

**PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARA  
SUMINISTRO, ENTREGA E INSTALACIÓN DE UN  
SISTEMA LASER C.P.A. TITANIO ZAFIRO FASE III CON  
UN PETAVATIO DE POTENCIA PICO PARA EL CENTRO  
DE LÁSERES PULSADOS ULTRACORTOS  
ULTRAITENSOS (CLPU)**

**Expediente 04/2010 SU**

**Redactado por: Pedro García,  
Enrique Conejero y Cruz Méndez**

**Aprobado por: Luis Roso Franco**

### *1.- Información General*

El CENTRO DE LÁSERES PULSADOS ULTRACORTOS ULTRAIINTENSOS (CLPU) es una nueva infraestructura científica creada bajo la forma de un Consorcio entre el Ministerio de Ciencia e Innovación, la Junta de Castilla y León y la Universidad de Salamanca. Es parte de la implementación del mapa de infraestructuras científico técnicas singulares de España. El consorcio CLPU está ubicado en Salamanca y fue creado el 19 de diciembre del 2007. El CLPU es evolución de un grupo especializado en láseres de Teravatio de la Universidad de Salamanca.

Objetivos del Consorcio del CLPU son:

- Construir un láser de Petavatio.
- Desarrollar la tecnología de pulsos ultracortos en España.
- Avanzar significativamente en la tecnología de láseres intensos compactos.
- Promover su uso en diversos campos: Física, Ingeniería, Química, Biología, Medicina, Energía, etc.
- Abrir la instalación a la comunidad científica de usuarios nacional e internacional.

El objetivo del Petavatio Español es desarrollar una tecnología que sea muy robusta y aplicable a entornos científico-técnicos. En el camino al Petavatio (la denominada Fase III) se han establecido dos fases intermedias, la Fase I consistente en un sistema de 20 Teravattios actualmente operativo en las instalaciones provisionales en el edificio de Físicas de Salamanca y la Fase II, consiste en un sistema de más de cien Teravattios que se acaba de licitar. La Fase III es el objeto del presente documento.

### *2.- Objeto y Alcance del contrato:*

Este pliego de prescripciones técnicas tiene por objeto determinar las especificaciones por las que se regirá el proceso de licitación para la contratación, suministro, entrega e instalación de un sistema láser pulsado capaz de alcanzar un Petavatio (1.000 Teravattios) de potencia pico, basado en la tecnología de Titanio:Zafiro con pulsos de duración no superior a 30 femtosegundos

Este sistema puede utilizar como base(*front end*) el sistema correspondiente a la Fase II o ser independiente.

El alcance del contrato comprende la propuesta técnica, la fabricación, las pruebas en origen, el envío, la instalación y las pruebas definitivas en destino.



### *3.- Presentación de ofertas y documentación técnica:*

Es importante remarcar que el Petavatio es una potencia extrema, que hay muy pocos láseres de este tipo en funcionamiento en el mundo y que sus parámetros de funcionamiento están muy en el límite de la tecnología actual. Esas consideraciones deben tenerse en cuenta en todo el proceso.

Las empresas licitadoras deberán ofertar sistemas que cumplan las especificaciones técnicas mínimas que se establecen, o en su caso, podrán ofertar sistemas con características equivalentes y cuyas prestaciones finales sean semejantes a las establecidas.

El licitador se comprometerá a ofertar los sistemas con la última tecnología disponible en el momento, no pudiendo estar éstos discontinuados en el mercado o en situación de anuncio de discontinuidad en un futuro próximo.

Además, deberán presentar la siguiente documentación, que constituirá un compromiso formal en el caso de resultar adjudicataria:

- a) Declaración responsable de que la oferta cumple con las especificaciones técnicas descritas en la encuesta técnica, o en su defecto, aclaración de las razones por las que alguna de las especificaciones es sustituida por otra sin afectar al objeto del contrato o a las prestaciones buscadas.
- b) Declaración responsable del periodo de garantía del equipo. En el supuesto de que alguna parte o subsistema tenga un período de garantía diferente del principal lo indicarán igualmente en la oferta.
- c) Si procede, relación detallada de las necesidades técnicas previas a la instalación de los aparatos.
- d) Si procede, compromiso de las actualizaciones de software y hardware, sin cargo.
- e) Protocolo para las pruebas de aceptación a efectuar en el aparato una vez instalado.
- f) Programa de formación de los usuarios con detalle del alcance, contenido y duración. Dichos programas se ejecutarán en fecha posterior a la recepción del aparato.

Las empresas licitadoras proporcionarán igualmente, para facilitar una correcta evaluación, los catálogos, datos técnicos adicionales y todos aquellos documentos que estimen adecuados.



#### *4.- Obligaciones del adjudicatario*

Las empresas que resulten adjudicatarias estarán obligadas a:

1. Entregar un plan detallado de trabajo, donde se especificarán las principales fases del desarrollo del proyecto y la duración estimada de cada una de ellas, siendo el plazo máximo de dicho plan de trabajo de dos años.
2. Entregar e instalar los sistemas con todos los equipos adicionales, dispositivos, elementos de interconexión y accesorios necesarios para un total y correcto funcionamiento.
3. Si procede, llevar a cabo las pruebas de aceptación correspondientes, de acuerdo con lo establecido en la legislación vigente.
4. Proceder a la formación de los profesionales designados por el Centro de acuerdo con el plan formativo incluido en su oferta.
5. Entregar, junto con el aparato, la documentación técnica completa que incluya: certificados de marcado CE; manuales de instrucciones, de operación y de mantenimiento; esquemas electrónicos y mecánicos y lista de despieces con indicación de vida útil aproximada de cada pieza.

#### *5.- Especificaciones técnicas*

El objetivo de este suministro, denominado Fase III, consiste en la ampliación del sistema láser correspondiente a la Fase II, o proponer una solución alternativa que se considere técnicamente más adecuada.

Este sistema se va a emplear, entre otras, para aplicaciones de aceleración de partículas (electrones y protones) y filamentación. Estas aplicaciones requieren una alta calidad del haz, un excelente contraste, duraciones de pulso ultracorto variables y posibilidad de emisión múltiple.

Elementos de vacío, como la cámara de vacío del compresor de pulsos están excluidos ya que se fabricarán de forma independiente. Con el suministro se deben facilitar los detalles, planos, etc., necesarios para su construcción.

Características técnicas mínimas fase III:

- Deberá ser un sistema láser basado en amplificador de titanio-zafiro.
- Deberá trabajar con una tasa de repetición de un disparo por segundo. Se aceptarán

tasas de repetición menores (nunca por debajo de un disparo cada diez segundos) si vienen justificadas por mejoras tecnológicas en la línea de las mejoras a valorar que se indican en el próximo epígrafe.

- En cualquier caso, deberá tener la posibilidad de disparo único.
- Su longitud de onda deberá estar en torno a 800 nanómetros (+- 10 nanómetros).
- La duración de los pulsos deberá estar comprendida entre 25 y 30 femtosegundos FWHM, limitada Fourier. Además deberá admitir la posibilidad de ser ajustable hasta 50 femtosegundos.
- El ancho de banda del pulso deberá ser mayor que 50 nanómetros, deberá llegarse a los 70 nanómetros en caso de pulsos 25 femtosegundos de duración.
- La energía de salida debe ser mayor que 30 Joule después de compresión.
- La potencia pico del sistema deberá ser mayor que 1000 teravatios.
- El contraste ASE (contraste sobre el fondo de amplificación de emisión espontánea) deberá ser mejor que  $10e10 : 1$ .
- El contraste en picosegundos deberá ser mejor que  $10e8 : 1$ .
- La estabilidad de energía pulso a pulso deberá ser mejor que el 1 por ciento rms.
- La estabilidad de direccionamiento del pulso deberá ser mejor que el 10 por ciento de la divergencia del haz.
- La razón de Strehl deberá ser mayor que 0,6 sin sistemas correctores del haz.
- Las características espaciales del haz (estructura, divergencia,...) no deberán cambiar al pasar del modo de disparo continuo al modo de disparo único.
- A fin de tener un sistema robusto, la eficiencia de extracción en las etapas de amplificación no debe exceder el 35 por ciento.
- A fin de tener un sistema robusto, la fluencia aplicada a las redes de difracción no debe exceder los 100 mJ/cm<sup>2</sup>.
- A fin de tener un sistema robusto, la fluencia aplicada a los cristales de titanio:zafiro no debe exceder 1 J/cm<sup>2</sup> por cara.



### Mejoras a valorar para la Fase III:

- Se valorarán mejoras en el contraste, estabilidad, calidad del haz y demás parámetros que ayuden al mejor cumplimiento de los objetivos para los que se adquiere el presente sistema.
- Se valorará equipamiento adicional (correlador cruzado de alto grado dinámico, autocorrelador de disparo único, controlador de fase espacial, controlador del frente de onda,...).
- Se valorará la existencia de un plan de mantenimiento del sistema, durante la etapa de garantía y posteriormente.
- Se valorará un plan completo para la cadena láser que permita su correcto análisis y permita una serie de salidas adicionales escalonadas. Las soluciones técnicas para estos haces secundarios se valorarán especialmente. Idealmente todos los haces deben funcionar simultáneamente. Los rendimientos del sistema cuando funcionen varios haces simultáneamente deben ser justificados para su valoración.
- Los indicadores de fiabilidad del sistema se valorarán especialmente puesto que el CLPU es una instalación destinada a usuarios. El diseño del sistema debe considerar la fiabilidad y el alejamiento de las condiciones de trabajo de riesgo extremo.
- Se valorará la existencia de un plan completo de control de la cadena láser a tiempo real. Este control debe facilitar el diagnóstico diario del sistema aportando datos como el espectro simultáneo de oscilador y amplificadores, longitud temporal del pulso, calidad espacial, contraste y energía. Deberán asimismo integrarse ccdds, fotodiodos u otros elementos que permitan seguir el alineamiento intermedio de la cadena. El sistema permitirá el volcado de todos estos datos para llevar un control histórico del mismo. El control permitirá la operación en remoto de toda la cadena y el alineamiento remoto del compresor del sistema.
- Se valorará que las redes del compresor sean monolíticas y no facetadas.

### *6.-Plazo de garantía*

El plazo de garantía del sistema, incluidos sus componentes y accesorios, será como mínimo de dos años, contados a partir de la fecha en que, una vez completada la instalación, realizada la prueba de aceptación y suministrada la formación básica a los usuarios, tenga lugar la formalización de su recepción en el CLPU.

Las garantías incluirán mano de obra y desplazamiento. Si hubiera elementos o componentes cuya garantía complementaria sea diferente de la que afecta al resto del aparato, deberá hacerse constar explícitamente.

### *7.-Asistencia Técnica*

En las ofertas deberá incluirse un proyecto de las condiciones en que el ofertante se comprometería a llevar a cabo el mantenimiento del sistema, especificando el mismo, antes y a partir del momento de la finalización de la garantía ofertada, condiciones que serán valoradas conjuntamente con el resto de la oferta.

Si el mantenimiento debiera ser asumido por terceros, se incorporará a la oferta un compromiso formal de los mismos, con las especificaciones de las condiciones en que tal compromiso se produce.

Se deberá especificar, para las diferentes opciones de mantenimiento, el precio anual total expresado en porcentaje sobre el precio unitario del aparato a suministrar (IVA incluido). Las opciones a considerar serán, como mínimo, las siguientes:

Tipo A: mantenimiento a todo riesgo, en la que estarán incluidos todos los gastos, sin ninguna restricción, que se deriven de la reparación del aparato averiado, incluyendo el mantenimiento preventivo, el correctivo, el técnico legal (si procede) y todos los materiales, repuestos y fungibles.

Tipo B: mantenimiento preventivo, limitado a las labores de mantenimiento preventivo y en las condiciones que el suministrador especifique.

Tipo C: Sin contrato de mantenimiento: El licitador deberá indicar los costes hora / técnico y los de desplazamiento (en ambos caso IVA incluido), que repercutirá al CLPU en el supuesto de que sea reclamado para reparar un aparato y no figure formalizado contrato de mantenimiento al efecto. Deberá igualmente indicar cuál es el plazo de respuesta efectivo en estos supuestos.

### *8.- Fungibles*

Las empresas licitantes indicarán el material fungible necesario y/o aconsejable para obtener del objeto de adquisición las máximas prestaciones. En este sentido, relacionarán dicho material de forma pormenorizada, indicando expresamente su denominación, referencia, proveedor/es, cometido específico, periodo aproximado de duración y su precio actual de venta impuestos incluidos.

### *9.- Manuales del usuario e Información*

Se deberá aportar información técnica, no trivial, sobre el sistema que ayude a la comprensión técnica de los componentes más críticos del sistema. Se considerará aceptable información técnica en inglés.

### *10.- Programas Formativos para técnicos y usuarios*

Se deberá incluir un programa formativo para los primeros técnicos y toda aquella información formativa que se considere relevante para técnicos y usuarios. Se considerará aceptable formación en inglés.

### *11.- Abonos a cuenta por cumplimiento de acreditación de recepciones parciales*

El plazo máximo para la entrega e instalación será de 2 años a contar desde el día siguiente a la formalización del correspondiente contrato.

No obstante y dada la complejidad del proceso se establecen como referencia las siguientes recepciones parciales, fases de seguimiento y entrega:

- a) Entrega de los planos técnicos del diseño, especialmente para poder definir los sistemas de vacío necesarios en las instalaciones y para poder calcular de forma precisa las restantes cargas del edificio. Fecha estimada de entrega, 1 mes desde la formalización del contrato. Importe, 10 por ciento del importe de adjudicación.
- b) Entrega de un sistema de control del contraste para el front end. Fecha estimada de entrega, 1 mes desde la formalización del contrato. Importe, 10 por ciento del importe de adjudicación.
- c) Entrega de los cristales de Ti:Zafiro y sus correspondientes monturas. Fecha estimada de entrega, 12 meses desde la formalización del contrato. Importe, 5 por ciento del importe de adjudicación.
- d) Entrega parcial de sistemas de bombeo. Fecha estimada de entrega, 18 meses desde la formalización del contrato. Importe, 10 por ciento del importe de adjudicación.

- e) Entrega parcial de sistemas de bombeo. Fecha estimada de entrega, 24 meses desde la formalización del contrato. Importe, 10 por ciento del importe de adjudicación.
- f) Formación del personal propio del CLPU en el sistema de Petavatio para preparar su instalación adecuada y entrega de todo el material de control del sistema. Fecha estimada de entrega, 18 meses desde la formalización del contrato. Importe, 5 por ciento del importe de adjudicación.
- g) Entrega de los equipos restantes. Fecha estimada de entrega, 24 meses desde la formalización del contrato. Importe, 20 por ciento del importe de adjudicación.
- h) Puesta en marcha de los equipos y aceptación. Fecha estimada de entrega, 24 meses desde la formalización del contrato. Importe, 30 por ciento del importe de adjudicación.

El pago de las cantidades antes señaladas exigirán la recepción con plena conformidad por parte del CLPU.

#### *12.- Pruebas de aceptación*

Durante el proceso de fabricación, el CLPU podrá solicitar cuantas comprobaciones técnicas estime necesarias, y una vez finalizado el proceso proceder a la prueba definitiva de aceptación en origen y destino.

#### *13.- Presupuesto máximo*

Importe máximo de la Fase III, Petavatio  
7.120.688,76.- euros (6.034.482,00.- euros + IVA 18 por ciento).

#### *14.- Lugar de entrega*

El lugar exacto de la entrega e instalación será determinado por el CLPU, una vez se realicen y superen las pruebas o ensayos en origen.

#### *15.- Información Técnica y contactos*

Para cualquier aclaración de contenido técnico, pueden contactar con:

Luis Roso Franco  
[roso@usal.es](mailto:roso@usal.es)

