

---

**Pliego de prescripciones técnicas que regulan el suministro, la implantación y la puesta en marcha de la ampliación del clúster de alto rendimiento Pirineus III (actuación que forma parte de la inversión 2 “Refuerzo de las capacidades, infraestructuras y equipamientos de los agentes del SECTI” del componente 17 del PRTR)**

---

Barcelona, a fecha de la firma

Validado por:	Aprobado por:
---------------	---------------

DOCUMENTO TRADUCIDO DEL ORIGINAL REDACTADO EN CATALÁN, EN CASO DE CONFLICTO ENTRE AMBOS DOCUMENTOS PREVALECE LA REDACCIÓN EN IDIOMA CATALAN

1. Antecedentes .....	5
2. Objetivo y alcance del proyecto .....	6
3. Características técnicas del equipamiento .....	6
Lote 1: clúster de nodos acelerados con GPGPU orientados a HPC.....	6
Lote 2: clúster de nodos acelerados con GPGPU orientados a la IA.....	7
4. Instalación y configuración de los equipos.....	9
4.1. Plan de aceptación y de pruebas .....	10
5. Documentación y formación .....	11
6. Garantía de soporte.....	12
7. Oferta de prestaciones que optimicen el rendimiento de los equipos .....	13
8. Duración del proyecto y plazos de entrega.....	13
9. Anexo I.....	14

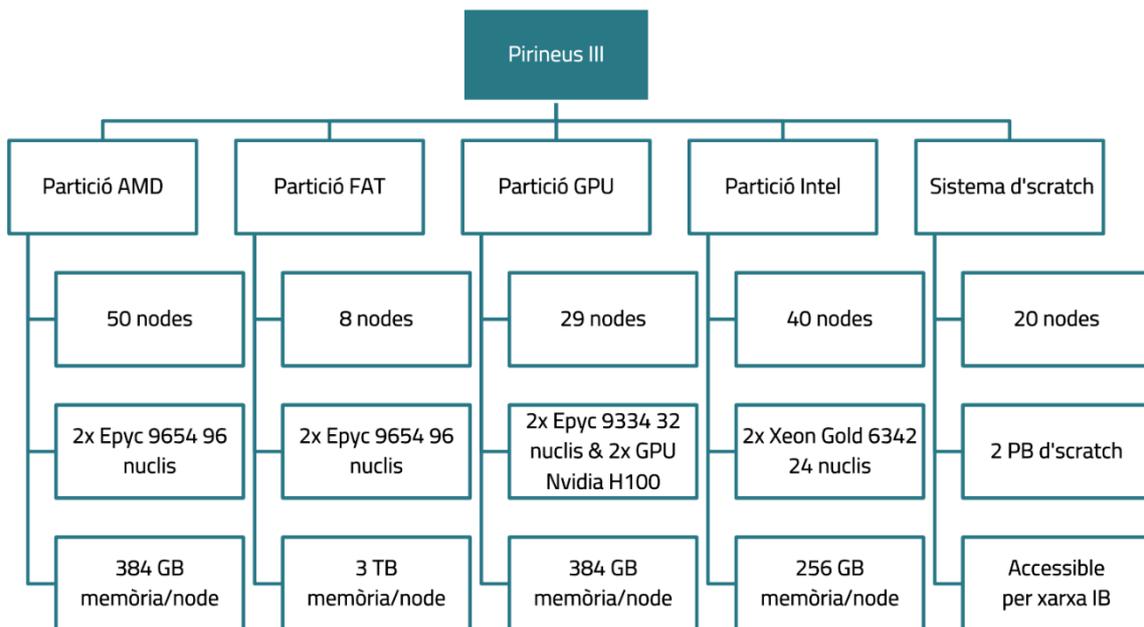


# 1. Antecedentes

El *Consorti de Serveis Universitaris de Catalunya* (CSUC) tiene una larga tradición en la prestación de servicios de computación de altas prestaciones a la comunidad de investigación. Este servicio tiene como objetivo mejorar la eficiencia de todo el sistema, permitiendo a los grupos de investigación disponer de un *hardware* de alto rendimiento, gestionado por un equipo de soporte experto y actualizado con las últimas tecnologías disponibles en el mercado.

En el año 2023 se realizó la última renovación del *hardware* de supercomputación del CSUC, que entró en funcionamiento en 2024. Esta renovación supuso un salto muy importante en la capacidad de la entidad para prestar servicio y una actualización de los recursos disponibles que permite, en parte, dar respuesta a las nuevas necesidades de la investigación, principalmente en el acceso a *hardware* orientado al uso en aplicaciones de inteligencia artificial (IA), gracias a la apuesta realizada en la adquisición de una cantidad importante de nodos equipados con unidades de procesamiento gráfico (GPGPU). El *hardware* adquirido se presenta de forma esquemática en la siguiente figura:

En el presente procedimiento de licitación se pretende avanzar en esta línea e incrementar aún más la cantidad de recursos orientados a nuevas aplicaciones con especial énfasis en aplicaciones propias de la computación de altas prestaciones aceleradas con GPGPU (por ejemplo, dinámica molecular o problemas de ciencia de materiales) y de IA. Por este motivo se plantea la adquisición de *hardware* optimizado para estos nuevos usos tal como se detalla en las secciones siguientes.



## 2. Objetivo y alcance del proyecto

Por los motivos expuestos en la sección anterior, se plantea la ampliación de Pirineus III en dos direcciones relacionadas pero claramente diferenciadas: nodos orientados a su uso en computación de alto rendimiento (HPC de sus siglas en inglés) y nodos orientados a su uso en aplicaciones de inteligencia artificial (IA). Los detalles técnicos, de suministro, implantación y puesta en marcha del sistema se describen en los apartados siguientes del presente documento.

El procedimiento de licitación consta de dos lotes:

- El lote 1 plantea la adquisición de un clúster formado por nodos de cómputo acelerados con GPGPU orientados principalmente a aplicaciones de HPC. Estos nodos deben estar acelerados con cuatro unidades de procesamiento gráfico por nodo.
- El lote 2 plantea la adquisición de un clúster formado por nodos de cómputo acelerados con GPGPU orientados a aplicaciones de IA. Estos nodos deben estar acelerados con ocho unidades de procesamiento gráfico por nodo.

## 3. Características técnicas del equipamiento

En este apartado se describen las características técnicas del *hardware* que se pretende adquirir en los dos lotes, los requisitos mínimos exigidos, las condiciones de instalación y configuración de los equipos, los requisitos para el plan de pruebas y aceptación, los contenidos mínimos del plan de formación y las condiciones de la garantía.

### Lote 1: clúster de nodos acelerados con GPGPU orientados a HPC

El *hardware* ofertado para este lote deberá reunir las siguientes características técnicas:

- Rendimiento pico global mínimo de todo el clúster de 1200 Tflop/s en precisión FP64.
- Los nodos deben tener dos procesadores.
- Los nodos deben tener un mínimo de 64 núcleos.
- Deben estar basados en procesadores de arquitectura x86 de 64 bits, de la última generación disponible del fabricante.
- Los procesadores deben tener una frecuencia de, como mínimo, 2.4 GHz.
- Cada nodo debe contar con cuatro GPGPU.

En cuanto a las GPGPU, deben reunir las siguientes características técnicas:

- Compatibles con *CUDA* y *OpenACC*.
- Deben tener un rendimiento en operaciones de coma flotante de 64 bits de, como mínimo, 30 Tflop/s.
- Deben tener una memoria mínima de 140 GB.

Requisitos para la memoria principal por nodo:

- Debe ser, como mínimo, de 1 TB.
- Debe ser, como mínimo, de tipo DDR5.
- La configuración del sistema de memoria debe proporcionar el máximo rendimiento; es decir, todos los bancos de memoria deben estar ocupados. En este sentido, el licitador deberá describir en detalle el subsistema de memoria, configuraciones posibles, latencias y anchos de banda.

En relación a las redes, se requerirá que cada nodo disponga de cuatro interfaces de red independientes: la de cálculo, la de datos, la de acceso a servicios y la de administración de los propios nodos y acceso a la gestión mediante procesadores de servicio fuera de línea. Los requisitos mínimos de cada red son los siguientes:

- La red de cálculo deberá ser *Infiniband* con un ancho de banda mínimo de 200 Gbps. La configuración deberá ser tal que asegure que el ancho de banda entre dos nodos cualesquiera (incluyendo el clúster de *BeeGFS*) sea como mínimo de 100 Gbps.
- La red de datos deberá ser de tipo *Gigabit Ethernet* a al menos 25 Gbps.
- Las redes de acceso a los servicios y de administración de los nodos deberán ser de tipo *Gigabit Ethernet* a al menos 25 Gbps.
- La oferta deberá incluir los switches y todos los elementos de red necesarios para integrar el sistema a la arquitectura de redes actual del CSUC, detallada en el anexo 1, garantizando su compatibilidad y redundancia.

En relación al *software* a incluir, se requiere que cada nodo incluya una licencia de *RHEL*.

Se requiere que el bastidor o bastidores donde se instalen los nodos estén refrigerados por agua mediante un sistema de puertas frías. El CSUC dispone actualmente de un bastidor estándar de 190 pulgadas y 42 U (200 cm x 60 cm x 120 cm) donde se deberán instalar una parte de los nodos. Este bastidor está equipado con una puerta *Vertiv Liebert DCD* con una capacidad de disipación de 35 kW. Si se requieren uno o más bastidores adicionales, éstos deberán estar equipados con puertas del mismo modelo, *Vertiv Liebert DCD*, pero con una capacidad de disipación de 50 kW, compatibles con la instalación del sistema de refrigeración actual.

## Lote 2: clúster de nodos acelerados con GPGPU orientados a la IA

El *hardware* ofertado para este lote deberá reunir las siguientes características técnicas:

- Rendimiento pico global mínimo de todo el clúster de 1200 Tflop/s en precisión FP32.
- Los nodos deben tener dos procesadores.
- Los nodos deben tener un mínimo de 48 núcleos.
- Deben estar basados en procesadores de arquitectura x86 de 64 bits, de la última generación disponible del fabricante.

- Los procesadores deben tener una frecuencia de, como mínimo, 2.0 GHz.
- Cada nodo debe contar con ocho GPGPU.

En cuanto a las GPGPU, deben reunir las siguientes características técnicas:

- Compatibles con CUDA y OpenACC.
- Deben tener un rendimiento en operaciones de coma flotante de 32 bits de, como mínimo, 80 Tflop/s.
- Deben tener una memoria mínima de 190 GB.

Requisitos para la memoria principal por nodo:

- Debe ser, como mínimo, de 2 TB.
- Debe ser, como mínimo, de tipo DDR5.
- La configuración del sistema de memoria debe proporcionar el máximo rendimiento; es decir, todos los bancos de memoria deben estar ocupados. En este sentido, el licitador deberá describir en detalle el subsistema de memoria, configuraciones posibles, latencias y anchos de banda.

Se requerirá que los nodos estén equipados con disco local con un mínimo de 10 TB de tipo NVMe y de tecnología *enterprise*.

En relación a las redes, se requerirá que cada nodo disponga de cuatro interfaces de red independientes: la de cálculo, la de datos, la de acceso a servicios y la de administración de los propios nodos y acceso a la gestión mediante procesadores de servicio fuera de línea. Los requisitos mínimos de cada red son los siguientes:

- La red de cálculo deberá ser *Infiniband* con un ancho de banda mínimo de 200 Gbps. La configuración deberá ser tal que asegure que el ancho de banda entre dos nodos cualesquiera (incluyendo el clúster de *BeeGFS*) sea como mínimo de 100 Gbps.
- La red de datos deberá ser de tipo *Gigabit Ethernet* a al menos 25 Gbps.
- Las redes de acceso a los servicios y de administración de los nodos deberán ser de tipo *Gigabit Ethernet* a al menos 25 Gbps.
- La oferta deberá incluir los switches y todos los elementos de red necesarios para integrar el sistema a la arquitectura de redes actual del CSUC, detallada en el anexo 1, garantizando su compatibilidad y redundancia.

En relación al software a incluir, se requiere que cada nodo incluya una licencia de *RHEL*. Se requerirá también para este lote que se incluyan licencias de *Nvidia AI Enterprise* válidas durante cinco años para todas las GPGPU.

Se requiere que el bastidor o bastidores donde se instalen los nodos estén refrigerados por agua mediante un sistema de puertas frías *Vertiv Liebert DCD* con una capacidad de disipación de 50 kW, compatibles con la instalación del sistema de refrigeración actual.

## 4. Instalación y configuración de los equipos

Si Siempre que sea posible, se espera que el equipo se monte en fábrica, de manera que al llegar a las instalaciones del CSUC los diferentes componentes del hardware ya hayan superado las pruebas básicas de *hardware*. Si esto no es viable, los elementos básicos deberán ser montados en fábrica, permitiéndose la instalación *in situ* de ciertos elementos.

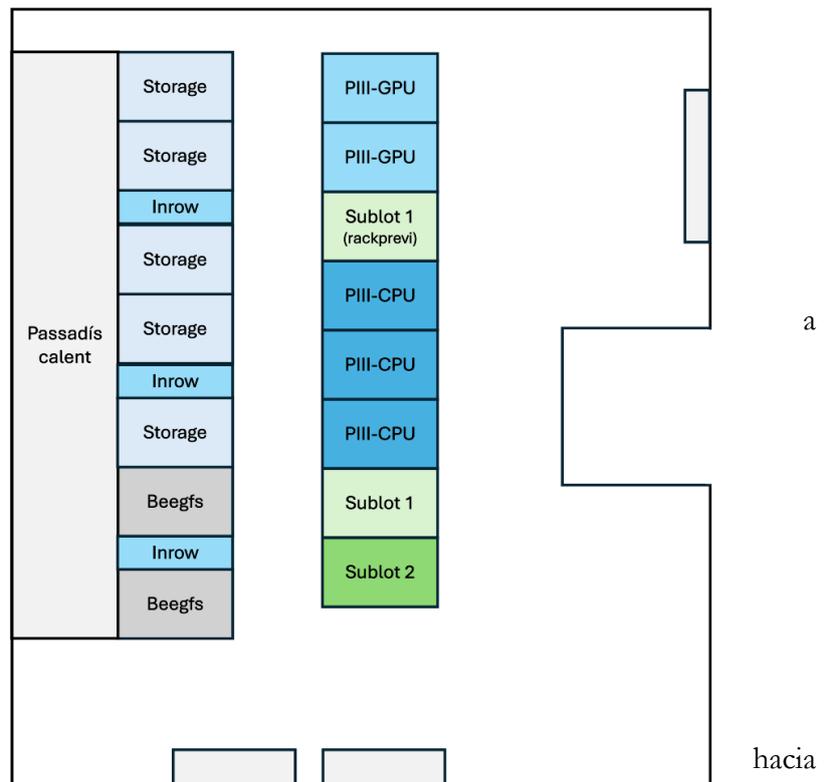
Una vez entregados los equipos, el adjudicatario deberá proporcionar asistencia técnica para la instalación y puesta en marcha del sistema, para su configuración y optimización y para la integración de los equipos en Pirineus III (sistema de gestión del clúster, integración con los sistemas de almacenamiento, servicios, etc). Por último, deberá participar en la realización del plan de aceptación descrito en la sección siguiente.

El sistema ofertado deberá ubicarse en la sala 2 del centro de procesamiento de datos (CPD) del CSUC. El *hardware* de los lotes 1 y 2 deberá incluir para su instalación los bastidores que sean necesarios. Éstos deberán ser de tamaño estándar de 19 pulgadas y 42 U (200 cm x 80 cm x 120 cm).

A continuación se incluye un esquema de la sala donde se ubicarán los nuevos equipos, especificando su ubicación futura:

El licitador deberá tener en cuenta la ubicación de los bastidores que alojarán el hardware del lote 1 de cara dimensionar

adecuadamente todo el cableado requerido. El emplazamiento de los nodos se realizará comenzando por la parte inferior del bastidor (U1) y terminando por la parte superior (U42). La parte del armario que no contenga equipos deberá estar tapada el frontal con paneles ciegos. En relación al cableado, se requerirá que la longitud de todos estos elementos sea la suficiente para poder llenar el bastidor comenzando por la parte inferior.



Será necesario tener en cuenta que los equipos estarán instalados sobre un suelo técnico con un peso máximo soportado de 2000 kg/m<sup>2</sup> y una carga máxima puntual de 500 kg.

En cuanto al equipamiento de red, las conexiones de red se realizarán por la parte trasera del bastidor, considerando que la parte frontal (la que será visible desde la puerta) será la que disponga de las conexiones eléctricas, y la parte trasera (la que será visible desde la puerta fría) la que disponga de las conexiones de red. El flujo de aire de estos equipos será de la puerta del bastidor, a la puerta fría del mismo.

Para los dos bastidores nuevos se deberá ampliar la bandeja de rejilla (*rejiband*) que se encuentra en el techo (anchura 150 mm).

El adjudicatario deberá proporcionar todos los componentes y material necesario para la instalación y conexión del sistema: PDU trifásicas inteligentes de 32 A *Vertiv VP8886* que permitan la medida del consumo eléctrico (que deberán estar redundadas), junto con dos sensores (temperatura y humedad) para cada puerta (frontal y trasera) del bastidor (en total, 4 sensores por bastidor), cableado hasta los cuadros eléctricos y medidas de protección dimensionadas para estas PDU (PIA + diferencial), etc. La instalación y configuración de las PDU deberá estar finalizada antes de la conexión eléctrica de los nodos para equilibrar la intensidad de las fases.

Una vez se instalen los equipos en los bastidores el adjudicatario deberá retirar ese mismo día todo el embalaje asociado a los equipos colocados de las instalaciones del CSUC.

El equipamiento debe estar instalado y en producción como muy tarde el 15 de junio de 2026.

#### 4.1. Plan de aceptación y de pruebas

Una vez finalizada la instalación y configuración de los equipos en el CSUC, y para garantizar que el sistema que se entrega funciona de forma correcta y óptima, el adjudicatario deberá participar en la realización del plan de aceptación.

Para que el sistema sea aceptado, será necesario que el licitador ejecute los **tests de operación** siguientes, orientados a demostrar que el sistema funciona correctamente en el ámbito de la operación básica de los equipos y que la configuración y la integración con el entorno de trabajo es la correcta. El listado final de los tests a realizar se concretará con el adjudicatario en la fase de planificación del proyecto, pero incluirán como mínimo los siguientes:

- Verificación de la secuencia de parada y arranque, incluyendo parada eléctrica, demostrando que el sistema arranca con todos los sistemas y funcionalidades necesarios.
- Demostración del correcto funcionamiento de la administración remota, incluyendo la creación y el despliegue de imágenes.

- Verificación de la correcta integración del sistema con el servidor de autenticación de usuarios *OpenLDAP*, con los servidores de ficheros del entorno *NAS* y *BeeGFS*, con el gestor de colas *Slurm* instalado en Pirineus III y con el resto de servicios del clúster.

## 5. Documentación y formación

El adjudicatario deberá proporcionar la documentación y un plan de formación adecuado para el personal del CSUC que incluirá como mínimo los siguientes conceptos:

- Manual de administración de los equipos, a entregar de forma digital, que sirva al personal del CSUC como guía para llevar a cabo las tareas necesarias de configuración, explotación y ulterior soporte. Este manual contendrá al menos la siguiente información:
  - Descripción general del sistema y de sus componentes y arquitectura.
  - Esquemas gráficos detallados de la distribución de los diferentes componentes y de su interconexión.
  - Descripción de los principales parámetros utilizados para la configuración del sistema (parámetros del *kernel*, configuración de redes, etc.)
  - Descripción de los principales procedimientos básicos para la administración y explotación del sistema: parada y puesta en marcha de todos los componentes, incluyendo parada eléctrica; creación de ficheros para la depuración en caso de caída del sistema; etc.
- Plan de formación para los técnicos del Centro sobre el funcionamiento y la configuración de los equipos, tanto del *hardware* como del *software*, y que incluirá como mínimo un curso de operación en el que será necesario incluir como mínimo los siguientes aspectos:
  - Introducción a las características generales del sistema: arquitectura, tecnología de los distintos componentes, etc.
  - Herramientas de administración y gestión.
  - Principales procedimientos de operación.
  - Monitorización del sistema y optimización.
  - Seguridad de los equipos.
  - Uso en HJPC (configuración del gestor de colas, compilación y ejecución de aplicaciones, etc.)
- Se requerirá que el licitador ofrezca formación tanto a los técnicos del CSUC como a los usuarios del Centro interesados en el uso de las GPGPU. Esta formación deberá estar centrada en el uso de aplicaciones y en cómo extraer el máximo provecho del uso de este tipo de aceleradores durante el mismo. Esta formación deberá contar con algún tipo de certificación o reconocimiento por parte del fabricante de las GPGPU.

## 6. Garantía de soporte

Los equipos ofrecidos deberán incluir un **periodo mínimo de garantía de soporte de cinco años** para todo el *hardware* y *software* suministrado.

El nivel de servicio no podrá ser inferior al siguiente:

- Tiempo máximo de respuesta de 4 horas desde la comunicación de la incidencia en horario laboral.
- Tiempo máximo de resolución de 12 horas y reposición de material el siguiente día laborable<sup>1</sup>, incluyendo piezas, mano de obra y desplazamiento del personal técnico. En caso de que la incidencia sea por fallo de *hardware*, no se tendrá en cuenta el tiempo que el adjudicatario necesite para disponer de la pieza o piezas averiadas para su reposición.

El incumplimiento de estos plazos se penalizará según lo dispuesto al apartado O del cuadro de características del Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares.

Entendemos como tiempo de atención el tiempo desde que se notifica una incidencia hasta el inicio de las tareas necesarias para su resolución, y como tiempo de resolución el tiempo invertido en la rectificación de la incidencia desde el momento en que es atendida hasta que queda finalmente resuelta. De todas maneras, se considera una incidencia crítica si afecta a más del 50% de la disponibilidad del servicio, y grave si la afectación de la disponibilidad es inferior.

Adicionalmente, también se requiere:

- Cobertura horaria 9x5, de 9 h a 18 h de lunes a viernes excepto festivos.
- Soporte telefónico para incidencias y consultas con respuesta inmediata.
- La inclusión de un sistema de seguimiento de incidencias y consultas. Si el licitador no dispone de esta herramienta, se utilizará una proporcionada por el CSUC.
- Soporte correctivo: todas aquellas prestaciones necesarias para mantener los equipos objeto de este pliego a unos niveles de disponibilidad y funcionamiento óptimos, así como el ajuste de los elementos que permitan mantener estos niveles. Incluye el coste de todas las reparaciones y operaciones de mantenimiento necesarias, recambios y/o reposiciones.
- Actualización a los últimos niveles de sistema operativo, *firmware*, mejora de ingeniería, etc., que se realizará de acuerdo a la planificación establecida conjuntamente con el personal técnico del CSUC.

Los licitadores deberán especificar en su oferta los perfiles de los técnicos que llevarán a cabo el servicio de soporte, así como su experiencia previa en instalaciones y servicios de soporte de características similares a la que es objeto del presente pliego.

---

<sup>1</sup> En todas las referencias a “día laborable” o “día festivo”, se considera el calendario laboral de la ciudad de Barcelona.

En caso de incidencia crítica, el CSUC podrá pedir al adjudicatario informes puntuales que expliquen sus causas, su resolución y las medidas correctivas tomadas. Estos informes deberán ser entregados por el proveedor al CSUC en un plazo máximo de 3 días laborables.

El licitador deberá describir en detalle los tipos de soporte disponibles y las condiciones de contratación de cada uno de ellos una vez finalice el periodo de garantía, así como sus condiciones contractuales, que deberán quedar detalladas en la oferta económica del sobre C. En concreto, será necesario especificar la política del licitador respecto a averías y reparaciones del equipamiento, la jornada laboral para incidencias y el tiempo de respuesta previsto de resolución.

Cabe señalar que todos los costes de mantenimiento incurridos durante el periodo de garantía deben estar incluidos en el precio ofertado por el equipamiento.

## 7. Oferta de prestaciones que optimicen el rendimiento de los equipos

Los licitadores podrán ofrecer prestaciones que optimicen el rendimiento de los equipos y que será necesario incorporar al sobre que corresponda según el caso. Estas son:

Para el lote 1:

- Número total de nodos del sistema ofertado. (Sobre B)
- Número máximo de núcleos por procesador. (Sobre B)
- Frecuencia de los procesadores (sin modo turbo activado). (Sobre B)
- Memoria principal de los nodos ofertados (excluyendo la de las GPGPU). (Sobre B)

Para el lote 2:

- Número total de nodos del sistema ofertado. (Sobre B)
- Número máximo de núcleos por procesador. (Sobre B)
- Frecuencia de los procesadores (sin modo turbo activado). (Sobre B)
- Memoria principal de los nodos ofertados (excluyendo la de las GPGPU). (Sobre B)

Las ofertas recibidas para los dos lotes se valorarán de manera conjunta y de forma ponderada tal y como se especifica en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares.

## 8. Duración del proyecto y plazos de entrega

Los licitadores presentarán una propuesta de cronograma que distinga claramente cada una de las fases previstas para la ejecución del proyecto en cuanto a entrega y puesta en marcha de todo el hardware y software, y que incluirá como mínimo los siguientes hitos:

- Revisión de las instalaciones técnicas.
- Entrega de los equipos.
- Instalación y configuración del sistema.
- Plan de aceptación y pruebas del equipamiento.
- Plan de formación.

El nuevo equipamiento deberá estar plenamente operativo y en explotación en un plazo máximo de 6 meses a contar desde la fecha de firma del contrato.

## 9. Anexo I

Equipamiento de red actual del entorno de supercomputación:

- Red de cálculo (*Infiniband*) - Mellanox QM8790
- Red de datos (25 Gbps) - Huawei CE16804
- Red de acceso a servicios y administración (25 Gbps) - Huawei CE16804
- Red IPMI o de gestión - FS S5800-48TS4S-PE