ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

DIPARTIMENTO DI SCIENZE MEDICHE E CHIRURGICHE (DIMEC)

CORSO DI LAUREA IN

TECNICHE DI RADIOLOGIA MEDICA, PER IMMAGINI E RADIOTERAPIA

Il TSRM dosimetrista in Radioterapia: costruzione e validazione di facciata di un questionario sullo sviluppo del ruolo a livello nazionale

Tesi di laurea in Contouring Planning e Dosimetria in Radioterapia

Relatrice

Prof.ssa Elisa Gilli

Presentata da

Valentina Forlani

Correlatori

Prof.ssa Gaia Angelini

Prof. Federico Tabarrini

Sessione I, Ottobre 2026

Anno Accademico 2025/2026

INDICE

1. Introduzione..... 1

2. Riferimenti teorici..... 3

2.1 Le origini della dosimetria.....4

2.2 I volumi di trattamento e distribuzione di dose..... 4

2.3 Il calcolo della distribuzione di dose..... 6

2.4 La pianificazione del trattamento.....7

2.4.1 TC di centratura e riproducibilità del trattamento..... 7

2.4.2 Definizione dei volumi bersaglio..... 8

2.4.3 Elaborazione e validazione del piano di trattamento..... 9

3. Normativa di riferimento..... 10

3.1 L'evoluzione giuridica della professione..... 10

3.2 D.Lgs 31 luglio 2020, n° 101: un'equipe multidisciplinare..... 10

3.3 Le linee guida istituzionali dell'Istituto Superiore di Sanità..... 11

3.4 La formazione accademica e la realtà clinica sul territorio italiano..... 12

4. Contesto di riferimento..... 14

4.1 Genesi e sviluppo della survey primaria.....14

5. Materiali e metodi..... 23

5.1 Ricerca su banche dati.....23

5.2 Analisi del materiale bibliografico..... 25

5.3 Revisione della survey tramite Item Analysis..... 29

5.4 Validazione di facciata..... 39

5.4.1 Struttura del modulo.....39

5.4.2 Scelta del panel di esperti..... 40

5.4.3 Tempi e modalità di somministrazione..... 41

6. Risultati.....42

6.1 Panoramica generale sulla validazione di facciata.....42

6.2 Analisi critica degli item..... 43

7. Discussione.....65

7.1 Interpretazione dei risultati..... 65

7.2 Proposte di riformulazione per gli item con maggiori criticità..... 66
7.3 Riflessione critica..... 70
7.4 Implicazioni teoriche e pratiche..... 72
7.5 Prospettive future..... 73
8. Conclusioni..... 74
Bibliografia..... 76
Sitografia..... 78
Allegati..... 79
Allegato 1: Survey primaria in inglese..... 79
Allegato 2: Survey primaria in italiano..... 84
Allegato 3: Survey attuale integrale..... 89
Allegato 4: Survey sottoposta a validazione..... 97
Allegato 5: Grafici di risposta degli item..... 102
Ringraziamenti..... 115

1. Introduzione

Negli ultimi anni, la radioterapia oncologica ha conosciuto una rapida evoluzione guidata da continue innovazioni tecnologiche e da trattamenti sempre più complessi e personalizzati. In questo scenario, le competenze richieste per la pianificazione dei trattamenti di cura e per i controlli di qualità sono aumentate sensibilmente, portando ad un progressivo coinvolgimento del Tecnico Sanitario di Radiologia Medica (TSRM) nelle attività di dosimetria e fisica sanitaria.
Tuttavia, la presenza e l'inquadramento del TSRM dosimetrista in Italia risultano ancora disomogenei e legati principalmente a scelte organizzative locali, senza una regolamentazione o linee guida uniformi a livello nazionale.

Il presente lavoro di tesi si inserisce come ideale prosecuzione dello studio osservazionale condotto da Irene Nardi (2025), che ha analizzato in via preliminare questa figura confrontando alcune realtà metropolitane, nazionali ed europee, mediante l'impiego di una survey strutturata sulla base di un'approfondita revisione della letteratura internazionale.
Trattandosi del naturale proseguimento di un importante progetto di ricerca basato su premesse teoriche consolidate, l'indagine delineata in questo lavoro prevedeva originariamente l'erogazione su vasta scala del questionario, debitamente integrato con ulteriori item scaturiti da una nuova revisione della letteratura, al fine di effettuare una rilevazione capillare sia a livello nazionale che europeo.

Nel corso della ricerca è tuttavia emerso un limite metodologico fondamentale: la mancanza in letteratura di un questionario formalmente validato per indagare in modo specifico il ruolo, i compiti e l'inquadramento del TSRM dosimetrista. Di fronte a questo vuoto di conoscenza e tenendo conto delle tempistiche di lavoro, le priorità del progetto sono state riorientate. Si è ritenuto infatti che la validazione dello strumento fosse un passaggio imprescindibile propedeutico, necessario per garantire basi scientifiche solide prima di procedere a qualsiasi futura raccolta dati su vasta scala.

Il presente studio si è quindi concentrato sulla validazione di facciata (*face validity*) del questionario, coinvolgendo un panel di esperti per valutare la chiarezza e la rilevanza di ciascun item. L'obiettivo finale di questa tesi è quello di offrire alla comunità scientifica uno strumento affidabile e standardizzato, pronto per essere utilizzato in eventuali future indagini nazionali ed europee capaci di fotografare con accuratezza l'evoluzione e le prospettive professionali del TSRM dosimetrista.

La presente tesi non necessita del parere del Comitato Etico (CE).

2. Riferimenti teorici

La radioterapia è definita come un trattamento oncologico loco-regionale, non invasivo e indolore, che utilizza radiazioni ionizzanti con lo scopo di distruggere o bloccare la proliferazione delle cellule tumorali, risparmiando il più possibile i tessuti sani circostanti (OAR).
Per quanto concerne la modalità di somministrazione, distinguiamo la radioterapia a fasci esterni dalla brachiterapia. La radioterapia a fasci esterni, o transcutanea, viene erogata attraverso l'utilizzo di acceleratori lineari (LINAC), i quali producono fasci di fotoni X, che vengono focalizzati, con precisione millimetrica, sulla neoplasia oggetto di trattamento. In questo caso, la sorgente di radiazioni è posta all'esterno del corpo del paziente. La brachiterapia, o radioterapia interna, utilizza sorgenti di radiazioni che vengono poste a diretto contatto, o nelle vicinanze, del tumore da trattare.

Le finalità della radioterapia variano in rapporto agli obiettivi terapeutici che si desidera raggiungere attraverso l'applicazione del trattamento:

- il trattamento radicale mira ad eradicare alla radice la neoplasia, escludendo l'utilizzo della chirurgia;
- la terapia neoadiuvante, o pre-operatoria, ha l'obiettivo di ridurre la massa tumorale semplificando il successivo intervento chirurgico;
- l'approccio adiuvante, o post-operatorio, viene prescritta dopo la chirurgia per ridurre la probabilità di recidiva e per eliminare eventuali cellule tumorali residue;
- la radioterapia profilattica si esegue anch'essa dopo l'intervento chirurgico, ma differisce dalla terapia adiuvante, in quanto ha scopo precauzionale per evitare diffusione di malattia al di fuori del sito primitivo;
- la terapia palliativa, viene effettuata per mitigare i sintomi che compromettono il benessere e la qualità di vita del paziente, come ad esempio dolore, sanguinamenti e compressioni da parte della massa neoplastica.

2.1 Le origini della dosimetria

Le origini della dosimetria nell'ambito della radioterapia risalgono al 1896, quando il fisico Victor Despeignes eseguì in Francia il primo esperimento radioterapico su un tumore gastrico, introducendo così il concetto di frazionamento della dose. Fino agli anni '20 del secolo scorso, l'utilizzo del tubo di Crooks limitava le terapie radianti solamente alle patologie superficiali, a causa di radiazioni poco penetranti (elettroni). Il trattamento di tumori più profondi divenne possibile solo successivamente, grazie al tubo di Coolridge, nel 1913, e alla messa in commercio dell'anodo rotante, nel 1929. Negli anni '30, il Curie Institute di Parigi fu una delle prime scuole a riconoscere che ciascuna forma neoplastica presenta un livello di radiosensibilità specifico, strettamente dipendente dalle proprie caratteristiche istologiche, incentivando così l'iper-frazionamento dei trattamenti per preservare i tessuti sani. Nel 1937, l'Huntington Memorial Hospital di Boston installò il primo macchinario dedicato esclusivamente ai cicli radioterapici.

La nascita della dosimetria computerizzata avvenne negli anni '50: nel 1954, il fisico Kia Chi Tsien propose l'utilizzo di macchine per il calcolo automatico della dose, per superare le complessità e i lunghi tempi di calcolo, ponendo così le basi per i futuri TPS (Treatment Planning System). Questo percorso portò nel 1968 alla nascita di RAD8, il primo sistema di pianificazione che venne commercializzato ad ampio raggio. Infine, nel 1970 il fisico J. Van de Geijn nei Paesi Bassi, arrivò a sviluppare *Extdøs*, il primo programma informatico per la pianificazione dei trattamenti tridimensionali a fasci esterni. Questo programma era in grado di simulare la distribuzione di dose assorbita dai tessuti e permetteva l'utilizzo di filtri a cuneo e blocchi di sagomatura.

2.2 I volumi di trattamento e distribuzione di dose

L'individuazione accurata dei volumi da sottoporre a trattamento radiante rappresenta un pilastro fondamentale nella moderna pianificazione personalizzata dei trattamenti radioterapici. Al fine di garantire l'interoperabilità dei protocolli clinici e una comunicazione univoca tra i diversi centri oncologici a livello internazionale, i concetti di volumi bersaglio (target) e delle strutture sane limitrofe (OAR) sono stati codificati e standardizzati dall'ICRU (*International Commission on Radiation Units and Measurements*) attraverso la pubblicazione di rapporti ufficiali, tra i quali

spiccano l'ICRU Report 50 (1993), l'ICRU Report 62 (1999) e l'ICRU Report 83 (2010), i quali verranno discussi più dettagliatamente al capitolo 3.

Le linee guida definiscono una netta distinzione tra i volumi guidati da criteri puramente biologico-clinici e volumi definiti da parametri geometrici e dosimetrici.
L'identificazione dei volumi clinici (GTV, CTV, OAR) si basa sull'osservazione di esami diagnostici, che permettono di identificare la lesione, e sulla conoscenza di informazioni clinico-oncologiche, come diffusione linfatica e grado di infiltrazione. In riferimento ai volumi geometrici (PTV, PRV), questi vengono utilizzati in fase di planning per selezionare le dimensioni e le disposizioni dei fasci, garantendo quindi l'erogazione esatta della dose prescritta e la preservazione degli organi sani. Infine, i volumi dosimetrici si concentrano sulla quantità di volume trattato (TV) e sul volume irradiato (IV). In seguito, vengono approfonditi tutti i volumi sopra descritti:

- GTV (Gross Tumor Volume): rappresenta l'estensione visibile o palpabile della lesione neoplastica, e può essere rappresentato dal tumore primitivo (GTV T), da linfonodi metastatici (GTV N) o da metastasi a distanza (GTV M);
- CTV (Clinical Target Volume): è il volume che considera un ulteriore margine aggiunto al GTV che irradia una possibile diffusione microscopica della malattia;
- OAR (Organo A Rischio): l'organo a rischio è un organo o tessuto sano che, in fase di trattamento, verrà sottoposto a irradiazione e di cui si vuole limitare il rischio di un eventuale danno radioindotto;
- PTV (Planning Target Volume): rappresenta il volume che considera l'effetto di tutte le possibili variazioni geometriche e imprecisioni, per garantire che la dose erogata sia assorbita dal CTV. Il margine di sicurezza applicato è composto da IM (Internal Margin), ossia il margine che tiene in considerazione eventuali movimenti d'organo, e da SM (Set Up Margin), il margine che previene eventuali errori di posizionamento del paziente;
- PRV (Planning Organ At Risk Volume): il PRV è il volume relativo agli organi a rischio che prevede anch'esso un margine addizionale, che contempla eventuali movimenti, errori di set up, cambiamenti di forma o dimensione degli organi;
- TV (Treated Volume): è un volume che comprende il PTV e che ne riceve la stessa dose; il margine tiene conto delle limitazioni tecniche della terapia;

- IV (Irradiated Volume): l'IV comprende il TV e rappresenta la totalità del volume irraggiato; questo considera i tessuti che ricevono una dose significativa rispetto alle dosi di tolleranza dei tessuti normali.

L'avvento della TC 4D introduce un nuovo volume di trattamento, ovvero, l'ITV (Internal Target Volume). Questo specifico volume è costituito da CTV e IM, e trova applicazione nei trattamenti di distretti corporei soggetti a costanti movimenti involontari, in particolar modo, nel trattamento del polmone. L'ITV ci permette, quindi, di irradiare, durante il trattamento, tutta la superficie occupata dalla neoplasia nel corso dell'intero ciclo respiratorio del paziente.

Ogni organo e tessuto possiede una diversa tolleranza alle radiazioni ionizzanti in funzione di molteplici variabili. Tra queste rientrano la tipologia dell'organo interessato, le caratteristiche del trattamento e fattori intrinseci legati al paziente stesso, come la presenza di eventuali comorbidità che possono influire la risposta alla terapia radiante. Da qui, ciascun organo va considerato come un'insieme di più subunità, e possiamo differenziarli in:

- Organi in serie (es. midollo, tubo digerente): la compromissione di una sola subunità altera la funzionalità dell'intero organo, pertanto anche una piccola dose risulterà tossica;
- Organi in parallelo (es. polmoni, reni, fegato): le subunità di questi organi sono considerate indipendenti, per questo motivo la funzionalità globale dell'organo viene compromessa solamente dopo la distruzione di un determinato numero di subunità;
- Organi in serie e in parallelo (es. coronarie, miocardio, retto): sono considerati misti, poiché possiedono caratteristiche di entrambe le categorie sopra citate.

2.3 Il calcolo della distribuzione di dose

La possibilità di pianificare un trattamento radioterapico previo calcolo della distribuzione di dose ai tessuti, ha introdotto nuovi concetti, quali i *constraints*, il *DVH* e il *V-dose*.

I constraints rappresentano i valori soglia, relativi agli organi a rischio, oltre ai quali si ha una maggior incidenza e gravità degli effetti collaterali. Per quanto concerne il DVH, si tratta di un istogramma dose-volume che restituisce una panoramica

riguardo alla quantità di dose ricevuta dal volume bersaglio e dagli OAR adiacenti. Analizzando infine il V-dose, viene definito come il volume d'organo che deve ricevere meno di una determinata quantità di dose per evitare di superare le soglie critiche di tossicità.
In termini matematici, è possibile calcolare la dose di tolleranza agli OAR attraverso due formule che guidano, insieme ai concetti sopra descritti, la pianificazione del trattamento:

- Dmax ≤ X Gy: la dose massima erogata all'organo deve essere, in ogni punto dell'organo, minore o uguale a X Gy;
    - es. Dmax midollo ≤ 50 Gy, ossia, nessuna porzione del midollo spinale deve ricevere più di 50 Gy.
- Vx ≤ Y%: una certa quantità di dose X Gy non deve essere erogata in più del Y% di volume dell'organo in oggetto;
    - es. per il polmone, V20 ≤ 35%, ossia, il 35% del volume polmonare non deve ricevere più di 20 Gy.

Nel loro insieme, questi strumenti sono tutt'oggi considerati una componente fondamentale nella pianificazione e nell'approvazione di ogni piano di trattamento. Essi permettono infatti di tradurre le prescrizioni cliniche in parametri quantitativi riproducibili, e garantiscono una corretta valutazione della distribuzione di dose prima dell'effettiva erogazione della terapia.

2.4 La pianificazione del trattamento

La pianificazione del trattamento radioterapico si articola in molteplici fasi. In primo luogo, viene eseguita la TC di centratura, che coinvolge TSRM, medico radioterapista e fisico sanitario. Successivamente, si procede alla definizione dei volumi bersaglio e degli organi a rischio, attraverso la fase di contouring. Infine, il fisico elabora il piano di trattamento, che verrà poi validato congiuntamente al radioterapista. La fase di esecuzione del trattamento prevede la verifica geometrica e dosimetrica del piano e l'erogazione vera e propria della dose, attività in cui il TSRM ha un ruolo centrale.

2.4.1 TC di centratura e riproducibilità del trattamento

La TC di centratura svolge un duplice ruolo nella pianificazione di un trattamento.

Da un lato fornisce informazioni anatomiche fondamentali nella definizione del target e degli organi critici, assumendo una finalità geometrica. Dall'altro, fornisce informazioni sulla densità elettronica dei tessuti, indispensabili per un corretto calcolo della distribuzione di dose, con una finalità dosimetrica.

Un requisito fondamentale della radioterapia è la riproducibilità del trattamento, ovvero la necessità di posizionare il paziente sempre nello stesso modo durante le sedute di terapia. Questo requisito viene garantito attraverso l'utilizzo di sistemi laser mobili, dispositivi di immobilizzazione personalizzati e tatuaggi cutanei. Viene inoltre utilizzato un lettino rigido in fibra di carbonio, del tutto identico al lettino impiegato nella sala di trattamento, per assicurare la perfetta corrispondenza delle caratteristiche geometriche, e di conseguenza dosimetriche, tra le immagini per la pianificazione e le immagini di verifica pre-terapia.
L'impiego di reperi radiopachi consente, inoltre, di associare il paziente ad un sistema di assi cartesiani per individuare la slice di riferimento e l'isocentro del trattamento.
È opportuno evidenziare che, qualora il caso clinico lo richieda, è possibile eseguire la TC di centratura con mezzo di contrasto iodato. Il fine ultimo di questa metodica è quello di distinguere con maggior nitidezza il confine tra le diverse strutture, per poter delineare con precisione millimetrica organi e tessuti. Questo permette di colpire il target con la massima efficacia, riducendo al minimo la dose agli OAR circostanti.

2.4.2 Definizione dei volumi bersaglio

La definizione dei volumi bersaglio e degli organi a rischio richiede una profonda conoscenza in campo oncologico e in diagnostica per immagini.
È importante sottolineare che il contornamento viene eseguito su ogni sezione della TC di centratura effettuata in precedenza. In questa fase, vengono contornati tutti i volumi clinici, geometrici e dosimetrici descritti al paragrafo 2.2, come GTV, CTV e PTV, i quali saranno di fondamentale interesse per il fisico sanitario nella scelta delle caratteristiche relative ai fasci radianti (numero, dose, conformazione, ecc…).
Il contouring può essere eseguito sia manualmente, sia avvalendosi dell'ausilio di software di Intelligenza Artificiale (IA). Questi sistemi automatizzati possono ottimizzare significativamente le tempistiche, tuttavia ad oggi rimangono

indispensabili la supervisione e le eventuali modifiche da parte di un professionista esperto.

2.4.3 Elaborazione e validazione del piano di trattamento

La responsabilità dell'elaborazione del piano di trattamento è a capo del fisico sanitario, il quale deve individuare la migliore modalità tecnica di irradiazione in termini di energia utilizzata, numero, dimensione e inclinazione dei fasci e configurazione del collimatore multi-lamellare. L'obiettivo rimane quello di garantire la dose terapeutica prescritta al volume bersaglio, riducendo al minimo l'esposizione dei tessuti sani.

Una volta definiti i volumi, si procede all'elaborazione del piano di cura nel TPS (Treatment Planning System). Il Sistema di Pianificazione del Trattamento (TPS) è un sofisticato software medico impiegato dal team di radioterapia per pianificare e stabilire le modalità di somministrazione della terapia radiante prima dell'inizio del percorso terapeutico.
Lo sviluppo del piano di trattamento può avvenire attraverso due differenti approcci:

- Forward Planning (pianificazione diretta): questa tecnica viene utilizzata principalmente per forme tumorali poco complesse. L'operatore, in questo caso, inserisce manualmente i dati relativi alle caratteristiche dei fasci radianti avvalendosi, se necessario, eventuali compensatori, e procedendo per "*try and error*" fino ad ottenere una distribuzione ottimale;
- Inverse Planning (pianificazione inversa): questo approccio risulta quello di elezione per le tecniche più avanzate come IMRT e VMAT. Partendo dagli obiettivi di dose concordati, il TPS ottimizza automaticamente la tecnica migliore per soddisfare i requisiti.

La validazione del piano è il risultato di una stretta collaborazione tra medico radioterapista e fisico sanitario: rappresenta la decisione finale sulla migliore strategia di trattamento basata su un sottile equilibrio tra efficacia terapeutica e tolleranza da parte dei tessuti sani. Uno strumento fondamentale in questa fase è l'istogramma dose-volume (DVH), che consente di quantificare e visualizzare graficamente la distribuzione di dose finale, approfondito al paragrafo 2.3.

3. Normativa di riferimento

3.1 L'evoluzione giuridica della professione

Il profilo professionale del Tecnico Sanitario di Radiologia Medica (TSRM), nell'ultimo trentennio, è stato oggetto di una profonda evoluzione concettuale e giuridica. Storicamente, gli è sempre stato attribuito un ruolo puramente tecnico-esecutivo, senza margini di autonomia decisionale. Questo modello operativo subì presto una forte crisi data dalla rapidissima evoluzione tecnologica e dall'aumento della complessità delle metodiche diagnostiche e terapeutiche, richiedendo un livello di competenze non più standardizzabile ad un ruolo esclusivamente operativo.

Una delle Leggi che storicamente segnò lo sviluppo di questa professione fu la Legge 10 agosto 2000, n. 251[1]. Infatti, allo stato dell'arte, l'articolo 3 della suddetta Legge definisce il Tecnico Sanitario di Radiologia Medica come un "*professionista intellettuale, autonomo e responsabile del proprio operato, promuovendo percorsi di formazione per arricchire le proprie competenze professionali*".
In seguito, la Legge 43/2006[2] è stata il trampolino di lancio per il riconoscimento ufficiale delle competenze, della formazione specialistica e della successiva strutturazione della Federazione Nazionale degli Ordini TSRM e PSTRP (Professioni Sanitarie Tecniche, della Riabilitazione e della Prevenzione). Nello specifico caso del Tecnico Sanitario di Radiologia Medica, questa Legge evidenziò come l'obbligo di iscrizione all'Albo e il Codice Deontologico tutelino la qualità delle prestazioni e l'utilizzo in sicurezza delle radiazioni ionizzanti per fini clinici.

3.2 D.Lgs 31 luglio 2020, n° 101: un'equipe multidisciplinare

Il Decreto Legislativo 31 luglio 2020, n. 101[3], rappresenta la principale normativa vigente in Italia in materia di protezione contro i pericoli derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti. Nel contesto specifico della radioterapia oncologica,

---

[1] Legge 10 agosto 2000, n. 251, "Disciplina delle professioni sanitarie infermieristiche, tecniche, della riabilitazione, della prevenzione nonché della professione ostetrica", art. 3, pubblicata nella Gazzetta Ufficiale n. 203 del 31 agosto 2000

[2] Legge 1 febbraio 2006, "Disposizioni in materia di professioni sanitarie, infermieristiche, ostetriche, riabilitative, tecnico-sanitarie e della prevenzione e delega al Governo per l'istituzione dei relativi Ordini professionali", pubblicata nella Gazzetta Ufficiale n. 40 del 17 febbraio 2006.

[3] Decreto Legislativo 31 luglio 2020, n. 101, "Attuazione della direttiva 2013/59/Euratom, che stabilisce norme fondamentali di sicurezza relative alla protezione contro i pericoli derivanti dall'esposizione alle radiazioni ionizzanti [...] e riordino della normativa di settore", artt. 159-160, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 201 del 12 agosto 2020 - Supplemento Ordinario n. 29.

caratterizzata da una spiccata complessità tecnologica e dosimetrica, il D.Lgs 101/2020 non si limita a stabilire vincoli dosimetrici, bensì delinea una vera e propria architettura di ruoli e responsabilità, promuovendo un modello operativo basato sulla sinergia tra membri di un'équipe multidisciplinare.
Un aspetto cruciale di questa Legge emerge all'interno dell'articolo 159, comma 14, il quale menziona il coinvolgimento del Tecnico Sanitario di Radiologia Medica nelle attività avanzate di dosimetria. Tale disposizione stabilisce che, sotto la supervisione e la successiva approvazione del Fisico Sanitario e del Medico Radioterapista, il TSRM può quindi collaborare attivamente all'elaborazione dei piani di trattamento dosimetrici, offrendo così la copertura legale necessaria per l'integrazione di questa figura professionale nelle fasi di pianificazione.[4]
In questo modo, si riconosce che un piano di cura accurato non è l'esito di un singolo intervento, ma è il risultato di un processo a cui il TSRM è abilitato a partecipare, contribuendo con le competenze che lo contraddistinguono.

3.3 Le linee guida istituzionali dell'Istituto Superiore di Sanità

Le disposizioni legislative tracciate dal Parlamento italiano trovano una loro declinazione tecnica e applicativa all'interno dei documenti pubblicati dall'Istituto Superiore di Sanità. L'ISS, infatti, elabora periodicamente linee guida per assicurare la qualità delle scienze radiologiche, offrendo riferimenti che hanno il fondamentale scopo di uniformare le pratiche cliniche e tecnologiche su tutto il territorio nazionale. L'analisi di queste direttive istituzionali permette di osservare come la figura del TSRM sia stata progressivamente integrata e valorizzata nei processi avanzati di fisica sanitaria e radioterapia, divenendo così un importante collaboratore e responsabile della qualità e della sicurezza delle prestazioni.

Un passaggio fondamentale nel riconoscimento delle competenze del Tecnico Sanitario di Radiologia Medica in ambito dosimetrico è rappresentato dal Rapporto ISTISAN 02/20[5], intitolato "Garanzia di qualità in Radioterapia", che dedica un intero paragrafo (Paragrafo 3.3) al "TSRM operante in radioterapia". In questa sede, viene descritto e regolamentato il profilo del professionista che lavora nelle U.O. di

[4] D.Lgs. n. 101/2020, art. 159, comma 14.
[5] Istituto Superiore di Sanità, "Rapporto ISTISAN 02/20: Garanzia di qualità in Radioterapia", Gruppo di studio multidisciplinare ISS, Roma, 2002, Paragrafo 3.3.

radioterapia e fisica sanitaria. Il Rapporto 02/20 elenca una serie di attività che possono essere affidate al TSRM quali, ad esempio, l'espletamento dei programmi di Controlli di Qualità (CQ), l'esecuzione delle operazioni necessarie prima di iniziare un trattamento (come le immagini di controllo giornaliere e l'acquisizione dei dati sul posizionamento) e la preparazione dei sistemi di immobilizzazione e riposizionamento (SIR). Inoltre, il report sancisce esplicitamente che il TSRM è abilitato a coadiuvare il Fisico Sanitario nella determinazione della distribuzione di dose, con la successiva verifica e convalida da parte del medico radioterapista e del fisico sanitario[6].

A distanza di oltre vent'anni, vi fu la necessità di aggiornare le linee guida a fronte delle ragguardevoli innovazioni tecnologiche. Questo ha portato alla pubblicazione del recente Rapporto ISTISAN 25/18[7], intitolato "Assicurazione di qualità nella radioterapia a intensità modulata". Questo documento esamina gli aspetti operativi e le criticità di tecniche complesse come l'IMRT (Intensity-Modulated Arc Therapy) e la VMAT (Volumetric Modulated Arc Therapy). Il Rapporto 25/18 mette in evidenza come la complessità dei moderni trattamenti esiga un ampliamento delle competenze del TSRM verso ambiti legati all'imaging quantitativo (fusione e co-registrazione di immagini multimodali) e alla gestione intransigente dei movimenti d'organo intra-frazione.
Anche in questo contesto, il lavoro di un'équipe multidisciplinare risulta di fondamentale importanza per garantire l'accuratezza della terapia, ed assume un ruolo chiave nella gestione del rischio clinico.

3.4 La formazione accademica e la realtà clinica sul territorio italiano

Il consolidamento del ruolo del Tecnico Sanitario di Radiologia Medica (TSRM) nei processi di dosimetria e di pianificazione dei trattamenti richiede un'accurata valutazione dei percorsi formativi e dalle modalità con cui essi si riflettono sulle attività lavorative quotidiane. Benché le normative nazionali e le indicazioni fornite dall'Istituto Superiore di Sanità (ISS) supportino e valorizzino il ruolo del TSRM come collaboratore attivo nella creazione dei piani di trattamento, si riscontra comunque un

[6] *Ivi*, Paragrafo 3.3
[7] Gruppo di studio "Assicurazione di qualità in radioterapia", "Assicurazione di qualità nella radioterapia ad intensità modulata", Roma: Istituto Superiore di Sanità; 2025 (Rapporti ISTISAN 25/18).

notevole divario tra i programmi didattici istituzionali e le effettive necessità pratiche derivanti dall'innovazione tecnologica. Questa differenza crea, su scala nazionale, un contesto molto vario che impatta significativamente sull'uniformità delle competenze e sulla gestione dei processi lavorativi.

In base a quanto specificato dalle linee guida, il percorso formativo per i TSRM in Italia inizia con la Laurea di primo livello in Tecniche di Radiologia Medica, per Immagini e Radioterapia. Nei piani di studio universitari sono inclusi moduli teorici e pratici che trattano la fisica delle radiazioni, le tecnologie delle apparecchiature e i principi fondamentali della terapia radiante. Tuttavia, l'elevato livello di specializzazione richiesto, ha reso necessario sviluppare percorsi formativi post-laurea. I Master universitari di primo livello si presentano attualmente come principale strumento accademico per il reale potenziamento delle competenze, fornendo ai professionisti una preparazione specifica mirata anche alla gestione della fisica sanitaria applicata alla clinica.
Attualmente, l'acquisizione delle competenze specialistiche per operare come TSRM dosimetrista o pianificatore avviene per lo più attraverso periodi di addestramento e affiancamento ai colleghi più esperti all'interno dei singoli centri. Questo modello formativo, legato alle singole realtà locali, costituisce la causa principale di una marcata disomogeneità sul territorio italiano, che si riscontra anche nell'apprendimento. Da qui, si evidenzia la necessità di definire criteri chiari e univoci anche a livello istituzionale.

Le difficoltà sia organizzative che didattiche finora menzionate si collocano in un contesto tecnologico in costante e rapido cambiamento, caratterizzato dall'introduzione dell'Intelligenza Artificiale (IA) e dall'automatizzazione delle procedure nei TPS. Le nuove tecnologie stanno nettamente trasformando i flussi di lavoro, pertanto il TSRM sarà chiamato a evolversi verso un ruolo di supervisore e validatore di processi automatizzati, collaborando attivamente con altri professionisti per garantire il monitoraggio della qualità e la gestione del rischio clinico. In questa prospettiva, diverrà fondamentale tradurre tali esigenze in nuovi programmi accademici e Master specialistici standardizzati, capaci di colmare il divario sul territorio nazionale ed assicurare standard di cura elevati e uniformati.

4. Contesto di riferimento

4.1 Genesi e sviluppo della survey primaria

Lo strumento d'indagine utilizzato in questo studio affonda le sue radici nel lavoro di ricerca condotto nel 2025 da Irene Nardi, la quale ha ideato e strutturato la versione primaria della survey nella propria tesi di laurea allo scopo di indagare la figura del TSRM nel ruolo di dosimetrista all'interno delle Unità Operative di Fisica Sanitaria, con focus sulla sua collaborazione con fisici medici nella pianificazione dosimetrica del trattamento radioterapico.

Si sottolinea che la survey fu originariamente redatta dalla collega in lingua inglese, in quanto somministrata anche in ambito europeo (Norvegia) ("*Allegato 1*"); tuttavia, per i due centri nazionali di Trento e Bologna, viene impiegata la versione del questionario in lingua italiana ("*Allegato 2*").

Per la costruzione del questionario è stata condotta una revisione della letteratura internazionale dalla quale sono stati presi come riferimenti, e rielaborati dal punto di vista metodologico, gli item presenti in due principali articoli reperiti in letteratura: lo studio britannico *"A national survey of the radiotherapy dosimetrist workforce in the UK"* (Blackler et al., 2022) e il report statunitense dell'ASRT (2022) (American Society of Radiologic Technologists) *"Radiation Therapy Staffing and Workplace Survey 2022"*. Considerato che i due strumenti originali erano stati sviluppati per i rispettivi ambiti nazionali (Regno Unito e USA), si è resa necessaria una revisione dei singoli quesiti per conformarsi all'allora contesto d'indagine: tre centri distintivi a livello metropolitano, rappresentato dall'Ospedale Bellaria di Bologna, a livello nazionale, il Centro di Protonterapia di Trento, ed internazionale, ovvero l'Haukeland University Hospital di Bergen.

Dallo studio britannico sono stati selezionati ed adattati 7 quesiti incentrati sul profilo e sul ruolo professionale del dosimetrista:

- Item 2 – Percorso formativo di partenza: derivato dalla domanda *"What training route did you initially follow?"* (*"Quale percorso formativo hai seguito inizialmente?"*), modificato rendendo la risposta aperta per superare le opzioni specifiche del sistema universitario britannico;
- Item 3 – Qualifica lavorativa attuale: tratto dall'item *"What's your current job description title?"* (*"Qual è la tua attuale qualifica lavorativa?"*);

- Item 4 – Titolo professionale preferito: basato sul quesito *“If you could change your job title, what title would you prefer to use?”* (*“Se potessi cambiare il tuo titolo professionale, quale preferiresti usare?”*);
- Item 5 – Motivazione di cambio del titolo: derivato da *“If you wish to change your job title, why do you?”* (*“Se desideri cambiare il tuo titolo professionale, perché?");*
- Item 6 – Appartenenza ad enti o albi professionali: “What registers, professional bodies or organisations are you currently a member of?” (*“A quali registri, enti professionali o organizzazioni appartieni attualmente?”*), anch’esso trasformato in risposta aperta per adattarsi ai registri italiani/esteri;
- Item 7 e 8 – Mansioni svolte e ripartizione del tempo: la domanda originale inglese *“What tasks do you do in your job? Rate the percentage time spent”* (*“Quali attività svolgi nel tuo lavoro? Indica la percentuale di tempo dedicata”*) è stata scissa in due item distinti: l’item 7 per identificare le attività svolte *“What tasks do you do in your job?”* (*“Quali attività svolgi nel tuo lavoro?”*) e l’item 8 per stimare la percentuale di tempo dedicata a ciascuna mansione tramite scala Likert *“How much time do you spend on each task?”* (*“Quanto tempo dedichi a ciascuna mansione?”*);
- Item 12 – Fabbisogni formativi e di aggiornamento: tratto da *“If you would like refresher sessions, what topic would you like to see?”* (*“Se desideri sessioni di aggiornamento, su quali argomenti ti piacerebbe concentrarti?”*).

Dal report dell’ASTR sono stati selezionati 4 item focalizzati sugli aspetti strutturali, tecnologici ed organizzativi dei reparti:

- Item 13 – Servizi sanitari offerti dalla struttura: derivato da *“Which of the following services does your facility provide?”* (*“Quali dei seguenti servizi offre la tua struttura?”*);
- Item 14 – Carico di lavoro giornaliero: tratto da *“On avarage, how many patients are treated daily in your facility?”* (*“In media, quanti pazienti vengono trattati quotidianamente nella tua struttura?”*);
- Item 15 – Dotazione tecnologica della struttura: basato sulla domanda *“How many linear accelerators are used in your facility?”* (*“Quanti acceleratori lineari sono utilizzati nella tua struttura?”*), opportunamente modificata in “How many gantries are used in your facility?” (“Quanti gantry sono utilizzati nella tua

struttura?"), per poter misurare in modo rappresentativo la capacità clinica anche del Centro di Protonterapia di Trento (dove solo un ciclotrone alimenta più gantry);

- Item 16 – Organico di dosimetristi previsto: derivato da *"How many full-time equivalent medical dosimetrists are budgeted in your departement?"* (*"Quanti dosimetristi equivalenti a tempo pieno sono previsti nel tuo reparto?"*).

Per completare il quadro formativo e indagare aspetti specifici del flusso di lavoro dosimetrico, sono stati formulati 4 quesiti *ex novo*:

- Item 1 – Esperienza maturata nella pianificazione dosimetrica: *"How long have you been working in dosimetry planning?"* (*"Da quanto tempo lavori nella pianificazione dosimetrica?"*);
- Item 9 – Tipologia di Treatment Planning System in uso: *"What TPS does your facility use?"* (*"Quale TPS utilizza la tua struttura?"*);
- Item 10 – Partecipazione attiva al processo di contornamento degli OAR: *"Do you take part in the OAR contouring process?"* (*"Prendi parte al processo di contornamento degli OAR?"*);
- Item 11 – Utilizzo di software di autocontornamento: *"Do you use auto-contouring softwares for the OAR contouring?"* (*"Utilizzi software di contornamento automatico per gli OAR?"*).

È proprio a partire da questo impianto originario a 16 item, miscelando domande a risposta chiusa, multipla, scala Likert e quesiti a risposta aperta, che il presente lavoro di tesi si è mosso per sviluppare la successiva fase di ampliamento e validazione dello strumento. Di seguito la tabella con la survey primaria risultante.

Question	Response
1. How long have you been working in dosimetry planning? *(Da quanto tempo lavori nella pianificazione dosimetrica?)*	Less than 1 year / 1–2 years / 2–5 years / 5–10 years / 10+ years *(Meno di 1 anno / 1-2 anni / 2-5 anni / 5-10 anni / Più di 10 anni)*
2. What training route did you initially follow? *(Quale percorso formativo hai seguito inizialmente?)*	Open-ended response *(Risposta aperta)*
3. What is your current job description title? *(Qual è la tua attuale qualifica lavorativa?)*	Radiographer / Therapeutic Radiographer / Clinical Technologist / Healthcare Science Practitioner / Dosimetrist / Other *(Tecnico di Radiologia / Tecnico di Radioterapia / Tecnico Sanitario Specializzato in Fisica Medica / Professionista delle Scienze Sanitarie / Dosimetrista / Altro)*

4. If you could change your job title, what title would you prefer to use? *(Se potessi cambiare il tuo titolo professionale, quale preferiresti usare?)*	Radiographer / Therapeutic Radiographer / Clinical Technologist / Healthcare Scientist Practitioner / Dosimetrist / Happy with current title / Other *(Tecnico di Radiologia / Tecnico di Radioterapia / Tecnico Sanitario Specializzato in Fisica Medica / Professionista delle Scienze Sanitarie / Dosimetrista / Soddisfatto del titolo attuale / Altro)*
5. If you wish to change your job title, why do you? *(Se desideri cambiare il tuo titolo professionale, perché?)*	Open-ended response *(Risposta aperta)*
6. What registers, professional bodies or organisations are you currently a member of? *(A quali registri, enti professionali o organizzazioni appartieni attualmente?)*	Open-ended response *(Risposta aperta)*

7. What tasks do you do in your job? *(Quali attività svolgi nel tuo lavoro?)*	Treatment planning / Machine QA / Mould Room / Patient specific QA / In vivo dosimetry / Brachytherapy / Specialist Planning (SRS - Stereotactic Radiosurgery / SABR - Stereotactic Ablative Body Radiotherapy / Proton) *(Pianificazione del trattamento / Controllo qualità delle apparecchiature (Machine QA) / Mould Room - sala per la creazione di sistemi di immobilizzazione specifici per ogni paziente / Controllo qualità specifico per il paziente / Dosimetria in vivo / Brachiterapia / Pianificazioni specialistiche (SRS - Radiochirurgia Stereotassica / SABR - Radioterapia Corporea Stereotassica Ablativa / Protoni))*
8. How much time do you spend on each task? *(Quanto tempo dedichi a ciascuna mansione?)*	0% / 25% / 50% / 75% / 100%
9. What TPS does your facility use? *(Quale TPS utilizza la tua struttura?)*	Pinnacle / Evolution / Monaco (Elekta) / Eclipse (Varian) / RayStation (RaySearch) / Other

10. Do you take part in the OAR contouring process? *(Prendi parte al processo di contornamento degli OAR?)*	Yes / No *(Sì/No)*
11. Do you use auto-contouring softwares for the OAR contouring? *(Utilizzi software di contornamento automatico per gli OAR?)*	Yes / No *(Sì/No)*
12. If you would like refresher sessions, what topics would you like to see? *(Se desideri sessioni di aggiornamento, su quali argomenti ti piacerebbe concentrarti?)*	Open-ended response *(Risposta aperta)*

13. Which of the following services does your facility provide? *(Quali dei seguenti servizi offre la tua struttura?)*	IMRT / CT-Simulation / CBCT / 3D / Portal Imaging / VMAT / SBRT - Stereotactic Body Radiotherapy / SRS / Fiducial Localization / HDR brachytherapy / Gated delivery / Chemotherapy / Tumor Registry / SGRT / Diagnostic Services / Real-time motion tracking / Surgery / Research / PET-CT / LDR brachytherapy / Total skin/electron / PET / Pediatric RT / TBI / MR localization / IORT / DART / Ultrasound localization / Proton therapy / Hyperthermia *(Radioterapia a intensità modulata (IMRT) / CT di centratura / Cone-beam CT (CBCT) / 3D / Immagini Portali / Terapia ad arco modulato volumetrico (VMAT) / Radioterapia Stereotassica del Corpo / Radiochirurgia stereotassica / Localizzazione con fiduciali (marker) / Brachiterapia ad alto dosaggio / Erogazione con gating / Chemioterapia / Registro dei tumori / Tracking di Superficie - SGRT - Surface Guided Radiation Therapy / Servizi diagnostici / Tracciamento del movimento in tempo reale / Chirurgia / Ricerca / PET-CT / Brachiterapia a basso dosaggio / Irradiazione totale della pelle/elettroni / PET / Radioterapia pediatrica / Irradiazione totale del corpo / Localizzazione con risonanza magnetica (RM) / Radioterapia Intraoperatoria (IORT) / Radioterapia adattativa dinamica (DART) / Localizzazione ecografica / Protonterapia / Ipertermia)*
14. On average, how many patients are treated daily at your facility? *(In media, quanti pazienti vengono trattati quotidianamente nella tua struttura?)*	1–10 / 11–20 / 21–30 / 31–40 / 41–50 / 51–60 / 61–70 / 71–80 / 81–90 / 91–100 / 100+

15. How many linear accelerators are used in your facility? *(Quanti acceleratori lineari sono utilizzati nella tua struttura?)*	1 / 2 / 3 / 4 / More than 5 *(1 / 2 / 3 / 4 / Più di 5)*
16. How many full-time equivalent medical dosimetrists are budgeted in your department? *(Quanti dosimetristi equivalenti a tempo pieno sono previsti nel tuo reparto?)*	1 / 2 / 3–6 / More than 6 *(1 / 2 / 3-6 / Più di 6)*

Tabella 1. *Survey primaria.*

5. Materiali e metodi

Il presente lavoro di tesi si propone di effettuare la validazione di facciata di un questionario finalizzato all'analisi della figura del TSRM dosimetrista operante all'interno delle Unità Operative di Radioterapia. Per garantire continuità e coerenza metodologica, la ricerca del materiale si è attenuta alle linee guida definite nello studio "*Il ruolo del TSRM dosimetrista nella pianificazione del trattamento radioterapico: realtà nazionali ed europee*" (Irene Nardi, 2025).

Il percorso di ricerca è stato strutturato in più fasi sequenziali.
In primo luogo, è stato necessario mappare la letteratura scientifica con lo scopo di identificare eventuali recenti pubblicazioni pertinenti all'oggetto in studio. Successivamente, sulla scorta del materiale esaminato, si è proceduto alla revisione del questionario di partenza, con l'obiettivo di omogeneizzare il più possibile la tipologia di item e le modalità di risposta. Lo strumento d'indagine ha così subito un processo di affinamento complessivo nel corso dei mesi successivi, giungendo al risultato finale anche grazie all'applicazione dell'Item Analysis. Infine, è stato predisposto un nuovo modulo, tramite la piattaforma Microsoft Forms, per procedere alla validazione dello strumento, nelle modalità che verranno descritte al paragrafo 5.4.

5.1 Ricerca su banche dati

Per motivi di continuità, dunque, la ricerca ha seguito i medesimi criteri della tesi presentata lo scorso anno. La banca dati che è stata utilizzata è PubMed, piattaforma di letteratura scientifica, e le parole chiave impiegate sono "dosimetrist", "survey", "questionnaire", "radiotherapist", "radiographer", "planning", "contouring", "treatment planning" e "planning".

In prima battuta, allo scopo di rintracciare eventuali pubblicazioni recenti non censite in precedenza, il monitoraggio della letteratura è stata circoscritta alla finestra temporale compresa tra il 2010 e il 2026, includendo articoli redatti sia in lingua italiana che inglese. La ricerca si è conclusa in data 3 aprile 2026 e i risultati ottenuti sono stati i seguenti:

Dosimetrist AND survey	52 risultati
Dosimetrist AND questionnaire	22 risultati
Radiotherapist AND planning	38 risultati
Radiotherapist AND treatment AND planning	33 risultati
Radiographer AND treatment AND planning	6547 risultati
“Radiographer” AND treatment AND planning	56 risultati
Radiotherapist AND contouring	13 risultati
Radiotherapist AND survey	44 risultati
Radiotherapist AND questionnaire	42 risultati
“Radiographer” AND radiotherapy AND survey	44 risultati
“Radiographer” AND radiotherapy AND planning AND survey	8 risultati

Tabella 2. *Chiavi di ricerca con relativi risultati.*

In seguito, al fine di isolare unicamente gli articoli prodotti nell'ultimo anno, la ricerca è stata circoscritta al periodo che va dal 2025 al 2026, escludendo il materiale utilizzato nella precedente tesi, ovvero, gli articoli *A national survey of the radiotherapy dosimetrist workforce in the UK* (Blackler et al., 2022) e *Radiation Therapy Staffing and Workplace Survey 2022* (American Society of Radiologic Technologists (ASTR), 2022).

Le pubblicazioni di maggiore attualità sono state individuate applicando la stringa di ricerca *“Radiographer” AND radiotherapy AND planning AND survey*; pertanto, si è proceduto a un’attenta revisione critica del materiale bibliografico rintracciato.

5.2 Analisi del materiale bibliografico

Gli articoli inizialmente ritenuti più attinenti, tra quelli di più recente pubblicazione, sono stati:

- *Geometric, dosimetric and psychometric evaluation of three commercial AI software solutions for OAR auto-segmentation in head and neck radiotherapy* (Podobnik G, Borg C, Debono CJ, Mercieca S, Vrtovec T. 2025): questo articolo, dotato di indagine psicometrica, mette a confronto tre diversi software basati su IA utilizzati per l’auto-segmentazione degli organi a rischio nella radioterapia del distretto testa-collo;
- *The impact of prior authorization on medical dosimetrists: operational, economic, and professional challenges in radiation oncology* (Valdez ID, Russell HV, Brown HS, Walton GH 2025): lo studio, attraverso una survey somministrata a livello nazionale, indaga come la burocrazia assicurativa statunitense complichi il flusso di lavoro in radioterapia generando costi nascosti e frustrazione professionale;
- *Evaluation of therapeutic radiographer target volume contouring for magnetic resonance image guided online adaptive bladder radiotherapy* (Williams B, Mohajer J, Alexander SE, et al. 2025): l’articolo analizza la fattibilità di affidare ai TSRM il contornamento dei volumi bersaglio all'interno della radioterapia vescicale adattativa online guidata da immagini di risonanza magnetica;
- *A feasibility study of automating radiotherapy planning with large language model agents* (Wang Q, Wang Z, Li M, et al. 2025): questo studio approfondisce lo sviluppo e della sperimentazione di GPT-Plan, un sistema basato su intelligenza artificiale, progettato per automatizzare la pianificazione dei trattamenti radioterapici. In sintesi, descrive come diversi "agenti" di intelligenza artificiale lavorino in modo coordinato, simulando la collaborazione reale che avviene tra un dosimetrista e un fisico medico.

Nonostante il materiale bibliografico analizzato risulti pertinente alla tematica generale dell'elaborato, le evidenze emerse si concentrano su aspetti clinico-tecnologici che divergono dal focus della nostra ricerca. Di conseguenza nessuno degli articoli individuati appare pienamente idoneo a soddisfare le finalità prefissate dal presente studio.

Tuttavia, le tematiche approfondite negli articoli sopracitati hanno guidato l'elaborazione di tre ulteriori item con risposta in scala Likert, descritti nella tabella sottostante, i quali sono stati integrati alla versione preliminare del questionario, per un totale di 19 item:

"Se utilizzi software di contornamento automatico (IA), come valuti il tempo impiegato per la revisione e correzione manuale rispetto al contornamento fatto interamente da zero?"	1. Molto più lungo 2. Leggermente più lungo 3. Circa lo stesso tempo 4. Leggermente più breve 5. Molto più breve
"Ti senti tutelato/a nell'assumerti la responsabilità della validazione di un piano o di un contornamento generato da un algoritmo di Intelligenza Artificiale?"	1. Per nulla tutelato 2. Poco tutelato 3. Moderatamente tutelato 4. Abbastanza tutelato 5. Molto tutelato
"Qual è il livello di autonomia decisionale che ti viene concesso dal team di fisica sanitaria nel processo di contornamento?"	1. Nessuna autonomia 2. Scarsa autonomia 3. Moderata autonomia 4. Buona autonomia 5. Totale autonomia

Tabella 3. *Item integrati provvisoriamente.*

Il primo item trae spunto dall'articolo "*Geometric, dosimetric and psychometric evaluation of three commercial AI software solutions for OAR auto-segmentation in head and neck radiotherapy"* (Podobnik G, Borg C, Debono CJ, Mercieca S, Vrtovec T. 2025), in cui si evidenzia come la valutazione di un software di IA in radioterapia non debba limitarsi agli aspetti geometrici o dosimetrici, ma debba includere una dimensione psicometrica legata all'impatto sul flusso di lavoro e sul tempo di editing manuale. Il quesito è stato integrato per misurare se l'IA rappresenti un reale risparmio di tempo o se la fase di correzione annulli tale beneficio.

Gli articoli "*The impact of prior authorization on medical dosimetrists: operational, economic, and professional challenges in radiation oncology"* (Valdez ID, Russell HV, Brown HS, Walton GH 2025) e *"A feasibility study of automating radiotherapy planning with large language model agents"* (Wang Q, Wang Z, Li M, et al. 2025) hanno ispirato il secondo item: l'introduzione di modelli automatizzati nel planning e nel contornamento solleva importanti interrogativi sulle responsabilità professionali, sul carico burocratico-operativo e sulle tutele dell'operatore che valida un output generato da una macchina. La domanda nasce quindi per indagare il senso di sicurezza e tutela legale/professionale percepito nel confermare o declinare decisioni o volumi proposti dall'IA.
Infine, il terzo ed ultimo item prende spunto dall'articolo "*Evaluation of therapeutic radiographer target volume contouring for magnetic resonance image guided online adaptive bladder radiotherapy"* (Williams B, Mohajer J, Alexander SE, et al. 2025), in quanto da questo studio emerge la necessità di definire con chiarezza i confini operativi e il grado di autonomia accordato tra il TSRM, che continua ad espandere le sue competenze nel contouring e nella pianificazione, ed il team di Fisica Sanitaria.

In seguito all'inserimento di questi tre item, si è provveduto ad introdurre quesiti volti ad indagare l'autonomia del TSRM addetto alla pianificazione e la sua personale percezione di tutela in merito, ma che fornissero anch'essi un riscontro di tipo quantitativo, utilizzando sempre una risposta in scala Likert, con lo scopo di facilitare l'analisi delle risposte raccolte.

Gli item sviluppati successivamente sono stati i seguenti:

“Sono in grado di prendere decisioni autonome durante il processo di pianificazione del trattamento.”	1. Fortemente in disaccordo 2. In disaccordo 3. Neutrale 4. D’accordo 5. Fortemente d’accordo
“Il mio giudizio professionale viene tenuto in considerazione dal team di Fisica Medica.”	1. Fortemente in disaccordo 2. In disaccordo 3. Neutrale 4. D’accordo 5. Fortemente d’accordo
“Ho bisogno di una supervisione frequente durante la delineazione dei volumi o la pianificazione del trattamento.”	1. Fortemente in disaccordo 2. In disaccordo 3. Neutrale 4. D’accordo 5. Fortemente d’accordo
“Mi sento sicuro nell’assumermi la responsabilità durante la validazione dei contorni o piani di trattamento generati dall’IA.”	1. Fortemente in disaccordo 2. In disaccordo 3. Neutrale 4. D’accordo 5. Fortemente d’accordo
“I ruoli e le responsabilità relativi all’uso dell’IA nel mio reparto sono definiti chiaramente.”	1. Fortemente in disaccordo 2. In disaccordo 3. Neutrale 4. D’accordo 5. Fortemente d’accordo
“Le linee guida su come utilizzare l’IA in sicurezza nella pratica clinica sono insufficienti.”	1. Fortemente in disaccordo 2. In disaccordo 3. Neutrale 4. D’accordo 5. Fortemente d’accordo

Tabella 4. *Ulteriori item integrati.*

In fase di revisione, gli item *"Ti senti tutelato/a nell'assumerti la responsabilità della validazione di un piano o di un contornamento generato da un algoritmo di Intelligenza Artificiale?"* e *“Qual è il livello di autonomia decisionale che ti viene concesso dal team di fisica sanitaria nel processo di contornamento?”* sono stati eliminati dal questionario per evitare ridondanze, data la forte sovrapposizione concettuale e strutturale con gli item *“Mi sento sicuro nell’assumermi la*

responsabilità durante la validazione dei contorni o piani di trattamento generati dall'IA." e *"Il mio giudizio professionale viene tenuto in considerazione dal team di Fisica Medica."*.

Pertanto, si giunge ad una formulazione di questionario composta dai 16 item della survey primitiva strutturata dalla collega uniti ai 7 item totali ispirati agli articoli sopra citati, ossia:

- *"Se utilizzi software di contornamento automatico (IA), come valuti il tempo impiegato per la revisione e correzione manuale rispetto al contornamento fatto interamente da zero?";*
- *"Sono in grado di prendere decisioni autonome durante il processo di pianificazione del trattamento.";*
- *"Il mio giudizio professionale viene tenuto in considerazione dal team di Fisica Medica.";*
- *"Ho bisogno di una supervisione frequente durante la delineazione dei volumi o la pianificazione del trattamento.";*
- *"Mi sento sicuro nell'assumermi la responsabilità durante la validazione dei contorni o piani di trattamento generati dall'IA.";*
- *"I ruoli e le responsabilità relativi all'uso dell'IA nel mio reparto sono definiti chiaramente.";*
- *"Le linee guida su come utilizzare l'IA in sicurezza nella pratica clinica sono insufficienti.".*

5.3 Revisione della survey tramite Item Analysis

Sebbene la versione preliminare dello strumento fosse già in grado di mappare un ampio spettro di caratteristiche inerenti alla figura del TSRM dosimetrista, il questionario presentava una criticità significativa legata alla marcata eterogeneità degli item e delle rispettive opzioni di risposta.

Tale eterogeneità costituisce a tutti gli effetti un tratto distintivo del questionario, derivante dalla pluralità delle fonti bibliografiche e documentali utilizzate, pertanto si è ritenuto necessario moderare tale limite mediante una revisione sistematica.

Nello specifico, la revisione degli item è stata condotta seguendo le direttive della "*Scheda tecnica per la costruzione di quesiti a scelta multipla* (TECO-D)" redatta

dall'ANVUR (Agenzia Nazionale di Valutazione del Sistema Universitario e della Ricerca).[8] I criteri chiave che sono stati applicati sono i seguenti:

- Chiarezza e semplicità del linguaggio: è stata evitata l'introduzione di strutture sintattiche eccessivamente complesse, concentrandosi così esclusivamente sulle conoscenze/competenze e non sulle abilità linguistiche dei rispondenti;
- Formulazione essenziale della domanda: i quesiti sono stati formulati in modo breve e coinciso, evitando incisi o informazioni ridondanti;
- Omogeneità formale delle alternative: sono stati mantenuti una lunghezza, struttura sintattica e livello di informazione analoghi tra tutte le opzioni di risposta.

Per la fase operativa di revisione e controllo formale degli item, ci si è avvalsi anche dell'ausilio di strumenti di Intelligenza Artificiale (nello specifico, del modello linguistico *Claude*). L'integrazione di tali sistemi di IA è avvenuta esclusivamente a livello strumentale, agendo come supporto all'analisi linguistica e alla verifica della simmetria di struttura tra le diverse opzioni di risposta, ma sotto un'attenta e costante supervisione.

Tale analisi ha permesso di perfezionare lo strumento, portando alla formulazione della versione definitiva del questionario, presentata di seguito (Tabella 5 e "*Allegato 3*"), la quale è stata successivamente sottoposta ad un processo di validazione di facciata nell'ambito del presente lavoro.

Sezione	**Numero Domanda / Elemento**	**Testo della Domanda / Voce**	**Opzioni di Risposta / Formato del Campo**
SEZIONE 1 – Profilo socio-professionale	1	Fascia di età:	<25, 25–34, 35–44, 45–54, ≥55

[8] Agenzia Nazionale di Valutazione del Sistema Universitario e della Ricerca. (s.d.). *TECO-D: Scheda tecnica per la costruzione di quesiti a scelta multipla* (Documento tecnico).

	2	In quale Paese eserciti prevalentemente la professione?	**Menu a tendina Stati Membri (Codici ISO):** AT (Austria), BE (Belgio), BG (Bulgaria), CY (Cipro), HR (Croazia), DK (Danimarca), EE (Estonia), FI (Finlandia), FR (Francia), DE (Germania), GB (Gran Bretagna), EL (Grecia), IE (Irlanda), XI (Irlanda del Nord), IT (Italia), LV (Lettonia), LT (Lituana), LU (Lussemburgo), MT (Malta), NL (Olandia), PL (Polonia), PT (Portogallo), CZ (Repubblica Ceca), SK (Repubblica Slovacca), RO (Romania), SI (Slovenia), ES (Spagna), SE (Svezia), HU (Ungheria). *Se viene selezionato "IT - Italia", abilitare secondo sub-menu a tendina con le Province italiane (da AG a VT).*

	3	In quale contesto sanitario lavori prevalentemente?	Ospedale pubblico, Azienda ospedaliero-universitaria, IRCCS, Struttura privata accreditata, Struttura privata non accreditata, Centro oncologico specialistico, Proton center, Altro
	4	Da quanti anni lavori nell'ambito della pianificazione dosimetrica?	<1 anno, 1–3 anni, 4–6 anni, 7–10 anni, >10 anni
	5	Qual è il tuo titolo professionale attuale?	Radiographer/TSRM, Radiation Therapist (RTT), Medical Dosimetrist, Clinical Technologist, Medical Physicist, Advanced Practice Radiographer, Coordinatore/Manager, Altro
	6	Quale percorso formativo specifico hai seguito in dosimetria?	Nessuno, Formazione interna aziendale, Master universitario, Corso specialistico, Certificazione internazionale, Altro

SEZIONE 2 – Organizzazione del servizio	7	Quanti acceleratori lineari sono presenti nella tua struttura?	1, 2, 3–5, >5
	8	Quanti dosimetristi dedicati sono presenti nella tua struttura?	0, 1, 2–5, >5
	9	Esiste una figura formalmente riconosciuta di “dosimetrista” nella tua struttura?	Sì, No, Parzialmente
	10	Quali TPS utilizzi regolarmente?	*(Scelta multipla)*: Eclipse, Monaco, RayStation, Pinnacle, Ethos, Elements, Altro
	11	Quali tecnologie avanzate sono disponibili nella tua struttura?	*(Scelta multipla)*: IMRT, VMAT, SBRT/SRS, Adaptive RT, Protonterapia, Brachiterapia, SGRT, MRI-guided RT, PET-CT, Gating/Tracking

SEZIONE 3 – Competenze clinico-dosimetriche	12	Quali attività svolgi abitualmente?	**Matrice di risposta per ogni voce** (Opzioni: *Mai / Occasionalmente / Frequentemente / Quotidianamente*): -Pianificazione IMRT/VMAT -QA paziente-specifico -Dosimetria in vivo -Brachiterapia -Adaptive RT -Contornamento OAR -Revisione DVH -SGRT
	13	Qual è il tuo livello di coinvolgimento nel contornamento degli OAR?	Nessun coinvolgimento, Supporto tecnico, Contornamento preliminare, Contornamento autonomo revisionato, Contornamento autonomo validato

	14	Utilizzi software di autocontornamento basati su AI?	Sempre, Spesso, Talvolta, Raramente, Mai
	15	Quanto ritieni affidabili i sistemi AI di autocontouring?	Opzioni di risposta da 1 *(Per nulla affidabile)* a 5 *(Completamente affidabile)*
	16	L'utilizzo dell'AI ha modificato il tuo ruolo professionale?	Sì, ha ridotto il mio carico lavorativo, No, il mio ruolo è rimasto invariato, Non è ancora valutabile, Sì, ha aumentato il mio carico lavorativo, Sì, ha contribuito all'evoluzione del mio ruolo
SEZIONE 4 – Collaborazione interdisciplinare	17	Come definiresti la collaborazione con il Fisico Medico?	Gerarchica, Collaborativa, Integrata, Supervisiva, Altro
	18	Quanto ritieni valorizzato il tuo contributo professionale nel team multidisciplinare?	Opzioni di risposta da 1 *(Per nulla valorizzato)* a 5 *(Moltissimo valorizzato)*
	19	Partecipi alle decisioni	Mai, Raramente, Talvolta, Spesso, Sempre

		clinico-dosimetriche?	
	20	Quanto ritieni efficace la comunicazione tra TSRM e Fisico Medico?	Opzioni di risposta da 1 *(Per nulla efficace)* a 5 *(Estremamente efficace)*
SEZIONE 5 – Autonomia professionale	21	Quanto ti senti autonomo nelle seguenti attività?	Matrice di risposta per ogni voce (Scala Likert da 1 a 5): *Per nulla autonomo / Poco autonomo / Moderatamente autonomo / Molto autonomo / Estremamente autonomo* -Ottimizzazione del piano -Beam arrangement -Definizione vincoli dosimetrici -Revisione DVH -Adaptive planning -QA clinico

	22	Ritieni che le competenze che eserciti siano formalmente riconosciute?	Per nulla, Poco, Moderatamente, Molto, Completamente
SEZIONE 6 – Formazione e sviluppo professionale	23	Ritieni utile l'introduzione di un percorso formalizzato di Advanced Practice per il TSRM dosimetrista?	Opzioni di risposta da 1 *(Per nulla utile)* a 5 *(Estremamente utile)*
	24	Quale livello formativo ritieni adeguato per il ruolo avanzato di dosimetrista?	Laurea triennale, Master, Laurea magistrale, Certificazione europea, Altro
	25	Su quali argomenti ritieni necessario maggiore aggiornamento professionale?	Campo di testo libero (Risposta aperta)
	26	Quale denominazione professionale ritieni più appropriata per il tuo ruolo?	Campo di testo libero (Risposta aperta)

Tabella 5. *Survey ultimata.*

In via preliminare, il questionario include una breve informativa sulla privacy, elemento indispensabile per la gestione dei dati personali e per assicurare la tutela

dei diritti dei compilatori. Successivamente, il corpo principale della survey è stato suddiviso in sei sezioni tematiche di indagine, concepite per analizzare nel dettaglio i numerosi aspetti che caratterizzano il ruolo del TSRM in ambito dosimetrico.

La prima sezione (item 1-6), intitolata *"Profilo socio-professionale"*, delinea le caratteristiche demografiche e il background formativo e lavorativo degli intervistati, indagando la fascia di età, la provenienza geografica, il contesto sanitario, gli anni di esperienza, il titolo professionale e i percorsi formativi specifici. A seguire, la sezione sull'"*Organizzazione del servizio"* (item 7-11) analizza il contesto strutturale e tecnologico, valutando la dotazione strumentale, il riconoscimento formale del ruolo, i TPS utilizzati e la disponibilità di tecnologie avanzate. La terza sezione, denominata "*Competenze clinico-dosimetriche*" (item 12-16), esplora l'ambito delle competenze del TSRM addetto alla pianificazione e le mansioni operative svolte abitualmente, ponendo particolare attenzione al grado di coinvolgimento nel contornamento degli OAR e all'impatto dei software basati sull'Intelligenza Artificiale. Successivamente, la quarta sezione ("*Collaborazione interdisciplinare*", item 17-20) analizza le dinamiche relazionali e la collaborazione interdisciplinare, con l'obiettivo di quantificare la partecipazione alle decisioni cliniche, la percezione di valorizzazione del ruolo ed il rapporto lavorativo con il Fisico Medico. La quinta sezione, intitolata "*Autonomia professionale*" (item 21-22), ha l'obiettivo di misurare il livello di indipendenza percepita nelle fasi operative più complesse e il relativo riconoscimento aziendale. Infine, la sesta e ultima sezione (item 23-26) approfondisce la "*Formazione e lo sviluppo professionale"*, rilevando le preferenze formative e le necessità di aggiornamento costante per questa professione.

Un aspetto chiave da evidenziare è che tutte le sezioni della survey sono state sottoposte ad un processo di validazione di facciata, con l'unica eccezione della prima sezione dedicata al profilo socio-professionale. Tale scelta metodologica deriva dal fatto che questa sezione rileva unicamente informazioni anagrafiche e lavorative di natura oggettiva e descrittiva (es. età, anni di esperienza), le quali servono unicamente a caratterizzare il campione e non rientrano direttamente nell'obiettivo primario del presente studio.

5.4 Validazione di facciata

Per garantire l'efficacia dello strumento di indagine, il questionario è stato sottoposto a un processo di validazione di facciata (*face validity*). In ambito psicometrico e metodologico, la validazione di facciata rappresenta il grado in cui uno strumento di misura viene valutato come idoneo, coerente e pertinente agli obiettivi di ricerca[9]. Si tratta di un passaggio cruciale per accertare che gli item formulati siano chiari, privi di ambiguità terminologiche e appropriati.

È opportuno mettere in evidenza un'importante distinzione metodologica tra la validazione di facciata e una validazione completa a 360°. Quest'ultima prevede un percorso quantitativo e statistico molto più complesso, con lo scopo di dimostrare l'affidabilità e l'accuratezza dello strumento. Una validazione psicometrica completa richiede infatti la verifica di tre fattori fondamentali e complementari, quali: la validità di contenuto, la validità di criterio e la validità di costrutto.

Nel contesto del presente lavoro di tesi, l'esecuzione di una validazione a 360° non è risultata praticabile, principalmente a causa dei vincoli temporali stringenti unita ai limiti derivanti dalla eterogeneità degli item e delle rispettive opzioni di risposta.

La validazione statistica avrebbe richiesto, infatti, diversi mesi di lavoro aggiuntivo, dilatando i tempi di ricerca e posticipando la raccolta dei dati effettivi. Nonostante ciò, è stato ritenuto fondamentale avviare un processo di validazione di facciata per escludere la presenza di domande ambigue, ridondanti o non del tutto aderenti alle nostre finalità di ricerca.

5.4.1 Struttura del modulo

Al fine di garantire la massima coerenza metodologica, il modulo finalizzato alla validazione di facciata è stato sviluppato sulla medesima piattaforma utilizzata per la realizzazione della survey in questione; a tale scopo si è optato per l'utilizzo dell'applicativo Microsoft Forms.

Il modulo, presente nell'"*Allegato 4"*, è stato suddiviso in due principali sezioni: nella prima sezione il compilatore è chiamato a valutare ogni item (per un totale di 20) e le rispettive risposte in base ai criteri di *chiarezza* (da 1=*per nulla chiaro*, a 4=*molto*

[9] Anastasi, A., & Urbina, S. (1997). *Pyschological testing* (7ª ed.). Prentice Hall.

chiaro) e *rilevanza* (da 1=*per nulla rilevante*, a 4=*molto rilevante*), con l'ausilio di una scala Likert a 4 punti.
È stato inoltre predisposto uno spazio libero sotto ogni quesito, con lo scopo di inserire suggerimenti di miglioramento.
Nella seconda sezione viene richiesta una valutazione globale del questionario, attraverso ulteriori quattro item, e il compilatore è invitato a segnalare qualora vi fossero item ridondanti, superflui o poco attinenti. Nello specifico, le domande inserite per la valutazione generale sono le seguenti:

1. *"Sono presenti items ambigui o poco specifici? Se sì, quali?" Risposta aperta;*
2. *"Ci sono aspetti importanti che non sono stati presi in considerazione in questa survey? Se sì, quali?" Risposta aperta;*
3. *"Sono presenti items ridondanti o non necessari? Se sì, quali?" Risposta aperta;*
4. *"In generale, come valuteresti questa survey?" Risposte: Scadente, Sufficiente, Buona, Ottima.*

5.4.2 Scelta del panel di esperti

La composizione del panel di esperti è derivata da un'accurata selezione, rivolta alle figure di maggior rilievo e competenza operanti nel contesto nazionale. Sono stati quindi selezionati 15 professionisti del settore, provenienti da molteplici realtà italiane. L'intento è stato quello di coinvolgere sia professionisti quotidianamente impegnati nell'attività clinica presso le U.O. di radioterapia, i quali risultano in 7 professionisti, sia figure di riferimento operanti in ambito accademico, ossia 8 esperti.

Gli esperti sono stati individuati seguendo principalmente due requisiti di inclusione fondamentali:

- una maturata esperienza professionale nel settore di almeno tre anni;
- l'esercizio corrente di almeno una delle attività specialistiche tra dosimetria, radioterapia e contouring.

Il panel degli esperti coinvolti unisce specialisti che provengono da differenti realtà presenti sul territorio nazionale, in particolare provenienti dalle regioni centrali e settentrionali d'Italia; tra le realtà incluse si segnalano ad esempio lo CNAO di Pavia,

il Centro di Protonterapia di Trento e l'IRCCS Policlinico Gemelli di Roma. La marcata eterogeneità dei compilatori risponde all’obiettivo di analizzare il punto di vista di professionisti inseriti in contesti lavorativi diversificati e caratterizzati da background differenti.

5.4.3 Tempi e modalità di somministrazione

In data 02 luglio 2026, il modulo dedicato alla validazione di facciata è stato somministrato tramite e-mail istituzionale ai professionisti selezionati.

Al fine di garantire un margine temporale adeguato e agevolare la compilazione del questionario, il termine ultimo per la sottomissione è stato fissato al 19 luglio 2026.

6. Risultati

6.1 Panoramica generale sulla validazione di facciata

La valutazione di facciata del questionario ha riguardato due dimensioni fondamentali per ciascun item: la *chiarezza* della formulazione e la *rilevanza* del tema trattato rispetto agli obiettivi di ricerca, entrambe misurate su una scala Likert da 1 a 4, come descritto nel precedente capitolo.

Lo strumento ha registrato la partecipazione attiva e completa di 11 valutatori su 15 coinvolti (pari ad un tasso di risposta del 73,3%). Tale riscontro non inficia in alcun modo la tenuta metodologica né l'efficacia del processo: la letteratura di riferimento in ambito psicometrico e di validazione degli strumenti indica infatti come ottimale un panel composto da un minimo di 5 ad un massimo di 10 esperti per garantire l'oggettività della valutazione e superare eventuali distorsioni soggettive.[10] L'eterogeneità delle competenze coinvolte e la significatività dei feedback raccolti hanno quindi assicurato una disamina critica approfondita, consentendo di perfezionare e validare a tutti gli effetti la survey rispetto alle dimensioni proposte.

Nel complesso, i dati raccolti mostrano un elevato grado di apprezzamento dello strumento (Figura 1), nello specifico:

- nel 90% dei casi, gli esperti hanno attribuito ai singoli quesiti un punteggio sulla chiarezza pari a 3 o 4 (corrispondenti a "*abbastanza chiaro*" o "*molto chiaro*"), confermando che la struttura sintattica e concettuale del questionario risulta ben comprensibile;
- nel 94% dei casi, gli item hanno ottenuto un punteggio sulla rilevanza pari a 3 o 4 (corrispondenti a "*abbastanza rilevante*" o "*molto rilevante*"), a dimostrazione del fatto che le tematiche affrontate rispecchiano fedelmente gli ambiti operativi e le reali criticità del TSRM in contesto dosimetrico.

[10] Lynn M. R. (1986). Determination and quantification of content validity. *Nursing research*, *35*(6), 382–385. Lynn M. R. (1986).

Per quanto concerne la valutazione globale del questionario, l'80% dei professionisti selezionati ha giudicato la survey complessivamente tra "Buona" (60%) e "Ottima" (20%), mentre il restante 20% l'ha valutata "Sufficiente".

Nessun esperto ha espresso un giudizio negativo o insufficiente.

Tutti i grafici presenti in questo capitolo e all'interno dell'"*Allegato 5*" sono stati elaborati mediante il supporto del modello generativo Google Gemini Pro, sulla base dei dati raccolti e verificati dall'autore.

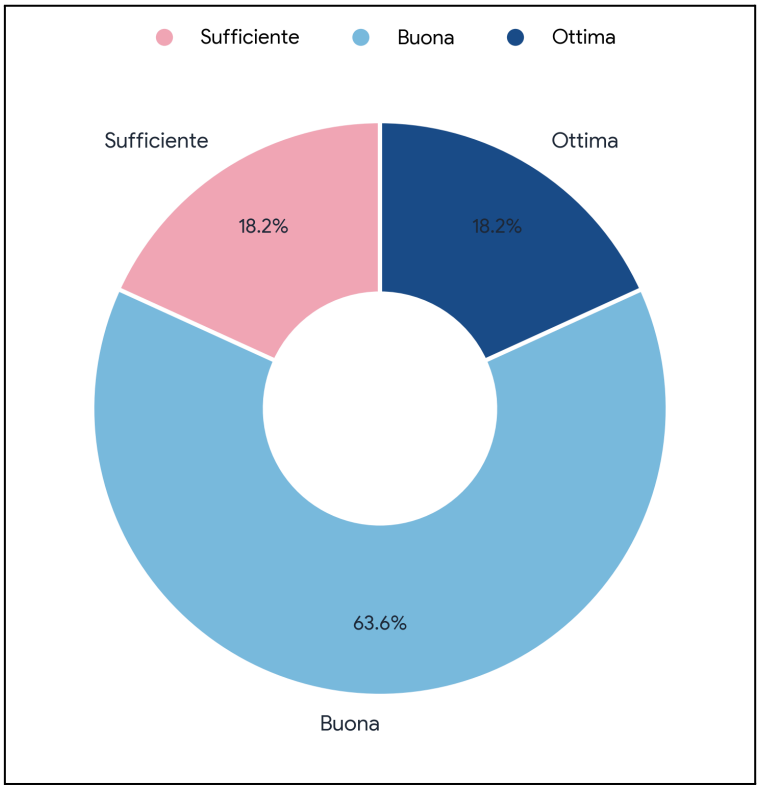


Figura 1. *Valutazione generale della survey. "In generale, come valuteresti questa survey?" Risposte: Scadente, Sufficiente, Buona, Ottima*

6.2 Analisi critica degli item

Di seguito viene presentata l'analisi dettagliata di ciascun quesito nell'ordine esatto in cui è stato proposto al panel di esperti (da Item 1 a Item 20). Per ogni quesito vengono evidenziati i livelli, espressi in percentuale, di chiarezza e rilevanza, e le principali osservazioni emerse. Si evidenzia che la percentuale pari al 100% è riferita ad item con punteggio di chiarezza e rilevanza pari a 3 e 4.

Item 1 – *“Quanti acceleratori lineari vengono utilizzati nella tua struttura?” Risposte: 1, 2, 3-5, >5.*

Questo item ha ottenuto un punteggio di chiarezza del 90% e una rilevanza del 80%. Gli esperti hanno suggerito di specificare che il conteggio debba riferirsi alle sole macchine clinicamente operative, prevedendo opzioni dedicate per apparecchiature avanzate o speciali quali MR-Linac, Tomotherapy, Cyberknife, Sincrotrone o Brachiterapia.

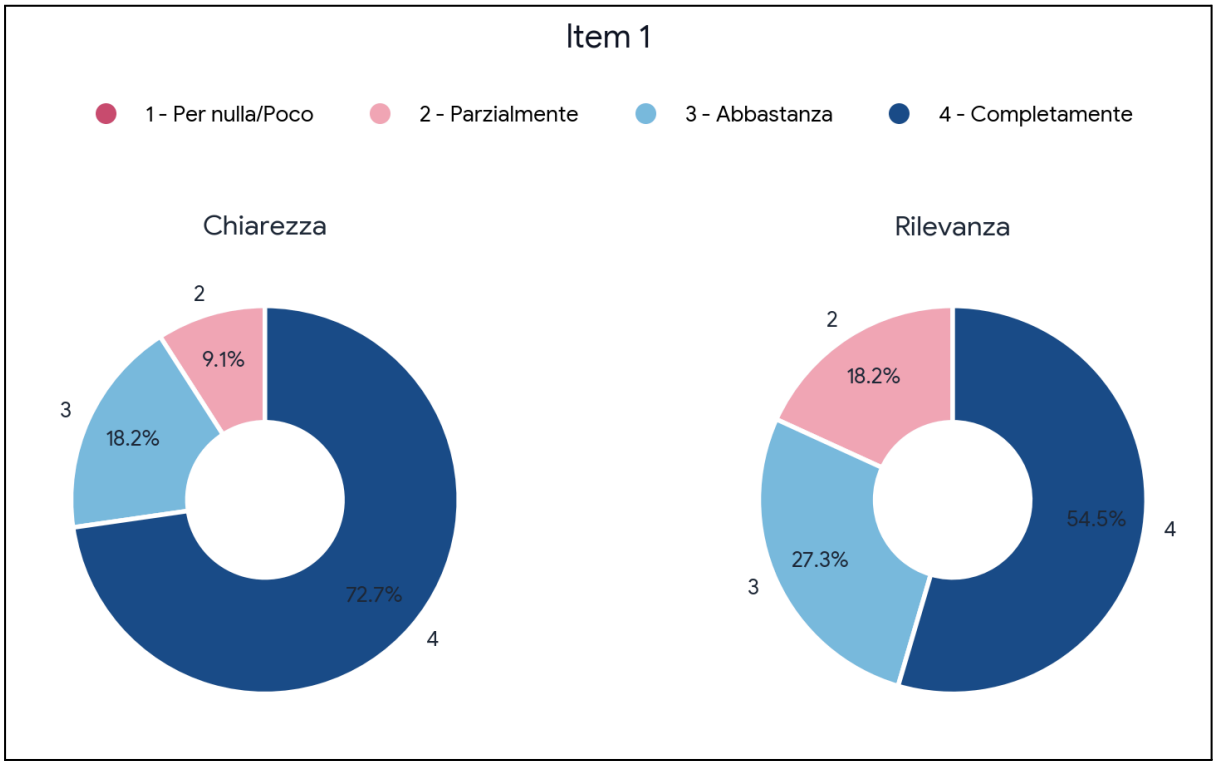


Figura 2. *Grafici di risposta item 1. “Quanti acceleratori lineari vengono utilizzati nella tua struttura?” Risposte: 1, 2, 3-5, >5.*

Item 2 – *“Quanti dosimetristi dedicati sono presenti nella tua struttura?” Risposte: 0, 1, 2-5, >5.*

L’item 2, pur riscuotendo una rilevanza del 100%, ha registrato la chiarezza più bassa dell’intero questionario, fermandosi al 60%.

La criticità risiede nella formulazione *“dosimetrista dedicato”*, figura che nell’ordinamento italiano non gode di un profilo formale autonomo; per ovviare a ciò, gli esperti hanno raccomandato di riformulare il quesito ancorandolo ad una quota precisa di orario lavorativo (es. 50%). Inoltre, è stato suggerito di specificare “TSRM dosimetrista”, in quanto in alcune strutture esistono altre tipologie di figure professionali, con una formazione differente, che si occupano di dosimetria.

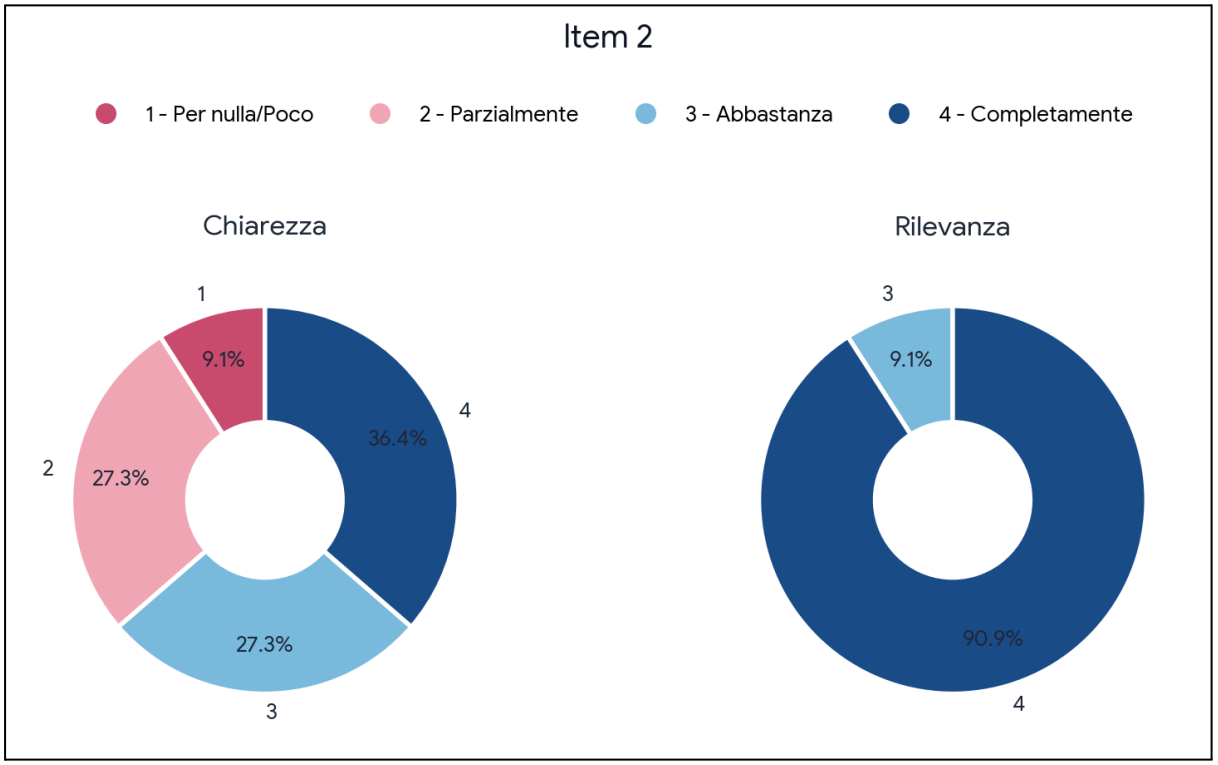


Figura 3. *Grafici di risposta item 2. “Quanti dosimetristi dedicati sono presenti nella tua struttura?” Risposte: 0, 1, 2-5, >5.*

Item 3 – *“Esiste una figura formalmente riconosciuta di “dosimetrista” nella tua struttura?” Risposte: Sì, No, Parzialmente.*

Questa domanda ha raggiunto il 90% di chiarezza e il 100% di rilevanza, evidenziando la necessità di declinare il termine “formale” attraverso opzioni di risposta concrete e misurabili quali, ad esempio, l’inserimento esplicito nell’organigramma o funzionigramma aziendale, la presenza di una job description o l’attribuzione formale di Incarichi di Funzione Professionale o di Elevata Qualificazione.

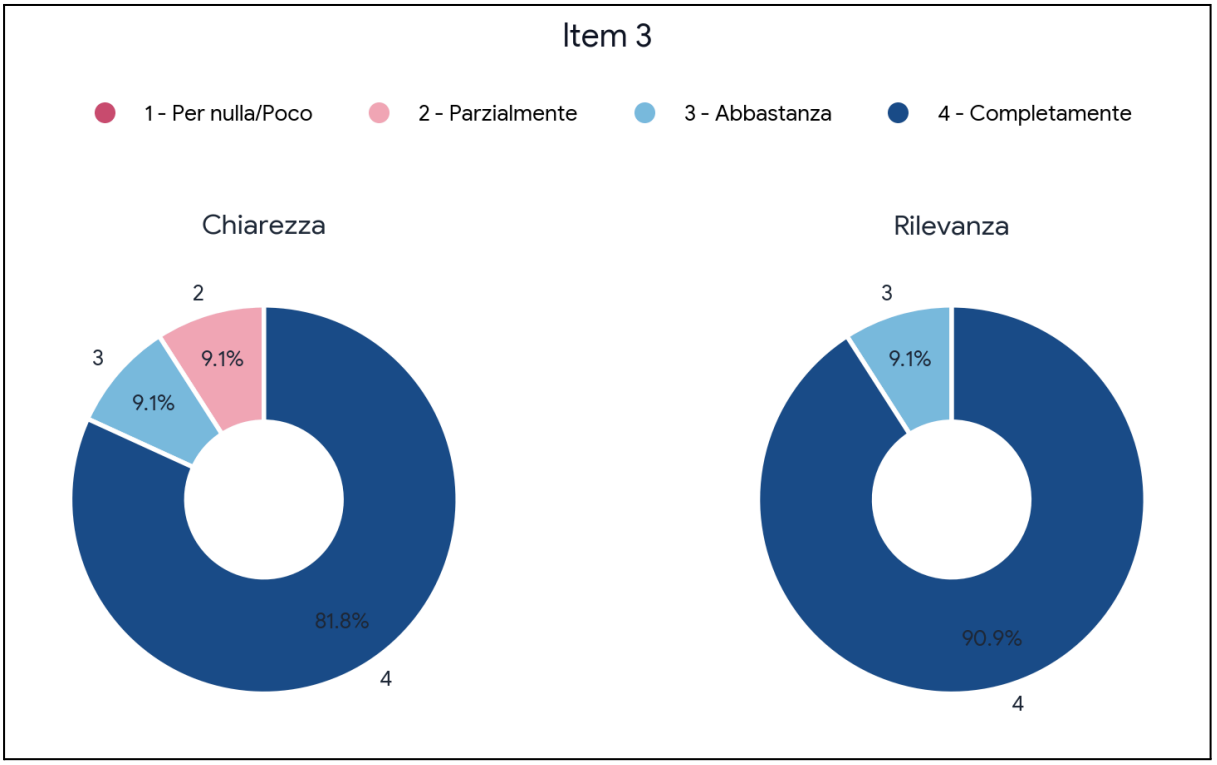


Figura 4. *Grafici di risposta item 3. “Esiste una figura formalmente riconosciuta di “dosimetrista” nella tua struttura?” Risposte: Sì, No, Parzialmente.*

Item 4 – *“Quali TPS utilizzi regolarmente?” Risposte (possibile selezione multipla): Eclipse, Monaco, Raystation, Pinnacle, Ethos, Elements, Altro.*

L’item 4, relativo alla tipologia di Treatment Planning System (TPS) in uso, è stato valutato con il 100% di chiarezza e il 90% di rilevanza, rivelandosi un quesito ben recepito ed essenziale per contestualizzare il livello tecnologico dell’U.O. in questione.

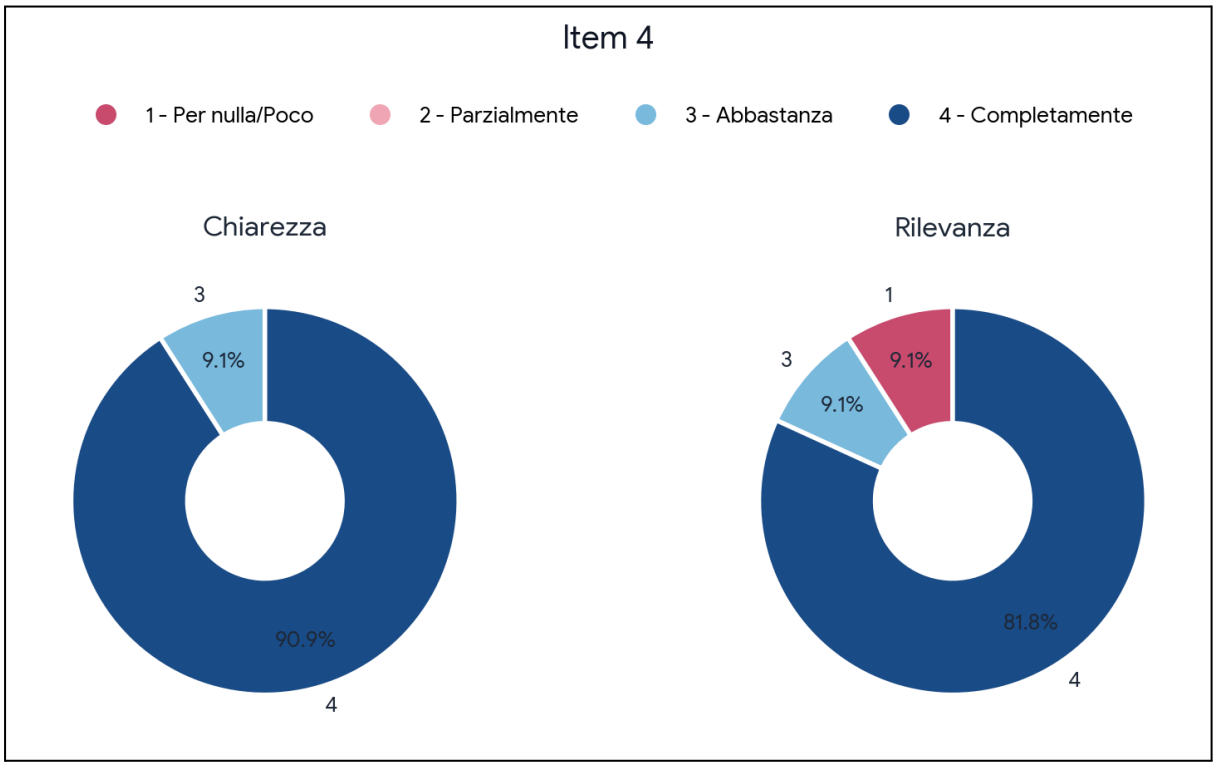


Figura 5. *Grafici di risposta item 4. “Quali TPS utilizzi regolarmente?” Risposte (possibile selezione multipla): Eclipse, Monaco, Raystation, Pinnacle, Ethos, Elements, Altro.*

Item 5 – *“Quali tecnologie avanzate sono disponibili nella tua struttura?” Risposte (selezione multipla): IMRT, VMAT, SBRT/SRS, Adaptive RT, Protonterapia, Brachiterapia, SGRT, MRI-guided RT, PET-CT, Gating/Tracking.*

Il quesito numero 5, dedicato alle tecniche di trattamento utilizzate, ha riportato l’80% di chiarezza e il 100% di rilevanza; in questo caso, la raccomandazione principale è stata quella di disaggregare le modalità di erogazione del fascio (ad esempio, IMRT, VMAT, SBRT) dai sistemi di guida per immagini e gestione del movimento (ad esempio, IGRT, SGRT, DIBH).

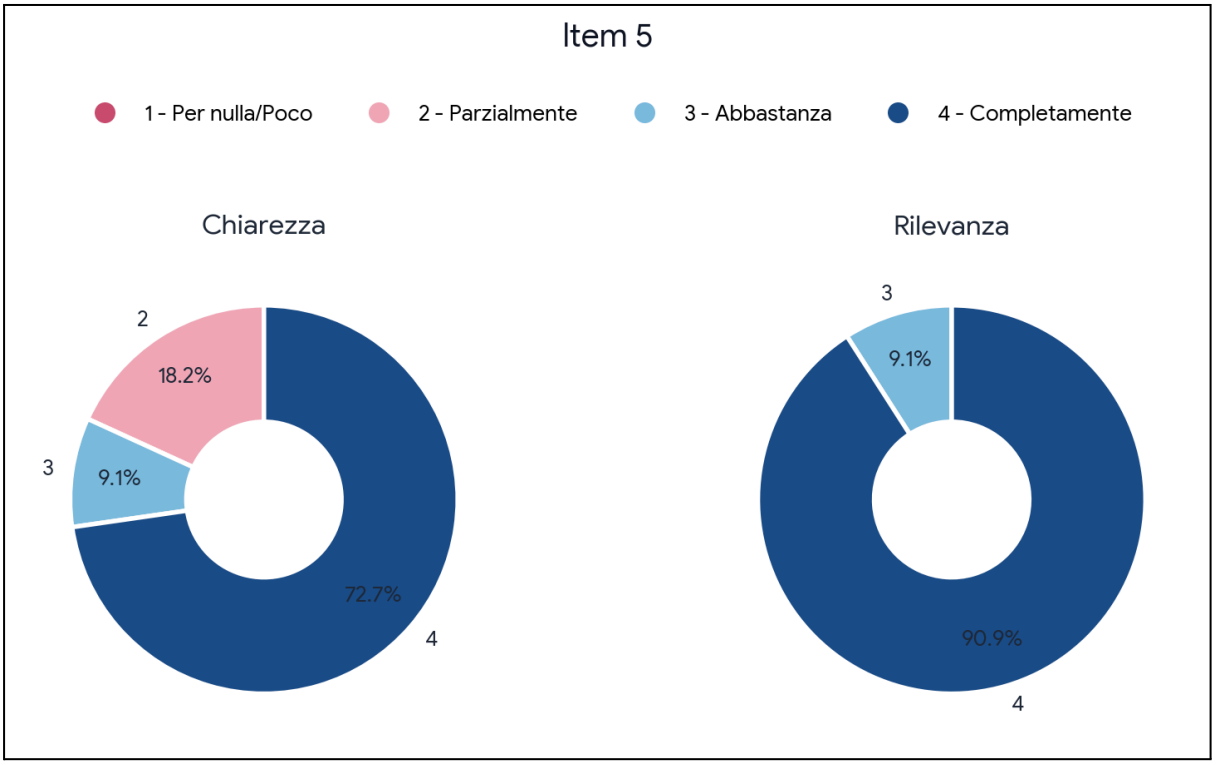


Figura 6. *Grafici di risposta item 5. “Quali tecnologie avanzate sono disponibili nella tua struttura?” Risposte (selezione multipla): IMRT, VMAT, SBRT/SRS, Adaptive RT, Protonterapia, Brachiterapia, SGRT, MRI-guided RT, PET-CT, Gating/Tracking.*

Item 6 – *"Quali attività svolgi abitualmente?" Risposte: Pianificazione IMRT/VMAT, QA paziente-specifico, Dosimetria in vivo, Brachiterapia, Adaptive RT, Contornamento OAR, Revisione DVH, SGRT (Scala Likert applicata: 1 Mai / 2 Occasionalmente / 3 Frequentemente / 4 Quotidianamente).*

Proseguendo con l'item 6, si sono avuti valori pari all'80% di chiarezza e 100% di rilevanza, con il suggerimento di strutturare le opzioni di risposta sotto forma di tabella a matrice, con ogni attività su una riga e la frequenza sulle colonne per esempio, e di fare riferimento ad una finestra temporale ben definita. Tuttavia, l'analisi di questo dato deve tener conto di un bias di misurazione legato al mezzo utilizzato per la validazione: la survey originale prevedeva già, infatti, una struttura a matrice, ma le limitazioni grafiche dell'applicativo Microsoft Forms non hanno consentito di mostrare visivamente l'item nella sua reale configurazione a tabella. Questo vincolo tecnico ha indotto alcuni esperti a percepire una mancanza di strutturazione che nella survey originale era in realtà già presente.

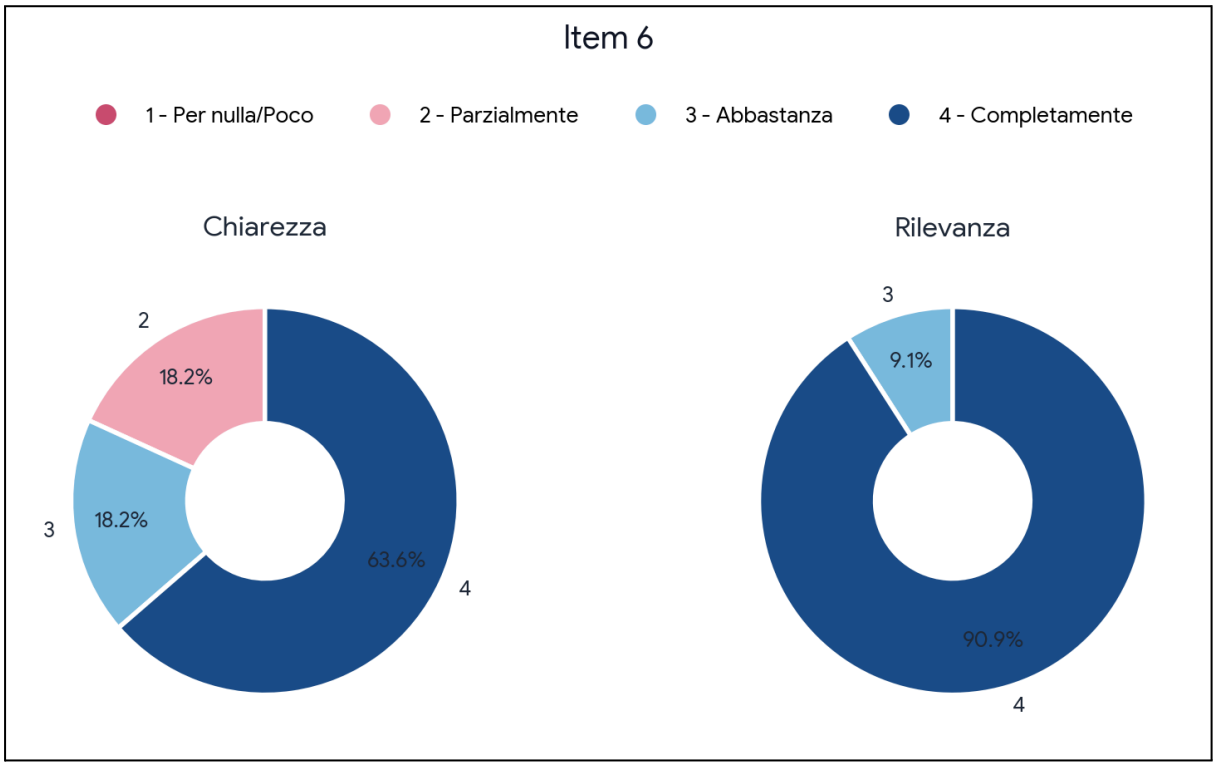


Figura 7. *Grafici di risposta item 6. "Quali attività svolgi abitualmente?" Risposte: Pianificazione IMRT/VMAT, QA paziente-specifico, Dosimetria in vivo, Brachiterapia, Adaptive RT, Contornamento OAR, Revisione DVH, SGRT (Scala Likert applicata: 1 Mai / 2 Occasionalmente / 3 Frequentemente / 4 Quotidianamente).*

Item 7 – *"Qual è il tuo livello di coinvolgimento nel contornamento degli OAR?" Risposte: Nessun coinvolgimento, Supporto tecnico, Contornamento preliminare, Contornamento autonomo revisionato, Contornamento autonomo validato.*

L'item 7, focalizzato sulla delineazione degli Organi a Rischio, ha raccolto il massimo consenso con il 100% sia per la chiarezza, sia per la rilevanza. La struttura a scala graduata già adottata nel quesito originario è stata pienamente approvata dai revisori, i quali hanno fornito solo piccoli suggerimenti volti a perfezionare le opzioni di risposta. Sono state infatti proposte alcune opzioni, ad esempio: "*Non partecipo; Supporto tecnico senza delineazione; Eseguo una delineazione preliminare; Delineo autonomamente con revisione obbligatoria; Delineo autonomamente secondo procedure definite, con validazione clinica finale*".

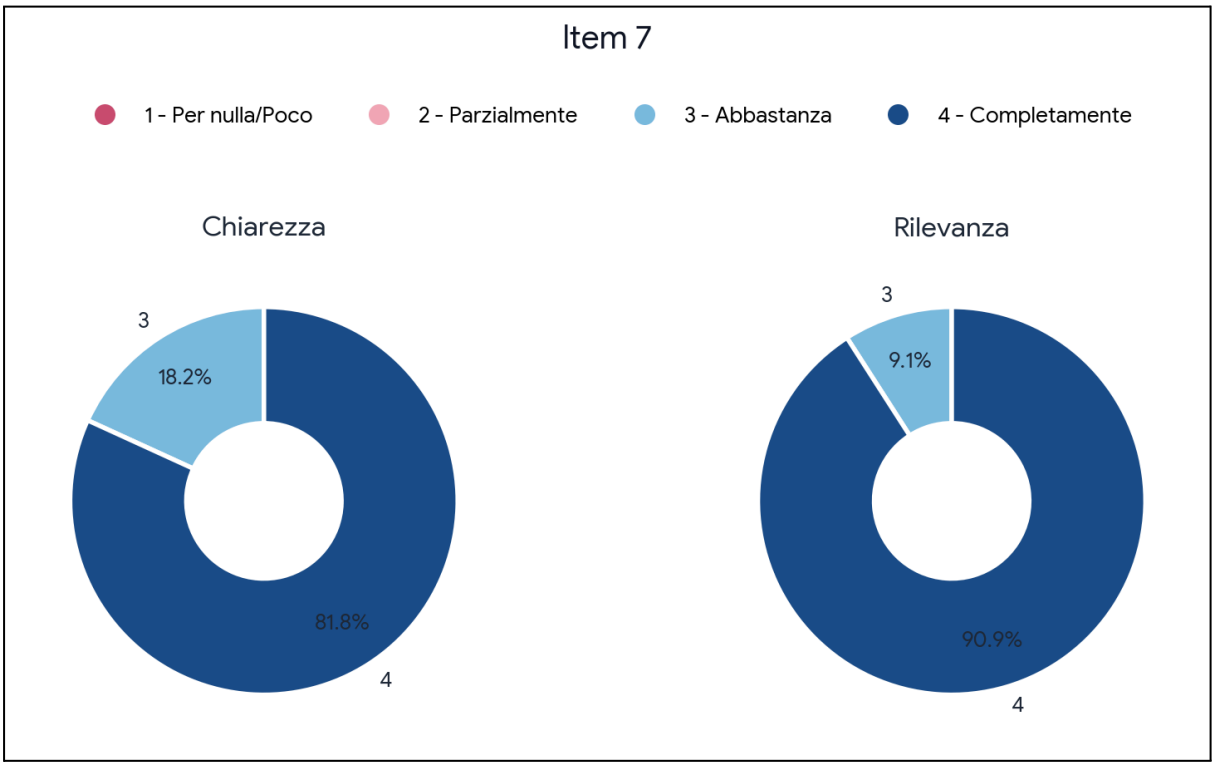


Figura 8. *Grafici di risposta item 7. "Qual è il tuo livello di coinvolgimento nel contornamento degli OAR?" Risposte: Nessun coinvolgimento, Supporto tecnico, Contornamento preliminare, Contornamento autonomo revisionato, Contornamento autonomo validato.*

Item 8 – *“Utilizzi software di autocontornamento basati su AI?” Risposte: Mai, Raramente, Talvolta, Spesso, Sempre.*

Anche l’item 8, riguardante l’impiego di strumenti di autocontouring basati sull’Intelligenza Artificiale, ha raggiunto il 100% di approvazione su entrambe le dimensioni, dimostrandosi un quesito ideale e privo di criticità.

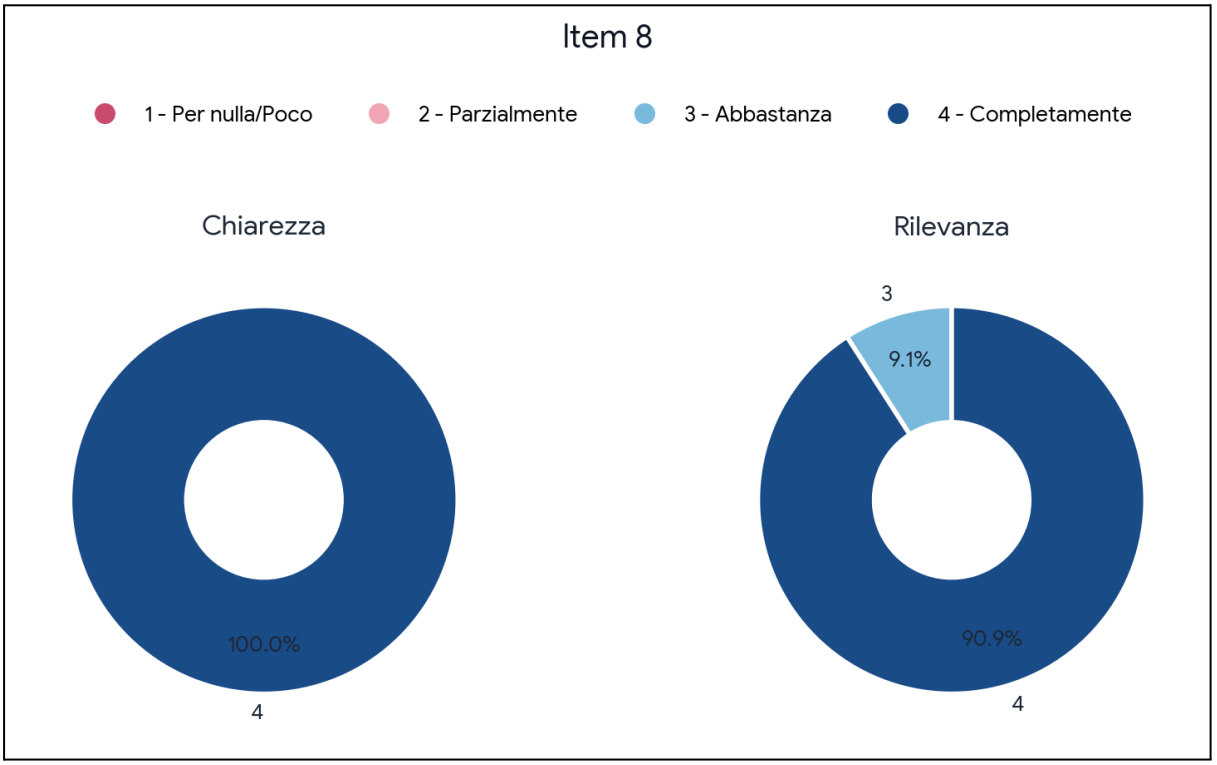


Figura 9. *Grafici di risposta item 8. “Utilizzi software di autocontornamento basati su AI?” Risposte: Mai, Raramente, Talvolta, Spesso, Sempre.*

Item 9 – *“Quanto ritieni affidabili i sistemi AI di autocontouring?” Risposte: Per nulla affidabili, Poco affidabili, Moderatamente affidabili, Molto affidabili, Estremamente affidabili.*

Questo item ha ottenuto il 90% di chiarezza ma ha registrato una flessione nella rilevanza, attestatasi all’80%. Questo calo è dovuto al fatto che la validazione tecnica dell’algoritmo spesso compete ad altre figure, tra cui quella del Fisico Medico, motivo per cui i professionisti consigliano di riorientare la domanda sull’impatto pratico e sui tempi di revisione manuale a carico del TSRM.

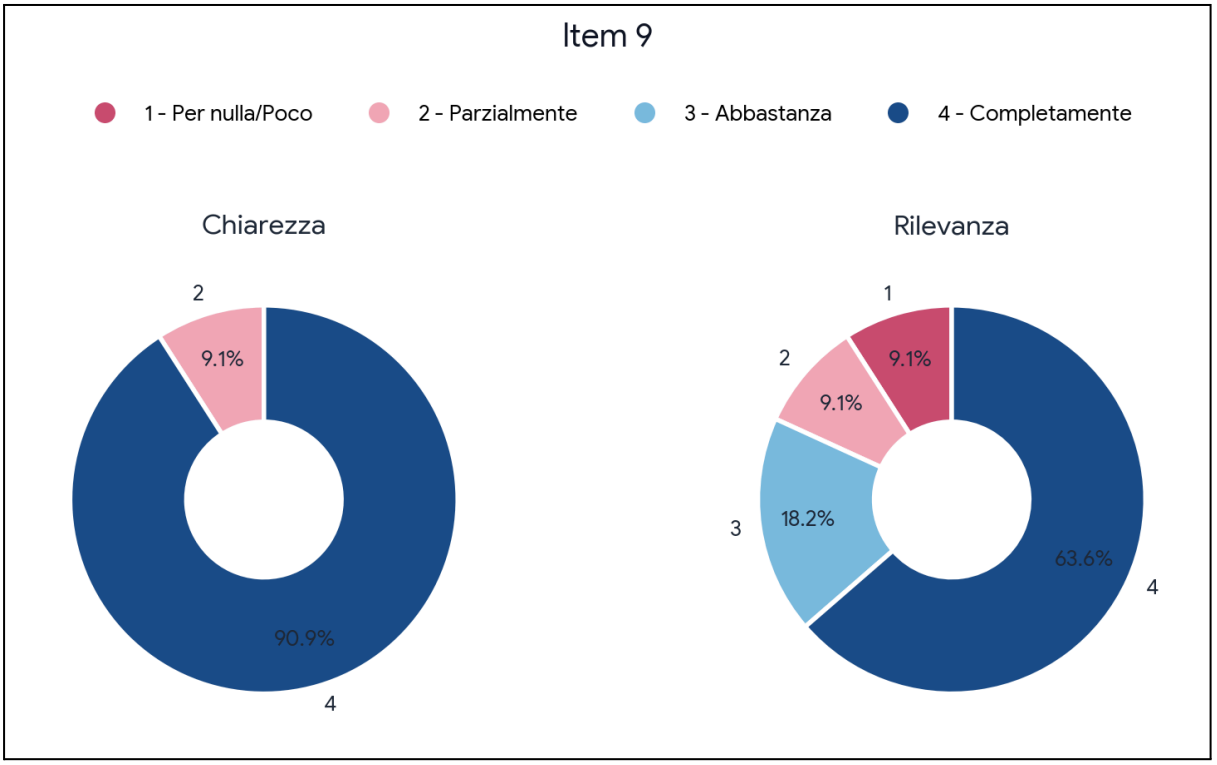


Figura 10. *Grafici di risposta item 9. “Quanto ritieni affidabili i sistemi AI di autocontouring?” Risposte: Per nulla affidabili, Poco affidabili, Moderatamente affidabili, Molto affidabili, Estremamente affidabili.*

Item 10 – *“L’utilizzo dell’AI ha modificato il tuo ruolo professionale?” Risposte: Sì, ha ridotto il mio carico lavorativo, No, il mio ruolo è rimasto invariato, Non è ancora valutabile, Sì, ha aumentato il mio carico lavorativo, Sì, ha contribuito all'evoluzione del mio ruolo.*

L’item 10 ha riportato il 70% di chiarezza e il 100% di rilevanza, con la raccomandazione di valutare separatamente i parametri di lavoro che possono subire modifiche, dettate dall’introduzione dell’AI, come: tempi necessari allo svolgimento delle attività, autonomia e responsabilità, suggerendo così una più netta distinzione tra competenze professionali e carico di lavoro.

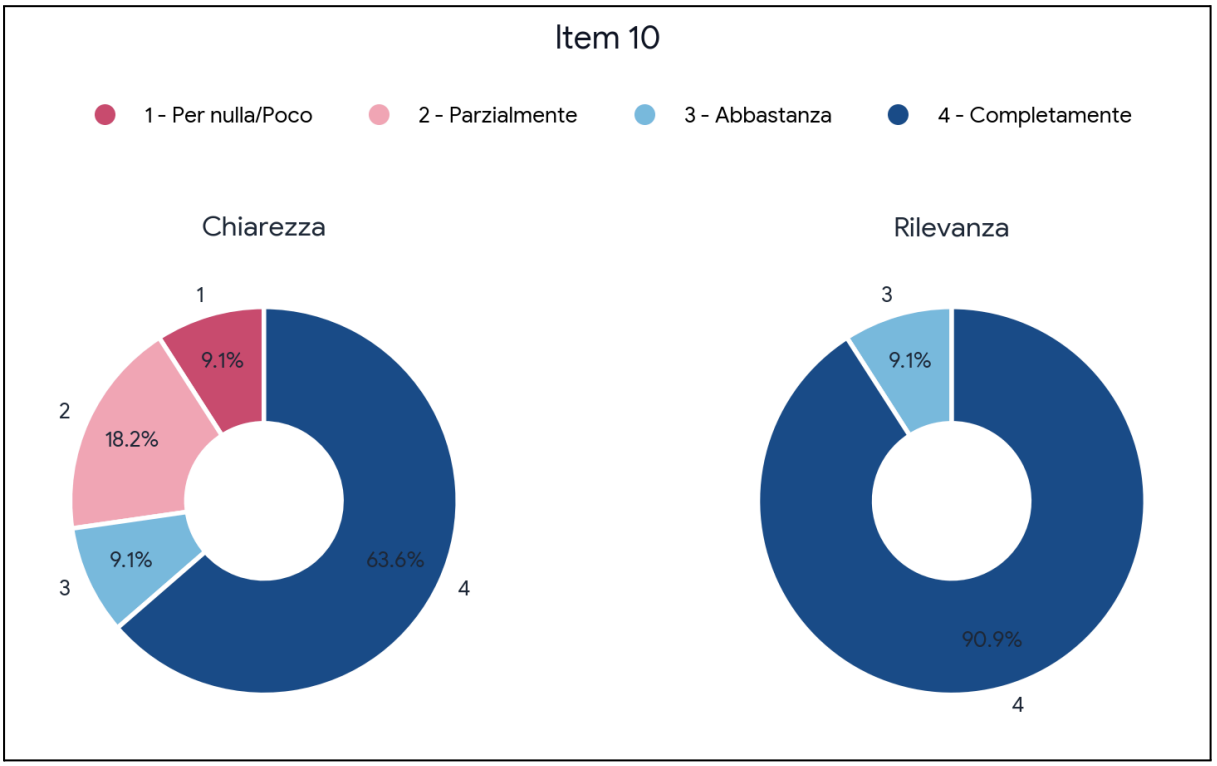


Figura 11. *Grafici di risposta item 10. “L’utilizzo dell’AI ha modificato il tuo ruolo professionale?” Risposte: Sì, ha ridotto il mio carico lavorativo, No, il mio ruolo è rimasto invariato, Non è ancora valutabile, Sì, ha aumentato il mio carico lavorativo, Sì, ha contribuito all'evoluzione del mio ruolo.*

Item 11 – *“Come definiresti la collaborazione con il Fisico Medico?” Risposte: Gerarchica, Collaborativa, Integrata, Supervisiva, Altro.*

Il quesito numero 11 ha registrato il 90% di chiarezza e il 100% di rilevanza, risultando uno dei nodi centrali dello studio. Ciononostante, sono state suggerite molteplici opzioni di risposta alternative, ad esempio sostituire “*gerarchica*” con “*piramidale*”, ed anche la possibilità di standardizzare le risposte tramite una scala numerata, per esempio indicando da 1 a 5 il livello di subordinazione/collaborazione con il Fisico Medico.

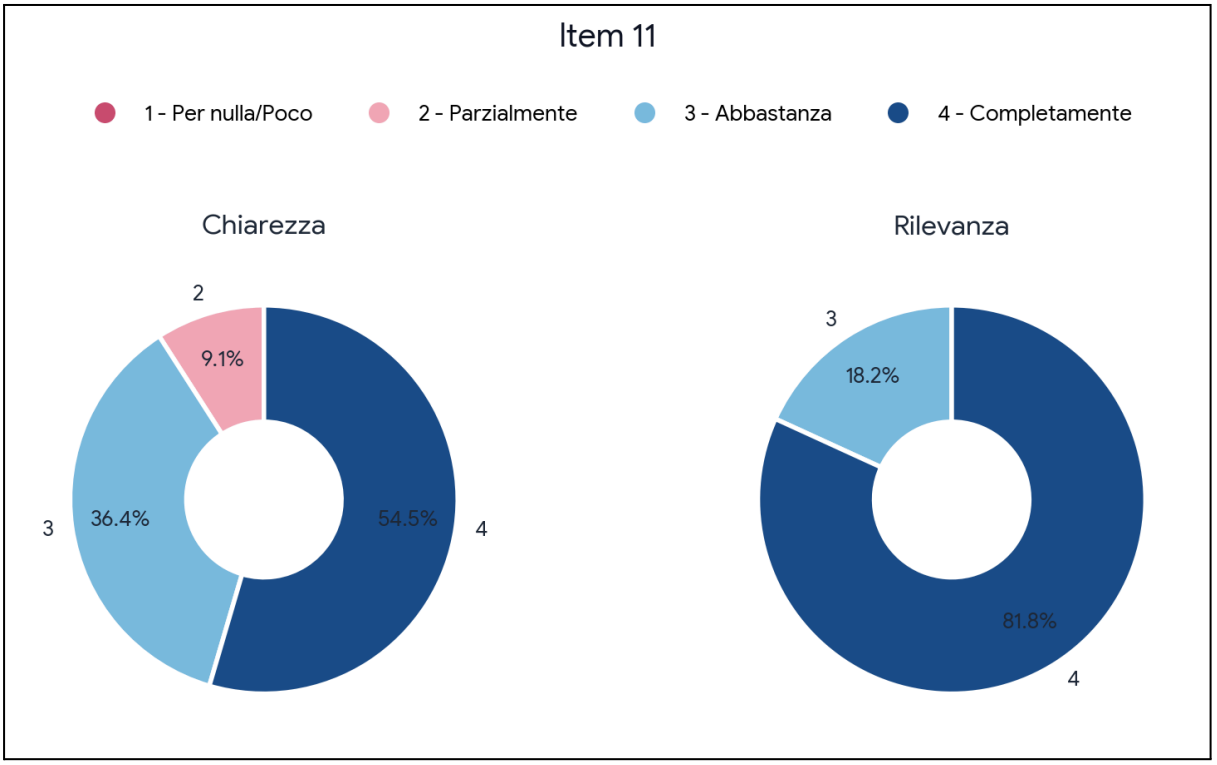


Figura 12. *Grafici di risposta item 11. “Come definiresti la collaborazione con il Fisico Medico?” Risposte: Gerarchica, Collaborativa, Integrata, Supervisiva, Altro.*

Item 12 – *“Quanto ritieni valorizzato il tuo contributo professionale nel team multidisciplinare?” Risposte: Per nulla valorizzato, Poco valorizzato, Moderatamente valorizzato, Molto valorizzato, Estremamente valorizzato.*

L’item 12 ha ottenuto 90% di chiarezza e 100% di rilevanza, con la richiesta di riformulare in maniera più dettagliata la domanda, ad esempio chiedendo di descrivere la collaborazione tra il TSRM e il Fisico Medico su una scala di subordinazione/collaborazione da 1 a 5, e anche di chiarire, di conseguenza, se per *valorizzazione* si intende il riconoscimento professionale o di natura economico-contrattuale.

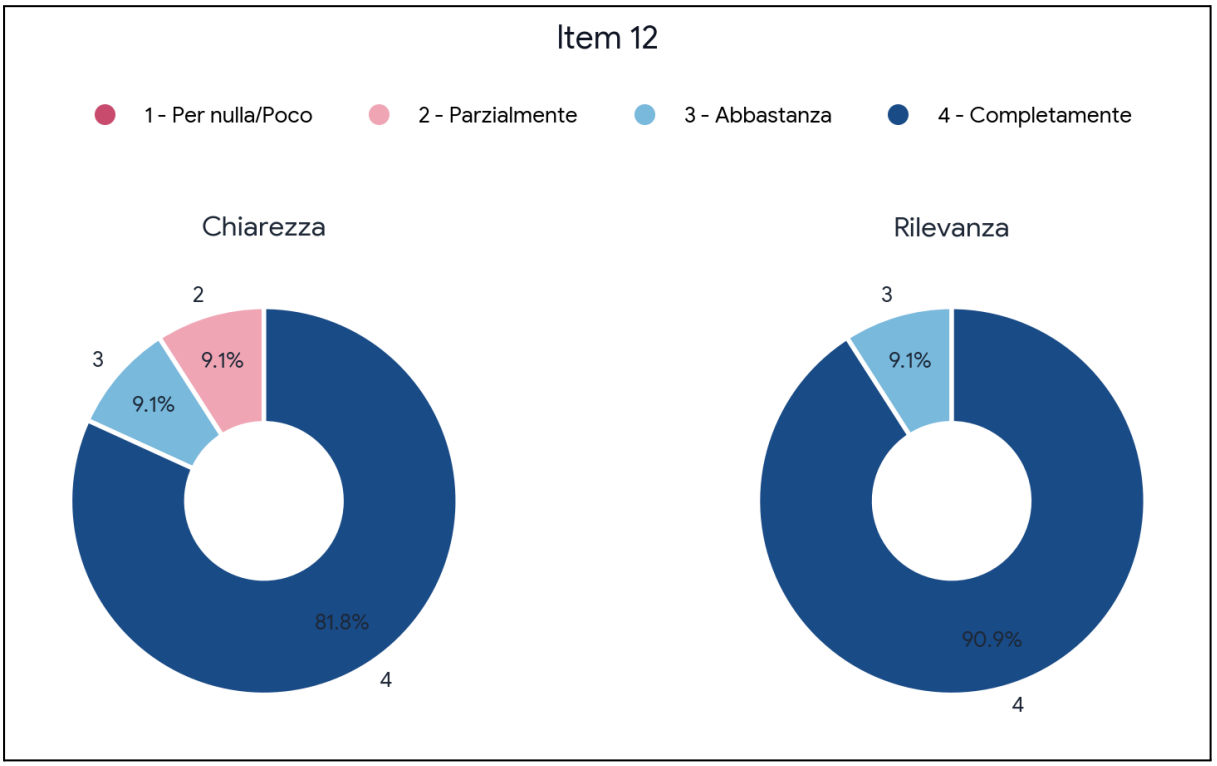


Figura 13. *Grafici di risposta item 12. “Quanto ritieni valorizzato il tuo contributo professionale nel team multidisciplinare?” Risposte: Per nulla valorizzato, Poco valorizzato, Moderatamente valorizzato, Molto valorizzato, Estremamente valorizzato.*

Item 13 – *“Partecipi alle decisioni clinico-dosimetriche?” Risposte: Mai, Raramente, Talvolta, Spesso, Sempre.*

Anche in questo caso, l’item 13 è stato valutato in modo molto positivo raggiungendo il 90% di chiarezza e 100% di rilevanza. Tuttavia, è stato consigliato di renderlo più specifico andando ad indagare per esempio il grado e l’ambito specifico di coinvolgimento.

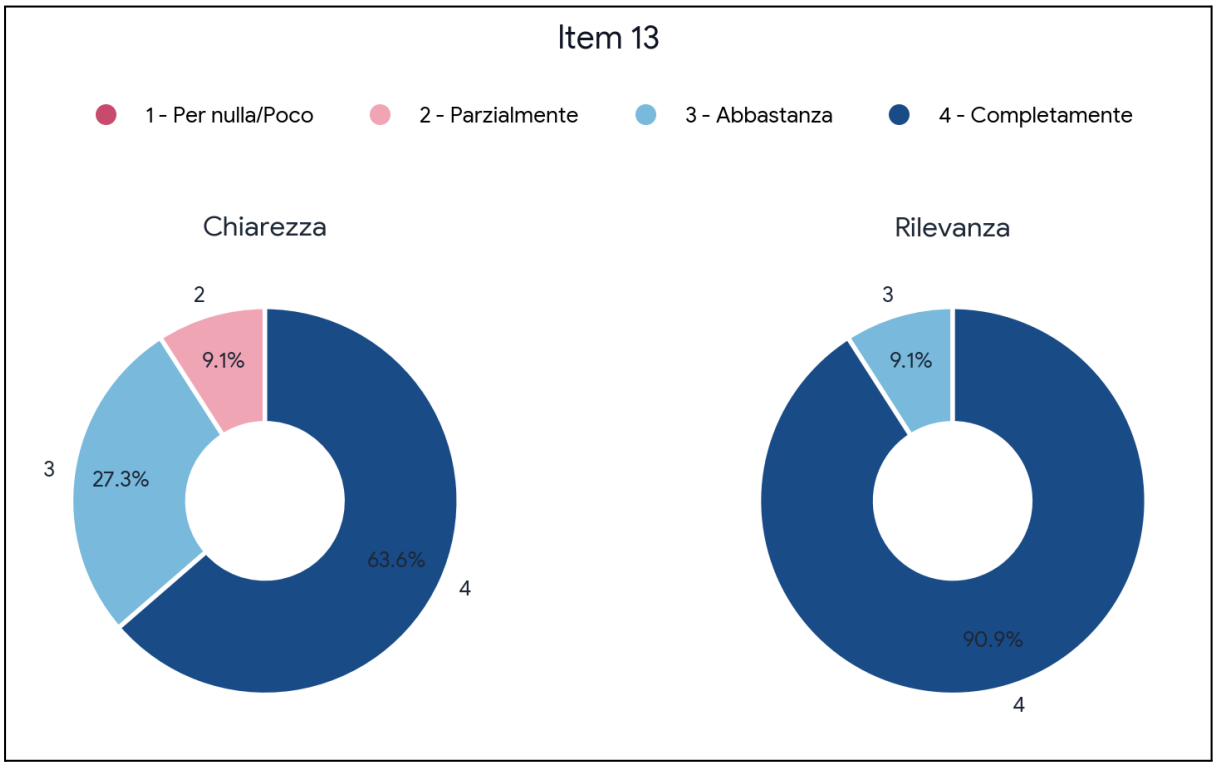


Figura 14. *Grafici di risposta item 13. “Partecipi alle decisioni clinico-dosimetriche?” Risposte: Mai, Raramente, Talvolta, Spesso, Sempre.*

Item 14 – *“Quanto ritieni efficace la comunicazione tra TSRM e Fisico Medico?” Risposte: Per nulla efficace, Poco efficace, Moderatamente efficace, Molto efficace, Estremamente efficace.*

Questo quesito ha ottenuto il massimo del punteggio in entrambe le dimensioni, dimostrando l’ottima formulazione e la rilevanza di questi aspetti relazionali e operativi.

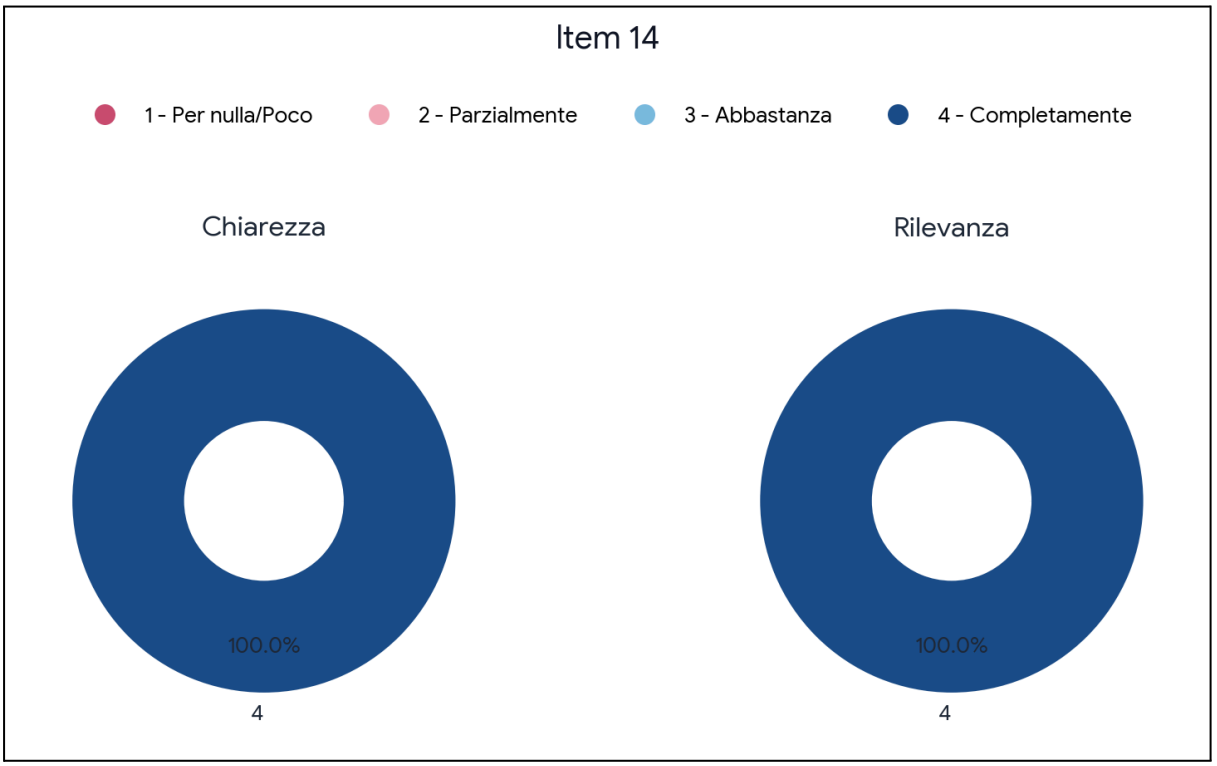


Figura 15. *Grafici di risposta item 14. “Quanto ritieni efficace la comunicazione tra TSRM e Fisico Medico?” Risposte: Per nulla efficace, Poco efficace, Moderatamente efficace, Molto efficace, Estremamente efficace.*

Item 15 – *“Quanto ti senti autonomo nelle seguenti attività?” Risposte: Ottimizzazione del piano, Beam arrangement, Definizione vincoli dosimetrici, Revisione DVH, Adaptive planning, QA clinico.*

L’item 15, indirizzato a misurare il livello di autonomia percepita nelle diverse fasi lavorative, ha evidenziato una criticità strutturale riportando il 70% di chiarezza e l’80% di rilevanza. Dall’analisi dei commenti è emerso che la valutazione negativa dei revisori è stata determinata da un bias dovuto ad un errore formale nella predisposizione del modulo di validazione: nella descrizione del quesito all’interno della piattaforma Microsoft Forms, sono state erroneamente riportate tra le opzioni di risposta solamente le attività lavorative e non la scala graduata dei livelli di indipendenza. Infatti, nella survey originale la risposta a questo item era strutturata secondo una scala Likert nella quale erano presenti in colonna le attività lavorative e in riga i livelli di autonomia, i quali corrispondono a *1=Per nulla autonomo*, *2=Poco autonomo*, *3=Moderatamente autonomo*, *4=Molto autonomo*, *5=Estremamente autonomo*. Questo errore di impostazione ha comprensibilmente disorientato gli esperti sulla modalità di compilazione; il riscontro fornito dal panel conferma pertanto la necessità di ripristinare la corrispondenza tra attività svolta e grado di autonomia.

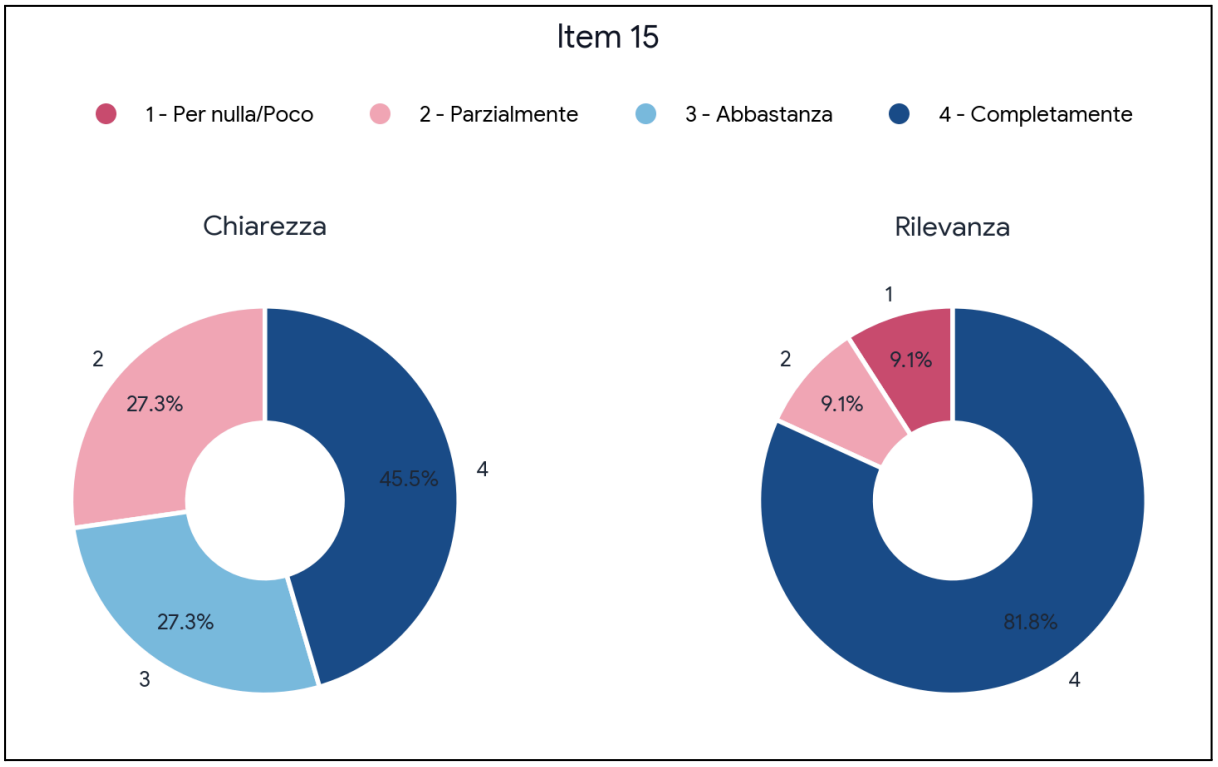


Figura 16. *Grafici di risposta tem 15. “Quanto ti senti autonomo nelle seguenti attività?” Risposte: Ottimizzazione del piano, Beam arrangement, Definizione vincoli dosimetrici, Revisione DVH, Adaptive planning, QA clinico.*

Item 16 – *“Ritieni che le competenze che eserciti siano formalmente riconosciute?” Risposte: Per nulla, Poco, Moderatamente, Molto, Completamente.*

Il quesito n°16 ha registrato l’80% sia in chiarezza che in rilevanza, suggerendo di precisare meglio la natura del riconoscimento, come ad esempio la presenza di documenti aziendali, procedure, job decription o incarichi formali.

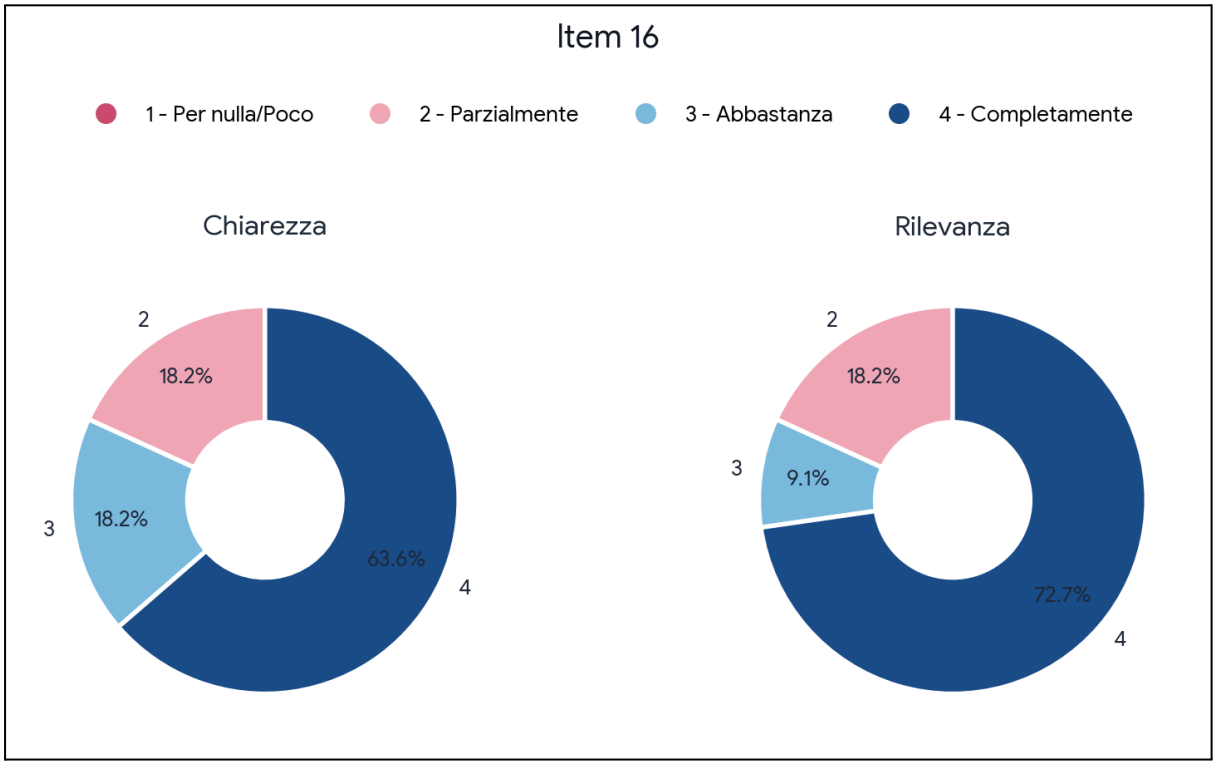


Figura 17. *Grafici di risposta item 16. “Ritieni che le competenze che eserciti siano formalmente riconosciute?” Risposte: Per nulla, Poco, Moderatamente, Molto, Completamente.*

Item 17 – *"Ritieni utile l'introduzione di un percorso formalizzato di Advanced Practice per il TSRM dosimetrist?" Risposte: Per nulla utile, Poco utile, Moderatamente utile, Molto utile, Estremamente utile.*

Questo item ha ottenuto il 90% di chiarezza e il 100% di rilevanza, con la richiesta di specificare e definire meglio il concetto di "Advanced Practice", come per esempio un Master di I livello o un corso di alta formazione specifico per il TSRM Dosimetrista.

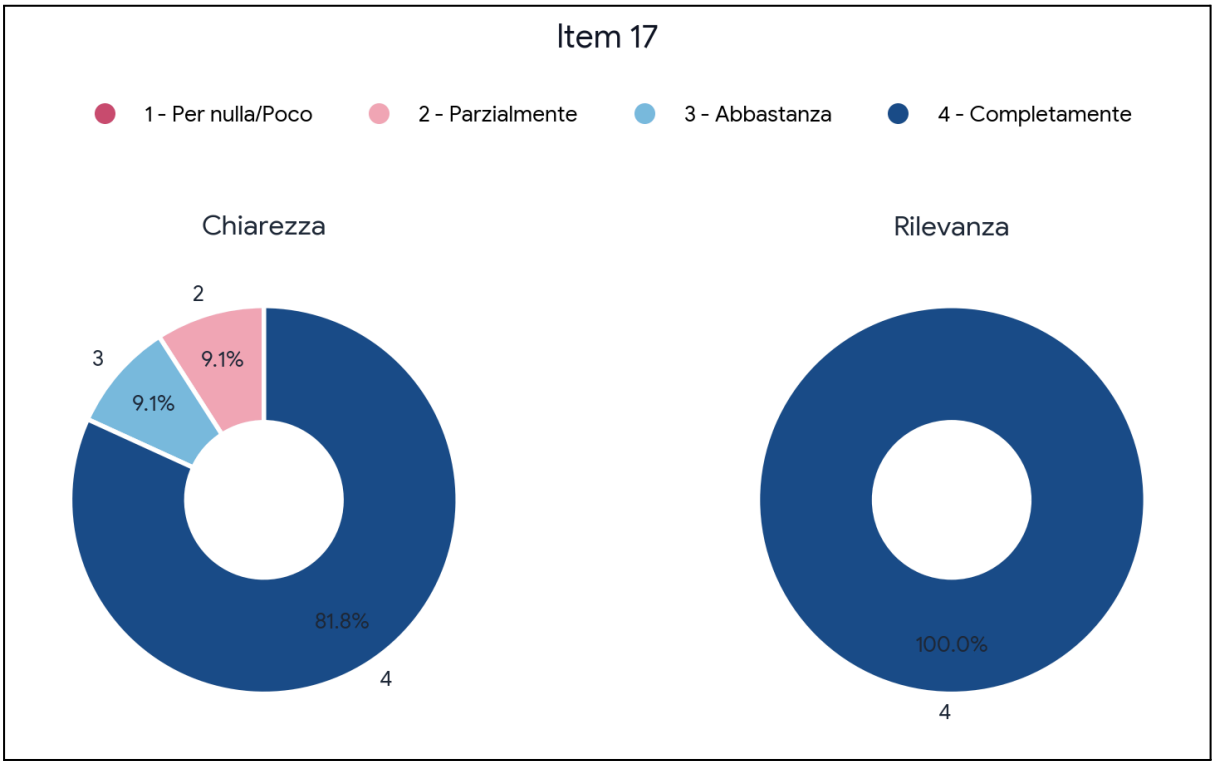


Figura 18. *Grafici di risposta item 17. "Ritieni utile l'introduzione di un percorso formalizzato di Advanced Practice per il TSRM dosimetrist?" Risposte: Per nulla utile, Poco utile, Moderatamente utile, Molto utile, Estremamente utile.*

Item 18 – *"Quale livello formativo ritieni adeguato per il ruolo avanzato di dosimetrista?" Risposte: Laurea triennale, Master, Laurea magistrale, Certificazione europea, Altro.*

L'item 18, relativo alla formazione ritenuta necessaria per svolgere il ruolo, ha riscontrato il 100% in chiarezza e rilevanza. Tuttavia, è stato consigliato di aggiungere l'opzione "*corso di alta formazione*", per completare le alternative di risposta.

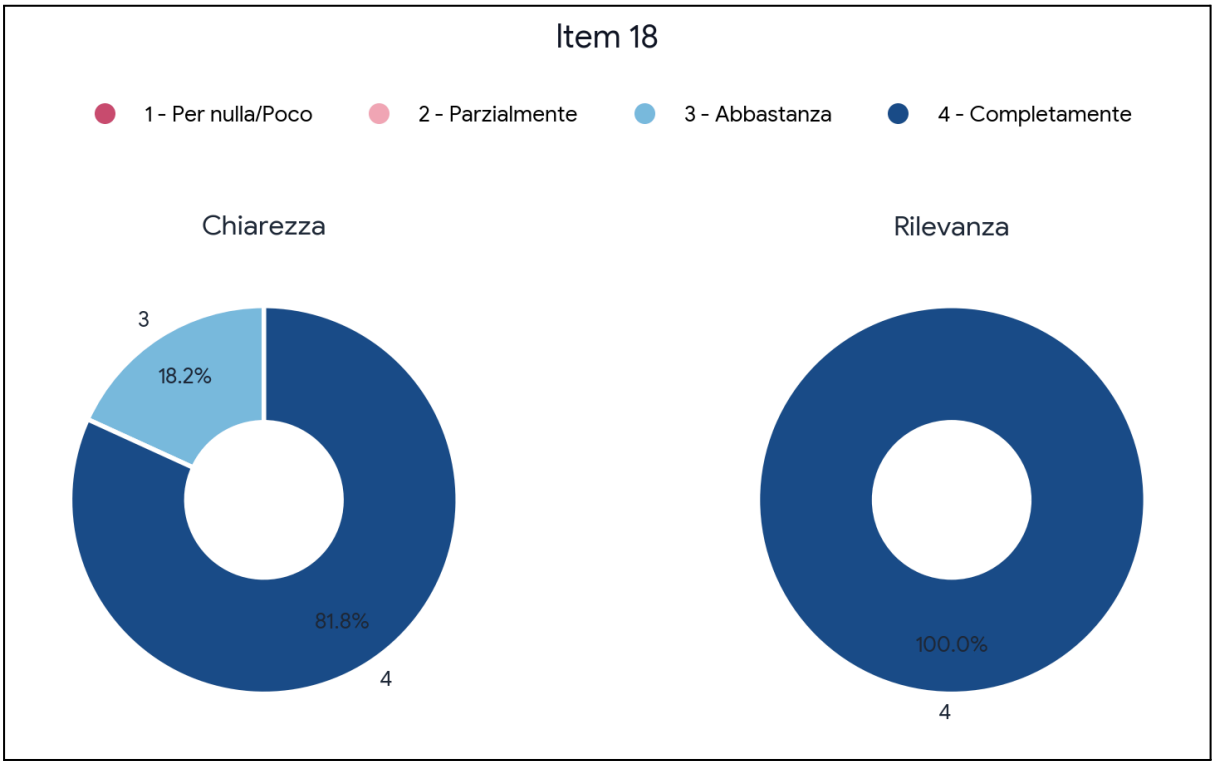


Figura 19. *Grafici di risposta tem 18. "Quale livello formativo ritieni adeguato per il ruolo avanzato di dosimetrista?" Risposte: Laurea triennale, Master, Laurea magistrale, Certificazione europea, Altro.*

Item 19 – *"Su quali argomenti ritieni necessario maggiore aggiornamento professionale?" Risposta aperta.*

Questo item ha ricevuto il 100% per la chiarezza e il 90% per la rilevanza, con il suggerimento di inserire opzioni di risposta per agevolare le analisi dei dati e specificare maggiormente il contesto. Ad esempio, si potrebbe chiedere di indicare un massimo di tre ambiti principali nei quali si ritiene necessario un'ulteriore formazione e aggiornamento. A tale proposito, dalle risposte e dai riscontri emersi si delineano tre macro-argomenti prioritari su cui strutturare le opzioni:

1. Pianificazione dosimetrica avanzata e ottimizzazione del planning: con focus sulle tecniche ad alta complessità (come IMRT, VMAT, stereotassi) e sull'implementazione di protocolli standardizzati;
2. Sistemi di autocontouring e Intelligenza Artificiale: orientata sull'utilizzo dei software per la delineazione degli OAR, ma anche sulla revisione post-elaborazione;
3. Imaging per la centratura e fasi preparatorie al contornamento: approfondendo procedure chiave quali l'importanza delle immagini diagnostiche e le tecniche di fusione multimodale (TC, RM, PET-TC, 4DCT).

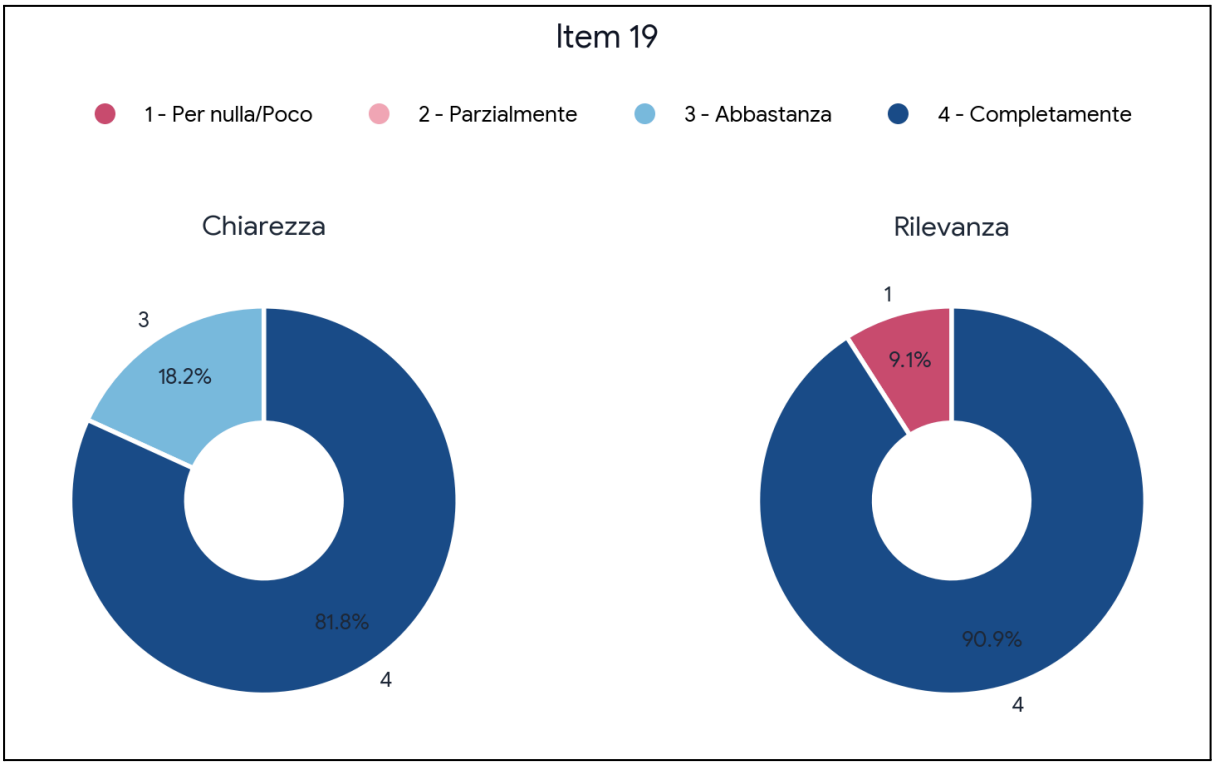


Figura 20. *Grafici di risposta item 19. "Su quali argomenti ritieni necessario maggiore aggiornamento professionale?" Risposta aperta.*

Item 20 – *“Quale denominazione professionale ritieni più appropriata per il tuo ruolo?” Risposta aperta.*

Infine, l’item 20, pur registrando il 90% di chiarezza, ha riportato la rilevanza più bassa del questionario, pari al 60%. Gli esperti hanno infatti considerato che la preferenza nominale sia una questione secondaria rispetto alla valutazione delle competenze pratiche evidenziando, quindi, la necessità di valutare attentamente questa specifica domanda prima della sua introduzione nella versione finale dell’indagine. Nonostante il basso punteggio riguardo la rilevanza, è fondamentale precisare che questo item deriva dall’item 4 della survey primaria (*“Se desideri cambiare il tuo titolo professionale, perchè?"),* il quale a sua volta trova fondamenta nell’articolo inglese *A national survey of the radiotherapy dosimetrist workforce in the UK* (Blackler et al., 2022), a partire dal quesito *“If you could change your job title, what title would you prefer to use?”* (*“Se potessi cambiare il tuo titolo professionale, quale preferiresti usare?”*). Pertanto, l’inclusione di tale quesito non è scaturita da un’assunzione arbitraria, bensì poggia su una solida e comprovata base bibliografica. La divergenza riscontrata con il panel di esperti non sminuisce la robustezza metodologica della fonte originaria, ma riflette verosimilmente una differente sensibilità o priorità di contesto (nazionale e internazionale) rispetto al tema proposto.

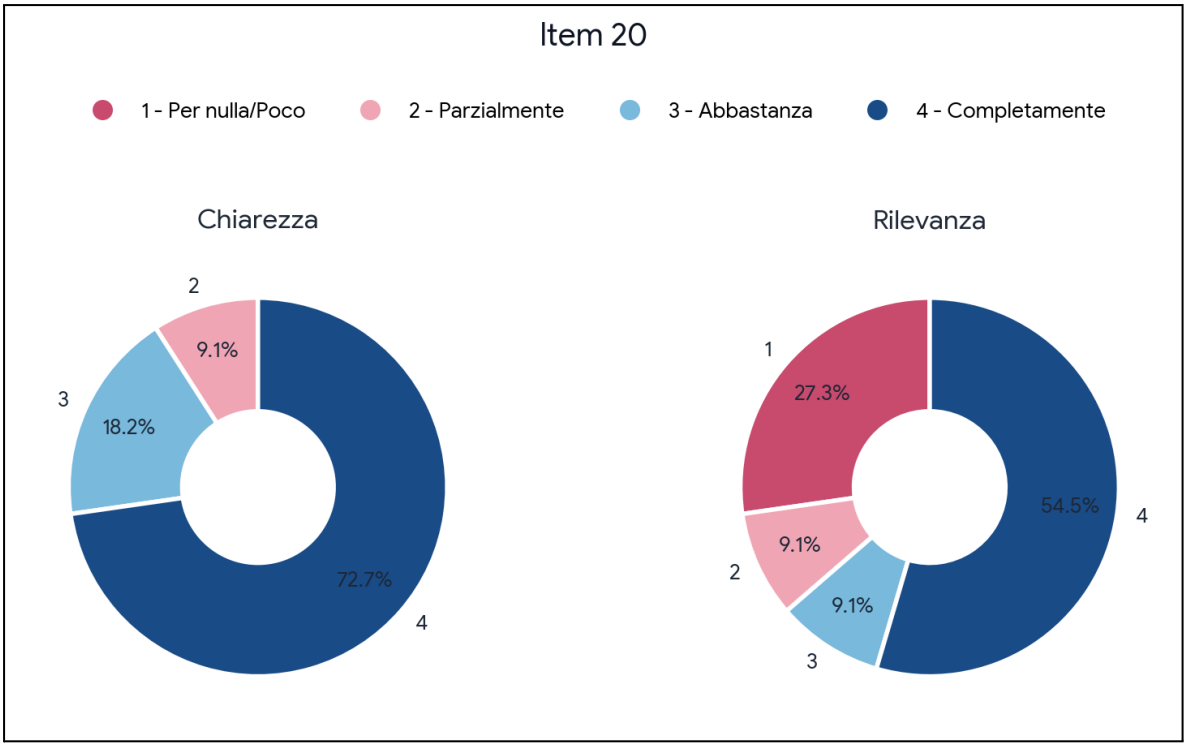


Figura 21. *Grafici di risposta tem 20. “Quale denominazione professionale ritieni più appropriata per il tuo ruolo?” Risposta aperta.*

6.3 Analisi delle dimensioni globali: ambiguità, esaustività e ridondanza

In merito all'esame qualitativo condotto sulle tre dimensioni trasversali, si riporta di seguito un'analisi dettagliata:

- *"Sono presenti items ambigui o poco specifici? Se sì, quali?"*: la maggior parte dei valutatori ha ritenuto i quesiti ben formulati e chiari. I principali suggerimenti di miglioramento hanno riguardato la necessità di esplicitare meglio le finestre temporali e di fornire definizioni precise per termini specifici, come ad esempio "*Advanced Practice*" e "*dosimetrista dedicato*", al fine di evitare interpretazioni soggettive da parte dei valutatori;
- *"Ci sono aspetti importanti che non sono stati presi in considerazione in questa survey? Se sì, quali?"*: pur riscontrando un giudizio complessivo pienamente positivo sulla copertura delle tematiche principali, diversi esperti hanno proposto interessanti integrazioni. Ad esempio, è stato suggerito di indagare le attività tecniche preliminari e di supporto al planning (es. import dati, registrazione/fusione di immagini), ed il percorso di inserimento e le motivazioni alla base dell'integrazione del TSRM nella dosimetria/pianificazione (es. carenza di Fisici Medici o Radioterapisti);
- *"Sono presenti items ridondanti o non necessari? Se sì, quali?"*: i valutatori hanno espresso un consenso pressoché unanime sull'assenza di domande superflue o ripetitive.

Nel loro insieme, questi dati confermano che la struttura generale della survey è solida e pertinente, pur avendo evidenziato alcuni punti specifici che necessitano di un perfezionamento prima della stesura definitiva.

7. Discussione

7.1 Interpretazione dei risultati

L'analisi integrata dei punteggi percentuali e dei suggerimenti a testo libero ha permesso di mettere in luce le principali linee direttrici per il perfezionamento della survey, evidenziando come i margini di miglioramento non riguardino la pertinenza dei temi trattati, bensì la precisione terminologica, la chiarezza strutturale delle risposte e l'esaustività dei contenuti.

Sul piano terminologico e concettuale, l'elemento di maggior rilievo emerso dalle valutazioni è la necessità di un rigoroso allineamento con il quadro normativo e professionale italiano. L'utilizzo del termine informalmente diffuso di "dosimetrista" è stato individuato come una fonte di ambiguità, poiché rischia di far riferimento ad una figura giuridica autonoma attualmente non prevista dall'ordinamento nazionale; le indicazioni degli esperti convergono pertanto verso l'impiego di definizioni più adeguate, quali ad esempio *"TSRM dedicato alla dosimetria e pianificazione"* o *"TSRM con competenze avanzate"*.

Parallelamente, dall'analisi degli item di inquadramento operativo è emersa la necessità di superare formulazioni generiche attraverso l'utilizzo di parametri quantitativi e temporalmente definiti. In particolare, per rilevare la presenza e la continuità del ruolo all'interno dei servizi, le osservazioni hanno evidenziato l'esigenza di specificare parametri ben definiti (quali la percentuale dell'orario di lavoro dedicata all'attività dosimetrica) e di fare riferimento a finestre temporali precise per la valutazione della pratica corrente indagando, ad esempio, con quanta frequenza si svolge una determinata attività in un tempo definito: mensilmente, settimanalmente o quotidianamente.

Dal punto di vista della struttura metodologica dei quesiti, la validazione ha evidenziato l'efficacia del formato a tabella a matrice rispetto alle domande che sono state strutturate con scelta singola o multipla. Tale approccio risponde alla necessità, ampiamente segnalata dagli esperti, di disaggregare le diverse fasi del flusso dosimetrico e di misurare per ciascuna di esse sia la frequenza di esecuzione sia il grado effettivo di autonomia operativa, utilizzando scale chiaramente graduate che

vadano dal mero supporto tecnico alla completa gestione autonoma con validazione finale.

Infine, l'analisi dei feedback ha mostrato l'opportunità di ampliare lo spettro dell'indagine includendo ambiti operativi inizialmente poco rappresentati. Tra questi, gli aspetti di maggiore interesse emersi riguardano: la gestione propedeutica delle immagini diagnostiche (importazione e fusione multimodale PET-TC o RM), il coinvolgimento del TSRM nello sviluppo dei protocolli di pianificazione, nonché l'analisi dell'origine organizzativa della figura all'interno dell'équipe e dei percorsi previsti per la formazione e l'affiancamento del personale sul campo.

7.2 Proposte di riformulazione per gli item con maggiori criticità

A titolo esemplificativo e a dimostrazione dell'impatto metodologico della validazione effettuata, viene di seguito riportata una riformulazione degli item che hanno registrato le maggiori criticità terminologiche o strutturali (item 2, 3, 5, 9 e 10). Tali proposte intendono tradurre operativamente le indicazioni degli esperti, fornendo dei modelli di item maggiormente idonei e funzionali per un'eventuale futura somministrazione della survey su scala nazionale.

È opportuno sottolineare che, per quanto riguarda l'item 9, ossia *"Quanto ritieni affidabili i sistemi di autocontouring?"*, è stato scelto di orientare la valutazione dei sistemi di autocontouring alla loro adoperabilità clinica e ai tempi di correzione a carico del TSRM, piuttosto che alla loro affidabilità, poiché quest'ultima risulta un aspetto che compete ad altre figure professionali.

Item 2 originale – *Quanti dosimetristi dedicati sono presenti nella tua struttura? Risposte: 0, 1, 2-5, >5.*

Item 2 riproposto – *"Nella struttura in cui svolgi prevalentemente la tua attività professionale, quanti TSRM svolgono attività di dosimetria e pianificazione dei trattamenti per almeno il 50% del proprio orario lavorativo?"*

- Nessuno (le attività di dosimetria sono svolte esclusivamente dal Fisico Medico)
- 1 TSRM
- 2 TSRM
- 3 TSRM
- 4 o più TSRM
- Non so / Non applicabile

Item 3 originale – *Esiste una figura formalmente riconosciuta di "dosimetrista" nella tua struttura? Risposte: Sì, No, Parzialmente.*

Item 3 riproposto – *"Attraverso quale documento aziendale e/o strumento è formalizzato il ruolo di TSRM dedicato alla dosimetria/pianificazione nella tua struttura?"* (Possibilità di risposta multipla)

- Inserimento esplicito nell'organigramma o funzionigramma aziendale
- Presenza di una Job Description o profilo di competenze formalizzato
- Attribuzione di un Incarico di Funzione Professionale / Incarico di Elevata Qualificazione
- Definizione del ruolo all'interno di Procedure Operative Standard (POS) / Istruzioni Operative
- Nessun riconoscimento formalizzato (il mio ruolo è riconosciuto solo di fatto/informalmente)
- Altro (specificare)

Item 5 originale – *Quali tecnologie avanzate sono disponibili nella tua struttura? Risposte (selezione multipla): IMRT, VMAT, SBRT/SRS, Adaptive RT, Protonterapia, Brachiterapia, SGRT, MRI-guided RT, PET-CT, Gating/Tracking.*

Item 5a riproposto – *"Quali delle seguenti tecniche di erogazione dei trattamenti sono attualmente operative nella tua sede?"* (Possibilità di risposta multipla).

- 3D-CRT (Radioterapia Conformazionale 3D)
- IMRT (Radioterapia a Intensità Modulata)
- VMAT (Radioterapia Volumetrica Modulata ad Arco)
- SBRT/SRS (Radioterapia Stereotassica)
- Adaptive Radiotherapy
- IORT (Radioterapia Intraoperatoria)
- Brachiterapia
- Altro (specificare)

Item 5b riproposto – *"Quali sistemi di guida per immagini e gestione del movimento del bersaglio sono integrati nel workflow di pianificazione/erogazione nella tua sede?"* (Possibilità di risposta multipla).

- IGRT 2D/3D
- SGRT (Surface Guided Radiotherapy)
- Motion Management (Gating respiratorio, Tracking in tempo reale, DIBH)
- Nessuno dei precedenti

Item 9 originale – *Quanto ritieni affidabili i sistemi AI di autocontouring? Risposte: Per nulla affidabili, Poco affidabili, Moderatamente affidabili, Molto affidabili, Estremamente affidabili.*

Item 9 riproposto – *"Considerando l'utilizzo dei sistemi di autocontouring nella tua struttura, indica l'impatto di tali tecnologie sul carico di lavoro operativo."*

	Diminuito	Invariato	Aumentato	Non applicabile
Tempo necessario per la correzione manuale dei contorni generati	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
Tempo complessivo per completare l'attività di delineamento	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
Volume di verifiche e controlli di sicurezza richiesti sui dati generati	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

Item 10 originale – *L'utilizzo dell'AI ha modificato il tuo ruolo professionale? Risposte: Sì, ha ridotto il mio carico lavorativo, No, il mio ruolo è rimasto invariato, Non è ancora valutabile, Sì, ha aumentato il mio carico lavorativo, Sì, ha contribuito all'evoluzione del mio ruolo.*

Item 10 riproposto – *"Considerando l'utilizzo dei sistemi di autocontouring nella tua struttura, indica l'impatto di tali tecnologie sul tuo ruolo professionale."*

	Diminuito	Invariato	Aumentato	Non applicabile
Livello di autonomia operativa esercitata dal TSRM	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
Livello di competenza tecnica e critica richiesta al TSRM	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]
Grado di responsabilità formale/operativa percepita	[ ]	[ ]	[ ]	[ ]

7.3 Riflessione critica

Il percorso che ha portato alla validazione della survey in questione è stato caratterizzato da diversi limiti e criticità.

Il primo limite ha riguardato la necessità di reindirizzare l'obiettivo primario in corso d'opera: i vincoli temporali stringenti e, soprattutto, una ridefinizione delle priorità hanno imposto un cambio di rotta rispetto al progetto originario, che prevedeva la somministrazione del questionario non validato a livello nazionale ed, eventualmente, europeo.

Il secondo limite riguardante la marcata eterogeneità degli item non ha permesso la validazione dello strumento a 360°, limitando l'indagine alla validazione di facciata; va comunque precisato che, anche a fronte di una maggior omogeneità, i tempi a

disposizione non avrebbero consentito una procedura di validazione psicometrica completa.

A livello di somministrazione, sono emersi due *bias* riguardanti gli item 6 e 15, come riportato all'interno del capitolo inerente ai risultati (paragrafo 6.2 "*Analisi critica degli item*"), causati, rispettivamente, da una mal interpretazione da parte dei valutatori, e dal mancato inserimento di una parte cruciale della risposta, influenzando così le risposte ottenute. Nello specifico, l'item 6 "*Quali attività svolgi abitualmente?*" è stato oggetto di una scorretta interpretazione da parte dei professionisti, in quanto è stato da loro suggerito di inserire una risposta in scala Likert, benché questa fosse già presente, ma non correttamente visualizzabile a causa di un limite dell'applicativo utilizzato Microsoft Forms. Per quanto riguarda invece il quesito 15 "*Quanto ti senti autonomo nelle seguenti attività?*", è stato commesso un errore nell'inserimento delle opzioni di risposta, elencando le attività, ma non i rispettivi livelli di autonomia che erano previsti.

Un altro elemento critico emerso nella fase di validazione riguarda il basso indice di rilevanza assegnato al quesito 20 "*Quale denominazione professionale ritieni più appropriata per il tuo ruolo?*" (paragrafo 6.2 "*Analisi critica degli item*"). L'item costituiva infatti una rielaborazione dell'item 4 della survey preliminare "*Se desideri cambiare il tuo titolo professionale, perché?*", derivato dallo studio britannico sul personale di dosimetria. Il disallineamento con il panel di esperti dunque suggerisce come specificità di contesto, differenze di riconoscimento professionale e dinamiche locali possano modulare in modo significativo la percezione di urgenza rispetto alla denominazione del ruolo.

A causa di scadenze temporali molto rigide, inoltre non è stato possibile procedere ad una ristrutturazione completa dello strumento in funzione dei dati emersi. Ciononostante, al fine di valorizzare l'analisi effettuata e di porre le basi per un successivo perfezionamento del questionario, sono state elaborate specifiche proposte di revisione per gli item più dibattuti, recependo direttamente i suggerimenti forniti dal panel di esperti (paragrafo 7.2 "*Proposte di riformulazione per gli item con maggiori criticità"*).

Infine, la fase di raccolta ha risentito dei tempi di attesa dilatati da parte dei professionisti individuati. A fronte dei 15 valutatori selezionati, il ritardo accumulato rispetto alle scadenze prestabilite e la mancata risposta di 4 partecipanti hanno reso necessaria la chiusura del questionario a quota 11 risposte, rappresentando un compromesso logistico per garantire la prosecuzione del lavoro nei tempi previsti.

Nonostante le limitazioni evidenziate, il lavoro svolto ha assolto pienamente alla propria funzione metodologica. L'obiettivo di validazione di facciata è stato raggiunto con ottimi risultati, gettando le fondamenta per uno strumento metodologicamente comprovato ed utilizzabile su scala nazionale ed internazionale.

7.4 Implicazioni teoriche e pratiche

La scelta di dedicare questo lavoro alla validazione preliminare del questionario, anziché a una sua immediata somministrazione, produce ricadute importanti su più livelli, sia per lo sviluppo della conoscenza scientifica, sia per la pratica clinica e organizzativa.

Sul piano teorico, questo studio risponde alla mancanza di strumenti standardizzati e verificati nella letteratura professionale italiana dedicata alla radioterapia. Invece di ricorrere a sondaggi informali e non testati, il lavoro metterà a disposizione della comunità scientifica uno strumento affidabile, replicabile e pronto per essere utilizzato in future ricerche multicentriche. Per costruire e validare i singoli item è stato necessario chiarire e definire in modo puntuale cosa significhi oggi svolgere attività dosimetriche per un TSRM: quali siano i compiti specifici (come la pianificazione dei trattamenti, il contouring o l'uso di software avanzati), le responsabilità e i gradi di autonomia. Questa sistemazione teorica costituisce un solido punto di partenza per il mondo accademico, offrendo argomenti concreti per ripensare i percorsi di formazione universitaria e supportare l'attivazione di percorsi post-base, come Master di I livello dedicati alla dosimetria clinica.

Sul piano pratico e operativo, aver testato preventivamente lo strumento garantisce che la futura raccolta dati su larga scala sia solida ed efficiente. Uno strumento validato infatti riduce al minimo il rischio di fraintendimenti linguistici, risposte ambigue o abbandoni durante la compilazione, assicurando che le informazioni

raccolte rispecchino fedelmente la realtà delle Unità Operative. In prospettiva, i dati che scaturiranno dalle future somministrazioni offriranno agli Ordini Professionali (FNO-TSRM-PSTRP) e alle direzioni sanitarie evidenze credibili e documentate, spendibili per sostenere attivamente il riconoscimento degli incarichi di funzione specialistica, standardizzare le procedure operative e migliorare la qualità e sicurezza dei trattamenti offerti ai pazienti.

7.5 Prospettive future

Alla luce dei risultati ottenuti e dei limiti emersi nel presente studio, si delineano diverse direttrici per gli sviluppi futuri della ricerca.

In primo luogo, dal punto di vista metodologico, sarà opportuno sottoporre la versione revisionata del questionario agli 11 esperti che hanno attivamente partecipato alla validazione di facciata. A causa di vincoli temporali non è stato possibile completare questa seconda fase di verifica, la quale risulta tuttavia essenziale per finalizzare il processo metodologico. Nello specifico, ai revisori verrà chiesto di esprimere una valutazione quantitativa su ciascun item tramite una scala da 1 a 5 (ad esempio, da 1=*totalmente inadeguato* a 5=*eccellente*), al fine di validare oggettivamente le modifiche apportate e quantificare il grado di consenso e miglioramento rispetto alla survey inizialmente proposta. Questo passaggio consentirà di ottenere un'approvazione formale e misurabile dello strumento, riducendo al minimo potenziali errori o bias prima della sua definitiva somministrazione al target di riferimento.

In secondo luogo, l'auspicio è quello di vedere la somministrazione della survey definitiva su scala nazionale. A questo scopo potrebbe risultare strategica la collaborazione istituzionale con la Conferenza Permanente delle Classi di Laurea delle Professioni Sanitarie, partnership che permetterebbe di raggiungere capillarmente i corsi di laurea su tutto il territorio italiano, standardizzando la raccolta dati e offrendo un quadro omogeneo a livello accademico.

Infine, in un'ottica di respiro internazionale, la prospettiva a lungo termine prevederebbe il coinvolgimento della European Federation of Radiographers Societies (EFRS) per promuovere una somministrazione su scala europea e favorire il confronto con i diversi standard formativi.

8. Conclusioni

Il presente lavoro di tesi si è posto l'obiettivo di sottoporre a validazione di facciata un questionario dedicato alla figura del TSRM operante in dosimetria e pianificazione. Nel complesso i risultati hanno mostrato una valutazione ampiamente positiva da parte del panel di esperti, confermando la rilevanza dello strumento e la sua capacità di descrivere le specificità di questo ruolo professionale.

I riscontri qualitativi emersi dalla revisione hanno fornito spunti utili per migliorare lo strumento. In particolare, le indicazioni ricevute hanno sottolineato la necessità di calibrare con maggiore rigore la terminologia tecnica, definire con esattezza le finestre temporali di riferimento ed incrementare la specificità di alcuni costrutti chiave. Questa fase di revisione preliminare rappresenta un passaggio metodologico fondamentale: dotarsi di una survey standardizzata e semanticamente univoca è la premessa fondamentale per raccogliere dati affidabili e descrivere in modo accurato lo stato dell'arte e l'evoluzione delle competenze del TSRM dosimetrista.

La principale limitazione del percorso di ricerca risiede nei vincoli temporali entro cui si è articolato lo studio. A causa delle tempistiche a disposizione, infatti, non è stato possibile completare una revisione integrale e definitiva dell'intero *corpus* di item basata sui suggerimenti raccolti, né procedere con una seconda consultazione dei revisori per la valutazione quantitativa delle modifiche apportate (paragrafo 7.5 "*Prospettive future*"). Di conseguenza, la validazione attuale riflette primariamente l'adeguatezza preliminare dello strumento: l'eterogeneità degli item e i limiti di tempo non hanno permesso una validazione completa, rimandando a una fase successiva la modifica *in toto* della survey e la rivalutazione da parte del panel di esperti.

L'orizzonte futuro della ricerca si delinea pertanto a partire da queste aree di perfezionamento, prevedendo in primo luogo l'integrazione sistematica delle osservazioni raccolte per giungere a una versione finale e ottimizzata del questionario, seguita dalla valutazione quantitativa delle correzioni applicate.

Solamente attraverso questo iter rigoroso sarà possibile procedere ad una futura somministrazione della survey, in primis a livello nazionale e successivamente sul piano internazionale, dotando la comunità scientifica e gli organi professionali di uno strumento validato in grado di mappare fedelmente il quadro attuale, orientare la formazione specifica e favorire il riconoscimento formale delle competenze specialistiche del TSRM dosimetrista.

Bibliografia

1. Agenzia Nazionale di Valutazione del Sistema Universitario e della Ricerca. (s.d.). *TECO-D: Scheda tecnica per la costruzione di quesiti a scelta multipla*. https://www.anvur.it/it/assicurazione-della-qualita/corsi-di-studio/universita/accreditamento-periodico/teco/teco-t-e-teco
2. American Society of Radiologic Technologists (ASRT). (2022). Radiation Therapy Staffing and Workplace Survey 2022. https://www.asrt.org/docs/default-source/research/staffing-surveys/radiationtherapy-staffing-and-workplace-survey-2022.pdf?sfvrsn=121fbbd0_4
3. Anastasi, A., & Urbina, S. (1997). *Pyschological testing* (7ª ed.). Prentice Hall.
4. Balducci, M., Valentini, V., & Trodella, L. (Eds.). (2013). Elementi di radioterapia oncologica: Manuale per tecnici sanitari di radiologia medica. Roma: Società Editrice Universo.
5. Blackler, N., Bradley, K. E., Kelly, C., Murphy, S., Cross, C., & Kirby, M. (2022). A national survey of the radiotherapy dosimetrist workforce in the UK. *The British Journal of Radiology*, *95*(1139), 20220459. https://doi.org/10.1259/bjr.20220459
6. Federazione Nazionale Ordini TSRM e PSTRP. (s.d.). *Codice deontologico del Tecnico Sanitario di Radiologia Medica*.
7. Hodapp, N. (2012). The ICRU Report 83: Prescribing, recording and reporting photon-beam intensity-modulated radiation therapy (IMRT). *Strahlentherapie und Onkologie*, *188*(1), 97–99. https://doi.org/10.1007/s00066-011-0015-x
8. International Commission on Radiation Units and Measurements. (1999). *Prescribing, recording and reporting photon beam therapy (Supplement to ICRU Report 50)* (ICRU Report No. 62).
9. Istituto Superiore di Sanità. (2002). *Rapporto ISTISAN 02/20*.
10. Istituto Superiore di Sanità. (2025). *Rapporto ISTISAN 25/18*.
11. Legge 10 agosto 2000, n. 251. *Disciplina delle professioni sanitarie infermieristiche, tecniche, della riabilitazione, della prevenzione nonché della professione ostetrica*. Gazzetta Ufficiale n. 208 del 6 settembre 2000.
12. Legge 1 febbraio 2006, n. 43. *Disposizioni in materia di professioni sanitarie infermieristiche, ostetrica, riabilitative, tecnico-sanitarie e della prevenzione e*

delega al Governo per l'istituzione dei relativi ordini professionali. Gazzetta Ufficiale n. 40 del 17 febbraio 2006.

13. Lynn, M. R. (1986). Determination and quantification of content validity. *Nursing Research*, *35*(6), 382–385. https://psycnet.apa.org/doi/10.1097/00006199-198611000-00017
14. Nardi, Irene (2025) *Il ruolo del TSRM dosimetrista nella pianificazione del trattamento radioterapico: realtà nazionali ed europee.* [Laurea], Università di Bologna, Corso di Studio in Tecniche di radiologia medica, per immagini e radioterapia (abilitante alla professione sanitaria di tecnico di radiologia medica) [L-DM270].
15. Podobnik, G., Borg, C., Debono, C. J., Mercieca, S., & Vrtovec, T. (2025). *Geometric, dosimetric and psychometric evaluation of three commercial AI software solutions for OAR auto-segmentation in head and neck radiotherapy*. *Scientific Reports*, *15*(1), 33396. https://doi.org/10.1038/s41598-025-18598-3
16. Valdez, I. D., Russell, H. V., Brown, H. S., & Walton, G. H. (2025). *The impact of prior authorization on medical dosimetrists: Operational, economic, and professional challenges in radiation oncology*. *Medical Dosimetry*, *50*(4), 360–365. https://doi.org/10.1016/j.meddos.2025.05.003
17. Wang, Q., Wang, Z., Li, M., Ni, X., Tan, R., Zhang, W., Wubulaishan, M., Wang, W., Yuan, Z., Zhang, Z., & Liu, C. (2025). *A feasibility study of automating radiotherapy planning with large language model agents*. *Physics in Medicine and Biology*, *70*(7), Articolo 075001. https://doi.org/10.1088/1361-6560/adbff1
18. Williams, B., Mohajer, J., Alexander, S. E., Barnes, H., Casey, F., Chick, J., Dunlop, A., Fullerton, R., Herbert, T., Huddart, R., Mason, S. A., Mitchell, A., Nartey, J., Nill, S., Patel, P., Hafeez, S., & McNair, H. A. (2025). *Evaluation of therapeutic radiographer target volume contouring for magnetic resonance image guided online adaptive bladder radiotherapy*. *Clinical and Translational Radiation Oncology*, *54*, 100994. https://doi.org/10.1016/j.ctro.2025.100994

Sitografia

1. American Association of Medical Dosimetrists (AAMD). (s.d.). *About certified medical dosimetrists*. Consultato il 31 agosto 2026, da https://www.medicaldosimetry.org/about/certified/
2. Fondazione AIRC per la Ricerca sul Cancro. (s.d.). *Radioterapia: Cos'è, gli utilizzi e come funziona*. Consultato il 31 agosto 2026, da https://www.airc.it/cancro/affronta-la-malattia/guida-alle-terapie/radioterapia

Allegati

Allegato 1: Survey primaria in inglese

1. **How long have you been working in dosimetry planning?**
    - Less than 1 year
    - 1-2 years
    - 2-5 years
    - 5-10 years
    - 10+ years
2. **What training route did you initially follow?**
    - Open-ended response
3. **What is your current job description title?**
    - Radiographer
    - Therapeutic Radiographer
    - Clinical Technologist
    - Healthcare Science Practitioner
    - Dosimetrist
    - Other
4. **If you could change your job title, what title would you prefer to use?**
    - Radiographer
    - Therapeutic Radiographer
    - Clinical Technologist
    - Healthcare Science Practitioner
    - Dosimetrist
    - Happy with current title
    - Other
5. **If you wish to change your job title, why would you?**
    - Open-ended response
6. **What registers, professional bodies or organisations are you currently a member of?**
    - Open-ended response

7. **What tasks do you do in your job?**
    - Treatment planning
    - Machine QA
    - Mould Room
    - Patient specific QA
    - In vivo dosimetry
    - Brachytherapy
    - Specialist Planning (SRS/SABR/Proton)
8. **How much time do you spend on each task?**

	0%	25%	50%	75%	100%
Treatment Planning					
Machine QA					
Mould Room					
Patient specific QA					
In vivo dosimetry					
Brachytherapy					
Specialist planning (SRS/SBRT/Proton)					

9. **What TPS does your facility use?**
    - Pinnacle Evolution
    - Monaco (Elekta)
    - Eclipse (Varian)
    - Raystation (Raytech)
    - Other
10. **Do you take part in the OAR contouring process?**
    - Yes
    - No
11. **Do you use auto-contouring softwares for the OAR contouring?**
    - Yes
    - No
12. **If you would like refresher sessions, what topics would you like to see?**
    - Open-ended response
13. **Which of the following services does your facility provide?**
    - Intensity-modulated radiation therapy (IMRT)
    - CT/simulation
    - Cone-beam CT (CBCT)
    - 3-Dimensional (3D)
    - Portal Imaging (PI)
    - Volumetric modulated arc therapy (VMAT)
    - Stereotactic Body Radiation Therapy
    - Stereotactic Radiosurgery
    - Fiducial Localization (markers)
    - High-dose rate brachytherapy
    - Gated delivery
    - Chemotherapy
    - Tumor Registry
    - Surface tracking (SGRT)
    - Diagnostic Services
    - Real-time motion tracking
    - Surgery
    - Research
    - PET-CT

- Low-dose rate brachytherapy
- Total skin/electron
- PET
- Pediatric radiation therapy
- Total body irradiation
- Magnetic Resonance (MR) localization
- Intraoperative Radiotherapy (IORT)
- Dynamic adaptive radiation therapy (DART)
- Ultrasound localization
- Proton therapy
- Hyperthermia

14. On average, how many patients are treated daily at your facility?

- 1 to 10
- 11 to 20
- 21 to 30
- 31 to 40
- 41 to 50
- 51 to 60
- 61 to 70
- 71 to 80
- 81 to 90
- 91 to 100
- 100+

15. How many gantries are used in your facility?

- 1
- 2
- 3
- 4
- More than 5

16. **How many full-time equivalent medical dosimetrists are budgeted in your department?**
    - 1
    - 2
    - 3 to 6
    - More than 6

Allegato 2: Survey primaria in italiano

1. **Da quanto tempo lavori nella pianificazione dosimetrica?**
    - Meno di 1 anno
    - 1-2 anni
    - 2-5 anni
    - 5-10 anni
    - Più di 10 anni
2. **Quale percorso formativo hai seguito inizialmente?**
    - Risposta aperta
3. **Qual è la tua attuale qualifica lavorativa?**
    - Tecnico di Radiologia
    - Tecnico di Radioterapia
    - Tecnico Sanitario Specializzato in Fisica Medica
    - Professionista delle Scienze Sanitarie
    - Dosimetrista
    - Altro
4. **Se potessi cambiare il tuo titolo professionale, quale preferiresti usare?**
    - Tecnico di Radiologia
    - Tecnico di Radioterapia
    - Tecnico Sanitario Specializzato in Fisica Medica
    - Professionista delle Scienze Sanitarie
    - Dosimetrista
    - Soddisfatto del titolo attuale
    - Altro
5. **Se desideri cambiare il tuo titolo professionale, perché?**
    - Risposta aperta
6. **A quali registri, enti professionali o organizzazioni appartieni attualmente?**
    - Risposta aperta

7. **Quali attività svolgi nel tuo lavoro?**
    - Pianificazione del trattamento
    - Controllo qualità delle apparecchiature (Machine QA)
    - Mould Room - sala per la creazione di sistemi di immobilizzazione specifici per ogni paziente
    - Controllo qualità specifico per il paziente
    - Dosimetria in vivo
    - Brachiterapia
    - Pianificazioni specialistiche (SRS - Radiochirurgia Stereotassica / SABR - Radioterapia Corporea Stereotassica Ablativa / Protoni)
8. **Quanto tempo dedichi a ciascuna mansione?**

	0%	25%	50%	75%	100%
Pianificazione trattamento					
CQ apparecchiature					
Mould Room					
CQ paziente specifico					
Dosimetria in vivo					
Brachiterapia					
Pianificazioni specialistiche (SRS/SBRT/Protoni)					

9. **Quale TPS utilizza la tua struttura?**
    - Pinnacle Evolution
    - Monaco (Elekta)
    - Eclipse (Varian)
    - Raystation (Raytech)
    - Altro
10. **Prendi parte al processo di contornamento degli OAR?**
    - Sì
    - No
11. **Utilizzi software di contornamento automatico per gli OAR?**
    - Sì
    - No
12. **Se desideri sessioni di aggiornamento, su quali argomenti ti piacerebbe concentrarti?**
    - Risposta aperta
13. **Quali dei seguenti servizi offre la tua struttura?**
    - Radioterapia a intensità modulata (IMRT)
    - CT di centratura
    - Cone-beam CT (CBCT)
    - 3D
    - Immagini Portali
    - Terapia ad arco modulato volumetrico (VMAT)
    - Radioterapia Stereotassica del Corpo
    - Radiochirurgia stereotassica
    - Localizzazione con fiduciali (marker)
    - Brachiterapia ad alto dosaggio
    - Erogazione con gating
    - Chemioterapia
    - Registro dei tumori
    - Tracking di Superficie - SGRT - Surface Guided Radiation Therapy
    - Servizi diagnostici
    - Tracciamento del movimento in tempo reale
    - Chirurgia
    - Ricerca

- PET-CT
- Brachiterapia a basso dosaggio
- Irradiazione totale della pelle/elettroni
- PET
- Radioterapia pediatrica
- Irradiazione totale del corpo
- Localizzazione con risonanza magnetica (RM)
- Radioterapia Intraoperatoria (IORT)
- Radioterapia adattativa dinamica (DART)
- Localizzazione ecografica
- Protonterapia
- Ipertermia

14. In media, quanti pazienti vengono trattati quotidianamente nella tua struttura?

- da 1 a 10
- da 11 a 20
- da 21 a 30
- da 31 a 40
- da 41 a 50
- da 51 a 60
- da 61 a 70
- da 71 a 80
- da 81 a 90
- da 91 a 100
- Più di 100

15. Quanti acceleratori lineari sono utilizzati nella tua struttura?

- 1
- 2
- 3
- 4
- Più di 5

16. **Quanti dosimetristi equivalenti a tempo pieno sono previsti nel tuo reparto?**
    - 1
    - 2
    - 3-6
    - Più di 6

Allegato 3: Survey attuale integrale

SEZIONE 1 – Profilo socio-professionale

1. **Fascia di età:**
    - <25
    - 25–34
    - 35–44
    - 45–54
    - ≥55
2. **In quale Paese eserciti prevalentemente la professione?**
    - AG
    - AL
    - AN
    - AO
    - AP
    - AQ
    - AR
    - AT
    - AV
    - BA
    - BG
    - BI
    - BL
    - BN
    - BO
    - BR
    - BS
    - BT
    - BZ
    - CA
    - CB
    - CE
    - CH
    - CL
    - CN
    - CO
    - CR
    - CS
    - CZ
    - EN
    - FC
    - FE
    - FG
    - FI
    - FM
    - FR
    - GE
    - GO
    - GR
    - IM
    - IS
    - KR
    - LC
    - LE
    - LI
    - LO
    - LT
    - LU
    - MB
    - MC
    - ME
    - MI
    - MN
    - MO
    - MS
    - MT
    - NA
    - NO
    - NU
    - OR
    - PA
    - PC
    - PD
    - PE
    - PG
    - PI
    - PN
    - PO
    - PR
    - PT
    - PU
    - PV

- PZ
- RA
- RC
- RE
- RG
- RI
- RN
- RO
- SA
- SI
- SO
- SP
- SR
- SS
- SU
- SV
- TA
- TE
- TN
- TO
- TP
- TR
- TS
- TV
- UD
- VA
- VB
- VC
- VE
- VI
- VR
- VT
- VV

3. **In quale contesto sanitario lavori prevalentemente?**
    - Ospedale pubblico
    - Azienda ospedaliero-universitaria
    - IRCCS
    - Struttura privata accreditata
    - Struttura privata non accreditata
    - Centro oncologico specialistico
    - Proton center
    - Altro

4. **Da quanti anni lavori nell’ambito della pianificazione dosimetrica?**
    - < 1 anno
    - 1-3 anni
    - 4-6 anni
    - 7-10 anni
    - > 10 anni

5. **Qual è il tuo titolo professionale attuale?**
    - Radiographer/TSRM
    - Radiation Therapist (RTT)
    - Medical Dosimetrist
    - Clinical Technologist
    - Medical Physicist
    - Advanced Practice Radiographer
    - Coordinatore/Manager
    - Altro
6. **Quale percorso formativo specifico hai seguito in dosimetria?**
    - Nessuno
    - Formazione interna aziendale
    - Master universitario
    - Corso specialistico
    - Certificazione internazionale
    - Altro

SEZIONE 2 – Organizzazione del servizio

7. **Quanti acceleratori lineari sono presenti nella tua struttura?**
    - 1
    - 2
    - 3–5
    - > 5
8. **Quanti dosimetristi dedicati sono presenti nella tua struttura?**
    - 0
    - 1
    - 2-5
    - > 5

9. **Esiste una figura formalmente riconosciuta di “dosimetrista” nella tua struttura?**
    - Sì
    - No
    - Parzialmente
10. **Quali TPS utilizzi regolarmente?**
    - Eclipse
    - Monaco
    - Raystation
    - Ethos
    - Elements
    - Altro
11. **Quali tecnologie avanzate sono disponibili nella tua struttura?**
    - IMRT
    - VMAT
    - SBRT/SRS
    - Adaptive RT
    - Protonterapia
    - Brachiterapia
    - SGRT
    - MRI-guided RT
    - PET-CT, Gating/Tracking

SEZIONE 3 – Competenze clinico-dosimetriche

12. Quali attività svolgi abitualmente?

	Mai	Occasionalmente	Frequentemente	Quotidianamente
Pianificazione IMRT/VMAT				
QA paziente-specifico				
Dosimetria in vivo				
Brachiterapia				
Adaptive RT				
Contornamento OAR				
Revisione DVH				
SGRT				

13. Qual è il tuo livello di coinvolgimento nel contornamento degli OAR?

- Nessun coinvolgimento
- Supporto tecnico
- Contornamento preliminare
- Contornamento autonomo revisionato
- Contornamento autonomo validato

14. **Utilizzi software di autocontornamento basati su AI?**
    - Mai
    - Raramente
    - Talvolta
    - Spesso
    - Sempre
15. **Quanto ritieni affidabili i sistemi AI di autocontouring?**
    - Per nulla affidabili
    - Poco affidabili
    - Moderatamente affidabili
    - Molto affidabili
    - Estremamente affidabili
16. **L'utilizzo dell'AI ha modificato il tuo ruolo professionale?**
    - Sì, ha ridotto il mio carico lavorativo
    - No, il mio ruolo è rimasto invariato
    - Sì, ha aumentato il mio carico lavorativo
    - Sì, ha contribuito all'evoluzione del mio ruolo

SEZIONE 4 – Collaborazione interdisciplinare

17. **Come definiresti la collaborazione con il Fisico Medico?**
    - Gerarchica
    - Collaborativa
    - Integrata
    - Supervisiva
    - Altro
18. **Quanto ritieni valorizzato il tuo contributo professionale nel team multidisciplinare?**
    - Per nulla valorizzato
    - Poco valorizzato
    - Moderatamente valorizzato
    - Molto valorizzato
    - Estremamente valorizzato

19. **Partecipi alle decisioni clinico-dosimetriche?**
    - Mai
    - Raramente
    - Talvolta
    - Spesso
    - Sempre
20. **Quanto ritieni efficace la collaborazione tra TSRM e Fisico Medico?**
    - Per nulla efficace
    - Poco efficace
    - Moderatamente efficace
    - Molto efficace
    - Estremamente efficace

SEZIONE 5 – Autonomia professionale

21. **Quanto ti senti autonomo nelle seguenti attività?**

	Per nulla autonomo	Poco autonomo	Moderatamente autonomo	Molto autonomo	Estremamente autonomo
Ottimizzazione del piano					
Beam arrangement					
Definizione vincoli dosimetrici					
Revisione DVH					
Adaptive planning					
QA clinico					

22. **Ritieni che le competenze che eserciti siano formalmente riconosciute?**
    - Per nulla
    - Poco
    - Moderatamente
    - Molto
    - Completamente

SEZIONE 6 – Formazione e sviluppo professionale

23. **Ritieni utile l'introduzione di un percorso formalizzato di Advanced Practice per il TSRM dosimetrista?**
    - Per nulla utile
    - Poco utile
    - Moderatamente utile
    - Molto utile
    - Estremamente utile
24. **Quale livello formativo ritieni adeguato per il ruolo avanzato di dosimetrista?**
    - Laurea triennale
    - Master
    - Laurea magistrale
    - Certificazione europea
    - Altro
25. **Su quali argomenti ritieni necessario maggior aggiornamento professionale?**
    - Risposta aperta
26. **Quale denominazione ritieni più appropriata per il tuo ruolo?**
    - Risposta aperta

Allegato 4: Survey sottoposta a validazione

1. **Quanti acceleratori lineari vengono utilizzati nella tua struttura?**
    - 1
    - 2
    - 3-5
    - > 5
2. **Quanti dosimetristi dedicati sono presenti nella tua struttura?**
    - 0
    - 1
    - 2-5
    - > 5
3. **Esiste una figura formalmente riconosciuta di "dosimetrista" nella tua struttura?**
    - Sì
    - No
    - Parzialmente
4. **Quali TPS utilizzi regolarmente?**
    - Eclipse
    - Monaco
    - Raystation
    - Ethos
    - Elements
    - Altro
5. **Quali tecnologie avanzate sono disponibili nella tua struttura?**
    - IMRT
    - VMAT
    - SBRT/SRS
    - Adaptive RT
    - Protonterapia
    - Brachiterapia
    - SGRT
    - MRI-guided RT
    - PET-CT, Gating/Tracking

6. **Quali attività svolgi abitualmente?**

	Mai	Occasionalmente	Frequentemente	Quotidianamente
Pianificazione IMRT/VMAT				
QA paziente-specifico				
Dosimetria in vivo				
Brachiterapia				
Adaptive RT				
Contornamento OAR				
Revisione DVH				
SGRT				

7. **Qual è il tuo livello di coinvolgimento nel contornamento degli OAR?**
    - Nessun coinvolgimento
    - Supporto tecnico
    - Contornamento preliminare
    - Contornamento autonomo revisionato
    - Contornamento autonomo validato

8. **Utilizzi software di autocontornamento basati su AI?**
    - Mai
    - Raramente
    - Talvolta
    - Spesso
    - Sempre
9. **Quanto ritieni affidabili i sistemi AI di autocontouring?**
    - Per nulla affidabili
    - Poco affidabili
    - Moderatamente affidabili
    - Molto affidabili
    - Estremamente affidabili
10. **L'utilizzo dell'AI ha modificato il tuo ruolo professionale?**
    - Sì, ha ridotto il mio carico lavorativo
    - No, il mio ruolo è rimasto invariato
    - Sì, ha aumentato il mio carico lavorativo
    - Sì, ha contribuito all'evoluzione del mio ruolo
11. **Come definiresti la collaborazione con il Fisico Medico?**
    - Gerarchica
    - Collaborativa
    - Integrata
    - Supervisiva
    - Altro
12. **Quanto ritieni valorizzato il tuo contributo professionale nel team multidisciplinare?**
    - Per nulla valorizzato
    - Poco valorizzato
    - Moderatamente valorizzato
    - Molto valorizzato
    - Estremamente valorizzato

13. **Partecipi alle decisioni clinico-dosimetriche?**
    - Mai
    - Raramente
    - Talvolta
    - Spesso
    - Sempre
14. **Quanto ritieni efficace la collaborazione tra TSRM e Fisico Medico?**
    - Per nulla efficace
    - Poco efficace
    - Moderatamente efficace
    - Molto efficace
    - Estremamente efficace
15. **Quanto ti senti autonomo nelle seguenti attività?**

	Per nulla autonomo	Poco autonomo	Moderatamente autonomo	Molto autonomo	Estremamente autonomo
Ottimizzazione del piano					
Beam arrangement					
Definizione vincoli dosimetrici					
Revisione DVH					
Adaptive planning					
QA clinico					

16. **Ritieni che le competenze che eserciti siano formalmente riconosciute?**
    - Per nulla
    - Poco
    - Moderatamente
    - Molto
    - Completamente
17. **Ritieni utile l'introduzione di un percorso formalizzato di Advanced Practice per il TSRM dosimetrista?**
    - Per nulla utile
    - Poco utile
    - Moderatamente utile
    - Molto utile
    - Estremamente utile
18. **Quale livello formativo ritieni adeguato per il ruolo avanzato di dosimetrista?**
    - Laurea triennale
    - Master
    - Laurea magistrale
    - Certificazione europea
    - Altro
19. **Su quali argomenti ritieni necessario maggior aggiornamento professionale?**
    - Risposta aperta
20. **Quale denominazione ritieni più appropriata per il tuo ruolo?**
    - Risposta aperta

Allegato 5: Grafici di risposta degli item

Figura 1. Valutazione generale della survey. “In generale, come valuteresti questa survey?” Risposte: Scadente, Sufficiente, Buona, Ottima.

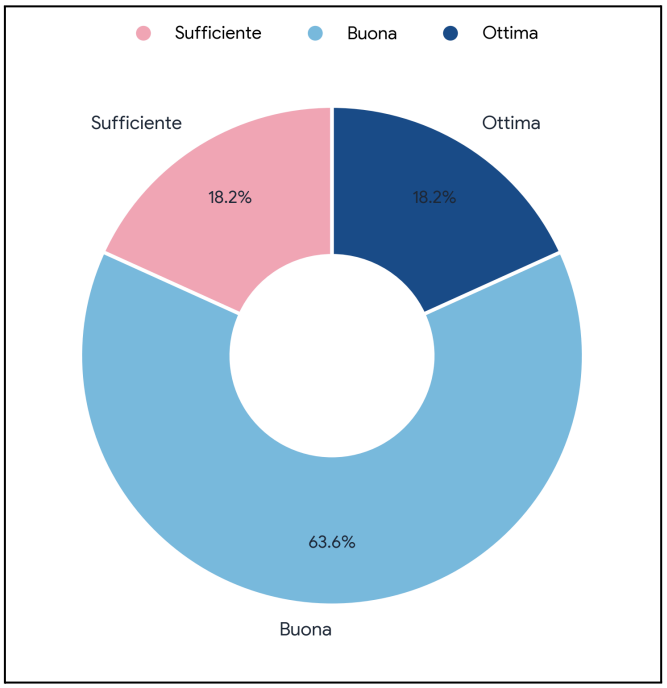


Figura 2. Grafici di risposta item 1. “Quanti acceleratori lineari vengono utilizzati nella tua struttura?” Risposte: 1, 2, 3-5, >5.

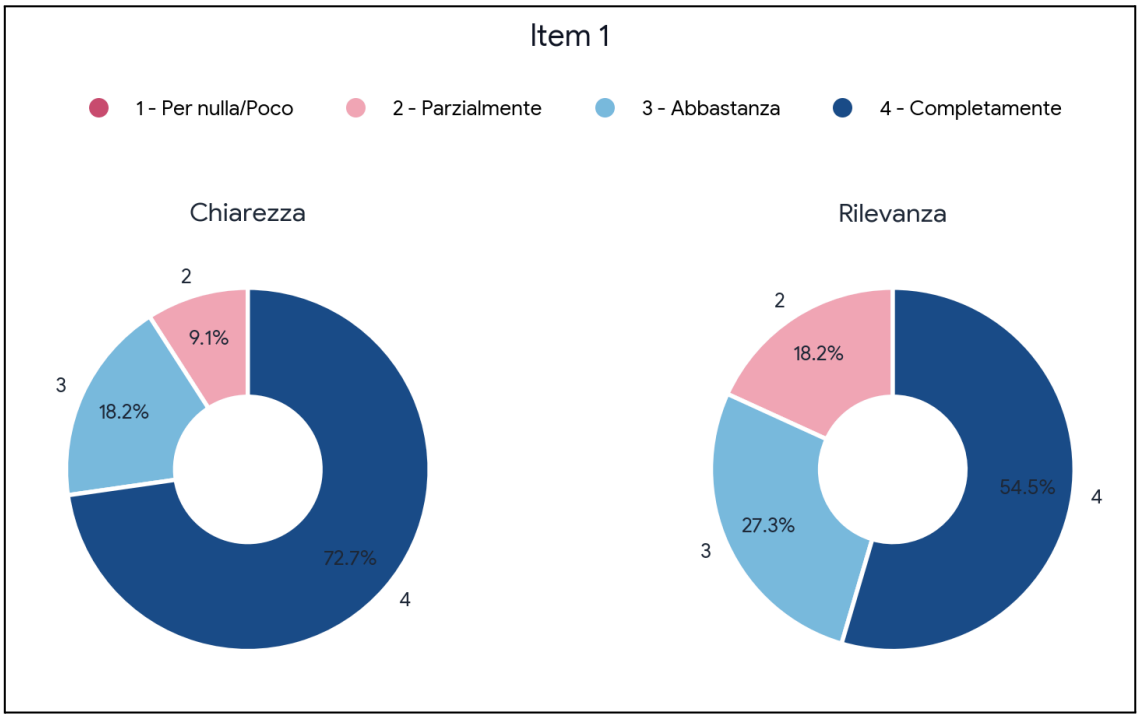


Figura 3. Grafici di risposta item 2. “Quanti dosimetristi dedicati sono presenti nella tua struttura?” Risposte: 0, 1, 2-5, >5.

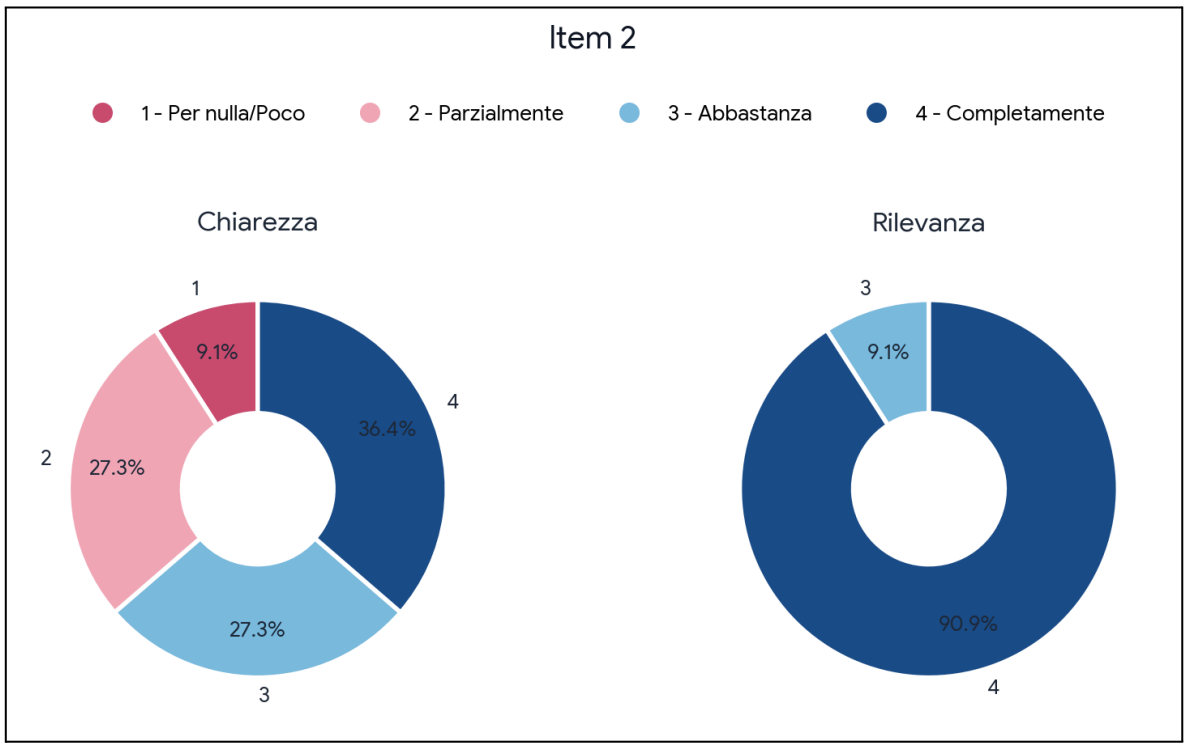


Figura 4. Grafici di risposta item 3. “Esiste una figura formalmente riconosciuta di “dosimetrista” nella tua struttura?” Risposte: Sì, No, Parzialmente.

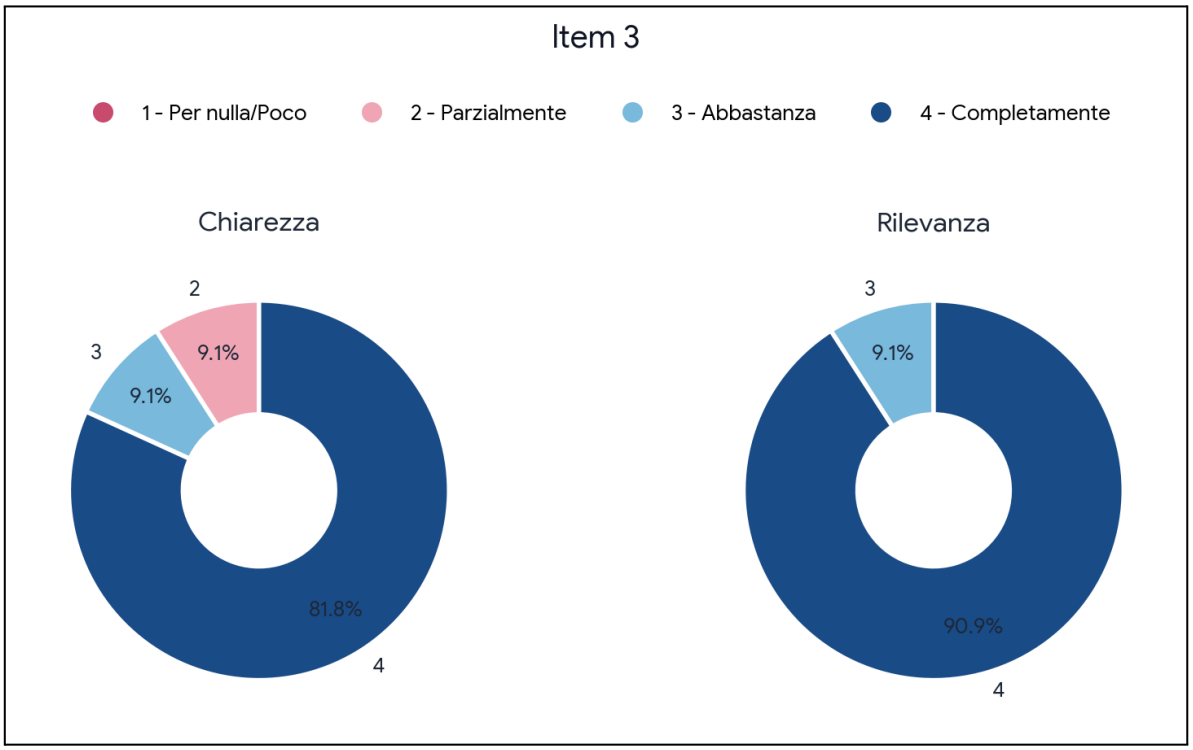


Figura 5. Grafici di risposta item 4. “Quali TPS utilizzi regolarmente?” Risposte (possibile selezione multipla): Eclipse, Monaco, Raystation, Pinnacle, Ethos, Elements, Altro.

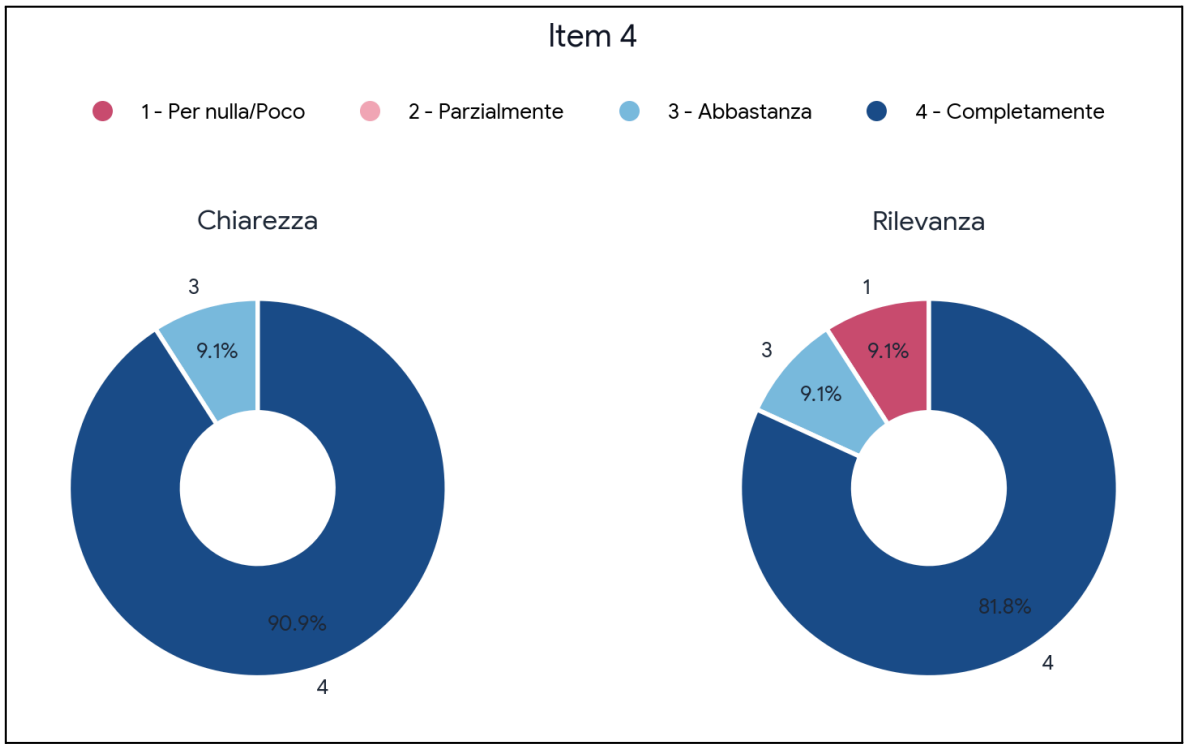


Figura 6. Grafici di risposta item 5. “Quali tecnologie avanzate sono disponibili nella tua struttura?” Risposte (selezione multipla): IMRT, VMAT, SBRT/SRS, Adaptive RT, Protonterapia, Brachiterapia, SGRT, MRI-guided RT, PET-CT, Gating/Tracking.

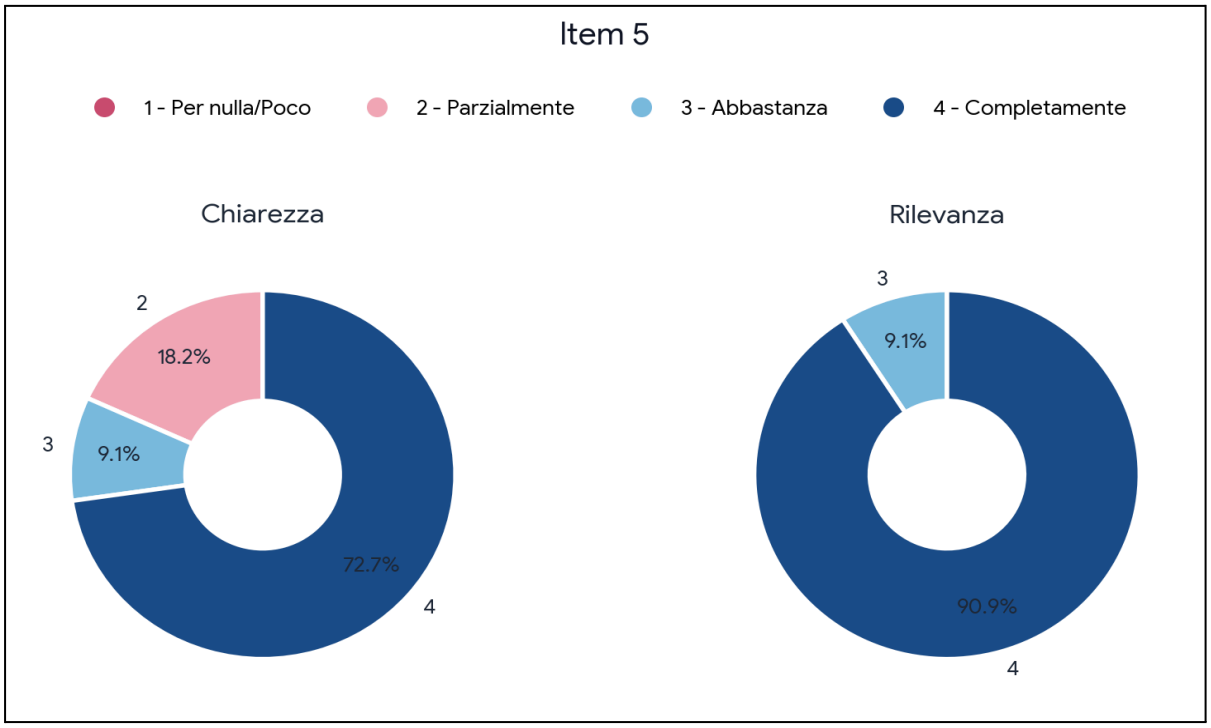


Figura 7. Grafici di risposta item 6. “Quali attività svolgi abitualmente?” Risposte: Pianificazione IMRT/VMAT, QA paziente-specifico, Dosimetria in vivo, Brachiterapia, Adaptive RT, Contornamento OAR, Revisione DVH, SGRT (Scala Likert applicata: 1 Mai / 2 Occasionalmente / 3 Frequentemente / 4 Quotidianamente).

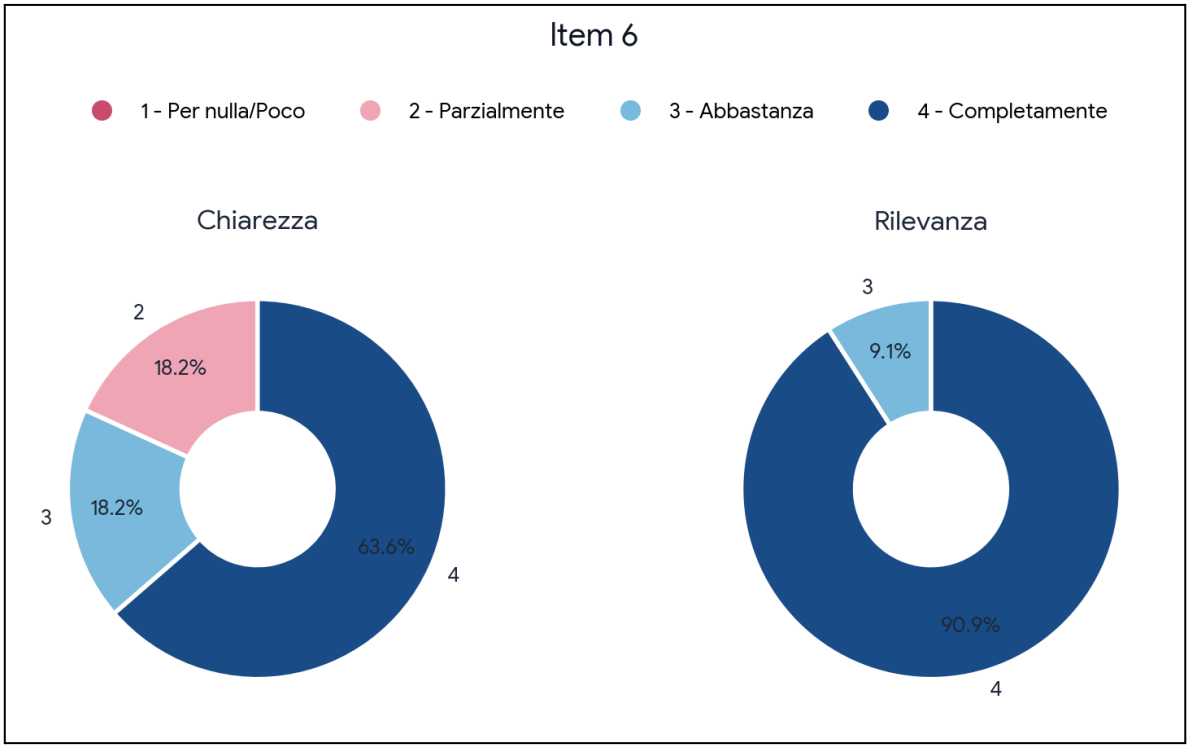


Figura 8. Grafici di risposta item 7. “Qual è il tuo livello di coinvolgimento nel contornamento degli OAR?” Risposte: Nessun coinvolgimento, Supporto tecnico, Contornamento preliminare, Contornamento autonomo revisionato, Contornamento autonomo validato.

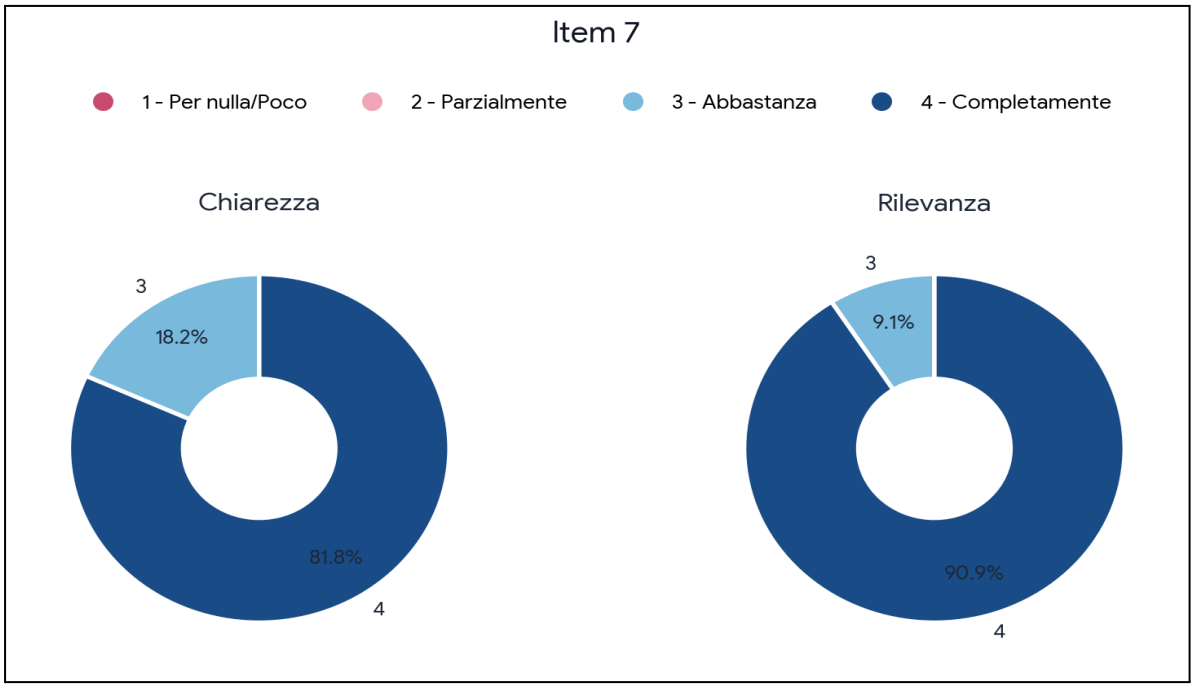


Figura 9. Grafici di risposta item 8. “Utilizzi software di autocontornamento basati su AI?” Risposte: Mai, Raramente, Talvolta, Spesso, Sempre.

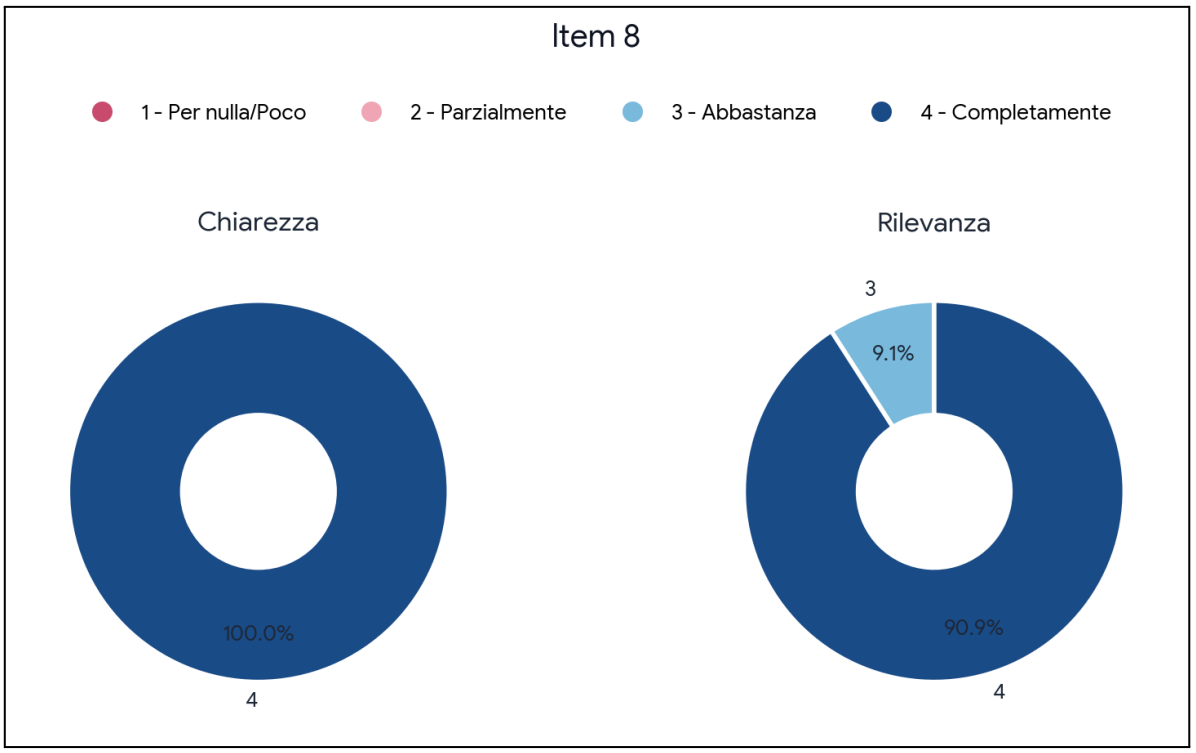


Figura 10. Grafici di risposta item 9. “Quanto ritieni affidabili i sistemi AI di autocontouring?” Risposte: Per nulla affidabili, Poco affidabili, Moderatamente affidabili, Molto affidabili, Estremamente affidabili.

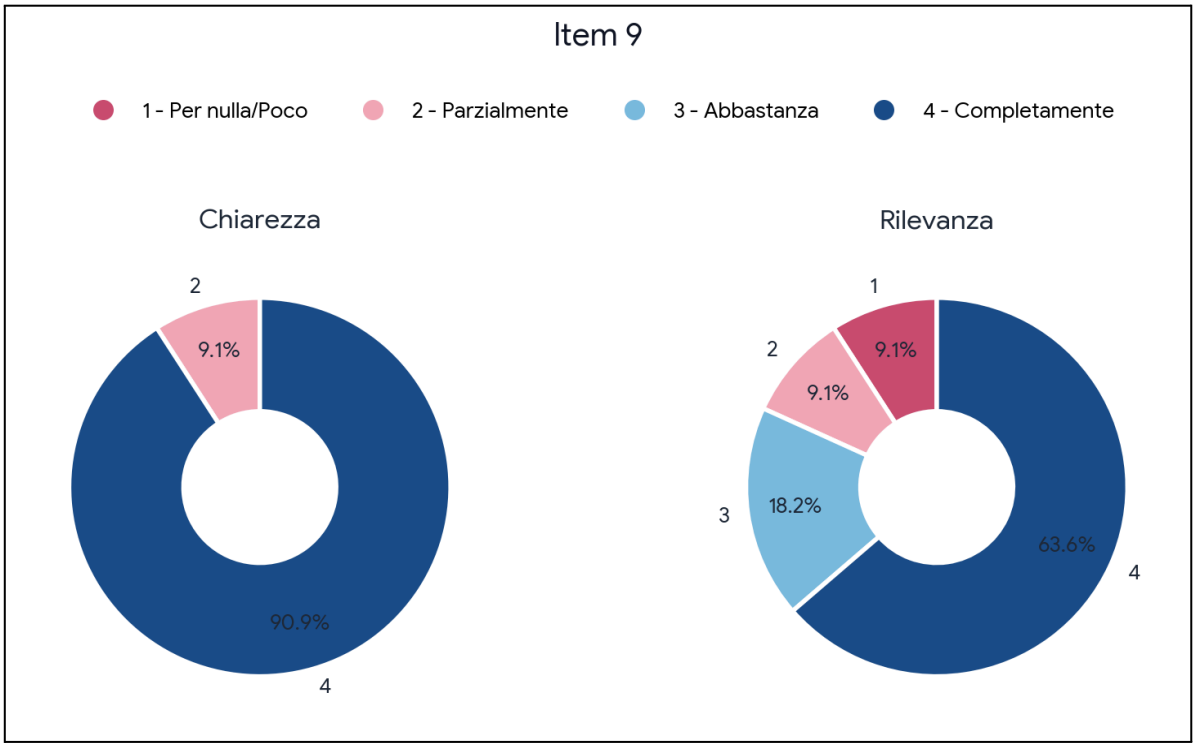


Figura 11. Grafici di risposta item 10. “L’utilizzo dell’AI ha modificato il tuo ruolo professionale?” Risposte: Sì, ha ridotto il mio carico lavorativo, No, il mio ruolo è rimasto invariato, Non è ancora valutabile, Sì, ha aumentato il mio carico lavorativo, Sì, ha contribuito all'evoluzione del mio ruolo.

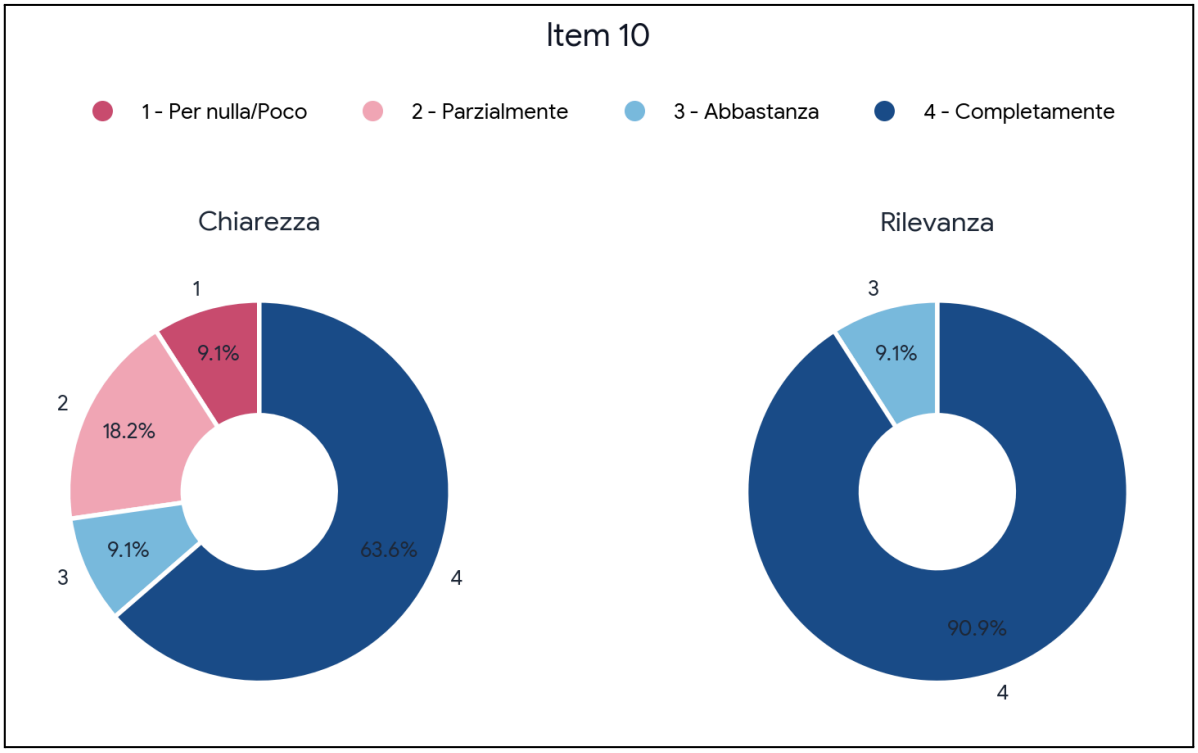


Figura 12. Grafici di risposta item 11. “Come definiresti la collaborazione con il Fisico Medico?” Risposte: Gerarchica, Collaborativa, Integrata, Supervisiva, Altro.

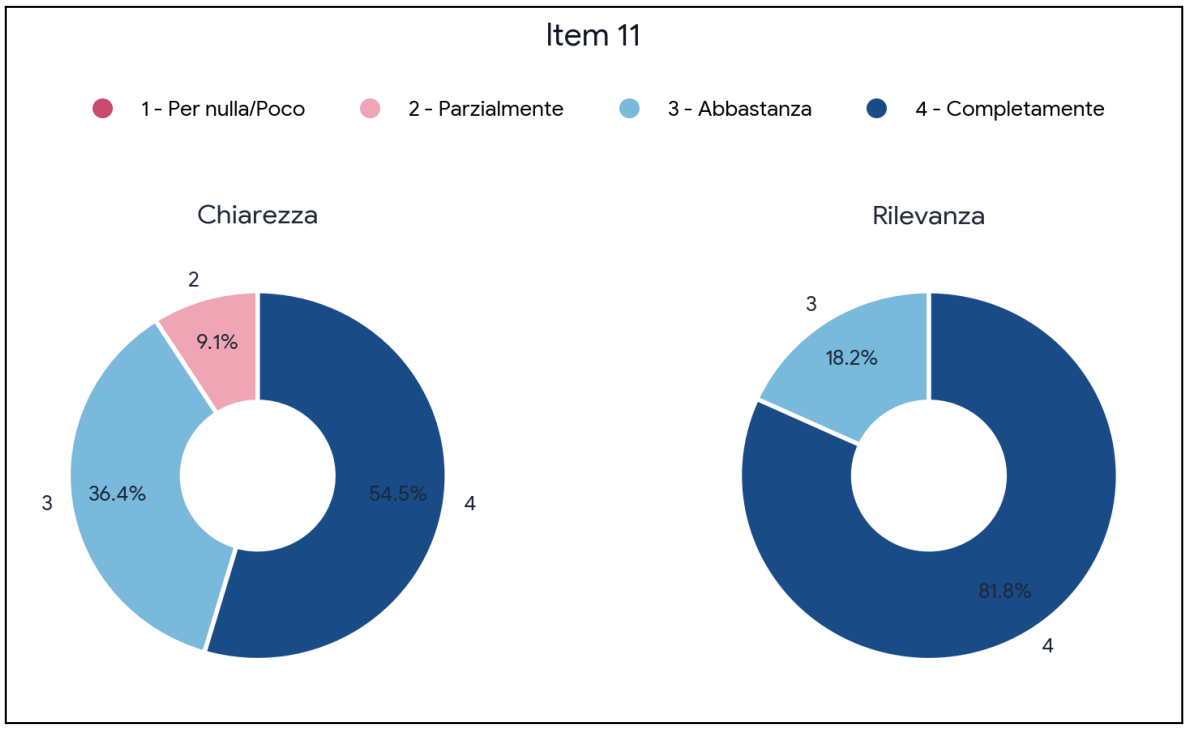


Figura 13. Grafici di risposta item 12. “Quanto ritieni valorizzato il tuo contributo professionale nel team multidisciplinare?” Risposte: Per nulla valorizzato, Poco valorizzato, Moderatamente valorizzato, Molto valorizzato, Estremamente valorizzato.

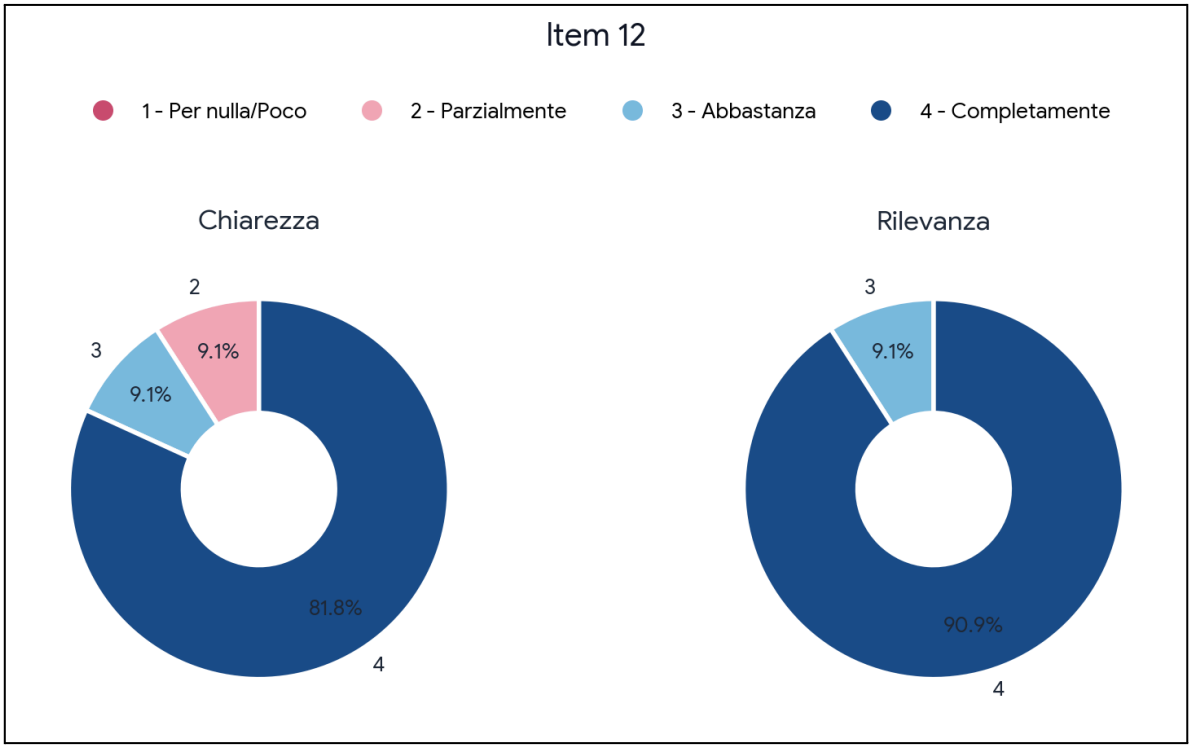


Figura 14. Grafici di risposta item 13. “Partecipi alle decisioni clinico-dosimetriche?” Risposte: Mai, Raramente, Talvolta, Spesso, Sempre.

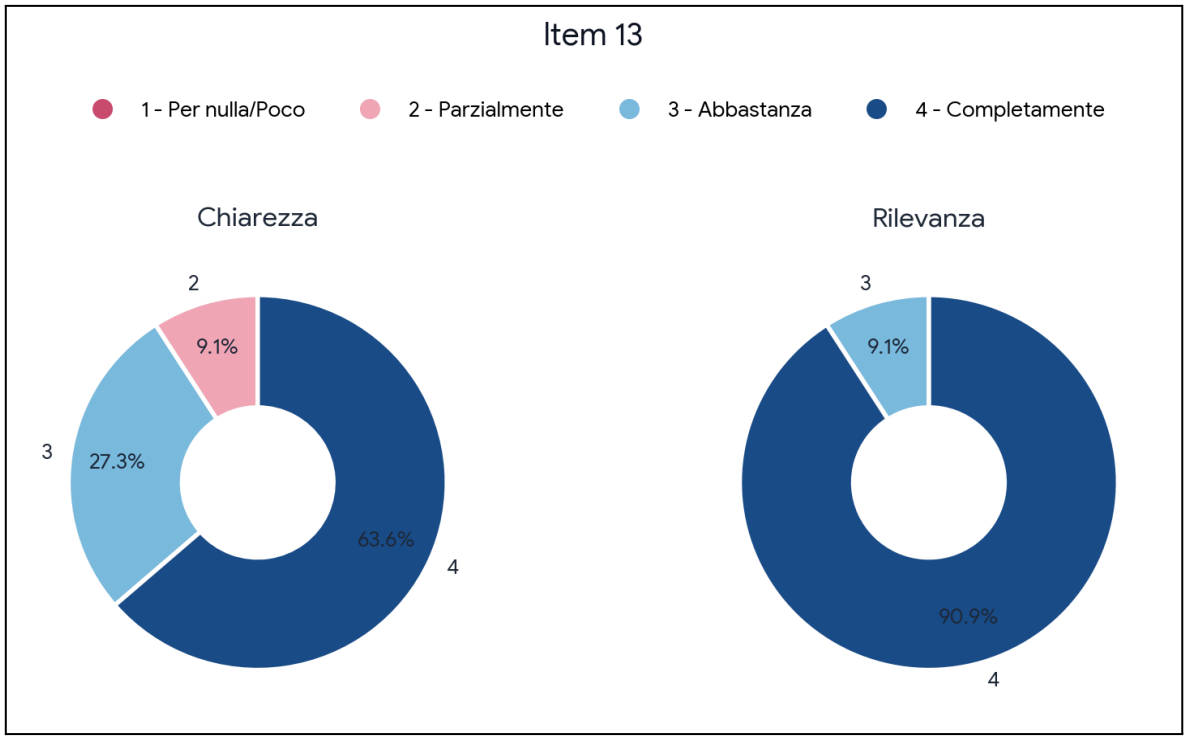


Figura 15. Grafici di risposta item 14. “Quanto ritieni efficace la comunicazione tra TSRM e Fisico Medico?” Risposte: Per nulla efficace, Poco efficace, Moderatamente efficace, Molto efficace, Estremamente efficace.

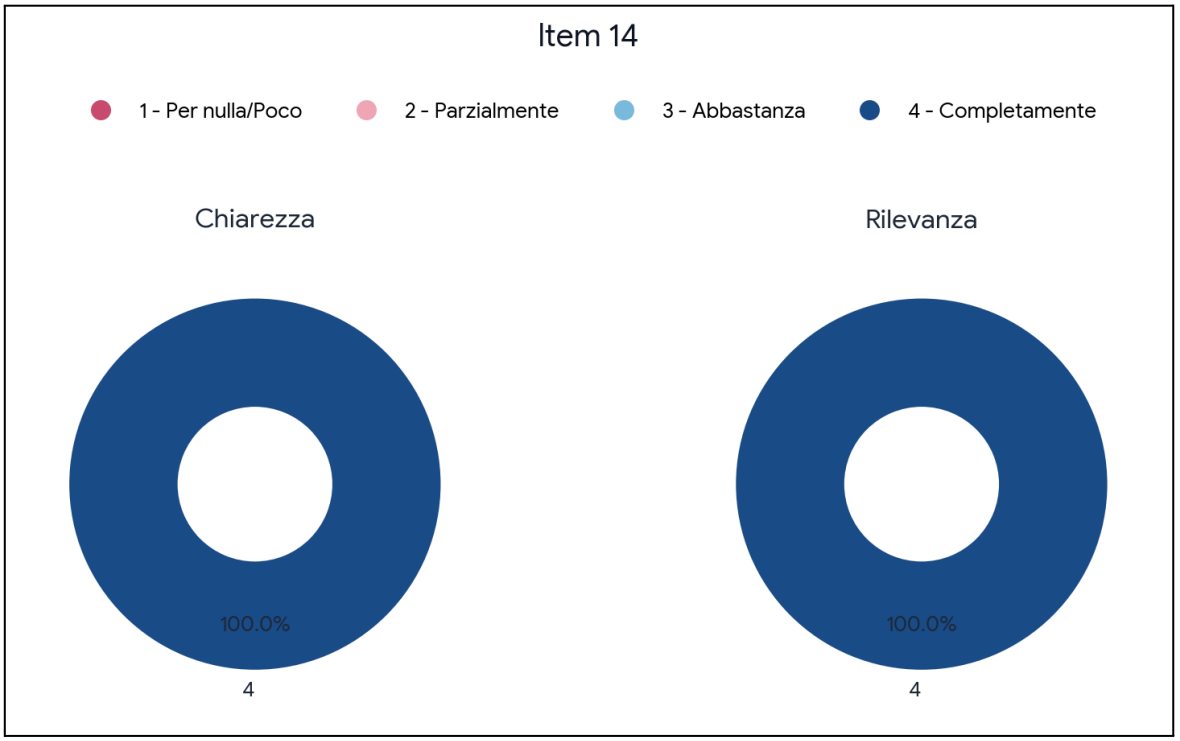


Figura 16. Grafici di risposta tem 15. “Quanto ti senti autonomo nelle seguenti attività?” Risposte: Ottimizzazione del piano, Beam arrangement, Definizione vincoli dosimetrici, Revisione DVH, Adaptive planning, QA clinico.

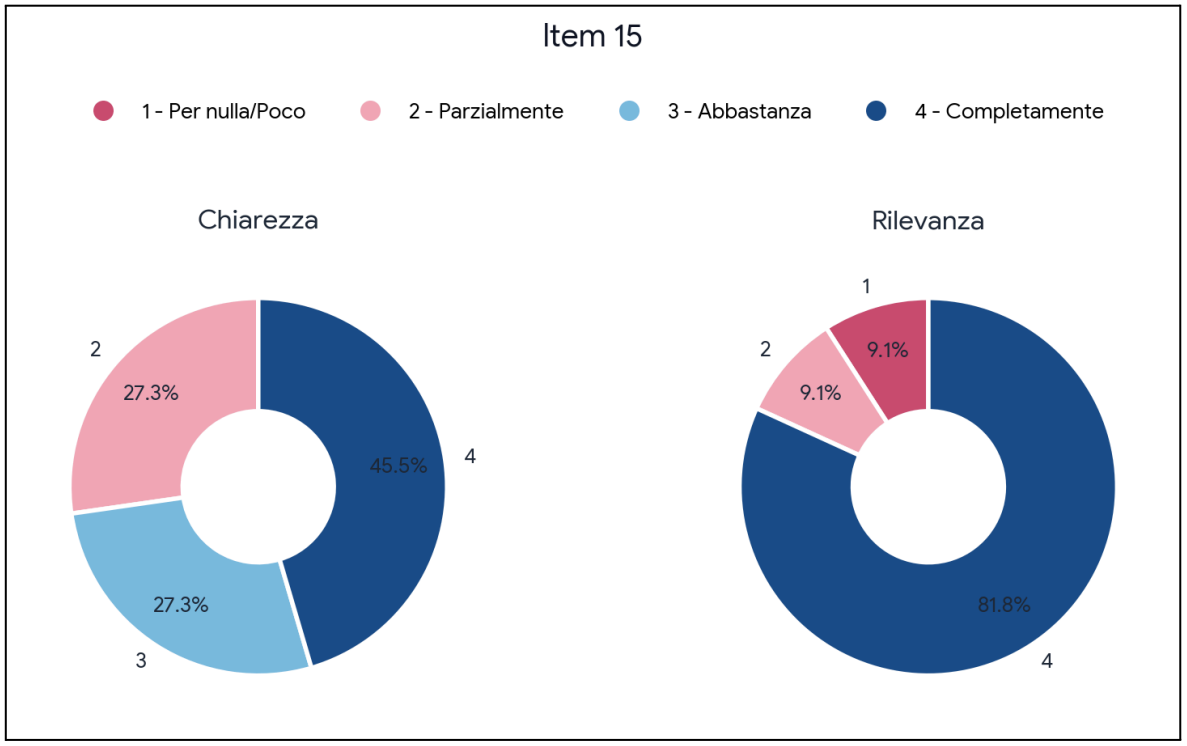


Figura 17. Grafici di risposta item 16. “Ritieni che le competenze che eserciti siano formalmente riconosciute?” Risposte: Per nulla, Poco, Moderatamente, Molto, Completamente.

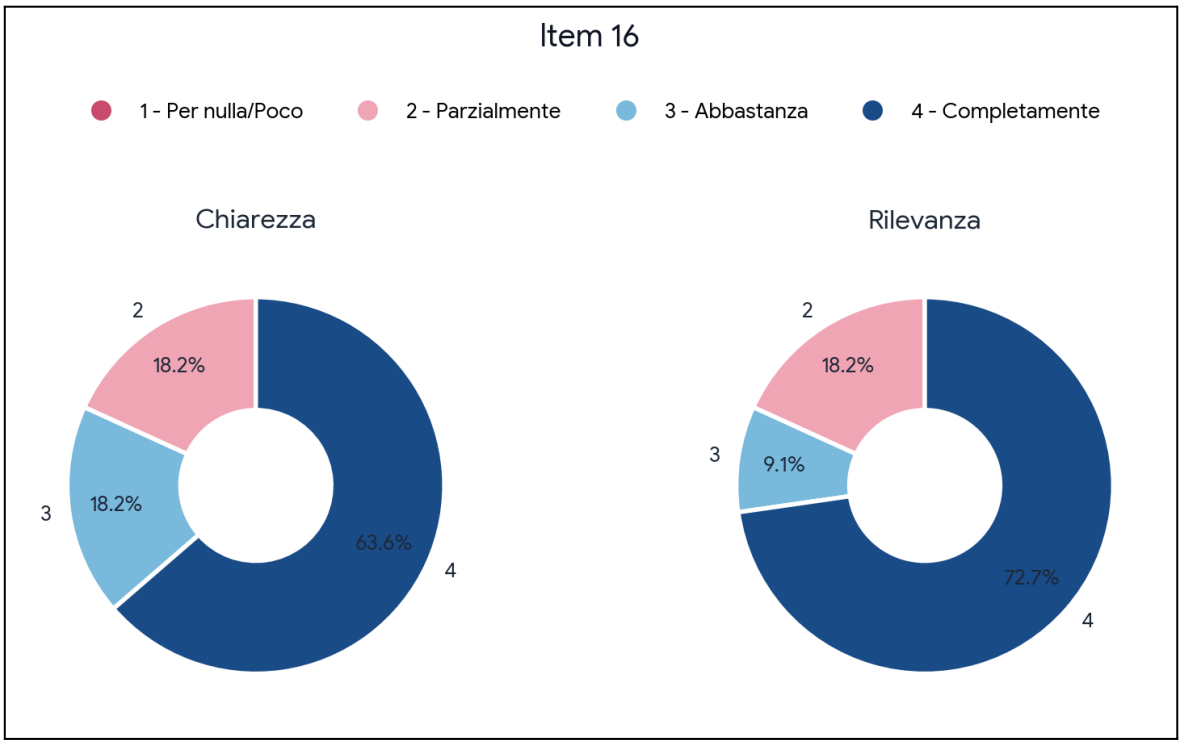


Figura 18. Grafici di risposta item 17. “Ritieni utile l’introduzione di un percorso formalizzato di Advanced Practice per il TSRM dosimetrist?” Risposte: Per nulla utile, Poco utile, Moderatamente utile, Molto utile, Estremamente utile.

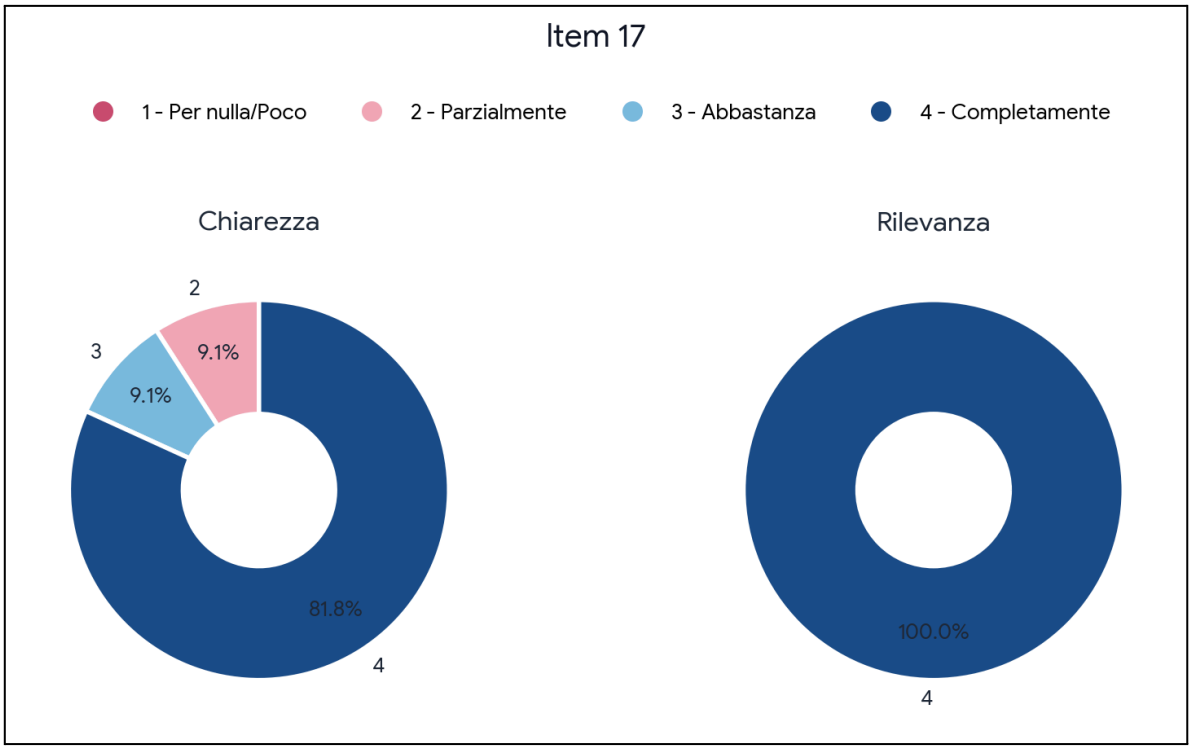


Figura 19. Grafici di risposta tem 18. “Quale livello formativo ritieni adeguato per il ruolo avanzato di dosimetrista?” Risposte: Laurea triennale, Master, Laurea magistrale, Certificazione europea, Altro.

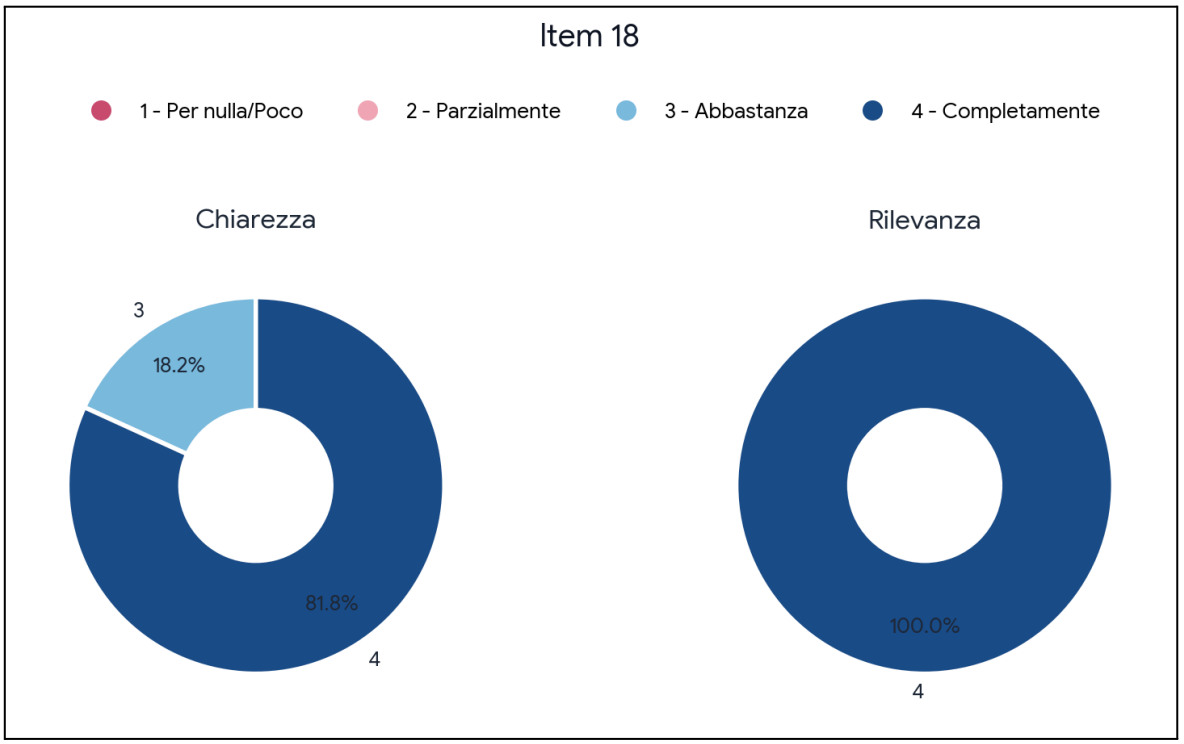


Figura 20. Grafici di risposta item 19. “Su quali argomenti ritieni necessario maggiore aggiornamento professionale?” Risposta aperta.

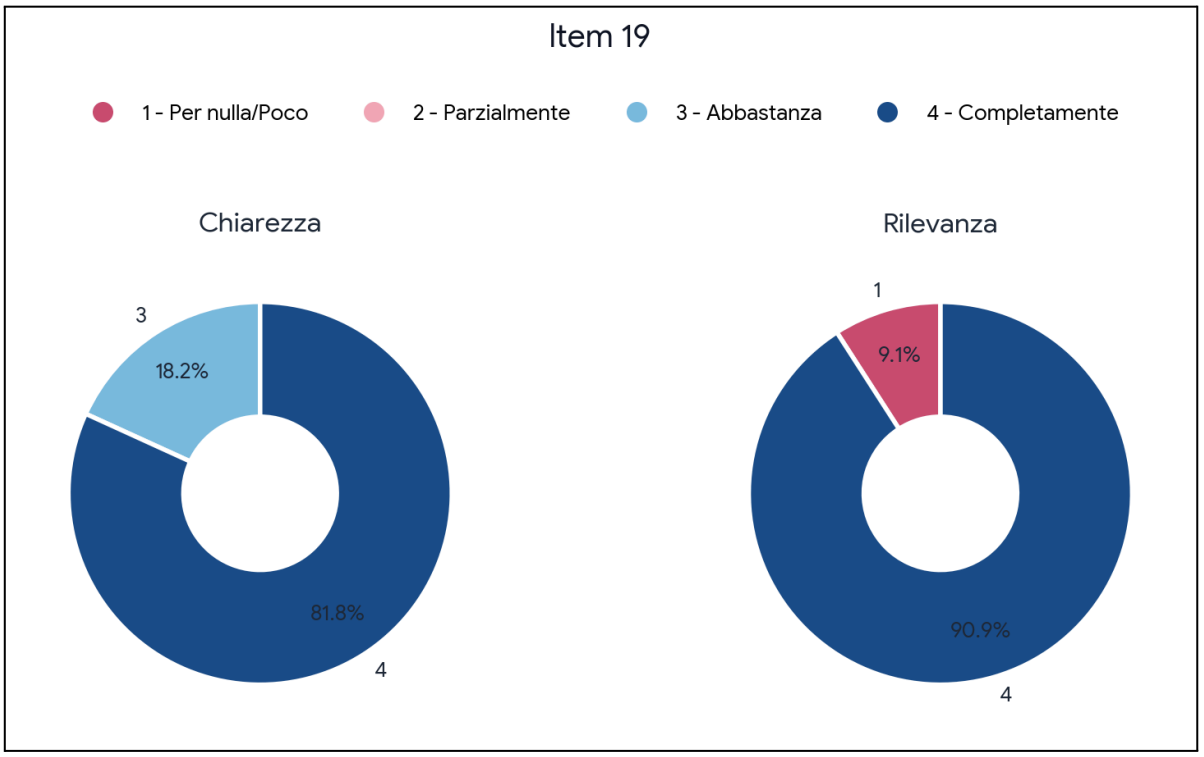
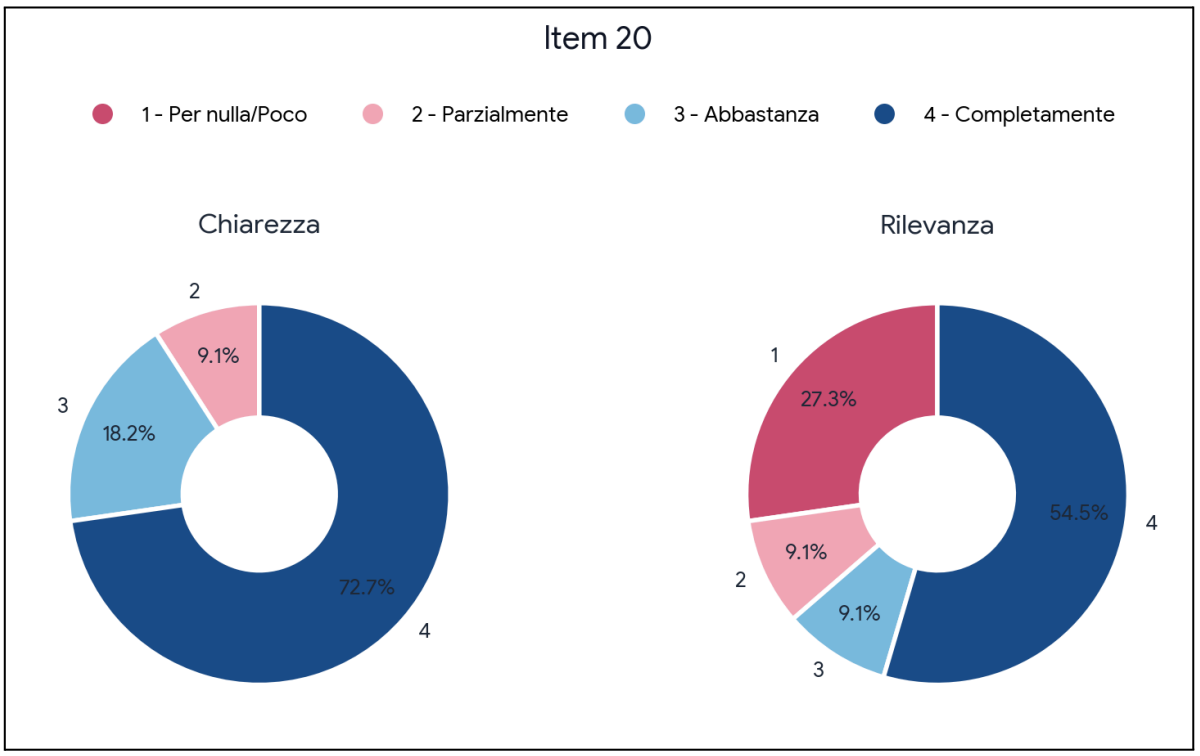


Figura 21. Grafici di risposta tem 20. “Quale denominazione professionale ritieni più appropriata per il tuo ruolo?” Risposta aperta.



Ringraziamenti

Desidero ringraziare di cuore la mia relatrice, la Prof.ssa Elisa Gilli, per aver creduto in questo progetto fin dal principio. La sua guida competente, unita a una costante disponibilità e a una grande empatia, ha reso questo percorso un'occasione preziosa non solo di crescita accademica, ma anche personale.

Ringrazio la Prof.ssa Gaia Angelini per avermi accompagnata in questo percorso con entusiasmo, comprensione e senza mai farmi sentire sola. Ha rappresentato un riferimento solido, costante e rassicurante.

Un sincero grazie al Prof. Federico Tabarrini, il cui contributo è stato fondamentale per la riuscita di questo progetto. La ringrazio per aver messo generosamente a mia disposizione competenze e risorse preziose, e per non avermi mai fatto mancare il suo costante incoraggiamento.

Vorrei esprimere la mia sentita gratitudine anche alla Prof.ssa Irene Maran, per il determinante contributo offerto a questo lavoro. Il suo fondamentale supporto nella definizione e nell'impostazione del disegno metodologico è stato il pilastro su cui ha potuto svilupparsi l'intero percorso di ricerca.

A tutti voi, grazie per la fiducia che avete riposto in me e in questo progetto, ma soprattutto per la passione con cui mi avete guidata, trasmettendomi ogni giorno l'amore per la nostra professione.

Alla mia famiglia, per il sostegno silenzioso, paziente e incrollabile su cui ho sempre potuto contare. Agli amici di una vita e ai colleghi di studio, per il conforto nei momenti difficili, per le risate condivise e per aver reso questo percorso più leggero e speciale.

A ciascuno di voi dedico questo traguardo.