



**Institut Català de Ciències del Clima (IC3)**  
IT, Computing and Data Bases

# Plec Tècnic

Obra, subministrament i serveis:

“Licitació per a l'adjudicació d'un contracte d'obra d'instal·lació, subministrament i serveis d'un sistema de computació d'altres prestacions i centre de dades associat per a la simulació del sistema climàtic en l'Institut Català de Ciències del Clima (IC3)”

**Expedient: 2009.ITCDB.01**

Institut Català de Ciències del Clima (IC3)  
C/ Doctor Trueta 203, 3era planta, 08005

Data de publicació: 21 de Setembre de 2009

## Taula de continguts

1. Objectiu de la present licitació .....	<b>3</b>
2. Llista i descripció dels elements bàsics del sistema .....	<b>4</b>
3. Característiques generals de les ofertes i estructura obligatòria del document amb la proposta tècnica .....	<b>6</b>
4. Requeriments i informació necessària per a la seva avaluació .....	<b>7</b>
4.1. Requeriments de hardware .....	<b>8</b>
4.2. Requeriments de sistema operatiu i de software .....	<b>9</b>
4.3. Requeriments d'integració amb la LAN de l'IC3 .....	<b>11</b>
4.4. Requeriments de funcionalitat .....	<b>11</b>
4.5. Requeriments d'escalabilitat .....	<b>12</b>
4.6. Requeriments de benchmark .....	<b>12</b>
4.7. Requeriments d'obra, instal·lació i configuració .....	<b>14</b>
4.8. Requeriments de seguiment i seguretat .....	<b>16</b>
4.9. Requeriments de formació, suport, operació i manteniment .....	<b>16</b>
4.10. Requeriments de consum energètic pel conjunt del sistema .....	<b>17</b>
5. Avaluació dels requeriments i criteris d'adjudicació .....	<b>18</b>
5.1 FUNC = Avaluació de la funcionalitat i la configuració del sistema .....	<b>18</b>
5.2 BENC = Avaluació dels benchmarks .....	<b>21</b>
5.3 OPER = Avaluació de la instal·lació, operació i serveis .....	<b>22</b>
5.4 COST = Avaluació del cost .....	<b>25</b>
5.5. Puntuació global de l'oferta .....	<b>25</b>
Anex I – Benchmark instructions: HPC challenge .....	<b>26</b>
Anex II – Benchmark instructions: fftw .....	<b>28</b>
Anex III – Benchmark instructions: ROMS .....	<b>29</b>
Anex IV – Test de funcionalitat .....	<b>37</b>

## 1. Objectiu de la present licitació

La Fundació Institut Català de Ciències del Clima (des d'ara IC3), constituïda el 29 de juliol de 2008, té per objecte primordial la recerca d'excel·lència en l'àmbit de les Ciències del Clima a fi d'esdevenir un centre de referència internacional de primera línia en el seu àmbit climàtic. L'IC3 té com a objectiu estratègic l'avançament en el coneixement bàsic sobre la gènesi i la dinàmica climàtiques i sobre la capacitat de predir i anticipar millor les variacions del clima i el canvi climàtic futurs. L'objectiu últim és, mitjançant aquest coneixement i a través del desenvolupament de les millors eines predictives possibles, augmentar la capacitat de la nostra societat d'adaptar-s'hi i respondre-hi anticipant-nos i mitigant-ne els efectes negatius.

El present projecte té com a objectiu el dotar a l'IC3 de l'equipament mínim i necessari per poder simular el sistema climàtic, una de les metodologies científiques bàsiques partir de les quals s'organitza tota la resta de la recerca en clima i canvi climàtic. Per simular el clima es necessari integrar tot el coneixement de que es disposa en cada moment sobre els mecanismes i funcionament del sistema climàtic mitjançant models computacionals. En aquests sistemes climàtics virtuals es podem fer experiments controlant els diferents factors que tenen influència sobre el clima terrestre de l'escala local a la global i així entendre millor la seva dinàmica; es podem fer simulacions del clima passat i present per després comparar-les amb les observacions o amb els valors estimats pels paleoclimatòlegs, però sobre tot es poden fer pronòstics del clima futur a curt (predicció estacional), a mig (prediccions decadal) i a llarg termini (canvi climàtic).

Les inversions que suposen aquest projecte, co-finançades al 50% amb fons FEDER, proporcionaran als investigadors de l'IC3 la capacitat d'executar les següents tasques: fer simulacions i experiments amb models climàtics, analitzar els resultats de les simulacions i els experiments amb les eines necessàries, participar en el desenvolupament de models climàtics, en la seva validació o en la seva millora, emmagatzemar les simulacions i experiments a curt termini per la seva anàlisi immediata, emmagatzemar-les a llarg termini per la seva possible re-anàlisi, accedir-hi a tot el sistema des dels seus punts de treball, distribuir els resultats de les simulacions i altres dades de gran volum públicament o de manera restringida en el marc de consorcis de recerca.

El sistema del que es objecte la present licitació s'instal·laran en la planta baixa de les noves dependències de la Fundació Institut Català de Ciències del Clima (IC3), situades al C/ Doctor Trueta 203, 08005, Barcelona. De manera general el sistema desitjat ha de ser:

- Un sistema integrat des del punt de vista estructural que ha d'ocupar un espai físic determinat amb elements que el separin i aïllin del seu entorn, però dotat de les connexions necessàries amb l'exterior per garantir el seu us i funcionament
- Un sistema amb un nucli d'equipaments i software que li proporcionin la funcionalitat bàsica (computació, emmagatzematge i arxivat de simulacions climàtiques). Aquest nucli format per un computador d'altres prestacions (des d'ara HPC -de l'anglès High Performance Computer), un sistema de emmagatzemament en disc d'accés freqüent i un sistema de emmagatzemament en cinta d'accés poc freqüent, estarà caracteritzat per una arquitectura integrada i homogènia, amb capacitat de manegar grans quantitats de dades, amb interconnexions que proporcionin baixa latència i gran ample de banda, amb capacitat de ser configurat com entorn productiu multi-usuari i multi-tasca, estable i robust, amb eines centralitzades que permetin la seva gestió i administració, amb un sistema d'arxius (file system) global i amb un sol punt d'accés a la xarxa local (des d'ara LAN) de l'IC3 on treballaran els seus usuaris.

- Un sistema que compti amb altres elements menors i externs al nucli central que proporcionin altres funcions col·laterals però necessàries per a la institució com ara un servidor de llicències i un servidor d'espai de disc compartit (servidor /home"), connectats directament a la LAN de l'IC3
- Un sistema amb elements de suport actius i passius que garanteixin el bon funcionament i l'optimització del nucli i dels altres elements menors i que proporcionin una mínima seguretat davant intrusions, davallades i talls del subministrament elèctric i accidents com el foc (climatització, sistemes de control i seguiment, SAI, sistema anti-incendi) .
- Un sistema integrat des del punt de vista energètic de manera que el seu consum elèctric sigui el mínim possible i poder així reduir al màxim les despeses operatives que després haurà d'assumir la institució.
- Un sistema que es lliuri "clau en ma" un cop fetes les obres i instal·lacions necessàries i un cop configurat de manera que com a mínim reproduïxi els resultats obtinguts per l'oferta guanyadora en els benchmarks sol·licitats en aquest plec
- Un sistema que incorpori garanties i serveis de formació, manteniment i suport per un període el més llarg possible a comptar des del moment d'acceptació del lliurament.

## 2. Llista i descripció dels elements bàsics del sistema

El sistema que haurà de ser considerat de manera integrada de cara a minimitzar el consum energètic, es divideix en tres grans grups d'equipament, cadascun dels quals pot ser considerat independent des del punt de la seva funcionalitat. Els tres grans grups són **el nucli de simulació**, on es desenvoluparà tot el cicle d'activitats al voltant de la modelització climàtica, **els servidors de programari i de disc** que proporcionaran serveis bàsics a tots els membres de l'IC3 i no només als usuaris del nucli de simulació, i l'embotcall de **sistemes actius i passius de suport, aïllament, seguretat i connexió** que permetran el correcte funcionament de la resta del sistema. Els diferents components del sistema per a cadascú d'aquests grups es descriuen a llista que segueix i s'esquematitzen en una aproximació purament conceptual a la figura 1. Els licitadors hauran de presentar ofertes que contemplin la funcionalitat corresponent a tots aquest elements, en algun cas les característiques estaran més definides mentre que en d'altres tindran més llibertat per proposar solucions alternatives sempre i quan quedi garantida la funcionalitat desitjada (veure per més detall el apartat 4.1 "Requeriments de hardware").

### A. Nucli de simulació

El nucli de simulació és la part principal del sistema i la que serveix per proporcionar la funcionalitat bàsica que es pretén adquirir per la present licitació. Al nucli de simulació només han de poder accedir el reduït grup d'usuaris de l'IC3 que treballen amb simulacions climàtiques. Estarà format pels següents elements:

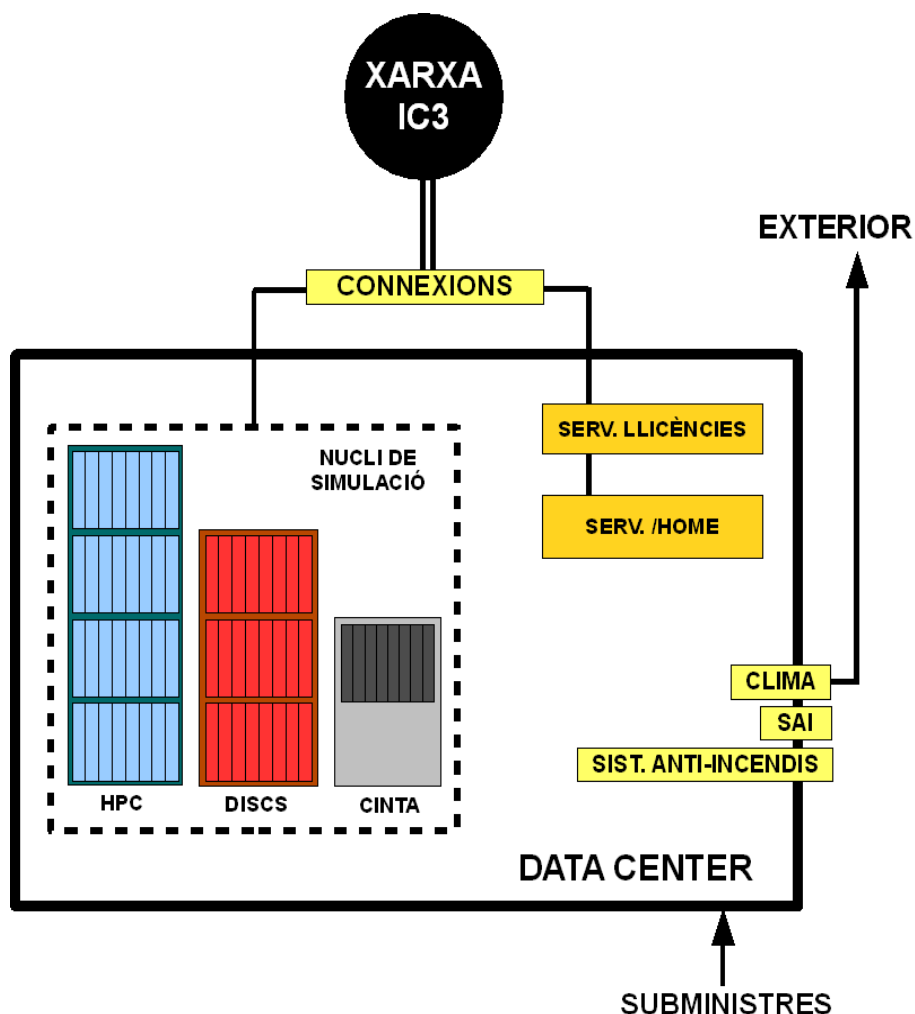
**A.1.** Un sistema de computació d'altres prestacions (HPC) en format **linux cluster**. Aquest sistema ha de permetre l'execució per computació en paral·lel dels models climàtics de l'IC3. Els licitadors són lliures d'oferir l'arquitectura de clúster que considerin més adequada per guanyar aquesta licitació tenint en compte tots els requeriments sol·licitats en aquest plec i no només els de hardware (secció 4). Dit això, els licitadors han de tenir en compte que en les consultes tècniques prèvies a l'elaboració d'aquest plec, els experts consultats es van decantar en la seva majoria per

un arquitectura de servidors en format "blade" amb memòria distribuïda i xarxa d'interconnexió Infiniband. La memòria distribuïda o compartida del linux cluster podrà ser configurada de la manera que els licitadors considerin més convenient (RAM, cache, discos d'accés ràpid o combinacions de tots o alguns d'aquests elements) respectant els mínims establerts als requeriments de hardware (secció 4.1)

**A.2.** Un **sistema d'emmagatzemament en discos d'accés freqüent** de la mida que respecti les proporcions indicades als requeriments de hardware (secció 4.1)

**A.3.** Un **sistema d'arxivat i còpia de seguretat d'accés poc freqüent** mitjançant un robot de cintes o una llibreria de cintes virtual (VTL, de virtual tape library) que tingui una capacitat que respecti les proporcions indicades en els requeriments de hardware (secció 4.1)

**A.4.** Tota la **resta d'elements de hardware i software** necessaris pel funcionament correcte, coordinat i homogeni dels elements anteriors i la seva interconnexió. Això implica per exemple la necessitat de que quedin cobertes les necessitats de login, gestió de cues, I/O, backup, accés a la informació emmagatzemada i que posseeixi un sistema d'arxius global (global file system).



**Fig. 1.** Esquema conceptual dels elements de la present licitació. Aquest esquema no pretén ser cap especificació de les característiques físiques del sistema

## B. Servidors de programari i de disc

Els **servidor de programari** (també anomenat servidor de llicències) i el **servidor d'espai de disc** (el també anomenat servidor \home) son uns elements addicionals que seran utilitzats per tots els usuaris de l'IC3 i no només pels especialistes en simulació climàtica que utilitzaran el nucli de simulació. Els licitadors aportaran la solució que considerin més convenient per cobrir aquesta funcionalitat, podent escollir l'equipament o equipaments físics que considerin més adients, fins i tot aquells que estant destinats a altres funcions, permetin que es mantingui el requisit d'accés independent de tots els usuaris de la LAN de l'IC3 esmentat més amunt i els requeriments de hardware específics especificats a la secció 4.1

## C. Sistemes de suport

Per sistemes de suport entenen tot el que es necessari pel correcte funcionament de la resta del sistema. Aquest grup d'elements inclou:

**C.1.** Les **connexions** necessàries entre el nucli de simulació i els servidors de llicències i home amb el router que controla la LAN de l'IC3 i que està situat en la tercera planta del mateix edifici.

**C.2.** El **centre de procesament de dades (CPD)** entès com a) a les estructures físiques (terra tècnic, parets, sostre, porta d'accés, accés de subministres, etc...) que contenen el nucli de simulació i els servidors, b) el conjunt d'elements que formen la climatització, inclosos els situats en l'exterior del data center i que permeten mantenir en l'espai interior una temperatura òptima i constant pel funcionament dels equips, c) el sistema d'alimentació ininterrompuda (SAI) que permet la desconexió controlada del sistema en el cas de fallada del subministrament elèctric i d) un sistema de detecció i extinció d'incendis adequat pel tipus d'instal·lació.

## 3. Característiques generals de les ofertes i estructura obligatòria del document amb la proposta tècnica

La oferta tècnica podrà ser presentada en idioma català, castellà o anglès. El format del document haurà de ser l'especificat més endavant i haurà de ser lliurat a l'IC3 en els termes i data indicats a l'anunci de licitació i plec de clàusules particulars que es podran trobar en la plana principal de la web de l'IC3 ([www.ic3.cat](http://www.ic3.cat)) al costat d'aquest plec tècnic.

Els licitadors podran presentar, si ho consideren convenient, fins a dos configuracions tecnològiques diferents que podran fins i tot tenir un preu diferent. Cada configuració serà considerada com una oferta independent i avaluada com a tal, per aquest motiu serà necessari que hi hagi un document d'oferta tècnica diferent per a cadascuna de les configuracions proposades. En el cas que els licitadors presentin més d'una configuració, les hauran d'identificar clarament tant en el document tècnic com en la documentació relativa al preu ofert que s'especifica en el Plec de Clàusules Particulars.

### Estructura obligatòria del document amb l'oferta tècnica:

#### 1. Descripció detallada de la configuració oferta (E<sub>G</sub>)

Aquesta descripció (E<sub>G</sub>) ha d'explicar clarament com i perquè s'ha configurat el sistema que s'ofereix, perquè el licitador creu que compleix amb les condicions d'aquest plec i sobre de tot, perquè la configuració oferta proporciona totes la funcionalitat requerida per l'IC3 tal i com

s'explica en les seccions 1 i 2 d'aquest plec. Amb la descripció es proporcionarà un diagrama explicatiu de la configuració oferta. **No s'acceptarà cap oferta que no contempli TOTES les funcionalitats demanades**

## 2. Llistat d'elements físics i lògics del sistema

Es proporcionarà una taula o llista de tots els components oferts (o grups de components), que especifiqui el temps promig de lliurament i qui es el proveïdor, en el cas que sigui un tercer.

## 3. Resposta als requeriments

Aquí es donaran els valors i la informació sol·licitada en cadascun dels apartats de la secció 4 ("Requeriments i informació necessària per a la seva avaluació") de la manera que s'especifiqui en cada cas (s'indicarà el codi corresponent i a continuació es proporcionarà l'explicació, el valor o la taula sol·licitada). Es separaran clarament la informació i les valors corresponents als:

- Requeriments de hardware
- Requeriments de sistema operatiu i de software
- Requeriments d'integració amb la LAN de l'IC3
- Requeriments de funcionalitat
- Requeriments d'escalabilitat
- Requeriments de benchmark
- Requeriments d'obra, instal·lació i configuració
- Requeriments de monitoreig i seguretat
- Requeriments de formació, suport, operació i manteniment
- Requeriments de consum energètic pel conjunt del sistema

## 4. Organització del lliurament i calendari (E<sub>LL</sub>)

El licitadors presentaran un diagrama de Gantt que expliqui de manera clara com s'organitzaria l'execució de la seva oferta en el cas que resultés guanyadora i el calendari previst a comptar des del moment de l'adjudicació. En l'explicació el licitador identificarà clarament els factors de risc que podrien provocar problemes i/o retards, i les garanties que tenen pactades amb tercers en el cas de provisió d'equipaments i feines subcontractades. El licitador indicarà de manera explícita el temps previst de lliurament clau en ma de tot el sistema llest per funcionar (**V<sub>LL</sub>**, en dies) comptant des del moment d'adjudicació. **No s'acceptarà cap oferta que faci una previsió d'aquest temps superior a cinc mesos a comptar des del moment de l'adjudicació.**

## 5. Altres mèrits i consideracions

En aquest apartat, els licitadors podran exposar qualsevol altre mèrit de la seva oferta sobre el que vulguin informar i que no quedi recollit en els apartats anteriors del seu document d'oferta (**E<sub>AM</sub>**)

## 4. **Requeriments i informació necessària per a la seva avaluació**

A continuació passem a especificar tots els requeriments obligatoris del sistema sol·licitat. Al costat dels requeriments obligatoris, especificarem altres característiques desitjades (en termes de maximització, minimització, o en alguns casos simplement existència) que seran utilitzades per comparar les ofertes i per decidir quina es més competitiva seguint els criteris d'adjudicació especificats a la secció 5 d'aquest document.

## 4.1. Requeriments de hardware

El següents requeriments de hardware són obligatoris:

### **A. Nucli de simulació**

#### **HPC**

- Arquitectura de les CPUs de 64-bits
- Un mínim de 64 CPUs que funcionin com a nodes de computació homogenis
- Existència de nodes de login interactius (al menys a nivell logic)
- Existència de nodes d'I/O dedicats (al menys a nivell lògic)
- Existència de consoles de gestió i administració (al menys a nivell lògic)
- Xarxa d'interconnexió d'altres prestacions (tipus Infiniband o equivalent) amb un ample de banda en les especificacions com a mínim de 5 Gbps amb suport PXE
- Existència d'una memòria compartida o distribuïda que correspongui en mitjana a almenys 64 Gbytes per CPU (per tant un total com a mínim 4 Tbytes si s'ofereixen 64 CPUs, 8 Tbytes si s'ofereixen 128, etc...). Els licitadors són lliures d'escollir l'opció de memòria compartida o distribuïda i els repartiment que considerin convenient de RAM, cache o discos d'accés ràpid. No han d'oblidar però que l'ample de banda efectiu d'accés a aquesta memòria des de les CPUs haurà de ser el més gran possible, que aquest valor haurà de ser proporcionat pels licitadors i que serà tingut en compte en la valoració de l'oferta (veure més endavant)

#### **Emmagatzemament en disc**

- Que el l'espai agregat del sistema d'emmagatzemament en disc sigui com a mínim 5 vegades el valor de la memòria associada a les CPUs (per tant si s'ofereixen 6 Tbytes de memòria al HPC, l'espai de disc ofert ha de ser com a mínim de 30 Tbytes)

#### **Emmagatzemament en cinta o en VTL**

- Que la capacitat funcional del robot de cintes o del sistema VTL sigui com a mínim 2 vegades el valor de l'espai agregat del sistema d'emmagatzemament en disc (per tant si s'ofereixen 30 Tbytes de discos, el mínim seran 60 Tbytes en aquest sistema). Si aquest valor resultés per sobre de 80 Tbytes, no caldrà respectar el límit anterior i el nou mínim requerit seran 80 Tbytes

### **B. Servidors de llicències i \home**

- L'únic requeriment obligatori és que el volum de disc exclusiu per aquests elements, sigui quina sigui la solució oferta, no estigui per sota dels 3 Tbytes

### **C. Sistemes de suport**

- L'únic requeriment de hardware és que a les ofertes no falti cap dels elements sol·licitats: connexions entre el nucli de simulació i els altres servidors amb la LAN de l'IC3, i tots els elements del centre de dades especificats en la segona secció

El licitador proporcionarà una explicació (**E<sub>H</sub>**) de perquè considera que la configuració oferta compleix amb tots els requeriments de hardware fins aquí especificats. El licitador haurà de ser especialment curós en l'explicació de com i perquè ha configurat com ho ha fet la memòria del HPC. **No s'acceptarà cap oferta que no compleixi amb aquests requeriments**

### El següents aspectes del hardware permeten meritjar en l'oferta:

- El número de CPUs que funcionin com a nodes de computació ( $V_N$ ). L'objectiu ideal per l'IC3 era originalment de 128 CPUs però entenem que sota les circumstàncies de la present licitació pugui resultar un valor difícil d'assolir. En qualsevol cas es valorarà que els licitadors intentin oferir un número de CPUs per sobre de les 64 sol·licitades en els requeriments obligatoris
- El valor en Gbps de l'ample de banda de la xarxa d'interconnexió al HPC ( $V_{I1}$ ). Concretament els licitadors informaran de l'ample de banda MPI end-to-end bidireccional
- El valor en  $\mu s$  de la latència de la xarxa d'interconnexió de l'HPC ( $V_{I2}$ ). Concretament la latència zero-byte end-to-end
- Una estima en Mbps de l'ample de banda d'accés al sistema de memòria que el licitador proposi per l'HPC ( $V_{WM}$ ). Per entendre aquest valor el licitador també proporcionarà una explicació de com ha fet aquest càlcul ( $E_{WM}$ )
- El valor en Mbps de l'ample de banda d'accés al sistema de discos ( $V_{WD}$ )
- El valor en Mbps de l'ample de banda d'accés al les cintes ( $V_{WT}$ )
- El volum en Tbytes de la quantitat agregada de memòria disponible per les CPUs del HPC ( $V_M$ ). Afegirà una explicació de com les CPUs individuals accedeixen a aquesta memòria i en donarà exemples ( $E_M$ )
- El volum agregat en Tbytes del sistema de discos ( $V_{SD}$ )
- El volum agregat en Tbytes de la capacitat funcional del robot de cintes o del sistema VTL ( $V_{ST}$ ). Aquesta capacitat funcional la entenem no com quantes cintes pot tenir a dintre el robot, sinó el volum d'informació que pot arribar a processar, encara que sigui de manera seqüencial, tenint en compte els lectors de cinta i drivers instal·lats. Si es presenta un sistema VTL, la capacitat del sistema serà directament  $V_{ST}$

## 4.2. Requeriments de sistema operatiu i de software

### El següents requeriments de sistema operatiu i de software de sistema són obligatoris:

- Que Linux estigui instal·lat i sigui utilitzable en tots els nodes del nucli de simulació i dels servidors de llicències i /home, sense perdre cap funcionalitat del hardware i del software
- Que el sistema operatiu i l'ambient de desenvolupament ("development environment") funcioni correctament sota la arquitectura de 64 bits
- Que es puguin suportar fitxers de gran mida, com a mínim de 2 Gbytes
- Que el sistema suporti un sistema global d'arxius (global file system) que permeti una gestió optimitzada i eficaç dels sistemes d'emmagatzemament, amb operacions com el backup i el arxivat en funció de la freqüència d'ús.
- Que hi hagi TCP/IP protocol amb extensions per computació d'altres prestacions
- Que suporti NIS, LDAP i NFS sobre TCP
- Que el sistema operatiu no tingui discontinuïtats durant un període de dos any com a mínim
- Que el sistema operatiu sigui centralitzat i que tingui gestor d'actualitzacions que incorporin els nous pegats (patches) i les solucions d'errades del sistema (fixes)
- Que hi hagi gestió de volum (volume management)
- Que els sistema permeti el striping del software

- Que hi hagi un sistema de cues de lots (batch queuing system) amb suport de múltiples nodes
- Que disposi de eines de seguretat estàndard (OpenSSH per exemple)
- Que disposi de compilador de C amb extensions POSIX i development environment
- Que disposi d'un development environment de C++
- Que disposi d'un compilador de Fortran 90/95 complert i amb development environment
- Que disposi d'eines de desenvolupament GNU (al menys gcc v3.3, binutils, gdb)
- Que disposi de X11 Release 7
- Que disposi de MPI-1.2 integrat i amb development environment
- Que disposi de debuggers, profilers i analitzadors
- Que disposi de llibreries NetCDF3, NetCDF4 i HDF5
- Que disposi de llibreries matemàtiques (en C i FORTRAN), al menys BLAS i LAPACK
- Que el sistema suporti les operacions de suspend, restart i check-point
- Que el run-time environment dels nodes de computació sigui consistent amb la configuració dels nodes de login

El licitadors proporcionaran una taula (**T<sub>s1</sub>**) en la qual cada filera correspongui a cadascun dels 23 requeriments anteriors, i que contingui cinc columnes: la primera amb el nom del requeriment, la segona amb la solució proposada, la tercera amb una curta explicació de perquè la solució proposada compleix amb el requeriment, la quarta indicarà si el component te suport, i en el cas de que el tingui si el proporciona el licitador o un tercer, i finalment la cinquena indicarà el cost anual de manteniment de les llicències i del suport quan aquest cost no estigui inclòs en la oferta (si es dona aquest cas voldrà dir que el licitador ha inclòs aquest manteniment de llicències en la seva oferta i llavors en la casella corresponent de la taula **T<sub>s1</sub>** posarà el valor 0). **No s'acceptarà cap oferta que no compleixi amb aquests requeriments**

**El següents aspectes del sistema operatiu i el software permeten meritjar en l'oferta:**

- Que el sistema disposi de MPI-2 integrat i amb development environment
- Que disposi d'OpenMP per Fortran i C
- Que suporti subsistemes RAID d'altres prestacions de tercers
- Que els compiladors de FORTRAN i C siguin d'Intel o de Portland Group (PGI)
- Que disposi de la llibreria matemàtica ACML i d'altres llibreries matemàtiques optimitzades i paral·lelitzades
- Que el licitador ofereixi qualsevol altre component de software i sistema operatiu (a part dels mencionats) que consideri que pugui millorar el funcionament i l'eficiència de l'equipament

El licitadors proporcionaran una altra taula (**T<sub>s2</sub>**) en la qual cada filera correspongui a cadascun dels 5 elements la presència dels quals serà valorada. Si ofereixen altres components, afegiran tantes fileres a la taula com sigui necessari. La taula contindrà quatre columnes: la primera amb el nom de l'element, la segona amb el valor S/N en funció de si el component s'està oferint o no, la tercera indicarà si te suport, i en el cas de que el tingui si el proporciona el licitador o un tercer, i finalment la quarta indicarà el cost anual de manteniment de les llicències i del suport quan aquest cost no estigui inclòs en la oferta (si es dona aquest cas voldrà dir que el licitador ha inclòs aquest manteniment de llicències en la seva oferta i llavors en la casella corresponent posarà el valor 0)

### 4.3. Requeriments d'integració amb la LAN de l'IC3

L'electrònica de xarxa instal·lada en l'IC3 està formada per:

- a) 2 equips Switch CISCO Catalyst 3750G amb PoE. Aquests equipaments es caracteritzen per: 48 ports Ethernet 10/100/1000, 4 slots SFP-based Gigabit Ethernet ports que es configuren com a xassís virtual, un stacking bus d'alta velocitat de 32-Gbps, tecnologia de stacking innovadora, un RU stackable, switch multicapa, amb Enterprise-class intelligent services lliurat en el límit de la network, i un IP Base software feature set (IPB)
- b) 1 equip ROUTER de CISCO 2821 VSEC Bundle w/PVDM2-32FL-CCME-50Adv IP Serv128F/256D, que es configura com a router amb la versió d'IOS Firewall i plataforma de telefonia. Com a gestor de trucades té el Cisco Communications Manager Express amb llicència con per 50 usuaris i llicència Cisco Unified Border Element (CUBE) per 4 sessions.

Aquests equipaments estan ubicats en un Rack RETEX de 42 UA. La connexió a Internet es fa amb una velocitat de 100Mb/s a través de CESCO (el Centre de Supercomputació de Catalunya) i arriba a l'IC3 fins al rack de comunicacions situat en la 3ª Planta mitjançant un repartidor de fibra òptica amb cable "monomodo" amb un connector tipus SC-APC. Aquesta electrònica de xarxa dona servei a una LAN de 66 punts de xarxa en una instal·lació estàndard de cablejat CAT-6 que treballa a una velocitat d'un 1 Gbps.

**El següents requeriments d'integració amb la LAN de l'IC3 són obligatoris:**

- Que el sistema disposi d'una connexió d'alta velocitat (com a mínim d'un Gbps) de fibra òptica amb la LAN de l'IC3. Aquesta connexió ha de ser redundat i compatible amb l'electrònica del rack de comunicacions situat en la 3era planta de l'edifici (i al qual si arriba a través d'un pati interior per a les conduccions, veure plànols a l'apartat 4.7). Aquesta connexió ha de permetre l'accés independent al nucli de simulació i als servidors de llicències i de disc (\home), o el licitador a de proporcionar una solució a nivell lògic per fer-ho

El licitadors proporcionaran una explicació detallada de la solució oferta (**E<sub>LAN</sub>**). **No s'acceptarà cap oferta que no compleixi amb aquest requeriment**

### 4.4. Requeriments de funcionalitat

**Els següents requeriments de funcionalitat són obligatoris:**

A part de les funcionalitats òbvies del sistema i que inclouen la capacitat de computació d'altres prestacions, el backup dels resultats de les simulacions, l'arxivat de llarg termini d'alguns dels resultats, l'existència d'un servidor de llicències i d'un servidor de disc compartit (\home) i que no cal justificar novament donat que es poden avaluar amb paràmetres utilitzats en els apartats anteriors, es requereix:

- Que el sistema es pugui gestionar i arrencar de manera remota
- Que el sistema implementi sistemes de diagnosi local i remota
- Que implementi sistemes de shut-down automatitzat

El licitadors proporcionaran una explicació detallada de les seves solucions a aquests tres requeriments (**E<sub>F1</sub>**). **No s'acceptarà ofertes que no compleixin aquests requeriments.**

### El següents aspectes de la funcionalitat permeten meritjar en la oferta:

- Que el Linux kernel estigui optimitzat per eliminació de processos innecessaris del sistema operatiu i de daemons
- Que l'activitat dels sistema operatiu sigui sincronitzada a tots el nodes de computació
- Que permeti la migració automàtica de treballs des dels nodes que fallin a altres nodes

El licitadors proporcionaran una petita taula ( $T_{F2}$ ) en la qual cada filera correspongui a cadascun dels 3 elements la presència dels quals serà valorada. La taula contindrà tres columnes: la primera amb el nom de l'element, la segona amb el valor S/N en funció de si el component s'està oferint o no, i la tercera indicarà si te suport amb una petita explicació de la solució proposada

## 4.5. Requeriments d'escalabilitat

### Els següents requeriments d'escalabilitat són obligatoris:

El nucli de simulació ofert ha de ser escalable en els seus elements principals. Ha de ser possible incrementar el número de CPUs, el volum de l'emmagatzemament en disc d'accés freqüent i el volum d'emmagatzemament d'accés poc freqüent en robot de cintes o en VTL. Els licitadors presentaran un explicació ( $E_{E1}$ ) que permeti avaluar la escalabilitat de la seva oferta en els tres aspectes esmentats. **No s'acceptarà ofertes de sistemes no escalables**

### El següents aspectes de l'escalabilitat permeten meritjar en la oferta:

- Els licitadors podran meritjar proporcionant una estima del cost ( $V_{E1}$ ) amb les tecnologies actuals i només de manera aproximada ( $\pm 5000$  euros) d'afegir 32 CPUs al HPC, 20 Tbytes al sistema de discos i 40 Tbytes al robot de cintes o sistema VTL, tenint en compta no només el cost dels elements sinó també el de tota la resta de components de software i hardware necessaris perquè el sistema mantingui tota la seva funcionalitat.
- La escalabilitat del CPD també serà valorada, entesa aquí escalabilitat com un elevat nivell de reaprofitament en una eventual ampliació dels elements constructius utilitzats en el primer CPD. Per avaluar aquest aspecte el licitadors proporcionaran una explicació ( $E_{E2}$ ) i el % de reaprofitament dels components del CPD ofert en una eventual ampliació ( $V_{E2}$ ).

## 4.6. Requeriments de benchmark

### Els següents requeriments de benchmark són obligatoris:

El licitadors hauran de realitzar obligatòriament el tres benchmarks que es defineixen més endavant i proporcionar els resultats obtinguts. **No s'acceptaran ofertes que no hagin realitzat els dos benchmarks i que no presentin els seus resultats**

El primer benchmark és el test multiple **HPC challenge**, habitual per conèixer les capacitats computacionals i de comunicacions en el sistemas HPC. La descripció d'aquest benchmark la trobareu en anglès a l'Annex I. El segon benchmark, **fftw**, és una rutina pel càlcul de la transformada ràpida de Fourier que permet obtenir una estima de la velocitat estàndard de la

computació en paral·lel i que està descrit en detall en anglès a l'Annex II. El tercer són tres simulacions amb un model oceànic regional (**ROMS**), una de les aplicacions que funcionarà habitualment en el nucli de simulació com a eina de recerca dels nostres investigadors. El benchmark del ROMs està descrit detalladament en anglès a l'Annex III.

Els fitxers necessaris per realitzar el segon i el tercer benchmark (benchmark-IC3.zip) es podran obtenir de la plana web de l'IC3 ([www.ic3.cat](http://www.ic3.cat)), al mateix lloc on es troba tota la documentació d'aquesta licitació

### Regles comuns als tres benchmarks:

- Els resultats dels benchmark s'han de proporcionar pel sistema de HPC que s'ofereix, amb el mateix hardware i software que hi hagi a l'oferta, sense cap mena de re-cablejat o reconfiguració del sistema.
- Els resultats dels benchmarks s'han de mesurar només en un sistema amb el mateix número de CPU's que a l'oferta (excepte en el cas del segon benchmark, fftw, que inclou varis tests amb diferent número de processadors), o si això no es possible, el benchmark es podrà fer en un sistema més petit però comparable i llavors els resultats s'extrapolaran per poder proporcionar una estima de quins valors s'obtindrien amb la configuració oferta. Si es aquest el cas, el procés d'extrapolació s'ha de descriure i justificar en detall (**E<sub>B1</sub>**). Si el licitador fa el benchmark amb la configuració de la oferta, a **E<sub>B1</sub>** simplement escriurà "Resultats reals, no extrapolats"
- Les úniques optimitzacions permeses en els benchmarking són: a) opcions de compilació i de càrrega (load) que estiguin documentades pel distribuïdor (això inclou portabilitat, optimització i invocació al pre-processor), b) enllaços a versions optimitzades de les llibreries BLAS, LAPACK i MPI. Els licitadors explicaran amb detall les optimitzacions realitzades (**E<sub>B2</sub>**). Si no en fan cap optimització, a **E<sub>B2</sub>** simplement escriuran "Resultats sense cap optimització"

### Format dels resultats dels benchmarks:

#### **HPC Challenge**

Es proporcionaran els següents resultats (veure Annex I pels detalls):

**V<sub>HPC1</sub>** = resultat del test G-HPL, en Tera Flops per segon

**V<sub>HPC2</sub>** = resultat del test G-PTRANS, en Gbps

**V<sub>HPC3</sub>** = resultat del test G-RandomAccess, en Giga Updates per segon

**V<sub>HPC4</sub>** = resultat del test EP-STREAM Triad, en Gbps

**V<sub>HPC5</sub>** = resultat del test EP-STREAM Sys, en Gbps

**V<sub>HPC6</sub>** = resultat del test EP-DGEMM, en Giga Flops per segon

**V<sub>HPC7</sub>** = resultat del test Random Ring Bandwidth, en Gbps

**V<sub>HPC8</sub>** = resultat del test Random Ring Latency, en microsegons

#### **fftw**

Es proporcionaran els log files amb els resultats de cadascuna de les combinacions paramètriques sol·licitades i una llista amb el temps d'execució total de cada test **V<sub>FFTi</sub>**, per  $i=1,2,\dots,11$  (veure Annex II pels detalls)

#### **ROMS**

Es proporcionaran els log files de cadascun del tres experiments amb ROMs (veure Annex III pels detalls) i també els següents valors:

$V_{ROMS1}$  = diferència en segons entre l'hora final i la d'inici en l'experiment "Reference"

$V_{ROMS2}$  = diferència en segons entre l'hora final i la d'inici en l'experiment "Standard"

$V_{ROMS3}$  = diferència en segons entre l'hora final i la d'inici en l'experiment "Free"

*NOTA: l'hora d'inici es troba en la tercera línia del log file, i l'hora final en la darrera línia (veure Annex II)*

## 4.7. Requeriments d'obra, instal·lació i configuració

El CPD s'haurà de muntar en la planta baixa de l'edifici en el qual estan les noves oficines de l'IC3, al carrer Doctor Trueta 203 de Barcelona (codi postal 08005). Es tracta d'un espai diàfan d'uns 400 m<sup>2</sup> en total, dels quals uns 15-20 m<sup>2</sup> ha estat reservat al propietari del immoble per la instal·lació del CPD. El sostre es molt elevat (al voltant d'uns quatre metres) i te únicament instal·lat un sistema antiincendis estàndard. El nucli de simulació i els servidors de llicències i \home s'hauran de connectar amb el router de la LAN de l'IC3 situat en les oficines de la 3era planta del mateix edifici. A la planta baixa el CPD s'haurà de connectar al subministrament elèctric i al d'aigua (si la proposta ho requereix). Si la climatització en la proposta requereix sistemes d'intercanvi de calor situats en l'exterior, aquests s'hauran d'instal·lar probablement en la terrassa de serveis situada també en la tercera planta al costat de les oficines de l'IC3 (els licitadors ho hauran d'avaluar *in situ*, donat que també hi ha un pati exterior a la mateixa planta baixa). En qualsevol cas l'oferta haurà d'incloure totes les conduccions necessàries entre CPD i tots els elements exteriors que formin part de la proposta. Les connexions entre la planta baixa i el tercer pis es podran fer per un pati interior de serveis. La figura 2 (plana següent) conté els planells de la planta baixa i de la tercera planta de l'immoble situat al carrer Doctor Trueta 203 de Barcelona. El licitadors podran visitar tantes vegades com els hi sigui necessari el immoble per avaluar les condicions del local i fer les mesures que considerin convenientes de cara a preparar la seva proposta. El local te servei de recepció durant l'horari laboral i el porter estarà avisat de les possibles visites dels licitadors.

### Els següents requeriments d'obra, instal·lació i configuració són obligatoris:

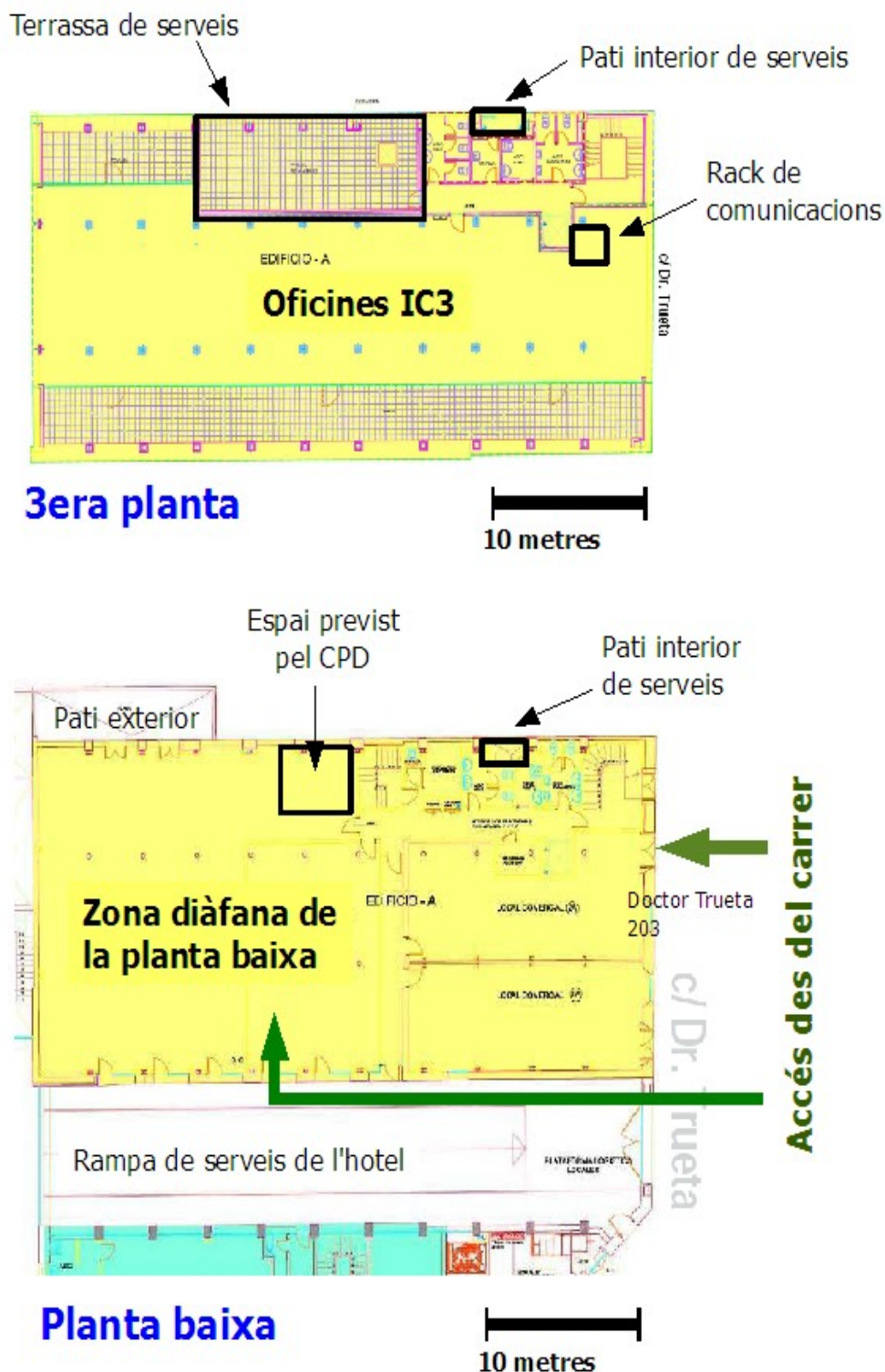
El licitador la oferta del qual guanyi la present licitació s'haurà de comprometre a (i així quedarà registrat al contracte):

- Fer l'obra necessària i instal·lar el CPD, el nucli de simulació, els servidors addicionals, els elements de suport i totes les connexions necessàries tal i com s'han descrit en els apartats anteriors. El sistema no es considerarà com a instal·lat fins que no s'hagi completat aquest requeriment (veure Plec de Condicions Particulars per conèixer les implicacions de finalitzar la instal·lació sobre els termes de pagament).
- A configurar tots els elements de hardware, software i sistemes de suport de manera que proporcionin la funcionalitat sol·licitada. Concretament l'acceptació final del sistema (veure Plec de Condicions Particulars per conèixer les implicacions de l'acceptació final del sistema sobre els termes de pagament) dependrà de que el sistema instal·lat superi el test de funcionalitat que es descriu en l'Annex IV d'aquest plec i de que el sistema reproduïxi els resultats dels benchmarks presentats pel licitador en la seva oferta amb un marge d'error del 5%
- A que el CPD no ocupi una superfície superior als 20 m<sup>2</sup>.

### No s'acceptarà cap oferta que no compleixi amb aquests requeriments

Els licitadors presentaran en la seva oferta una explicació ( $E_{DIS}$ ) on s'especifiqui de manera clara mitjançant diagrames la ubicació física de tots els elements principals del sistema. Els licitadors a la seva oferta també informaran a l'IC3 de tots els aspectes tècnics que puguin resultar rellevants.

En particular informaran dels requeriments elèctrics (freqüència requerida, voltatge, potència elèctrica que s'ha d'instal·lar, nivells admissibles de micro-talls elèctrics, etc) i del nivells esperats d'emissions electromagnètiques i soroll amb el sistema en funcionament.



**Fig. 2.** Planells de la planta baixa i de la tercera planta de l'immoble situat al C/ Doctor Trueta 203 de Barcelona

### El següents aspectes de l'obra, instal·lació i configuració permeten meritjar en la oferta:

- Els licitadors podran meritjar reduint tot el que sigui possible la superfície que ocuparà el CPD a la planta baixa (donat que això suposarà la reducció de les despeses d'operació de l'IC3). El licitadors proporcionaran el valor en m<sup>2</sup> de la superfície ocupada per la seva proposta (**V<sub>SUP</sub>**)
- Que el disseny de l'interior del CPD sigui el més confortable possible per a la seva operació
- Que els aspectes estètics dels sistema ofert siguin cuidats en tot lo possible. Per avaluar aquest aspecte els licitadors presentaran un dibuix artístic, un model virtual en 3D o, en el seu defecte, imatges dels equipaments que s'ofereixen (**G<sub>EST</sub>**)

## 4.8. Requeriments de seguiment i seguretat

### Els següents requeriments de seguiment i seguretat són obligatoris:

- Que en les ofertes s'inclouin sistema o sistemes de monitoreig de manera que es pugui diagnosticar localment o a distància l'estat del sistema (per exemple temperatura, estat dels ventiladors, o qualsevol altre aspecte que permeti fer un seguiment).
- Que el sistema inclogui un sistema de seguretat davant de talls elèctrics (SAI) que permeti com a mínim el shutdown controlat del sistema
- Que la porta del CPD posseeixi un pany i que les seves parets siguin de la suficient consistència com per proporcionar una certa seguretat davant d'intrusions
- Que a l'interior del CPD hi hagi instal·lat un sistema anti-incendis adequat pels equipament instal·lats en el seu interior

Els licitadors explicaran (**E<sub>SEG1</sub>**) les seves solucions als requeriments anteriors. **No s'acceptarà cap oferta que no compleixi amb aquests requeriments**

### El següents aspectes de seguiment i seguretat permeten meritjar en la oferta:

- Que el licitador proporcioni un servei de seguiment de l'estat del sistema i que envii alertes, per exemple via SMS, de situacions de malfuncionament o de shutdown controlat. Els licitadors proporcionaran una explicació d'aquest servei en el cas que l'incloguin a l'oferta (**E<sub>SEG2</sub>**).
- Que la durada de la protecció davant talls elèctrics sigui el mes llarga possible. Els licitadors informaran de la durada de la protecció que proporcionen els SAI que han posat a l'oferta (**V<sub>SAI</sub>**)

## 4.9. Requeriments de formació, suport, operació i manteniment

### Els següents requeriments de formació, suport, operació i manteniment són obligatoris:

- Els licitadors proporcionaran una explicació detallada (**E<sub>SUP1</sub>**) de la seva estructura de suport així com dels seus procediments per respondre davant de problemes, el seguiment de la seva resolució i les garanties de obtenir resultats. Explicarà el suport que pot proporcionar en el cas del software i del hardware de manera independent, i també informarà sobre la seva capacitat per resoldre problemes en el CPD. En el cas del hardware el licitador explicarà en detall la seva capacitat per localitzar recanvis donat que la disponibilitat quasi immediata de recanvis d'elements crítics serà valorada.

- El licitador proporcionarà una llista detallada ( $E_{SUP2}$ ) del aspectes relacionats amb la formació, suport i manteniment, tant de hardware com de software (especialment les llicències de software), que estan inclosos en la seva oferta i durant quin període de temps es proporcionaran. A continuació i separant-la clarament de l'anterior, el licitador proporcionarà una llista detallada d'allò que no està inclòs. Un cop fetes les llistes calcularà el cost agregat per l'IC3 de tot allò que està no inclòs en la oferta durant el tres primers anys ( $V_{COPE1}$ ) i durant els dos anys següents ( $V_{COPE2}$ , es a dir durant el 4rt i el 5è anys plegats)
- El licitadors hauran de proporcionar dos còpies en paper de la manuals i de la documentació bàsica del sistema. També proporcionaran informació de com accedir a documentació, ajudes, serveis de consulta, tutorials, recomanacions i forums de discussió als quals es pugui accedir per Internet mitjançant un web browser. Els licitadors proporcionaran una llista ( $E_{SUP3}$ ) amb tota la documentació que proporcionaran en el cas de que guanyin la licitació. Donat el cas, el sistema no es considerarà com a lliurat fins que no es rebi tota la documentació de la llista.
- Els licitadors proporcionaran una llista amb el temps de vida mitjà de l'equipament que componi la seva oferta ( $E_{TVM}$ ). Els licitadors també proporcionaran una estima del MTBF (mean time between failures, [http://en.wikipedia.org/wiki/Mean\\_time\\_between\\_failures](http://en.wikipedia.org/wiki/Mean_time_between_failures)) del seu sistema, entès com el temps esperat mitja entre interrupcions que siguin visibles per als usuaris com a treballs perduts degut a una fallada dels nodes de login, computació o d'I/O que no ha pogut resolta o corregida pel sistema ( $V_{MTBF}$ ). No s'ha de confondre el MTBF amb el temps entre dos reboots del sistema.

A part d'aquesta informació, són requeriments obligatoris els següents elements concrets:

- Garantia de tres anys com a mínim en el hardware del sistema que impliqui la substitució i/o la reparació dels components que fallin sense perdre capacitat operativa en el sistema.
- Un mínim d'un mes de formació presencial fent servir l'equipament de l'IC3 dels aspectes bàsics de l'administració i gestió del sistema.
- Un mínim de sis mesos de suport tècnic en tots els problemes que surtin en relació a la gestió i administració del sistema

### **No s'acceptarà cap oferta que no compleixi amb aquests requeriments**

**El següents aspectes de formació, suport, operació i manteniment permeten meritjar en la oferta:**

- Que el licitador proporcioni garantia en el hardware superior a tres anys. Els licitadors explicaran els termes de les seves garanties ( $E_{GAR}$ ) i informaran sobre la seva durada ( $V_{GAR}$ )
- Que el licitador ofereixi formació presencial in site per un període de temps superior al mes requerit. Els licitadors informaran sobre la durada d'aquesta formació en mesos ( $V_{FOR}$ )
- Que el licitador ofereixi el servei de suport tècnic d'administració i gestió del sistema per un temps superior als sis mesos. Els licitadors informaran sobre la durada d'aquest suport en la seva oferta en mesos ( $V_{TEC}$ )
- Que els licitadors proporcionin suport per la instal·lació del earth system model EC-EARTH (<http://eearth.knmi.nl/eearth2.pdf>). Els licitadors informaran sobre aquest possible suport adicional ( $E_{ESM}$ )

## **4.10. Requeriments de consum energètic pel conjunt del sistema**

Uns dels aspectes més importants des del punt de vista per l'IC3 en la present licitació es que les despeses d'operació del sistema siguin les mínimes possibles. Assabentats pels experts que una de

les despeses més fortes d'aquests sistemes és la gran quantitat d'energia elèctrica que consumeixen, hem decidit fer de l'optimització energètica del sistema un dels aspectes més importants d'aquesta licitació. A nivell operatiu el nostre target seria tenir una despesa energètica conjunta de consum elèctric inferior a 5000 euros/mes. Donat que no tenim la capacitat per conèixer si aquest valor és raonable hem decidit no establir-lo com un requeriment obligatori i enfocar aquesta part dels requeriments d'altra manera.

Els licitadors hauran de procurar fer que el seu sistema estigui optimitzat en termes de minimitzar el consum elèctric. Això ho podran fer com vulguin: proposant equipaments de baix consum, dissenyant solucions imaginatives actives i passives per reduir la necessitat de climatització o l'escalfament dels equipaments, etc, etc... En la seva oferta, els licitadors proporcionaran una explicació molt detallada de tots els aspectes del disseny dels sistema que han sigut tinguts en compte per minimitzar la despesa energètica ( $E_{ELEC1}$ ). Com s'explicarà més endavant (apartat 5) aquesta explicació no puntuarà però sí que podrà penalitzar.

Els licitadors proporcionaran una estima del consum energètic en kilowatts hora ( $V_{CELEC}$ ) sota el següent escenari:

- a) durada = 1 setmana.
- b) funcionament del HPC amb el 60% dels nodes computant contínuament
- c) funcionament dels discos d'emmagatzemament al 20% (equivalent a que s'estan fent operacions amb un 20% dels discos contínuament)
- d) funcionament del sistema de cintes o del VTL al 3% (equivalent a que s'estan fent operacions amb el 3% de les cintes o dels VTL contínuament)
- e) Us continu dels servidors de llicències i \home durant l'horari laboral (40 hores)
- f) Aire condicionat actiu per mantenir la temperatura interior a la temperatura òptima de funcionament del sistema. En  $t=0$  la habitació està a 25 °C, i la temperatura exterior mitjana durant tota la setmana es de 28 °C amb una humitat relativa del 70%

Els licitadors acompanyaran  $V_{CELEC}$  amb una explicació de com han fet el càlcul ( $E_{ELEC2}$ )

## 5. Avaluació dels requeriments i criteris d'adjudicació

Les ofertes presentades s'avaluaran tenint en compta les següents puntuacions per a cadascun dels grans grups de criteris d'avaluació:

- A. Funcionalitat i configuració del sistema, FUNC = 25 PUNTS**
- B. Benchmark , BENC = 25 PUNTS**
- C. Instal·lació, operació i serveis, OPER = 25 PUNTS**
- D. Cost, COST = 25 PUNTS**

### 5.1 FUNC = Avaluació de la funcionalitat i la configuració del sistema

#### A.1. Configuració general de la oferta, PG = 4 PUNTS

La UTC (unitat tècnica de contractació) llegirà l'explicació de la configuració general de l'oferta ( $E_G$ ) i puntuarà en una escala d'1 a 10 els següents aspectes:

- $ng1$  = nota global de la configuració del HPC
- $ng2$  = nota global de la configuració del nucli de simulació
- $ng3$  = nota global de la configuració dels servidors addicionals
- $ng4$  = nota global de la configuració dels elements de suport

i a continuació PG es calcularà mitjançant la fórmula:

$$PG = 0.1 \sum_{i=1,4} ngi$$

*NOTA: Durant la seva avaluació d'E<sub>6</sub>, la UTC pot considerar que una oferta no compleix amb la configuració sol·licitada en la licitació i descarta-la*

## **A.2. Requeriments de hardware, PH = 8 PUNTS**

És el resultat de la suma de les següents puntuacions:

### **A.2.1. Valoració general, PHG = 1 PUNT**

La UTC llegirà l'explicació **E<sub>H</sub>** sobre el hardware de cada proposta i la puntuarà en una escala d'1 a 10 ( $nhg$ ). A continuació PHG es calcularà mitjançant la fórmula:

$$PHG = 0.1 nhg$$

*NOTA: Durant la seva avaluació d'E<sub>H</sub>, la UTC pot considerar que una oferta no compleix amb els requeriments de hardware i descarta-la*

### **A.2.2. Número de nodes, PN = 2 PUNTS**

Fent servir **V<sub>N</sub>**, aplicarem la fórmula:

$$PN = 2 (V_N / \text{millor } V_N)$$

### **A.2.3. Interconnexió, PI = 1 PUNT**

Fent servir **V<sub>I1</sub>** i **V<sub>I2</sub>**, aplicarem la fórmula:

$$PI = 0.5 ((V_{I1} / \text{millor } V_{I1}) + (V_{I2} / \text{millor } V_{I2}))$$

### **A.2.4. Accés a memòria, PWM = 0.5 PUNTS**

La UTC llegirà l'explicació **E<sub>WM</sub>** sobre com s'ha calculat l'ample de banda de l'accés a la memòria i li assignarà un grau de confiança  $\alpha = 1$  si és molt creïble,  $\alpha = 0.75$  si és bastant creïble,  $\alpha = 0.5$  si és creïble,  $\alpha = 0.25$  si és poc creïble i  $\alpha = 0$  si no és gens creïble. A continuació es farà servir **V<sub>WM</sub>** per calcular PWN mitjançant la fórmula:

$$PWM = 0.5 \alpha (V_{WM} / \text{millor } V_{WM})$$

### **A.2.5. Ampla de banda dels sistemes d'emmagatzemament, PWS = 0.5 PUNTS**

Fent servir **V<sub>WD</sub>** i **V<sub>WT</sub>**, aplicarem la fórmula:

$$PWS = 0.25 ((V_{WD} / \text{millor } V_{WD}) + (V_{WT} / \text{millor } V_{WT}))$$

### **A.2.6. Sistema de memòria del HPC, PM = 1 PUNT**

La UTC llegirà l'explicació **E<sub>M</sub>** sobre com s'ha configurat la memòria del HPC i li assignarà un valor de qualitat  $\beta = 1$  si és molt bona,  $\beta = 0.75$  si és bastant bona,  $\beta = 0.5$  si mig bona,  $\beta = 0.25$  si no és gaire bona i  $\beta = 0$  si és dolenta. A continuació es farà servir **V<sub>M</sub>** per calcular PN mitjançant la fórmula:

$$PM = \beta (V_M / \text{millor } V_M)$$

**A.2.7. Volum de l'emmagatzemament en disc, PSD = 1 PUNT**

Fent servir  $V_{SD}$ , aplicarem la fórmula:

$$PSD = (V_{SD} / \text{millor } V_{SD})$$

**A.2.8. Volum de l'emmagatzemament en cintes o en VTL, PST = 1 PUNT**

Fent servir  $V_{ST}$ , aplicarem la fórmula:

$$PST = (V_{ST} / \text{millor } V_{ST})$$

**A.3. Requeriments de software, PS = 8 PUNTS**

És el resultat de la suma de les següents puntuacions:

**A.3.1. Valoració dels requeriments obligatoris, PSO = 4 PUNTS**

La UTC revisa la taula  $T_{S1}$  per veure si les ofertes compleixen tots els requeriments i per fer un ranking independent en cadascú dels 23 elements de la taula. Un cop fet el ranking (en el qual es poden produir empats en la primera posició) es puntua cada element de la següent manera:

$nsoi = 1$ , per a la oferta (o ofertes) que ha obtingut la primera posició en l'element  $i$

$nsoi = 0$ , per a tota la resta d'ofertes en l'element  $i$

A continuació PSO es calcularà mitjançant la fórmula:

$$PSO = (4/23) \sum_{i=1,23} nsoi$$

*NOTA: Durant la seva avaluació d' $T_{S1}$ , la UTC pot considerar que una oferta no compleix amb els requeriments de software i descarta-la*

**A.3.2. Valoració dels requeriments de software opcionals, PSM = 4 PUNTS**

La UTC revisa la taula  $T_{S2}$  fins a la vuitena filera com a màxim (puntuen els cinc components proposats i fins a un màxim de tres components de lliure elecció pel licitador) i es puntuen les ofertes per cada element de la següent manera:

$nsmi = 0.5$ , si s'ofereix el component i aquest no te cap cost d'operació opcional

$nsmi = 0.25$ , si s'ofereix el component i te despeses d'operació (suport o llicències)

$nsmi = 0$ , si no s'ofereix el component

A continuació PSM es calcularà mitjançant la fórmula:

$$PSM = \sum_{i=1,8} nsmi$$

**A.4. Integració amb la LAN de l'IC3**

La UTC llegirà l'explicació  $E_{LAN}$  sobre com s'ha dissenyat la connexió amb la LAN de l'IC3.

*NOTA: Durant la seva avaluació d' $E_{LAN}$ , la UTC pot considerar que una oferta no compleix amb els requeriments d'integració amb la LAN de l'IC3 i descarta-la*

**A.5. Requeriments de funcionalitat, PF = 2 PUNTS**

És el resultat de la suma de les següents puntuacions:

**A.5.1. Valoració general, PFG = 1 PUNT**

La UTC llegirà l'explicació  $E_{F1}$  sobre el la funcionalitat del sistema i la puntuarà en una escala d'1 a 10 ( $nfg$ ). A continuació PFG es calcularà mitjançant la fórmula:

$$PFG = 0.1 nfg$$

*NOTA: Durant la seva avaluació d' $E_{F1}$ , la UTC pot considerar que una oferta no compleix amb els requeriments de funcionalitat i descarta-la*

### **A.5.2. Valoració dels elements opcionals de la funcionalitat, PFO = 1 PUNT**

La UTC revisa les dos primeres fileres de la taula  $T_{F2}$  i puntuarà les ofertes per cada element de la següent manera:

$n_{poi} = 0.25$ , si s'ofereix la funcionalitat

$n_{poi} = 0$ , si no s'ofereix

A continuació revisarà la tercera i última filera i puntuarà les ofertes per cada element de la següent manera:

$n_{po3} = 0.5$ , si s'ofereix la funcionalitat

$n_{po3} = 0$ , si no s'ofereix

A continuació PFO es calcularà mitjançant la fórmula:

$$PFO = \sum_{i=1,3} n_{poi}$$

## **A.6. Requeriments d'escalabilitat, PE = 3 PUNTS**

És el resultat de la suma de les següents puntuacions:

### **A.6.1. Valoració general**

La UTC llegirà l'explicació  $E_{E1}$  sobre l'escalabilitat del sistema.

*NOTA: Durant la seva avaluació d' $E_{E1}$ , la UTC pot considerar que una oferta no compleix amb els requeriments d'escalabilitat i descarta-la*

### **A.6.2. Valoració del exercici de cost de creixement, PEC = 1.5 PUNTS**

Fent servir  $V_{E1}$ , aplicarem la fórmula:

$$PEC = 1.5 \text{ (millor } V_{E1} / V_{E1})$$

### **A.6.3. Valoració de l'escalabilitat del CPD, PER = 1.5 PUNTS**

La UTC llegirà l'explicació  $E_{E2}$  sobre com de reaprofitables són els components del CPD en cas d'ampliació i li assignarà un grau de confiança  $\alpha = 1$  si és molt creïble,  $\alpha = 0.75$  si és bastant creïble,  $\alpha = 0.5$  si és creïble,  $\alpha = 0.25$  si és poc creïble i  $\alpha = 0$  si no és gens creïble. A continuació es farà servir  $V_{E2}$  per calcular PER mitjançant la fórmula:

$$PER = 1.5 \alpha (V_{E2} / \text{millor } V_{E2})$$

I amb tot això ja es pot calcular FUNC, simplement per la suma de totes les puntuacions parcials:

$$\mathbf{FUNC(25) = PG(4) + PH(8) + PS(8) + PF(2) + PE(3)}$$

on els números entre parèntesi són els valors màxims que es poden assolir

## **5.2 BENC = Avaluació dels benchmarks**

Abans de començar a puntuar, la UTC llegirà l'explicació  $E_{B1}$  i on s'explicarà si els benchmark son reals o si són estimes, i en aquest cas com s'ha fet l'estima. En funció de l'explicació la UTC assignarà els següents valors a la fiabilitat dels benchmarks  $\gamma = 1$  si son valors reals,  $\gamma = 0.75$  si es tracta d'una extrapolació molt creïble,  $\gamma = 0.5$  si es tracta d'una extrapolació bastant creïble i  $\gamma$

= 0.25 si es tracta d'una extrapolació poc creïble.

A continuació la UTC llegirà l'explicació **E<sub>B2</sub>** sobre si els benchmarks estan optimitzats i en aquest cas, com s'ha fet l'optimització. En funció de l'explicació la UTC assignarà els següents valors a la fiabilitat dels benchmarks  $\delta = 1$  si els benchmarks no s'han optimitzat,  $\delta = 0.75$  si s'han fet optimitzacions permeses,  $\delta = 0.5$  si s'han fet alguns processos d'optimització que resulten sospitosos, i  $\gamma = 0.25$  si es tracta de benchmarks massa optimitzats.

### **B.1. HPC Challenge, PHPC = 8 PUNTS**

El resultat s'obindrà aplicant la fórmula següent fent servir els resultats obtinguts en els 8 benchmarks particulars (**V<sub>HPCi</sub>**) del HPC Challenge que es demanaven:

$$\text{PHPC} = \gamma \delta (\sum_{i=1,8} \text{mínim}[(V_{\text{HPCi}} / \text{millor } V_{\text{HPCi}}), (\text{millor } V_{\text{HPCi}} / V_{\text{HPCi}})])$$

### **B.2. Fftw, PFFT = 5 PUNTS**

Primer la UTC avaluarà els log files amb els resultats dels diferents test del benchmark fftw i els hi posarà nota en una escala d'1 a 10 (*nfft*). Per calcular la puntuació global d'aquest benchmark caldrà afegir els valors obtinguts en els onze tests particulars (**V<sub>FFTi</sub>**) que hem demanat en aquest plec, i calcular la fórmula següent:

$$\text{PFFT} = \gamma \delta ((0.1 \text{ nfft}) + (4/11) \sum_{i=1,11} (V_{\text{FFTi}} / \text{millor } V_{\text{FFTi}}))$$

### **B.3. ROMS, PROMS = 12 PUNTS**

Primer la UTC avaluarà els log files amb els resultats dels diferents experiments amb el benchmarks ROMS i els hi posarà nota en una escala d'1 a 10 (*nroms*). Per calcular la puntuació global d'aquest benchmark caldrà afegir els valors obtinguts en els tres experiments particulars (**V<sub>ROMSi</sub>**) que hem demanat en aquest plec, i calcular la fórmula següent:

$$\text{PFFT} = \gamma \delta ((0.3 \text{ nroms}) + 3 \sum_{i=1,3} (V_{\text{FFTi}} / \text{millor } V_{\text{FFTi}}))$$

I amb tot això ja es pot calcular BENC, simplement per la suma de totes les puntuacions parcials:

$$\text{BENC}(25) = \text{PHPC}(8) + \text{PFFT}(5) + \text{PROMS}(12)$$

on els números entre parèntesi són els valors màxims que es poden assolir

## **5.3 OPER = Avaluació de la instal·lació, operació i serveis**

### **C.1. Obra, l'instal·lació i la configuració, POIC = 3 PUNTS**

És el resultat de la suma de les següents puntuacions:

#### **C.1.1. Valoració general**

La UTC llegirà l'explicació **E<sub>DIS</sub>** sobre el disseny amb la ubicació dels elements del sistema.

*NOTA: Durant la seva avaluació d'**E<sub>DIS</sub>**, la UTC pot considerar que una oferta no compleix amb els requeriments d'obra i instal·lació i descartar-la*

#### **C.1.2. Valoració de la superfície ocupada, PSUP = 2 PUNTS**

Fent servir **V<sub>SUP</sub>**, aplicarem la fórmula:

$$\text{PSUP} = 2 (\text{millor } V_{\text{SUP}} / V_{\text{SUP}})$$

**C.1.3. Valoració de la distribució dels elements en l'espai, PDIS = 0.5 PUNTS**

La UTC avaluarà els diagrames presentats a  $E_{DIS}$  i puntuarà en una escala d'1 a 10 (*nsup*) el disseny de la distribució del sistema. A continuació PDIS es calcularà mitjançant la fórmula:

$$PDIS = 0.05 \text{ nsup}$$

**C.1.4. Valoració dels aspectes estètics, PEST = 0.5 PUNTS**

La UTC avaluarà els gràfics i les imatges de presentats en  $G_{EST}$  i els puntuarà en una escala d'1 a 10 (*nest*). A continuació PEST es calcularà mitjançant la fórmula:

$$PEST = 0.05 \text{ nest}$$

**C.2. Seguretat i seguiment, PSS = 2 PUNTS**

És el resultat de la suma de les següents puntuacions:

**C.2.1. Valoració general**

La UTC llegirà l'explicació  $E_{SEG1}$  sobre els sistemes de seguretat i seguiment.

*NOTA: Durant la seva avaluació d' $E_{SEG1}$ , la UTC pot considerar que una oferta no compleix amb els requeriments de seguretat i seguiment, i descartar-la*

**C.2.2. Valoració del requeriment d'alerta opcional, PSAO= 1 PUNT**

La UTC revisa la taula  $E_{SEG1}$  i fa un ranking de les ofertes (en el qual es poden produir empats en la primera posició), a continuació es puntua de la següent manera:

PSAO = 1, per a la millor oferta (o les millor ofertes en cas d'empat en la primera posició)

PSAO = 0, per a tota la resta d'ofertes

**C.2.3. Valoració del SAI, PSAI = 1 PUNT**

Fent servir  $V_{SAI}$ , aplicarem la fórmula:

$$PSAI = V_{SAI} / \text{millor } V_{SAI}$$

**C.3. Formació, suport, operació i manteniment, PFSOM = 15 PUNTS**

És el resultat de la suma de les següents puntuacions:

**C.3.1. Valoració general, PSUPG = 2 PUNTS**

La UTC avaluarà de manera conjunta la qualitat dels serveis i suport de cada oferta llegint les explicacions  $E_{SUP1}$ ,  $E_{SUP2}$  i  $E_{SUP3}$ . Un cop llegides aquestes explicacions establirà el ranking de les propostes (en el qual es poden produir empats en la primera posició) i a continuació puntuarà de la manera següent:

PSUPG = 2, per a la millor oferta (o les millors ofertes en cas d'empat en la primera posició)

PSUPG = 0, per a tota la resta d'ofertes

*NOTA: Durant la seva avaluació d'  $E_{SUP1}$ ,  $E_{SUP2}$  i  $E_{SUP3}$ , la UTC pot considerar que una oferta no compleix amb els requeriments de formació, suport, operació i manteniment, i descartar-la*

**C.3.2. Valoració sobre la operativitat dels equipaments, POPE= 2 PUNTS**

Primer la UTC avaluarà la informació sobre el temps de vida mitja dels equipaments proposats en les ofertes  $E_{TVM}$  i li posarà nota en una escala d'1 a 10 (*ntvm*). Per calcular la puntuació global d'aquest apartat caldrà afegir el valor proporcionat del temps mitjà entre fallades del sistema ( $V_{MTBF}$ ), i calcular la fórmula següent:

$$\text{POPE} = (0.05 \text{ nvm}) + 1.5 (V_{\text{MTBF}} / \text{millor } V_{\text{MTBF}})$$

### C.3.3. Valoració de la garantia, **PGAR = 3 PUNTS**

Primer la UTC avaluarà la informació sobre les garanties ofertes pels licitadors ( $E_{\text{GAR}}$ ) i puntuarà ( $ngar$ ) les propostes de la manera següent:

$ngar = 1$ , per a la millor proposta (o les millors propostes en cas d'empat en la primera posició)

$ngar = 0$ , per la resta de propostes

A continuació ajuntarem aquesta nota amb  $V_{\text{GAR}}$  i aplicarem la fórmula:

$$\text{PGAR} = \text{nvm} + 2 (V_{\text{GAR}} / \text{millor } V_{\text{GAR}})$$

### C.3.4. Valoració de la formació, **PFOR = 3 PUNTS**

Fent servir  $V_{\text{FOR}}$ , aplicarem la fórmula:

$$\text{PFOR} = 3 (V_{\text{FOR}} / \text{millor } V_{\text{FOR}})$$

### C.3.5. Valoració del suport tècnic d'administració i serveis, **PTEC = 3 PUNTS**

Fent servir  $V_{\text{TEC}}$ , aplicarem la fórmula:

$$\text{PTEC} = 3 (V_{\text{TEC}} / \text{millor } V_{\text{TEC}})$$

### C.3.6. Valoració del suport en la instal·lació d'EC-EARTH, **PESM = 2 PUNTS**

La UTC llegirà l'explicació sobre la seva possible oferta de recolzar la instal·lació del Earth System Model EC-EARTH ( $E_{\text{ESM}}$ ) i puntuarà seguint el següent criteri:

$\text{PESM} = 2$ , si el licitador ofereix donar suport durant la instal·lació d'EC-EARTH

$\text{PESM} = 0$ , si el licitador no ofereix aquest suport

## C.4. Lliurament, **PLL = 3 PUNTS**

Primer la UTC avaluarà la informació sobre com el licitador organitzarà el procés d'instal·lació i lliurament dels equipaments ( $E_{\text{LL}}$ ) i li posarà nota en una escala d'1 a 10 ( $nll$ ). Per calcular la puntuació global d'aquest apartat caldrà considerar també el temps de lliurament que proposen els licitadors ( $V_{\text{LL}}$ ), i calcular la fórmula següent:

$$\text{PLL} = (0.1 \text{ nll}) + 2 (\text{millor } V_{\text{LL}} / V_{\text{LL}})$$

## C.5. Altres mèrits, **PAM = 2 PUNTS**

La UTC llegirà l'explicació sobre quins altres mèrits els licitadors creuen que han de ser considerats ( $E_{\text{AM}}$ ) i puntuarà de la manera següent:

$\text{PLL} = 2$ , per a la millor proposta (o les millors propostes en cas d'empat en la primera posició)

$\text{PLL} = 0$ , per la resta de propostes

I amb tot això ja es pot calcular OPER, simplement per la suma de totes les puntuacions parcials:

$$\text{OPER}(25) = \text{POIC}(3) + \text{PSS}(2) + \text{PFSOM}(15) + \text{PLL}(3) + \text{PAM}(2)$$

on els números entre parèntesi són els valors màxims que es poden assolir

## 5.4 COST = Avaluació de cost

### D.1. Preu oferta, **POFE = 5 PUNTS**

Fent servir  $V_{OFE}$  (el preu total sense IVA proposat per cada licitador i que en presenta en un sobre diferent al de la proposta tècnica -per tant aquest serà l'últim valor que s'afegirà al càlcul), aplicarem la fórmula:

$$POFE = 5 \left( \text{millor } V_{OFE} / V_{OFE} \right)$$

### D.2. Cost d'operació, **PCOPE = 5 PUNTS**

Fent servir  $V_{COPE1}$  i  $V_{COPE2}$ , aplicarem la fórmula:

$$PCOPE = 3 \left( \text{millor } V_{COPE1} / V_{COPE1} \right) + 2 \left( \text{millor } V_{COPE2} / V_{COPE2} \right)$$

### D.2. Despesa energètica, **PELEC = 15 PUNTS**

La UTC llegirà l'explicació  $E_{ELEC2}$  sobre com s'ha fet l'estima del consum elèctric del conjunt del sistema. En funció de l'explicació la UTC li assignarà els següents valors de fiabilitat:  $\gamma = 1$  si és una estima molt creïble,  $\gamma = 0.75$  si és bastant creïble,  $\gamma = 0.5$  si és mitjanament creïble i  $\gamma = 0.25$  si es tracta d'una estima poc creïble. A continuació s'aplicarà  $V_{CELEC}$  a la següent fórmula:

$$PELEC = 15 \gamma \left( \text{millor } V_{CELEC} / V_{CELEC} \right)$$

I amb tot això ja es pot calcular COST, simplement per la suma de totes les puntuacions parcials:

$$\mathbf{COST(25) = POFE(5) + PCOPE(5) + PELEC(15)}$$

on els números entre parèntesi són els valors màxims que es poden assolir

## Puntuació global de l'oferta

El primer que s'ha de fer es sumar les puntuacions obtingudes en els 4 grans criteris d'avaluació:

$$\mathbf{PUNTUACIÓ(100) = FUNC(25) + BENC(25) + OPER(25) + COST(25)}$$

on els números entre parèntesi són els valors màxims que es poden assolir

Però aquesta no és encara la puntuació definitiva, donat que la UTC abans consultarà l'explicació proporcionada pels licitadors de quan s'han esforçat per optimitzar energèticament el sistema ( $E_{ELEC1}$ ). La UTC ordenarà les propostes de millor a pitjor i a continuació farà les següents modificacions a les puntuacions obtingudes:

La **millor proposta, conserva la puntuació** (pot haver-hi empat en la primera posició i llavors totes les millors propostes conserven la puntuació)

La proposta que queda en **segona posició**, rep una **penalització del 2%** de la seva puntuació (se li resta un 2%).

La proposta que queda **tercera**, rep **penalització del 4%** (se li resta un 4%).

Finalment, la **pitjor proposta** des del punt de vista de la optimització energètica, rep una **penalització del 6%** en la seva puntuació (se li resta un 6% de la seva puntuació).

## Annex I

### Benchmark instructions: HPC challenge

HPC Challenge benchmark suite description and instructions can be downloaded from <http://icl.cs.utk.edu/hpcc/>. Do not follow the rules for optimization indicated in the HPC Challenge webpage and refer only to the ones stated in the section 4.6 on this call for tenders ("Requerimientos de benchmark")

We are interested in the condensed results of the following elements of the suite:

#### **G-HPL (system performance)**

Solves a randomly generated dense linear system of equations in double floating-point precision (IEEE 64-bit) arithmetic using MPI. The linear system matrix is stored in a two-dimensional block-cyclic fashion and multiple variants of code are provided for computational kernels and communication patterns. The solution method is LU factorization through Gaussian elimination with partial row pivoting followed by a backward substitution. **Unit: Tera Flops per Second**

#### **G-PTRANS (A=A+B<sup>T</sup>, MPI) (system performance)**

Implements a parallel matrix transpose for two-dimensional block-cyclic storage. It is an important benchmark because it exercises the communications of the computer heavily on a realistic problem where pairs of processors communicate with each other simultaneously. It is a useful test of the total communications capacity of the network. **Unit: Giga Bytes per Second**

#### **G-RandomAccess (system performance)**

Global RandomAccess, also called GUPs, measures the rate at which the computer can update pseudo-random locations of its memory - this rate is expressed in billions (giga) of updates per second (GUP/s). **Unit: Giga Updates per Second**

***NOTICE:** we removed the customary G-FFTE benchmark from the HPC challenge suite because its similarity with the second benchmark of this call for tender*

#### **EP-STREAM Triad (per process)**

The Embarrassingly Parallel STREAM benchmark is a simple synthetic benchmark program that measures sustainable memory bandwidth and the corresponding computation rate for simple numerical vector kernels. It is run in embarrassingly parallel manner - all computational processes perform the benchmark at the same time, the arithmetic average rate is reported. **Unit: Giga Bytes per Second**

#### **EP-STREAM-sys (system performance - derived)**

The Embarrassingly Parallel STREAM benchmark is a simple synthetic benchmark program that measures sustainable memory bandwidth and the corresponding computation rate for simple numerical vector kernels. It is run in embarrassingly parallel manner - all computational processes perform the benchmark at the same time, the arithmetic average rate is multiplied by the number

of processes for this value. ( EP-STREAM Triad \* MPI Processes ) **Unit: Giga Bytes per Second**

### **EP-DGEMM ( per process )**

The Embarrassingly Parallel DGEMM benchmark measures the floating-point execution rate of double precision real matrix-matrix multiply performed by the DGEMM subroutine from the BLAS (Basic Linear Algebra Subprograms). It is run in embarrassingly parallel manner - all computational processes perform the benchmark at the same time, the arithmetic average rate is reported. **Unit: Giga Flops per Second**

### **Random Ring Bandwidth (per process)**

Randomly Ordered Ring Bandwidth, reports bandwidth achieved in the ring communication pattern. The communicating processes are ordered randomly in the ring (with respect to the natural ordering of the MPI default communicator). The result is averaged over various random assignments of processes in the ring. **Unit: Giga Bytes per second**

### **Random Ring Latency (per process)**

Randomly-Ordered Ring Latency, reports latency in the ring communication pattern. The communicating processes are ordered randomly in the ring (with respect to the natural ordering of the MPI default communicator) in the ring. The result is averaged over various random assignments of processes in the ring. **Unit: micro-seconds**

## Annex II

### Benchmark instructions: fftw

This benchmark aims to get a basic estimate of speed for standard parallel computations.

#### Benchmark instructions

The routine `speed.fftw.mpi.f` should be copied, compiled and run using the set of parameters provided in **Table 1** once using MPI and another one using OpenMP. This simple routine computes several times a 3D FFT and its inverse and provides the execution time and the associated numerical error. It calls the fftw routines (<http://www.fftw.org/>), whose 2.1.5 version for MPI is required. The wrapper `mpiwrapper.c` links `speed.fftw.mpi.f` to the C fftw routines. The routine `speed.fftw.mpi.f` uses an include file `speed.fftw.mpi.i` (both `speed.fftw.mpi.f` and `speed.fftw.mpi.i` are provided in `benchmark-IC3.zip`). In the include file there are three parameters that have to be set:

**ngrid:** Dimensions of the 3D grid

**nproc:** Number of processors to be used

**nloops:** Exponent of the number of loops to be executed (i.e., the number of loops will go from 10 to  $10^{nloops}$ )

Using the GNU compilers, compile the wrapper and link the resulting object with the Fortran compilation of `speed.fftw.mpi.f`. The output of the routine contains the execution time of each cycle and the associated numerical error. Please, see the code for additional details. The full output in ASCII should be sent to the IC3.

Test	ngrid	nproc	nloops
#1	512	64	3
#2	512	128	3
#3	512	256	3
#4	1000	64	3
#5	1000	256	3
#6	512	2	3
#7	512	100	3
#8	1000	2	3
#9	512	64	6
#10	512	64	64
#11	1000	64	64

**Table 1:** Set of parameters to be used to run `speed.fftw.mpi.f`.

## Annex III

# Benchmark instructions: ROMS

### Introduction

**ROMS** (Regional Ocean Modeling System) is a free-surface, terrain-following, primitive equations ocean model widely used by the scientific community for a diverse range of applications. It is representative of the use that researchers at IC3 will give to the HPC facility.

**ROMS** is a very modern and modular code written in F90/F95. It uses C-preprocessing to activate the various physical and numerical options. Several coding standards have been established to facilitate model readability, maintenance, and portability. All the state model variables are dynamically allocated and passed as arguments to the computational routines via de-referenced pointer structures. All private or scratch arrays are automatic; their size is determined when the procedure is entered. This code structure facilitates computations over nested and composed grids. The code uses a coarse-grained parallelization paradigm which partitions the computational 3D grid into tiles. Each tile is then operated on by different parallel threads. In the parallel framework both shared- and distributed-memory paradigms coexist in the same code. The shared-memory option follows OpenMP 2.0 standard. **ROMS** has a generic distributed-memory interface that facilitates the use of several message passage protocols. Currently, the data exchange between nodes is done with MPI. However, other protocols like MPI2, SHMEM, and others can be coded without much effort. The entire input and output data structure of the model is via NetCDF which facilitates the interchange of data between computers, user community, and other independent analysis software.

### Getting started

(see <https://www.myroms.org/wiki> for additional details)

**ROMS** is a very complex model with many options and capabilities. ROMS is composed of many Fortran files (.F), a few header files (.h), various input script files (.in), a metadata variable definition file (varinfo.dat), and a single makefile. **ROMS** uses extensively C-preprocessing to activate and/or deactivate the various numerical and physical algorithm options. It also uses NetCDF to manage input and output data streams.

To install and run ROMS follow these general steps:

1. Register at the **ROMS** website ([www.myroms.org](http://www.myroms.org)) to get access to the algorithms and other user privileges. Select an **username** and **password** which will be used in the future to login and post messages in the ROMS forum, algorithm downloads, and contributing to wikiROMS.
2. Make sure that you have the following required software in your computer before compiling and running an application:
  - Subversion client to download source
  - Fortran 90 or Fortran 95 compiler
  - cpp program for C-preprocessing **ROMS** source code.
  - GNU make version 3.81 or higher to compile **ROMS**
  - Perl interpreter program

- NetCDF library, Fortran 90 interface
  - Message Passing Interface (MPI) library to run in parallel on a distributed-memory system
3. Use a Subversion client to checkout the latest version of the **ROMS** trunk.
  4. Modify the `makefile` to include machine-dependent options (compiler, location of NetCDF libraries,...) and to activate/disactivate some options (MPI, OpenMP, NetCDF4,...). Notice that the makefile will include a special machine-dependent include file (`Linux-pgi.mk`, for instance) particular to your operating system and compiler, found in the **Compilers** sub-directory.
  5. Compile and link **ROMS** by typing  
`make`  
You can also build **ROMS** without modifying the makefile or anything else in the source distribution by using the build Script `build.sh` or `build.bash` located in the **ROMS/Bin** sub-directory.
  6. To run ROMS in serial, just type:  
`oceanS < ROMS/External/ocean_upwelling.in > & log &`  
or to run in parallel (distributed-memory) on two processors:  
`mpirun -np 2 oceanM ROMS/External/ocean_upwelling.in > & log &`  
or to run in parallel (shared-memory) on two processors:  
`setenv OMP_THREAD_NUM 2`  
`ocean0 < ROMS/External/ocean_upwelling.in > & log &`  
Here, the file `ROMS/External/ocean_upwelling.in` contains all the input parameters to required by this application. Notice that in distributed-memory, the leading `<` is omitted so all parallel threads can read and process this input script without any communications in between.

## Benchmark instructions

Run **ROMS** using the `ic3_benchmark.in` input file provided in `benchmark-IC3.zip` with the values shown in **Table 2**.

1. In the `makefile` set  
`ROMS_APPLICATION ?= BENCHMARK`  
and activate `USE_MPI`, `USE_MPIF09` and `USE_OpenMP` options if necessary. Do not activate `USE_NETCDF4`.
2. Compile and link **ROMS** typing  
`make`
3. Run **ROMS** in parallel using the input file `ic3_benchmark.in`.

Test name	Lm	Mm	N	NTIMES	NtileI	NtileJ
Reference	2048	256	30	200	4	1
Standard	2048	256	100	200	40	5
Free	2048	256	100	200	Your best choice	

**Table 2:** Parametric values in `ic3_benchmark.in` file to be used for benchmarking.

**Example of log file**

Shortened version of a Log file of the Reference benchmark (see table 1) done on an Intel Core2 Quad Extreme QX9650 (3.0GHz) running under Linux.

```

Process Information:
Node # 0 (pid= 558) is active.
Model Input Parameters: ROMS/TOMS version 3.2
                        Thursday - August 6, 2009 - 1:02:16 PM
-----

Benchmark Test, Idealized Southern Ocean, Large Grid

Operating system : Linux
CPU/hardware     : x86_64
Compiler system  : gfortran
Compiler command : /usr/bin/mpif90
Compiler flags   : -fpack-arrays -O3 -ffast-math -ffree-form -ffree-line-
length-none

Input Script    : ../../ROMS/External/ic3_benchmark.in

SVN Root URL    : https://www.myroms.org/svn/src/trunk
SVN Revision    : 375M

Local Root      : /home/mahesh/ROMS/src
Header Dir      : /home/mahesh/ROMS/src/Projects/benchmark
Header file     : benchmark.h
Analytical Dir  : /home/mahesh/ROMS/src/Projects/benchmark

Resolution, Grid 01: 2048x0256x030,  Parallel Nodes: 4,  Tiling: 001x004

Physical Parameters, Grid: 01

```

---

200	ntimes	Number of timesteps for 3-D equations.
150.000	dt	Timestep size (s) for 3-D equations.
20	ndtfast	Number of timesteps for 2-D equations between each 3D timestep.
1	ERstr	Starting ensemble/perturbation run number.
1	ERend	Ending ensemble/perturbation run number.
0	nrrec	Number of restart records to read from disk.
T	LcycleRST	Switch to recycle time-records in restart file.
1000	nRST	Number of timesteps between the writing of data into restart fields.
1	ninfo	Number of timesteps between print of information to standard output.
T	ldefout	Switch to create a new output NetCDF file(s).
1000	nHIS	Number of timesteps between the writing fields into history file.
5.0000E+02	tnu2(01)	Horizontal, harmonic mixing coefficient (m2/s) for tracer 01: temp
5.0000E+02	tnu2(02)	Horizontal, harmonic mixing coefficient (m2/s) for tracer 02: salt
5.0000E+03	visc2	Horizontal, harmonic mixing coefficient (m2/s) for momentum.
1.0000E-05	Akt_bak(01)	Background vertical mixing coefficient (m2/s) for tracer 01: temp
1.0000E-05	Akt_bak(02)	Background vertical mixing coefficient (m2/s)

		for tracer 02: salt
1.0000E-04	Akv_bak	Background vertical mixing coefficient (m <sup>2</sup> /s) for momentum.
3.0000E-04	rdrq	Linear bottom drag coefficient (m/s).
3.0000E-03	rdrq2	Quadratic bottom drag coefficient.
2.0000E-02	Zob	Bottom roughness (m).
1.0000E+01	blk_ZQ	Height (m) of surface air humidity measurement.
1.0000E+01	blk_ZT	Height (m) of surface air temperature measurement.
1.0000E+01	blk_ZW	Height (m) of surface winds measurement.
	1 lmd_Jwt	Jerlov water type.
	1 Vtransform	S-coordinate transformation equation.
	1 Vstretching	S-coordinate stretching function.
5.0000E+00	theta_s	S-coordinate surface control parameter.
4.0000E-01	theta_b	S-coordinate bottom control parameter.
200.000	Tcline	S-coordinate surface/bottom layer width (m) used in vertical coordinate stretching.
1025.000	rho0	Mean density (kg/m <sup>3</sup> ) for Boussinesq approximation.
0.000	dstart	Time-stamp assigned to model initialization (days).
0.00	time_ref	Reference time for units attribute (yyyymmdd.dd)
0.0000E+00	Tnudg(01)	Nudging/relaxation time scale (days) for tracer 01: temp
0.0000E+00	Tnudg(02)	Nudging/relaxation time scale (days) for tracer 02: salt
0.0000E+00	Znudg	Nudging/relaxation time scale (days) for free-surface.
0.0000E+00	M2nudg	Nudging/relaxation time scale (days) for 2D momentum.
0.0000E+00	M3nudg	Nudging/relaxation time scale (days) for 3D momentum.
0.0000E+00	obcfac	Factor between passive and active open boundary conditions.
10.000	T0	Background potential temperature (C) constant.
35.000	S0	Background salinity (PSU) constant.
1.000	gamma2	Slipperiness variable: free-slip (1.0) or no-slip (-1.0).

## Output/Input Files:

Output Restart File: ocean\_rst.nc

Tile partition information for Grid 01: 2048x0256x0030 tiling: 001x004

tile	Istr	Iend	Jstr	Jend	Npts
0	1	2048	1	64	3932160
1	1	2048	65	128	3932160
2	1	2048	129	192	3932160
3	1	2048	193	256	3932160

Tile minimum and maximum fractional grid coordinates:  
(interior points only)

tile	Xmin	Xmax	Ymin	Ymax	grid
0	0.50	2048.50	0.50	64.50	RHO-points
1	0.50	2048.50	64.50	128.50	RHO-points
2	0.50	2048.50	128.50	192.50	RHO-points
3	0.50	2048.50	192.50	256.50	RHO-points

0	1.00	2048.00	0.50	64.50	U-points
1	1.00	2048.00	64.50	128.50	U-points
2	1.00	2048.00	128.50	192.50	U-points
3	1.00	2048.00	192.50	256.50	U-points
0	0.50	2048.50	1.00	64.50	V-points
1	0.50	2048.50	64.50	128.50	V-points
2	0.50	2048.50	128.50	192.50	V-points
3	0.50	2048.50	192.50	256.00	V-points

Maximum halo size in XI and ETA directions:

```
HaloSizeI(1) = 6186
HaloSizeJ(1) = 228
TileSide(1) = 2056
TileSize(1) = 143920
```

Activated C-preprocessing Options:

BENCHMARK Benchmark Test, Idealized Southern Ocean, Large Grid

```
.....
VAR_RHO_2D Variable density barotropic mode.
Node # 1 (pid= 556) is active.
Node # 3 (pid= 559) is active.
Node # 2 (pid= 557) is active.
```

INITIAL: Configuring and initializing forward nonlinear model ...

Vertical S-coordinate System:

level	S-coord	Cs-curve	at_hmin	over_slope	at_hmax
30	0.0000000	-0.0000000	-0.000	-0.000	-0.000
29	-0.0333333	-0.0024174	-7.392	-11.622	-15.853
28	-0.0666667	-0.0052838	-14.918	-24.165	-33.412
27	-0.1000000	-0.0087922	-22.638	-38.024	-53.410
26	-0.1333333	-0.0131904	-30.624	-53.707	-76.790
25	-0.1666667	-0.0187972	-38.973	-71.868	-104.763
24	-0.2000000	-0.0260168	-47.805	-93.334	-138.864
23	-0.2333333	-0.0353508	-57.272	-119.136	-181.000
22	-0.2666667	-0.0473981	-67.553	-150.499	-233.446
21	-0.3000000	-0.0628318	-78.850	-188.805	-298.761
20	-0.3333333	-0.0823381	-91.368	-235.460	-379.551
19	-0.3666667	-0.1065031	-105.284	-291.665	-478.045
18	-0.4000000	-0.1356491	-120.695	-358.081	-595.466
17	-0.4333333	-0.1696534	-137.563	-434.456	-731.349
16	-0.4666667	-0.2078237	-155.680	-519.372	-883.063
15	-0.5000000	-0.2489214	-174.676	-610.289	-1045.901
14	-0.5333333	-0.2913811	-194.081	-703.998	-1213.915
13	-0.5666667	-0.3336756	-213.436	-797.368	-1381.301
12	-0.6000000	-0.3746809	-232.404	-888.096	-1543.788
11	-0.6333333	-0.4138998	-250.837	-975.161	-1699.486
10	-0.6666667	-0.4514899	-268.780	-1058.888	-1848.995
9	-0.7000000	-0.4881475	-286.444	-1140.702	-1994.960
8	-0.7333333	-0.5249360	-304.147	-1222.785	-2141.423

7	-0.7666667	-0.5631362	-322.274	-1307.762	-2293.251
6	-0.8000000	-0.6041494	-341.245	-1398.506	-2455.768
5	-0.8333333	-0.6494565	-361.504	-1498.053	-2634.601
4	-0.8666667	-0.7006196	-383.519	-1609.604	-2835.688
3	-0.9000000	-0.7593114	-407.793	-1736.588	-3065.383
2	-0.9333333	-0.8273620	-434.875	-1882.759	-3330.642
1	-0.9666667	-0.9068164	-465.378	-2052.307	-3639.236
0	-1.0000000	-1.0000000	-500.000	-2250.000	-4000.000

Time Splitting Weights: ndtfast = 20 nfast = 29

Primary	Secondary	Accumulated to Current Step
1-0.0009651193358779	0.050000000000000000	-0.0009651193358779 0.050000000000000000
2-0.0013488780126037	0.0500482559667939	-0.0023139973484816 0.1000482559667939
3-0.0011514592651645	0.0501156998674241	-0.0034654566136460 0.1501639558342179
4-0.0003735756740661	0.0501732728306823	-0.0038390322877122 0.2003372286649002
5 0.0009829200513762	0.0501919516143856	-0.0028561122363360 0.2505291802792858
6 0.0029141799764308	0.0501428056118168	0.0000580677400948 0.3006719858911026
7 0.0054132615310267	0.0499970966129952	0.0054713292711215 0.3506690825040978
8 0.0084687837865132	0.0497264335364439	0.0139401130576347 0.4003955160405417
9 0.0120633394191050	0.0493029943471183	0.0260034524767397 0.4496985103876600
10 0.0161716623600090	0.0486998273761630	0.0421751148367486 0.4983983377638230
11 0.0207585511322367	0.0478912442581626	0.0629336659689853 0.5462895820219856
12 0.0257765478740990	0.0468533167015507	0.0887102138430843 0.5931428987235363
13 0.0311633730493853	0.0455644893078458	0.1198735868924696 0.6387073880313821
14 0.0368391158442262	0.0440063206553765	0.1567127027366958 0.6827137086867585
15 0.0427031802506397	0.0421643648631652	0.1994158829873354 0.7248780735499237
16 0.0486309868367616	0.0400292058506332	0.2480468698240970 0.7649072794005569
17 0.0544704302037591	0.0375976565087951	0.3025173000278562 0.8025049359093520
18 0.0600380921294285	0.0348741349986072	0.3625553921572847 0.8373790709079592
19 0.0651152103984763	0.0318722303921358	0.4276706025557610 0.8692513013000949
20 0.0694434033194839	0.0286164698722119	0.4971140058752449 0.8978677711723068
21 0.0727201499285569	0.0251442997062377	0.5698341558038018 0.9230120708785445
22 0.0745940258796570	0.0215082922098099	0.6444281816834588 0.9445203630883544
23 0.0746596950216180	0.0177785909158270	0.7190878767050768 0.9622989540041814
24 0.0724526566618460	0.0140456061647461	0.7915405333669228 0.9763445601689276
25 0.0674437485167025	0.0104229733316538	0.8589842818836253 0.9867675335005814
26 0.0590334053485720	0.0070507859058187	0.9180176872321973 0.9938183194064002
27 0.0465456732896125	0.0040991156383901	0.9645633605218099 0.9979174350447904
28 0.0292219798521905	0.0017718319739095	0.9937853403740005 0.9996892670186999
29 0.0062146596259994	0.0003107329813000	0.9999999999999999 0.9999999999999999

ndtfast, nfast = 20 29 nfast/ndtfast = 1.45000

Centers of gravity and integrals (values must be 1, 1, approx 1/2, 1, 1):

1.000000000000 1.060707743385 0.530353871693 1.000000000000 1.000000000000

Power filter parameters, Fgamma, gamma = 0.28400 0.14200

Minimum X-grid spacing, DXmin = 6.67292613E+00 km  
 Maximum X-grid spacing, DXmax = 1.25747428E+01 km  
 Minimum Y-grid spacing, DYmin = 8.68753316E+00 km  
 Maximum Y-grid spacing, DYmax = 8.68753316E+00 km  
 Minimum Z-grid spacing, DZmin = 7.39187981E+00 m  
 Maximum Z-grid spacing, DZmax = 3.60764219E+02 m

Minimum barotropic Courant Number = 9.46797803E-02

Maximum barotropic Courant Number = 2.63504236E-01  
 Maximum Coriolis Courant Number = 2.05621375E-02

Maximum grid stiffness ratios: rx0 = 4.193425E-01 (Beckmann and Haidvogel)  
 rx1 = 1.224868E+01 (Haney)

Initial basin volumes: TotVolume = 1.65993688308554E+17 m3  
 MinVolume = 4.30124999569357E+08 m3  
 MaxVolume = 3.93471529157603E+10 m3  
 Max/Min = 9.14784143101536E+01

NL ROMS/TOMS: started time-stepping: (Grid: 01 TimeSteps: 00000001 - 00000200)

STEP	Day HH:MM:SS	KINETIC_ENRG	POTEN_ENRG	TOTAL_ENRG	NET_VOLUME
0	0 00:00:00	0.000000E+00	1.962855E+04	1.962855E+04	1.659937E+17
1	0 00:02:30	9.462490E-09	1.962855E+04	1.962855E+04	1.659937E+17
2	0 00:05:00	3.773821E-08	1.962855E+04	1.962855E+04	1.659937E+17
...	.....	.....	.....	.....	.....
199	0 08:17:30	2.957707E-05	1.962855E+04	1.962855E+04	1.659937E+17
200	0 08:20:00	2.948640E-05	1.962855E+04	1.962855E+04	1.659937E+17

Elapsed CPU time (seconds):

Node # 0 CPU:	5124.760
Node # 1 CPU:	5173.275
Node # 3 CPU:	5130.041
Node # 2 CPU:	5111.379
Total:	20539.456

Nonlinear model elapsed time profile:

Initialization .....	9.773	( 0.0476 %)
Processing of input data .....	43.567	( 0.2121 %)
Computation of vertical boundary conditions .....	10.049	( 0.0489 %)
Computation of global information integrals .....	100.778	( 0.4907 %)
Writing of output data .....	0.004	( 0.0000 %)
Model 2D kernel .....	7168.932	(34.9032 %)
2D/3D coupling, vertical metrics .....	188.036	( 0.9155 %)
Omega vertical velocity .....	229.046	( 1.1152 %)
Equation of state for seawater .....	684.439	( 3.3323 %)
Atmosphere-Ocean bulk flux parameterization .....	280.157	( 1.3640 %)
KPP vertical mixing parameterization .....	2244.616	(10.9283 %)
3D equations right-side terms .....	1320.547	( 6.4293 %)
3D equations predictor step .....	1953.354	( 9.5103 %)
Pressure gradient .....	798.146	( 3.8859 %)
Harmonic mixing of tracers, geopotentials .....	1921.012	( 9.3528 %)
Harmonic stress tensor, S-surfaces .....	661.297	( 3.2196 %)
Corrector time-step for 3D momentum .....	1048.666	( 5.1056 %)
Corrector time-step for tracers .....	1402.372	( 6.8277 %)
Total:	20064.790	97.6890

Nonlinear model message Passage profile:

Message Passage: 2D halo exchanges .....	960.048	( 4.6742 %)
--	---------	-------------

Message Passage: 3D halo exchanges .....	448.356	( 2.1829 %)
Message Passage: 4D halo exchanges .....	194.384	( 0.9464 %)
Message Passage: data broadcast .....	0.084	( 0.0004 %)
Message Passage: data reduction .....	4.200	( 0.0204 %)
Total:	1607.072	7.8243

All percentages are with respect to total time = 20539.456

ROMS/TOMS - Output NetCDF summary for Grid 01:

Analytical header files used:

```
ROMS/Functionals/ana_btflux.h
ROMS/Functionals/ana_cloud.h
ROMS/Functionals/ana_grid.h
ROMS/Functionals/ana_humid.h
ROMS/Functionals/ana_initial.h
ROMS/Functionals/ana_pair.h
ROMS/Functionals/ana_rain.h
ROMS/Functionals/ana_srflux.h
ROMS/Functionals/ana_stflux.h
ROMS/Functionals/ana_tair.h
ROMS/Functionals/ana_winds.h
```

ROMS/TOMS: DONE... Thursday - August 6, 2009 - 2:50:09 PM

## Annex IV

### Test de funcionalitat

Els diferents test de funcionalitat seran realitzats immediatament després de que el sistema hagi estat lliurat clau en ma a l'IC3. El test seran realitzats per tècnics designats pel licitador i en presència d'un tècnic del Departament d'IT i Data Bases de l'IC3. No hi ha cap límit de temps per la realització d'aquest test però no es passarà a la següent fase (reproducció dels resultats del licitador en els benchmark, veure apartat 4.7) fins que no s'hagin obtingut el resultats requerits. En el test es verificaran els següents aspectes de la funcionalitat del sistema:

#### **Inicialització, reboot i shutdown**

- a) Inicialitzar el sistema complert
- b) Shutdown del sistema complert
- c) Reboot de tot el sistema

#### **Networking**

Els test es faran en dos direccions, connectant des de i cap a tots els nodes o entre els diferents servers

- a) Verificar la funcionalitat de la xarxa d'interconnexió amb el comandament ping
- b) Obrir les connexions
- c) Transferir fitxers
- d) Validar els comandaments de networking que corresponguin (tipus rsh, rcp, rlogin, ssh, scp, sftp, etc...)

#### **Interacció bàsica**

- a) Testar la funcionalitat dels comandament bàsics de la shell
- b) Testar el History management i el recall (allà on estigui suportat)
- c) Verificar els comandaments de control de treballs (com ara ps, kill i similars)

#### **Discs, sistema de arxius (file system) i arxius**

Es verificarà l'accessibilitat, creació i "muntatge" dels sistemes d'arxius nadiu del sistema operatiu i del sistema d'arxius globals. Es faran els següents tests de funcionalitat:

- a) Partició del disc
- b) Creació i "muntatge" del sistema d'arxius
- c) Create/delete/move file/directory
- d) List/move/copy/touch file/directory
- e) Informació del disc
- f) Cerca d'arxius
- g) Canviar file/directory ownership/access

#### **Backups**

Es verificarà la funcionalitat dels comandaments de backup, la validesa de les dades guardades i la

correcció de les dades recuperades segons el sistema ofert pel licitador

### **Comandaments d'administració del sistema**

Es verificarà la funcionalitat d'algunes tasques bàsiques de l'administrador del sistema (crear usuaris, canviar passwords, finger i who) i la disponibilitat de comandaments de paral·lelització (dsh, pcp o similar) i de eines estadístiques (com ara aacton, runacct o similar). També es verificarà que les eines d'administració i diagnosi remota estan disponibles i funcionen tal i com va declarar el licitador a la seva oferta.

### **Comandaments d'usuari**

Es verificarà la funcionalitat d'alguns comandaments d'usuari com ara la recuperació de man pages, disponibilitat d'editor, compressió i descompressió d'arxius, eines d'informació del sistema, etc...

### **Compiladors de C, C++ i Fortran**

Es verificarà la funcionalitat dels compiladors de C, C++ i Fortran mitjançant la compilació amb èxit i l'execució amb èxit dels benchmarks que proposi el licitador per a cada llenguatge

### **Funcionalitat del MPI**

La conformitat entre Fortran i MPI serà testada mitjançant la compilació i execució amb èxit del HPC challenge benchmark suite

### **Debuggers**

Els debuggers seran testats utilitzant els codis utilitzats per avaluar les funcionalitats dels compiladors anteriors

### **Batch system**

El batch system es testarà creant, verificant i modificant el estatus de les cues i dels recursos, i sotmeten al batch system els benchmarks anteriors