



**Asistencia Técnica para la puesta en marcha de un correlador astronómico y geodésico
para RAEGE y EU-VGOS en el Observatorio de Yebes dentro del proyecto
YNART cofinanciado con fondos FEDER**

Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares

INDICE

1 Consideraciones y prescripciones generales	2
2 Descripción técnica del futuro correlador VLBI relevante para los trabajos a realizar	4
3 Relación detallada de tareas	6
4 Medios personales	8
5 Seguimiento	9
6 Plan de trabajo	10
7 Obligaciones de información y publicidad	11



1 Consideraciones y prescripciones generales

Esta licitación se enmarca dentro de la operación YNART "Infraestructuras para la actualización de los radiotelescopios del Observatorio de Yebes", cofinanciada con fondos FEDER, que tiene como objetivo la mejora de los instrumentos de observación y de procesamiento radioastronómico del Observatorio de Yebes. Concretamente consiste en la implementación de un **correlador de software** para el procesamiento de las observaciones del interferómetro de RAEGE con objetivos astronómicos y geodésicos, y más adelante del proyecto EU-VGOS del que el radiotelescopio de 13,2 m forma parte. El proyecto RAEGE "Red Atlántica de Estaciones Geodinámicas y Espaciales" se puso en marcha por el Instituto Geográfico Nacional (IGN) en colaboración con el Gobierno Regional de Azores.

El objeto de este expediente es la contratación de una Asistencia Técnica para la puesta en marcha de un correlador de VLBI tipo software basado en clúster para HPC, así como el asesoramiento técnico de las adquisiciones necesarias.

La duración del contrato está prevista para 20 meses, contando con una fecha de inicio estimada en septiembre de 2021.

Las tareas a realizar por la empresa adjudicataria de esta Asistencia Técnica se dividirán en tres etapas o fases:

- Una primera fase de diseño donde se requiere el asesoramiento tecnológico para dimensionar la instalación en términos de unidades de cómputo, capacidad de almacenamiento y elementos de intercomunicación, así como identificar y seleccionar los componentes COTS, tanto para cómputo como almacenamiento, la red de comunicaciones y elementos auxiliares de instalación (bastidores) y de acondicionamiento térmico para la sala que albergará el clúster.
- En una segunda fase se ejecutará la instalación y configuración de los equipos adquiridos a partir del primer punto, de forma que al término de esta segunda fase se disponga de un correlador operativo.
- La tercera fase, que comenzará una vez finalizada la segunda y hasta el fin del contrato, se ocupará de la correlación de los experimentos VLBI, fundamentalmente VGOs y EU-VGOS, que se le indique desde el Observatorio de Yebes. Esta fase permitirá verificar el funcionamiento correcto del correlador en un entorno real e identificar y corregir los errores o incidencias que se produzcan durante esta fase, así como documentar el proceso desde la recepción de los datos hasta la generación del producto final.



Todas las tareas necesarias para completar los tres puntos anteriores, las cuales serán relacionadas más adelante en este documento, serán realizadas en colaboración y bajo la supervisión de un técnico responsable designado por el Observatorio de Yebes (OY).

El desarrollo de los trabajos a realizar para el servicio contratado tendrá lugar en el Observatorio de Yebes, sin perjuicio de visitas a potenciales suministradores de ciertos componentes.

2 Descripción técnica del futuro correlador VLBI relevante para los trabajos a realizar

Como se ha mencionado en la memoria justificativa de esta licitación, el objetivo es dotar a la red RAEGE de un correlador software que se ocupe del procesado de datos de las observaciones que realicen los radiotelescopios de esta red, generando los productos para su posterior análisis geodésico. Dentro de los correladores software bajo licencia de código libre y gratuito se ha escogido DiFX por ser el más utilizado en la comunidad de VLBI geodésico. La implementación software de un correlador favorece su escalado, facilidad de operación y puesta en marcha, flexibilidad y facilidad de mejora, a cambio fundamentalmente de un rendimiento menor frente a las soluciones hardware o híbridas. DiFX está diseñado para ser ejecutado sobre un clúster de computadoras de propósito general.

El correlador consistirá en un conjunto de máquinas de cómputo de carácter general interconectadas mediante una red de baja latencia tipo Infiniband, albergados en bastidores en una sala térmicamente controlada. Esta sala se situará en uno de los edificios de laboratorios y oficinas del Observatorio. Entre los elementos que componen el clúster, puede distinguirse:

- **Unidades de cómputo:** Equipos que se encargaran de realizar las operaciones necesarias. Estas máquinas correrán el software específico que implementa un correlador para observaciones de Interferometría de Muy Larga Línea de Base (VLBI por sus siglas en inglés).
- **Área de almacenamiento.** Espacio de memoria donde almacenar las señales captadas por cada antena hasta el momento de correlación. Típicamente las estaciones participantes en un experimento VLBI transfieren electrónicamente sus datos al correlador una vez ha finalizado la observación, para que este pueda procesar la sesión tan pronto como le sea posible. Las unidades de cómputo deben poder acceder a esta información de forma rápida, por lo que en la fase de diseño no debe tenerse en cuenta únicamente las unidades físicas que desplegar, sino también el formato lógico (sistema de ficheros) en que va a ser almacenada la información. También guarda los productos



de la correlación hasta su exportación para el análisis geodésico por el centro responsable.

- **Red de interconexión:** Equipamiento de red para comunicar los elementos anteriores.

Mediante la satisfacción de este contrato se desea obtener un clúster HPC con los elementos descritos anteriormente, capaz de correr el software DiFX de tal forma que se cumplan las siguientes especificaciones asociadas a un correlador VLBI:

- Permitir la correlación sostenida en tiempo real de una red con un mínimo de **4 estaciones** (6 líneas de base) con una tasa de adquisición de datos por estación de **32 Gbps**. El correlador debe por tanto ser capaz de **absorber** un volumen de datos de entrada de 128 Gbps. Este requerimiento debe ser tenido en cuenta a la hora de realizar el diseño de la red de interconexión así como de la selección de la infraestructura de almacenamiento, de forma que no se produzcan cuellos de botella que impidan alcanzar el objetivo.
- Capacidad de almacenamiento mínima de 4 PBytes (4000 Tera Bytes).
- Actualmente los radiotelescopios que participan en observaciones VLBI registran sus datos en soporte magnético, en unos casos mediante servidores de propósito general y en otros en sistemas diseñados específicamente para tal función. El correlador recibe los datos de cada estación mediante transferencias electrónicas a través de Internet o físicamente mediante un servicio de mensajería postal que transporta el soporte magnético y los almacena hasta el momento de la correlación. Un correlador debe por tanto poseer capacidad de almacenamiento digital propia y también registradores específicos VLBI donde alojar el soporte magnético que haya sido entregado por mensajería. El registrador específico más utilizado actualmente es el sistema Mark6 desarrollado por el MIT Haystack Observatory.
- La red de comunicaciones interna del correlador no debe suponer un cuello de botella en el rendimiento del correlador. Para ello, debe atenderse especialmente a algunas características propias de las redes telemáticas:
 - Mínima latencia.
 - Alto ancho de banda. Típicamente se usan tecnologías 100 Gbps.
 - Diseño topológico que evite congestión de tráfico.



- Adicionalmente, se pide el diseño de la infraestructura de acondicionamiento térmico que permita la operativa del correlador con todas sus partes trabajando bajo las condiciones de temperatura, humedad y presión nominales.

3 Relación detallada de tareas

A continuación, se describen las tareas mínimas a realizar en cada etapa o fase de este contrato de Asistencia Técnica.

- **Fase 1. Diseño. Definición de especificaciones**

- A. Elementos de computación.
 - A.1. Dimensionamiento en número de unidades de cómputo (CPU Cores, TFLOPS).
 - A.2. Selección del modelo y número de servidores.
 - A.3. Requerimientos de memoria principal.
- B. Diseño del área de almacenamiento masivo.
 - B.1. Requerimientos de memoria secundaria.
 - B.2. Selección de las unidades de almacenamiento.
 - B.3. Selección e instalación de la tecnología de almacenamiento: sistemas de ficheros locales / red, RAID.
- C. Diseño de la red
 - C.1. Selección de la tecnología de red.
 - C.2. Diseño de la topología de red.
 - C.3. Selección de equipamiento de red: elementos de conmutación y tipo de cableado.
- D. Diseño del acondicionamiento térmico de la sala del correlador
 - D.1. Definir, en base a las características técnicas de los equipos que hayan sido identificados en las tareas anteriores, un límite máximo de humedad relativa y un rango térmico para la operativa del clúster sin fallos.
 - D.2. Establecer los requerimientos en capacidad de refrigeración que permitan cumplir las especificaciones del punto anterior e identificar un sistema de acondicionamiento acorde.

- **Fase 2. Instalación**

- A. Instalación de nodos de cómputo.
 - A.1. Instalación y configuración del sistema operativo.
 - A.2. Instalación de dependencias software.



- A.3. Despliegue del sistema de ficheros en red.
- B. Instalación y configuración de equipos de almacenamiento.
 - B.1. Instalación y configuración del sistema operativo.
 - B.2. Configuración RAID / sistema de ficheros en red según criterios establecidos en la fase de diseño.
- C. Despliegue de red.
 - C.1. Cableado estructurado.
 - C.2. Instalación y configuración de elementos de red: switches / routers.
 - C.3. Configuración de red de los equipos integrantes del clúster.
- D. Elaboración de un banco de pruebas para verificar el cumplimiento de requisitos.

- **Fase 3. Operación del correlador.**

- Correlación de experimentos VLBI. Esta fase deberá durar desde la finalización de la fase 2 hasta el fin del contrato.

4 Medios personales

En relación a los recursos humanos destinados al objeto de esta licitación deben tenerse en cuenta los siguientes puntos:

- Para la ejecución de los trabajos que son objeto de esta Asistencia Técnica, la empresa adjudicataria dispondrá del personal con la sobrada experiencia que estime necesario. Como mínimo debe asignar al contrato un ingeniero a jornada completa que deberá realizar su trabajo en las instalaciones del OY y otro a media jornada para prestar supervisión/apoyo que no tendrá que desarrollar su actividad en las instalaciones del OY.
- La empresa adjudicataria designará a un responsable ante el CNIG, a quién corresponderá las funciones de co-dirección, planificación y coordinación de los trabajos y actuará a su vez como representante de la empresa adjudicataria y máximo interlocutor técnico válido ante el CNIG. Este responsable deberá estar disponible mediante teléfono o correo electrónico durante la jornada laboral establecida.
- El personal del adjudicatario no tendrá ninguna vinculación laboral con el CNIG, ya que dependerá única y exclusivamente del adjudicatario, quien tendrá todos los derechos y obligaciones inherentes en su calidad de empresa con arreglo a la legislación laboral y social vigente y a la que en lo sucesivo se promulgue.



- En ningún caso será responsabilidad del CNIG, las quejas u otras obligaciones nacidas entre el adjudicatario y su personal, incluso cuando estas sean consecuencia directa o indirecta del cumplimiento o interpretación del contrato objeto de este Pliego.
- Será por cuenta del adjudicatario el desplazamiento de todo el personal necesario para la realización de la asistencia técnica contratada.

5 Seguimiento

A la finalización de cada una de las tareas (A,B,C,D) definidas en las fases de la Sección 3 el contratista entregará al responsable del contrato del OY el informe correspondiente, que deberá ser aprobado por los técnicos del Observatorio de Yebes.

Además, cada tres meses, se celebrará una reunión de seguimiento de los trabajos en el propio OY (presencial). La asistencia técnica preparará y enviará al OY, con antelación suficiente, los informes de seguimiento correspondientes a cada reunión.

6 Plan de trabajo

Las empresas licitadoras deberán realizar la planificación y ejecución de los trabajos de las diferentes fases ajustándose al siguiente cronograma preliminar:

	2021	2022	2023
Fase 1. Diseño. Definición de especificaciones	X X X X		
Fase 2. Instalación		X X X	
Fase 3. Operación del correlador			X X X

El plazo de ejecución de los trabajos a realizar será de 20 meses desde la firma del contrato.



MINISTERIO
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD
Y AGENDA URBANA



Unión Europea
Fondo Europeo
de Desarrollo Regional
"Una manera de hacer Europa"



CENTRO NACIONAL
DE INFORMACIÓN
GEOGRÁFICA

7 Obligaciones de información y publicidad

La entidad adjudicataria estará obligada a cumplir las obligaciones de información establecidas en el anexo XII, sección 2.2 del Reglamento (UE) 1303/2013 del Parlamento Europeo y del Consejo de 17 de diciembre de 2013, especialmente en las siguientes:

- En los documentos de trabajo, así como en los informes y en cualquier tipo de soporte que se utilice en las actuaciones necesarias para el objeto del contrato, aparecerá de forma visible y destacada el emblema de la UE, hacienda referencia expresa al fondo de desarrollo regional.
- En toda difusión pública o referencia a las actuaciones previstas en el contrato, cualquiera que sea el medio elegido (folletos, carteles, etc) se deberán incluir de modo destacado los siguientes elementos: emblema de la UE de conformidad con las normas gráficas establecidas, así como la referencia a la Unión Europea y al Fondo Europeo de Desarrollo Regional incluyendo el lema: "Una manera de hacer Europa"

Madrid, 18 de mayo de 2021
EL DIRECTOR DEL CNIG

Fdo.: Emilio López Romero