	Capitolato tecnico per l'affidamento di servizi e risorse di supercalcolo per la modellistica numerica meteorologica e marina	Allegato 4
		Pagina 1 di 25

Indice

Premessa	3
Oggetto dell'appalto	4
Descrizione dei servizi	4
LAMI-OPER	5
Descrizione del modulo	5
Descrizione del software	5
Servizi richiesti	6
Requisiti hardware/software/networking necessari per la fornitura dei servizi	8
Livello di qualità della fornitura, penali e risoluzione del contratto	9
Med-Ita-Re	10
Descrizione del modulo	11
Descrizione del software	11
Servizi richiesti	12
Requisiti hardware/software/networking necessari per la fornitura dei servizi	13
Livello di qualità della fornitura, penali e risoluzione del contratto	13
LAMI-ENDA	15
Descrizione del modulo	15
Servizi richiesti	15
Livello di qualità della fornitura, penali e risoluzione del contratto	15
LAMI-ENS	17
Descrizione del modulo	17
Servizi richiesti	17
Livello di qualità della fornitura, penali e risoluzione del contratto	18
Servizi di hosting virtuale	19
Descrizione del modulo	19
Servizi richiesti	19
Livello di qualità della fornitura, penali e risoluzione del contratto	20
Quantificazione delle risorse di calcolo e archiviazione	21
Sistema di calcolo ad alte prestazioni	23
Verifica della qualità della fornitura	25
Periodo di avvio del servizio	25

1 Premessa

Arpae – Agenzia Regionale per la Prevenzione, l'Ambiente e l'Energia dell'Emilia-Romagna è un'Amministrazione pubblica, operativa dal maggio del 1996 con compiti quali i controlli ambientali, l'analisi e l'elaborazione dei dati ambientali, il supporto tecnico-scientifico alle amministrazioni locali, la ricerca applicata finalizzata ad individuare soluzioni tecnologicamente innovative ai problemi ambientali.

Il Servizio Idro-Meteo-Clima, nodo operativo di Arpae (Arpae-SIMC), in particolare:

ha istituzionalmente il compito di fornire informazioni e previsioni meteorologiche sul territorio regionale per soddisfare le esigenze dell'utenza locale, sia pubblica che privata;

in base ad accordi con il Dipartimento di Protezione Civile Nazionale (progetto ModMet) si è assunto l'impegno di:

- svolgere attività di previsione meteorologica e meteomarina anche sull'intero territorio nazionale;
- fornire prodotti operativi che consentano anche l'accesso da parte della rete dei Centri Funzionali ai dati meteorologici necessari per lo svolgimento delle attività a scala regionale di supporto alle azioni di protezione civile;
- concorrere alla verifica dell'affidabilità e validazione su tutto il territorio nazionale del modello previsionale ad area limitata italiano di riferimento;
- curare lo sviluppo di base, applicativo gestionale e di coordinamento nei settori delle catene operative previsionali basate su modelli numerici ad area limitata;
- sviluppare sistemi di nowcasting operativo basati su tecniche di estrapolazione anche probabilistica;
- sviluppare e gestire sistemi di elaborazione di dati radarmeteorologici, anche al fine di renderli idonei per successive postelaborazioni quali l'integrazione con i dati delle reti convenzionali e con la modellistica idrologica;
- sviluppare tecniche di mosaicatura a scala regionale, quantitative ed ad alta risoluzione, nonché sistemi per l'integrazione in ambiente web-gis del dato radar mosaicato;
- sviluppare tecniche di validazione dei prodotti per l'individuazione di metodologie post-elaborazione/adattamento del prodotto meteorologico;
- curare lo sviluppo e l'uso ottimale della modellistica numerica per le previsioni dello stato del mare, anche a scala locale;

ha in corso progetti internazionali e nazionali di applicazione dei modelli previsionali, che garantiscono all'attività operativa ed istituzionale un prodotto modellistico sempre aggiornato ma necessitano di consulenza altamente specialistica nel settore del calcolo numerico nonché di risorse di supercalcolo.

Per la realizzazione di queste attività è necessario rendere quotidianamente operativo il Modello COSMO nell'ambito dell'accordo LAMI (Limited Area Model Italy)

e del progetto ModMet, e pertanto Arpae–SIMC è tenuta ad acquisire i servizi e le risorse di supercalcolo dettagliati nel presente disciplinare.

2 Oggetto dell'appalto

Forma oggetto del presente appalto l'acquisizione di servizi e risorse di supercalcolo (o calcolo ad alte prestazioni o "HPC") per la modellistica previsionale meteorologica e marina di Arpae Emilia-Romagna, Servizio Idro-Meteo-Clima (Arpae–SIMC), di seguito "Arpae" o "Committente", in particolare:

- Implementazione ed esecuzione quotidiana di procedure previsionali operative gestite dal Fornitore e richiedenti considerevoli risorse di supercalcolo
- Fornitura di risorse di supercalcolo finalizzate all'esecuzione quotidiana di procedure previsionali operative gestite dal Committente
- Servizi accessori quali connettività di rete, virtual hosting, archiviazione, visualizzazione e disseminazione di dati.

Le risorse di supercalcolo dovranno essere fornite su un unico sistema dedicato, le cui caratteristiche sono descritte nell'apposito capitolo e che dovrà avere una potenza tale da garantire la fornitura contemporanea di tutti i servizi di supercalcolo richiesti, garantendo il rispetto delle relative tempistiche.

Il Committente detiene ogni diritto di uso, modifica e redistribuzione del software sviluppato dal Fornitore ai fini specifici dello svolgimento del presente contratto, con l'eventuale esclusione di parti minoritarie contenenti chiavi di accesso, password o altre informazioni riservate.

3 Descrizione dei servizi

I moduli costituenti l'appalto, che verranno conferiti a seguito dell'espletamento della gara, sono i seguenti:

- Modulo 1 (LAMI-OPER)
- Modulo 2 (Med-Ita-Re)
- Modulo 3 (LAMI-ENDA)
- Modulo 4 (LAMI-ENS)
- Modulo 5 (Virtual hosting)

I moduli 1, 2, 3 e 4 saranno attivi per tutta la durata del contratto; il modulo 5 è opzionale; le componenti opzionali potranno essere attivate su richiesta di Arpae al momento della stipulazione del contratto oppure successivamente con un preavviso non inferiore a novanta giorni. E' prevista la possibilità di disattivare il modulo opzionale con un analogo preavviso ed il riconoscimento del costo relativo al periodo di preavviso.

Modulo n.1: LAMI-OPER

3.1.1 Descrizione del modulo

Il modulo consiste nell'esecuzione in modalità operativa della procedura LAMI-OPER da parte del Fornitore, più altri servizi accessori descritti dettagliatamente nel paragrafo "servizi richiesti".

La procedura operativa LAMI-OPER è basata sull'integrazione numerica del modello previsionale denominato COSMO, con un passo di griglia orizzontale di 5 km a copertura dell'area mediterranea e con un passo di griglia di 2,2 km su tutto il territorio nazionale italiano.

La procedura LAMI-OPER viene eseguita 2 volte al giorno, a partire dai dati delle 00 e delle 12 UTC. I dati delle 00 UTC necessari all'avvio della procedura sono disponibili generalmente attorno alle 4 UTC e quelli delle 12 UTC attorno alle 16 UTC, tuttavia questi tempi potranno variare di giorno in giorno.

L'integrazione a 5 km include due corse al giorno (00 e 12 UTC) di assimilazione di 18 ore (inclusa la ripetizione delle ultime 6 ore della corsa precedente) e due corse al giorno (00 e 12 UTC) di previsione a 72 ore.

L'integrazione a 2,2 km include due corse al giorno (00 e 12 UTC) di previsione a 48 ore.

Il carico del sistema generato da questo modulo e dal modulo successivo, in condizioni normali, è quindi concentrato approssimativamente nelle ore tra le 4 e le 8 UTC e tra le 16 e le 20 UTC.

Allo scopo di valutare il carico computazionale e di Input/Output (I/O) della procedura, a richiesta dei singoli partecipanti, verrà fornito, sotto forma di codici sorgenti e dati di corredo, il necessario per l'effettuazione di una simulazione del servizio. Per maggiori dettagli su tale simulazione, si rinvia al capitolo "Quantificazione delle risorse di calcolo e archiviazione".

La procedura operativa include, oltre ai processi paralleli Message Passing Interface (MPI), diverse operazioni addizionali, quali lo spostamento, la fusione e la rielaborazione di file in ingresso e uscita, la messa a disposizione dei file in rete ecc. Queste operazioni sono di costo computazionale trascurabile rispetto al costo dell'esecuzione dei processi paralleli, sarà tuttavia compito del Fornitore strutturare il workflow dei vari processi in modo da sincronizzare i tempi di esecuzione delle varie fasi ed evitare rallentamenti.

3.1.2 Descrizione del software

Il software utilizzato per la fornitura del servizio si compone di:

1. Software COSMO: è il software proprietario del Consorzio COSMO, viene messo a disposizione da Arpa e che detiene una licenza che ne consente l'uso commerciale. Esso comprende il modello meteorologico previsionale COSMO, e il relativo programma di interpolazione INT2LM. Si tratta di codici scritti in

Fortran e facenti uso del paradigma standard di programmazione MPI (Message Passing Interface) per il calcolo parallelo e delle librerie Netcdf e Eccodes, liberamente disponibili, per l'Input/Output. Esso deve essere usato senza modifiche ai codici sorgente escluso quelle eventualmente necessarie per l'adattamento all'architettura hardware e al compilatore prescelti, assieme ad eventuali modifiche finalizzate all'ottimizzazione. Non è inoltre consentito, in fase di compilazione, utilizzare opzioni che alterino la precisione numerica di calcolo implicitamente o esplicitamente indicata nei codici sorgente. In ogni caso le eventuali modifiche apportate al software qui indicato dovranno essere approvate dal Committente ed essere ridistribuibili al consorzio COSMO, proprietario del software.

2. Libsim/Db-All.e/Bufr2netcdf/Arkimet: è un insieme di programmi e librerie necessarie per operazioni di contorno alle procedure di previsione meteorologica, quali la preparazione delle osservazioni per l'assimilazione dati, la postelaborazione e l'archiviazione dei risultati modellistici. Si tratta di software sviluppato direttamente da Arpa e o per conto di essa nei linguaggi Fortran/C/C++ e liberamente distribuito.
3. Software per la gestione del workflow delle procedure operative, costituito dal pacchetto EcfLOW, liberamente distribuito e sviluppato da ECMWF, e da un insieme di script in Unix shell e python e di definizioni di suite EcfLOW, sviluppati da Arpa e; il Fornitore è comunque libero di sostituire questo software con altro software sviluppato autonomamente per quanto riguarda le procedure gestite direttamente dal Fornitore stesso.

3.1.3 Servizi richiesti

1. Adattamento del software indicato ai punti 1 e 2 (software COSMO e strumenti di pre/postelaborazione) sul sistema di calcolo scelto dal Fornitore.
2. Implementazione del flusso di processi (workflow) richiesto dalla procedura previsionale LAMI-OPER, incluso il trasferimento dei dati in ingresso, l'esecuzione dei processi paralleli di calcolo e dei processi di pre e post-elaborazione e la messa a disposizione dei dati in uscita, sul sistema di calcolo indicato al punto precedente, in maniera tale che il flusso possa essere avviato ad istanti di tempo prestabiliti in modalità automatica; i dettagli del workflow costituente la procedura previsionale saranno illustrati dal Committente durante il periodo di avvio del servizio (vedere il capitolo "Periodo di avvio del servizio").
3. Messa a disposizione del Committente dell'accesso in lettura a tutti i file costituenti le procedure operative, codici sorgenti e eseguibili, shell script e file di lavoro, ai fini di permettere il controllo della correttezza dell'implementazione e l'effettuazione di ulteriori elaborazioni autonome. A questo scopo il Fornitore dovrà mantenere una documentazione aggiornata

concernente le modalità di realizzazione del flusso dei processi operativi e i file corrispondenti.

4. Avvio della procedura previsionale LAMI-OPER non appena sono disponibili i dati in ingresso e sua esecuzione completa due volte al giorno, **ogni giorno dell'anno**, secondo la tempistica specificata nel relativo paragrafo del presente capitolo e rispettando i livelli di qualità della fornitura definiti nel relativo paragrafo. Questo implica che il Fornitore è tenuto a monitorare regolarmente i sistemi di calcolo e lo stato delle procedure automatizzate e a prendere tempestive misure per ripristinare eventuali situazioni di errore.
5. Invio ad un server di Arpae ([ftpsimc.arpae.it](https://simc.arpae.it)), tramite il protocollo ftps, di file con nomi convenzionali indicanti il termine di ogni fase della catena operativa e la disponibilità dei corrispondenti dati. Modalità diverse di segnalazione del completamento delle procedure e della disponibilità dei dati potranno essere implementate di comune accordo tra Fornitore e Committente.
6. Messa a disposizione di tutti i dati in uscita prodotti dalle procedure operative tramite i protocolli di rete ftp, scp e sftp su un server ospitato dal Fornitore, affinché un insieme di utenti esterni autorizzati possa scaricarli, attraverso la rete internet.
7. Trasferimento di tutti i dati in uscita prodotti dalle procedure operative su uno dei server virtuali indicati nel modulo "Servizi di hosting virtuale" tramite il protocollo scp/sftp/rsync o altre modalità di condivisione file accordate tra le parti.
8. Aggiornamento del software costituente le procedure nel caso si riscontrino errori, siano disponibili aggiornamenti o il Committente decida di modificare le configurazioni delle procedure operative; queste modifiche saranno tali da non eccedere rispetto ai limiti delle risorse di calcolo/memorizzazione/rete richieste; nel caso di errori che compromettono l'esecuzione dei processi, la cui soluzione sia nota, si richiede che l'aggiornamento avvenga entro il giorno lavorativo seguente la richiesta; nel caso di richieste di modifiche alla configurazione delle procedure che non implicino modifiche sostanziali al flusso dei processi né aggiornamenti del software, si richiede l'applicazione entro cinque giorni lavorativi; nel caso di richieste di modifiche sostanziali al flusso dei processi o aggiornamenti del software corrispondente, si richiede che esse vengano applicate entro trenta giorni dalla richiesta, per un massimo di 4 richieste all'anno.
9. Realizzazione di una mailing list in cui le informazioni sullo stato della suite, ritardi aggiornamenti, ecc. possono essere diffuse agli utenti interessati, con un archivio dei messaggi sfogliabile via web.
10. Fornitura di risorse di calcolo aggiuntive gestite dal Committente, sullo stesso sistema di calcolo utilizzato per le procedure operative LAMI-OPER, nella quantità indicata nel capitolo "Quantificazione delle risorse di calcolo e archiviazione", senza richieste di garanzia sui tempi di attesa, finalizzate alla verifica di eventuali risultati anomali delle procedure operative e alla

sperimentazione, sistematica e non, di configurazioni diverse delle procedure operative; si richiede che tali risorse siano fruibili nei periodi di inutilizzo del sistema da parte delle procedure operative; a tal fine si acconsente che i processi relativi alle risorse del presente punto possano essere interrotti forzatamente da eventuali processi ad alta priorità relativi alle procedure operative.

Il Committente fornirà supporto al Fornitore in tutte le fasi dello svolgimento del contratto, in particolare nelle fasi di adattamento e nell'implementazione del flusso dei processi operativi, che avverranno durante il periodo di avvio del contratto, nonché nella gestione delle situazioni di malfunzionamento e nelle eventuali fasi di successivo aggiornamento del software.

3.1.4 Requisiti hardware/software/networking necessari per la fornitura dei servizi

1. Il software indicato sopra nel paragrafo 3.1.2 richiede un sistema di calcolo ad alte prestazioni con caratteristiche minime descritte nel capitolo "Sistema di calcolo ad alte prestazioni".
2. La potenza di calcolo del sistema utilizzato dovrà essere tale da permettere di soddisfare le richieste di tempistica specificate nel relativo paragrafo del presente capitolo. Il sistema dovrà avere delle caratteristiche di manutenzione e di affidabilità tali da garantire la continuità del servizio nel tempo.
3. La connettività di rete dell'infrastruttura di calcolo dovrà essere tale da consentire il trasferimento dei dati in ingresso, circa 1 GB di dati da CNMCA (Roma, ftp.meteoam.it) e/o da ECMWF (dominio ecmwf.int) e/o da Arpae-Emilia Romagna (dominio arpae.it) verso il Fornitore, tramite i protocolli ftp, ftps, http/https o scp/sftp, ad ogni esecuzione delle procedure (2 volte al giorno), in tempi trascurabili rispetto ai tempi di esecuzione delle procedure stesse come definiti nel paragrafo relativo alla tempistica.
4. La connettività di rete dell'infrastruttura di calcolo dovrà essere tale da consentire il trasferimento dei dati in uscita verso utenti esterni, valutati in 100 GB per ogni esecuzione delle procedure, aggregati tra server ftp gestito dal Fornitore e server virtuale gestito dal Committente, in tempi non superiori ai tempi di esecuzione delle procedure.
5. Disponibilità di spazio di archiviazione nelle quantità e nelle modalità indicate nel capitolo "Quantificazione delle risorse di calcolo e archiviazione".

Note riguardo i requisiti hardware/software/networking:

Si precisa che è disponibile anche una versione del codice parallelo principale utilizzato per la fornitura del servizio, il modello COSMO, funzionante su sistemi ibridi dotati di acceleratori tipo Nvidia GPU. Tale versione non è al momento considerata

sufficientemente stabile per applicazioni operative, per cui si richiede che l'implementazione iniziale del servizio avvenga su un sistema con CPU tradizionali. Successivamente all'avvio del servizio, il fornitore potrà utilizzare la versione del codice per GPU per fornire il servizio, nel caso essa consenta un risparmio di risorse di calcolo, a patto di dimostrare che i risultati della versione con GPU siano numericamente compatibili con quelli del codice originale. In tal caso il Fornitore è comunque tenuto a mantenere un'implementazione di riferimento basata sul codice originale, eseguibile su sistemi dotati di CPU, ai fini di verifiche periodiche della coerenza dei risultati. Nella fase preliminare di esecuzione della simulazione del servizio Arpae non fornirà supporto riguardo la versione del codice COSMO per GPU.

3.1.5 Livello di qualità della fornitura, penali e risoluzione del contratto

Il coefficiente di fallimento C_f per una singola esecuzione della procedura LAMI-OPER è definito come il massimo tra i seguenti valori:

- 1** se LAMI-OPER non è disponibile 4,5 ore dopo il termine della ricezione di tutti i dati in ingresso necessari alla sua esecuzione (fallimento)
- 0,5** se LAMI-OPER è reso disponibile tra 2,5 e 4,5 ore dopo il termine della ricezione di tutti i dati in ingresso necessari alla sua esecuzione (ritardo)
- 0** se LAMI-OPER è reso disponibile entro 2,5 ore dopo il termine della ricezione di tutti i dati in ingresso necessari alla sua esecuzione (successo)

Il tasso di fallimento T_f su un periodo di tempo pari a n giorni è definito come il rapporto tra la somma dei coefficienti di fallimento C_f relativi agli n giorni considerati e $2 \cdot n$ (quest'ultimo pari al numero di esecuzioni di LAMI-OPER richieste nel periodo considerato).

Durante ogni intervallo di tempo oggetto di computo delle penali, il Fornitore sarà soggetto ad una penale pari ad una frazione f dell'ammontare netto contrattuale relativo al modulo corrente per il periodo considerato, calcolata secondo la seguente formula:

$$f=0 \text{ se } T_f < 0,02$$

$$f=(T_f-0,02)/0,6 \text{ se } 0,02 \leq T_f < 0,08$$

$$f=0,1 \text{ se } T_f \geq 0,08$$

L'inadempienza rispetto ad uno o più dei seguenti punti è considerato motivo di risoluzione del contratto:

- Tasso di fallimento, calcolato secondo le modalità descritte sopra, superante la soglia di 0,08 sull'intervallo di tempo oggetto di computo delle penali

- Tasso di fallimento, calcolato secondo le modalità descritte sopra, pari ad 1 su un qualunque periodo di 48 ore consecutive (quattro fallimenti consecutivi).

Note riguardo la valutazione della qualità della fornitura:

Qualora i dati in ingresso necessari ad una singola esecuzione della procedura operativa siano disponibili con un ritardo tale da interferire con l'esecuzione successiva, le due esecuzioni potranno avvenire in sequenza, senza che il conseguente tempo di attesa venga conteggiato ai fini della valutazione dei tempi di esecuzione.

In caso di mancata o incompleta fornitura dei dati in ingresso o di fallimento di una o più fasi della procedura (ad esempio errori nei codici, instabilità numerica dovuta a situazioni meteorologiche particolari) non dovute a responsabilità del Fornitore, la procedura LAMI-OPER è implicitamente considerata come terminata entro i tempi richiesti ($C_f=0$).

Nel caso la ricezione dei dati in ingresso termini in anticipo rispetto ad un orario minimo concordato tra Committente e Fornitore durante lo svolgimento del servizio, tale anticipo non influirà sul computo dei tempi di esecuzione della procedura.

Se eventuali ritardi nella connessione di rete durante la fase di ricezione dei dati sono da attribuirsi a responsabilità del Fornitore, tali ritardi verranno presi in considerazione nel valutare i tempi di esecuzione della procedura.

Le modalità a cui attenersi per la gestione delle situazioni anomale verranno stabilite durante le prime fasi di validità del contratto e comunque, quando possibile, concordate in tempo reale tra Committente e Fornitore al momento del verificarsi della situazione.

Nei casi in cui, per qualsiasi motivo, la procedura LAMI-OPER o parte di essa non sia stata portata a termine, si richiede comunque il recupero, entro sette giorni, dei processi non completati ma completabili, per dare continuità agli archivi.

Modulo n.2: Med-Ita-Re

3.2.1 Descrizione del modulo

Il modulo consiste nell'esecuzione in modalità operativa della procedura Med-Ita-Re da parte del Fornitore.

La procedura operativa Med-Ita-Re, finalizzata alla previsione dello stato del mare, utilizza l'analisi e la previsione del vento prodotte dalla procedura operativa LAMI-OPER per prevedere l'evoluzione del moto ondoso marino con il modello SWAN fino a 72 ore.

La procedura viene eseguita una volta al giorno a partire dai dati delle 00 UTC e include le seguenti fasi:

- Fase Med-Ita, Mare Mediterraneo con un passo di griglia di $(1/20)^\circ$.
- Fase Re, composta dall'integrazione simultanea del modello su due aree geografiche a ridosso delle coste italiane, con un passo di griglia di $(1/120)^\circ$.

I dati necessari all'esecuzione della procedura sono costituiti dalle uscite di LAMI-OPER (la fase Med-Ita utilizzerà solo i dati di LAMI-OPER con passo di griglia di 5 km sul Mediterraneo mentre la fase Re potrà utilizzare anche le uscite della fase a 2,2 km di LAMI-OPER). Ogni esecuzione della fase "Re" può avvenire solo al termine della corrispondente fase "Med-Ita", mentre le diverse integrazioni regionali della fase Re sono indipendenti fra loro e possono anche avvenire contemporaneamente.

Allo scopo di valutare il carico computazionale e di Input/Output (I/O) della procedura, a richiesta dei singoli partecipanti, verrà fornito, sotto forma di codici sorgenti e dati di corredo, il necessario per l'effettuazione di una simulazione del servizio. Per maggiori dettagli su tale simulazione, si rinvia al capitolo "Quantificazione delle risorse di calcolo e archiviazione".

La procedura include, oltre ai processi paralleli Message Passing Interface (MPI), diverse operazioni aggiuntive, quali lo spostamento, la fusione e la rielaborazione di file in ingresso e uscita, la messa a disposizione dei file in rete ecc. Queste operazioni, sebbene di costo computazionale sensibilmente inferiore rispetto all'esecuzione dei processi paralleli, dovranno essere eseguite su nodi di calcolo indipendenti, in contemporanea all'esecuzione del modello e non appena i file necessari saranno disponibili, in modo da non interferire con le prestazioni dei processi paralleli MPI.

3.2.2 Descrizione del software

Il software utilizzato per la fornitura del servizio si compone di:

1. SWAN: modello di simulazione delle onde marine scritto in Fortran e facente uso della libreria MPI (Message Passing Interface) per il calcolo parallelo, liberamente distribuibile; questo software deve essere usato senza modifiche ai codici sorgente escluso quelle eventualmente necessarie per l'adattamento all'architettura hardware prescelta, assieme ad eventuali modifiche finalizzate all'ottimizzazione. Non è inoltre consentito, in fase di compilazione, utilizzare opzioni che alterino la precisione numerica di calcolo implicitamente o esplicitamente indicata nei codici sorgente. In ogni caso le modifiche apportate al software qui indicato dovranno essere approvate da Arpae ed essere rese disponibili agli sviluppatori del software.
2. Libsim/Arkimet: è un insieme di programmi e librerie necessarie per operazioni di contorno alle procedure di previsione marina, quali la preparazione dei dati in ingresso, la postelaborazione e l'archiviazione dei risultati modellistici. Si

tratta di software sviluppato direttamente da Arpae o per conto di essa nei linguaggi Fortran/C/C++ e liberamente distribuito.

3. Software per la gestione del workflow delle procedure operative, costituito dal pacchetto Ecflo, liberamente distribuito e sviluppato da ECMWF e da un insieme di script in Unix shell e python sviluppati da Arpae; il Fornitore è comunque libero di sostituire questo software con altro software sviluppato autonomamente.

3.2.3 Servizi richiesti

I servizi richiesti sono analoghi a quelli richiesti per il modulo LAMI-OPER e, ove possibile, condivisi, per cui si fa riferimento ai punti corrispondenti del modulo LAMI-OPER, con le seguenti annotazioni:

1. Adattamento del software indicato ai punti 1 e 2 (modello SWAN e strumenti di pre/postelaborazione) sul sistema di calcolo scelto dal Fornitore.
2. Implementazione del flusso di processi richiesto dalla procedura Med-Ita-Re, con modalità analoghe a quelle della procedura LAMI-OPER.
3. Messa a disposizione dei file sorgente, eseguibili e di lavoro, analoga a LAMI-OPER.
4. Avvio delle procedure Med-Ita-Re una volta al giorno, non appena sono disponibili i dati in ingresso, rispettando la tempistica indicata nel relativo paragrafo del presente capitolo.
5. Invio di segnalazioni di completamento o errore, analogo a LAMI-OPER.
6. Messa a disposizione dei dati in uscita, analoga a LAMI-OPER.
7. Trasferimento dati su uno dei server virtuali, analogo a LAMI-OPER.
8. Aggiornamento del software e delle procedure, modalità analoghe a quelle di LAMI-OPER.
9. Mailing list condivisa con quella richiesta per LAMI-OPER.
10. Per questo modulo non sono richieste risorse di calcolo aggiuntive gestite dal Committente.

Il Committente fornirà supporto al Fornitore in tutte le fasi dello svolgimento del contratto, in particolare nelle fasi di adattamento e nell'implementazione del flusso dei processi operativi, che avverranno durante il periodo di avvio del contratto, nonché nella gestione delle situazioni di malfunzionamento e nelle eventuali fasi di successivo aggiornamento del software.

3.2.4 Requisiti hardware/software/networking necessari per la fornitura dei servizi

I requisiti hardware/software/networking sono gli stessi richiesti dal modulo LAMI-OPER con le seguenti variazioni ai corrispondenti punti:

2. Si applica considerando in aggiunta il carico computazionale e la tempistica di Med-Ita-Re
3. Non è richiesta la ricezione di ulteriori dati in ingresso
4. Il trasferimento dati verso l'esterno è stimato in 1 GB per ogni esecuzione della procedura.

3.2.5 Livello di qualità della fornitura, penali e risoluzione del contratto

Il coefficiente di fallimento C_f per una singola esecuzione della procedura Med-Ita-Re è pari ad uno dei seguenti valori:

1 se Med-Ita-Re non è disponibile 5 ore dopo il termine della ricezione di tutti i dati in ingresso necessari all'esecuzione della corrispondente procedura LAMI-OPER (fallimento)

0,5 se Med-Ita-Re è reso disponibile tra 3 e 5 ore dopo il termine della ricezione di tutti i dati in ingresso necessari all'esecuzione della corrispondente procedura LAMI-OPER (ritardo)

0 se Med-Ita-Re è reso disponibile entro 3 ore dopo il termine della ricezione di tutti i dati in ingresso necessari all'esecuzione della corrispondente procedura LAMI-OPER (successo)

Il tasso di fallimento T_f su un periodo di tempo pari a n giorni è definito come il rapporto tra la somma dei coefficienti di fallimento C_f relativi agli n giorni considerati e n (quest'ultimo pari al numero di esecuzioni di Med-Ita-Re richieste nel periodo considerato).

Durante ogni intervallo di tempo oggetto di computo della penali, il Fornitore sarà soggetto ad una penale pari ad una frazione f dell'ammontare netto contrattuale relativo al modulo corrente per il periodo considerato, calcolata secondo la seguente formula:

$f=0$ se $T_f < 0,02$

$f=(T_f-0,02)/0,6$ se $0,02 \leq T_f < 0,08$

$f=0,1$ se $T_f \geq 0,08$

L'inadempienza rispetto ad uno o più dei seguenti punti è considerato motivo di risoluzione del contratto:

- Tasso di fallimento, calcolato secondo le modalità descritte sopra, superante la soglia di 0,08 sull'intervallo di tempo oggetto di computo delle penali
- Tasso di fallimento, calcolato secondo le modalità descritte sopra, pari ad 1 su un qualunque periodo di 48 ore consecutive all'interno dell'intervallo di tempo oggetto di computo delle penali (due fallimenti consecutivi).

Note riguardo la valutazione della qualità della fornitura:

Qualora i dati in ingresso necessari ad una singola esecuzione della procedura operativa siano disponibili con un ritardo tale da interferire con l'esecuzione successiva, le due esecuzioni potranno essere avvenire in sequenza, senza che il conseguente tempo di attesa venga conteggiato ai fini della valutazione dei tempi di esecuzione.

In caso di mancata o incompleta fornitura dei dati in ingresso o di fallimento di una o più fasi della procedura (ad esempio errori nei codici, instabilità numerica dovuta a situazioni meteorologiche particolari) non dovute a responsabilità del Fornitore, la procedura Med-Ita-Re è implicitamente considerata come terminata entro i tempi richiesti ($C_f=0$).

Nel caso la ricezione dei dati in ingresso termini in anticipo rispetto ad un orario minimo concordato tra Committente e Fornitore durante lo svolgimento del servizio, tale anticipo non influirà sul computo dei tempi di esecuzione della procedura.

Se eventuali ritardi nella connessione di rete durante la fase di ricezione dei dati sono da attribuirsi a responsabilità del Fornitore, tali ritardi verranno presi in considerazione nel valutare i tempi di esecuzione della procedura.

Le modalità a cui attenersi per la gestione delle situazioni anomale verranno stabilite durante le prime fasi di validità del contratto e comunque, quando possibile, concordate in tempo reale tra Committente e Fornitore al momento del verificarsi della situazione.

Nei casi in cui, per qualsiasi motivo, la procedura Med-Ita-Re o parte di essa non sia stata portata a termine, si richiede comunque il recupero, entro sette giorni, dei processi non completati ma completabili, per dare continuità agli archivi.

Modulo n.3: LAMI-ENDA

3.3.1 Descrizione del modulo

Oggetto di questo modulo è la fornitura di risorse di calcolo ad alte prestazioni gestite dal Committente, con tempi di attesa massimi garantiti, da utilizzarsi per la gestione di procedure operative analoghe a quelle del modulo LAMI-OPER ma finalizzate alla produzione di frequenti analisi della situazione meteorologica attuale e previsioni a brevissimo termine, facendo anche uso di osservazioni satellitari e radar, mediante tecniche di ensemble data assimilation. La procedura ogni giorno sarà costituita da numerose istanze (presumibilmente attorno a 40), in parte simultanee, di esecuzione di procedure analoghe alla fase a 2,2 km di LAMI-OPER, frazionate in corse di 1-24 ore di durata, distribuite lungo tutto l'arco della giornata. Il carico del sistema generato da questo modulo, in condizioni normali, è quindi distribuito durante tutta la giornata con interruzioni della durata massima di un'ora.

3.3.2 Servizi richiesti

Arpae richiede che venga messa a disposizione, sullo stesso sistema di calcolo su cui vengono normalmente eseguite le procedure relative al modulo LAMI-OPER, una credenziale di accesso gestita dal Committente stesso con le seguenti caratteristiche:

- accesso in sola lettura a tutti i dati dell'utente operativo utilizzato per il modulo LAMI-OPER, garantendo in particolare l'accesso in lettura ai codici sorgente e relativi eseguibili e ai dati prodotti in tempo reale durante le procedure di previsione
- disponibilità di spazio di archiviazione nelle quantità e nelle modalità indicate nel capitolo "Quantificazione delle risorse di calcolo e archiviazione"
- accesso alla rete esterna con possibilità di trasferire 100 GB al giorno da CNMCA (Roma, ftp.meteoam.it) o da ECMWF (dominio ecmwf.int)
- possibilità di avviare processi ad ore prefissate senza intervento da parte degli operatori (es. UNIX cron)
- disponibilità di risorse di calcolo aggiuntive utilizzabili per l'esecuzione di processi paralleli, singolarmente analoghi a quelli relativi al modulo LAMI-OPER, in un ammontare giornaliero totale prefissato indicato nel capitolo "Quantificazione delle risorse di calcolo e archiviazione" e con un ammontare di risorse simultanee minime disponibili ivi indicato, da usufruirsi liberamente durante tutto l'arco della giornata, con un livello di priorità specificato nel paragrafo sulla qualità della fornitura.

3.3.3 Livello di qualità della fornitura, penali e risoluzione del contratto

Il coefficiente di fallimento C_f per una singola giornata di fornitura del servizio LAMI-ENDA (dove per giornata si intende l'intervallo 0-24 UTC) è pari ad uno dei seguenti valori:

1 se più del 10% dei processi paralleli relativi a LAMI-ENDA accodati al sistema di calcolo messo a disposizione sono avviati **oltre i 60 minuti dall'istante di accodamento**; ricadono in questa casistica anche le situazioni in cui il sistema di calcolo predisposto dal Fornitore non sia disponibile o non consenta l'accodamento dei processi e i casi in cui uno o più processi terminino prematuramente con errori imputabili al sistema di calcolo stesso (fallimento)

0,5 se più del 10% dei processi paralleli relativi a LAMI-ENDA accodati al sistema di calcolo messo a disposizione sono avviati **oltre i 15 minuti dall'istante di accodamento** ma meno del 10% dei processi sono avviati **entro 60 minuti dall'istante di accodamento** (ritardo)

0 se almeno il 90% dei processi paralleli relativi a LAMI-ENDA accodati al sistema di calcolo messo a disposizione sono avviati **entro 15 minuti dall'istante di accodamento** (successo).

Il tasso di fallimento T_f su un periodo di tempo pari a n giorni è definito come il rapporto tra la somma dei coefficienti di fallimento C_f relativi agli n giorni considerati e n .

Durante ogni intervallo di tempo oggetto di computo della penali, il Fornitore sarà soggetto ad una penale pari ad una frazione f dell'ammontare netto contrattuale relativo al modulo corrente per il periodo considerato, calcolata secondo la seguente formula:

$f=0$ se $T_f < 0,02$

$f=(T_f-0,02)/0,6$ se $0,02 \leq T_f < 0,06$

$f=0,1$ se $T_f \geq 0,08$

L'inadempienza rispetto ad uno o più dei seguenti punti è considerato motivo di risoluzione del contratto:


- Tasso di fallimento, calcolato secondo le modalità descritte sopra, superante la soglia di 0,08 sull'intervallo di tempo oggetto di computo delle penali
- Tasso di fallimento, calcolato secondo le modalità descritte sopra, pari ad 1 su un qualunque periodo di 48 ore consecutive all'interno dell'intervallo di tempo oggetto di computo delle penali (due fallimenti consecutivi).

Note riguardo la valutazione della qualità della fornitura:

Le garanzie sui tempi di accodamento devono essere rispettate dal Fornitore nei soli casi di non superamento del budget di risorse giornaliere specificato nel capitolo "Quantificazione delle risorse di calcolo e archiviazione" e limitatamente ad una porzione di risorse di calcolo pari alle risorse minime simultanee ivi specificate. Nel caso in cui i processi accodati ad un determinato istante richiedano risorse superiori alle risorse minime simultanee richieste, i tempi di accodamento per la porzione eccedente sono computati a partire dal termine dell'esecuzione della porzione di processi non eccedenti le risorse minime.

Nel capitolo "Sistema di calcolo ad alte prestazioni" sono indicate le condizioni di interruzione del servizio per manutenzione ordinaria che non danno luogo a penali relativamente a questo modulo.

Modulo n.4: LAMI-ENS

	Capitolato tecnico per l'affidamento di servizi e risorse di supercalcolo per la modellistica numerica meteorologica e marina	Allegato 4
		Pagina 17 di 25

3.4.1 Descrizione del modulo

Oggetto di questo modulo è la fornitura di risorse di calcolo ad alte prestazioni gestite dal Committente, con tempi di attesa massimi garantiti, da utilizzarsi per la gestione di procedure operative analoghe a quelle del modulo LAMI-OPER ma finalizzate alla previsione probabilistica mediante tecniche di ensemble forecasting (esecuzione contemporanea di diverse simulazioni con configurazioni perturbate). Si prevede l'esecuzione giornaliera di 20 corse analoghe alla fase di previsione a 2,2 km di LAMI-OPER, utilizzando presumibilmente i dati delle 21 UTC. Il carico del sistema generato da questo modulo, in condizioni normali, è quindi concentrato nella fascia oraria notturna per una durata indicativa di circa 6 ore.

3.4.2 Servizi richiesti

Arpae richiede che venga messo a disposizione, sullo stesso sistema di calcolo su cui vengono normalmente eseguite le procedure relative al modulo LAMI-OPER, una credenziale di accesso gestita dal Committente stesso con le seguenti caratteristiche:

- accesso in sola lettura a tutti i dati dell'utente operativo utilizzato per il modulo LAMI-OPER, garantendo in particolare l'accesso in lettura ai codici sorgente e relativi eseguibili e ai dati prodotti in tempo reale durante le procedure di previsione
- disponibilità di spazio di archiviazione nelle quantità e nelle modalità indicate nel capitolo "Quantificazione delle risorse di calcolo e archiviazione"
- accesso alla rete esterna con possibilità di trasferire 100 GB di dati al giorno da CNMCA (Roma, ftp.meteoam.it) o da ECMWF (Reading, Regno Unito, www.ecmwf.int)
- possibilità di avviare processi ad ore prefissate senza intervento da parte degli operatori (es. UNIX cron)
- disponibilità di risorse di calcolo aggiuntive utilizzabili per l'esecuzione di processi paralleli, singolarmente analoghi a quelli relativi al modulo LAMI-OPER, in un ammontare giornaliero totale prefissato indicato nel capitolo "Quantificazione delle risorse di calcolo e archiviazione" e con un ammontare di risorse simultanee minime disponibili ivi indicato, da usufruirsi, con un livello di priorità specificato nel paragrafo sulla qualità della fornitura.

3.4.3 Livello di qualità della fornitura, penali e risoluzione del contratto

Il coefficiente di fallimento C_f per una singola giornata di fornitura del servizio LAMI-ENS (dove per giornata si intende l'intervallo 0-24 UTC) è pari ad uno dei seguenti valori:

- 1 se più del 10% dei processi paralleli relativi a LAMI-ENS accodati al sistema di calcolo messo a disposizione sono avviati **oltre i 60 minuti dall'istante di**

accodamento; ricadono in questa casistica anche le situazioni in cui il sistema di calcolo predisposto dal Fornitore non sia disponibile o non consenta l'accodamento dei processi e i casi in cui uno o più processi terminino prematuramente con errori imputabili al sistema di calcolo stesso (fallimento)

0,5 se più del 10% dei processi paralleli relativi a LAMI-ENS accodati al sistema di calcolo messo a disposizione sono avviati **oltre i 15 minuti dall'istante di accodamento** ma meno del 10% dei processi sono avviati **entro 60 minuti dall'istante di accodamento** (ritardo)

0 se almeno il 90% dei processi paralleli relativi a LAMI-ENS accodati al sistema di calcolo messo a disposizione sono avviati **entro 15 minuti dall'istante di accodamento** (successo).

Il tasso di fallimento T_f su un periodo di tempo pari a n giorni è definito come il rapporto tra la somma dei coefficienti di fallimento C_f relativi agli n giorni considerati e n .

Durante ogni intervallo di tempo oggetto di computo della penali, il Fornitore sarà soggetto ad una penale pari ad una frazione f dell'ammontare netto contrattuale relativo al modulo corrente per il periodo considerato, calcolata secondo la seguente formula:

$t_f = 0$ se $T_f < 0,02$


$f = (T_f - 0,02) / 0,6$ se $0,02 \leq T_f < 0,08$

$f = 0,1$ se $T_f \geq 0,08$

L'inadempienza rispetto ad uno o più dei seguenti punti è considerato motivo di risoluzione del contratto:

- Tasso di fallimento, calcolato secondo le modalità descritte sopra, superante la soglia di 0,08 sull'intervallo di tempo oggetto di computo delle penali
- Tasso di fallimento, calcolato secondo le modalità descritte sopra, pari ad 1 su un qualunque periodo di 48 ore consecutive all'interno dell'intervallo di tempo oggetto di computo delle penali (due fallimenti consecutivi).

Le garanzie sui tempi di accodamento devono essere rispettate dal Fornitore nei soli casi di non superamento del budget di risorse giornaliere specificato nel capitolo "Quantificazione delle risorse di calcolo e archiviazione", limitatamente ad una porzione di risorse di calcolo pari alle risorse minime simultanee ivi specificate. Nel caso in cui i processi accodati ad un determinato istante richiedano risorse superiori alle risorse minime simultanee richieste, i tempi di accodamento per la porzione eccedente sono computati a partire dal termine dell'esecuzione della porzione di processi non eccedenti le risorse minime.

	Capitolato tecnico per l'affidamento di servizi e risorse di supercalcolo per la modellistica numerica meteorologica e marina	Allegato 4 Pagina 19 di 25
---	--	-----------------------------------

Modulo n.5: Servizi di hosting virtuale

3.5.1 Descrizione del modulo

Questo modulo prevede la fornitura dell'accesso ad un'infrastruttura di calcolo virtuale per la creazione di diversi server virtuali principalmente finalizzati a disseminare ad utenti esterni i dati creati nei sistemi di calcolo ad alte prestazioni nell'ambito degli altri moduli oggetto della gara. A tal fine i server creati nell'infrastruttura dovranno essere collegati all'infrastruttura di calcolo con una rete ad elevata larghezza di banda e prevedere l'accesso da rete pubblica in maniera controllata.

Una parte dei server virtuali sarà installata, amministrata e configurata a cura del Fornitore, secondo le specifiche del Committente e utilizzando software libero fornito dal Committente stesso mentre un'altra parte sarà completamente gestita a cura del Committente.

3.5.2 Servizi richiesti

1. Fornitura dell'accesso ad un'infrastruttura di calcolo virtuale che permetta la creazione di almeno 8 istanze di macchine virtuali con architettura x86_64 e compatibili con le distribuzioni GNU/Linux CentOS 7 e CentOS 8 con le seguenti risorse minime complessive: 300 GB di spazio di archiviazione per il sistema operativo, 200 GB di RAM, 48 core, più uno spazio di archiviazione specificato a parte, due indirizzi ipv4 pubblici. Ogni singola macchina virtuale dovrà avere un throughput garantito di 100 Mbit/s verso il proprio sistema di archiviazione. L'infrastruttura dovrà prevedere la connessione dei server ad una rete locale virtualizzata e dovrà essere collegata ai sistemi di supercalcolo forniti negli altri moduli con una connessione avente larghezza di banda non inferiore a 10 Gbit/s, al fine di trasferire grosse moli di dati. L'infrastruttura virtuale dovrà permettere ai server di aprire servizi TCP/IP (es. ssh, https) verso la rete pubblica e prevedere una gestione degli accessi a tali servizi (firewall) facilmente configurabile.
2. Gestione della suddetta infrastruttura di calcolo virtuale, assicurando la disponibilità continua nel tempo dell'hardware virtualizzato, il suo tempestivo riavvio in caso di eventuale interruzione dell'infrastruttura, l'integrità dello spazio di archiviazione ad esso dedicato, la connettività di rete.
3. Installazione e amministrazione di 4 macchine virtuali ospitate nella suddetta infrastruttura. Si prevede l'installazione del sistema operativo GNU/Linux, distribuzione CentOS 7 o CentOS 8 e l'installazione e configurazione di software libero, fornito dal Contraente, atto a realizzare una piattaforma di archiviazione, disseminazione e rappresentazione grafica di dati modellistici e osservativi meteorologici, alimentata in tempo reale da fonti esterne e dalle

procedure operative oggetto degli altri moduli di gara, accessibile tramite i protocolli https e amqp da parte di utenti esterni dotati di autorizzazione. Tutte le specifiche di installazione e configurazione delle macchine e dei relativi servizi saranno fornite dal Contraente durante la fase operativa del contratto. Le rimanenti macchine virtuali saranno installate e gestite direttamente dal Contraente. La suddivisione delle risorse tra le macchine gestite dal Fornitore e quelle gestite dal Contraente sarà accordata durante la fase operativa del contratto.

4. Spazio di archiviazione pari a 200 TB complessivi a disposizione delle macchine create nell'infrastruttura virtuale.

Se possibile dal punto di vista tecnico e della sicurezza informatica, è consentito sostituire l'hosting virtuale qui richiesto con un numero opportuno di nodi di calcolo aggiuntivi integrati nell'infrastruttura di supercalcolo fornita negli altri moduli, a patto che le risorse complessive fornite in termini di CPU (core), RAM, spazio di archiviazione e connettività siano non inferiori a quelle qui richieste per l'infrastruttura virtuale. In tal caso non si richiede di fornire al Committente l'accesso al sistema con privilegi di amministratore.

3.5.3 Livello di qualità della fornitura, penali e risoluzione del contratto

Si richiede che tutte le funzionalità dell'infrastruttura (risorse di calcolo virtuali, connettività di rete e indirizzi ip, dispositivi di archiviazione, etc.) siano contemporaneamente disponibili per almeno il 99.5% del tempo in media sul periodo di validità del contratto e che le eventuali interruzioni non durino più di 8 ore consecutive. La mancata soddisfazione di queste richieste costituirà motivo di risoluzione dal contratto per il presente modulo. In deroga a quanto specificato, è consentita una interruzione programmata del servizio nel corso di un anno di fornitura, purché essa sia effettuata con un preavviso di almeno 15 giorni e non si prolunghi per più di 12 ore consecutive.

4 Quantificazione delle risorse di calcolo e archiviazione

Le risorse di calcolo parallelo richieste nei moduli 1-4 possono essere valutate in maniera precisa dalle Ditte partecipanti alla gara mediante il pacchetto software denominato "Simulazione del Servizio". Il pacchetto di simulazione del servizio include il codice sorgente dei modelli COSMO e SWAN, vari file di dati e script per lanciare delle procedure parallele analoghe a quelle oggetto della gara.

Sarà compito dei partecipanti curare l'adattamento del software all'architettura da loro scelta, eseguire le simulazioni e valutare i costi computazionali.

Il pacchetto software contiene le seguenti simulazioni:

CMA modello COSMO con passo di griglia 5km sull'area del Mediterraneo, 6 ore di assimilazione

CMP modello COSMO con passo di griglia 5km sull'area del Mediterraneo, 6 ore di previsione
 CNA modello COSMO con passo di griglia 2,2km sull'area nazionale, 6 ore di assimilazione
 CNP modello COSMO con passo di griglia 2,2km sull'area nazionale, 6 ore di previsione
 MEDITA modello SWAN sull'area del Mediterraneo, 24 ore di riscaldamento e 72 ore di previsione
 RE modello SWAN su un'area regionale di riferimento, 24 ore di riscaldamento e 72 ore di previsione

Le simulazioni sono rappresentative sia del costo computazionale che del carico di input/output tipici del regime operativo. Si precisa che i modelli COSMO e SWAN non fanno uso di input/output parallelo, ma, allo stesso tempo, nel caso dei moduli LAMI-ENDA e LAMI-ENS, le diverse istanze del modello COSMO attive contemporaneamente su diversi nodi di calcolo effettueranno contemporaneamente operazioni di input/output che non devono determinare dei ritardi apprezzabili rispetto all'esecuzione di una singola istanza.

L'ammontare delle risorse di calcolo parallelo richiesto nell'ambito di ciascun modulo è equivalente ad una combinazione dei costi delle suddette simulazioni secondo le seguenti formule:

Modulo 1 Il costo computazionale della procedura LAMI-OPER è pari a $6 \cdot CMA + 24 \cdot CMP + 16 \cdot CNP$ per giorno (somma delle 2 esecuzioni giornaliere).


Modulo 1 Le risorse aggiuntive gestite dal Committente senza richieste di priorità (punto 10 dei servizi richiesti) sono pari a $164 \cdot CNA + 50 \cdot CNP$ per giorno.

Modulo 2 Il costo computazionale complessivo della fase MedIta e delle quattro aree della fase Re è pari a $MEDITA + 4 \cdot RE$ per giorno.

Modulo 3 Le risorse richieste sono pari a $164 \cdot CNA + 40 \cdot CNP$ per giorno, le risorse minime contemporanee disponibili nelle fasce di utilizzo devono essere tali da garantire l'esecuzione di 21 istanze, anche contemporanee, della simulazione CNA in 30 minuti di tempo solare.

Modulo 4 Le risorse richieste sono pari a $170 \cdot CNP$ per giorno, le risorse minime contemporanee disponibili nelle fasce di utilizzo devono essere tali da garantire l'esecuzione di 10 istanze, anche contemporanee, della simulazione CNP in 20 minuti di tempo solare.

A partire dalla data della pubblicazione della presente gara, il pacchetto software contenente la simulazione del servizio sarà distribuito ai partecipanti che ne faranno richiesta. Le informazioni tecniche riguardanti l'implementazione della simulazione sono contenute nel pacchetto software stesso. Per motivi di licenza, la versione del modello COSMO inclusa nel pacchetto è la versione denominata COSMO_RAPS

	Capitolato tecnico per l'affidamento di servizi e risorse di supercalcolo per la modellistica numerica meteorologica e marina	Allegato 4
		Pagina 22 di 25

(una variante del modello COSMO adattata per effettuare benchmark paralleli, numericamente equivalente alla versione operativa, ma con alcune limitazioni d'uso); se il partecipante non è già in possesso di una licenza per l'uso del modello COSMO o del pacchetto COSMO_RAPS stesso, dovrà compilare, firmare ed inviare ad Arpae-SIMC il modulo *cosmo_raps_agreement.pdf* allegato al pacchetto, contenente le condizioni d'uso di COSMO_RAPS, prima di procedere con l'utilizzo del software.

La seguente tabella riassume le risorse di archiviazione richieste dai moduli 1-4:

Modulo	Spazio di archiviazione soggetto a backup giornaliera (a)	Spazio di lavoro temporaneo (b)	Spazio minimo da sincronizzare per la migrazione (c)
1	20 GB	5 TB	20 GB + 70 GB
2	5 GB	0,5 TB	5 GB + 5 GB
3	20 GB	5 TB	20 GB + 250 GB
4	20 GB	5 TB	20 GB + 20GB


La tabella riassume gli spazi disco minimi richiesti per ciascuno dei moduli 1-4.

Per quanto riguarda lo spazio indicato in colonna (a), si richiede la presenza continua di un'immagine di backup, aggiornata giornalmente e di cui si conservano gli ultimi 14 giorni.

Per quanto riguarda lo spazio indicato in colonna (b), non si richiede backup ma si sottolinea l'importanza che esso sia ospitato su sistemi di archiviazione opportunamente ridondati in quanto l'integrità di tale spazio è fondamentale ai fini della continuità di tutti i servizi.

Lo spazio minimo per la migrazione indicato in colonna (c) indica lo spazio che deve essere sempre disponibile e giornalmente sincronizzato tra il sistema di calcolo principale ed un eventuale sistema di calcolo di backup (vedi anche capitolo successivo), per consentire un'efficiente migrazione delle procedure su tale sistema in caso di guasto improvviso del sistema principale, ed è pari ai valori di colonna (a) più una porzione dei valori di colonna (c). Si intende che al momento dell'eventuale attivazione del sistema di backup, lo spazio totale disponibile su tale sistema deve espandersi e diventare pari a quello disponibile sul sistema principale, quindi pari alla somma delle colonne (a) e (b).

5 Sistema di calcolo ad alte prestazioni

	Capitolato tecnico per l'affidamento di servizi e risorse di supercalcolo per la modellistica numerica meteorologica e marina	Allegato 4
		Pagina 23 di 25

I servizi previsti nei moduli 1, 2, 3 e 4 presuppongono l'utilizzo e la messa a disposizione, da parte del Fornitore, di un sistema di calcolo ad alte prestazioni dedicato esclusivamente a questo servizio. Il sistema di calcolo dovrà essere unico per tutti i servizi e sarà installato, configurato e amministrato dal Fornitore.

Il sistema di calcolo dovrà avere le seguenti caratteristiche:


- Architettura hardware x86_64, sistema operativo GNU/Linux basato su distribuzione RedHat/CentOS versione 7 o 8.
- Installazione, su tutti i nodi, dei pacchetti software basilari forniti dalla distribuzione GNU/Linux scelta, tra cui, a titolo indicativo ma non esaustivo, compilatori GNU gcc/g++/gfortran, interprete python3, gestore di container HPC singularity, librerie Netcdf, Eccodes/Grib_api, Libpopt, Libz, Libpng, Qt5
- Rete di interconnessione a bassa latenza e a elevata larghezza di banda ottimizzata per il calcolo parallelo ed utilizzabile dalla librerie MPI di calcolo parallelo in linguaggio Fortran.
- Schedulazione dei processi paralleli basata sullo scheduler open source Slurm.
- I nodi di login e di calcolo, i filesystem, l'interconnessione di rete per il calcolo parallelo, l'ambiente software, incluso l'ambiente di scheduling, non saranno condivisi con altre utenze oltre a quelle necessarie a fornire i servizi oggetto della presente gara e non saranno condivisi con altri sistemi di calcolo.
- Accessibilità dalla rete pubblica attraverso protocollo ssh/scp (modalità alternative di accesso sicuro, che garantiscano anche l'accesso al filesystem da procedure non interattive, potranno essere concordate con il Committente).

Si intende che, oltre a quanto qui esplicitamente indicato, il sistema dovrà avere caratteristiche tali da soddisfare tutte le richieste indicate nel presente disciplinare tecnico in termini di potenza di calcolo, velocità e latenza dell'interconnessione, capacità di archiviazione e affidabilità.

Se determinate componenti dell'hardware, ad esempio l'interconnessione di rete ad alte prestazioni, richiedono componenti di software proprietarie, il Fornitore dovrà corredare il sistema del relativo software e delle licenze, abilitate anche all'uso commerciale, necessarie per far funzionare tutte le componenti alle massime prestazioni previste.

Se il Fornitore opterà per l'uso di compilatori Fortran/C proprietari per compilare il software facente uso di calcolo parallelo, esso dovrà installare permanentemente tali compilatori sul sistema di calcolo e corredare il sistema delle licenze, abilitate anche all'uso commerciale, necessarie per utilizzare liberamente sul sistema stesso il compilatore e i codici eseguibili con esso compilati, durante tutto il periodo della fornitura.

Non si fa esplicita richiesta della disponibilità di un filesystem parallelo, tuttavia tale caratteristica sarà oggetto di valutazione qualitativa come indicato nel Disciplinare di Gara.

	Capitolato tecnico per l'affidamento di servizi e risorse di supercalcolo per la modellistica numerica meteorologica e marina	Allegato 4
		Pagina 24 di 25

Il sistema principale dedicato potrà essere realizzato sia con risorse fisiche che come sistema virtuale nell'ambito di un'infrastruttura di tipo "cloud HPC", ma in entrambi i casi l'infrastruttura fisica dovrà essere ospitata nel territorio dell'Unione Europea. Nel caso di un sistema virtuale, le risorse di calcolo potranno essere fornite sia in modo statico che "on demand" o in maniera mista, purché ciò sia trasparente per l'utente. In ogni caso il nodo di login e lo spazio di archiviazione dovranno essere disponibili ininterrottamente.

È consentito, al verificarsi di guasti imprevisti o in occasione di manutenzione straordinaria del sistema di calcolo fornito, la migrazione temporanea delle procedure operative su un sistema di calcolo di backup analogo a quello qui indicato senza incorrere in penali nel caso sia possibile rispettare il livello di qualità richiesto nella fornitura dei vari moduli.

Il sistema di calcolo di backup non è richiesto che sia dedicato esclusivamente al presente servizio, né che sia ospitato fisicamente nel territorio dell'Unione Europea.

La migrazione sul sistema di backup dovrà comunque essere pianificata preventivamente in accordo con il Committente e **l'uso di un sistema di calcolo parallelo diverso da quello principale dedicato è consentito per un periodo di tempo complessivo che non superi il massimo tra il 2% del periodo di validità del contratto e 48 ore. Il superamento di tale soglia sarà giustificato motivo di rescissione dal contratto per tutti i moduli.**


Non si fa tuttavia richiesta esplicita della disponibilità di un sistema di backup, il Fornitore è libero di proporre altre tecnologie di disaster recovery che dovranno comunque essere dettagliatamente descritte nell'offerta tecnica.

Per consentire interventi di manutenzione ordinaria del sistema di calcolo, è accettabile che il sistema di calcolo rimanga indisponibile senza migrazione contemporanea su un sistema di backup, purché siano rispettate le seguenti condizioni: il giorno dell'interruzione dovrà essere concordato con il Committente e richiesto con un preavviso di almeno 15 giorni, l'interruzione del servizio non dovrà superare le 6 ore ed avvenire in orari in cui non sono attive le procedure relative ai moduli 1, 2 e 4, la periodicità di tali interventi non dovrà essere superiore a 60 giorni. Nel rispetto di queste condizioni, le corse relative al modulo 3 ritardate a causa dell'intervento non daranno luogo all'applicazione di penali.

6 Verifica della qualità della fornitura

In aggiunta a quanto indicato nei paragrafi "Livello di qualità della fornitura, penali e risoluzione del contratto" relativo a ciascun modulo, questo capitolo riassume i concetti generali riguardanti la qualità della fornitura applicabili a tutti i moduli.

La valutazione del livello di qualità della fornitura per ogni periodo di validità del contratto sarà effettuata dal Committente al termine del periodo di validità stesso, per ciascun modulo che è stato attivo durante il periodo di valutazione. Il Committente si riserva tuttavia di effettuare verifiche anche prima della scadenza contrattuale prevista.

	Capitolato tecnico per l'affidamento di servizi e risorse di supercalcolo per la modellistica numerica meteorologica e marina	Allegato 4
		Pagina 25 di 25

Il Fornitore dovrà mettere a disposizione del Committente gli strumenti e le informazioni necessarie ad acquisire i parametri oggetto di verifica del livello di qualità.

Nel caso in cui, per ciascun singolo modulo, il mancato rispetto del livello di qualità richiesto sulla base del periodo di verifica sia tale da risultare motivo di risoluzione del contratto (come indicato nel relativo paragrafo di ciascun modulo), il Committente si riserva il diritto di risolvere il contratto.

La valutazione del rispetto della tempistica di disponibilità dei dati ai fini della verifica della qualità della fornitura potrà essere sospesa in corrispondenza di aggiornamenti delle procedure, concordati tra il Committente e il Fornitore, o in altre situazioni indipendenti dal Fornitore; in tali casi il Committente comunicherà il periodo in cui eventuali fallimenti non contribuiranno al computo del livello di qualità della fornitura.

7 Periodo di avvio del servizio

Il Fornitore è tenuto ad implementare le procedure di propria competenza gestionale, relative ai moduli 1 e 2, nonché effettuare le configurazioni del sistema richieste dal Committente, durante un periodo di avvio del servizio immediatamente successivo alla stipula del contratto, durante il quale riceverà il necessario supporto da parte del Committente. Al termine di tale periodo e a seguito di una verifica di correttezza da parte del Committente, avrà inizio il periodo di attività, documentato da verbale a firma del Direttore dell'esecuzione e di un rappresentante del fornitore. La durata contrattuale del servizio, i corrispettivi dovuti e il meccanismo di computo delle penali decorreranno dalla data di inizio del periodo di attività. Anche i moduli la cui gestione è di responsabilità del Committente partiranno a decorrere dalla data di inizio del periodo di attività. Durante il periodo di avvio del servizio il Fornitore è tenuto comunque a mettere a disposizione del Committente il sistema di calcolo destinato alla fase di produzione o un sistema analogo, con una quantità di risorse non inferiore al 30% di quanto necessario allo svolgimento della fase di attività stessa, in termini di numero di nodi di calcolo e di capacità di archiviazione.

La durata massima del periodo di avvio è prevista essere di 60 giorni. La durata effettiva potrà anche essere inferiore ai 60 giorni indicati qualora il fornitore sia in grado di rendere operativi i moduli prima di tale termine.