

# AZIENDA OSPEDALIERA DI RILIEVO NAZIONALE E DI ALTA SPECIALIZZAZIONE "SANT'ANNA E SAN SEBASTIANO" DI CASERTA



**PROGETTAZIONE DEFINITIVA, ESECUTIVA, COORDINAMENTO DELLA SICUREZZA IN FASE DI  
PROGETTAZIONE E PERIZIA GEOLOGICA PER I LAVORI DI CUI AL PROGRAMMA  
STRAORDINARIO D'INVESTIMENTI ART. 20 L. 67/1988 III FASE. (LOTTO 1)  
"REALIZZAZIONE DI UN EDIFICIO A 3 PIANI DA DESTINARE A BUNKER PER RADIOTERAPIA –  
MEDICINA NUCLEARE – UNITÀ SPINALE – RECUPERO E RIABILITAZIONE  
FUNZIONALE E NEURO-RIABILITAZIONE ED AMBULATORI ”  
CIG: 8115585899 CUP: C23D19000070002**

PROGETTAZIONE:

TIMBRO E FIRMA:



**MAIN S.r.l. MANAGEMENT & INGEGNERIA**  
Villanova di Castenaso (BO), Via B. Tosarelli, 344  
Tel: +39.051.4598661  
e-mail: segreteria@mainmg.it  
http://www.mainmg.it

STUDIO CAVUOTO INGEGNERIA DELLE STRUTTURE

**CAVUOTO ING. FILIPPO**  
Napoli (NA), Via Benedetto Brin, 63/D  
Tel: +39.081.24823471  
e-mail: f.cavuoto@studiocavuoto.com



**SERVIZI INTEGRATI s.r.l.**  
Napoli (NA), Via Riviera di Chiara, 105  
Tel: +39.081.660172  
e-mail: info@servizi-integrati.it  
http://www.serviziintegratisrl.it

MAIN  
Management & Ingegneria S.r.l.  
ING. NICOLA FREDI  
Iscritto all'Albo degli Ingegneri di Bologna  
n° 13894

## PROGETTO ESECUTIVO

### ELABORATI GENERALI

Relazione radioprotezionistica (con trattamento rifiuti radioattivi ed elenco radionucleidi)

Rev. 1	23/06/2021	Integrazioni PE
Rev. 0	19/04/2021	Consegna progetto esecutivo
Emissione/revisione	Data	Riferimento emissione/revisione

Scala	File di riferimento	Codice commessa	Fase	Argomento	Sub.	Elaborato	Revisione
	20.26_PE_G_01_11_rev01 - Relazione radioprotezionistica	20.26	PE	G	01	11	1
Data	Descrizione	Redatto	Controllato	Verificato	Approvato		
23/06/2021	PROGETTO ESECUTIVO	MDM-GG-VP-SC	MDM-GG-VP-SC	NF	NF		

## 0 INDICE

---

0	Indice .....	1
1	Premessa .....	2
2	Il Progetto .....	3
2.1	Piano terra .....	3
3	Elenco Radionuclidi utilizzabili .....	5
4	Dimensionamento schermature .....	6
5	Progettazione Impianto trattamento raccolta rifiuti radioattivi .....	10

## 1 PREMESSA

---

La presente relazione intende illustrare i requisiti radio-protezionisti e gli elementi architettonici utilizzati per garantire la sicurezza degli utenti e l'adeguato isolamento dei locali specifici dei reparti di Radioterapia e Medicina Nucleare del Nuovo Blocco Ospedaliero dell'Ospedale di S. Anna e S. Sebastiano di Caserta.

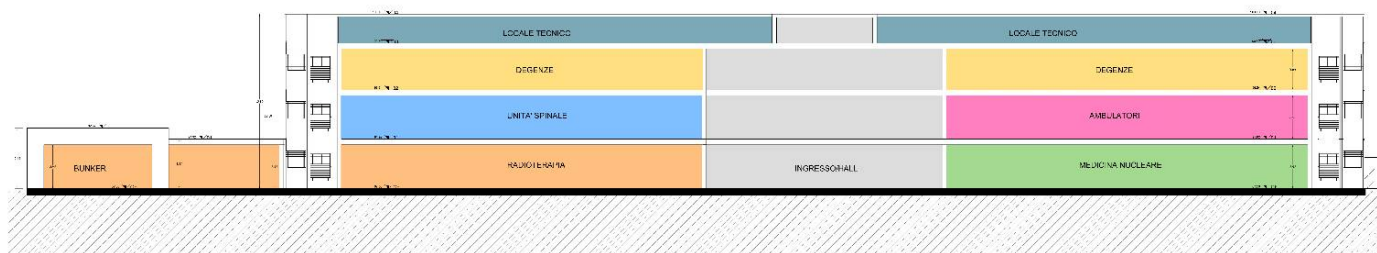
Nelle pagine seguenti vengono descritte le caratteristiche tecniche utili alla comprensione del progetto in affiancamento agli elaborati grafici.

## 2 IL PROGETTO

Gli interventi in progetto riguardano la realizzazione del nuovo fabbricato ospedaliero denominato *Lotto 1 - Realizzazione di un Edificio a 3 piani da destinare a Bunker per radioterapia – Medicina Nucleare – Unità spinale – Recupero e Riabilitazione Funzionale e Neuro-Riabilitazione ed ambulatori*".

Al fine di perfezionare la distribuzione dei locali e rispondere a tutte le esigenze manifestate dalla committenza, lo sviluppo dei layout dei vari piani risulta prevedere la collocazione, in un unico fabbricato le seguenti attività sanitarie posizionate in quattro reparti ospedalieri distinti:

- U.O. di Radioterapia;
- U.O. di Medicina Nucleare;
- U.O. di Unità spinale-Recupero e Riabilitazione Funzionale e Neuro-Riabilitazione ed Ambulatori;
- U.O. Degenze



Layout di progetto

### 2.1 PIANO TERRA

Si riportano di seguito le attività specifiche previste al piano terra dell'edificio in oggetto:

#### 2.1.1 Attività di radioterapia (Bunker attualmente lasciati al grezzo)

L'attività di radioterapia è svolta mediante l'impiego di fonti radioattive e di sorgenti di radiazioni ionizzanti ed è diretta al trattamento della malattia neoplastica e, in casi selezionati, al trattamento di patologie non neoplastiche, a carattere malformativo e/o cronico degenerativo.

#### 2.1.2 Diagnostica per immagini

Le strutture di diagnostica per immagini svolgono indagini strumentali (RX – TC – MN) ai fini diagnostici e/o di indirizzo terapeutico utilizzando sorgenti esterne di radiazioni ionizzanti e altre tecniche di formazione dell'immagine (US – RM). Le attività di diagnostica per immagini sono assicurate sia dalle strutture pubbliche e private, di ricovero e cura a ciclo continuativo e/o diurno sia da strutture ambulatoriali extra ospedaliere pubbliche e private. Poiché le strutture di ricovero e cura, come sopra identificate, assicurano lo svolgimento di attività in regime di elezione programmata, oppure in regime di emergenza-urgenza, i relativi requisiti minimi strutturali, tecnologici ed organizzativi devono rispondere alle funzioni proprie di tali strutture.

### 2.1.3 Medicina Nucleare

La Medicina Nucleare consiste in un reparto destinato ad attività diagnostica e/o terapeutica mediante l'impiego delle proprietà fisiche del nucleo atomico ed in particolare di radionuclidi artificiali. Questi ultimi sono impiegati per scopo diagnostico e per scopo terapeutico. I locali e gli spazi devono essere correlati alla tipologia ed al volume delle attività erogate conformemente alle norme di buona tecnica, ai principi di funzionalità e nel rispetto della vigente normativa in materia di Radioprotezione e di sicurezza negli ambienti di lavoro.

In allegato uno sviluppo planimetrico del reparto con evidenziati i muri di separazione e protezione dei locali destinati all'attività terapeutica e di analisi. In particolare, le partizioni saranno realizzati in calcestruzzo gettato in opera e in blocchi dello stesso materiale, tipo "Paver", dello spessore indicato in pianta dal Dott. Cammarota.



#### LEGENDA

Spessore di Piombo (mm)/Spessore di calcestruzzo (cm)	
10/16	
8/12	
4/10	
16/26	

Per un ulteriore approfondimento, in allegato la relazione dell'Esperto Qualificato relativa alla valutazione preventiva del dimensionamento delle schermature (pareti e porta) dei Bunkers di Radioterapia e sale di medicina nucleare da porre in opera nei locali destinati alla presso il piano terra del nuovo Blocco Ospedaliero.

### 3 ELENCO RADIONUCLIDI UTILIZZABILI

Qui di seguito di relazione in merito i radionuclidi che si intende utilizzare nel rispetto del limite istantaneo ed annuale per l'impiego di "CATEGORIA B" e delle apparecchiature radiologiche.

Nelle seguenti tabelle 1 e tabella 2 sono elencati i radionuclidi che si intende utilizzare nel reparto di Medicina Nucleare, con indicazione sia dell'attività massima di ciascun radionuclide che può essere istantaneamente detenuta, sia dell'attività di ciascun radionuclide che può essere detenuta in ragione di un anno solare.

Gli stessi radionuclidi sono distinti tra SORGENTI NON SIGILLATE impiegate a scopo diagnostico e SORGENTI SIGILLATE IMPIEGATE per l'attuazione di un programma di garanzia della qualità (D. Lgs. 101/2020), che comprende il controllo di qualità sulla strumentazione e sulle apparecchiature.

Le sorgenti radioattive che si intende detenere rientrano nei limiti fissati per la "Categoria B" di impiego, sia per quanto concerne l'Attività istantaneamente detenuta (Bq), che per quanto concerne l'Attività detenuta in ragione di un anno solare (Bq), di ciascun radionuclide.

**TABELLA 1: SORGENTI NON SIGILLATE CHE SI INTENDE IMPIEGARE A SCOPO DIAGNOSTICO E LIMITE DI DETENZIONE ISTANTANEO ED ANNUALE DELLE STESSE.**

Radionuclide	Attività istantaneamente detenuta (Bq)	Attività detenuta in ragione di un anno solare (Bq)
Mo-99*	$7,00 \times 10^{10}$	$3,50 \times 10^{12}$
Tc-99m	$3,00 \times 10^{11}$	$1,50 \times 10^{13}$
I-131	$1,10 \times 10^9$	$5,50 \times 10^{10}$
I-123	$1,85 \times 10^9$	$9,25 \times 10^{10}$
In-111	$2,20 \times 10^9$	$1,10 \times 10^{11}$
F-18	$1,00 \times 10^{11}$	$5,00 \times 10^{12}$
Ge-68*	$2,20 \times 10^9$	$4,40 \times 10^9$
Ga-68	$2,20 \times 10^9$	$1,10 \times 10^{11}$
Sr-82*	$1,11 \times 10^{10}$	$1,11 \times 10^{11}$
Rb-82	$1,11 \times 10^{10}$	$5,55 \times 10^{11}$
Cu-64	$7,40 \times 10^9$	$3,70 \times 10^{11}$
I-124	$1,11 \times 10^9$	$5,55 \times 10^{10}$

Con asterisco sono indicati i generatori di Molibdeno-Tecnezio, Germanio-Gallio e Stronzio Rubidio.

**TABELLA 2: SORGENTI SIGILLATE CHE SI INTENDE IMPIEGARE PER I CONTROLLI DI QUALITA' E LIMITE DI DETENZIONE ISTANTANEO ED ANNUALE DELLE STESSE.**

Radionuclide	Attività istantaneamente detenuta (Bq)	Attività detenuta in ragione di un anno solare (Bq)
Na-22	$3,7 \times 10^7$	$3,7 \times 10^7$
Co-57	$7,4 \times 10^8$	$7,4 \times 10^8$
Ba-133	$3,7 \times 10^7$	$3,7 \times 10^7$
Cs-137	$3,7 \times 10^7$	$3,7 \times 10^7$
Ge-68	$3,0 \times 10^8$	$3,0 \times 10^8$

#### 4 DIMENSIONAMENTO SCHERMATURE

**Dott. Fabrizio Cammarota**  
Specialista in Fisica Medica  
Esperto di Radioprotezione di grado III  
P.I. 05649541215

*fabrizio.cammarota@pec.libero.it*  
*fabrizio.cammarota@gmail.com*  
Tel. +39.081.530.77.55  
Cell. +39.339.56.09.153

**Al Direttore UOC Ingegneria Ospedaliera**  
**Azienda Ospedaliera di Caserta**  
**“Sant’Anna e San Sebastiano”**  
via F. Palasciano – Caserta

**Arch. Virgilio PATITUCCI**  
PEC: [attivitatecniche@ospedalecasertapec.it](mailto:attivitatecniche@ospedalecasertapec.it)

*Napoli, 26 ottobre 2020*

**OGGETTO: PARERE TECNICO PER DIMENSIONAMENTO SCHERMATURE**  
**BUNKERS DI RADIOTERAPIA E SALE DI MEDICINA NUCLEARE**

Facendo seguito a Vs. nota PEC del 22/10/2020 per quanto in oggetto, si riportano alcune indicazioni tecniche di massima inerenti al dimensionamento delle barriere fisse da prevedere per le sale diagnostiche e per i bunkers dei reparti di Medicina Nucleare e Radioterapia Oncologica del lotto 1 del “nuovo edificio”.

**BUNKERS PER RADIOTERAPIA ONCOLOGICA**

Le indicazioni a seguire sono riferite al bunker “B” e risultano valide anche per il bunker “A”, specularmente al primo.



**Dott. Fabrizio Cammarota**  
Specialista in Fisica Medica  
Esperto di Radioprotezione di grado III  
P.I. 05649541215

*fabrizio.cammarota@pec.libero.it*  
*fabrizio.cammarota@gmail.com*  
Tel. +39.081.530.77.55  
Cell. +39.339.56.09.153

superficie interna della parete D. In tal modo la retta passante per l'isocentro e per il "vertice" BC attraversa il pieno spessore del "dente" del labirinto). Si ipotizza inoltre che il piano di rotazione dell'asse del fascio sia parallelo al "dente" del labirinto. Per quanto attiene la metodologia di calcolo si è fatto riferimento ai criteri progettuali riportati in "*NCRP Report No. 151, Structural Shielding Design and Evaluation for Megavoltage X- and Gamma-Ray Radiotherapy Facilities*".

Con tali premesse è stato possibile ricavare i dati proteximetrici sotto riportati:

PARETE A e B SECONDARIA (porzione non interessata dal fascio primario): 130 cm di calcestruzzo ordinario con densità  $2,35 \text{ g/cm}^3$ .

PARETE A e B PRIMARIA (porzione interessata dal fascio primario, con margine di almeno 25 cm tenuto conto della divergenza del fascio stesso in relazione alla distanza dall'isocentro): 230 cm di calcestruzzo ordinario con densità  $2,35 \text{ g/cm}^3$ .

PARETE D: 150 cm di calcestruzzo ordinario con densità  $2,35 \text{ g/cm}^3$ .

PARETE C: 150 cm di calcestruzzo ordinario con densità  $2,35 \text{ g/cm}^3$ .

PARETE E ("dente" del labirinto): 100 cm di calcestruzzo ordinario con densità  $2,35 \text{ g/cm}^3$ .

PAVIMENTO: nessuna prescrizione in termini di schermatura delle radiazioni stante l'assenza di ambienti accessibili sottostanti.

SOLAIO DI COPERTURA: 150 cm di calcestruzzo ordinario con densità  $2,35 \text{ g/cm}^3$ . Tale indicazione presuppone la non accessibilità all'area soprastante il bunker ed andrà opportunamente rivista tenendo conto della disposizione e delle destinazioni d'uso dei locali posti a livelli superiori dell'edificio limitrofo.

PORTA DI ACCESSO: la porta di accesso al "labirinto del bunker" dai locali "comandi" (porta scorrevole motorizzata) dovrà essere schermata, in sequenza, dall'interno del bunker verso l'esterno, con **20 cm di paraffina, 1 mm di Cadmio e 4,0 cm di Piombo**; essa sarà realizzata di dimensioni tali da garantire 15 cm di sovrapposizione con le murature laterali e superiori e 5 cm di

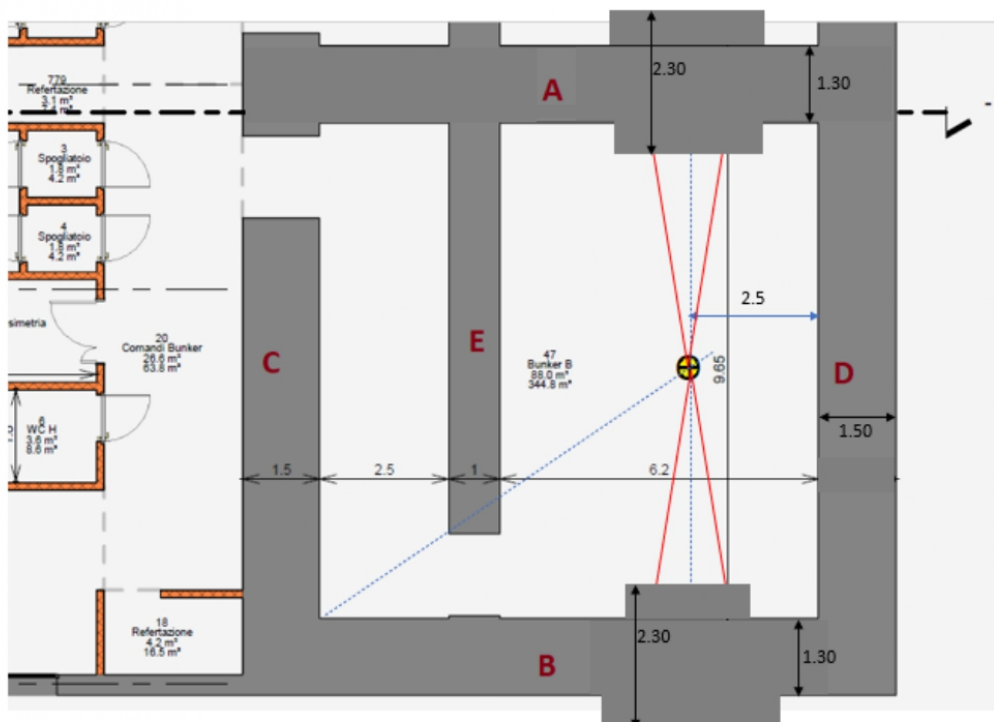
Pag. 2 di 4



**Dott. Fabrizio Cammarota**  
Specialista in Fisica Medica  
Esperto di Radioprotezione di grado III  
P.I. 05649541215

*fabrizio.cammarota@pec.libero.it*  
*fabrizio.cammarota@gmail.com*  
Tel. +39.081.530.77.55  
Cell. +39.339.56.09.153

sovrapposizione con il pavimento.



Si precisa che qualora particolari esigenze costruttive richiedano la riduzione degli spessori riportati nella presente relazione, sarà possibile ricorrere a materiali alternativi al calcestruzzo ordinario quali **calcestruzzo baritico** ( $d = 3,3 \text{ g/cm}^3$ ) o lastre in **Ferro** ( $d = 7,8 \text{ g/cm}^3$ ).

#### SALE RADIOLOGICHE DEL REPARTO DI MEDICINA NUCLEARE

Le sale radiologiche del reparto di Medicina Nucleare andranno schermate con spessori di **calcestruzzo ordinario** ( $d = 2,35 \text{ g/cm}^3$ ) oppure di **piombo** ( $d = 11,34 \text{ g/cm}^3$ ).

Tenuto conto della fase di lavorazione (realizzazione *ex-novo*) e previa idonea disponibilità di spazi, si suggerisce di optare per la soluzione in calcestruzzo per ottimizzare i costi di realizzazione e successiva gestione.

Pag. 3 di 4

**Dott. Fabrizio Cammarota**  
Specialista in Fisica Medica  
Esperto di Radioprotezione di grado III  
P.I. 05649541215

*fabrizio.cammarota@pec.libero.it*  
*fabrizio.cammarota@gmail.com*  
Tel. +39.081.530.77.55  
Cell. +39.339.56.09.153

Le porte di accesso alle sale radiologiche (e le eventuali visive) andranno schermate con lastra in piombo (o vetro piombifero) con equivalenza in piombo pari a quella della parete su cui insistono. Si riportano nella tabella sottostante gli spessori (Pb o CLS) necessari in funzione dello specifico locale per i principali ambienti che costituiranno il reparto.

LOCALE	SPESSORE DI PIOMBO (mm)	SPESSORE DI CALCESTRUZZO (cm)
Sala PET	10	16
Attesa PET	16	26
Locale Stoccaggio	4	7
Camera Calda	8	12
Attesa SPECT	8	12
Sala SPECT	4	10

Si evidenzia che l'attuale disposizione dei locali all'interno del reparto potrebbe essere migliorata in funzione della logica dei percorsi (pazienti ed operatori) e nell'ottica di ottimizzazione della radioprotezione.

Rimanendo a disposizione per ogni ulteriore indicazione si porgono,

Distinti Saluti.

**L'Esperto di Radioprotezione**  
**Dott. Fabrizio Cammarota**



Dott. FABRIZIO CAMMAROTA  
ESPERTO QUALIFICATO GRADO III  
SPECIALISTA IN FISICA MEDICA  
P.I. 05649541215

## 5 PROGETTAZIONE IMPIANTO TRATTAMENTO RACCOLTA RIFIUTI RADIOATTIVI

Di seguito si riporta, in coordinamento con quanto riportato nelle tavole grafiche architettoniche, l'impianto del trattamento per la raccolta dei rifiuti radioattivi posizionato al piano interrato.

**TEMA** SINERGIE  
High tech, high care



**LRT-LRD**

**Impianto Smaltimento  
Liquidi e Liquami Radioattivi**

## SPECIFICHE TECNICHE

ITA\_Rev.02

Tema Sinergie S.p.A.

Via Malpighi, 120 - 48018 Faenza (RA) - Italy Tel. +39 0546 622663 - Fax +39 0546 621640 - [www.temasinergie.com](http://www.temasinergie.com)  
Reg. Impr. di RA, C.F. e P.IVA n. 00970310397 - R.E.A. n. 111877 - R.AEE IT08020000009255 - Capitale Sociale € 2.000.000,00 int. vers.  
UNI EN ISO 9001:2008 Quality Management System Certified - UNI CEI EN ISO 13485:2012 Quality Management System Certified



## SOMMARIO

1. DESTINAZIONE D'USO .....	4
2. STANDARD INTERNAZIONALI .....	5
3. CARATTERISTICHE .....	6
4. OPERATION LOGIC .....	7
5. PARTI FUNZIONALI DELL' IMPIANTO.....	8
5.1 Gruppo di Depurazione dei Liquami Biologici.....	9
5.2 Gruppo di Stoccaggio per il Decadimento Radioattivo.....	10
5.3 Gruppo di Sollevamento e di Smistamento Liquami.....	11
5.4 Sistema di doppio contenimento e Gruppo di troppo pieno.....	13
5.5 Gruppo di ventilazione delle fosse biologiche, delle vasche di stoccaggio e del locale.....	14
5.6 Gruppo di prelievo campioni .....	15
5.7 Gruppo di Scarico.....	16
5.8 Gruppo di Comando.....	16
5.9 Gruppo di rilevazione e di misura.....	17
6. GRUPPO DI COMANDO PLC – QUADRO SINOTTICO.....	19
7. SOFTWARE-ANALISI-ARCHIVIAZIONE DATI.....	20
8. NOTE SIGNIFICATIVE .....	21
9. ESCLUSIONI.....	22



## 1. DESTINAZIONE D'USO

Il sistema LRT-LRD descritto nella presente descrizione tecnica permette di eseguire:

- La raccolta di liquidi radioattivi provenienti da docce e lavandini di decontaminazione, dal circuito di raffreddamento del ciclotrone (se presente) e dei liquami organici radioattivi provenienti dal Reparto di Medicina Nucleare o diagnostica PET e SPECT
- La raccolta di liquidi radioattivi e dei liquami organici radioattivi provenienti dal Reparto di Terapia Radiometabolica
- La degradazione biologica dei liquami organici prima dell'invio alle vasche di decadimento
- Lo stoccaggio nelle vasche fino al decadimento a valori di attività  $\leq$  a quelli prefissati
- Il controllo e la registrazione dei dati relativi ad ogni scarico

In questo modo è possibile eseguire lo smaltimento dei rifiuti radioattivi in regime di esenzione, secondo i dettami delle Normative Regionali, Nazionali ed Europee. Il Sistema è ampliabile sia in termini di numero che di volume delle vasche, mentre la parte di controllo rimane inalterata.



Immagine 1



Le caratteristiche tecniche ed impiantistiche del sistema sono definite in base ai seguenti criteri:

- Lo Stoccaggio dei rifiuti liquidi per il tempo necessario affinché lo scarico degli stessi in fognatura avvenga in regime di esenzione dall'autorizzazione allo smaltimento, secondo il Decreto legislativo n. 230 del 17 marzo 1995 e successive modifiche.
- Le operazioni di comando e controllo del funzionamento del sistema, sia in condizioni di routine che di emergenza (non di routine), sono tali da ridurre al minimo la necessità di intervento diretto e i tempi di permanenza degli operatori presso l'impianto, ottimizzando le condizioni di protezione radiologica degli stessi.
- Le caratteristiche impiantistiche garantiscono la massima affidabilità e sicurezza a fronte di un eventuale scarico incontrollato dal Servizio all'impianto o di situazioni incidentali presso l'impianto stesso.
- Il sistema di comando e controllo dell'impianto consente di eseguire il controllo in tempo reale dello stato di funzionamento dell'impianto. Inoltre, eseguendo misure separate di concentrazione e di radioattività è possibile la conoscenza in qualsiasi momento della concentrazione e radioattività totale dei liquami presenti nell'impianto.

## 2. STANDARD INTERNAZIONALI

- Dir. 2006/42/EC Machinery directive
- Dir. 2014/30/EC EMC Electromagnetic Compatibility
- Dir. 2014/35/EC LVD Low voltage
- UL 508A & NPFA 79, only for North America on specific request.
- Dir. 2013/59/EURATOM laying down basic safety standards for protection against the dangers arising from exposure to ionising radiation, and repealing Directives 89/618/Euratom, 90/641/Euratom, 96/29/Euratom, 97/43/Euratom and 2003/122/Euratom





### 3. CARATTERISTICHE

L'unità di controllo dell' LRT-LRD è stata concepita per svolgere le seguenti funzioni:

- Monitoraggio Stato Impianto mediante connessione con quadro di potenza
- Misura della concentrazione radioattiva all'interno delle vasche tramite un sistema di prelievo campioni
- Invio segnale di autorizzazione scarico al Quadro di gestione impianto
- Configurazione Soglia di Allarme
- Interfacciamento con stazione PC Wintam 3 e software dedicato "Waste" per esportazione, memorizzazione dati, controllo remoto di tutte le funzioni dell' impianto e gestione allarmi.





#### 4. OPERATION LOGIC





## 5. PARTI FUNZIONALI DELL' IMPIANTO

L'impianto LRT-LRD , dotato delle caratteristiche generali sopra descritte, è suddiviso nei seguenti componenti:

- Gruppo di depurazione dei liquami biologici
- Gruppo di stoccaggio per il decadimento radioattivo
- Gruppo di sollevamento e smistamento liquami
- Sistema di doppio contenimento e Gruppo di troppo pieno
- Gruppo di ventilazione delle fosse biologiche, delle vasche di stoccaggio e del locale
- Gruppo di prelievo campioni
- Gruppo di scarico
- Gruppo di comando e controllo dell'impianto tramite PLC integrato sul quadro
- Gruppo di rivelazione e di misura multicanale, su computer remoto interfacciato tramite rete.



### 5.1 Gruppo di Depurazione dei Liquami Biologici

Il gruppo consente sia l'immissione di soli liquidi nel gruppo di decadimento che lo stoccaggio dei fanghi fino a che non si presentino le condizioni per lo scarico entro i limiti della normativa vigente.

Il gruppo di depurazione è in doppio in modo che, quando quello in funzione si intasa per la presenza di croste o rifiuti solidi, (come può avvenire normalmente in tali impianti ogni 3 o 4 anni) sia possibile smistare gli scarichi nel secondo e trattenere i fanghi nel primo per il decadimento prima dell'intervento dei mezzi pubblici destinati allo svuotamento.

Ogni gruppo è costituito da:

- N. 1 valvola di smistamento a 3 vie, a 120° ed a flusso avviato per eliminare i pericoli di ostruzione. La valvola consente lo smistamento dei liquami alle due fosse biologiche
- N. 2 fosse biologiche tipo "IMHOFF" in polietilene P.A.D. o in calcestruzzo. Il volume delle fosse biologiche varia da 1000 a 5000 lt. ciascuna e dipende dal numero di pazienti.
- N. 2 indicatori di intasamento, uno per ogni fossa
- N. 2 microcontatti di segnalazione dello stato della valvola di smistamento
- N. 1 vasca di raccolta, in polietilene P.A.D o in calcestruzzo. Il volume della vasca di raccolta varia da 1 a 3 m<sup>3</sup>. Nella vasca arrivano, per caduta, i liquami provenienti dalle fosse biologiche



Immagine 2



## 5.2 Gruppo di Stoccaggio per il Decadimento Radioattivo

Consente la raccolta, lo stoccaggio ed il decadimento degli affluenti radioattivi provenienti dal gruppo di depurazione.

E' costituito da:

- N. 3 o più vasche di stoccaggio in polietilene (P.A.D.) o in calcestruzzo. Il numero delle vasche di stoccaggio varia tra 3 e 10. Il loro volume varia tra 1000 e 25000 lt e dipende dal numero dei pazienti e dal tipo di isotopi somministrato
- Sistema di sensori di livello indicanti per ogni vasca:
  - Il livello minimo corrispondente alla vasca vuota
  - Il 90% del volume totale della vasca che coincide con il livello di riempimento
  - Il 95% del volume totale della vasca che corrisponde ad un livello di emergenza
- In opzione è possibile dotare ognuna delle vasche di stoccaggio di un misuratore di livello ad ultrasuoni per l'indicazione e il controllo continuo del livello da 0 a 100%

Il collegamento tra il gruppo di pompaggio e le vasche di stoccaggio è tramite tubi in polietilene.



Immagine 3



### 5.3 Gruppo di Sollevamento e di Smistamento Liquami

Il Gruppo è costituito da:

- N. 1 pompa autoadescante per vasca, per l'invio dei liquami dal gruppo di depurazione della terapia radiometabolica o della diagnostica ad ognuna delle vasche di stoccaggio
- N. 1 pompa autoadescante per lo scarico di ognuna delle vasche di stoccaggio in fogna
- N. 1 pompa autoadescante per il rimescolamento e il prelievo da ognuna delle vasche di stoccaggio
- Valvole di regolazione, valvole di non ritorno, tubi e raccordi.



Immagine 4

Il Gruppo permette di eseguire la gestione automatica (senza l'intervento dell'operatore) dell'intero sistema in condizioni ordinarie di esercizio

Il funzionamento è il seguente:

- I rifiuti liquidi radioattivi provenienti da un reparto (es diagnostica) arrivano per caduta al gruppo di depurazione e, biodegradati, alla propria vasca di raccolta. Dalla vasca di raccolta sono inviati, a mezzo pompa, alla 1a vasca di stoccaggio che il sistema trova "vuota". A questa vasca continueranno ad arrivare solo i liquami provenienti dal reparto (fino al successivo svuotamento)
- Quando una vasca di stoccaggio è piena il sistema provvede ad indicare la data di fine riempimento, ricerca una vasca vuota, devia automaticamente i liquami alla vasca trovata "vuota" tramite la pompa di sollevamento
- Quando tutte le vasche sono piene e l'ultima in riempimento raggiunge il 70%, il sistema dà indicazioni di prossimo riempimento di tutte le vasche



**TEMA** SINERGIE  
High tech, high care



**Immagine 5**

- L'operatore a questo punto dovrà eseguire il prelievo e la misura dei liquami contenuti nella vasca che il sinottico gli avrà indicato come più anziana
- Si attende il consenso allo scarico da parte dell'operatore, che avviene tramite pompa. Una volta scaricata la vasca più anziana in fogna, previa misura come da punti seguenti, il funzionamento prosegue con ciclo automatico

Il Gruppo permette di eseguire la gestione remotizzata, da PC disposto nel locale controllo, di tutte le operazioni di routine quali lavaggio del beaker e misura del fondo, rimescolamento del liquame della vasca più anziana, campionamento del liquame da analizzare della vasca più anziana, misura della concentrazione e della radioattività nella vasca più anziana, scarico della vasca in fogna.

La gestione remotizzata da PC disposto nel Locale Controllo, permette di eseguire il rimescolamento del liquame, il campionamento del liquame, la misura del campione prelevato e lo scarico in fogna, anche per le vasche "più giovani".

Tali operazioni sono da effettuare solo in situazioni incidentali o di emergenza quali rilascio di "bolo radioattivo", rilascio incontrollato di acqua nelle vasche, rottura di componenti o necessità di esclusione di una vasca dal ciclo.



#### 5.4 Sistema di doppio contenimento e Gruppo di troppo pieno

Consente la raccolta dei liquami che potrebbero fuoriuscire dalle vasche (per rottura di qualche componente o per mancato funzionamento dei sensori di livello) ed il loro sollevamento e pompaggio alle vasche (a scelta) o in fogna.

E' costituito da:

- Doppio contenitore realizzato impermeabilizzando il locale in cui sono disposte le fosse "IMHOFF", le vasche e i componenti dell'impianto. Sul pavimento è ricavato un pozzetto di raccolta. Il volume utile del doppio contenimento è fornito da Tema Sinergie in fase di progettazione e consente la raccolta del liquame contenuto in una vasca di stoccaggio – Tema Sinergie fornisce il disegno necessario alla sua realizzazione, che rimane a carico del cliente
- Sensore di livello, disposto nel pozzetto di raccolta, indicante l'allagamento con allarme relativo

Il sollevamento dei liquidi fuoriusciti dalle vasche e raccolti nel doppio contenimento e il loro pompaggio o alle vasche o in fogna è effettuabile tramite pompa di sollevamento manuale installata nel pozzetto di raccolta perdite.





### 5.5 Gruppo di ventilazione delle fosse biologiche, delle vasche di stoccaggio e del locale

Il sistema di ventilazione delle fosse biologiche e delle vasche di stoccaggio è costituito da:

- collettore che collega gli sfiati delle fosse e delle vasche (che sono a tenuta d'aria) a condotta esterna per evitare la formazione di cattivi odori nel locale
- cartuccia filtrante ai carboni attivi montata, in linea, sulla condotta per il trattenimento di eventuali aerosol radioattivi e odori organici (opzionale)

Il sistema di ventilazione del locale può essere ad aerazione naturale attraverso bocchette ricavate nella porta di accesso al locale vasche.

Se questo risulta non sufficiente, un sistema di ventilazione forzata può essere costituito da:

- aspiratore in resina poliammidica rinforzata avente portata di ca. 400 m<sup>3</sup>/h e prevalenza adeguata
- filtro ai carboni attivi per il trattenimento di eventuali aerosol radioattivi e odori organici
- quadro elettrico
- timer per l'inserzione programmabile
- condotta esterna



### 5.6 Gruppo di prelievo campioni

Consente il campionamento remotizzato dei liquidi da qualsiasi vasca al fine di valutarne il contenuto di radioattività. E' costituito da:

- sistema di rimescolamento del liquame contenuto nelle vasche, per aumentare la significatività e riproducibilità della misura
- sistema di pompaggio in grado di prelevare i liquami e inviarli al beaker di Marinelli contenente il rivelatore NaI(Tl) per la misura
- sistema di lavaggio delle tubazioni e del beaker di Marinelli prima e dopo ogni misura.

Il gruppo permette di intercalare misure di "fondo" a misure del campione.



**Immagine 6 – Pozzetto a basso fondo contenente il beaker di Marinelli e il rivelatore NaI(Tl)**



### 5.7 Gruppo di Scarico

Consente lo scarico dei rifiuti decaduti direttamente nella rete fognaria.

Il gruppo consente in modalità automatica o a scelta su comando remoto lo scarico della vasca più anziana previa misura della concentrazione e verifica del rientro nei limiti di legge. E' dotato di sistema di sollevamento dei liquidi da scaricare per l'immissione nella rete fognaria. In condizioni non di routine è possibile inoltre lo scarico di una qualsiasi vasca in fogna, indipendentemente dall'ordine di riempimento, previo campionamento e misura.

### 5.8 Gruppo di Comando

E' costituito da quadro elettrico di potenza, gestito da controllore programmabile, disposto in Locale Comandi, dal sinottico dell' impianto ed è dotato di uscita per la connessione al sistema di monitoraggio ENVIRO e di spie luminose che consentono la visualizzazione degli stati e delle operazioni indicate nei punti precedenti.



### 5.9 Gruppo di rilevazione e di misura

Il gruppo di rilevazione e misura è costituito da:

- Sonda NaI(Tl) collegata al computer di controllo con software analizzatore multicanale
- Analizzatore multicanale (MCA) per rivelatore a scintillazione
- Pozzetto a basso fondo
- Beaker di Marinelli

#### Sonda NaI(Tl)

La sonda è costituita da un contenitore a tenuta con all'interno il rivelatore a scintillazione NaI(Tl) di dimensione 2"x 2"; la sonda è costituita da rivelatore, fotomoltiplicatore associato, alta tensione, preamplificatore, amplificatore.

#### Analizzatore multicanale (MCA) per rivelatore a scintillazione

Analizzatore multicanale collegato alla sonda NaI(Tl) ed al PC costituito da buffer di memoria fino a 2084 canali, ADC, regolazione amplificazione, software di emulazione multicanale (acquisizione e presentazione degli spettri su display a colori), stabilizzatore di spettro. L'analizzatore multicanale controlla l'impianto e genera un report di scarico con un grafico dello spettro dei vari isotopi contenuti nel campione di liquido ricevuto.



Immagine 7

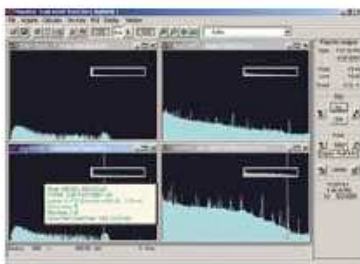


Immagine 8



#### **Pozzetto a basso fondo**

Pozzetto a basso fondo, schermato con 50 mm Pb per la riduzione dei conteggi dovuti al fondo, interno al quale sono inseriti le sonde a scintillazione NaI(Tl) 2" x 2" e il beaker di misura a geometria "Marinelli", contenente il liquame da analizzare.

#### **Beaker di Marinelli**

Sono previsti n. 2 beakers a geometria "Marinelli" da 2 litri, dotati di attacchi per la connessione dell'impianto, di cui uno allacciato ed uno di scorta.



**Immagine 9**



## 6. GRUPPO DI COMANDO PLC – QUADRO SINOTTICO

Il PLC installato sul quadro elettrico sotto il sinottico dell' impianto permette la completa gestione dell' impianto in modalità automatica e manuale.

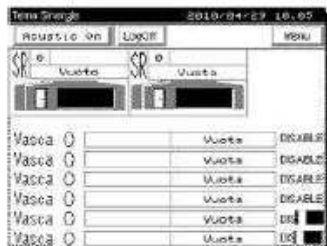


Immagine 10

In particolare:

- Visualizzazione del sinottico dell'Impianto, con indicato lo schema dell'impianto, lo stato di riempimento delle vasche, lo stato delle pompe e delle valvole per ogni vasca, la data di fine riempimento per ciascuna vasca. L' indicazione consente di stabilire il grado di anzianità e quindi di decadimento, lo svuotamento delle vasche, le situazioni di allarme quali allagamento, livello di emergenza nelle vasche, fosse biologiche intasate e con comandi per il prelievo, per lo scarico e per tutte le operazioni non di routine

E' possibile infine dotare il sistema di una remotizzazione ottico-acustica dei principali allarmi dell' impianto, in una zona presidiata del reparto





## 7. SOFTWARE-ANALISI-ARCHIVIAZIONE DATI

Il gruppo è disposto nel locale controllo ed è costituito da un personal computer, monitor, stampante, software di gestione ed archiviazione dati relativi agli scarichi dell'impianto, collegato alla parte di acquisizione ed analisi dati. Esso inoltre permette la gestione in remoto delle principali funzioni e dei parametri del gruppo di comando PLC.



Immagine 11

Il Software di analisi di spettri gamma permette:

- Esecuzione di tutte le operazioni effettuabili con accesso ai parametri di sistema ed ai consensi di scarico tramite differenti livelli di password
- Consenso allo scarico negato per valori eccedenti quelli prefissati in accordo con le Normative
- Acquisizione e memorizzazione dati relativi all'attività e alla concentrazione
- Visualizzazione su schermo e stampa (ad ogni misura e quindi anche prima dello scarico) principali parametri dell' impianto
- Possibilità di personalizzazione del report di stampa con parametri scelti dall'operatore (Nome dell'Istituto, Reparto, etc.)
- Memorizzazione in file dei risultati di qualsiasi elaborazione
- Visualizzazione di scarico avvenuto (o negato)
- Calibrazione in energia ed efficienza, tramite set di sorgenti di attività nota (set di sorgenti a carico del cliente)
- Misura del fondo e possibilità di sottrazione dello stesso
- Calcolo dell'attività relativa del campione analizzato, per ciascun isotopo con indicazione dell'errore percentuale associato, relativamente al livello di confidenza scelto dall'operatore.
- Calcolo della M.A.R. (Minima Attività Rilevabile) per ciascun isotopo
- Memorizzazione dello spettro
- Memorizzazione in file di qualsiasi risultato di elaborazione
- Stampa in unico report di attività, concentrazione, errore associato e M.A.R. per ogni isotopo
- Interfacciamento con il Software di Gestione ed Archiviazione dati relativi agli scarichi di cui al punto seguente





## 8. NOTE SIGNIFICATIVE

La progettazione, la scelta dei componenti e la costruzione degli impianti sono improntate e finalizzate all'ottenimento di alte prestazioni in termini di:

- sicurezza
- affidabilità
- controllo di processo
- semplicità di gestione
- gestione delle situazioni di emergenza in maniera semplice ed inequivocabile

Particolari attenzioni sono state dedicate alla logica di funzionamento, alla scelta dei componenti e alle modalità di installazione.

Nei punti successivi vengono illustrati i principali aspetti del Sistema.

- Le fosse biologiche, le vasche di raccolta e le vasche di stoccaggio non presentano scarichi di fondo e sono forate solo sulla sommità, sopra il livello massimo, per ridurre il rischio di allagamenti.
- Pompe, valvole e componenti in genere sono installati sopra il livello massimo del liquido nelle vasche per ridurre i rischi di allagamento e per eliminare i rischi di contaminazione del personale quando ne è necessario lo smontaggio
- Non esistono collettori con valvole motorizzate né nella mandata alle vasche né nello scarico delle vasche. Lo smistamento dei liquami avviene solo tramite pompe e linee dirette. Evidenziamo che il trafilemento di una valvola in un collettore di mandata (anche pochi litri) può vanificare il decadimento della vasca più anziana. Inoltre, il trafilemento di una valvola nel collettore di scarico manda in fogna liquami con concentrazioni superiori ad 1Bq/g
- Prima del prelievo dei campioni abbiamo previsto il rimescolamento del liquame contenuto nelle vasche, per aumentare la significatività e riproducibilità della misura. Inoltre nel sistema di prelievo è stata prevista l'installazione di un trasduttore di flusso in grado di segnalare se il campione è stato effettivamente inviato al bicchiere di misura e di dare un allarme in caso contrario. Questo per eliminare il rischio che si esegua la misura dell'acqua di lavaggio del bicchiere anziché quella del liquame da scaricare e che quindi si autorizzi lo scarico di liquame non ancora decaduto.
- I componenti adottati sono tutti ben collaudati e specifici per il tipo di utilizzo. La scelta dei materiali da costruzione e la scelta del tipo di apparecchiatura sono state dettate dal tipo di liquame, dalla sua aggressività e dalla frequenza degli eventi, dei prelievi, degli scarichi, ecc..).



## 9. ESCLUSIONI

Sono esclusi dalla fornitura le seguenti opere:

- La sistemazione, l'impermeabilizzazione del locale di contenimento dell'impianto e la realizzazione del pozzetto di raccolta delle perdite
- La sistemazione del locale controllo compresi eventuali piani di appoggio e mensole per la strumentazione
- L'allacciamento alla rete idrica e alla rete elettrica compresa la fornitura di punti di presa, nei locali sopra indicati
- L'allacciamento alla condotta degli scarichi controllati e alla rete fognaria
- La condotta esterna del gruppo di areazione vasche
- Le canalizzazioni per cavi e la stesura dei cavi (di fornitura Tema) tra il locale "Impianto", il locale "Controllo" ed una eventuale Rete Allarmi
- L'illuminazione dei locali sopra indicati
- La ventilazione del locale "Impianto" per evitare condense (anche naturale tramite griglie di ventilazione)
- Eventuali basamenti per le vasche
- I grigliati tra le vasche
- La fornitura e l'installazione delle canaline tra il locale vasche ed i locali della Fisica Sanitaria

Sono invece compresi nella fornitura disegni quotati con tutte le indicazioni necessarie per l'esecuzione delle opere sopra elencate.



## 10. DIMENSIONAMENTO DELL' IMPIANTO COMPRESO NELLA FORNITURA

### IMPIANTO LRD 4/3,5 2K

#### 1 Gruppo di depurazione dei liquami biologici

Il Gruppo è costituito da:

- n. 1 valvola di smistamento a 3 vie, a 120° ed a flusso avviato per eliminare i pericoli di ostruzione. La valvola consente lo smistamento dei liquami alle due fosse biologiche
- n. 2 fosse biologiche tipo "IMHOFF" in polietilene (P.A.D.), del volume di 2 m<sup>3</sup> ciascuna
- n. 2 indicatori di intasamento, uno per ogni fossa.
- n. 1 microcontatti di segnalazione dello stato della valvola di smistamento.

#### 2 Gruppo di rilancio e stoccaggio per il decadimento radioattivo

Consente la raccolta, lo stoccaggio ed il decadimento degli affluenti radioattivi provenienti dal gruppo di depurazione.

E' costituito da:

- n. 1 vasca di raccolta in polietilene (P.A.D.), del volume di 3,5 m<sup>3</sup> in cui arrivano, per caduta, i liquami provenienti dalle fosse biologiche
- n. 4 vasche di stoccaggio in P.A.D. del volume di 3,5 m<sup>3</sup> ciascuna
- sistema di sensori di livello indicanti per ogni vasca:
  - \* la vasca vuota
  - \* il 90% del volume totale della vasca che coincide con il livello di riempimento
  - \* il 95% del volume totale della vasca che corrisponde ad un livello di emergenza
- misuratore di livello ad ultrasuoni per l'indicazione e il controllo continuo del livello da 0 a 100% in ognuna delle vasche di stoccaggio



#### 3 Gruppo di sollevamento e di smistamento liquami

Il Gruppo è costituito da:

- n. 12 pompe autoadescanti
- valvole di regolazione, valvole di non ritorno, elettrovalvole, tubi e raccordi.