

C.N.A.O CENTRO NAZIONALE DI ANDROTERAPIA ONCOLOGICA PAVIA

C.N.A.O. Centro Nazionale di Adroterapia Oncologica
Pavia. Progettazione, Direzione lavori, Edilizia
ospedaliera, Edificio collettivo.

Committente
Fondazione CNAO

Progetto e D.L.
Studio Calvi Srl

Superficie intervento

Circa 8.000 mq di superficie lorda di pavimento
Circa 7.300 mq di superficie destinata ad aree tecnologiche
Circa 5500 mq di superficie destinata a stazione elettrica
AT/MT
Circa 40.000 mq di area di insediamento

Classi e categorie dei lavori

E.10	€ 6.424.480
S.03	€ 10.929.287
IA.01	€ 470.998
IA.02	€ 6.121.835
IA.03	€ 5.374.515
E.19	€ 1.018.000

Periodo di esecuzione

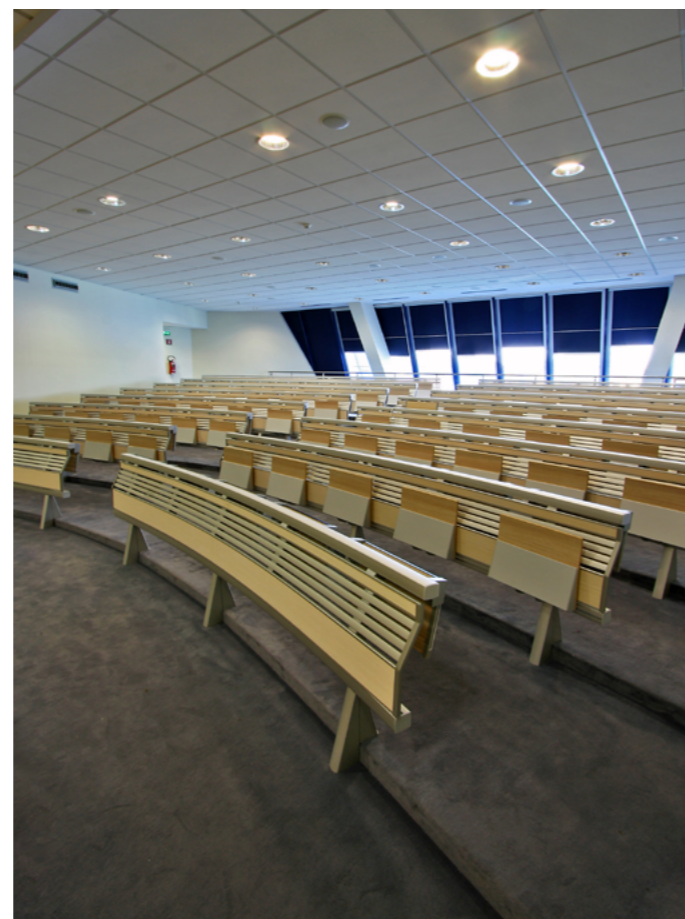
2003 2009

Sintesi dell'intervento

Il complesso, in località Cravino (Pavia), ospita il primo centro italiano destinato al trattamento dei tumori con la tecnica dell'adroterapia, una nuova frontiera della radioterapia che impiega protoni e nuclei atomici (chiamati ioni) appartenenti alla categoria degli adroni; il centro si occupa inoltre di ricerca clinica, biologica e traslazionale, al fine di fornire un continuo miglioramento alla capacità di cura.

L'intervento è stato selezionato poiché presenta analogie con quello oggetto di affidamento per la presenza di un servizio poliambulatoriale ma soprattutto per gli aspetti di radioprotezione connessi all'esistenza di un acceleratore nucleare (sincrotrone) e di n. 3 bunker per il trattamento, dei servizi di medicina nucleare e di diagnostica per immagini. La singolarità di CNAO nel panorama nazionale ed internazionale ha permesso al concorrente di sviluppare, in costante sinergia con gli scienziati della Fondazione, un know-how unico nel campo delle problematiche tecnologiche connesse all'impiego di acceleratori per uso diagnostico e terapeutico.

Costruito dal 2005 al 2009 e inaugurato nel febbraio 2010, il complesso si sviluppa su un'area di 40.000 mq ubicata al margine settentrionale del centro abitato di Pavia, in posizione baricentrica alle previsioni urbanistiche di sviluppo ospedaliero, ove sono concentrati i maggiori presidi medici e scientifici della città (Policlinico San Matteo, Fondazione Maugeri, Fondazione Mondino). La



Sopra. Interni delle aree di trattamento. Per la realizzazione delle pareti e dei solai di quest'area si è fatto uso di calcestruzzo baritico, efficace in considerazione del tipo di particella radioattiva prevista.

Nella pagina a fianco, sopra. Particolare dell'ingresso principale della Fondazione CNAO.

sua collocazione risulta particolarmente favorevole per l'elevata accessibilità urbana e territoriale, oltre che per le interrelazioni con i limitrofi complessi sanitari.

Il lotto di terreno è funzionalmente suddiviso in due parti: in quella a sud-est è collocato l'edificio sanitario, avente una superficie complessiva di circa 8.000 mq, mentre quella a nord-ovest, prettamente tecnologica, è occupata dalla stazione alta/media tensione per la trasformazione dell'energia elettrica e dai padiglioni dell' "Alta Tecnologia" del CNAO, che contengono le macchine acceleratrici e le linee di trasporto dei fasci di particelle, i n. 3 bunker per il trattamento dei pazienti, oltre al blocco per l'alloggiamento del power converter e dell'elettronica a servizio dell'alta tecnologia.

I fasci di particelle sono generati da sorgenti che producono ioni carbonio e protoni. La macchina acceleratrice più importante è il sincrotrone, prototipo e frutto della ricerca nella fisica delle alte energie, realizzato grazie alla collaborazione dell'Istituto Nazionale di Fisica Nucleare (INFN) assieme a CERN (Svizzera), GSI (Germania), LPSC (Francia) e Università di Pavia; ha un diametro di 25 metri ed è contenuto in un padiglione caratterizzato da una notevole estensione planivolumetrica (1.600 mq) parzialmente interrato e ricoperto da una "collina" artificiale con funzioni di radioprotezione. In considerazione delle rigorose limitazioni imposte da CNAO in termini di deformazioni massime ammissibili (massimo cedimento differenziale pari a 0,15 millimetri/anno su 8 metri di distanza), il padiglione si fonda su una platea di grosso spessore (2 metri) su terreno trattato con jet-grouting con attenta modellazione dei fenomeni reologici del terreno per tenere sotto controllo le deformazioni attese che potrebbero pregiudicare la precisione dei macchinari. Le

strutture di elevazione e di copertura di tale padiglione sono caratterizzate da notevole spessore, variabile tra 0,8 e 2,5 metri poiché fungono anche da schermatura radioprotettiva.

I fasci di particelle del sincrotrone vengono accelerati e percorrono circa trentamila chilometri in mezzo secondo per raggiungere l'energia voluta ed essere inviati in uno dei tre bunker di trattamento. Sopra al bunker centrale è posizionato un magnete di 150 tonnellate che serve a curvare il fascio di particelle di 90 gradi e dirigerlo dall'alto sul paziente.

Ciascuno dei tre bunker di trattamento è preceduto da un labirinto di accesso. Le pareti, in cemento armato di spessore variabile fino a 4 m, sono composte da uno strato monolitico e da uno strato superficiale realizzato con blocchi in calcestruzzo non armato, più facilmente removibili. Tale scelta, che appare di fondamentale importanza, è stata effettuata nell'ottica di ridurre i potenziali costi di decommissioning e di allungare la vita utile delle protezioni. È infatti noto che le parti più esterne delle protezioni sono maggiormente interessate dalla contaminazione radioattiva ed è quindi ottimale prevederne lo smaltimento separato ed eventualmente la sostituzione considerandole di tipo sacrificale. Dal punto di vista tecnologico grandissima attenzione è stata dedicata alla scelta del mix-design dei calcestruzzi per fronteggiare i problemi legati alla necessità di escludere la presenza di nidi di ghiaia e di evitare un eccessivo calore di idratazione (data la massività del getto) che rischia di pregiudicare le caratteristiche meccaniche del conglomerato.

L'edificio sanitario si sviluppa in un piano interrato e tre fuori terra e ospita i servizi di radiodiagnostica, medicina nucleare, oltre a quelli amministrativi, scientifici e tecnici

per la gestione del centro. L'organizzazione distributiva prevede la concentrazione delle funzioni di elevata fruizione degli utenti ai piani terra ed interrato. Tale scelta ha permesso nel primo caso di dare immediata accessibilità dall'esterno e nel secondo di garantire opportune schermature alle radiazioni per i bunker utilizzati per il trattamento dei tumori.

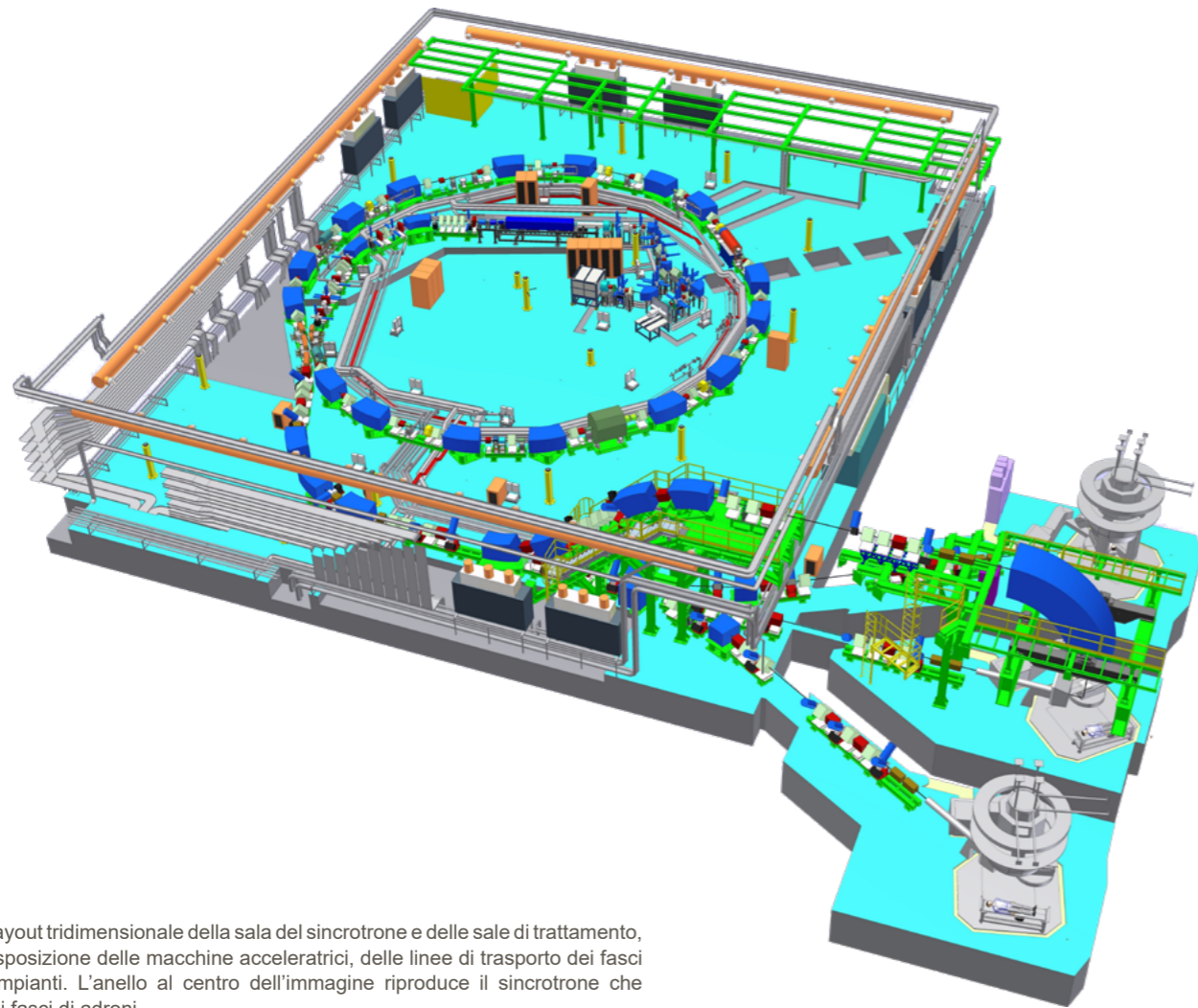
In particolare il piano terra, direttamente accessibile dall'esterno, contiene l'ingresso e l'accettazione, il poliambulatorio, il servizio di radiodiagnostica (n. 2 CT, n.1 RM 3 Tesla), la medicina nucleare (n. 2 CT-PET), il bar. Il poliambulatorio è collocato in prossimità dell'ingresso principale. Si compone di sei ambulatori con superficie pari a 25 mq, uno dei quali dotato di filtro di ingresso, con accesso anche dal corridoio "pulito" e caratteristiche impiantistiche tali da garantire maggior astaticità. Al fine di evitare la commistione di flussi sanitari e non, gli ambulatori presentano due accessi su lati contrapposti, prospicienti rispettivamente la sala di attesa degli utenti ed il corridoio riservato al personale sanitario.

La medicina nucleare, in cui si effettuano esami CT-PET nelle due sale dedicate, è dotata di accesso dedicato e ubicata in prossimità di differenti ingressi (ingresso principale, ingresso riservato ai pazienti barellati ed in adiacenza al percorso esterno a cielo libero) per minimizzare il percorso all'interno della struttura degli

utenti iniettati con radiofarmaci.

Per la realizzazione delle pareti e dei solai di quest'area si è fatto uso di calcestruzzo baritico, efficace in considerazione del tipo di particella radioattiva prevista. I servizi presenti al piano terra hanno lo scopo di sottoporre il paziente agli esami ed agli accertamenti propedeutici al trattamento di adroterapia, che viene invece effettuato nei bunker al piano interrato. Qui, oltre alla sala di attesa (organizzata in due aree separate per gli utenti pre e post trattamento) sono collocate n. 5 sale di preparazione del paziente, denominate CAP (Computer Aided Positioning), ove il paziente viene immobilizzato su un piano disposto su un carrello di trasporto manuale e successivamente trasferito in uno dei bunker per essere sottoposto all'irraggiamento. Completano il piano i locali di servizio all'area sanitaria, gli spogliatoi del personale ed un'area tecnica di gestione dell'acceleratore.

Il primo piano dell'edificio sanitario ospita gli uffici amministrativi, gli studi dei medici e dei tecnici ed un'area organizzata a laboratorio di ricerca; al secondo piano trovano invece collocazione gli uffici presidenziali e gli spazi collettivi (aula conferenze, sala lettura, aule riunioni).



Sopra. Layout tridimensionale della sala del sincrotrone e delle sale di trattamento, con la disposizione delle macchine acceleratrici, delle linee di trasporto dei fasci e degli impianti. L'anello al centro dell'immagine riproduce il sincrotrone che accelera i fasci di adroni.

Nella pagina a fianco, sopra. Vista dell'interno della sala del sincrotrone. Si individua l'anello del sincrotrone che si sviluppa su una circonferenza di circa 80 metri per un diametro di 25. All'interno dell'anello sono posizionate le sorgenti di protoni e ioni carbonio.

Nella pagina a fianco, sotto. Vista dei fronti su strada dell'intero complesso edilizio.

