



Dipartimento Diagnostica
per Immagini e Radiologia
Interventistica
dell'Azienda USL Valle d'Aosta

Ministero della Sanità
Dipartimento di Radiologia
Interventistica
Università del Piemonte Orientale
Aronico della
Cultura e dell'Innovazione

CONVEGNO

La TOMOTERAPIA in Italia: Esperienze a confronto

Presidenti: Umberto Ricardi - Teodoro Meloni



Sabato
20 novembre 2010



Forte di Bard

11020 Bard (AO) - Tel. 0125.833.816



GESTIONE

del sistema Hi-Art Tomotherapy

Dr. Paolo Muto

GESTIONE

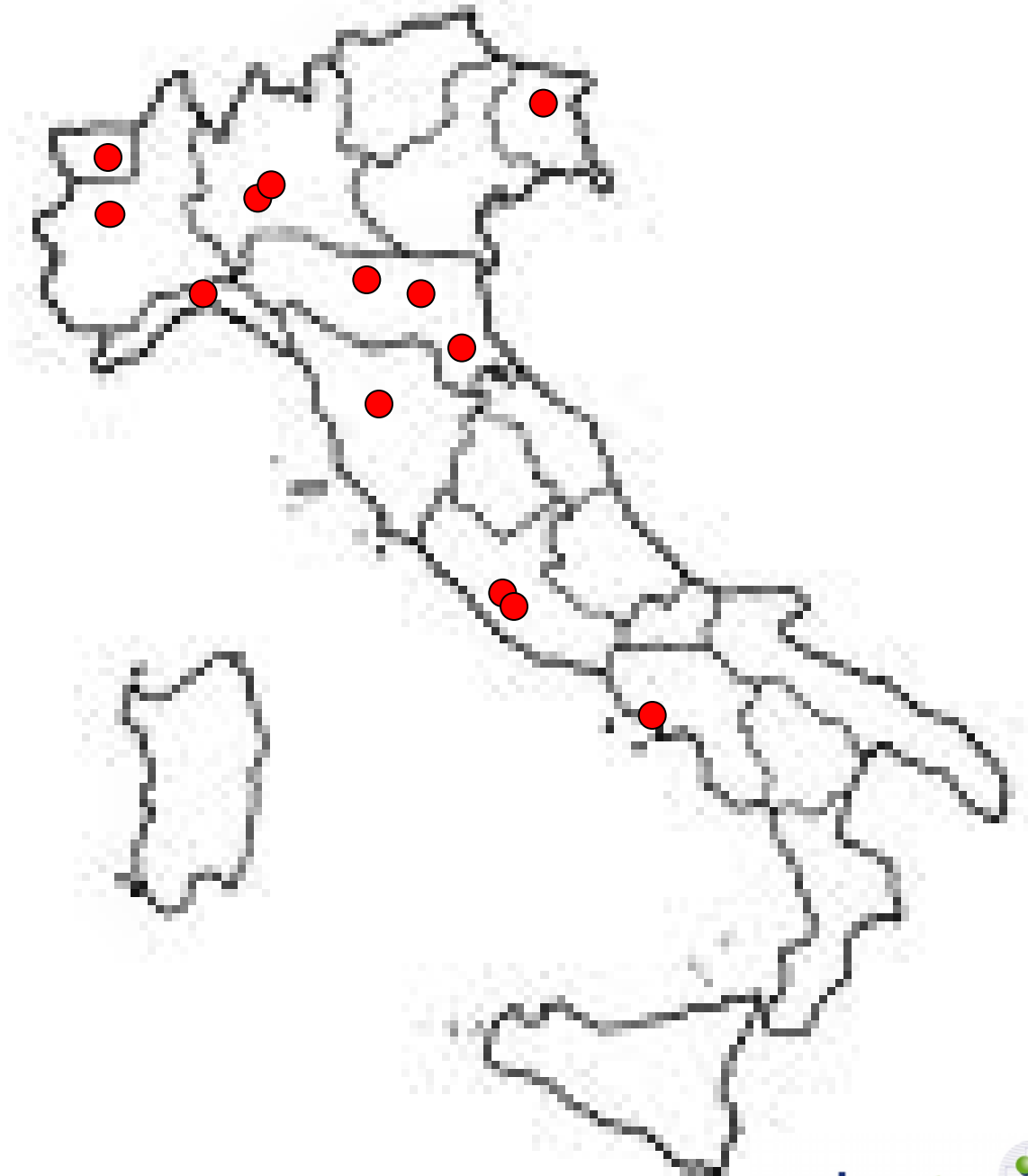
- Delle procedure di INVESTIMENTO
- Delle procedure di ACQUISTO
- Del PERSONALE
- AMMINISTRATIVA

GESTIONE

- **Delle procedure di INVESTIMENTO**
- Delle procedure di ACQUISTO
- Del PERSONALE
- AMMINISTRATIVA

TOMOTERAPIA IN ITALIA

Aviano	<i>INT</i>
Genova	<i>IST</i>
Roma	<i>San Giovanni</i>
Aosta-Ivrea	<i>Osp civile ASL TO4</i>
Milano	<i>Osp San Raffaele (n° 2)</i>
Torino	<i>IRCC Candiolo</i>
Lucca	<i>USL2</i>
Modena	<i>Policlinico</i>
Meldola	<i>IRST</i>
Reggio Emilia	<i>Arcispedale SM Nuova</i>
Napoli	<i>Emicenter</i>
Roma	<i>AO San Camillo Forlanini</i>



TOMOTERAPIA

ESCLUSIVITA'



**RETE ONCOLOGICA
SELETTIVA**

VS

**DIFFUSIONE
CAPILLARE**



**Maggiore distribuzione
sul territorio: carico
di lavoro**

*...è fondamentale
la valutazione e la
gestione del*

CARICO DI LAVORO

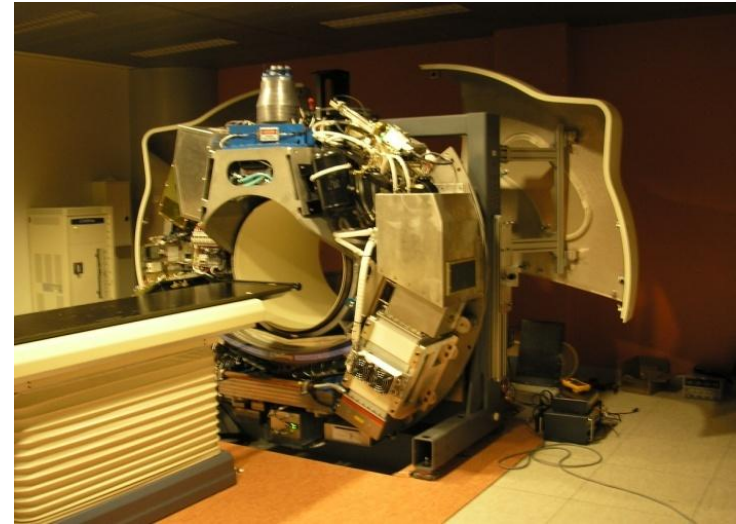
Preparazione del sito / Installazione

- Dimensioni del Bunker
- Schermature
- Requisiti strutturali
- Impianto di raffreddamento



Requisiti minimi strutturali

- 91.4cm Minima distanza tra il Gantry e le pareti posteriore e laterali.
- 60.9cm Minima distanza tra il lettino e la parete anteriore.
- 274.3cm Minima altezza del soffitto.
- Dimensioni minime globali del bunker:
 - Larghezza: 452.1cm
 - Lunghezza: 601.3cm
 - Altezza: 274.3cm



Requisiti minimi strutturali

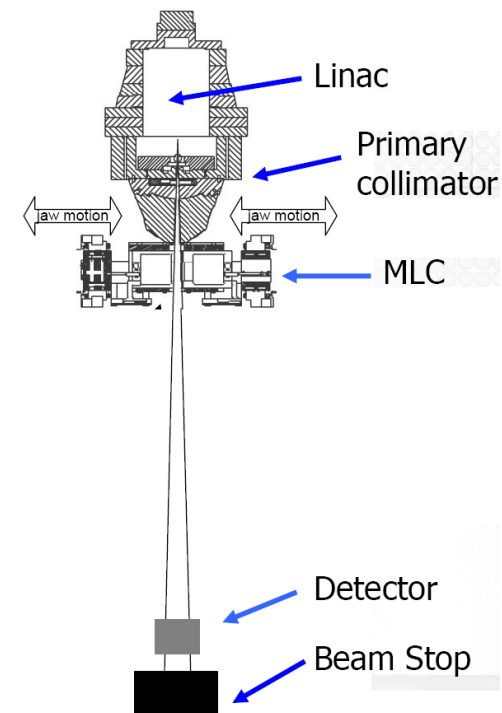


- Porta
 - Altezza 213.3cm
 - Larghezza 121.9cm
- Lucernario
 - 182.8cm * 335.3cm
- Peso dell'impianto
 - 3855.5kg



Requisiti minimi di schermatura

- Il Beam Stopper integrato può ridurre o eliminare la necessità di barriere primarie.
- 107 cm di calcestruzzo per pareti, pavimenti e soffitto sono generalmente compatibili con i principali limiti normativi.



Raffreddamento del sistema

- Completamente raffreddato ad aria, non occorre Chiller.
- Non si rischia danneggiamento del sistema o degli impianti per perdite di acqua.





Da Gennaio 2009...



285/458 pazienti trattati con tomo

Tempistica di realizzazione

- **Maggio 2008**

Scavo e realizzazione di spazi dedicati a 2 Bunker ed agli ambulatori

- **Novembre 2008**

*Installazione delle Macchine:
montaggio, calibrazione, dosimetria*

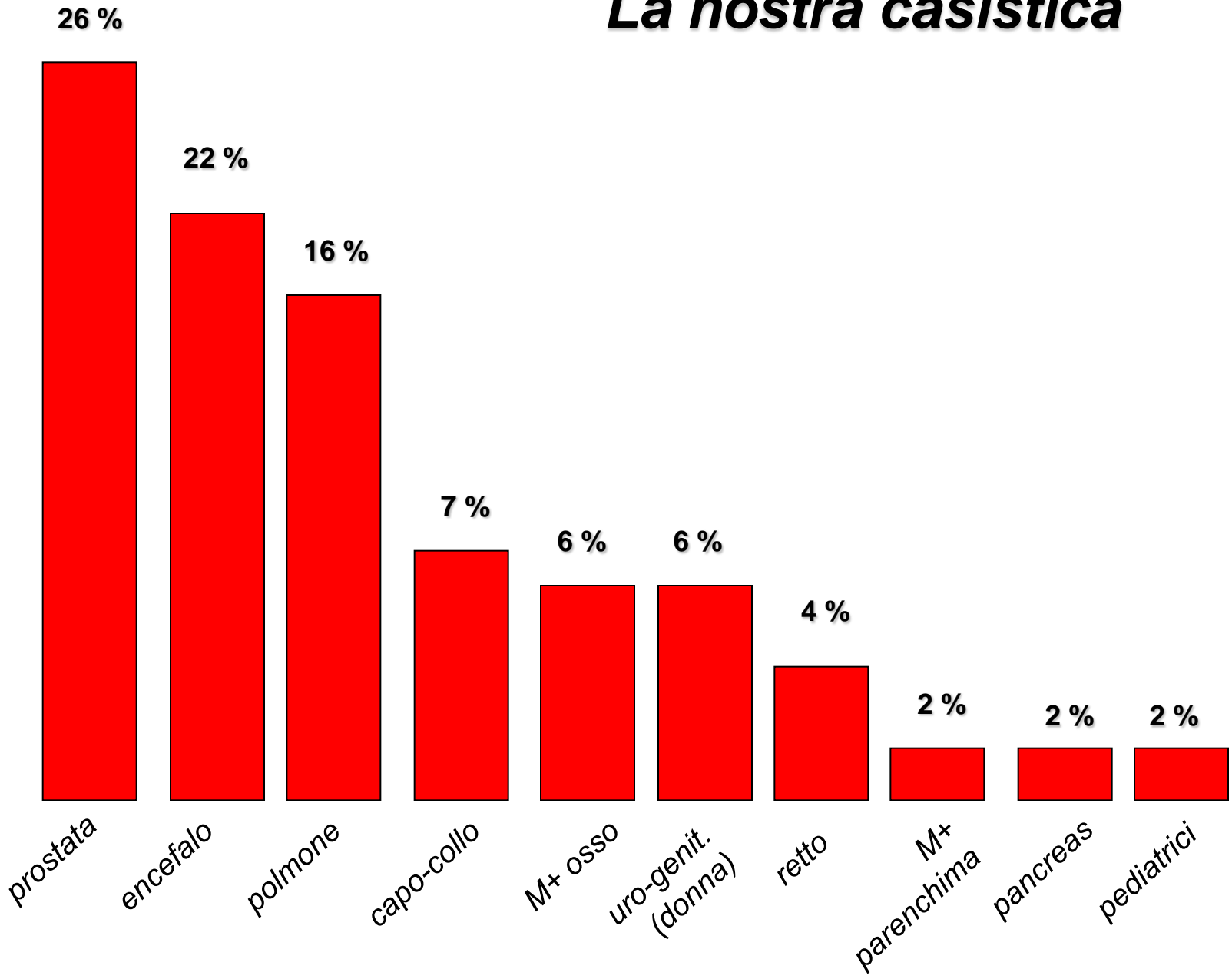
- **7 Gennaio 2009**

PRIMO PAZIENTE

La nostra casistica

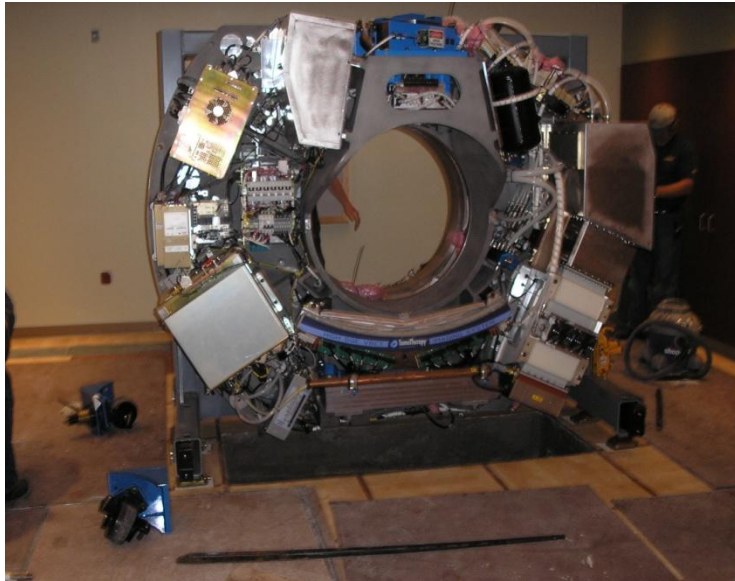
PATOLOGIA	N		tot
prostata	65		65
encefalo	42 7 4	primitivi - adulti M+ da mammella M+ da polmone	57
polmone	34 4 3 3 2	non operato operato sclc mesotelioma stereotassica	40
H&N	2 6 2 1 2 2	laringe rinofaringe lingua merkel seno mascellare orofaringe	19
metastasi OSSEE	14		14
uro-genitale (donna)	10		15
retto	7		10
metastasi PARENCHIMALI	6		6
pancreas	4		4
pediatrici - cerebrali	4		4
altro	20		20

La nostra casistica



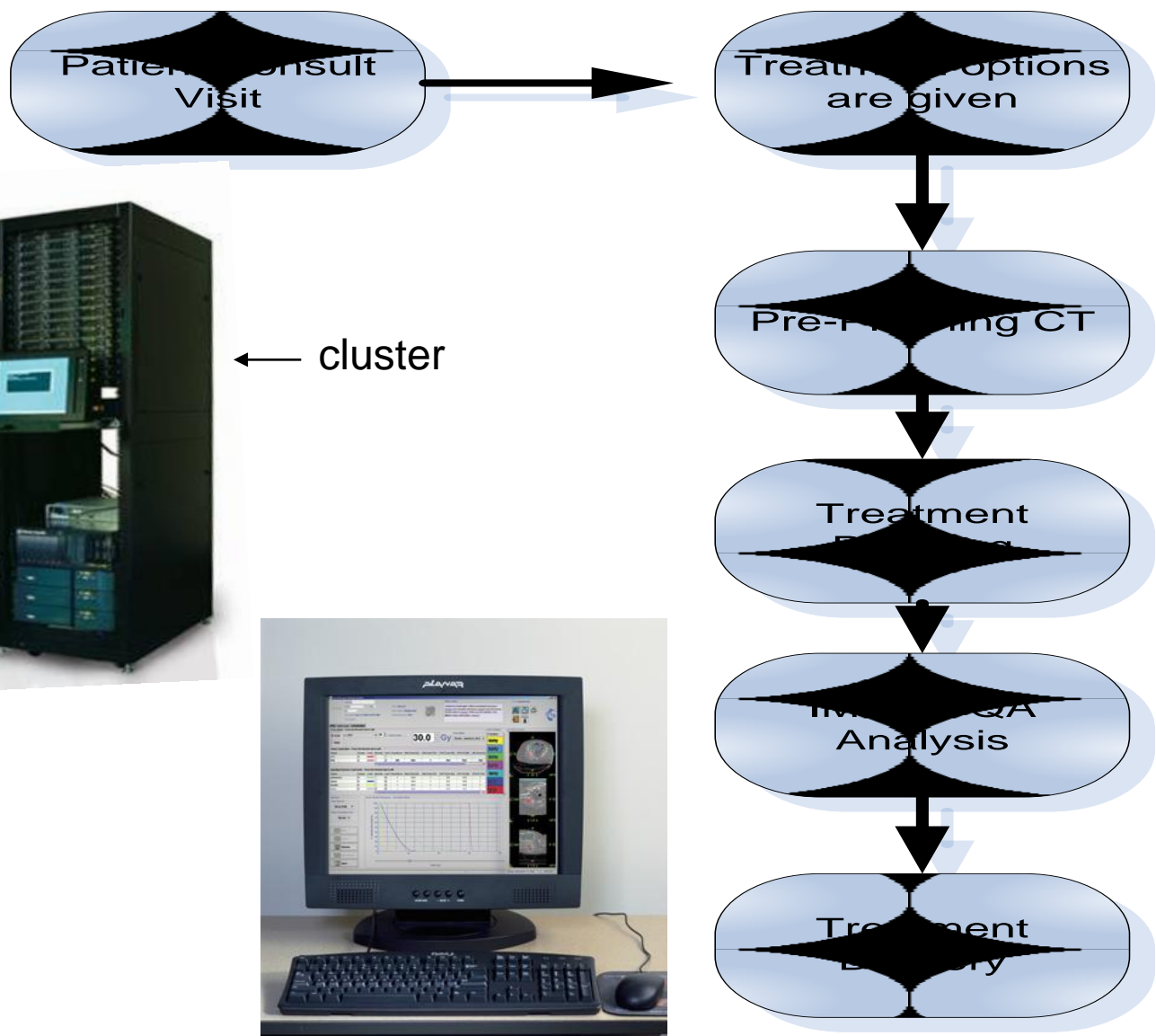
Installazione / ATP

- Installazione:
 - 12 giorni consecutivi



- Commissioning:
 - 10 giorni lavorativi

workflow



← cluster



ROI

TomoTherapy Planning Station -- University of Wisconsin

Patient: **prostate5, AppsDemo**
 DOB: Jan 1, 1960 Sex: Unknown Plan: Plan_01
 ID: DummyID Plan status: Approved
 Plan date: Jan 31, 2008 9:09:35 AM DQA plan:
 Oncologist: NONE Patient position: HFS
 Disease: 3781

User Name: System User

What's Next

Establish ROIs

- Modify ROI settings.
- Adjust contours as necessary.
- Set the virtual fiducial lines.

When you are satisfied, continue to the Optimization panel.

ROIs Optimization Fractionation Delivery QA Setup Delivery QA Analysis

Patient Images

Manual Contouring

Tumor Settings

Name	Type	Display	Color	Overlap	Priority	Use?
PTV prostate	Tumor	<input checked="" type="checkbox"/>	Orange	1		<input checked="" type="checkbox"/>

Sensitive Structure Settings

Name	Type	Display	Color	Overlap	Priority	Use?
rectum	RAR	<input checked="" type="checkbox"/>	Green	1		<input checked="" type="checkbox"/>
bladder	RAR	<input checked="" type="checkbox"/>	Yellow	2		<input checked="" type="checkbox"/>
bulb	RAR	<input checked="" type="checkbox"/>	Cyan	3		<input checked="" type="checkbox"/>
CTV prostate	RAR	<input checked="" type="checkbox"/>	Red	4		<input type="checkbox"/>
SV expanded	RAR	<input checked="" type="checkbox"/>	Green	5		<input type="checkbox"/>
couch	RAR	<input type="checkbox"/>	Olive	6		<input type="checkbox"/>
ring	RAR	<input checked="" type="checkbox"/>	Magenta	7		<input checked="" type="checkbox"/>
SV	RAR	<input checked="" type="checkbox"/>	Blue	8		<input checked="" type="checkbox"/>
skin	RAR	<input checked="" type="checkbox"/>	Blue	9		<input type="checkbox"/>

Lasers

View Lasers Move Lasers

Red Offset: X = -0.61 cm Y = -0.94 cm Z = -0.38 cm

Ottimizzazione

TomoTherapy Planning Station -- University of Wisconsin

Patient: **prostate5, AppsDemo**
 DOB: Jan 1, 1960 Sex: Unknown Plan: Plan_01
 ID: DummyID Plan status: Approved
 Plan date: Jan 31, 2008 9:09:35 AM DQA plan:
 Oncologist: NONE Patient position: HFS
 Disease: 3781

What's Next
Define Rx Constraints
 Define constraints for tumors.
 Define constraints for sensitive structures.
 Set isodose display options.
 When you are satisfied, click **Start** to begin optimization.

User Name: System User

ROIs **Optimization** Fractionation Delivery QA Setup Delivery QA Analysis

Prescription
 % Vol For PTV prostate 95.0 % will receive **76.0 Gy**
 Stats

Field Width: 2.5 cm - Jaws(1.0,-1.0) Pitch: 0.300 Calc Grid: Normal Batch Beamlets

Tumor Constraints

Name	Display	Color	Blocked	Use?	Importance	Max Dose [Gy]	Max Dose Pen.	DVH Vol [%]	DVH Dose [Gy]	Min Dose [Gy]	Min Dose Pen.
PTV prostate	<input checked="" type="checkbox"/>	Orange	None	<input checked="" type="checkbox"/>	20	76.0	30	95.0	76.0	76.0	10

Sensitive Structure Constraints

Name	Display	Color	Blocked	Use?	Importance	Max Dose [Gy]	Max Dose Pen.	DVH Vol [%]	DVH Dose [Gy]	DVH Pt. Pen.
bulb	<input checked="" type="checkbox"/>	Cyan	None	<input checked="" type="checkbox"/>	1	70.0	1	50.0	35.0	1
ring	<input checked="" type="checkbox"/>	Magenta	None	<input checked="" type="checkbox"/>	1	70.0	1	50.0	35.0	1
couch	<input type="checkbox"/>	Olive	None	<input type="checkbox"/>						
CTV prostate	<input checked="" type="checkbox"/>	Red	None	<input type="checkbox"/>						

Dose Display
 Isodose
 76
 68.4
 60.8
 53.2
 45.6

Patient Images
 Axial CT scan showing prostate and surrounding structures with isodose lines and ROIs. Labels: R, L, HFS, 35, 129.

Density Image Viewer
 Density Image
 Optimize Mode: Beamlet Modulation Factor: 2.000
 Initiate Full Dose after 20 iterations.
 Start, Pause, Resume, Get Full Dose

Dose-Volume Histogram - Cumulative Mode Relative

Frazionamento

TomoTherapy Planning Station -- University of Wisconsin

Patient: **prostate5, AppsDemo**
 No Photo
 DOB: Jan 1, 1960 Sex: Unknown Plan: Plan_01
 ID: DummyID Plan status: Approved
 Plan date: Jan 31, 2008 9:09:35 AM DQA plan:
 Oncologist: NONE Patient position: HFS
 Disease: 3781

What's Next
Adjust Fractionization Schedule
 Modify the fraction count or adjust details for each fraction as necessary.
 Run Final Dose.
 When you are satisfied with the plan, click Final Accept.

User Name: System User

ROIs Optimization Fractionation Delivery QA Setup Delivery QA Analysis

The plan has 38 fractions defined for a planned delivery of 76.0 Gy.
 95.0% of the PTV prostate volume receives at least 76.0 Gy for the current plan.
 Modulation factor for this tomotherapy IMRT plan is 1.949

Fractionation

Fraction Count: 38

Fraction	Locked	Fraction Date	Dose (Gy)	Fraction	Locked	Fraction Date	Dose (Gy)
1	<input type="checkbox"/>	February 04, 2008	2.00	16	<input type="checkbox"/>	February 25, 2008	2.00
2	<input type="checkbox"/>	February 05, 2008	2.00	17	<input type="checkbox"/>	February 26, 2008	2.00
3	<input type="checkbox"/>	February 06, 2008	2.00	18	<input type="checkbox"/>	February 27, 2008	2.00
4	<input type="checkbox"/>	February 07, 2008	2.00	19	<input type="checkbox"/>	February 28, 2008	2.00
5	<input type="checkbox"/>	February 08, 2008	2.00	20	<input type="checkbox"/>	February 29, 2008	2.00
6	<input type="checkbox"/>	February 11, 2008	2.00	21	<input type="checkbox"/>	March 03, 2008	2.00
7	<input type="checkbox"/>	February 12, 2008	2.00	22	<input type="checkbox"/>	March 04, 2008	2.00
8	<input type="checkbox"/>	February 13, 2008	2.00	23	<input type="checkbox"/>	March 05, 2008	2.00
9	<input type="checkbox"/>	February 14, 2008	2.00	24	<input type="checkbox"/>	March 06, 2008	2.00
10	<input type="checkbox"/>	February 15, 2008	2.00	25	<input type="checkbox"/>	March 07, 2008	2.00
11	<input type="checkbox"/>	February 18, 2008	2.00	26	<input type="checkbox"/>	March 10, 2008	2.00
12	<input type="checkbox"/>	February 19, 2008	2.00	27	<input type="checkbox"/>	March 11, 2008	2.00
13	<input type="checkbox"/>	February 20, 2008	2.00	28	<input type="checkbox"/>	March 12, 2008	2.00
14	<input type="checkbox"/>	February 21, 2008	2.00	29	<input type="checkbox"/>	March 13, 2008	2.00
15	<input type="checkbox"/>	February 22, 2008	2.00	30	<input type="checkbox"/>	March 14, 2008	2.00

Dose Display
 Isodose

76
68.4
60.8
53.2
45.6
38

Patient Images

Finalize
 Final Dose
 Final Accept
 Plan Report

Tumor Settings

Name	Display	Color
PTV prostate	<input checked="" type="checkbox"/>	Orange

Sensitive Structure Settings

Name	Display	Color
bulb	<input checked="" type="checkbox"/>	Cyan
ring	<input checked="" type="checkbox"/>	Magenta
couch	<input type="checkbox"/>	Green
CTV prostate	<input checked="" type="checkbox"/>	Red
SV expanded	<input checked="" type="checkbox"/>	Green
SV	<input checked="" type="checkbox"/>	Blue
rectum	<input checked="" type="checkbox"/>	Yellow
bladder	<input checked="" type="checkbox"/>	Light Green

Dose-Volume Histogram - Cumulative Mode Relative

Dose Display

Patient Images

Delivery Quality Assurance DQA

TomoTherapy Planning Station -- University of Wisconsin

Patient: **prostate5, AppsDemo**
 DOB: Jan 1, 1960 Sex: Unknown Plan: Plan_01
 ID: DummyID Plan status: Approved
 Plan date: Jan 31, 2008 9:09:35 AM DQA plan: Plan_01
 Oncologist: NONE Patient position: HFS
 Disease: 3781

What's Next
Delivery QA Plan Complete
 The procedures from this plan may be used to treat the phantom.

User Name: System User

Delivery QA Setup (circled in red)

DQA Plan: Plan_01
 Phantom Tools
 Phantom Selector
 Retrieve Original Phantom
 Change Phantom Couch
 Laser Control
 View Lasers
 Move Lasers
 Save Position

Dose Calculation
 Calculation Grid
 Normal
 Start
 Cancel

Create Delivery QA Procedures

Displayed Image
 Patient Phantom
 Isodose Selector
 Patient
 Plan Local
 Restore From Plan
 Phantom
 View Phantom Density Image

Dose Display
 Isodose

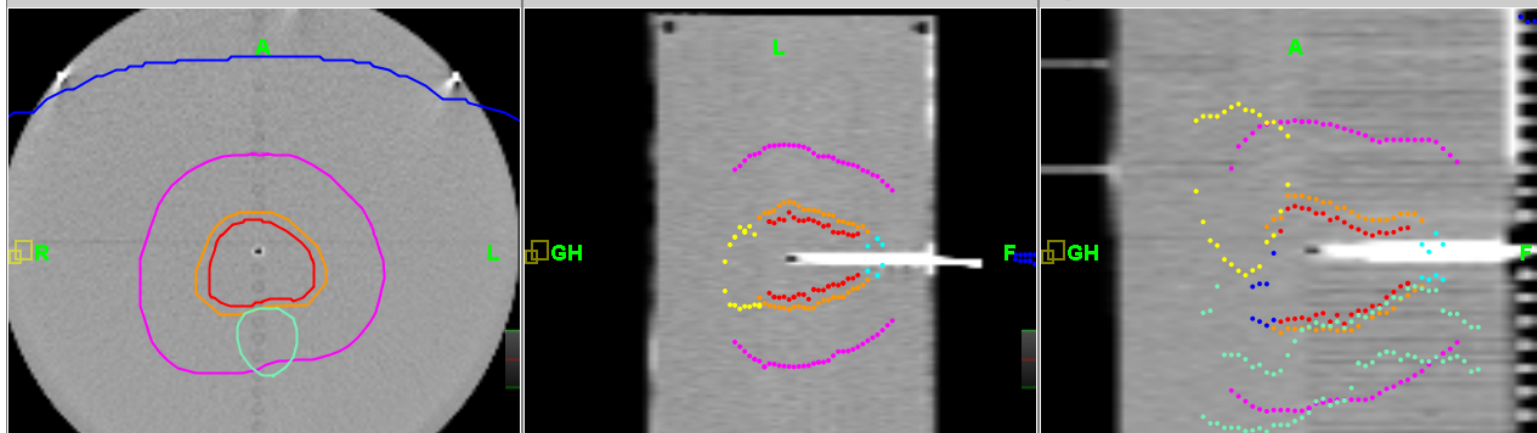
ROI Display
 Tumor Settings

Name	Display	Color
PTV prostate	<input checked="" type="checkbox"/>	Orange

 Sensitive Structure Settings

Name	Display	Color
bulb	<input checked="" type="checkbox"/>	Cyan
rino	<input checked="" type="checkbox"/>	Magenta
couch	<input checked="" type="checkbox"/>	Green
CTV prostate	<input checked="" type="checkbox"/>	Red
SV expanded	<input checked="" type="checkbox"/>	Blue
SV	<input checked="" type="checkbox"/>	Yellow
rectum	<input checked="" type="checkbox"/>	Light Green
bladder	<input checked="" type="checkbox"/>	Light Blue

Transverse
 Coronal
 Sagittal



DQA analisi

TomoTherapy Planning Station

Patient: **Prostate_5, AppsDemo**
 DOB: Feb 18, 1959 Sex: Unknown Plan: Plan02
 ID: DummyID01 Plan status: Approved
 Plan date: Feb 14, 2008 8:46:48 AM DQA plan: Plan_01
 Oncologist: NONE Patient position: HFS
 Disease: 3781

User Name: System User

What's Next
Save DQA Data
 Click **Save Film Data** to save current data for this procedure.
 Click **Save POIs** to save POI data.

ROIs Optimization Fractionation Delivery QA Setup **Delivery QA Analysis**

Dose Profile Comparison

Legend: ■ measured dose (Gy) ■ calculated dose (Gy)

Display Options

No contours
 Show gamma
 Show these contours:
 Show film contours
 Show calc contours
 Show patient ROIs

Show film profile
 Show calc profile
 Show background?
 Film background
 Phantom background

Buttons: Stop Gamma Calc, Calculate Gamma, Gamma Histogram

Search distance (cm): 0.3
 DTA tolerance (cm): 0.3
 Dose tolerance (Gy): 0.06 Change

Select Procedure
 Reference dose: 2 Gy
 Proc number: 1
 Read Film File
 Read Cal File
 Convert To Dose
 Plot Cal Table
 Extract Dose Plane

Dose Display
 Isodose
 2.08
 2
 1.9
 1.8
 1.6
 1.4

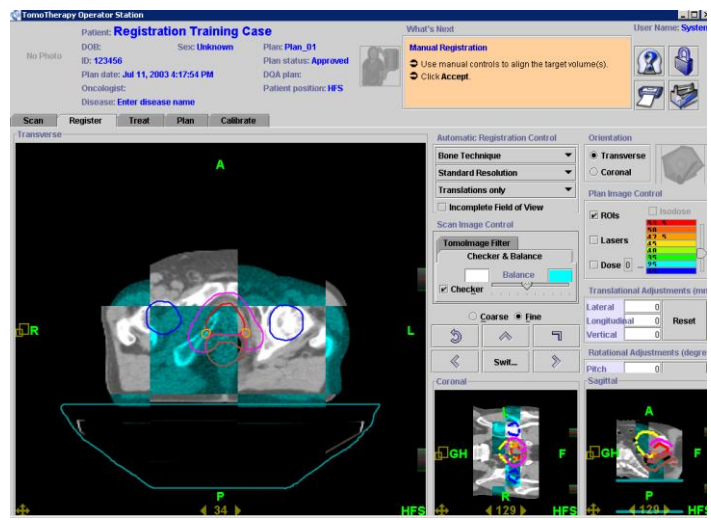
Film Registration
 Register Film Position
 Registration type: CORONAL ORIENTATION patient slice: 134
 Film registration succeeded. You may now compare calculated and measured doses.
 Accept Point Cancel Registration

Points of Interest

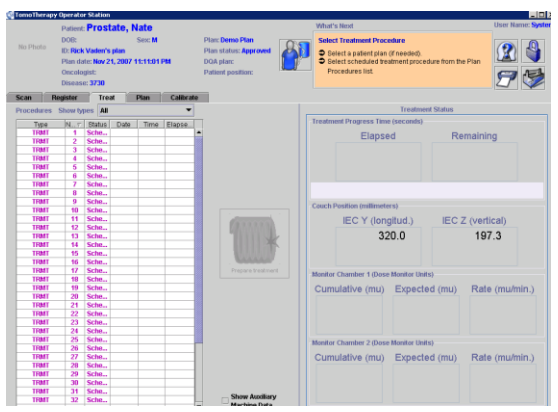
Add Point of Interest	Name	Comment	Color	x (cm)	y (cm)	z (cm)	Calc Dose	Meas Dose	Diff (Gy)
Remove Selected POI	POI_00	chamber point		0.10	-1.41	-0.18	2.156	2.150	0.006



Scansione



Registrazione



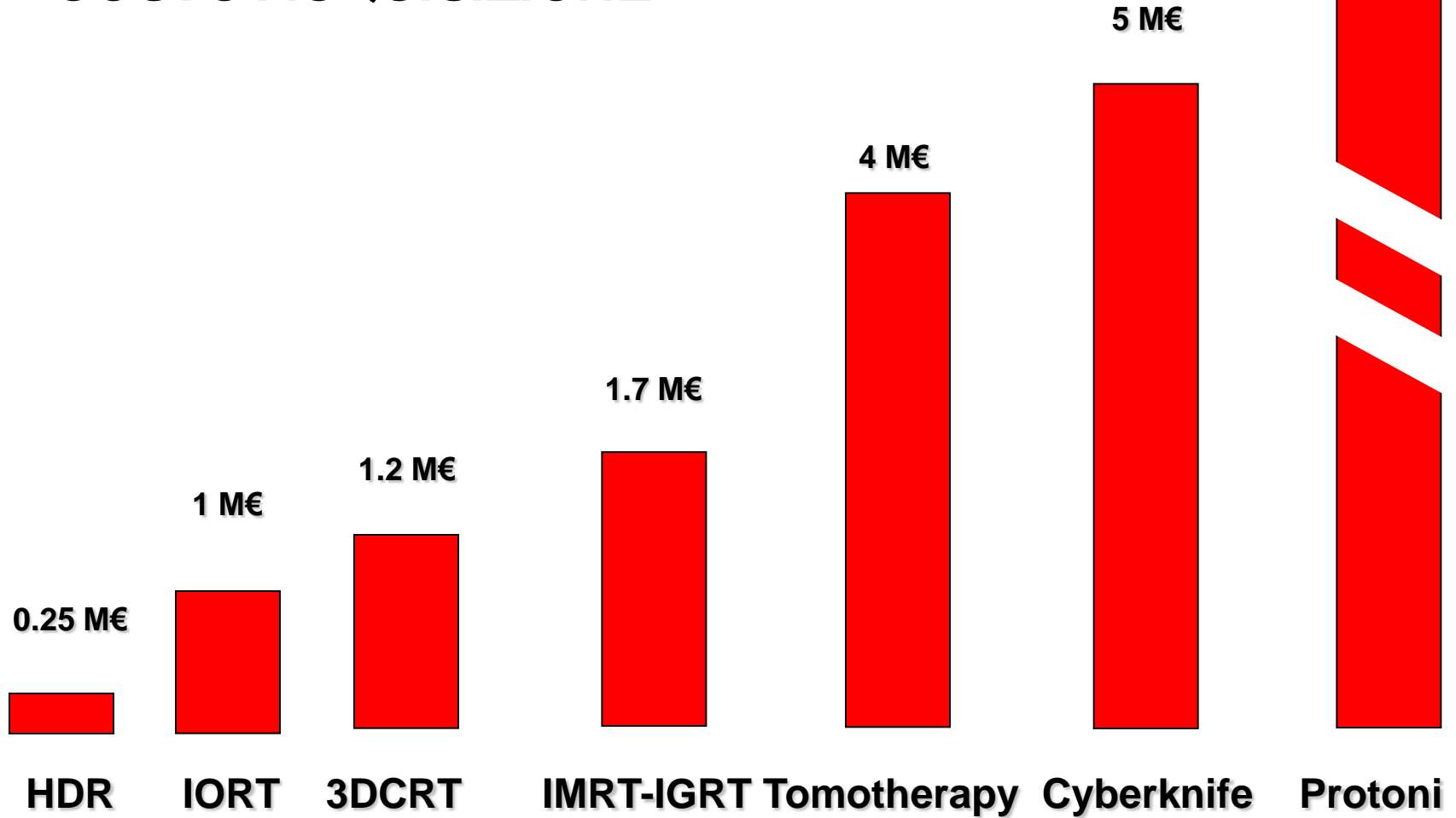
Trattamento



GESTIONE

- Delle procedure di INVESTIMENTO
- **Delle procedure di ACQUISTO**
- Del PERSONALE
- AMMINISTRATIVA

COSTO ACQUISIZIONE



Stima del costo

**Il prezzo di tali apparecchiature è complessivamente stimato
in media € 4.000.000,00 al netto di IVA**

**Stima delle opere per la realizzazione e la ristrutturazione del
locali**

costo medio di € 650.000

**Ipotesi e stima di un contratto di assistenza tecnica “ full risk”
Il canone annuale del contratto di manutenzione, dopo il
primo anno di garanzia è di € 350.000,00 al netto di IVA**

**...contrattualizzazione dei successivi 4 anni di manutenzione
al momento dell'acquisto.**

Costi Variabili

Costo dei mezzi di immobilizzazione e altri accessori per Radioterapia
(che dipendono dal numero di trattamenti)

Consumo di potenza elettrica: 60 kVA (dipende dalle ore di trattamento in
cui la macchina rimane accesa)

**La stima approssimativa complessiva dei costi di gestione si può
considerare intorno a**

€ 450.000 /anno

Tabella dei costi di gestione del personale impiegato nel sistema HI ART

Denominazione personale	Qtà	Costo/anno (€)
Medico radioterapista “full time”	1	100.000
Fisico “full time”	1	70.000
Infermiera “full time”	1	50.000
Tecnici di radiologia “full time”	3	120.000
Esperto Qualificato consulente “part time”	1	3.000
Medico autorizzato consulente “part time”	1	3.000
Segretaria/amministrativo “part time”	1	30.000
TOTALE		376.000

GESTIONE

- Delle procedure di INVESTIMENTO
- Delle procedure di ACQUISTO
- **DeI PERSONALE**
- AMMINISTRATIVA

GESTIONE MACCHINA

Quale personale deve operare?

- **FISICO**
- **MEDICO**
- **TSRM**

Assicurazione di Qualità

Il **Fisico Specialista** è responsabile della sicurezza della macchina.

La maggioranza dei Fisici...

- Effettuano prove di qualità con cadenza prestabilita
- Elaborano il piano di trattamento
- Effettuano il controllo specifico per il singolo paziente

Assicurazione di Qualità

- **In fabbrica**, prima della spedizione:
l'unità viene commissionata con la supervisione dei Fisici Medici
- **Presso il Centro di Formazione:**
I Fisici del sito vengono formati da personale specializzato
- **Presso il sito**, prima dell'impiego clinico:
Collaudo-accettazione "Acceptance Testing Procedure" (ATP)
- **Di routine:**
I Fisici del sito effettuano le prove di qualità previste
(prove sulla macchina e prove "Paziente-specifiche")

Assicurazione di Qualità



Daily System QA

Perform a Warmup Procedure	2-2
Perform an Air Scan	2-4
Check Laser Alignment	2-6
Check Entrance Interlock and Indicators	2-16
Check Output	2-18

Monthly System QA

Safety Mechanisms on the Status Console	2-20
Facility-Installed Safety Mechanisms	2-22
Verify Virtual Isocenter	2-24
Check Output and Energy	2-25
Longitudinal Profile and IMRT Verification	2-28

Machine QA:

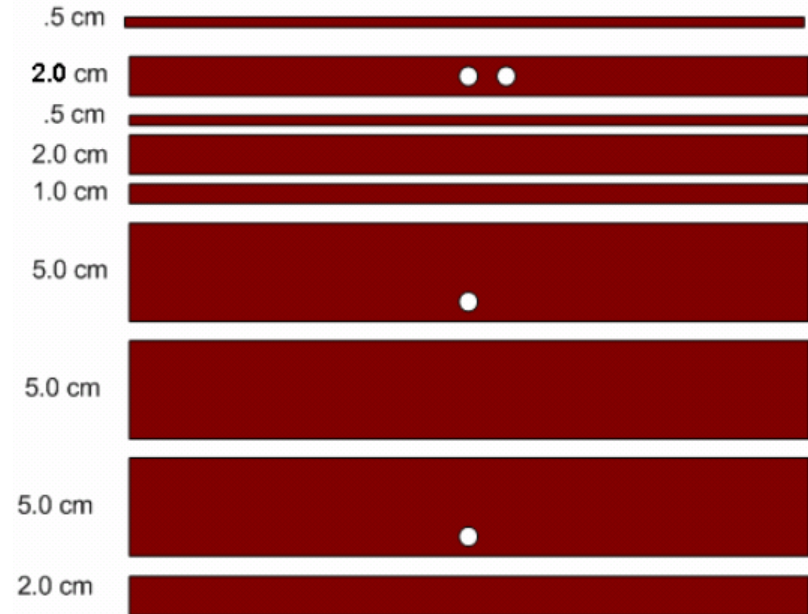
Daily QA – Check Machine Output

Check Output

- ◆ Description 2-18
- ◆ Create a QA Static Procedure 2-18
- ◆ Set Up and Deliver the Procedure 2-18



Standard Imaging A1SL
“Slimline Miniature Shonka
Chamber”



Daily System QA

- Perform a Warmup Procedure 2-2
- Perform an Air Scan 2-4
- Check Laser Alignment 2-6
- Check Entrance Interlock and Indicators 2-16
- Check Output 2-18

• **Definizione del personale fisico**

• Dalle esperienze fatte al S. Raffaele di Milano risulta che l'impegno di tempo del fisico dedicato al sistema HI ART sia così ripartito:

• tempo dedicato al TPS: 5,75 ore per paziente

• tempo dedicato al controllo di qualità sul paziente: 2,30 ore per ogni paziente

• tempo dedicato al controllo di qualità sul sistema: 1,70 per ogni paziente

• L'impegno totale di tempo per il fisico risulta di conseguenza pari a 9,75 ore per paziente e per un anno, considerando di trattare circa 200 pazienti pari a 1950 ore, ossia **un fisico dedicato full time** alla macchina, oppure 2 fisici dedicati al 50% del tempo.

Definizione del personale

Sulla scorta di dati operativi basati sull'esperienza del sistema Hi ART degli Stati Uniti in definitiva sono necessari per la gestione del sistema:

1 medico radioterapista “full time” (oppure 2 medici al 50% del tempo)

1 fisico “full time” (oppure 2 fisici al 50% del tempo)

1 infermiera “full time”

2 tecnici di radiologia “full time”

1 Esperto Qualificato consulente “part time”

1 Medico autorizzato consulente “part time”

1 segretaria/amministrativo “part time”

TSRM

Qual è il suo ruolo?

- Confidenza con la macchina
- Confidenza nella gestione delle immagini
- Ottimizzazione della tempistica di trattamento

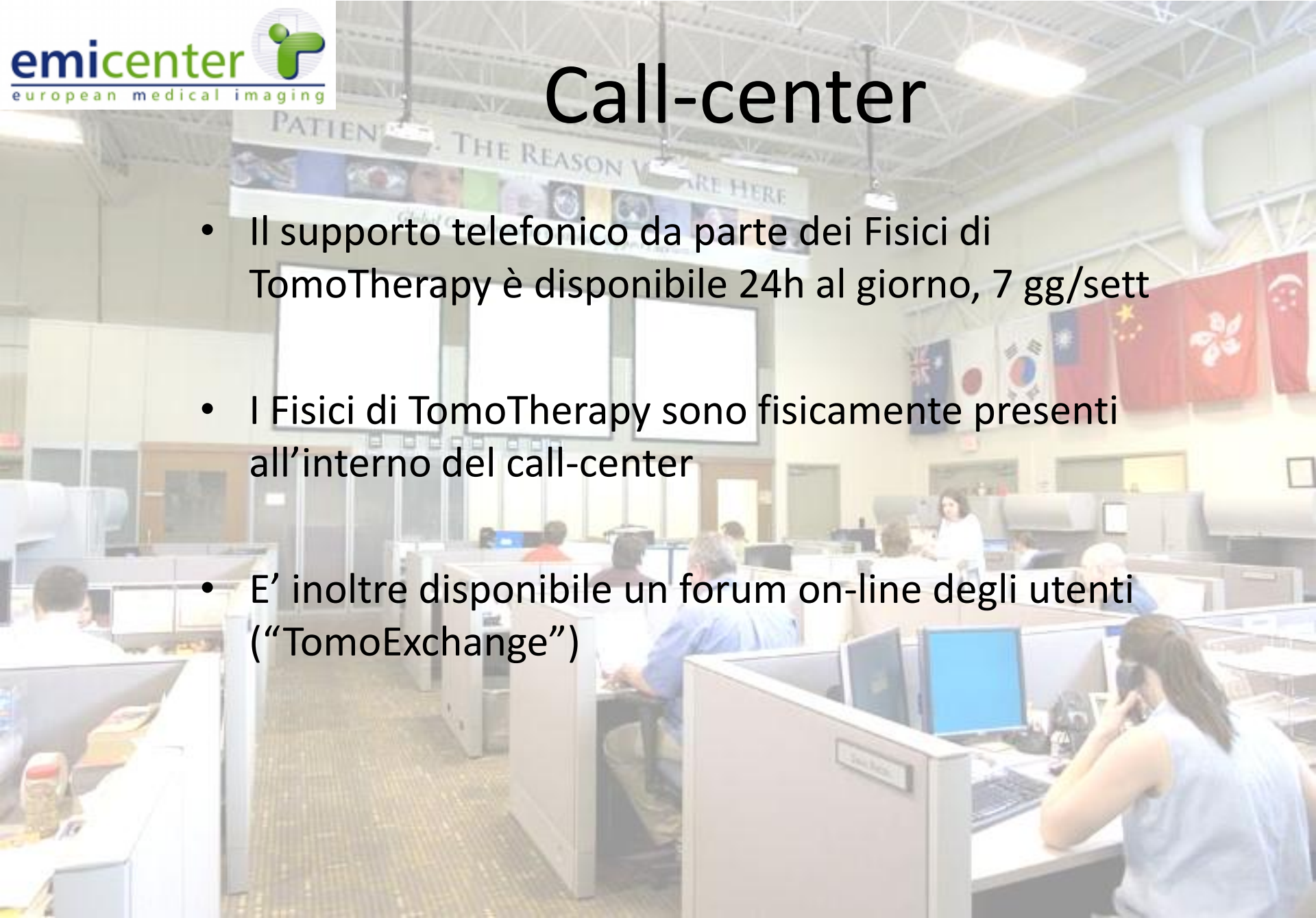
GESTIONE

- Delle procedure di INVESTIMENTO
- Delle procedure di ACQUISTO
- Del PERSONALE
- **AMMINISTRATIVA**

SERVIZIO ASSISTENZA

Call-center

- Il supporto telefonico da parte dei Fisici di TomoTherapy è disponibile 24h al giorno, 7 gg/sett
- I Fisici di TomoTherapy sono fisicamente presenti all'interno del call-center
- E' inoltre disponibile un forum on-line degli utenti ("TomoExchange")



Potenzialità del sistema HI ART

Tempi di trattamento

Tempi di trattamento per patologia in tecnica HI ART (IMRT E IGRT)

Distretto	Lunghezza lesione	Immagine tomo	BeamON	Totale *
Esofago	13.8 cm	2 min 17 sec	4 min 35 sec	17 min
Polmone	19.6 cm	1 min 41 sec	6 min 29 sec	21 min
Polmone	14.2 cm	2 min 17 sec	4 min 47 sec	22 min
Testa/collo	12.7 cm	1 min	4 min 13 sec	13 min
Testa/collo	14.3 cm	1 min 23 sec	4 min 50 sec	17 min
Retto	13.7 cm	1 min 42 sec	4 min 32 sec	15 min
Fegato	22.3 cm	1 min 47 sec	7 min 26 sec	17 min
Vescica	12.8 cm	1 min 47 sec	4 min 18 sec	15 min

* I tempi totali si riferiscono alla permanenza complessiva del paziente nella sala di trattamento.

Tempi di trattamento in sola tecnica IMRT

Testa/collo	16,1 cm	0	5 min 11 sec	16,1 min
Testa/collo	18,3 cm	0	6 min 5 sec	18,3 min
Testa/collo	18,2 cm	0	6 min	18,2 min

Tempi di effettivo utilizzo del sistema HI ART

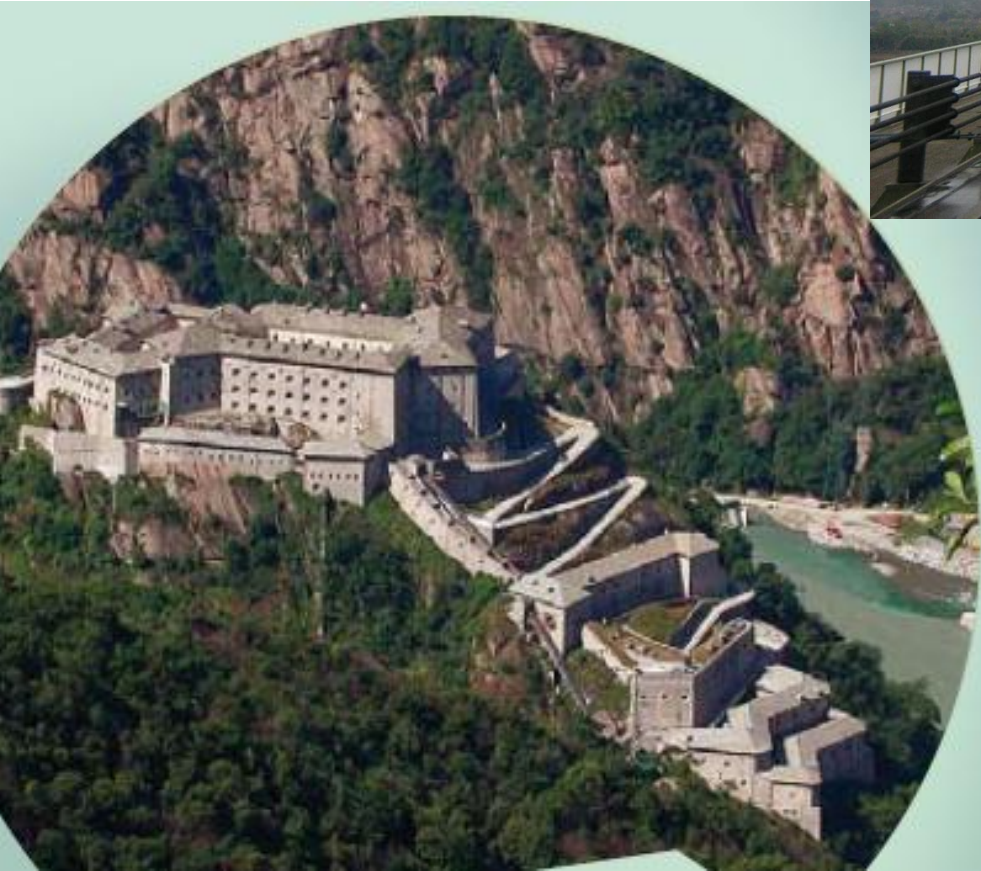
- 252 giorni lavorativi/anno: escludendo il sabato, la domenica e i giorni festivi.
- 8 ore lavorative/giorno, ad esempio dalle 9 alle 18 con un'ora di intervallo per pausa pranzo.
- 52 visite/anno di manutenzione programmata che vengono effettuate in orari al di fuori del tempo di utilizzazione clinica della macchina.
- 10 giorni/anno di manutenzione straordinaria pari a un cautelativo 96% di up-time, essendo il 97% quello stimato sulla scorta dei dati di una base installata costituita da più di 350 impianti.
- 7 ore e 40 min: ore effettive di utilizzo della macchina/giorno, poiché venti minuti al giorno vengono impiegati per il riscaldamento della macchina.
- Di conseguenza, con il sistema HI ART, si hanno 242 giorni/anno di utilizzo della macchina e circa 1855 ore/anno di funzionamento (al netto della manutenzione e del tempo di riscaldamento).

Tempo occorrente per controlli di qualità sul sistema HI ART di TomoTherapy

- 40 min/giorno per le prove giornaliere ossia complessivamente 126 ore/anno
- 6 ore/mese in tutto per le prove settimanali e mensili ossia complessivamente 48 ore/anno
- 7,5 ore/trimestre per le prove trimestrali ossia complessivamente 22,5 ore/anno
- 20 ore/anno per il test annuale
- Complessivamente si possono considerare 216 ore/anno della macchina dedicata alle prove.
- I tempi per l'assicurazione di qualità della dosimetria sul paziente richiedono invece un tempo macchina brevissimo pari al tempo d'irradiazione di un fantoccio cioè pari a circa 10 min per paziente e considerando una media di 150 pazienti/anno saranno pari a circa 25 ore/anno
- In conclusione il tempo totale per i controlli di qualità della macchina è di circa 241 ore/anno, che possono essere effettuate dal fisico durante le ore di pausa pranzo.

Di conseguenza le effettive ore di utilizzo clinico del sistema HI ART l'anno, al netto del riscaldamento, della manutenzione e dei controlli di qualità sono circa 1855.

- **Numero totale/anno di sedute effettuabili**
- **Numero minimo di sedute/anno effettuabili:
1855 h x 2 sedute/h= 3710**
- **Numero massimo di sedute/ anno effettuabili
: 1855 h x 2,5 sedute/h = 4637,5.**



***... GRAZIE PER
L'ATTENZIONE***