hasta la subestación de Pollença.

El estudio se realiza conforme a la normativa vigente, con especial atención al Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre, que establece las condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.

1.3. Descripción básica de la instalación

La instalación descrita en este proyecto se compone de unos armarios de baterías de litio hierro fosfato (LiFePO4), conectados en DC (corriente continua) a equipos bidireccionales de conversión DC/AC de electrónica de potencia (PCS). Dichos PCS se conectan en MT (15 kV) por medio de unos transformadores de potencia, que pueden ser de simple o doble devanado en el lado de BT, y disponen de celdas para conexión en T del transformador, doble interconexión (en anillo) y aislamiento del mismo aguas abajo. Cada unidad conectada en el lado de media tensión, compuesta por los armarios de baterías, el (o los) PCS(s) y el transformador de potencia, constituye un Bloque de Almacenamiento. Hay un total de 2 bloques. Cada bloque es de 5,5 MW, totalizando una potencia instalada de 11 MW. Cada container tiene una capacidad nominal

de almacenamiento de aproximadamente 5 MWh totalizando, con sus 4 contenedores, 20 MWh de almacenamiento total.

1.4. Titularidad

El titular de la instalación es:

- **Sociedad:** SARVOLT 9, S.L.
- **CIF:** B-44.884.534
- **Dirección:** Avenida Averroes 8, Edificio Acrópolis, 4ª Planta

  41020, Sevilla, España

1.5. Técnicos Responsables

Los técnicos facultativos responsables del diseño, dimensionado y legalización de las instalaciones en el mencionado proyecto son:

- Jaume Sureda Bonnin, colegiado nº 700 en el COETIB.
- Gonzalo García Uriarte, colegiado nº879 en COEIB.
- Ángel Lacleta Barrera, colegiado nº26827 en CETIB

Comunicación electrónica:

- Mail: jsureda@tecnicosconsultores.com
- Telf.: 971.835.498

2. NORMATIVA APLICABLE

- **Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre**, sobre protección del dominio público radioeléctrico y restricciones a las emisiones radioeléctricas.

- **Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo**, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.

- **ITC-RAT 14**, en relación con la verificación de los niveles de exposición a campos electromagnéticos.

- **Norma UNE-EN 62271-202**, que establece los métodos válidos de ensayo para la evaluación de campos electromagnéticos en centros de transformación prefabricados de alta/baja tensión.

- **Informe IEC/TR 62271-208**, referente a la metodología de ensayo para la medición de campos electromagnéticos en instalaciones de alta tensión.

3. EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN

La agrupación de almacenamiento "BESS Pollença" se plantea en las parcelas 210, 211, 212 y 213 del polígono 2 término municipal de Pollença. En la tabla e imagen 2 se muestra la parcela objeto.

Tabla 1. Dirección, referencia catastral y superficie del emplazamiento del sistema de almacenamiento

Número	Dirección principal	Ref. Catastral	Superficie gráfica
1	Polígono 2 Parcela 210 del T. M. Pollença	07042A002002100000SO	4.027 m^2
2	Polígono 2 Parcela 211 del T. M. Pollença	07042A002002110000SK	1.242 m^2
3	Polígono 2 Parcela 212 del T. M. Pollença	07042A002002120000SR	1.390 m^2
4	Polígono 2 Parcela 213 del T. M. Pollença	07042A002002130000SD	1.693 m^2

Las coordenadas UTM (Huso 31 UTM - ETRS89) del centroide de referencia donde se localizará la Planta BESS son las siguientes:

- Coordenada X: 504.276
- Coordenada Y: 4.413.623

Imagen 1. Detalle del catastro con las parcelas destinadas a almacenamiento.

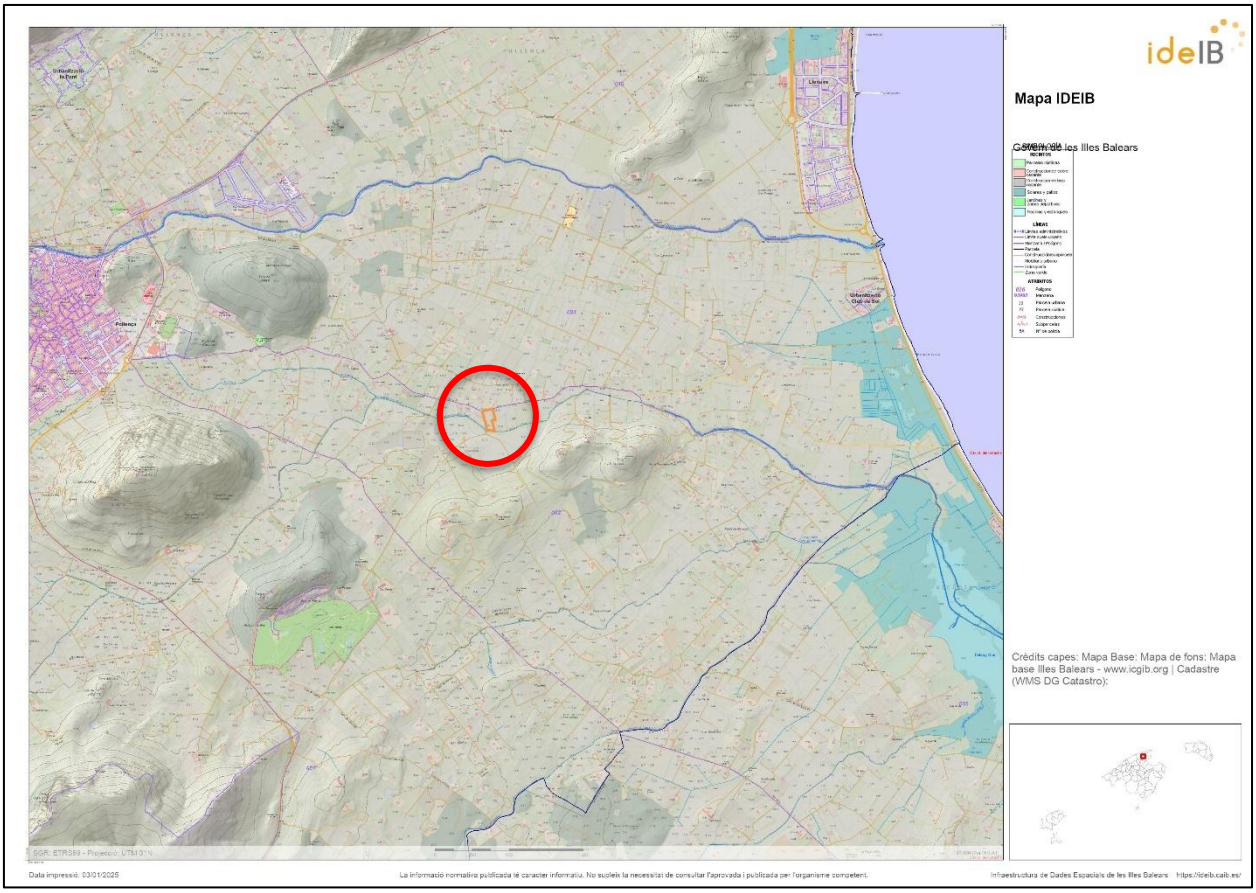

Imagen 2. Emplazamiento de las pracelas

3.1. **Implantación del proyecto**

La planta de almacenamiento “Agrupación Pollença” se sitúa en el municipio de Pollença (Mallorca, Islas Baleares). La implantación general es la siguiente:

Imagen 3: Implantación

Imagen 4. Evacuación propuesta

4. ESTUDIO DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

4.1. Introducción

Los campos electromagnéticos, son aquellos campos generados por el paso de una corriente eléctrica a través de un material conductor. Las ecuaciones de Biot y Savart permiten analizar el Campo que produce una corriente eléctrica:

$$B = \frac{\mu_0 i}{4\pi} \oint \frac{u_t \cdot u_r}{r^2} dl$$

- B es el vector campo magnético existente en un punto P del espacio
- u_t un vector unitario cuya dirección es tangente al circuito que nos indica el sentido de la corriente en la posición donde se encuentra el elemento dl.
- u_r es un vector unitario que señala la posición del punto P respecto del elemento de corriente $\frac{\mu_{0i}}{4\pi} = 10^{-7}$ en el Sistema Internacional de Unidades.

Para el cálculo del campo electromagnético generado por un conductor rectilíneo indefinido por el que circula una corriente i, se puede establecer de la siguiente manera:

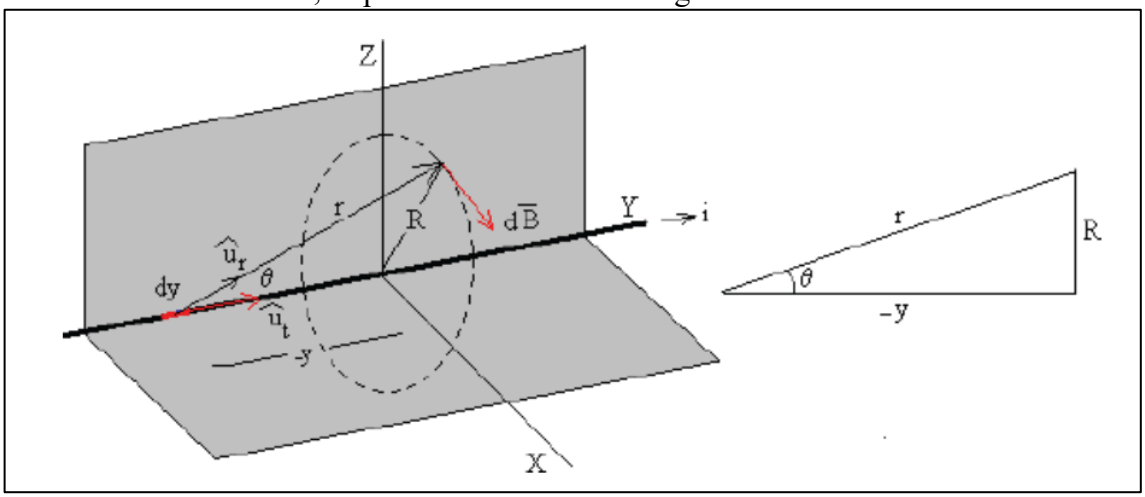

Imagen 5. Campo electromagnético generado por un conductor rectilíneo

El campo magnético B, producido en el punto P, tiene una dirección que es perpendicular al plano formado por la corriente rectilínea y el propio punto. Integrado la ecuación de Biot y Savart:

$$B = \frac{\mu_0 i}{4\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{sen\theta}{r^2} dy = \frac{\mu_0 i}{4\pi R} \int_{0}^{\pi} sen\theta \cdot d\theta = \frac{\mu_0 i}{2\pi R}$$

Se integra sobre la variable θ, expresando las variables x y r en función del ángulo θ.

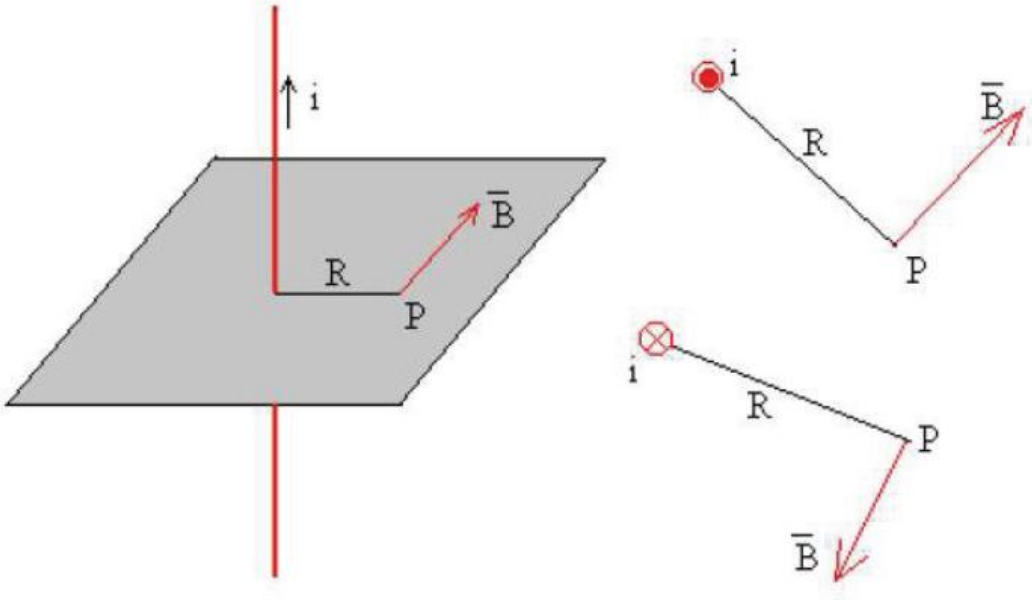

Imagen 6. Corriente electromagnética sobre plano

4.2. Cálculo del campo magnético

El campo magnético generado por las diferentes corrientes eléctricas dependerá de la intensidad que discurre por los diferentes tipos de cableado.

Para evitar que se generen campos magnéticos en el entorno del cableado situado en las zanjas y en su transición hasta el trafo (en caso de existir), todo el cableado, a excepción del cableado de entrada y salida del trafo, discurrirá trenzado de manera que los campos eléctricos generados por cada una de las líneas se anulen entre sí. En el siguiente apartado se justifica el campo magnético generado el cableado trenzado.

Por lo que respecta a los niveles de campo magnético permitidos, según el RD 1066/2001, por el que se establece el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas, Anexo II, apartado 3.1 (Cuadro 2), se establece el límite de campo magnético admitido que se calculara como 5/f, siendo f la frecuencia en KHz. **De esta manera, el límite de campo es de 100 µT**.

CUADRO 2

Niveles de referencia para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos (0 Hz-300 GHz, valores rms imperturbados)

Gama de frecuencia	Intensidad de campo E — (V/m)	Intensidad de campo H — (A/m)	Campo B — (µT)	Densidad de potencia equivalente de onda plana — (W/m²)
0-1 Hz	—	$3{,}2 \times 10^4$	4×10^4	
1-8 Hz	10.000	$3{,}2 \times 10^4/f^2$	$4 \times 10^4/f^2$	
8-25 Hz	10.000	4.000/f	5.000/f	
0,025-0,8 kHz	250/f	4/f	5/f	—
0,8-3 kHz	250/f	5	6,25	—
3-150 kHz	87	5	6,25	—
0,15-1 MHz	87	0,73/f	0,92/f	—
1-10 MHz	$87/f^{1/2}$	0,73/f	0,92/f	—
10-400 MHz	28	0,73/f	0,092	2
400-2.000 MHz	$1{,}375\ f^{1/2}$	$0{,}0037\ f^{1/2}$	$0{,}0046\ f^{1/2}$	f/200
2-300 GHz	61	0,16	0,20	10

Imagen 7. Niveles de referencia para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos (25Hz-800Hz)

4.3. Cálculo del campo magnético generado por un cable de media tensión

En este apartado, se justifica el campo magnético creado por el cableado unipolares de 240 mm^2, de 3x1x240 mm^2.

Para simplificar el cálculo, se considerará el caso desfavorable de conductores rectilíneos indefinidos en el cableado de Media Tensión, discurriendo por el conjunto 3 cables (3x1x240 mm) y su intensidad máxima admitida.

Se considera que la envolvente del cable unipolar tiene un diámetro de 60 mm:

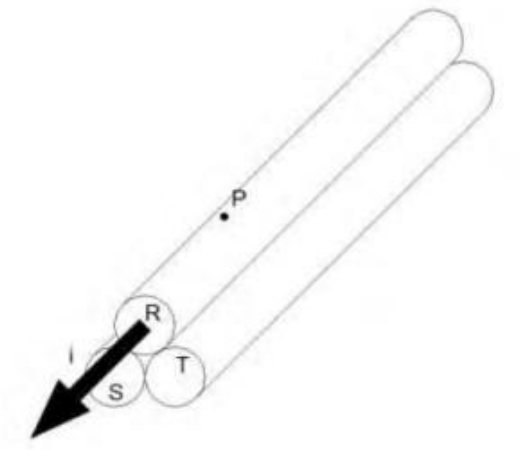

Imagen 8. Terna de cableado MT

El campo magnético generado en el Punto P será consecuencia del sumatorio de campos magnéticos generados por cada una de las fases del cableado:

$$B_p = \sum B_{p,i} = B_{p,r} + B_{p,s} + B_{p,t}$$

Suponiendo que la corriente está concentrada en el centro del cableado, para cada fase se tiene:

$$B_{p,r} = \mu \frac{iR}{2\pi r}$$
$$B_{p,s} = \mu \frac{iS}{2\pi d}$$
$$B_{p,t} = \mu \frac{iT}{2\pi d}$$

Teniendo en cuenta que las intensidades se encuentran desfasadas y pertenecen a un circuito trifásico equilibrado, se tiene que:

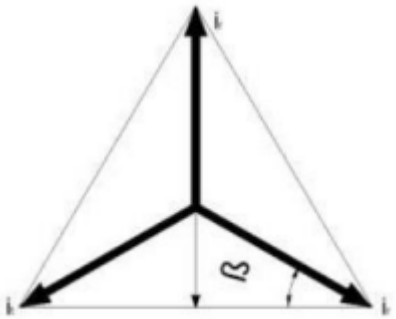

Imagen 9. Desfase de intensidades

Por lo que teniendo en cuenta que β=30º:

$$i_s = i_t = i_r \cdot sen30 = -\frac{i_r}{2}$$

5. LIMITACIÓN DE CAMPOS MAGNÉTICOS

5.1. Criterios de evaluación

De acuerdo con el Real Decreto 1066/2001 y la ITC-RAT 14, los valores máximos permitidos de campo magnético son:

- **100 µT para el público en general**.
- **500 µT para los trabajadores**, medido a 200 mm de la zona de operación.

5.2. Metodología de análisis para verificación del cumplimiento normativo

Para la verificación del cumplimiento normativo, se utilizarán las siguientes metodologías:

- **Mediciones in situ** mediante sondas de campo electromagnético calibradas, en distintos puntos estratégicos de la instalación.

- **Comparación con ensayos tipo** realizados en envolventes prefabricadas de Ormazabal, de acuerdo con la norma IEC/TR 62271-208.

- **Análisis de simulación electromagnética** basado en modelos de cálculo predictivo para la determinación de la distribución del campo magnético en el entorno de la instalación.

5.3. Cumplimiento normativo

De acuerdo con el apartado 4.7 de la ITC-RAT 14 del RD 337/2014, se debe comprobar que los valores de campo electromagnético no superen los límites establecidos en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre.

Los ensayos tipo realizados en las envolventes prefabricadas especificadas en este proyecto, conforme a IEC/TR 62271-208, confirman que los valores de campo magnético a 200 mm del exterior del centro de transformación cumplen con los límites normativos:

- Inferior a **100 µT** para el público en general.
- Inferior a **500 µT** para los trabajadores (medido a 200 mm de la zona de operación).

Dicho ensayo tipo se lleva a cabo de acuerdo con el informe técnico IEC/TR 62271-208, reconocido en la norma de obligado cumplimiento UNE-EN 62271-202 como método válido para la evaluación de campos electromagnéticos en centros de transformación prefabricados de alta/baja tensión.

Asimismo, según el apartado 2 de la ITC-RAT 03 del RD 337/2014, el ensayo tipo de emisión electromagnética del centro de transformación forma parte del **Expediente Técnico**, el cual debe mantenerse a disposición de la autoridad nacional española de vigilancia de mercado, conforme a lo estipulado en dicha ITC-RAT.

5.4. Condiciones de diseño

En caso de que el centro de transformación se ubique en edificios habitables o cercanos a estos, se deberán respetar las siguientes condiciones de diseño:

a) Las entradas y salidas de la red de media tensión al centro de transformación se efectuarán por el suelo, con disposición en triángulo y formando ternas.
b) La red de baja tensión se diseñará siguiendo el mismo criterio.
c) Se minimizará la longitud de las interconexiones y se evitará su proximidad a paredes y techos colindantes con viviendas.
d) No se instalarán cuadros de baja tensión en paredes medianeras con locales habitables, procurando además que el lado de conexión de baja tensión del transformador quede lo más alejado posible de dichos locales.

Las instalaciones cumplirán con los límites establecidos por la normativa vigente, garantizando la seguridad tanto del público como de los trabajadores que operen en la infraestructura. Se adoptarán las siguientes medidas preventivas:

- Uso de envolventes prefabricadas de Ormazabal o similar, que aseguran valores de campo magnético dentro de los límites normativos.
- Diseño de la instalación con ubicaciones estratégicas que minimicen la exposición a campos electromagnéticos, situados en lugares lejanos a sitios habitables.
- Control periódico mediante mediciones en puntos críticos para garantizar el cumplimiento a lo largo de la operación de la instalación.

6. CONCLUSIONES

El presente estudio confirma que la instalación de baterías de ion litio cumplirá con los requisitos establecidos en la normativa vigente en relación con los campos electromagnéticos. Se garantiza así la seguridad del público y de los trabajadores, asegurando que las emisiones electromagnéticas permanecen dentro de los valores permitidos por el Real Decreto 1066/2001.

Artà, noviembre 2025

Ingeniero técnico industrial: Jaume Sureda Bonnin
COL: 700 C.O.E.T.I.B.

Ingeniero industrial: Gonzalo García Uriarte
COL: 879 C.O.E.I.B.

Ingeniero de la energía: Ángel Lacleta Barrera
COL: 26827 C.E.T.I.B.