

PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS

SUMINISTRO DE UNA INFRAESTRUCTURA PARA LA SIMULACIÓN EN COMPUTACIÓN CUANTICA (ISAAC)

PROCEDIMIENTO ABIERTO

Nº de Expediente: CT 02/2019

Proyecto financiado por:



Gijón, a la fecha de la firma digital

Fdo. D. Pablo Priesca Balbín
DIRECTOR GENERAL

Índice

1. INTRODUCCIÓN.....	3
2. JUSTIFICACIÓN DE LA NECESIDAD DEL SUMINISTRO.....	3
3. DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL SUMINISTRO.....	3
3.1. Descripción de la infraestructura para simulación en computación cuántica.....	4
4. CONDICIONES GENERALES.....	7
4.1. Transporte, entrega e instalación.....	7
4.1.1. <i>Condiciones de entrega.....</i>	<i>7</i>
4.1.2. <i>Condiciones de Instalación.....</i>	<i>7</i>
4.1.3. <i>Confidencialidad de la información.....</i>	<i>7</i>
4.1.4. <i>Cumplimiento de normativa y certificaciones.....</i>	<i>8</i>
4.1.5. <i>Garantía.....</i>	<i>8</i>
4.1.6. <i>Intercambio de información.....</i>	<i>9</i>
5. IMPORTE.....	9

1. INTRODUCCIÓN.

El presente documento corresponde al Pliego de Prescripciones Técnicas (PPT) para la adquisición de una infraestructura para simulación en computación cuántica (ISAAC) para Fundación CTIC Centro Tecnológico.

Proyecto denominado Infraestructura para la Simulación Cuántica (ISAAC) Ref. IDI/2018/000111 dentro del Programa Asturias 2018-2020 financiado por el Gobierno del Principado de Asturias.

Presupuesto del ejercicio 2019 por tanto la entrega, instalación, facturación y pago (pago previo funcionamiento y conformidad de CTIC) deberán realizarse antes del 31 de diciembre de 2019

2. JUSTIFICACIÓN DE LA NECESIDAD DEL SUMINISTRO.

A día de hoy existe una limitación de acceso a ordenadores cuánticos y, cuando es posible, las tarifas de pago por acceso son inasumibles por la mayoría de las empresas y grupos de investigación.

De esta limitación surge la necesidad y oportunidad de realizar la inversión en esta infraestructura denominada **ISAAC**, “Infraestructura para Simulación en computación Cuántica”

Con esta infraestructura se eliminará la barrera de acceso a capacidades de computación cuántica, pudiendo hacerlo en un entorno simulado, de modo que los algoritmos cuánticos puedan ser diseñados, desarrollados y validados en un entorno de simulación y, una vez optimizados, puedan ser desplegados con garantía de funcionamiento en los ordenadores cuánticos, a día de hoy escasos, pero que se incrementarán en los próximos años, de acuerdo a las previsiones de desarrollo de esta tecnología.

3. DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL SUMINISTRO.

De acuerdo a lo dispuesto en el artículo 126.6 de la Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, todas las marcas, patentes o tipos que se mencionen en el presente pliego de prescripciones técnicas, se entenderán referidas a equivalentes.

Las características técnicas establecidas en el presente pliego de prescripciones se entenderán como mínimos obligatorios, **pudiendo ser excluidas de la presente contratación aquellas propuestas que, a juicio de la Mesa de Contratación, incumplan total o parcialmente el presente pliego.**

No se permitirá la inclusión de elementos para los cuales el fabricante haya anunciado su discontinuidad en un futuro, en la producción y/o venta antes de la fecha de finalización de presentación de las ofertas. La inclusión de dichos elementos será motivo de exclusión de la empresa en la fase de licitación y/o en la resolución del contrato con las repercusiones legales a las que se vea sujeta por la infracción cometida.

En caso de que el licitador no suministre exactamente los elementos indicados, deberá incluir una justificación detallada de la equivalencia, compatibilidad e interoperabilidad con el resto de los componentes, y a nivel del sistema completo asegurando su funcionalidad.

3.1. DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA PARA SIMULACIÓN EN COMPUTACIÓN CUÁNTICA.

El objetivo de la presente licitación consiste en la adquisición de una infraestructura para la ejecución de simulaciones de computación cuántica y más concretamente, para emular algoritmos cuánticos de propósito general (*General Purpose Quantum Algorithms*, GPQA en adelante) que, como su propio nombre indica, son los susceptibles de ser usados para cualquier tipo de problema dentro del contexto cuántico.

Un GPQA se expresa (codifica) como un circuito formado por puertas lógicas cuánticas que operan sobre los diferentes *qubits* (bits cuánticos). Nótese que el número de puertas cuánticas y la disposición de éstas sobre los *qubits* en un GPQA puede ser cualquiera. Esto hace que un Simulador de Computación Cuántica, denominado en inglés como *General Purpose Quantum Simulator* (GPQS), tiene sus limitaciones principalmente en dos ámbitos: memoria (*memory bound*) y capacidad de computación (*compute bound*).

La limitación de memoria (*memory bound*) en los GPQS es clara: para simular un circuito cuántico de N qubits se necesitan $c \cdot 2^N$ bytes de memoria central (RAM) en un sistema clásico, siendo c una constante que, para números complejos, lo habitual en computación cuántica es aproximadamente 16. En la siguiente tabla se muestran las necesidades mínimas de RAM para simular circuitos con un número de *qubits* oscilando entre 16 y 50.

#qubits	Memoria RAM			
	MBytes	GBytes	TBytes	PBytes
16	1			
32		64		
38			4	
40			16	
46				1
50				16

Los ordenadores cuánticos de acceso público actuales, como los de IBM y Google, cuentan con 20 *qubits* aproximadamente, con previsiones de incremento hasta los 50 qubits a lo largo de

2019. Es de esperar que el acceso a los nuevos ordenadores cuánticos sea en un formato tipo “pago por uso” y con unas tarifas muy elevadas.

En base a lo anterior, parece que la estrategia correcta será diseñar, implementar, depurar, validar y optimizar los algoritmos cuánticos (GPQAs) en simuladores (GPQSS) para, posteriormente en producción, ejecutar dichos algoritmos en los ordenadores cuánticos.

Esto hace que cualquier infraestructura destinada a la simulación cuántica, debería contar con una cantidad de memoria central que permita simular con garantía circuitos de al menos 38 qubits para que sea equiparable a la capacidad de los ordenadores cuánticos previstos para los próximos años. Esto implica contar con aproximadamente entre 5 y 6 TeraBytes de memoria. Nótese que lo relevante es disponer de dicha cantidad de memoria y no el soporte y la tecnología utilizada que habilitan una visión transparente de los recursos como RAM. Evidentemente, es deseable que la “cercanía”, al igual que la velocidad, de la memoria al procesador sea la mayor posible para obtener una velocidad de simulación óptima.

En cuanto a la limitación en la capacidad de cálculo de los simuladores (*compute bound*), la misma radica en que las puertas cuánticas, en su base, son operaciones entre matrices y vectores. Es sabido que las operaciones a nivel matricial corresponden con el nivel 3 de BLAS/LAPACK (*Basic Linear Algebra Subprograms / Linear Algebra PACKage*), mientras que las operaciones entre matrices y vectores se engloban dentro del nivel 2. Los dos niveles más intensivos en cálculo.

A día de hoy la mejor opción para abordar con éxito la limitación en capacidad de cálculo es una arquitectura híbrida o heterogénea, formada por varias Unidades Centrales de Procesamiento (CPU) y varias Unidades de Procesamiento Gráfico (GPU). Hay, obviamente, otras opciones, como por ejemplo el uso de procesadores Xen Phi, pero son o menos estándar o menos prestacionales y/o con una relación vatio/flop¹ inferior.

En base a lo anterior, una infraestructura destinada a la simulación cuántica debe mantener un equilibrio adecuado entre memoria y capacidad computacional, para que sea eficiente tanto a nivel operativo, como económico.

Así, si el subsistema de proceso es insuficiente, habrá carencias en la capacidad computacional (*compute bound*). Aunque esto no limita el número de *qubits* en los circuitos cuánticos a simular, hará que la ejecución de las simulaciones sea extremadamente lenta. Por otro lado, si se sobredimensiona en exceso (por ejemplo 16, 32 o más CPUs), el precio será extremadamente elevado o su gestión/programación será muy compleja.

No ocurre lo mismo con la RAM (*memory bound*). La cantidad de RAM sí limita el número de *qubits* del circuito a simular y, además, la cantidad de memoria con la que se puede dotar un

¹ flop = operaciones de coma flotante por segundo

sistema clásico no escala tan bien como el número de CPUs y suele recurrirse, para ingentes cantidades, a soluciones propietarias y/o paradigmas de memoria distribuida que complican la programación y ralentizan las simulaciones. Por tanto, plantearse simular circuitos de 45 qubits no es realista en tanto y cuanto no ofrece un salto cualitativo respecto a uno de 40 y sí en cambio un cambio extremo en el hardware necesario, tanto a nivel de arquitectura como de precio.

Por todo lo expuesto, el objetivo de simulación para la infraestructura objeto de la presente licitación, se fija en 38 *qubits*, alcanzable con un equipamiento consistente en 96 módulos de 64 GB cada uno de ellos, que conforman un total de 1 TB de memoria RAM, y una arquitectura híbrida con 8 procesadores Intel® Xeon® Platinum 8153 (16 cores, 2.0GHz y 22MB de memoria caché de nivel 3) apoyados por 2 GPUs NVIDIA de alto rendimiento (TESLA P100 16GB). Además, debe incluir un módulo "Intel DC P4500 1TB NVMe PCIe 3.0", que puede ser configurado como almacenamiento de alto rendimiento y/o complementarlo para soportar memoria RAM sobre dispositivos NVMe o similares.

Una configuración posible, a modo de ejemplo y sin que sea excluyente, teniendo en cuenta lo indicado en el Apartado 3 de este mismo documento, es la siguiente:

DESCRIPCIÓN	UNIDADES
SuperServer 7089P-TR4T (Black)	1
SKL-SP 8153 16C/32T 2.0G 22M 10.4GT UPI	8
64GB DDR4-2666 4Rx4 LP ECC LRDIMM	96
AOC-S3108L-H8iR-16DD Retail Pack W/ Accessory	1
Intel S4500 240GB, SATA 6Gb/s, 3D, TLC 2.5" 7.0mm, 1DWPD, FW121	2
Intel DC P4500 1TB NVMe PCIe 3.0 3D TLC 2.5" 1DWPD, FW QDV10190	1
OOB Management Package (per node license)	1
NVIDIA Tesla P100 16GB CoWoS HBM2 PCIe3.0--PassiveCoolin	2

Se requiere que el suministro sea integrado: el chasis para rack de 19" y todos los componentes que residan en su interior se entregarán ya preconectados, montados y testeados, de manera que no sea necesaria su apertura. CTIC se encargará del montaje en su sala de servidores y la conexión del cableado externo, no requiriéndose por lo tanto servicios de instalación y puesta en marcha.

Este hardware debe ser 100% compatible o certificado para distribuciones modernas de la familia RedHat (CentOS, etc.), y su implantación no supondrá gastos adicionales en software y/o licencias de terceras partes.

4. CONDICIONES GENERALES.

4.1. TRANSPORTE, ENTREGA E INSTALACIÓN.

4.1.1. CONDICIONES DE ENTREGA.

Correrán por cuenta de la empresa todos los trabajos y costes derivados del transporte, descarga, y traslado del material a las instalaciones de CTIC, cuya dirección es:

C/ Ada Byron, 39 – Edificio Centros Tecnológicos
Parque Científico y Tecnológico de Gijón
33203 – Cabueñes – Gijón – Asturias

La entrega de material se realizará en días laborables, en horario de 9:00 a 18:00 horas de lunes a jueves, y en horario de 8:00 a 14:00 en viernes, avisando con al menos dos días de antelación a la recepción del mismo.

El plazo máximo de entrega del equipamiento, una vez firmado el contrato, será como máximo de 2 meses y en todo caso siempre deberá estar entregado en CTIC con anterioridad al 30 de septiembre de 2019, para proceder a su facturación y pago antes de que finalice el ejercicio 2019.

En caso de retraso en el plazo de entrega establecido, se aplicarán a la empresa adjudicataria, las penalizaciones descritas en el apartado *26 del ANEXO I del Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares*.

4.1.2. CONDICIONES DE INSTALACIÓN.

No se requieren servicios asociados a la instalación y puesta en marcha de la instalación. No obstante,

- Se indicará procedimiento para actualización de firmware o cualquier microcódigo de todos los componentes hardware ofertados.
- Los elementos de conexionado (cables) serán suministrados por la empresa licitadora en número suficiente para cumplir con los requisitos de este pliego, en cuanto al conexionado de todos los dispositivos y siempre en configuración de alta disponibilidad. Igualmente se incluirán los cables necesarios para su conexión a las infraestructuras de red existente en el centro de entrega.

4.1.3. CONFIDENCIALIDAD DE LA INFORMACIÓN

La información a la que tenga acceso la empresa como consecuencia del contrato tendrá un carácter confidencial. Se considera expresamente como información confidencial toda la información a la que tenga acceso, vea, escuche o pueda deducir durante los trabajos a realizar

o estancias en áreas seguras de CTIC (centros de proceso de datos, almacenes, etc.). El personal de la empresa adjudicataria debe asumir el compromiso de confidencialidad y salvaguarda de por vida de toda esta información confidencial.

La empresa adjudicataria será responsable de todos los daños y perjuicios que se deriven como consecuencia del incumplimiento doloso o culposo del anterior compromiso.

La empresa adjudicataria no podrá transferir información alguna sobre los trabajos a terceras personas o entidades sin el consentimiento expreso y por escrito de CTIC.

La empresa adjudicataria, en cumplimiento de la "Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal", únicamente tratará los datos de carácter personal a los que tenga acceso en el marco del presente contrato conforme a las instrucciones de CTIC, y no los aplicará o utilizará con un fin distinto al estipulado, ni los comunicará, ni siquiera para su conservación, a otras personas.

Además, deberá cumplir las medidas técnicas y organizativas estipuladas en el Real Decreto 1720/2007, de 21 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de desarrollo de la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de protección de datos de carácter personal. En el caso de que la empresa, o cualquiera de sus miembros, destine los datos a otra finalidad, los comunique o los utilice incumpliendo las estipulaciones del contrato, será responsable de las infracciones cometidas.

Una vez finalizada la relación contractual, los datos de carácter personal tratados por la empresa adjudicataria, así como el resultado del tratamiento obtenido, deberán ser destruidos o devueltos a CTIC en el momento en que éste lo solicite.

4.1.4. CUMPLIMIENTO DE NORMATIVA Y CERTIFICACIONES

Para el equipamiento que proceda, el licitador deberá cumplir con la normativa, tanto estatal como europea, en materia de seguridad eléctrica y mecánica, emisiones electromagnéticas, inmunidad acústica, materiales peligrosos e impacto medioambiental.

4.1.5. GARANTÍA.

Se incluirá una garantía, que podrá ser del fabricante, mínima de 3 AÑOS en piezas y mano de obra, contabilizados a partir de la fecha en que la persona responsable del contrato valide la correcta ejecución del suministro. En caso de que la instalación se distancie del suministro por causas ajenas a la empresa adjudicataria, la fecha de inicio de garantía del equipamiento no podrá ser superior a 60 días naturales desde su suministro.

Durante el periodo de garantía se cubrirá, sin coste adicional, la reparación con la sustitución de piezas deterioradas por piezas originales, así como cualquier avería o mal funcionamiento que

podiera producirse. La garantía de los productos incluirá piezas y mano de obra, debiendo efectuarse las intervenciones en los locales donde estén ubicados los equipos o productos para todos y cada uno de los elementos incluidos en la contratación, en modalidad 8x5, con un tiempo máximo de respuesta del siguiente día laborable, según el calendario laboral de CTIC.

4.1.6. INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN

Durante la ejecución de los trabajos objeto del contrato el adjudicatario se compromete, en todo momento, a facilitar a las personas designadas por CTIC a tales efectos, la información y documentación que éstas soliciten para disponer de un pleno conocimiento de las circunstancias en que se desarrollan los trabajos, así como de los eventuales problemas que puedan plantearse y de las tecnologías, métodos, y herramientas utilizados para resolverlos.

5. IMPORTE.

El presupuesto máximo ESTIMADO del presente contrato será de CIENTO CUARENTA Y CINCO MIL QUINIENTOS (145.500,00 €) Euros, IVA NO incluido.

Gijón, a la fecha de la firma electrónica

Fdo. D. Pablo Priesca Balbín
Director General