



Plan de
Recuperación,
Transformación
y Resiliencia



**Pliego de prescripciones técnicas de un
ondulador superconductor, enmarcado en
el Plan de Recuperación, Transformación y
Resiliencia – Financiado por la Unión
Europea – *NextGeneration* EU - aplicación
presupuestaria 28.50.460d.74903.**

(Mecanismo de Recuperación y Resiliencia)

Índice

<u>1</u>	<u>INTRODUCCIÓN</u>	<u>4</u>
<u>2</u>	<u>REQUISITOS FUNCIONALES</u>	<u>4</u>
<u>3</u>	<u>ALCANCE DEL CONTRATO</u>	<u>5</u>
3.1	ANEXOS DEL PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS	5
<u>4</u>	<u>ALCANCE DEL TRABAJO, ENTREGABLES Y PLAZOS</u>	<u>6</u>
4.1	ENTREGABLES Y TAREAS DETALLADAS INCLUIDAS EN EL ALCANCE	6
4.2	ELEMENTOS A ENTREGAR POR EL CONTRATISTA	7
4.3	CALENDARIO	9
<u>5</u>	<u>CONDICIONES GENERALES DEL CONTRATO</u>	<u>9</u>
5.1	RESPONSABILIDADES DEL CONTRATISTA	9
5.2	GESTIÓN DE CONTRATOS	10
5.3	FIABILIDAD Y MANTENIMIENTO	18
5.4	NORMAS Y ESTÁNDARES	18
5.5	GARANTÍA DE CALIDAD	19
5.6	SEGURIDAD Y GESTIÓN DE RIESGOS	19
5.7	PLANOS	19
5.8	MANUALES	20
5.9	ENTREGA	20
<u>6</u>	<u>REQUISITOS TÉCNICOS</u>	<u>22</u>
6.1	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES	22
6.2	SISTEMA MAGNÉTICO	23
6.3	SISTEMA CRIOGÉNICO	25
6.4	SISTEMA DE VACÍO	27
6.5	REQUISITOS MECÁNICOS	28
6.6	TRANSPORTE	33
6.7	REQUISITOS DE INSTALACIÓN	34
6.8	SERVICIOS REQUERIDOS	34
6.9	REQUISITOS ELÉCTRICOS	34
6.10	SISTEMA DE CONTROL E INTERFACES	35
6.11	PRUEBAS DE ACEPTACIÓN	37

<u>7</u>	<u>LICITACIÓN</u>	<u>41</u>
7.1	ACLARACIONES	41
7.2	INFORMACIÓN A PRESENTAR CON LA OFERTA	41
<u>8</u>	<u>INFORMACIÓN, COMUNICACIÓN Y PUBLICIDAD</u>	<u>45</u>

1 Introducción

ALBA es una fuente de radiación de sincrotrón construida en el emplazamiento del Parc de l'ALBA en Cerdanyola del Vallès, cerca de Barcelona. Produce haces de fotones de brillo excepcional con energías que van del infrarrojo a los rayos X. La instalación comprende un anillo de almacenamiento (SR) de electrones de 3 GeV inyectados desde un acelerador lineal (linac) a 100 MeV a través de un sincrotrón acelerador a máxima energía (booster), y 10 líneas de luz (BL) operativas.

La instalación fue construida y es actualmente gestionada por el Consorcio para la Construcción, Equipamiento y Explotación del Laboratorio de Luz de Sincrotrón (llamado "CELLS"), un consorcio público participado a partes iguales por los gobiernos catalán y español.

ALBA está trabajando en el proyecto de modernización ALBA II, que transformará el anillo de almacenamiento actual, en funcionamiento desde 2012, en una fuente de luz de 4ª generación. Las líneas de luz de ALBA que alcanzan energías de haz de fotones más elevadas (aproximadamente 40 keV) se alimentan actualmente con wigglers con un valor elevado del parámetro de deflexión K. Debido a esta circunstancia, estas líneas de luz no se beneficiarán de la reducción de la emitancia del haz de electrones asociada a la modernización a ALBA II. Para ello, sería necesario sustituir los wigglers actuales por un ondulator que proporcione una densidad de flujo competitiva que alcance al menos 40 keV. El requisito de alcanzar altas energías de fotones implica utilizar dispositivos de inserción con periodo corto ($\lambda_u < 20\text{mm}$) pero que al mismo tiempo generen un campo magnético suficientemente grande que permita alcanzar parámetros de deflexión K de al menos 1,5.

ALBA01-NGEU es un proyecto financiado por NGEU para fabricar prototipos del nuevo anillo de almacenamiento ALBA II y crear un nuevo laboratorio de nanoposicionamiento. El proyecto se divide en distintos paquetes de trabajo (WP). El WP6 está dedicado al desarrollo de un prototipo de Ondulador Superconductor (SCU) para ALBA II, con el objetivo de diseñar, producir y probar un dispositivo que ampliará las capacidades de producción de luz de sincrotrón con el uso de tecnología superconductora.

Los objetivos del prototipo SCU son:

- Probar un prototipo con una longitud de periodo próxima a 16 mm y una amplitud de campo magnético del orden de 1,1 Tesla.
- Servir de fuente de fotones para las líneas de luz que alcancen 40keV y que actualmente se alimentan de wigglers de alto valor K.

2 Requisitos funcionales

El SCU **debe cumplir** los siguientes requisitos:

- Estructura magnética con al menos 97 periodos, con un periodo no superior a 16,5 mm y un campo magnético de pico no inferior a 1,0 Tesla, con un error de fase *rms* inferior a 5 grados para todo el rango operativo. Dadas estas restricciones, los diseños presentados se evaluarán teniendo en cuenta su

capacidad para suministrar un elevado flujo de fotones a energías de hasta 40 keV.

- El dispositivo debe tener una longitud total (de brida a brida) no superior a 2,5 metros.
- Integrales de campo y contenido multipolar para todas las las corrientes de operación según se especifica en la Sección §6.2.

3 Alcance del contrato

El alcance del contrato es el **diseño, fabricación, pruebas, embalaje y entrega a CELLS** de un (1) **Ondulador Superconductor** (en adelante SCU) de acuerdo con este pliego de prescripciones técnicas, para su instalación en la Fuente de Luz de Síncrotrón ALBA en el sitio Parc de l'Alba. Los detalles de estas tareas se detallan en la siguiente sección.

El SCU será un ondulador superconductor completo adquirido, fabricado, ensamblado, ajustado y caracterizado magnéticamente, acondicionado al vacío y entregado para su futura instalación en el anillo de almacenamiento de ALBA.

Todas las propuestas se evaluarán según lo especificado en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares (en lo sucesivo, "PCAP").

3.1 Anexos del pliego de prescripciones técnicas

En los anexos se describen las especificaciones técnicas detalladas de cada subsistema, tal como se indica en Tabla 3.1.

Tabla 3.1: Anexos con especificaciones técnicas para subsistemas específicos

Condiciones generales de trabajo en ALBA	Anexo01_END-ETRANS0-ES-0002
Normalización del diseño mecánico	Anexo02_END-ETRANS4-ES-0001
Interfaz de suelo de ALBA	Anexo03_END-ETRANS4-ES-0002
Requisitos de diseño de refrigeración	Anexo04_END-ETRANS4-ES-0003
Transporte y descarga en ALBA	Anexo05_END-ETRANS4-ES-0005
Requisitos de medición y alineación	Anexo06_END-SA-ER-0002
Vacío general	Anexo07_END-GD-EN-0011
Requisitos para la integración de equipos	Anexo08_CCD-GDGN-CC-0001
Requisitos del sistema de protección de equipos	Anexo09_CCD-GDGN-CC-0002
Requisitos de los imanes correctores	Anexo10_CCD-GDGN-CC-0003
Requisitos del cableado interno	Anexo11_CCD-GDGN-CC-0004
Requisitos de los conectores de interfaz	Anexo12_CCD-GDGN-CC-0005
Requisitos del software de control	Anexo13_CCD-GDGN-CC-0006

4 Alcance del trabajo, entregables y plazos

4.1 Entregables y tareas detalladas incluidas en el alcance

Basándose en el diseño de referencia de CELLS, el Contratista realizará lo siguiente:

4.1.1 Diseño

- El diseño tendrá en cuenta las condiciones de trabajo en ALBA especificadas en el Anexo01_END-ETRANS0-ES-0002, así como las normalizaciones de diseño mecánico descritas en el Anexo02_END-ETRANS4-ES-0001
- Diseño magnético de un ondulator superconductor (SCU) que cumpla las especificaciones de la sección §6.2.
- Diseño del sistema criogénico que mantendrá las bobinas superconductoras (SC) a la temperatura de funcionamiento, como se indica en la Sección §6.3.
- Diseño de los cables de corriente que permita alimentar las bobinas SC imponiendo al mismo tiempo una carga térmica aceptable al sistema, como se indica en la sección §6.3.3.
- Diseñar un sistema de protección contra extinción magnética (quench), que permita detectar la pérdida de superconductividad y disipar la energía almacenada de forma segura, como se indica en la sección §6.3.5.
- Diseño de un sistema de ultra-alto vacío (UHV) incluyendo todas las piezas y sistemas en condiciones UHV como se especifica en la Sección §6.4 y en el Anexo07_END-GD-EN-0011.
- Diseño de una estructura mecánica que proporcione soporte al sistema permita su alineamiento con respecto al acelerador ALBA, teniendo en cuenta los requisitos descritos en la Sección §6.5.6 y los apéndices Anexo03_END-ETRANS4-ES-0002, y Anexo05_END-ETRANS4-ES-0005.
- Diseño del Sistema de Control que permita operar con seguridad el dispositivo, según lo especificado en la Sección §6.10 y el Anexo 13_CCD-GDGN-CC-0006.
- Diseño de sistemas auxiliares y eléctricos según lo especificado en la Sección §6.9 y Anexo08_CCD-GDGN-CC-0001, Anexo09_CCD-GDGN-CC-0002, Anexo10_CCD-GDGN-CC-0003, Anexo11_CCD-GDGN-CC-0004 y Anexo12_CCD-GDGN-CC-0005.
- Diseño de la estructura del sistema de medición y alineación, tal como se especifica en la Sección §6.5.9 Anexo06_END-SA-ER-0002.

La documentación generada para realizar todos los diseños mencionados también deberá entregarse junto con los propios diseños.

4.1.2 Producción y pruebas

Estas tareas incluirán lo siguiente:

- Adquisición y fabricación de todas las piezas necesarias para completar con éxito el SCU, así como de los cables y equipos auxiliares que se utilizarán durante las pruebas de aceptación (FAT y SAT).
- Conjunto completo de documentación, incluidos todos los elementos del entregable y los planos de conjunto en 3D y 2D, en formato electrónico. La documentación también incluirá los procedimientos necesarios para la instalación, el montaje y la puesta en servicio del SCU completo.
- Pruebas de aceptación (FAT y SAT) realizadas e informes resultantes.
- Documentación de garantía de calidad de todas las piezas y procesos.
- Formación y manuales de funcionamiento y mantenimiento.
- El equipo temporal para fines de montaje, ensamblaje, pruebas o cualquier otro equipo que no forme parte del SCU operativo será proporcionado por el Contratista.
- El Contratista será responsable de la caracterización y validación magnéticas incluidas en las pruebas FAT y SAT.

4.2 Elementos a entregar por el contratista

<p>Equipo</p>	<p>Un (1) ondulador superconductor (SCU) plenamente operativo con los equipos auxiliares y controles asociados, listo para su instalación en la Fuente de Luz de Sincrotrón ALBA del CELLS, de acuerdo con este pliego de prescripciones técnicas en el emplazamiento del CELLS</p>
<p>Cableado y caja de conexiones</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño y fabricación del cableado interno. • Caja de conexiones. • Cableado utilizado para las pruebas de aceptación (FAT y SAT) conectando el dispositivo con la consola de control.
<p>Sistema de control</p>	<p>La capa de software del sistema de control debe ser compatible con el sistema de control TANGO de ALBA</p>
<p>Informes de calidad y documentación</p> <p>Toda la documentación debe entregarse en inglés, salvo acuerdo en contrario.</p>	<p>Programa detallado de ejecución del contrato.</p>
	<p>Informes mensuales de situación.</p>
	<p>Documentación de la revisión del diseño preliminar.</p>
	<p>Documentación de la revisión del diseño final.</p>
	<p>Plan de pruebas: Procedimiento(s) de las prueba de aceptación (FAT y SAT).</p>
	<p>Informes de las pruebas de aceptación (FAT y SAT).</p>

Todos los documentos deben entregarse en formato electrónico.	Protocolos de control de calidad.
	Documentación complementaria completa para todos los equipos, incluidos los manuales de instalación, funcionamiento y mantenimiento.
	Una propuesta de plan de mantenimiento para orientar a CELLS en su aplicación.
	Conjunto completo de planos de diseño en 3D y de conjunto en 2D de los equipos suministrados a CELLS. Los formatos aceptados son dxf o pdf para dibujos 2D y stp para dibujos 3D.
	Conjunto completo de esquemas eléctricos de todos los equipos suministrados a CELLS y documentación del cableado
	Código fuente del sistema de control.
	Interfaz con el sistema de control de ALBA.
	Documentos de garantía de calidad del dispositivo terminado con copias de todos los certificados de materiales especificados, detalles de todas las comprobaciones de control de calidad y resultados de pruebas intermedias.
	Una lista de las piezas de repuesto recomendadas y de las piezas de repuesto incluidas en la oferta: los costes de estas piezas deben estar claramente identificados, tanto si se incluyen en la oferta como si deben adquirirse por separado.

4.2.1 Componentes suministrados por CELLS

Los siguientes elementos serán **suministrados por CELLS**, y por lo tanto, **no están incluidos** en el alcance del contrato:

Equipos de vacío	Componentes de vacío estándar, incluidas bombas, sensores de vacío, controladores, válvulas de vacío y los controladores asociados.
-------------------------	---

CELLS se reserva el derecho de suministrar otros componentes particulares, como los descritos en los Anexos de este documento, para ser utilizados en la fabricación del SCU.

No obstante, los licitadores podrán proponer a CELLS el suministro de otros diferentes, siempre que sean de la misma calidad, funcionalmente compatibles y más económicos que los propuestos por CELLS.

4.3 Calendario

El contrato se divide en dos fases: **Fase I-Diseño** y **Fase II-Producción, pruebas FAT y entrega**.

Tras la firma del contrato, la Fase de Diseño (**Fase I**) no superará los cinco (5) meses naturales, y la Fase de Producción y entrega (**Fase II**) no superará los diecinueve (19) meses naturales desde el final de la Fase I (o veinticuatro (24) meses desde la firma del contrato).

El mes de agosto se considerará laborable. Por lo tanto, debe tenerse en cuenta a la hora de planificar el calendario.

De acuerdo con lo anterior, los principales hitos del contrato se muestran en la siguiente tabla:

Hito	Meses desde la firma del contrato
FASE I: Diseño	
Inicio del contrato	0
Reunión inicial	1
Revisión del diseño preliminar	3
Revisión del diseño final	5
FASE II: Producción y entrega	
Fin de la producción del SCU	22,5
Pruebas de aceptación en fábrica	23
Entrega a CELLS	24
Pruebas de aceptación in situ	26

A lo largo de todo el plazo de ejecución del contrato, el Ingeniero del Contratista entregará mensualmente a la persona de contacto técnico de CELLS un informe escrito detallando sus progresos.

Tras la entrega, el Contratista realizará la prueba de aceptación in situ (SAT) en las instalaciones de ALBA para comprobar el cumplimiento de las Especificaciones Técnicas, en el **plazo máximo de dos (2) meses**, y posteriormente, CELLS emitirá el Certificado de Recepción. La firma del Certificado de Recepción marcará el comienzo del periodo de garantía.

5 Condiciones generales del contrato

5.1 Responsabilidades del contratista

El Contratista es responsable del estudio de diseño, diseño, producción, planos detallados de fabricación, planos de conjunto, procedimientos de montaje, adquisición de piezas, fabricación de piezas, montaje, herramientas de montaje, herramientas de prueba, control de calidad, pruebas, garantía de calidad y entrega de forma que el SCU

cumpla las condiciones técnicas y administrativas de este pliego de prescripciones técnicas.

El Contratista será responsable del diseño final, de los métodos de producción y del correcto funcionamiento de todos los elementos que se suministren, independientemente de que hayan sido elegidos por el Contratista o sugeridos por CELLS. Cualquier aprobación por parte de CELLS del diseño y los componentes no exime al Contratista de sus responsabilidades al respecto.

En el caso de los elementos absorbentes de calor, el Contratista validará también los diseños mediante simulaciones termomecánicas de análisis por elementos finitos.

El Contratista será responsable de la prueba de aceptación en fábrica y del transporte hasta las instalaciones de CELLS. El transporte debe organizarse de forma que el SCU no sufra ningún daño durante el mismo.

Una vez entregado, el Contratista también será responsable de la prueba de aceptación en el emplazamiento de ALBA, para verificar el cumplimiento final de este Pliego de Prescripciones Técnicas.

El Contratista deberá suministrar todos los materiales y las herramientas, plantillas y dispositivos necesarios para la fabricación del SCU. El contratista también debe proporcionar todos los equipos de prueba e instrumentos de medición necesarios para certificar el rendimiento del dispositivo.

Se aconseja al Contratista que trabaje en estrecho contacto con CELLS en todas las fases del contrato con el fin de resolver de la manera más oportuna y eficaz posible cualquier cuestión o problema técnico que surja.

El equipo estará **garantizado un mínimo de 24 meses** a partir de la firma del correspondiente Certificado de Recepción mencionado en el PCAP, tras la entrega del suministro, (incluso contra componentes defectuosos o fabricación defectuosa).

5.2 Gestión de contratos

5.2.1 Ingeniero del contrato

Al inicio del contrato, el Contratista designará un ingeniero (el Ingeniero del Contrato) que será responsable de todos los informes y contactos con CELLS.

CELLS asignará una persona de contacto técnico, en el mismo momento.

5.2.2 Miembros del equipo del contrato

Al inicio del contrato, el Contratista designará un equipo de ingenieros y técnicos que serán responsables de las diferentes tareas detalladas en la Sección §4.

El número y las cualificaciones de los miembros deben ser como mínimo:

- Un ingeniero en criogenia y/o vacío
- Un ingeniero electrónico

5.2.3 Reunión inicial

Tal como se indica en la tabla de la Sección §4.3, en el plazo de un (1) mes desde la firma del contrato se celebrará una reunión inicial con el Contratista, ya sea en las instalaciones de CELLS o por videoconferencia.

De acuerdo con esta reunión, el Contratista deberá emitir un programa detallado de ejecución del contrato, que cubra las fases de diseño, fabricación, montaje y pruebas con el suficiente detalle para permitir un seguimiento regular de los progresos, y que deberá ser aprobado por el CELLS.

El programa debe incluir como mínimo:

- Fechas de inicio y finalización de las tareas incluidas en el alcance del contrato.
- Fechas de las revisiones del diseño preliminar y final.
- Plazos de adquisición de material y equipos.
- Periodo de fabricación.
- Pruebas de los componentes principales y fechas de las pruebas de aceptación.
- Visitas al emplazamiento recomendadas por el personal de CELLS, para realizar las inspecciones descritas en la Sección §5.2.5 siguiente.
- Envío y entrega a CELLS.
- Fecha de entrega de la totalidad de los suministros del contrato.

5.2.4 Informes de progreso

Como se indica en la Sección §4.3, después de la reunión de inicio y a lo largo del contrato, el Ingeniero del Contrato proporcionará por escrito un informe mensual de situación a la persona de contacto técnico de CELLS, detallando el progreso con respecto al Programa detallado antes mencionado.

Cuando se prevean retrasos de más de dos semanas con respecto a cualquier hito del programa acordado, el Contratista informará inmediatamente por escrito a CELLS y tomará todas las medidas correctivas necesarias para mitigar el impacto sobre los entregables del contrato.

5.2.5 Inspecciones

CELLS se reserva el derecho de realizar inspecciones en las instalaciones del Contratista y, cuando lo considere necesario, en las de sus subcontratistas, si los hubiere. Las inspecciones contractuales se ocuparán de todas las cuestiones relacionadas con el cumplimiento de los contratos, incluidos el Programa, la Calidad y el Rendimiento. El Contratista deberá permitir la entrada en su empresa a los empleados de CELLS.

El Contratista deberá incluir en el calendario las visitas al emplazamiento recomendadas por el personal de CELLS en fechas en las que se pueda evaluar la adecuada evolución del proyecto.

5.2.6 Revisión del diseño preliminar

Como se indica en la tabla de la Sección §4.3, en los tres (3) meses siguientes a la firma del contrato se celebrará una Revisión del Diseño Preliminar con el Contratista en las instalaciones de CELLS.

En esta reunión de revisión, el Contratista presentará las soluciones de diseño propuestas para el diseño magnético, el diseño mecánico, el diseño criogénico, el diseño de vacío, la descripción de los procedimientos críticos, así como los planos y especificaciones utilizados en la construcción del SCU.

CELLS y el Contratista deben estar de acuerdo en que la solución propuesta es adecuada y que se debe proceder a un diseño completo.

El informe de acompañamiento contendrá la siguiente información:

- Lista de entregables.
- El diseño magnético, mecánico, eléctrico y criogénico, la justificación de las opciones de diseño y los cálculos de diseño.
- La disposición mecánica general y el plano de disposición de componentes, incluida la definición de las interfaces con los subsistemas de ALBA.
- Planos de conjunto completos y acotados de la estructura de soporte.
- La disposición de los componentes de vacío y los cálculos sobre el rendimiento de vacío, así como los detalles de manipulación y limpieza de las piezas UHV.
- Análisis funcional de cada componente.
- Hardware de control propuesto, incluidas las fuentes de alimentación para las bobinas SC y, en caso necesario, para las bobinas de corrección.
- Descripción de los sistemas de control y de la interfaz con el sistema de control de ALBA.
- Un programa detallado de fabricación y pruebas, con hitos periódicos que permitan supervisar los avances.
- Justificación de los rendimientos propuestos.
- Justificación de la seguridad y la fiabilidad.
- Procedimiento de alineación preliminar.
- Descripción de las pruebas de aceptación, FAT y SAT.
- Definición de interfaces.
- Diseño eléctrico y diagramas de cableado.
- Un esquema de los documentos de mantenimiento, manejo y gestión de riesgos.
- Plan de garantía de calidad.

El Contratista deberá emitir el Informe de Diseño Preliminar con la información mencionada dos semanas antes de la reunión para permitir la supervisión por parte de CELLS.

Tras el Informe de Diseño Preliminar, el Contratista elaborará un acta acordada de esta reunión, en la que se registrará con precisión el estado de los trabajos de diseño, así como todos los acuerdos y acciones. Si la revisión es satisfactoria, **CELLS dará su aprobación para proceder al siguiente hito (la revisión del diseño final)**.

5.2.7 Revisión del diseño final

Como se indica en la tabla de la Sección §4.3, en los cinco (5) meses siguientes a la firma del contrato, CELLS y el Contratista deberán acordar el diseño final en la reunión de Revisión del Diseño Final que se celebrará en las instalaciones de CELLS.

En la Revisión del Diseño Final, el Contratista deberá presentar a CELLS el diseño final detallado, incluyendo:

5.2.7.1 Requisitos generales

El Contratista incluirá el diseño y procedimientos detallados en el informe de diseño final. Incluirá los elementos descritos en particular:

- Los procedimientos, planos y diseños deben ser coherentes con las cláusulas técnicas de este pliego.
- Los requisitos de utilidad y las interfaces del SCU (aire comprimido, energía eléctrica, vacío, agua o criogenia) para su funcionamiento en el anillo de almacenamiento de ALBA. El Contratista informará a CELLS de los suministros requeridos y CELLS aceptará dichos requisitos por escrito.
- Programa de fabricación detallado.
- Rendimiento (informes de pruebas, cálculos, etc.)
- Lista completa y especificación de componentes y subconjuntos.
- Documentación de producción:
 - Planos de conjunto e interfaces.
 - Lista de componentes comerciales.
 - Especificaciones de producción.
- Programa de Garantía de Calidad.
- Procedimiento detallado de alineación.
- Procedimiento detallado de manipulación.
- Un esquema de los documentos de mantenimiento, manejo y gestión de riesgos.
- Documentación actualizada del diseño preliminar.

5.2.7.2 Diseño mecánico

- Modelo 3D de todo el sistema en formato stp con detalles sobre las interfaces mecánicas, de refrigeración y de vacío.

- Detalles del sistema de soporte de los conjuntos de bobinas SC para garantizar la rectitud exacta de los conjuntos de imanes bajo todas las cargas mecánicas y magnéticas.
- Detalles del marco externo que soporta el sistema de vacío bajo todas las cargas magnéticas y mecánicas.
- Diseño y ubicación de los puntos de referencia de las mediciones en el marco externo, de manera que permita determinar con precisión el eje del haz.
- Procedimiento para relacionar los puntos de referencia externos del SCU con el eje magnético determinado y la alineación del eje en la sección recta del anillo de almacenamiento de ALBA.
- Certificados del proceso de fabricación y de los materiales.
- Procedimiento de instalación del conjunto de soporte mecánico.

5.2.7.3 Diseño y medición magnéticos

- Diseño magnético detallado del SCU y montaje mecánico de las bobinas SC.
- Descripción de la metodología para minimizar los errores de campo, tanto desde el punto de vista del campo local (errores de fase) como del campo integrado (integrales de campo y multipolos integrados), que puede incluir elementos pasivos (calzos, "dedos mágicos", etc.), o activos (bobinas de corrección).
- Diámetro del cable y relación de composición del cable SC, con los datos e informes de prueba correspondientes. Se exigirá un certificado de composición, así como datos de pruebas y magnéticos de muestras de ensayo tomadas del mismo lote de material utilizado para el núcleo del imán.
- Las especificaciones y los datos de calibración de los sistemas de medición (banco de sondas Hall, bobina de volteo, banco de cable tensado, etc.) utilizados en los ajustes magnéticos y pruebas de aceptación, tanto FAT como SAT.
- Programa detallado de mediciones magnéticas para verificar el rendimiento magnético y la calidad del campo del SCU de acuerdo con estas especificaciones.

5.2.7.4 Sistema de vacío

- Diseño del sistema de vacío del dispositivo, incluida la cámara de vacío para el haz de electrones, que se conectará al anillo de almacenamiento de ALBA, y la cámara que proporciona el aislamiento de vacío para el criostato que contiene el conjunto de superconductores.
- Especificación y ubicación de todas las bridas, puertos, ventanas de vacío y todos los pasamuros de vacío.
- Planos de las bridas que se utilizarán para la fabricación del SCU.
- Velocidad de bombeo requerida, el tipo de bombas, su especificación y la especificación de sus respectivos controladores.
- Una lista de todos los instrumentos de vacío, medidores y sus especificaciones.

- Procedimientos de limpieza de todas las cámaras de vacío y sus subsistemas asociados.
- Procedimiento de prueba de vacío.
- Procedimiento de control dimensional y especificación del utillaje utilizado.
- Certificados del proceso de fabricación y de los materiales.
- Plan de soldadura detallado.
- Lista y especificación de los componentes de vacío de suministro gratuito requeridos por el Contratista y proporcionados por CELLS, junto con una propuesta de calendario para el suministro gratuito.

5.2.7.5 Sistema criogénico

- Diseño del sistema criogénico para mantener las bobinas SC en condiciones operativas.
- Diseño de los conductores de corriente, demostrando una baja carga térmica, controles adecuados, enclavamientos y un proceso de apagado seguro en caso de avería.
- Justificación de que el sistema puede perder la superconductividad con seguridad. Esto incluye, el propio sistema de detección de la extinción magnética, la descarga de gas helio (si procede) y la disipación de la energía almacenada, soportando cualquier fuerza debida a corrientes parásitas y campos magnéticos cambiantes, así como soportando cualquier alta tensión y cualquier tensión térmica causada por el calentamiento resistivo.

5.2.7.6 Hardware auxiliar

- Descripción de todo el hardware necesario para el funcionamiento del SCU: compresores, fuentes de alimentación para energizar las bobinas, sistemas de control de temperatura, hardware de detección de extinción magnética, PLC, etc.

5.2.7.7 Interfaz de hardware

- El Contratista proporcionará todo el cableado eléctrico detallado del SCU y el esquema eléctrico del panel de conexiones del SCU con todas las señales eléctricas debidamente etiquetadas respetando la convención de CELLS. Las señales de todos los instrumentos eléctricos asociados al SCU se tabularán con su identificador con respecto a los puntos de contacto y el tipo de señal.
- El Contratista proporcionará las especificaciones eléctricas y la disposición de las clavijas de todos los instrumentos, incluidos, entre otros, los sensores, las fuentes de alimentación, las bobinas de corrección, las bombas, los interruptores y los medidores de vacío.

5.2.7.8 Sistema de control

- Detalles del Sistema de Control, incluyendo entre otros la descripción de funcionalidad, descripciones de interfaz, lista de parámetros de control y descripción de las interfaces de operador, así como la interfaz con el Sistema de Control de ALBA.

El Contratista deberá emitir el Informe de Diseño Final con la información arriba mencionada, así como un juego de planos CAD, **dos semanas antes de la reunión** para permitir la supervisión por parte de CELLS.

Tras el Informe de Diseño Final se elaborará un acta acordada de la reunión, en la que se registrará con precisión si se han completado todos los aspectos del diseño enumerados anteriormente, así como todos los acuerdos y acciones.

Con la aceptación del Informe de Diseño Final por parte de CELLS finaliza la Fase I del contrato.

5.2.8 Fase de producción

A menos que se acuerde lo contrario por escrito, CELLS deberá aprobar el Informe de Diseño Final presentado en la Revisión de Diseño Final antes de que el Contratista proceda al pedido de cualquier material, componente o equipo necesario para el cumplimiento de este contrato.

La adquisición de artículos cuya entrega vaya a tardar antes de la aceptación de la revisión del diseño final sólo es posible con el permiso por escrito de CELLS.

Las **instalaciones y equipos mínimos necesarios** para la producción de los componentes son:

- Una oficina de proyectos de ingeniería.
- Un taller mecánico con maquinaria de precisión.
- Un taller de soldadura con el equipo de soldadura.
- Un taller de electrónica.
- Un laboratorio de mediciones magnéticas, con capacidad tanto para la cartografía precisa de campos magnéticos como para la determinación de las integrales de campo.

En los informes mensuales se mencionará específicamente el estado de la producción de los distintos elementos.

5.2.9 Pruebas de aceptación en fábrica (FAT)

Se realizará una prueba de aceptación en fábrica (FAT) en las instalaciones del Contratista antes del envío del equipo a CELLS.

La FAT debe establecer que todos los elementos del equipo fabricado cumplen completamente los requisitos de rendimiento descritos en estas especificaciones.

CELLS tendrá derecho a observar todas las pruebas de fábrica. Por esta razón, el Contratista deberá avisar con al menos 2 semanas de antelación de cualquier fecha de ensayo, para permitir que se realicen los preparativos de viaje necesarios.

En la FAT, el Contratista proporcionará la documentación de control de calidad "as built" que se indica a continuación:

- Un juego completo de copias electrónicas de los planos de conjunto. La opción preferida es una versión en PDF de los dibujos 2D y un archivo STEP de los modelos 3D.
- Copias de los certificados de materiales.
- Lista de equipos de medición.
- Pedidos de compra.
- Documentos de trazabilidad.

El SCU irá acompañado de la siguiente documentación de control de calidad "as built":

- Certificados de materiales.
- Prueba de cableado, prueba de aislamiento y prueba de continuidad.
- Prueba de fugas al vacío.
- Análisis de gases residuales.
- Pruebas de enfriamiento y calentamiento.
- Prueba de extinción magnética.
- Caracterización del campo magnético.
- Inspección mecánica.
- Prueba de la interfaz de controles.

5.2.10 Aprobación antes de la entrega

La entrega a CELLS no comenzará hasta la finalización satisfactoria de las pruebas de aceptación en fábrica y tras la autorización por escrito de CELLS.

5.2.11 Prueba de aceptación in situ (SAT)

Tras la entrega de los equipos, el Contratista realizará una prueba de aceptación in situ (SAT) en las instalaciones de CELLS.

La SAT se llevará a cabo de acuerdo con un plan de pruebas escrito proporcionado por el Contratista, que deberá ser aprobado previamente por CELLS. La SAT será documentado formalmente por el Contratista en forma de Informe de SAT, y será aprobado por CELLS antes de su entrega formal a CELLS.

CELLS se reserva el derecho de realizar pruebas adicionales (inspección general, pruebas de vacío, pruebas eléctricas, pruebas de funcionalidad, etc.). La aceptación del SCU se dará en los dos meses siguientes a la entrega en las instalaciones de CELLS. Esta aceptación será debidamente registrada en un documento de Certificado de Recepción que será firmado tanto por CELLS como por el Contratista.

Es una condición para la SAT que toda la documentación justificativa haya sido recibida y aceptada por CELLS, en particular:

- Pruebas, certificaciones e inspecciones, incluyendo composición de materiales, datos de medición de imanes y mediciones de campos magnéticos.
- Gestión de riesgos.
- Manuales de mantenimiento y uso.
- Documentos de garantía de calidad.
- Planos mecánicos y eléctricos "as built".

5.2.12 Desviación del pliego de condiciones

Durante la fabricación, todas las desviaciones propuestas con respecto al Informe de Diseño Final deberán presentarse a CELLS por escrito. No obstante, sólo podrán proponerse desviaciones cuando sean indispensables para garantizar la correcta y satisfactoria ejecución del contrato. CELLS dará su aprobación por escrito.

La ausencia de aprobación por escrito se considerará denegación. Estas desviaciones no implicarán ninguna modificación económica del precio ofertado.

En caso de que el Contratista haya interpretado erróneamente cualquiera de las especificaciones o instrucciones escritas proporcionadas por CELLS, el error de interpretación será corregido por el Contratista sin coste adicional.

5.3 *Fiabilidad y mantenimiento*

Todos los equipos se fabricarán de acuerdo con las mejores técnicas existentes y las buenas prácticas de ingeniería reconocidas disponibles en el momento de la construcción. Todos los sistemas se diseñarán y construirán para una larga vida útil. Los subconjuntos se diseñarán para su reparación y no para su sustitución. Este punto debe abordarse durante la reunión de revisión del diseño final, mediante una propuesta de plan de mantenimiento para que el personal de CELLS pueda realizar las tareas de mantenimiento.

5.4 *Normas y estándares*

El sistema debe cumplir todas las normas europeas armonizadas, así como los detalles relativos a la normativa CEM correspondiente, entre ellas:

IEC 60478-3	Fuentes de alimentación estabilizadas con salida de CC: Interferencias electromagnéticas conducidas
EN 61010-1	Requisitos de seguridad del material eléctrico de medición, control y uso en laboratorio
EN 55011-1	Clase A / Grupo 1 - Equipos de radiofrecuencia industriales, científicos y médicos. Características de las perturbaciones electromagnéticas. Límites y métodos de medición.
IEC 61204-3	Fuentes de alimentación de baja tensión. Compatibilidad electromagnética (emisión)
IEC 61000-4	Nivel 4 Compatibilidad electromagnética (inmunidad).

Debe establecerse una separación básica entre los cables de alimentación y los de señal. El Contratista se ajustará asimismo a las normas de CELLS que figuran en los Anexos.

5.5 Garantía de calidad

El Contratista proporcionará y aplicará un programa de garantía de calidad para el diseño, fabricación y ensayo de todos los sistemas y equipos que suministre, que incluya la realización de todas las inspecciones y ensayos pertinentes, según se detalla en la Sección §6.11.

En el momento de la entrega, el Contratista deberá presentar un documento de Garantía de Calidad de los equipos suministrados, que certifique su conformidad con las especificaciones y los planos de ingeniería suministrados, y que contenga todos los certificados de materiales, los resultados de todas las inspecciones y pruebas, y los procedimientos utilizados.

Se enviará a CELLS un organigrama en el que figuren los responsables organizativos y funcionales implicados en el contrato, incluidos el ingeniero del proyecto, el responsable de calidad y el personal de supervisión pertinente.

5.6 Seguridad y gestión de riesgos

El Contratista llevará a cabo una evaluación de la seguridad del equipo y de su funcionamiento. Esto se documentará íntegramente en los manuales correspondientes.

CELLS exige a los Contratistas que empleen técnicas de gestión de riesgos para reducir el riesgo de que el personal resulte herido como consecuencia de la interacción con sus equipos. Esta cuestión debe abordarse en el manual de uso mencionado en la documentación a entregar.

Deben tenerse en cuenta los riesgos existentes en todas las fases de la vida útil de los equipos, incluidas la instalación, la puesta en servicio, el funcionamiento, el mantenimiento, la reparación, el desmantelamiento y la eliminación. El análisis debe incluir los riesgos que pueden producirse en condiciones de fallo y todos los materiales potencialmente peligrosos. El sistema de gestión de riesgos debe:

- Identificar los riesgos
- Reducir la gravedad
- Mitigar los riesgos probables
- Si es posible, predecir los índices de siniestralidad.

El Contratista deberá proporcionar una lista de riesgos, en la que se identifiquen todos los riesgos asociados a los equipos, en forma de esquema en la revisión del diseño, y en forma definitiva como parte de los manuales de uso y mantenimiento.

5.7 Planos

El Contratista proporcionará una copia electrónica de los planos mecánicos y eléctricos funcionales definitivos.

El Contratista deberá facilitar los planos que le sean requeridos durante toda la vigencia del contrato.

Cuando durante la fabricación CELLS autorice desviaciones de la información o dimensiones contenidas en los planos de fabricación, el Contratista deberá anotar los cambios. El Contratista deberá actualizar todos los dibujos del informe de diseño final de acuerdo con la producción.

Todo el etiquetado y la documentación deben estar en inglés.

5.8 Manuales

Se elaborarán manuales detallados de instalación, uso y mantenimiento del sistema. Dichos manuales incluirán:

- Una descripción técnica de cada sistema y subsistema que permita el funcionamiento, mantenimiento y reparación correctos y seguros de todo el equipo.
- Procedimientos de puesta en marcha y acondicionamiento.
- Técnicas de resolución de problemas.
- Ajustes del equipo establecidos durante la puesta en servicio.
- Instrucciones de alineación.
- Procedimientos de montaje/desmontaje, reparación, limpieza y ajuste.
- Programa de mantenimiento que incluya una descripción y justificación de cada operación, las condiciones en que debe realizarse y una estimación del tiempo necesario.
- Todos los datos de fabricantes y terceros específicos del proyecto.
- Secuencias de control y diagramas de flujo de cada sistema.
- Copias de los certificados de ensayo.
- Informes de pruebas.

5.9 Entrega

Como se indica en la Sección §5.1, el Contratista es responsable del transporte, y entrega del SCU en las instalaciones de ALBA, conforme al incoterm DDP indicado en el PCAP. El Contratista tiene que proporcionar a CELLS instrucciones detalladas de descarga. La descarga es responsabilidad de CELLS. Las entregas de equipos se enviarán a CELLS a la dirección siguiente:

CELLS-ALBA
Carrer de la Llum 2-26
08290 Cerdanyola del Vallès, Barcelona, España

Según lo establecido en la cláusula 24 del PCAP, la entrega estará sujeta a condiciones DDP.

El Contratista se asegurará de que todos los equipos incluidos en el alcance de este suministro estén plena y satisfactoriamente protegidos durante su manipulación y transporte. Las cajas de embalaje deben ser robustas y adecuadas para levantarlas y

transportarlas sin que sufran daños. El embalaje interno debe ser adecuado para evitar movimientos o vibraciones durante el transporte.

Deberán instalarse indicadores de choque e inclinación para revelar las pruebas de cualquier manipulación indebida entre las instalaciones del Contratista y de CELLS.

El Contratista detallará las dimensiones y pesos de los componentes individuales a entregar.

Los elementos individuales que pesen más de 30 kg deberán estar provistos de suficientes ganchos de elevación y/o ser compatibles con carretillas elevadoras. Si se requieren aparatos de izado especiales, éstos serán suministrados por el Contratista.

6 Requisitos técnicos

6.1 Especificaciones técnicas generales

El SCU debe incluir una serie de componentes, entre ellos:

- Soportes rígidos para las matrices de bobinas superconductoras para mantenerlas exactamente rectas bajo todas las cargas mecánicas y magnéticas.
- Bobinas de corrección de errores de campo, que mantienen los errores de campo dentro de las especificaciones en todos los ajustes de campo. En caso necesario, estas bobinas dispondrán de refrigeración por agua.
- Un sistema criogénico de ciclo cerrado para mantener las bobinas superconductoras a la temperatura de funcionamiento.
- Sistema de vacío para el haz de electrones, el conjunto de bobinas superconductoras y su estructura de soporte. CELLS suministrará gratuitamente las bombas y los medidores de vacío conforme a los requisitos
- Un marco externo que soporta el sistema de vacío. Este marco deberá estar provisto de puntos de referencia de alineación a partir de los cuales pueda determinarse con precisión el eje del haz.

El SCU funcionará a prueba de fallos, evitando daños en los conjuntos de bobinas SC, la cámara de vacío y los sistemas mecánicos en todos los escenarios de fallo razonables. Los ejemplos incluyen (entre otros) los siguientes: fallo de alimentación, extinción magnética, fallo de vacío.

El Contratista facilitará curvas de sintonización de rayos X calculadas teóricamente en función de todos los parámetros de diseño elegidos, incluidos materiales y dimensiones.

6.1.1 Parámetros del anillo de almacenamiento de ALBA

Los parámetros del anillo de almacenamiento de ALBA que deben tenerse en cuenta en los cálculos de salida espectral y deposición de calor se encuentran resumidos en Tabla 6.1.

Tabla 6.1: Parámetros del anillo de almacenamiento de ALBA

Energía	3 GeV	
Circunferencia	268,8 m	
Frecuencia RF	499,654 MHz	
Número armónico	448	
Corriente máxima	400 mA	
Corriente máxima de paquete único	10 mA	
Longitud del paquete	15,8 ps	
Emitancia natural	4,46 nm·rad	
Dispersión en energía	0,1%	
Función beta (tramos rectos)	2,0 m (Hor)	1,21 m (Ver)

Dispersión (tramos rectos)	0,079 m	
Tamaño del haz	123 μm	7 μm
Divergencia del haz	47 μrad	6 μrad

6.2 Sistema magnético

6.2.1 Parámetros principales

La estructura magnética será un diseño de campo magnético antisimétrico con dos polos en cada extremo del conjunto de imanes con sólo fuerza parcial, terminados de tal forma que el haz de electrones experimente un desplazamiento neto o una desviación angular mínimos en todos los ajustes del campo. De este modo se minimiza la compensación del campo activo.

Tabla 6.2 esboza los principales parámetros magnéticos del SCU exigidos por CELLS.

Tabla 6.2: Parámetros magnéticos del SCU.

Longitud total del SCU (de brida a brida)	2,5 m
Longitud prevista de la estructura magnética	$\approx 2,0$ m
Periodo objetivo	$\approx 16,0$ mm
K máximo	$\approx 1,62$
Separación vertical mínima libre en vacío	5,5 mm
Separación horizontal mínima libre en vacío	60 mm
Intervalo de energía general	8 - 40 keV
Atenuación del campo transversal a ± 10 mm @ K máximo	< 0,1%
Estabilidad de campo $\Delta B_y / B_y$ durante 72 horas a K máximo	< 10^{-4}
Los efectos de histéresis y repetibilidad serán: entre el 58% y el 100% del valor máximo de K entre el 20% y el 58% del valor máximo de K	< 0,1% < 1,0%
Error máximo del ángulo de fase en $x=0, z=0$	< 5 grados RMS

Error de campo integrado en el eje sin corrección activa primera integral de campo ($\int B_{x,y} dz$) segunda integral de campo ($\iint B_{x,y} dz' dz$) Contenido cuadrupolar normal y oblicuo integrado en el eje Contenido sextupolar normal y oblicuo integrado en el eje	$< 10^{-4} \text{ T}\cdot\text{m}$ $< 10^{-4} \text{ T}\cdot\text{m}^2$ $< 50 \text{ T}$ $< 0,2 \text{ T/m}$
Tiempo para aumentar de cero a K máximo	< 3 min
Tiempo de enfriamiento / calentamiento	Enfriamiento nominal < 5 días. Calentamiento a optimizar aconsejado por el Contratista
Consumo de He Líquido (si procede)	Consumo cero (solicitado)
Tiempo de recuperación de extinción	< 15 min
Número mínimo de extinciones magnéticas y recuperaciones a campo completo sucesivas sin activación de dispositivos de alivio de presión/umbrales de enclavamiento	3

- La compensación de campo puede incluir elementos pasivos como calzos, "dedos mágicos", etc. para la corrección de campo.
- El Contratista ajustará u ordenará las bobinas superconductoras para reducir los errores de fase y proporcionar un flujo espectral elevado hasta armónicos altos (hasta 17^º y 19^º)
- El Contratista deberá demostrar cómo cambian las integrales de campo durante y después de una extinción magnética. CELLS prefiere un diseño en que la primera integral de campo sea inferior a $5 \times 10^{-4} \text{ T}\cdot\text{m}$ durante y después de una extinción magnética.
- Al energizar y desenergizar el SCU (es decir, de 0% a algún K mínimo distinto de cero y de algún K mínimo distinto de cero a 0%), la primera integral de campo deberá ser inferior a $5 \times 10^{-4} \text{ T}\cdot\text{m}$.
- Se deberá proporcionar corrección activa de primera y segunda integral en los planos horizontal y vertical, alimentada con fuentes de alimentación adecuadas. Véanse el anexo 10 y la sección §6.9.4 para conocer las especificaciones de las fuentes de alimentación que deben utilizarse.

- Todas las bobinas correctoras deben someterse a una prueba de alta potencia de 500 V CC durante 1 minuto y demostrar que tienen una corriente de fuga a tierra inferior a 50 μ A.

6.2.2 Materiales

- El Contratista especificará el diámetro del cable y la relación de composición del cable superconductor y los justificará con respecto al rendimiento operativo y la protección contra extinción magnética. La composición elegida deberá haber demostrado ser fiable y predecible cuando se utiliza en aplicaciones similares anteriores. Las propiedades mecánicas, físicas y eléctricas del cable deberán conocerse y demostrarse mediante ensayos adecuados.
- Como parte de la oferta, el Contratista proporcionará los datos e informes de ensayo apropiados sobre el cable superconductor, incluyendo, entre otros, un resumen de los cálculos realizados para deducir los parámetros superconductores necesarios. Esta información se actualizará y verificará en las posteriores revisiones del diseño.
- El Contratista deberá demostrar la fiabilidad del perfil de bobinado propuesto, es decir, un riesgo mínimo de rotura del aislamiento.
- El Contratista proporcionará toda la certificación de composición, incluidos los datos de ensayo y magnéticos de las muestras de ensayo tomadas del mismo lote de material utilizado para el núcleo del imán.

6.3 Sistema criogénico

6.3.1 General

- El sistema criogénico debe ser de circuito cerrado, con un consumo nulo de líquidos o gases criogénicos durante el funcionamiento normal.
- Si el sistema utiliza un baño criogénico, se prefiere el helio líquido decantado a través de un dewar de 500 L.
- La oferta incluirá una lista de todos los medios criogénicos utilizados, índices de consumo, caudales y presiones. El método de adición de los criógenos también se especificará en el presupuesto.
- El Contratista proporcionará todas las líneas de transferencia de criogenia, accesorios y herramientas especiales.
- Si se utiliza un criógeno, el Contratista deberá minimizar las vibraciones del compresor. La ubicación de los compresores se determinará conjuntamente con CELLS.
- Si se utiliza un criógeno, debe tenerse en cuenta el acceso en altura para los puntos de llenado.
- Si procede, el Contratista proporcionará información detallada sobre el punto de conexión para la purga del vapor generado por la ebullición del criógeno-

- Si es posible y aplicable, el Contratista proporcionará una manera de que CELLS sifone el criógeno del SCU a un recipiente externo para ayudar en la recuperación de gas líquido durante el mantenimiento rutinario.

6.3.2 Cabezal frío y compresores

- La marca y el modelo de los cabezales fríos y de los compresores, en su caso, se incluirán en el presupuesto.
- Los cabezales fríos tendrán espacio suficiente (por encima y por debajo del criostato) para que puedan retirarse fácilmente para su mantenimiento sin interferir con los componentes circundantes.

6.3.3 Conexiones de corriente

- El Contratista propondrá un diseño para las conexiones de corriente que imponga una carga térmica aceptable y utilice tecnología probada. Se considerará un funcionamiento con alimentación permanente o corriente continuada, pero será necesario demostrar un comportamiento satisfactorio en cuanto a la estabilidad del campo sin un desplazamiento significativo y la medida en que las integrales de campo varían con el tiempo.
- Si procede, el uso de conexiones permanentemente alimentadas debe demostrar una baja carga térmica, controles adecuados, enclavamientos y un proceso de apagado seguro en caso de avería, incluida la pérdida de refrigeración.
- En su caso, el uso de conexiones superconductoras de alta temperatura debe ser una tecnología probada y el Contratista deberá demostrar experiencia previa en su uso antes de proponer la tecnología a CELLS.

6.3.4 Enfriamiento y calentamiento

- El Contratista deberá especificar las restricciones de enfriamiento en el presupuesto, incluyendo las velocidades de enfriamiento y los gradientes térmicos máximos.
- El Contratista especificará el método óptimo de enfriamiento y el tiempo de enfriamiento.
- El Contratista determinará el método más eficaz para calentar el sistema a temperatura ambiente y especificará el tiempo óptimo de calentamiento.

6.3.5 Extinción magnética

- El Contratista debe demostrar que el sistema puede sufrir una extinción magnética de forma segura. Esto incluye descargar el gas helio (si procede), disipar la energía almacenada, soportar las fuerzas debidas a las corrientes parásitas y a los campos magnéticos cambiantes, soportar las altas tensiones y las tensiones térmicas causadas por el calentamiento resistivo. Dicha demostración se realizará con el SCU totalmente montado.

- El Contratista determinará la tensión máxima que se generará a través de los terminales de los conductores de corriente durante una extinción magnética.
- El Contratista dispondrá de un método que garantice que las fuentes de alimentación de las bobinas principales no puedan recibir energía después de una extinción magnética si las bobinas no son superconductoras y si el sistema de protección contra la extinción magnética no está preparado. En un ejemplo, tras una extinción magnética las fuentes de alimentación se encendieron de nuevo después de un período de tiempo muy corto y toda la energía se dirigió a las resistencias de descarga y sin supervisión hirvió una gran cantidad de He Líquido.
- Se instalarán calentadores de extinción magnética para permitir la rápida extinción del campo cuando sea necesario. Los calentadores se suministrarán con fuentes de alimentación de baja tensión adecuadas.

6.4 Sistema de vacío

El sistema de control de vacío controlará y supervisará cada pieza del equipo de vacío. El control de las válvulas y bombas de vacío internas debe realizarse mediante un subsistema basado en PLC u otro hardware (no en el controlador de entrada/salida) e interconectado con el controlador de entrada/salida (IOC).

El Contratista será responsable de la lógica del PLC para garantizar la protección y el correcto funcionamiento de las válvulas y bombas internas (si las hubiera).

Los sensores de vacío, como los medidores de cátodo frío y Pirani y los controladores asociados, así como las bombas de iones y sus controladores asociados, serán suministrados gratuitamente por CELLS.

El Contratista será responsable de la selección del tamaño de la bomba de iones y de su disposición para alcanzar la presión de vacío de funcionamiento requerida. Se facilitarán cálculos completos que muestren la selección de los tamaños de las bombas.

Los requisitos generales para los sistemas UHV en ALBA se detallan en el Anexo07_END-GD-EN-0011.

6.4.1 Cámara de vacío para haz de electrones

- El haz de electrones en circulación inducirá una corriente de imagen en la capa superficial interior de la pared del tubo, lo que provocará un efecto de calentamiento resistivo. La cantidad de potencia calorífica producida dependerá en gran medida de la resistividad del material utilizado y de la sección transversal de la cámara de vacío. El Contratista deberá demostrar que el diseño y la refrigeración del recipiente son suficientes para funcionar de acuerdo con los parámetros del anillo de almacenamiento de ALBA proporcionados en Tabla 6.1, e indicar cuáles son los márgenes de seguridad. Se tendrá en cuenta cualquier gradiente de temperatura generado por el calentamiento localizado del haz de electrones y, en su caso, el calentamiento del recipiente de helio inducido por la corriente del haz de electrones.

- Si la cámara de vacío y los conjuntos magnéticos están diseñados para trabajar a diferentes temperaturas, el Contratista deberá demostrar un aislamiento térmico adecuado (conducción, convección y radiación) bajo todas las cargas mecánicas y magnéticas.
- CELLS prefiere un diseño con dos cámaras de vacío separadas, un tubo interior para el haz de electrones y un vacío aislante para el criostato. En un diseño de este tipo, el vacío esperado es UHV limpio a 10^{-10} mbar para el haz de electrones y 10^{-8} mbar para el vacío aislante.
- Todos los elementos de la cámara SCU deben protegerse de la radiación de sincrotrón en dirección contraria al flujo y en la dirección del flujo mediante máscaras fijas refrigeradas por agua. Las dos máscaras serán suministradas por CELLS. Los detalles de las máscaras se facilitarán al Contratista tan pronto como estén disponibles.
- La cámara de vacío del haz de electrones estará provista de transiciones graduales de RF en ambos extremos que se unirán suavemente con un recipiente de vacío conductor del haz de electrones. Puede ser diferente en cada extremo, dependiendo de la transición. El Contratista facilitará datos de las transiciones de RF a revisar por el Comprador.

6.4.2 Recipiente de vacío

- El recipiente de vacío estará provisto de bombas UHV no mecánicas que proporcionarán una presión base media de $<1 \times 10^{-9}$ mbar.
- Los límites de la envolvente espacial de la estructura del SCU se definen en la Sección §6.5.1 Ninguna parte del SCU se extenderá fuera de estos límites, como se muestra en este dibujo, excepto con la aprobación previa de CELLS.

6.5 Requisitos mecánicos

6.5.1 Peso y tamaño

Las dimensiones máximas aceptables para el sistema SCU completo son:

- 2.750 m de altura
- 2,50 m de longitud (de brida a brida)
- 1,5 m de ancho (1 m como máximo hacia el interior y 0,5 m como máximo hacia el exterior de la trayectoria nominal del haz de electrones).

El peso máximo aceptable es:

- 10.000 kg

Restricciones geométricas:

- El haz de electrones está a 1400mm del suelo, y el ondulator se asentará sobre una base de acero encolada con epoxi con un espesor de 60mm (no incluido en el alcance del suministro). La altura máxima del centro del ondulator desde la intersección con la base es de 1340 mm.

- Las bandejas de cables están a 400 mm del centro magnético en dirección radial, y a una altura máxima de 485 mm del suelo.

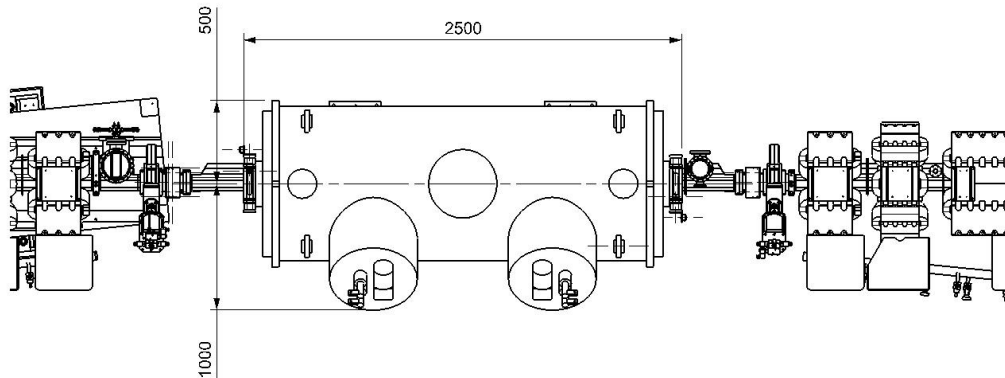


Figura 6.1: Dimensiones en el interior del túnel (vista superior)

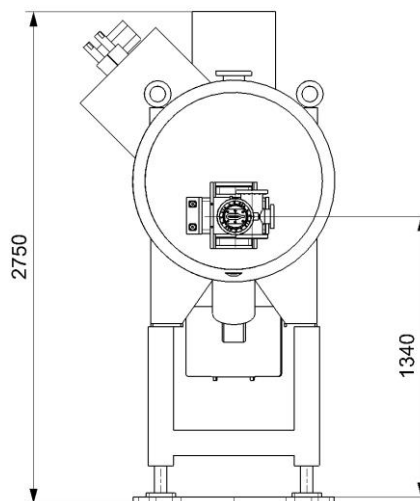


Figura 6.2: Dimensiones en el interior del túnel (vista lateral)

6.5.2 Interfaz

La interfaz con el tubo de vacío del anillo de almacenamiento será una brida CF DN160 en AISI 316L.

6.5.3 Recipiente a presión

Los requisitos de esta sección, "Recipiente a Presión" son aplicables al Contratista si se incorpora un recipiente a presión en el diseño, como un tanque de helio líquido. En el informe de diseño preliminar el Contratista proporcionará la siguiente información para permitir a CELLS determinar si son aplicables las normas sobre recipientes a presión:

- Presión de diseño del recipiente.
- Temperatura de diseño del recipiente.

- Temperatura mínima de funcionamiento y presión máxima admisible a esa temperatura.
- Volumen del recipiente.
- Materiales de construcción.

Si se incorpora un recipiente a presión en el diseño, se necesitarán las siguientes marcas en relación con el recipiente:

- Nombre del fabricante.
- Identificación del sistema de gestión de la calidad del inspector, del organismo de control o del fabricante, con una marca de conformidad adecuada, como CE.
- Presión de diseño, en kilopascales.
- Presión de prueba hidrostática, en kilopascales.
- Fecha de la prueba hidrostática, mes y año.
- Temperatura de diseño, en grados Celsius.
- La temperatura mínima de funcionamiento en grados centígrados y la presión máxima admisible a esa temperatura, en kilopascales.
- Número de serie del fabricante del recipiente.
- Números de registro o identificación expedidos por una autoridad reguladora, si procede.

Las marcas se estamparán o grabarán en una placa de identificación fijada permanentemente a la carcasa exterior u otra parte exterior permanente del equipo.

Las marcas y/o la placa no se aplicarán directamente al recipiente a presión.

Las marcas deberán ser legibles y no resultar dañadas por el funcionamiento normal de la unidad.

El texto de marcado tendrá una altura mínima de 3 mm.

La ubicación de la placa de características deberá estar en el lado del equipo que sea fácilmente visible después de la instalación y no deberá estar cubierta por ningún panel o aislamiento.

Todas las soldaduras y componentes de los recipientes a presión se examinarán de forma no destructiva.

Se requieren las siguientes pruebas del recipiente a presión:

- Examen no destructivo de soldaduras y componentes.
- Prueba hidrostática del recipiente tras la soldadura final y el tratamiento térmico.
- Prueba de estanqueidad.

Si las soldaduras de las juntas principales o boquillas se reparan o se vuelven a tratar térmicamente, se repetirá la prueba hidrostática. La exención de la repetición de las pruebas requerirá la aprobación de CELLS.

El recipiente a presión, las boquillas y los accesorios deberán ser resistentes a la corrosión.

Informes de pruebas del suministro que incluyan, entre otras cosas:

- Informe de diseño, incluidos los cálculos.
- Informe de examen de soldaduras y componentes.
- Informe de la prueba hidrostática.
- Informe de la prueba de estanqueidad.
- Certificados de materiales.

Los informes de las pruebas se entregarán en la FAT o antes.

6.5.4 Accesibilidad para mantenimiento

Todos los componentes que deban desmontarse, mantenerse, aislarse o inspeccionarse con fines de mantenimiento deberán ser fácilmente accesibles y tener espacio suficiente para ser desmontados con el SCU en posición.

Los paneles de acceso deberán ser fácilmente accesibles y sin necesidad de situarse sobre la unidad o trepar por debajo o por encima de la misma.

Cualquier interfaz de usuario incorporada, como pantallas táctiles o paneles indicadores, no estará a más de 1,5 m del suelo.

Se evitará tener que utilizar herramientas especiales o exclusivas de un fabricante para acceder a cualquiera de las unidades. Cuando se requieran herramientas especiales o exclusivas, deberá proporcionarlas el Contratista.

Los paneles de acceso y control se abrirán con llaves o herramientas estándar.

6.5.5 Estructura de soporte de los conjuntos de bobinas

La estructura de soporte de los conjuntos de bobinas superconductoras debe proporcionar suficiente rigidez para garantizar una separación suficiente entre los conjuntos magnéticos y el recipiente de vacío del haz bajo todas las cargas mecánicas y magnéticas.

El sistema de soporte estará construido con materiales no magnéticos. Si se prevé la eliminación de contaminantes mediante tratamiento térmico, el sistema se diseñará para tolerar fluctuaciones térmicas.

El sistema de soporte mecánico se diseñará para proporcionar tanto rigidez instalada al sistema, como soporte al sistema durante el transporte y traslado, de forma que se cumplan todos los requisitos mecánicos después de la instalación.

6.5.6 Estructura de apoyo del SCU

El SCU debe tener una estructura de soporte adecuada para soportar todo el dispositivo. Esta estructura de soporte deberá tener en cuenta las limitaciones de espacio en el interior del túnel, como se detalla en la sección §6.5.1

Los soportes del SCU deben diseñarse para permitir un ajuste de posición en las tres direcciones (x,y,z) de $\pm 10\text{mm}$. La resolución será de 0,025 mm o mejor. Una vez alineado, el soporte debe bloquear los componentes individuales en su lugar.

El recipiente de vacío se soportará desde abajo mediante un bastidor rígido de forma que el eje del haz esté a 1340 mm de la interfaz de la placa del suelo (suministrada por CELLS).

El sistema de soporte externo puede ser de acero al carbono, pero debe procurarse que no contribuya a los campos de error locales o integrados

El conjunto completo de imán y bastidor de soporte del SCU deberá poder levantarse con una grúa puente.

6.5.7 Pintura y protección de superficies

El marco de acero de la estructura de soporte debe pintarse con una capa de imprimación y dos capas de color RAL840HR 4001 (violeta).

Siempre que sea posible, los materiales utilizados en la estructura mecánica externa que estén sujetos a corrosión se protegerán mediante anodizado, oxidación negra o pintura. Las superficies de referencia de acero sin pintar se tratarán para evitar la corrosión mediante un método que no afecte a la precisión ni a la función de la superficie.

Las superficies fiduciales y los utillajes deben dejarse sin pintar.

6.5.8 Protección de las piezas móviles

Todas las piezas móviles (si las hay) deben estar protegidas y cumplir las directivas CE para máquinas prototipo, y esto debe realizarse a satisfacción de CELLS.

6.5.9 Alineación y ajuste

CELLS es responsable de la alineación del SCU.

Deben preverse marcas de referencia adecuadas para cada componente individual. Las marcas de referencia serán un orificio mecanizado en una superficie plana mecanizada. La ubicación y las dimensiones de estas marcas de referencia deben determinarse durante la fase de diseño.

Todas las unidades se alinearán según las dimensiones del plano.

6.5.10 Manipulación

La unidad SCU se instalará utilizando una grúa.

- El ondulator debe estar provisto de orificios métricos roscados para poder manipularlo con cáncamos articulados (véase el ejemplo en Figura 6.3).
- El ángulo α entre la eslinga y el punto de enganche no puede ser inferior a 45° .
- Los cáncamos deben situarse en una posición segura para elevar el ondulator con las eslingas en una distribución piramidal.
- Hay que prever la ubicación de los cáncamos para manipular el SCU directamente con la grúa, sin ningún utillaje intermedio ni respaldo resistente.

- El diseño completo de manipulación (SCU y eslingas) no debe ser superior a 3300 mm (véase el diagrama en Figura 6.4).

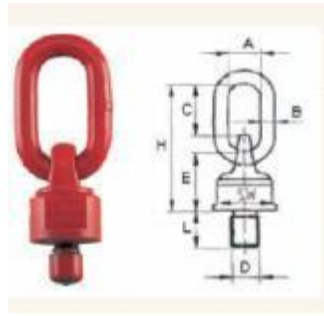


Figura 6.3: Ejemplo de cáncamo articulado.

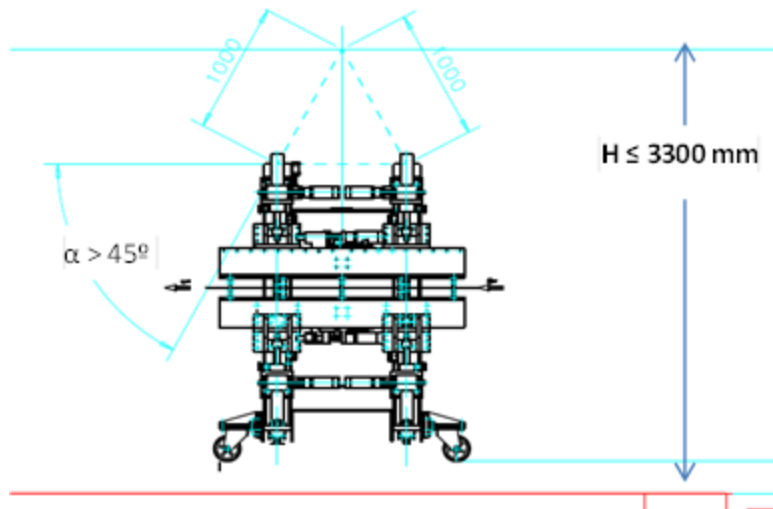


Figura 6.4: Diseño de manipulación.

6.6 Transporte

El Contratista es responsable del correcto embalaje y transporte del dispositivo a CELLS. Como preparación para el transporte a CELLS, se soplarán los canales de agua del SCU para asegurarse de que no queda agua en las líneas. La cámara de vacío se rellenará con nitrógeno puro al 99,99% hasta una presión ligeramente superior a la atmosférica, y se sellará.

La caja para el transporte deberá estar diseñada de forma que pueda ser movida por una carretilla elevadora estándar.

El SCU estará protegido por un envoltorio de plástico sellado del que se habrá extraído la máxima cantidad de aire. Esta cubierta deberá ser estanca.

Se instalarán indicadores de choque e inclinación en el equipo y en la caja. La presencia de éstos se notificará al transportista por escrito con copia a CELLS. En el momento de la entrega, CELLS inspeccionará los indicadores de choque e informará al Contratista en caso de problema.

Los detalles específicos de la entrega y el transporte del SCU se discutirán con CELLS y se acordarán por escrito.

6.7 Requisitos de instalación

La instalación del SCU en las instalaciones de ALBA es responsabilidad de CELLS.

El Contratista proporcionará a CELLS un registro de riesgos completo y declaraciones de método de instalación

Junto con el equipo deben suministrarse instrucciones de uso, mantenimiento e instalación que, si se siguen, garanticen el cumplimiento de todas las normativas/directrices aplicables en las instalaciones de CELLS.

6.8 Servicios requeridos

Todos los servicios, tales como agua de refrigeración, aire comprimido y gases que sean necesarios para los equipos suministrados, deberán ser especificados por el Contratista en el presupuesto. La información que debe incluirse en el presupuesto de cada servicio es la siguiente:

- Consumo.
- Calidad.
- Presión.
- Tamaño de la línea.
- Caudal.
- Tipo de conexión.

Si los servicios existentes en las instalaciones (véase Anexo01_END-ETRANSO-ES-0002) son insuficientes, el Contratista propondrá un método alternativo y lo incluirá en el presupuesto.

6.9 Requisitos eléctricos

6.9.1 Cableado interno

En el Anexo 11_CCD-GDGN-CC-0004 se describen las normas y recomendaciones sobre el cableado interno de los instrumentos o equipos que vayan a integrarse en CELLS.

6.9.2 Conectores de interfaz con el equipo de ALBA y el sistema de control

Las normas y recomendaciones en la implementación de los conectores de interfaz con los sistemas de CELLS se encuentran en el Anexo 12_CCD-GDGN-CC-0005.

6.9.3 Suministro eléctrico

Todos los equipos suministrados utilizarán los parámetros eléctricos especificados que figuran en el Anexo01_END-ETRANSO-ES-0002.

El Contratista especificará todos los requisitos de potencia durante la fase de diseño, incluyendo la cantidad de tomas/líneas, voltajes, requisitos de corriente y fase.

Basándose en las especificaciones del Contratista, CELLS suministrará e instalará el cableado eléctrico desde los cuadros de distribución de la instalación hasta el

seccionador de potencia principal del equipo. El resto del cableado, en la dirección del seccionador principal del equipo será suministrado e instalado por el Contratista.

6.9.4 Fuentes de alimentación de bobinas

Las fuentes de alimentación de las bobinas serán, como mínimo, de dos cuadrantes y estarán diseñadas específicamente para imanes superconductores.

Las fuentes de alimentación de las bobinas correctoras (si las hay) serán de cuatro cuadrantes. Las fuentes de alimentación preferidas son las CAENels FAST-PS 2020-400 de 20 A y 400 W, o equivalentes.

Las fuentes de alimentación deberán poder interconectarse con TANGO.

La elección de las fuentes de alimentación deberá ser aprobada previamente por CELLS durante la fase de revisión del diseño.

6.9.5 Toma de tierra

Se proporcionarán puntos de tierra para el SCU y la estructura de soporte. CELLS conectará estos puntos a la toma de tierra de la instalación.

Las superficies metálicas desnudas de las conexiones a tierra se tratarán para evitar la corrosión.

Las conexiones a tierra se realizarán utilizando componentes resistentes a las vibraciones, como arandelas de estrella, arandelas de seguridad y/o tuercas de seguridad.

El Contratista se asegurará de que cada cable de suministro incluya un conductor de tierra paralelo o utilice un cable multifilar que incluya un conductor de tierra.

Los estantes y armarios de equipos eléctricos deberán estar conectados a tierra.

6.10 Sistema de control e interfaces

6.10.1 Sistema de protección de equipos (EPS)

EPS son las siglas de *Equipment Protection System* y es el sistema implantado en CELLS para asegurar la supervivencia de los equipos en malas condiciones externas de funcionamiento.

El EPS supervisará el entorno del SCU y habilitará o detendrá el funcionamiento en función de una serie de condiciones externas (por definir) cuyas señales serán proporcionadas por ALBA. Las interfaces del EPS con el SCU serán contactos secos.

Figura 6.5 muestra los detalles.

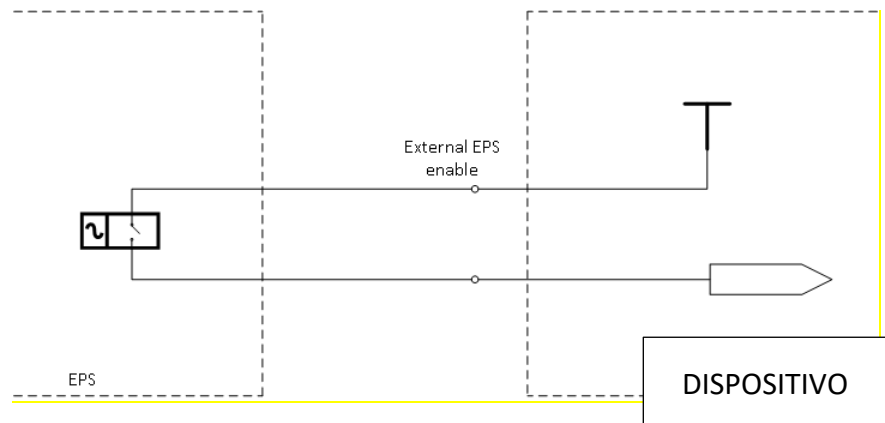


Figura 6.5: Esquema de habilitación del EPS para cada DISPOSITIVO

En Anexo09_CCD-GDGN-CC-0002 figuran las normas y recomendaciones para la aplicación del sistema de protección de equipos para instrumentos.

6.10.2 Control de la temperatura

Se instalarán sensores de temperatura para controlar la temperatura de, al menos:

- conjuntos de bobinas SC (mínimo 4 ubicaciones),
- cabezales fríos
- todos los pasamuros de corriente
- cámara de vacío de haz de electrones (mínimo 2 ubicaciones)
- dos secciones de transición suave en cada extremo de la cámara de vacío del haz de electrones (si procede)
- criógeno (si procede), y
- escudos térmicos (si procede)

6.10.3 Sistema de control

El sistema de control de ALBA se basa en TANGO (<http://www.tango-controls.org>), un marco de software de código abierto orientado a objetos para sistemas de control distribuido. Los lenguajes de programación nativos utilizados son Python 3, C++ y C y el idioma nativo es el inglés. El contratista debe proporcionar a CELLS suficiente información y asistencia para que CELLS pueda programar un servidor de dispositivos TANGO para el control remoto. Esta información debe incluir todos los detalles necesarios para realizar todas las funciones a distancia. En el Anexo13_CCD-GDGN-CC-0006 figuran las normas y recomendaciones para la aplicación del software de control. Las ofertas de los licitadores deberán especificar cuál de los 4 escenarios (A, B, C o D) descritos en el Anexo 13 es el que se pretende para la integración dentro del Sistema de Control de CELLS.

6.10.4 Enclavamientos

Los enclavamientos deben permanecer bloqueados hasta que se realice un reinicio, incluso si la condición de enclavamiento ya no está presente.

El Contratista es responsable de definir el conjunto adecuado de enclavamientos internos necesarios para garantizar la larga vida útil del SCU.

6.11 Pruebas de aceptación

6.11.1 Disposiciones generales para las pruebas

Las pruebas realizadas en fábrica y en las instalaciones deben establecer que todos los elementos del equipo fabricado cumplen íntegramente los requisitos de rendimiento descritos en estas especificaciones.

El Contratista deberá presentar un documento de garantía de la calidad de los equipos suministrados, que certifique su conformidad con las especificaciones y los planos de ingeniería suministrados, y que contenga todos los certificados de materiales, los resultados de todas las inspecciones y pruebas, y los procedimientos utilizados.

El Contratista deberá presentar un programa de calidad detallado en el que se especifiquen las pruebas y controles intermedios que se realizarán durante todo el procedimiento de fabricación, pruebas y montaje. El Contratista proporcionará todos los equipos, instalaciones, fondos y personal para la realización de las pruebas. Deberá presentarse un procedimiento para cada una de las pruebas mencionadas a continuación.

Además, el equipo que se entrega gratuitamente al Contratista y que se incorpora en el diseño debe utilizarse durante las pruebas cuando sea apropiado. Los procedimientos de las pruebas de aceptación incluirán, entre otros, los procedimientos de ensayo específicamente descritos en este documento, pero también los necesarios para demostrar el cumplimiento de este pliego. Los procedimientos de ensayo deben incluir información detallada sobre la preparación y realización de los ensayos, así como los criterios de aceptación o rechazo. El Contratista presentará un plan de pruebas completo en el informe de diseño final. El plan incluirá procedimientos y ensayos detallados, con una lista del equipo de ensayo y las tolerancias de las lecturas de los parámetros pertinentes. Estos procedimientos de ensayo están sujetos a la revisión y aceptación de CELLS.

Todos los elementos individuales deben etiquetarse y llevar un número de serie de referencia inscrito en una parte recta del elemento, cerca de la brida, en la pared exterior superior. El proceso de marcado debe realizarse mediante trazadores en seco, grabadores vibratorios o grabadores láser. Este número de serie se utilizará para identificar elementos individuales durante el procedimiento de ensayo y el registro de resultados.

Las pruebas deberán ajustarse en todo momento a los códigos de seguridad locales.

Todos los equipos de medición (eléctricos, mecánicos, de vacío, térmicos...) utilizados para la inspección y las pruebas se mantendrán y calibrarán de acuerdo con las instrucciones del fabricante y las normas nacionales.

Los resultados de las pruebas se consignarán en los documentos de control.

CELLS se reserva el derecho de exigir la realización de pruebas adicionales o más exhaustivas en caso de diseños o prestaciones marginales.

6.11.2 Pruebas de aceptación en fábrica (FAT)

En esta sección se describen las pruebas que deben realizarse con éxito en las instalaciones del Contratista antes del envío.

Con los documentos de licitación, los licitadores deberán facilitar el procedimiento y el equipo que se utilizarán para las pruebas de aceptación en fábrica.

Las **instalaciones y equipos mínimos requeridos** que se utilizarán durante las pruebas de aceptación son:

- Una zona de vacío con RGA y equipo de detección de fugas.
- Un taller mecánico con fluidos y equipos de metrología.
- Un laboratorio de electrónica con equipos de pruebas eléctricas.
- Un laboratorio de mediciones magnéticas, con capacidad tanto para la cartografía precisa de campos magnéticos como para la determinación integrada de campos.

En el plazo de una semana tras la conclusión de la FAT, el Contratista entregará a CELLS los resultados detallados en forma de informe FAT.

El SCU no se enviará a CELLS antes de la aceptación por escrito de las Pruebas de Aceptación en Fábrica.

6.11.2.1 *Pruebas mecánicas*

Esta parte de las pruebas incluirá, entre otras cosas:

- La posición de cada referencia de alineación se medirá con respecto al eje del SCU con una precisión superior a $\pm 100\mu\text{m}$.

6.11.2.2 *Pruebas criogénicas*

Las pruebas criogénicas deben demostrar la capacidad del dispositivo de mantener el sistema SCU a la temperatura de funcionamiento y de sobrevivir a una extinción magnética.

Las pruebas criogénicas incluirán, entre otras, las siguientes:

- Enfriamiento y calentamiento.
- Prueba de extinción magnética provocada por calentamiento, incluyendo la medición del tiempo de decaimiento del campo.
- Funcionamiento ininterrumpido del sistema magnético durante 72 horas a campo máximo.
- Verificación de que el sistema tiene un consumo nulo de Helio líquido, incluso cuando se disipa en la cámara del haz una potencia equivalente a la que suministrará el haz de electrones en el ALBA.

6.11.2.3 *Pruebas magnéticas*

Las pruebas magnéticas deben demostrar que las matrices magnéticas generan un campo magnético conforme a las especificaciones. Los datos de todas las mediciones magnéticas realizadas durante las FAT se facilitarán a CELLS en formato electrónico

Las pruebas magnéticas incluirán, entre otras cosas:

- Mediciones de mapas de campo magnético de componentes de campo mediante sondas y métodos adecuados, para diferentes valores de la corriente de funcionamiento del dispositivo. Los mapas de campo deberán cubrir un rango transversal de al menos $X = \pm 30\text{mm}$, y tendrán un muestreo longitudinal que permita determinar el error de avance de fase óptica.
- Primera y segunda integral de campo. Los mapas de integrales de campo deben realizarse en el plano central, sobre un rango transversal de al menos $X = \pm 30\text{mm}$. La separación horizontal transversal de las mediciones de integrales no debe ser superior a 5 mm.
- Las mediciones de campo y de integrales de campo se efectuarán en el plano central con un número representativo de corrientes de funcionamiento, que se determinará durante la revisión del diseño preliminar.
- Multipolos integrados (cuadropolos, sextupolos y octupolos integrados normal y oblicuo) determinados a partir de mediciones de las integrales de campo.
- Los resultados de las mediciones deben analizarse y compararse directamente con las especificaciones de la sección §6.2.1.
- Los errores de medición y la reproducibilidad también deben evaluarse repitiendo la medición del mapa de campo con la corriente máxima.
- Medición de cómo cambia el valor en el eje de las integrales de campo primera y segunda durante y después de una extinción magnética.
- Medición del pico de campo y de las integrales de campo (primera y segunda) en el eje a lo largo de tres ciclos continuos completos de la corriente de funcionamiento desde cero hasta el valor máximo.

6.11.2.4 *Pruebas de suministro de fluidos*

En caso de que el dispositivo haga uso de cualquier circuito de agua para fines de refrigeración, se llenarán de agua, se presurizarán a 16 bares y se sellarán. La presión se registrará a intervalos de 5 minutos durante un período de 30 minutos. Para su aceptación no debe haber fugas de agua.

6.11.2.5 *Pruebas de vacío*

El documento del informe FAT contendrá la siguiente información y resultados:

- Descripción de la configuración de la prueba.
- Mediciones de la tasa de fugas (antes y después de descontaminación con tratamiento térmico, en su caso).
- Índice de desgasificación medido.
- Ciclo de bombeo y tratamiento térmico (si lo hay).
- Espectro de masas RGA (antes y después del tratamiento térmico, en su caso).

La información detallada sobre los procedimientos y criterios de aceptación del sistema de vacío de CELLS-ALBA se refleja en los documentos anexos correspondientes Anexo07_ENG-GD-EN-0011.

Las unidades se suministrarán con nitrógeno seco puro y todos los puertos cerrados con bridas ciegas

6.11.3 Pruebas de aceptación in situ (SAT)

Las SAT probarán sistemáticamente el funcionamiento de la unidad y de los equipos auxiliares en las instalaciones de CELLS. El plan de pruebas indicará la finalidad de cada ensayo, el método de ensayo y los criterios de aceptación para superar cada uno. El plan de SAT se presentará a CELLS antes de las actividades de instalación. Las SAT serán documentadas formalmente por el Proveedor en forma de Informe SAT y aprobado por CELLS antes de proceder al acto de recepción.

Los datos de todas las mediciones magnéticas realizadas durante las SAT se facilitarán a CELLS en formato electrónico.

Todas las mediciones magnéticas para SAT se realizarán sin corrección activa.

Las SAT incluirán, entre otras cosas:

- Funcionamiento continuo del sistema magnético durante un periodo de 72 horas a la corriente máxima.
- Mediciones magnéticas de las integrales de campo primera y segunda para demostrar que se ha mantenido la integridad del dispositivo antes de su instalación.
- Pruebas de fugas en vacío y RGA (por CELLS).
- Verificación de que no hay consumo de He Líquido en funcionamiento nominal.
- Prueba del SCU como sistema totalmente integrado, incluida la comunicación de datos con los sistemas existentes de supervisión, control y seguridad de CELLS.

Las pruebas no tendrán lugar en el anillo de almacenamiento y, por lo tanto, el Proveedor deberá garantizar que es posible lograr el enfriamiento del SCU y mantener la temperatura de funcionamiento, utilizando únicamente He líquido (y N₂ si es necesario) suministrado en dewars.

Las pruebas eléctricas y de control realizadas en fábrica se repetirán in situ.

7 Licitación

7.1 Aclaraciones

Todas las **consultas (administrativas o técnicas)** deberán dirigirse a CELLS únicamente a través de los medios oficiales indicados en esta cláusula. Así, el medio para llevar a cabo estas consultas será exclusivamente la sección "*Solicitud de información*" de la licitación correspondiente en la Plataforma de Contratación del Sector Público, en la que el licitador deberá estar previamente registrado. Excepcionalmente (por imposibilidad de acceder a la Plataforma de Contratación del Sector Público), las consultas podrán dirigirse a la dirección de correo: **alba.licitaciones@cells.es**.

Los licitadores podrán solicitar cualquier información adicional o aclaración sobre los pliegos de cláusulas administrativas, prescripciones técnicas y documentación complementaria que estimen pertinente para preparar sus propuestas. Las aclaraciones serán contestadas **hasta seis (6) días naturales antes de la fecha límite de presentación de propuestas** indicada en el anuncio de licitación y en el perfil del Contratante, siempre que hayan sido solicitadas al menos **doce (12) días naturales antes de dicho plazo**. **Las respuestas se publicarán en el Perfil del Contratante de CELLS.**

7.2 Información a presentar con la oferta

Los licitadores proporcionarán con los documentos de licitación información suficiente para permitir una elección informada del Contratista, tal como se detalla a continuación. Es esencial que esta información acompañe a la propuesta y esté completa y organizada respetando la estructura que se detalla a continuación. **La ausencia de esta información técnica no será subsanable y, por lo tanto, la oferta podrá ser rechazada como no conforme.**

7.2.1 Archivo electrónico B

El Archivo Electrónico B contendrá tanto la documentación/información relativa a los requisitos obligatorios como la propuesta técnica **que será evaluada según juicios de valor (criterios subjetivos)**, tal como se indica en el PCAP. Comprenderá, como mínimo, los siguientes documentos:

7.2.1.1 Esquema general:

- Un Plan de Fabricación, con un calendario esquemático, que muestre las principales fases de diseño, pedido y fabricación, y pruebas de los componentes principales, junto con una lista de los hitos propuestos para la verificación del diseño / progreso.
- Documento de aceptación y evaluación del cumplimiento de los requisitos técnicos.
- Lista de los principales componentes y sus especificaciones.
- Eficiencia y vida útil de los componentes y subcomponentes críticos objeto del contrato, incluida la información relativa al periodo de sustitución estimado/recomendado.
- Un plan de mantenimiento.

7.2.1.2 Plan de gestión y cualificaciones del proponente:

- Protocolos de control que el Contratista aplicará a la producción de los componentes objeto de este contrato, así como un plan de contingencia en caso de problemas e imprevistos.
- Equipo de trabajo propuesto para la ejecución de las tareas objeto del contrato que suponga una mejora del mínimo exigido en este PPT.
- Lista de los paquetes de trabajo propuestos y de los subcontratistas previstos, en caso de que se subcontrate algún paquete de trabajo, en los que se estructurará el objeto del contrato, con una explicación de esta estructura y de las tareas que se ejecutarán en cada paquete.
- Instalaciones o infraestructuras, equipos y protocolos a utilizar en la realización de las Pruebas de Aceptación (FAT y SAT) y que supongan un valor añadido (mejora) de los mínimos indicados en este PPT.
- Lista de las pruebas previstas durante la producción del SCU. La lista incluirá pruebas destinadas a garantizar el correcto funcionamiento del SCU: funcionamiento correcto del sistema criogénico, control del aumento y disminución del campo magnético, caracterización de la calidad del campo magnético, fiabilidad del sistema de protección contra extinción magnética, etc.

7.2.1.3 Solución de diseño técnico:

La solución de diseño técnico necesaria para completar el SCU según este conjunto de especificaciones en forma de diseño conceptual preliminar que incluye (pero no se limita a):

- Parámetros de diseño del dispositivo: longitud del periodo, amplitud del campo magnético y número de periodos.
- Diseño del sistema magnético del SCU, incluida la estructura de soporte de los conjuntos de bobinas superconductoras.
- Diseño del sistema criogénico.
- Diseño de las conexiones de corriente.
- Diseño del sistema de protección contra extinción magnética.
- Diseño del sistema de vacío.
- Diseño de secciones de transición suave de RF.
- Detalles del hardware de control propuesto.
- Detalles de los sistemas de control y de la interfaz con el sistema de control de ALBA.
- Propuesta de esquema para el método de fiducialización de las superficies/agujeros de referencia.

7.2.1.4 Procedimientos críticos

El licitante deberá incluir una descripción general de los procedimientos críticos utilizados en la construcción del SCU, incluyendo:

- Método de fabricación de bobinas superconductoras.
- Procedimiento de fabricación y ensayo del sistema criogénico.
- Procedimiento de fabricación del sistema de vacío, incluida la limpieza, el acondicionamiento y el ensayo del recipiente de vacío y los subconjuntos.
- Procedimiento de verificación de la calidad del campo magnético.
- Procedimiento para referir el eje magnético del SCU a las marcas de referencia externas.
- Método de medición y verificación de las tolerancias de separación en el interior del tubo del haz de electrones.
- Descripción de cualquier requisito de manipulación durante la instalación, las pruebas y la puesta en servicio.

7.2.1.5 Costes medioambientales

Una descripción de las acciones medioambientales que se aplicarán durante la producción de los componentes, incluyendo tanto (a) los métodos de medición y verificación del impacto medioambiental de los trabajos objeto del contrato como (b) los medios y medidas para prevenir, controlar, minimizar y corregir dichos impactos.

7.2.2 Archivo Electrónico C

El Archivo Electrónico C contendrá la información/documentación a evaluar de forma automática o aplicando fórmulas (criterios objetivos), según lo indicado en el cuadro de características del PCAP. Comprenderá, como mínimo, los siguientes documentos:

7.2.2.1 Desglose de costes de capital

La oferta económica deberá facilitarse según el modelo incluido en el PCAP. Junto con esta oferta económica, pero **en hoja aparte**, los licitadores deberán incluir un **Desglose de los costes de capital**, que comprenderá, al menos, las siguientes partes:

- Estructura mecánica.
- Sistema de bobinas superconductoras.
- Componentes criogénicos.
- Componentes de vacío.
- Precio de los componentes/subcomponentes críticos (coste de sustitución).

7.2.2.2 Ampliación del periodo de garantía

Hay que comunicar cualquier ampliación del plazo de garantía más allá del mínimo de 24 meses establecido en el apartado §5.1 de este documento.

OBSERVACIÓN IMPORTANTE: la inclusión de cualquier información enumerada en estos puntos 7.2.2.1 y 7.2.2.2, o cualquier otro dato económico, en un Archivo Electrónico distinto de este Archivo Electrónico C, se considerará error no subsanable y por tanto implicará la exclusión automática del licitador.

8 Información, comunicación y publicidad

El Contratista estará obligado a cumplir con lo establecido en el artículo 34 del Reglamento (UE) 2021/241. En particular, deben incluirse los siguientes logotipos, en el orden en que se citan:

- Se incluirá el emblema de la Unión Europea y, junto al emblema de la Unión, el texto "Financiado por la Unión Europea - NextGenerationEU".
- El logotipo del Ministerio de Ciencia e Innovación.
- El logotipo del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia.

Se tendrán en cuenta las normas gráficas del emblema de la Unión y los colores normalizados establecidos en el Anexo II del Reglamento de Ejecución 821/2014. Todos los carteles y placas informativas deben colocarse en un lugar claramente visible y accesible al público.