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

## Indice

<b>Premessa</b>	<b>3</b>
<b>Oggetto dell'appalto</b>	<b>4</b>
<b>Descrizione dei servizi</b>	<b>4</b>
LAMI-OPER	4
Descrizione del modulo	4
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	10
Ulteriori richieste relative al modulo	11
Med-Ita-Re	12
Descrizione del modulo	12
Descrizione del software	13
Servizi richiesti	13
Requisiti hardware/software/networking necessari per la fornitura dei servizi	14
Livello di qualità della fornitura, penali e risoluzione del contratto	14
Ulteriori richieste relative al modulo	16
LAMI-ENDA	16
Descrizione del modulo	16
Servizi richiesti	16
Livello di qualità della fornitura, penali e risoluzione del contratto	17
LAMI-OPER-AQ	18
Descrizione del modulo	19
Livello di qualità della fornitura, penali e risoluzione del contratto	19
LAMI-ENS	20
Descrizione del modulo	20
Servizi richiesti	20
Livello di qualità della fornitura, penali e risoluzione del contratto	20
<b>Quantificazione delle risorse di calcolo</b>	<b>22</b>
<b>Sistema di calcolo dedicato</b>	<b>23</b>
<b>Verifica della qualità della fornitura</b>	<b>24</b>
<b>Periodo di avvio del servizio</b>	<b>25</b>



	<p align="center"><b>Capitolato tecnico per l'affidamento di servizi e risorse di supercalcolo per la modellistica numerica meteorologica e marina</b></p>	<p align="center">Allegato 4 Pagina 3 di 25</p>
---	--	---

## **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 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 sviluppo dei modelli previsionali che garantiscono inoltre 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.

	<p align="center"><b>Capitolato tecnico per l'affidamento di servizi e risorse di supercalcolo per la modellistica numerica meteorologica e marina</b></p>	<p>Allegato 4 Pagina 4 di 25</p>
---	--	--------------------------------------

## **1 Oggetto dell'appalto**

Forma oggetto del presente appalto l'acquisizione di servizi e risorse di supercalcolo 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, archiviazione dati, virtual hosting.

## **2 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-OPER-AQ)  
Modulo 5 (LAMI-ENS)

I moduli 1, 2 e 3 saranno attivi per tutta la durata del contratto; i rimanenti moduli sono interamente opzionali; 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 una disattivazione del modulo opzionale con un analogo preavviso ed il riconoscimento del corrispettivo relativo al periodo di preavviso.


### ***Modulo n.1: LAMI-OPER***

#### **2.1.1 Descrizione del modulo**

Il modulo consiste nell'esecuzione in modalità operativa della procedura LAMI-OPER da parte del Fornitore, nella fornitura di un server virtuale gestito dal Committente e 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.

	<p align="center"><b>Capitolato tecnico per l'affidamento di servizi e risorse di supercalcolo per la modellistica numerica meteorologica e marina</b></p>	<p>Allegato 4 Pagina 5 di 25</p>
---	--	--------------------------------------

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.


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".

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.

### **2.1.2 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 Arpae 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 Grib\_api, 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 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: 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 e la post-elaborazione dei risultati modellistici. Si tratta di software sviluppato direttamente da Arpae o per conto di essa nei linguaggi Fortran/C/C++ e liberamente distribuito.

	<p align="center"><b>Capitolato tecnico per l'affidamento di servizi e risorse di supercalcolo per la modellistica numerica meteorologica e marina</b></p>	<p>Allegato 4 Pagina 6 di 25</p>
---	--	--------------------------------------

3. Arkimet/Arkiweb: è un sistema di archiviazione dati meteorologici da utilizzare per la distribuzione dei prodotti della suite agli utenti. Si tratta di software sviluppato per conto di Arpae nel linguaggio C++ e liberamente distribuito.
4. 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 sviluppati da Arpae; il Fornitore è comunque libero di sostituire questo software con altro software sviluppato autonomamente per quanto riguarda le procedure gestite direttamente dal Fornitore stesso.


### 2.1.3 Servizi richiesti

1. Adattamento del software indicato ai punti 1 e 2 (software COSMO e strumenti di pre/post-elaborazione) 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, in modo da permettere il controllo della correttezza dell'implementazione. 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 capitolo. 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 (<ftp.smr.arpa.emr.it>), tramite i protocolli ftp o scp/sftp, 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.

 <small>agenzia prevenzione ambiente energia emilia-romagna</small>	<b>Capitolato tecnico per l'affidamento di servizi e risorse di supercalcolo per la modellistica numerica meteorologica e marina</b>	Allegato 4 Pagina 7 di 25
---	--	------------------------------

6. Messa a disposizione di tutti i dati in uscita prodotti dalle procedure operative tramite il protocollo di rete ftp su un server ospitato dal Fornitore, affinché un insieme di utenti esterni autorizzati possa scaricarli, attraverso la rete internet.
7. Messa a disposizione di un sistema di calcolo di tipo “server virtuale”, integrato nell'infrastruttura del Fornitore, utilizzato per l'archiviazione temporanea e la distribuzione dei dati agli utenti esterni tramite il software Arkimet/Arkiweb; è compito del Fornitore assicurare la disponibilità continua nel tempo dell'hardware virtualizzato, il suo tempestivo riavvio in caso di eventuale interruzione, l'integrità dello spazio disco ad esso dedicato, la connettività di rete e l'accesso remoto per l'installazione del sistema operativo, mentre le attività di installazione e gestione del sistema operativo e del software applicativo saranno a carico del Committente.
8. Trasferimento di tutti i dati in uscita prodotti dalle procedure operative sul server virtuale indicato sopra tramite il protocollo scp/sftp o altre modalità di condivisione file accordate tra le parti.
9. Aggiornamento del software costituente le procedure nel caso si riscontrino errori, emergano nuove esigenze, o siano disponibili aggiornamenti, senza eccedere rispetto ai limiti delle risorse di calcolo/memorizzazione/rete già messe a disposizione; 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.
10. 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.
11. Realizzazione di un sistema di visualizzazione rapida dei principali campi in uscita dalla suite, fruibile via internet, tramite il protocollo https, da parte di utenti esterni autorizzati e realizzato con software liberamente distribuibile.
12. Fornitura di risorse di calcolo aggiuntive gestite dal Committente, sullo stesso sistema di calcolo utilizzato per le procedure operative LAMI-OPER, con un utilizzo giornaliero prestabilito, da usufruirsi non appena è terminata la procedura LAMI-OPER delle 00 UTC; il numero di unità di elaborazione (nodi, processori o core) messi a disposizione dovrà essere pari al numero di unità di elaborazione utilizzati quotidianamente dal Fornitore per eseguire l'integrazione del modello COSMO a 2,2 km nella procedura LAMI-OPER; il tempo durante il quale le risorse devono essere disponibili dovrà essere tale da permettere l'esecuzione dei processi indicati nel capitolo “Quantificazione delle risorse di calcolo” e le risorse dovranno essere rese disponibili senza tempi di attesa a partire dal termine di LAMI-OPER.



	<p align="center"><b>Capitolato tecnico per l'affidamento di servizi e risorse di supercalcolo per la modellistica numerica meteorologica e marina</b></p>	<p align="right">Allegato 4 Pagina 8 di 25</p>
---	--	--

13. 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”, da usufruirsi in maniera non sistematica, finalizzate alla verifica di eventuali risultati anomali delle procedure operative e alla sperimentazione di versioni nuove o modificate del software su casi specifici; si richiede che tali risorse siano utilizzabili nel tempo a discrezione del Committente, durante tutto l'arco di validità del contratto, compatibilmente con il carico dei sistemi di calcolo.


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.

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

#### **2.1.4 Requisiti hardware/software/networking necessari per la fornitura dei servizi**

1. Il software indicato al punto 1 (processi paralleli) richiede un sistema di calcolo ad alte prestazioni dotato di sistema operativo POSIX-compatibile, compilatori C/C++ e Fortran 2003, un'opportuna implementazione del paradigma MPI (Message Passing Interface), richiamabile da Fortran, per il calcolo parallelo.
2. Il software indicato al punto 2 (processi seriali di pre/post-elaborazione) e al punto 4 (gestione del workflow) richiede un sistema di calcolo con architettura x86\_64, dotato di sistema operativo GNU/Linux kernel 3.10.0 o più recente, compilatori GNU gcc/g++/gfortran versione 4.8 o più recente e possibilità di installare librerie di software libero normalmente distribuite con il sistema operativo GNU/Linux (a titolo esemplificativo ma non esaustivo: Netcdf, Grib\_api, Lua, Libpopt, Libz, Libpng, Qt5). Nel caso in cui questo sistema di calcolo sia distinto da quello indicato al punto precedente, è opportuno che essi siano dotati di aree di archiviazione condivise per consentire un efficiente accesso ai file utilizzati nelle procedure operative e che il sistema del presente punto consenta il controllo dell'esecuzione dei processi paralleli eseguiti sul sistema indicato al punto precedente.
3. Il software indicato al punto 3 e il relativo servizio (distribuzione dati tramite Arkimet/Arkiweb) richiede un sistema di calcolo basato su un server virtuale dotato di architettura x86\_64, almeno 16 GB di RAM, 4 core, 40 GB di spazio disco per sistema operativo e programmi applicativi (oltre allo spazio di archiviazione specificato a parte) compatibile con la distribuzione GNU/Linux CentOS 7 o eventuali versioni successive, integrato nell'infrastruttura di




	<p align="center"><b>Capitolato tecnico per l'affidamento di servizi e risorse di supercalcolo per la modellistica numerica meteorologica e marina</b></p>	<p align="right">Allegato 4 Pagina 9 di 25</p>
---	--	--

calcolo del Fornitore e raggiungibile pubblicamente dalla rete internet attraverso i protocolli ssh, http e https.

4. La potenza di calcolo dei sistemi utilizzati 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.
5. 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 (Reading, Regno Unito, [www.ecmwf.int](http://www.ecmwf.int)) e/o da Arpae-Emilia Romagna ([www.arpa.emr.it](http://www.arpa.emr.it)) verso il Fornitore, tramite i protocolli ftp, 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.
6. 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.
7. L'implementazione del software costituente le procedure operative richiede la disponibilità di almeno 20 GB di spazio disco permanente e soggetto a procedura di backup giornaliera; questo spazio dovrà essere opportunamente aumentato dal Fornitore, nel caso ciò contribuisca al miglioramento dell'affidabilità e dell'efficienza dei servizi richiesti.
8. L'esecuzione delle procedure operative richiede la disponibilità di almeno 1 TB di spazio disco temporaneo utilizzato per contenere i file di lavoro durante l'esecuzione; questo spazio dovrà essere opportunamente aumentato dal Fornitore, nel caso ciò contribuisca al miglioramento dell'affidabilità e dell'efficienza dei servizi richiesti.
9. Le attività di archiviazione temporanea e distribuzione dati previste richiedono la disponibilità di almeno 5 TB di spazio disco, utilizzato per contenere i file destinati ad essere distribuiti agli utenti esterni relativi alle ultime corse eseguite. Questo spazio sarà suddiviso (e dove possibile condiviso) tra i sistemi di calcolo coinvolti nelle procedure di calcolo e distribuzione dati, incluso il sistema virtuale indicato al punto 3, in proporzioni da decidersi nel corso della fornitura del servizio.
10. Si richiede che tutta l'infrastruttura di calcolo principale, ad eventuale eccezione di un sistema di calcolo secondario di backup, sia fisicamente ospitata e gestita dal Fornitore stesso.

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

 <small>agenzia prevenzione ambiente energia emilia-romagna</small>	<p align="center"><b>Capitolato tecnico per l'affidamento di servizi e risorse di supercalcolo per la modellistica numerica meteorologica e marina</b></p>	<p align="center">Allegato 4 Pagina 10 di 25</p>
---	--	--

dotati di acceleratori tipo Nvidia GPU o Xeon Phi. 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 valutati numericamente compatibili dal committente 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.

### **2.1.5 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)
- 0,5** se le risorse di calcolo indicate al punto 12 del paragrafo "servizi richiesti", se richieste, non sono rese disponibili al Committente al termine dell'esecuzione di LAMI-OPER.

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  $2*n$  (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:

$$\begin{aligned}
 f &= 0 \text{ se } T_f < 0,02 \\
 f &= (T_f - 0,02) / 0,6 \text{ se } 0,02 \leq T_f < 0,08 \\
 f &= 0,1 \text{ se } T_f \geq 0,08
 \end{aligned}$$

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

	<p align="center"><b>Capitolato tecnico per l'affidamento di servizi e risorse di supercalcolo per la modellistica numerica meteorologica e marina</b></p>	<p align="center">Allegato 4</p> <hr/> <p align="center">Pagina 11 di 25</p>
---	--	--

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)

Disponibilità media nel tempo (uptime) del server virtuale fornito al Committente per la distribuzione dei dati agli utenti esterni inferiore al 98% sull'intervallo di tempo oggetto di computo delle penali.

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 ( $C_f=0$ ), ma in tal caso le risorse di calcolo indicate al punto 12 del paragrafo "servizi richiesti", se richieste, devono comunque essere messe a disposizione.

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.

La percentuale di disponibilità media del server virtuale richiesta è riferita alla sola disponibilità dell'hardware virtualizzato e non del relativo sistema operativo, in quanto la gestione di quest'ultimo sarà di responsabilità del Committente.

### **2.1.6 Ulteriori richieste relative al modulo**

Le risorse di calcolo, spazio disco temporaneo e trasferimento dati in uscita sulla rete messe a disposizione dovranno poter aumentare fino al 15% all'inizio di ogni nuovo

	<p align="center"><b>Capitolato tecnico per l'affidamento di servizi e risorse di supercalcolo per la modellistica numerica meteorologica e marina</b></p>	<p align="center">Allegato 4 Pagina 12 di 25</p>
---	--	--

anno di fornitura successivo al primo, inclusi gli eventuali periodi di proroga, per tenere conto di eventuali modifiche al modello o alla sua configurazione.

Tali variazioni dovranno essere effettuate senza oneri aggiuntivi rispetto a quanto dichiarato nella dichiarazione d'offerta.

Gli aumenti delle risorse di calcolo qui indicati vanno intesi come tali da permettere l'esecuzione dei processi paralleli componenti la suite nella sua configurazione precedente in un tempo inferiore in misura del fattore indicato.

## **Modulo n.2: Med-Ita-Re**

### **2.2.1 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 quattro 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".

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

	<p align="center"><b>Capitolato tecnico per l'affidamento di servizi e risorse di supercalcolo per la modellistica numerica meteorologica e marina</b></p>	<p align="center">Allegato 4 Pagina 13 di 25</p>
---	--	--

necessari saranno disponibili, in modo da non interferire con le prestazioni dei processi paralleli MPI.

## **2.2.2 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 dal Committente ed essere rese disponibili agli sviluppatori del software.
2. Libsim: è un insieme di programmi e librerie necessarie per operazioni di contorno alle procedure di previsione marina, quali la preparazione dei dati in ingresso e la post-elaborazione 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. Arkimet/Arkiweb: è un sistema di archiviazione dati meteorologici da utilizzare per la distribuzione dei prodotti della suite agli utenti. Si tratta di software sviluppato per conto di Arpae nel linguaggio C++ e liberamente distribuito.
4. 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 sviluppati da Arpae; il Fornitore è comunque libero di sostituire questo software con altro software sviluppato autonomamente.

## **2.2.3 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/post-elaborazione) 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.

 <small>agenzia prevenzione ambiente energia emilia-romagna</small>	<b>Capitolato tecnico per l'affidamento di servizi e risorse di supercalcolo per la modellistica numerica meteorologica e marina</b>	Allegato 4 Pagina 14 di 25
---	--	-------------------------------

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. Server virtuale condiviso con il server fornito per LAMI-OPER.
8. Trasferimento dati sul server virtuale, analogo a LAMI-OPER.
9. Aggiornamento del software e delle procedure, modalità analoghe a quelle di LAMI-OPER.
10. Mailing list condivisa con quella richiesta per LAMI-OPER.
11. Sistema di visualizzazione non richiesto per questo modulo.
12. Risorse di calcolo aggiuntive gestite dal Committente non richieste per questo modulo.
13. Ulteriori risorse di calcolo aggiuntive gestite dal Committente non richieste per questo modulo.

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.


#### **2.2.4 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:

4. Si applica considerando il carico computazionale e la tempistica di Med-Ita-Re
5. Non è richiesta la ricezione di ulteriori dati in ingresso
6. Il trasferimento dati verso l'esterno è stimato in 1 GB per ogni esecuzione della procedura.
7. Si richiedono ulteriori 5 GB di spazio di archiviazione soggetto a backup.
8. Lo spazio disco di lavoro richiesto per l'esecuzione delle procedure operative ammonta a 100 GB.
9. L'archiviazione temporanea dei dati in uscita richiede 500 GB in aggiunta a quanto richiesto per LAMI-OPER.

#### **2.2.5 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:

 <small>agenzia prevenzione ambiente energia emilia-romagna</small>	<b>Capitolato tecnico per l'affidamento di servizi e risorse di supercalcolo per la modellistica numerica meteorologica e marina</b>	Allegato 4 Pagina 15 di 25
---	--	-------------------------------

**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 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



	<p align="center"><b>Capitolato tecnico per l'affidamento di servizi e risorse di supercalcolo per la modellistica numerica meteorologica e marina</b></p>	<p>Allegato 4</p> <p>Pagina 16 di 25</p>
---	--	--

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.

## **2.2.6 Ulteriori richieste relative al modulo**

Le risorse di calcolo, spazio disco temporaneo e trasferimento dati in uscita sulla rete messe a disposizione dovranno poter aumentare fino al 15% a partire dall'inizio di ogni nuovo anno di fornitura del modulo 2 successivo al primo, per tenere conto di eventuali modifiche al modello o alla sua configurazione.


Tali variazioni dovranno essere effettuate senza oneri aggiuntivi rispetto a quanto dichiarato nella dichiarazione d'offerta.

Gli aumenti delle risorse di calcolo qui indicati vanno intesi come tali da permettere l'esecuzione dei processi paralleli componenti la suite nella sua configurazione precedente in un tempo inferiore in misura del fattore indicato.

## **Modulo n.3: LAMI-ENDA**

### **2.3.1 Descrizione del modulo**

Oggetto di questo modulo è la fornitura di risorse di calcolo ad alte prestazioni gestite dal Committente, con tempi di attesa 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 30), in parte simultanee, di esecuzione di procedure analoghe alla fase a 2,2 km di LAMI-OPER, frazionate in corse di 3-18 ore di durata, distribuite lungo tutto l'arco della giornata.

	<p align="center"><b>Capitolato tecnico per l'affidamento di servizi e risorse di supercalcolo per la modellistica numerica meteorologica e marina</b></p>	<p align="center">Allegato 4 Pagina 17 di 25</p>
---	--	--

### 2.3.2 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 (o sugli stessi se più di uno), 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
- ulteriore spazio disco permanente di 30 GB soggetto a procedura di backup giornaliera
- ulteriore spazio disco temporaneo di 3 TB
- accesso alla rete esterna con possibilità di trasferire 5 GB al giorno da CNMCA (Roma, ftp.meteoam.it) o da ECMWF (Reading, Regno Unito, [www.ecmwf.int](http://www.ecmwf.int))
- possibilità di avviare processi ad ore prefissate senza intervento da parte degli operatori (es. UNIX cron)
- disponibilità di risorse di calcolo 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 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.

### 2.3.3 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)

 <small>agenzia prevenzione ambiente energia emilia-romagna</small>	<b>Capitolato tecnico per l'affidamento di servizi e risorse di supercalcolo per la modellistica numerica meteorologica e marina</b>	Allegato 4 Pagina 18 di 25
---	--	----------------------------------

**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  $0,02 \leq T_f < 0,08$   
 $f=0,1$  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:

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 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.

Per consentire eventuali interventi di manutenzione del sistema di calcolo, previo accordo con il Committente e preavviso di almeno 15 giorni, è consentita la sospensione del servizio con periodicità non inferiore a 60 giorni e durata non superiore a 6 ore senza per questo incorrere in penali. Successivamente al ripristino, il Fornitore dovrà temporaneamente aumentare la quantità di risorse minime garantite in modo da consentire il recupero dei processi non avviati e la fruizione tempestiva del budget di risorse giornaliere richiesto.

	<p align="center"><b>Capitolato tecnico per l'affidamento di servizi e risorse di supercalcolo per la modellistica numerica meteorologica e marina</b></p>	<p>Allegato 4</p> <p>Pagina 19 di 25</p>
---	--	--

## **Modulo n.4: LAMI-OPER-AQ**

### **2.4.1 Descrizione del modulo**

Il modulo LAMI-OPER-AQ è un'opzione aggiuntiva relativa al modulo LAMI-OPER, in cui si richiede un maggior livello di qualità nella fornitura dei prodotti operativi. Il modulo non prevede quindi servizi aggiuntivi rispetto al modulo LAMI-OPER ma ne modifica solamente le modalità di controllo della qualità della fornitura, calcolo delle penali e risoluzione del contratto. Si assume quindi che il presente modulo sia attivo solo in concomitanza con il modulo LAMI-OPER. Il committente può richiedere l'attivazione o la disattivazione del modulo in qualsiasi momento con un preavviso di almeno novanta giorni. È compito del fornitore stabilire le modalità di esecuzione della procedura che vadano a garantire la maggiore affidabilità richiesta. Si richiede inoltre che le procedure relative al modulo LAMI-OPER, nel periodo di attivazione del presente modulo, siano classificate come "Servizio pubblico essenziale" ai sensi dell'art. 1 della l. 12 giugno 1990, n. 146.

### **2.4.2 Livello di qualità della fornitura, penali e risoluzione del contratto**

Facendo riferimento all'omonimo paragrafo del modulo LAMI-OPER, nei periodi in cui il presente modulo risulta attivo, si applicano le seguenti variazioni a quanto ivi indicato:

I valori che contribuiscono al calcolo del coefficiente di fallimento  $C_f$  sono modificati come segue:

**2** 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)


**1** 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)

mentre negli altri casi restano invariati.

Nel caso in cui, durante tutto o parte dell'intervallo di tempo oggetto di computo delle penali, sia attivo il modulo LAMI-OPER-AQ, l'ammontare netto contrattuale utilizzato per il calcolo della penale sarà pari all'ammontare di LAMI-OPER più l'ammontare di LAMI-OPER-AQ per il periodo considerato.

Nei periodi in cui il presente modulo risulta attivo, risulta inoltre motivo di risoluzione del contratto un tasso di fallimento  $T_f$  pari a 2 su un qualunque periodo di 24 ore consecutive (due fallimenti consecutivi).

Per tutto quanto non indicato qui, resta valido quanto indicato nel paragrafo "Livello di qualità della fornitura, penali e risoluzione del contratto" relativo al modulo LAMI-OPER anche per i periodi in cui il modulo LAMI-OPER-AQ risulta attivo.

	<p align="center"><b>Capitolato tecnico per l'affidamento di servizi e risorse di supercalcolo per la modellistica numerica meteorologica e marina</b></p>	<p>Allegato 4</p> <p>Pagina 20 di 25</p>
---	--	--

## **Modulo n.5: LAMI-ENS**

### **2.5.1 Descrizione del modulo**


Oggetto di questo modulo è la fornitura di risorse di calcolo ad alte prestazioni gestite dal Committente, con tempi di attesa 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 i dati delle 21 UTC.

### **2.5.2 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 (o sugli stessi se più di uno), 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
- ulteriore spazio disco permanente di 10 GB soggetto a procedura di backup giornaliera
- ulteriore spazio disco temporaneo di 2 TB
- accesso alla rete esterna con possibilità di trasferire 20 GB di dati al giorno da CNMCA (Roma, <ftp.meteoam.it>) o da ECMWF (Reading, Regno Unito, [www.ecmwf.int](http://www.ecmwf.int))
- possibilità di avviare processi ad ore prefissate senza intervento da parte degli operatori (es. UNIX cron)
- disponibilità di risorse di calcolo 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 con un ammontare di risorse simultanee minime disponibili ivi indicato, da usufruirsi, con un livello di priorità specificato nel paragrafo sulla qualità della fornitura, in una fascia oraria notturna, orientativamente 22-4UTC, che sarà comunque accordata tra Committente e Fornitore in modo da non sovrapporsi alle fasce orarie in cui sono normalmente attive le procedure relative al modulo LAMI-OPER.

### **2.5.3 Livello di qualità della fornitura, penali e risoluzione del contratto**

 <small>agenzia prevenzione ambiente energia emilia-romagna</small>	<b>Capitolato tecnico per l'affidamento di servizi e risorse di supercalcolo per la modellistica numerica meteorologica e marina</b>	Allegato 4 Pagina 21 di 25
---	--	-------------------------------

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-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  $0,02 \leq T_f < 0,08$


$f=0,1$  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", limitatamente ad una porzione di risorse di calcolo pari alle risorse minime simultanee ivi specificate e limitatamente a processi

	<p align="center"><b>Capitolato tecnico per l'affidamento di servizi e risorse di supercalcolo per la modellistica numerica meteorologica e marina</b></p>	<p align="center">Allegato 4 Pagina 22 di 25</p>
---	--	--

accodati in maniera tale da poter essere eseguiti entro la fascia oraria specificata sopra. 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 caso in cui, per motivi indipendenti dal Fornitore, i processi vengano accodati al di fuori dalle fasce orarie indicate, si richiede comunque che i processi possano entrare in esecuzione entro 8 ore dall'accodamento.

### **3 Quantificazione delle risorse di calcolo**

Le risorse di calcolo parallelo richieste nei vari moduli 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.

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  $6 \cdot \text{CMA} + 24 \cdot \text{CMP} + 16 \cdot \text{CNP}$  per giorno (somma delle 2 esecuzioni giornaliere).
- Modulo 1 Le risorse aggiuntive gestite dal Committente da utilizzarsi al termine della procedura LAMI-OPER delle 00 UTC (punto 12 dei servizi richiesti) sono pari a  $6 \cdot \text{CMA} + 12 \cdot \text{CMP} + 8 \cdot \text{CNP}$  per giorno.



 <small>agenzia prevenzione ambiente energia emilia-romagna</small>	<p align="center"><b>Capitolato tecnico per l'affidamento di servizi e risorse di supercalcolo per la modellistica numerica meteorologica e marina</b></p>	<p align="center">Allegato 4 Pagina 23 di 25</p>
---	--	--

Modulo 1 Le risorse aggiuntive gestite dal Committente senza richieste di priorità (punto 13 dei servizi richiesti) sono pari a  $30 \times 12 \times \text{CMP}$  per mese

Modulo 2 Il costo computazionale complessivo della fase Medlta e delle quattro aree della fase Re è pari a  $\text{MEDITA} + 4 \times \text{RE}$  per giorno.

Modulo 3 Le risorse richieste sono pari a  $124 \times \text{CNA} + 24 \times \text{CNP}$  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 CNA in 30 minuti di tempo solare.

Modulo 5 Le risorse richieste sono pari a  $127 \times \text{CNP}$  per giorno, le risorse minime contemporanee disponibili nelle fasce di utilizzo devono essere tali da garantire l'esecuzione di 15 istanze, anche contemporanee, della simulazione CNP in 25 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 (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.

#### **4 Sistema di calcolo dedicato**

Il Committente non richiede esplicitamente che il servizio sia svolto utilizzando un sistema di calcolo dedicato esclusivamente al servizio stesso, ma acconsente che il servizio sia svolto su un sistema condiviso con altri tipi di utenze.

Tuttavia, nella valutazione tecnica, sarà premiata un'offerta che preveda la fornitura completa di tutti i servizi, ad eccezione di eventuali esecuzioni su un sistema secondario di backup, su un sistema dedicato. A tal fine, in sede di valutazione tecnica, sarà denominato brevemente "sistema dedicato" un sistema rispondente alle seguenti caratteristiche:

- Architettura hardware x86\_64, sistema operativo GNU/Linux basato su distribuzione RedHat/CentOS versione 7 o superiore.
- 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.

	<p align="center"><b>Capitolato tecnico per l'affidamento di servizi e risorse di supercalcolo per la modellistica numerica meteorologica e marina</b></p>	<p>Allegato 4</p> <p>Pagina 24 di 25</p>
---	--	--

- Tutte le componenti del sistema avranno una ridondanza tale che, in caso di guasto di una singola componente vitale, il sistema possa continuare a funzionare almeno al 50% delle sue capacità (ad es. in termini di numero di nodi disponibili per il calcolo parallelo, e velocità di interconnessione) e conservando l'integrità dei dati memorizzati fino a quel momento e l'accessibilità ad un nodo di login.

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

Nel caso di fornitura del servizio utilizzando un sistema dedicato, sarà consentito, se ritenuto dal Fornitore tecnicamente possibile e informaticamente sicuro, inglobare il server virtuale indicato al punto 7 del paragrafo "Servizi richiesti" relativo al modulo LAMI-OPER ed in altri punti successivi in uno o più nodi di login del sistema dedicato, sia in modalità virtuale che reale.

## **5 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 sarà effettuata dal Committente al termine di ogni anno di fornitura, calcolato partendo dall'inizio della fornitura del primo modulo attivato, relativamente all'anno appena trascorso, per ciascun modulo che è stato attivo durante l'anno di valutazione. Il Committente si riserva tuttavia di effettuare verifiche anche prima delle scadenze annuali previste.


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.

## **6 Periodo di avvio del servizio**

Il Fornitore è tenuto ad implementare le procedure di propria competenza gestionale, relative ai moduli 1 e 2, durante un periodo di avvio del servizio immediatamente

 agenzia prevenzione ambiente energia emilia-romagna	<b>Capitolato tecnico per l'affidamento di servizi e risorse di supercalcolo per la modellistica numerica meteorologica e marina</b>	Allegato 4 Pagina 25 di 25
---	--	----------------------------------

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. La durata contrattuale del servizio, le scadenze di fatturazione e il meccanismo di computo delle penali decorreranno dalla data di inizio del periodo di attività. Anche i moduli o parti di essi la cui gestione è di responsabilità del Committente, qualora la loro attivazione sia richiesta al momento della stipula del contratto, 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.