**Allegato A - Caratteristiche Tecniche**

Noleggio di n. 1 Tomografo PET-CT digitale con le seguenti caratteristiche tecniche di minima:

**Gantry**

* Gantry integrato e compatto;
* diametro del tunnel non inferiore a 70 cm;
* controllo dei movimenti da gantry e da console;
* schermatura nei confronti delle radiazioni diffuse;
* display parametri direttamente sul gantry;
* disponibilità di laser integrati per allineamento paziente.

**Tavolo portapaziente**

* Piano radiotrasparente (in fibra di carbonio o materiale equivalente);
* movimentazioni motorizzate sia verticali che orizzontali;
* escursione longitudinale non inferiore a 170 cm;
* carico massimo dinamico non inferiore a 190 kg, senza deflessione;
* completo degli accessori necessari al posizionamento del paziente per qualsiasi tipo di esame (dovranno essere forniti almeno n. 2 fasce di contenimento, n. 1 estensione piedi, n. 1 supporto braccia, n. 1 cuscino per ginocchia, n. 1 cuscino estensione piedi, n. 1 cuscino collo, n. 1 materassino per lettino, n. 1 poggiatesta per esami whole body con relativo cuscino e n. 1 poggiatesta per esami neuro con relativo cuscino, n. 1 cuscino poggiabraccia);
* n. 1 lettino porta paziente indicizzato e piatto per applicazioni di radioterapia, radiotrasparente (in fibra di carbonio o materiale equivalente) completo dei due lockbar per testa/collo e addome.

**Componente PET**

* Detettore interamente basato su tecnologia digitale a stato solido, con fotomoltiplicatori al Silicio (SiPM) o altra tecnologia digitale;
* algoritmo di ricostruzione PET iterativo ad elevata risoluzione;
* sistema in grado di effettuare acquisizioni di tipo statico, dinamico, list mode e sincronizzato (gated);
* acquisizione PET in modalità Time Of Flight (TOF) con risoluzione temporale non superiore a 500 picosecondi;
* possibilità di acquisire almeno i seguenti radioisotopi: F-18, C-11, Ga-68, I-124, Cu-64, Y-90. Dovrà essere garantita inoltre la possibilità di acquisizione di eventuali radioisotopi per usi innovativi;
* campo di vista (FOV) assiale non inferiore a 15 cm;
* campo di vista (FOV) transassiale non inferiore a 70 cm;
* elevata risoluzione spaziale transassiale a raggio minimo, non superiore a 6.0 mm al centro del campo di vista secondo NEMA NU2 Standards Publication NU-2-2018 con ricostruzione FBP, non superiore a 5.0 mm al centro del campo di vista con ricostruzione iterativa;
* elevata sensibilità (NEMA NU2 Standards Publication NU-2-2018), non inferiore a 6.0 cps/kBq.

**Componente CT**

* Generatore e complesso radiogeno:
  + generatore ad elevata potenza (non inferiore a 70 kW) e ad alta frequenza, controllato da microprocessore;
  + tensione massima in uso clinico non inferiore a 120 kV;
  + ampio range di selezione dei mA. Elevato valore massimo per rotazione alla massima velocità di rotazione del gantry;
  + sistema di raffreddamento integrato.
* Sistema di scansione ed acquisizione:
  + numero di strati fisici non inferiore a 64;
  + ridotto tempo di rotazione, comunque non superiore a 0,5 sec;
  + campo di scansione continua non inferiore a 170 cm;
  + campo di ricostruzione massimo (max DFOV) non inferiore a 70 cm.

**Sistema Laser**

* Laser mobili esterni, di cui due a parete ed uno al soffitto, per la definizione dei piani di trattamento radioterapici caratterizzati da:
  + accuratezza e precisione di posizione non superiore a 1 mm;
  + controllo computerizzato;
  + spessore del laser non superiore a 1 mm;
  + comprensivo di software per la movimentazione e gestione dati;
  + completo di fantocci per la calibrazione e la verifica dell’allineamento.

**Sistemi per la riduzione e visualizzazione della dose**

* Presenza di sistemi per l’ottimizzazione/riduzione della dose erogata al paziente nelle indagini CT, in particolare:
  + modulazione della corrente, sia nella direzione di rotazione, che nella direzione assiale di traslazione;
  + algoritmo di ricostruzione delle immagini CT di ultima generazione di tipo non analitico. L’algoritmo deve essere operante sia in assiale che in elicoidale;
* il sistema deve generare un DICOM Structured Reporting con le informazioni relative ai dati di esposizione. Tale oggetto DICOM deve essere trasferibile ai sistemi informativi di radiologia (PACS e/o sistema di gestione dei dati dosimetrici);
* presenza del dose check secondo gli standard NEMA XR 25-2010 e successivi aggiornamenti;
* software che permetta la visualizzazione della dose CTDI, prima di eseguire l’esame, correlata al protocollo selezionato.

**Sistemi di correzione**

* Correzione per gli eventi casuali (random) in acquisizione emissiva;
* correzione per le radiazioni diffuse (scatter) in acquisizione emissiva;
* correzione per l’attenuazione basata su acquisizione CT;
* correzione per il tempo morto e l’impilamento (pile up) degli impulsi;
* algoritmo per la riduzione degli artefatti dovuti al movimento;
* algoritmo per la riduzione degli artefatti dovuti a materiali assorbenti (mezzo di contrasto; protesi metalliche);
* i sistemi di correzione devono essere applicabili per ogni modo di acquisizione, sia ad indagini del corpo intero che di singoli distretti;
* i sistemi di correzione devono essere applicabili a tutti i radionuclidi di interesse, sia F-18 che a radionuclidi diversi dal F-18, come C-11, Ga-68, Cu-64, I-124, Y-90 e, in generale, per i radionuclidi la cui emissione di fotoni di annichilazione è contaminata dalla emissione di fotoni singoli.

**Sistemi per la calibrazione e il controllo di qualità**

* Presenza di sistemi per la messa a punto, la calibrazione ed il mantenimento della calibrazione e delle buone condizioni operative del sistema, nonché per i controlli di qualità. In particolare:
  + presenza di un sistema per il controllo di qualità quotidiano, di semplice e rapida esecuzione, atto a garantire l'affidabile operatività di entrambe le componenti (trasmissiva ed emissiva) del sistema;
  + fornitura di tutti i fantocci ed oggetti di test necessari per lo svolgimento delle procedure richieste dal fabbricante e secondo gli standard NEMA NU2;
  + programmi software e routine atti a verificare le norme NEMA NU2 per almeno i seguenti parametri:

- risoluzione spaziale;

- frazione di radiazioni diffuse (scatter fraction);

- efficienza (sensitività);

- risposta nei confronti della frequenza di conteggio e NEC;

- qualità delle immagini.

**Sistemi di acquisizione, visualizzazione ed elaborazione delle immagini**

* Console integrata di comando di tutte le operazioni di acquisizione, ricostruzione, elaborazione, gestione degli esami e del flusso pazienti (programmazione pazienti e immissione dati), completa di scheda grafica ad alta risoluzione e almeno n. 1 monitor di dimensioni non inferiori a 19’’;
* almeno n. 1 stazione di lavoro per l’elaborazione e il trasferimento delle immagini con scheda grafica ad alta risoluzione e simultaneità delle funzioni di visualizzazione e archiviazione immagini completa di monitor di dimensioni non inferiori a 19’’;
* ambiente multitasking per eseguire contemporaneamente e indipendentemente scansione, ricostruzione, visualizzazione, elaborazione, analisi, archiviazione, trasferimento, stampa, etc;
* Sistema di comunicazione verbale bi-direzionale con il paziente
* componenti software ed hardware per l’acquisizione e l’elaborazione di immagini cardiologiche gated PET e CT;
* sistema di controllo e sincronizzazione tra l’iniezione del mezzo di contrasto e la scansione;
* possibilità di archiviazione dei dati raw PET e di retro-ricostruzione a posteriori;
* software di gestione dell’unità di acquisizione che consentano:
  + acquisizioni in modalità statica, dinamica, whole body, list mode;
  + la selezione della tipologia di esame da un elenco predefinito di protocolli di scansione;
  + l’impostazione dei protocolli di elaborazione e di report predefiniti associati al tipo di esame;
  + la definizione di protocolli specifici per pazienti in età pediatrica;
  + la visualizzazione in tempo reale dei conteggi veri e casuali;
  + la misura diretta del tempo morto del sistema per tutte le acquisizioni in emissiva;
  + la ricostruzione dei dati emissivi basata su algoritmi di tipo iterativo (IR) avanzati, con modellazione della risposta del sistema ed utilizzo delle informazioni sul tempo di volo (TOF); dovrà inoltre essere possibile la ricostruzione FBP (Filtered Back Projection) e la scelta da parte dell’operatore delle opzioni di ricostruzione;
* software di visualizzazione ed elaborazione delle immagini diagnostiche che consentano:
  + funzioni di visualizzazione, archiviazione e networking delle immagini PET e CT e di fusione PET/CT;
  + l'applicazione sotto controllo dell'operatore di tutte le necessarie correzioni agli studi acquisiti;
  + la ricostruzione delle sezioni tomografiche con possibilità di riallineamento delle proiezioni e delle sezioni stesse;
  + l'ottenimento di sezioni tomografiche orientate rispetto ad assi ortogonali;
  + la visualizzazione simultanea di sezioni orientate su tre assi ortogonali;
  + la visualizzazione contemporanea di più studi PET/CT diversi;
  + l'ottenimento di sezioni oblique;
  + il rendering tridimensionale delle immagini;
  + la visualizzazione degli studi di scansione del corpo intero con un formato di matrice almeno di 1024x256;
  + l’applicazione di filtri spaziali bidimensionali su matrici quadrate di formato fino a 1024x1024 e rettangolari di formato fino 1024x256;
  + il trattamento delle immagini (algebra delle immagini, filtrazione spaziale e temporale, variazione formato, traslazione e rotazione ecc.);
  + la gestione delle regioni di interesse (di forma regolare ed irregolare, procedure di creazione automatica ed interattiva, spostamento e gestione, ottenimento di conteggi e parametri);
  + la gestione e manipolazione delle curve (generazione automatica da immagini e da valori numerici, interpolazione, filtrazione, ottenimento di valori, algebra delle curve e deconvoluzione);
  + l’elaborazione grafica (gestione colori e scale di colori, inserimento testi e simboli grafici, proiezione in sequenza ciclica di immagini ecc.);
  + l’accesso alle funzioni di archivio degli studi acquisiti ed ai parametri tecnici e descrittivi dell'acquisizione;
  + la registrazione, archiviazione e ricerca degli studi e delle immagini, delle regioni di interesse, curve ecc.;
  + l’analisi semiquantitativa, mediante calcolo dei SUV; in particolare, i valori di SUV dovranno poter essere visualizzati in modo continuo direttamente sull’immagine ricostruita;
  + pacchetto per il follow up del SUV negli studi ripetuti;
* software clinico specifico per applicazioni in campo neurologico (orientazione secondo piani a scelta dell’operatore, volume rendering, fusione con immagini RM, quantificazione del metabolismo, dei recettori e della quantità di amiloide cerebrale);
* software clinico specifico per applicazioni in campo oncologico di valutazione della risposta alla terapia con impiego di valutazione qualitativa e quantitativa delle immagini con protocollo PERCIST (Positron Emission Response Criteria in Solid Tumors) o equivalente;
* software per la co-registrazione, fusione e orientamento automatico di immagini provenienti da altre modalità DICOM (es. RM e TC).

**Sistemi di comunicazione - Interfacciamento RIS/PACS**

* Tutti i sistemi richiesti devono poter colloquiare con altri sistemi informativi aziendali e altre apparecchiature presenti e di futura installazione sfruttando il protocollo di rete TCP/IP secondo lo standard DICOM 3.0 con funzionalità complete (comprendente tutti i moduli hardware e software necessari al collegamento);
* adeguata dotazione delle classi di servizio: send/receive, worklist management, print, store, query/retrieve, storage commitment, MPPS;
* dovrà essere assicurata la sincronizzazione dell’orario con l’orologio Aziendale tramite il profilo IHE Consistent Time;
* dovrà essere garantita la massima protezione contro accessi indesiderati, virus informatici e altro software maligno e un’elevata protezione dei dati massimizzando la sicurezza informatica nell’uso normale attraverso opportune soluzioni/configurazioni. La ditta aggiudicataria si impegna a rendere disponibili al personale dell’Azienda Ospedaliera i log di sistema (accessi, stato componenti apparecchio, rete, azioni eseguite, ecc...) e strumenti atti alla consultazione degli stessi (es. sistema di monitoraggio).

e le seguenti caratteristiche migliorative:

**Gantry**

* Elevato FOV assiale (cm);

**Componente PET**

* Elevata risoluzione spaziale NEMA NU2 (Standards Publication NU-2-2018: Performance Measurements of Positron Emission Tomography);
* elevata Sensibilità (cps/kBq) NEMA NU2 (Standards Publication NU-2-2018: Performance Measurements of Positron Emission Tomography);
* elevato Peak Noise Equivalent Count Rate (kcps@kBq/ml) NEMA NU2 (Standards Publication NU-2-2018: Performance Measurements of Positron Emission Tomography);
* elevato contrasto medio NEMA NU2 (Standards Publication NU-2-2018: Performance Measurements of Positron Emission Tomography).

**Sistemi di acquisizione, visualizzazione ed elaborazione delle immagini**

* Sistema Software di tipo deviceless per gating respiratorio;
* presenza di algoritmi di ricostruzione delle immagini PET, evoluzioni dell’algoritmo OSEM, che includano:

- modellizzazione del rumore;

- deep learning;

* software clinico specifico per contornamento di lesioni PET con almeno due algoritmi di segmentazione con calcolo di MTV, TLG, SUVmin, SUVmax e SUVpeak e capacità di esportare i contorni di ogni lesione come struttura DICOM RT;
* Algoritmo di contornamento automatico delle lesioni PET operante su tutto il volume acquisito.