



# Digital Tomosynthesis

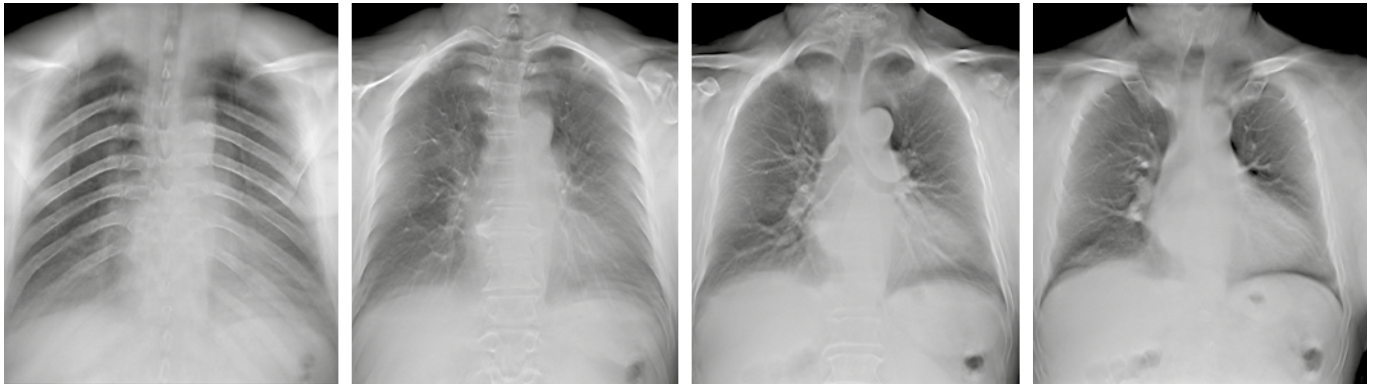
Fedeltà, rapidità, tridimensionalità

# Digital Tomosynthesis

## Fedeltà, rapidità, tridimensionalità

Le radiografie sono immagini bidimensionali che vengono generate proiettando, mediante l'uso dei raggi X, un corpo tridimensionale verso un dispositivo di acquisizione chiamato detettore. In quanto proiezioni, le radiografie sovrappongono tessuti molli, ossei e strutture diverse, portando con sé un alto quantitativo di dati ma, nel contempo, appiattendolo le informazioni di tridimensionalità del corpo.

DTS (*Digital Tomosynthesis*) è un software appositamente sviluppato per eseguire l'algoritmo di tomosintesi, che, attraverso l'uso di una sequenza di proiezioni acquisite ad angolazioni diverse, garantisce una ricostruzione integrale della volumetria da indagare.



**Fig. 1: Risultati visibili** – La fedeltà volumetrica derivante dall'implementazione dell'algoritmo di DTS garantisce ricostruzioni rapide e precise, permettendo di focalizzarsi sulle singole strutture.

## ■ Abstract

Nelle **radiografie tradizionali** i volumi corporei risultano appiattiti in output che sovrappongono **in un'unica immagine tessuti molli, ossei e strutture diverse**.

Questo **limite tecnico**, unitamente ai **costi elevati** e alla **ridotta portabilità** delle tecniche di tomografia computerizzata, ha orientato la ricerca verso **soluzioni algoritmiche** e, di conseguenza, verso lo sviluppo di **applicativi dedicati** in grado di ottimizzare sia l'esecuzione, sia la portabilità, sia i risultati. Risultato di queste ricerche è **DTS**, soluzione **software** in grado di eseguire **l'algoritmo di tomosintesi digitale** e di effettuare una **ricostruzione volumetrica** del corpo del Paziente garantendo esiti clinici di elevata **qualità** tecnica, **portabilità** hardware

e – ultimo ma non meno importante – **sostenibilità** economica.

**Le molteplici applicazioni cliniche di DTS** sono la testimonianza di questi progressi [1] e includono la realizzazione di:

- volumi del **torace**, per migliorare l'individuazione di noduli polmonari;
- volumi della **testa** e del **collo**, per meglio visualizzare i seni paranasali;
- volumi **dentali**, per ottenere una migliore risoluzione spaziale;
- tomosintesi al **seno**, per individuare noduli e calcificazioni del distretto mammario.

In estrema sintesi, i **punti di forza** di DTS consistono in:

1. **qualità** di ricostruzione;
2. **rapidità** di esecuzione;
3. **adattabilità** multi-purpose;
4. **compatibilità** hardware;
5. **ridotti costi** di implementazione.

## ■ Caratteristiche e logica operativa

### Contesto

Le **radiografie tradizionali**, in quanto bidimensionali, appiattiscono la tridimensionalità dei volumi corporei sovrapponendo **in un'unica immagine tessuti molli, ossei e strutture diverse**. Questa **limitazione tecnica**, unitamente ai **costi**

**elevati** e alla **ridotta portabilità** delle tecniche di tomografia computerizzata, ha contribuito alla **diffusione dell'algoritmo di tomosintesi** e allo sviluppo di software in grado di ottimizzarne l'esecuzione.

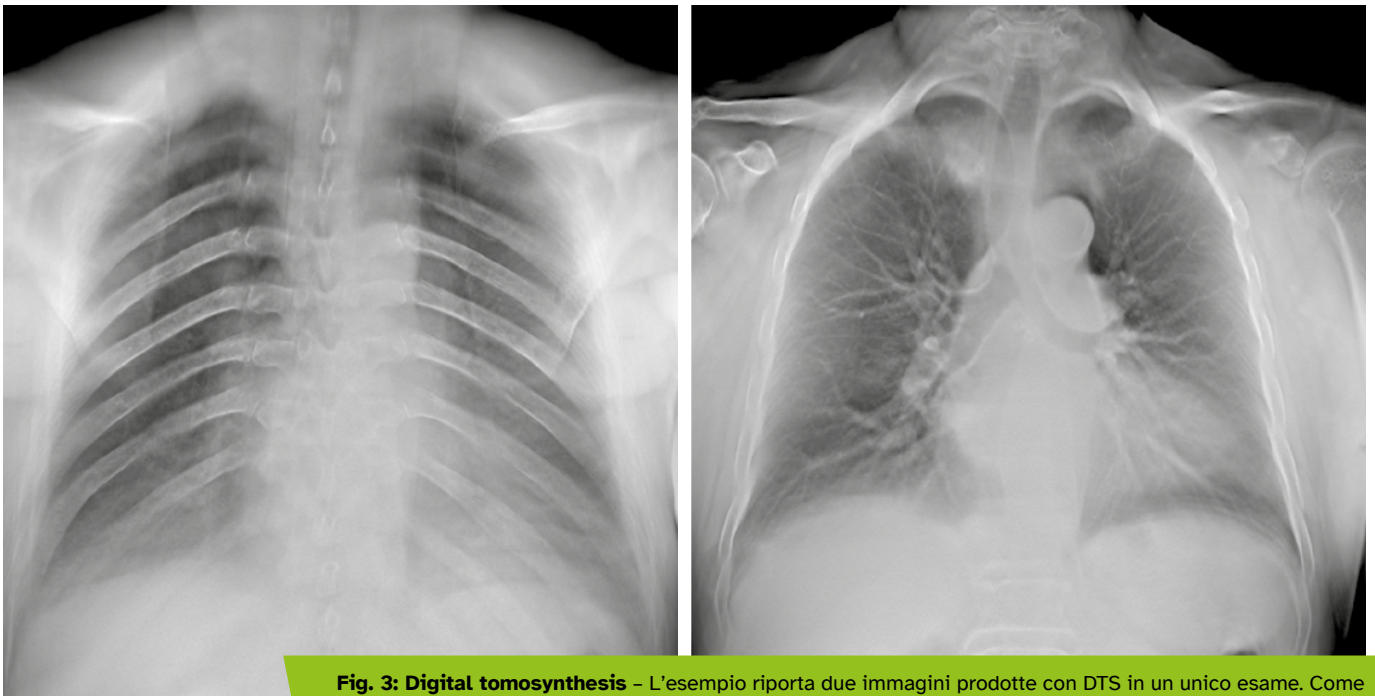
### Logica operativa

Applicando l'algoritmo di tomosintesi, il **software DTS (Digital Tomosynthesis)** si prefigge di **ricostruire un volume**. Come? Conoscendo la **configurazione geometrica del sistema**, è possibile risalire alla **posizione** nello spazio **di sorgente e detettore**; DTS sfrutta queste posizioni e le informazioni presenti all'interno delle

proiezioni radiografiche acquisite ad **angolazioni differenti** per **ricostruire il volume** in analisi. Il volume viene reso disponibile all'utente come una **lista di immagini ricostruite** a una distanza prefissata e configurabile: **a ogni immagine corrisponde un livello<sup>1</sup>** del volume ricostruito.

<sup>1</sup> Il singolo livello viene anche chiamato "strato" (*layer*) o "fetta" (*slice*).

**Fig. 2: Radiography** – In una radiografia “classica”, a prescindere dalla qualità dell’output, i tessuti molli, i tessuti ossei ed eventuali altre strutture risultano sovrapposti perché appiattiti in un’unica immagine, rendendo quindi arduo discernere tra le varie componenti.



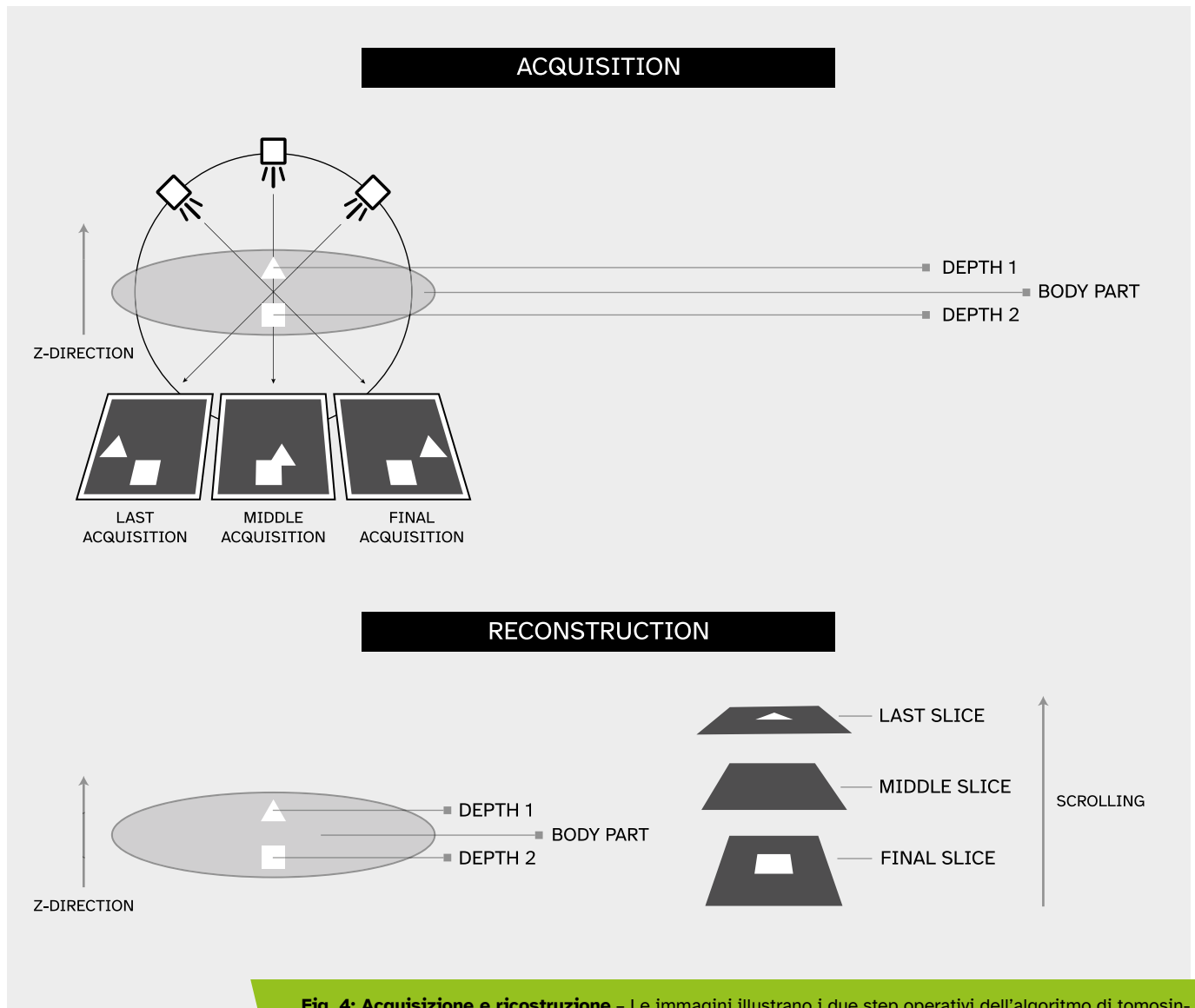
**Fig. 3: Digital tomosynthesis** – L’esempio riporta due immagini prodotte con DTS in un unico esame. Come si può apprezzare, in ogni singola ricostruita “sintetica”, a seconda della posizione all’interno del corpo e dell’angolo sorgente-detettore, alcune strutture (tessuti ossei vs. tessuti molli) risulteranno più visibili di altre.

## ■ Modalità di esecuzione e metodi di applicazione

### Singole proiezioni a differenti angolazioni

Per l'algoritmo di tomosintesi, **ogni singola proiezione viene acquisita ad angolazioni differenti** e contiene perciò punti di vista diversi dell'oggetto inquadrato. **Conoscendo la posizione** della sorgente

radiogena, del detettore e del volume, e sfruttando i diversi punti di vista delle proiezioni, **si ricostruisce il volume in uno spazio tridimensionale.**



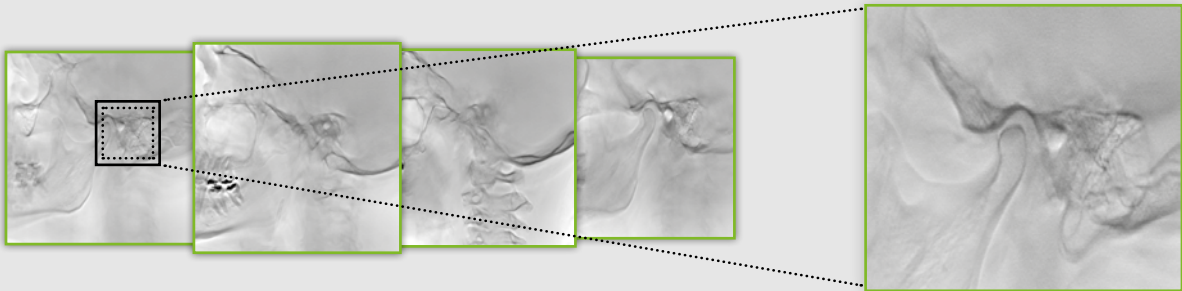
**Fig. 4: Acquisizione e ricostruzione** - Le immagini illustrano i due step operativi dell'algoritmo di tomosintesi: in alto, il processo di acquisizione; in basso, il processo di ricostruzione.

## Output tridimensionale

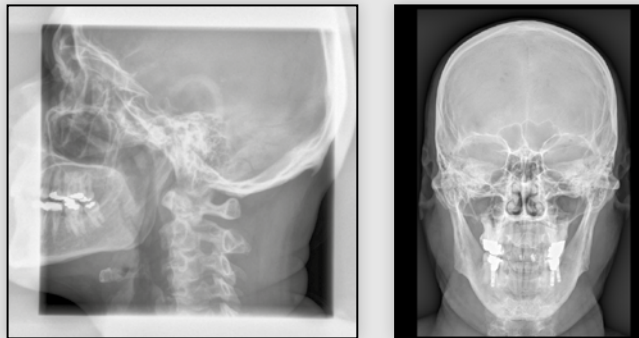
Il **volume generato** da DTS è **analizzabile strato per strato**, così da consentire al radiologo di osservare l'oggetto in **tre dimensioni**, separando le strut-

ture ad altezze diverse in **livelli diversi in base alla posizione** all'interno del corpo.

### Tomosynthesis slice images



### Conventional digital radiography



**Fig. 5: Tomosintesi e radiografia a confronto (1)** – Le singole immagini di tomosintesi consentono una visibilità – e, in taluni casi, anche una “granularità” di dettaglio – maggiore che in radiografia [1].

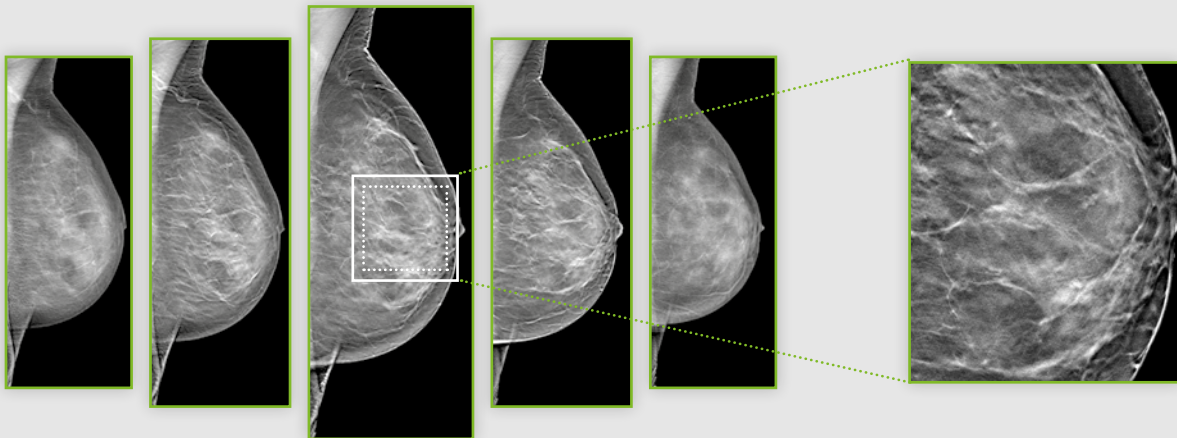


## Metodi di applicazione

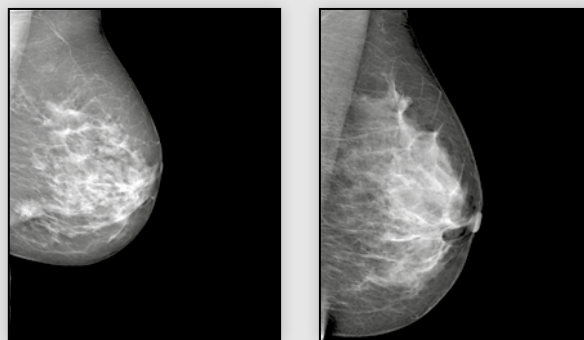
L'algoritmo è stato progettato per consentire all'utente di scegliere tra **due metodi di applicazione a seconda del contesto** in cui si trova a operare e dell'esame che deve effettuare:

- **tomosintesi (DTS)**, utile per la ricostruzione volumetrica di una qualunque regione anatomica;
- **tomosintesi al seno (DBT)**, che condivide con DTS il principio di funzionamento, ma da cui si differenzia per geometria di acquisizione [2].

### Tomosynthesis slice images



### Conventional digital radiography



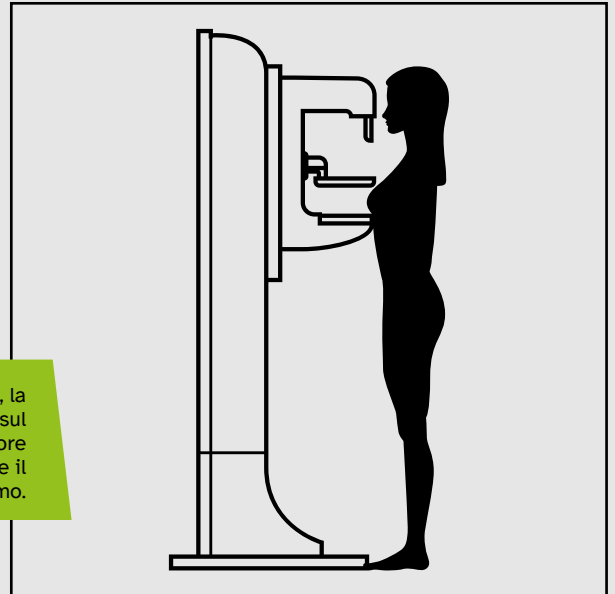
**Fig. 6: Tomosintesi e radiografia a confronto (2)** – Anche in assenza di strutture ossee o proprio in virtù di essa, gli esiti radiografici nella regione mammaria non sono paragonabili alla quantità di informazioni fornite dalla tomosintesi.

# FOCUS

## ■ La tomosintesi al seno o *Digital Breast Tomosynthesis (DBT)*

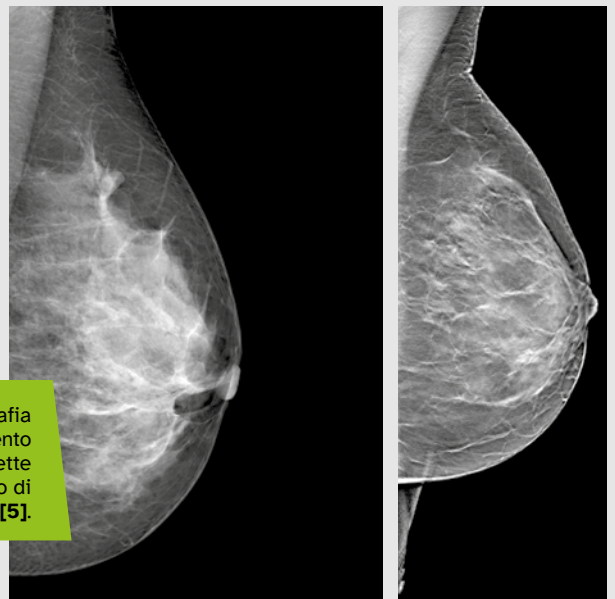
Osservando i dati, l'esigenza di **migliorare le potenzialità diagnostiche nel distretto mammario** emerge in maniera evidente: quello al seno è **il tumore più comune al mondo nelle donne** e, con circa 1,7 milioni di nuovi casi identificati nel 2012, rappresenta il 25% di tutti i tumori nelle donne e il 12% di tutti i nuovi casi di tumore nella popolazione complessiva [3].

**Fig. 7: Tomosintesi in posizione eretta** – Nella tomosintesi mammaria, la Paziente si trova in piedi davanti alla macchina con il seno appoggiato sul tavolo. Un compressore preme la mammella allo scopo di ridurre lo spessore e ampliare la superficie. La sorgente ruota con una traiettoria ad arco e il detettore è fermo.



La DBT ha **un grande impatto nello screening preventivo per i tumori al seno**: esponendo la Paziente a una **contenuta dose di radiazioni** e acquisendo **immagini in tre dimensioni**, questa tecnologia offre possibilità di **analizzare la mammella strato per strato** e di **migliorare la visibilità delle strutture** – compresa la diagnosi precoce di eventuali formazioni tumorali – che nelle classiche mammografie digitali risulterebbero sovrapposte [4].

**Fig. 8: Mammografia e tomosintesi a confronto** – Sebbene la mammografia convenzionale (sx) rappresenti ancor oggi lo standard diagnostico di riferimento per la prevenzione del cancro al seno, la tecnica tomosintetica (dx) permette uno studio stratigrafico della mammella e quindi, in un significativo numero di casi, esiti diagnostici potenzialmente più efficaci [5].

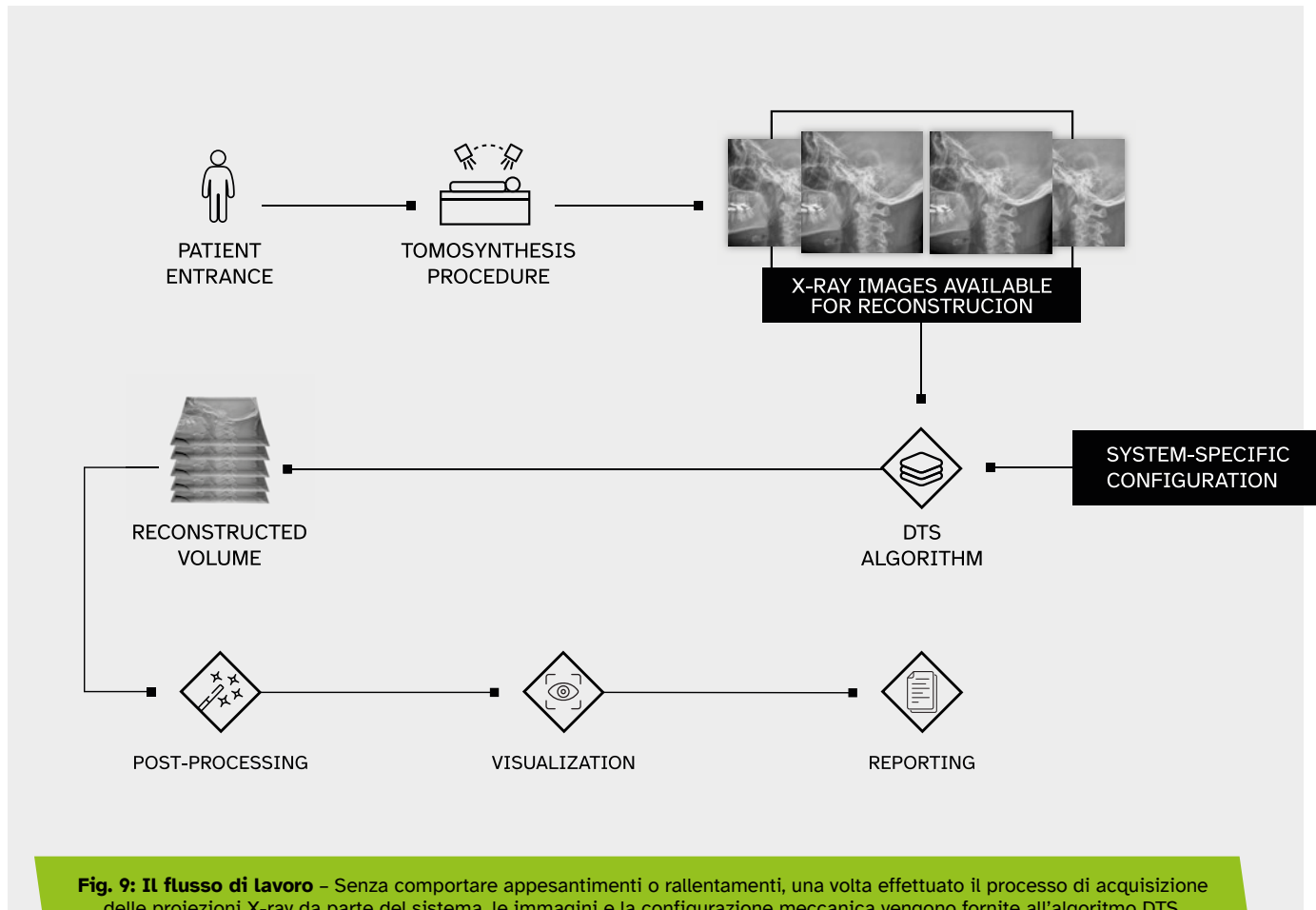




## ■ Digital Tomosynthesis: agile, rapida e affidabile

### Fluidità di workflow

**DTS si integra fluentemente** con il SW di acquisizione operando direttamente **all'interno del workflow** di tomosintesi:



**Fig. 9: Il flusso di lavoro** – Senza comportare appesantimenti o rallentamenti, una volta effettuato il processo di acquisizione delle proiezioni X-ray da parte del sistema, le immagini e la configurazione meccanica vengono fornite all'algoritmo DTS, che ricostruisce il volume tridimensionale sotto forma di insieme di piani. Il volume viene fornito al software utilizzatore, che procederà alla visualizzazione per la refertazione.

### Rapidità di esecuzione

Il tempo di esecuzione dell'algoritmo di DTS varia dai **20 secondi ai 40 secondi** a seconda della configurazione scelta e della dimensione dei dati in ingresso<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> Test eseguito su immagini reali con processore a 16 core da 2.4 GHz, GPU da 8GB, RAM da 64GB.

## Qualità di ricostruzione

### Quale il valore aggiunto di un simile flusso?

Grazie a DTS è possibile **discriminare con certezza la posizione sull'asse Z di strutture** che altrimenti **risulterebbero appiattite** nelle proiezioni a raggi X dove alcune patologie (come, per esempio, i noduli

in un torace oscurati dalle costole) potrebbero risultare nascoste e **porterebbero a possibili dubbi e/o a errori diagnostici**, quando non addirittura a mancate diagnosi.

A riprova della sua affidabilità, DTS è stata **certificata come DTS C (Digital Tomosynthesis Certified) dall'organismo notificato TÜV Rheinland Italia (numero CE: 1936)** in conformità con le leggi vigenti<sup>3</sup>.

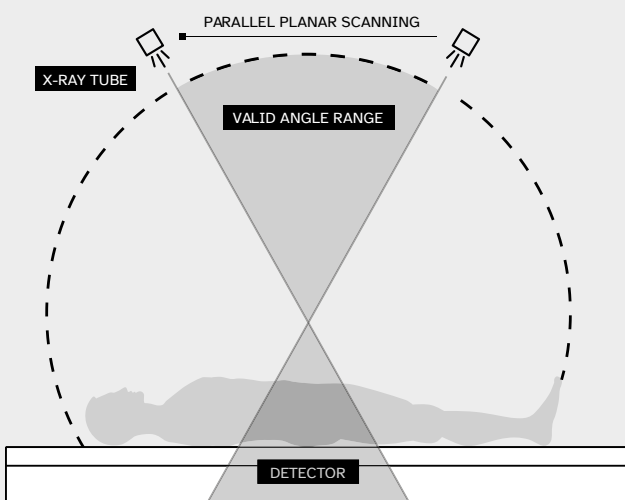
## TS vs CT

### Tecniche a confronto

Il funzionamento della **tomosintesi** (Tomosynthesis, TS) ricorda quello della **tomografia computerizzata** (Computerised Tomography, CT). In cosa si differenziano le due tecniche?

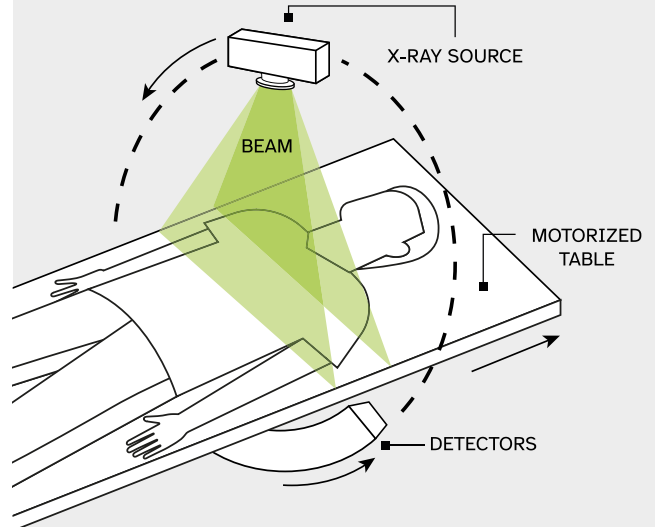
#### Tomosynthesis (TS)

La tomosintesi ha tipicamente un angolo di oscillazione della sorgente che varia – a seconda del tipo di macchina – dai 20° ai 60° rispetto al corpo del Paziente.



#### Computerised Tomography (CT)

La tomografia computerizzata prevede l'acquisizione delle immagini corporee per mezzo di una rotazione completa di 360° attorno al corpo del Paziente.



**Fig. 10 e 11: Le tecniche di TS e CT a confronto** – Nella CT la sorgente X-ray è opposta al rivelatore ed entrambi ruotano di 360° attorno al tavolo; nella TS, invece, la sorgente si muove con una traiettoria lineare o ad arco solo all'interno del range angolare valido, mentre il rivelatore può o muoversi linearmente in modo opposto alla sorgente X-ray (sempre all'interno del range angolare valido), o rimanere immobile.

<sup>3</sup> Richiesta inviata conformemente al Capo I dell'All. IX del Regolamento 2017/745 (EU MDR), secondo quanto indicato all'art. 52, comma 6 del medesimo.

L'**intervallo angolare** tipico di TS, all'interno del quale vengono effettuate dalle 10 alle 30 proiezioni circa, è dunque limitato e ben **inferiore ai 180°**. Perciò, mentre nella CT la ricostruzione del volume inquadrato è fedele, nella TS il campionamento

spaziale è insufficiente a garantire una ricostruzione esatta del volume, che risulterà contenere quindi artefatti legati al principio di funzionamento.

### Quali performance?

Dal confronto sopra illustrato **potrebbe sembrare che TS sia meno performante** rispetto a CT. Tuttavia, è opportuno **ricontestualizzare** questa valutazione in uno scenario più ampio e tenere conto di **diversi fattori**:

1. Gli **artefatti** derivanti dal principio di funzionamento di TS **non** risultano **limitanti** a fini della diagnosi medica. [1]
2. TS garantisce maggior **portabilità** perché è **integrabile in molte macchine** a raggi X, che hanno **costi decisamente più ridotti** rispetto ai macchinari di CT.
3. Le **acquisizioni** di TS sono **molto più rapide** rispetto a CT e permettono una prima analisi del corpo **migliorando**, soprattutto in fase di screening, **il workflow e i tempi di diagnosi** [6].

## I vantaggi in sintesi

DTS si profila quindi come **un algoritmo non soltanto prestazionale, ma anche versatile**.

- Sebbene ogni Produttore abbia una propria configurazione meccanica, **DTS è indipendente** dalla movimentazione utilizzata **dal sistema meccanico** e in grado di adattarsi a **qualsiasi tipo di geometria**.
- Grazie all'uso di algoritmi a retroproiezione filtrata (*Filtered Back-Projection*, FBP) o algoritmi iterativi (*Iterative Algorithms*), DTS è **applicabile sia per tomosintesi classica che per tomosintesi al seno**.
- DTS è **completamente personalizzabile** a seconda delle esigenze del Cliente.
- DTS può essere **eseguita sia con il supporto di GPU che senza**<sup>4</sup> (v. tabella sottostante).

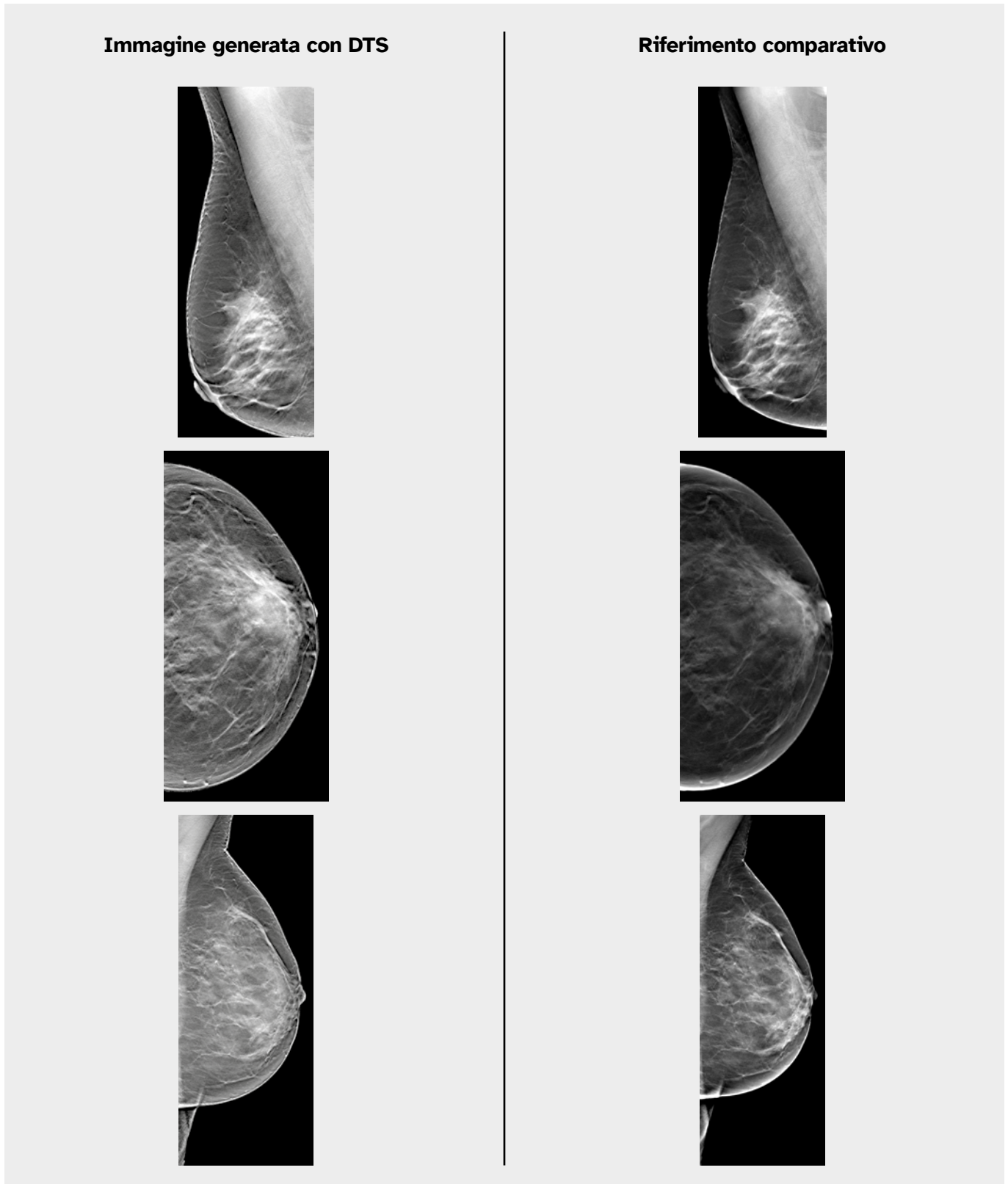
DBT	Alg/HW	GPU	CPU
	Iterative	Supported	Not Supported
	FBP	Not Supported	Not Supported
Tomosynthesis	Alg/HW	GPU	CPU
	Iterative	Supported	Not Supported
	FBP	Supported	Supported

<sup>4</sup> Per poter eseguire una DBT (*Digital Breast Tomosynthesis*) è invece necessario avere installata una GPU.

## ■ La confidenza: un test

Di seguito è possibile apprezzare un **confronto visivo tra il volume generato con DTS e la ricostruzione di un competitor leader di mercato.**

Le immagini riportano, a scopo meramente illustrativo, tre livelli estratti dai **volumi ricostruiti con DTS (sx)** comparati con i rispettivi riferimenti comparativi (dx).



Come si può desumere dalle immagini, **i risultati ottenuti con DTS sono in linea, quando non superiori, allo standard di mercato**, specie in riferimento ai **livelli di contrasto** e alla **nitidezza dei bordi**.

## ■ Conclusioni

Alla luce di quanto esposto, e considerati i vantaggi in termini di **rapidità, portabilità ed economia**, la tomosintesi si conferma **utile** sia per una **prima analisi** degli strati del corpo, sia in fase di **screening diagnostico** di alcune patologie.

In conseguenza di ciò, **DTS** si presenta come **soluzione valida per gestire la tomosintesi sia clas-**

**sica (TS) che specializzata per il seno (DBT)**, in quanto in grado di adattarsi a tutte le meccaniche e a tutti i sistemi presenti sul mercato.

DTS è un software completamente **configurabile, versatile, efficiente** oltre che certificato con  **marchio CE**.

**DISCLAIMER:** DTS non fornisce alcuna funzione di misura e non può, in ogni caso, sostituire la diagnosi di un professionista. Le ricostruzioni 3D devono essere utilizzate dagli operatori sanitari come supporto per prendere decisioni mediche.

## Bibliografia

### Generale

*Comparison of Irradiation for Tomosynthesis and CT of the Wrist [Comparaison de l'irradiation en scanner et tomosynthèse du poignet];* Noël A, Ottenin M, Germain C, Soler M, Villani N, Grosprêtre O, Blum A; DOI: 10.1016/j.jradio.2010.11.001 (accessed on 10 February 2024).

*Digital Tomosynthesis to Evaluate Fracture Healing: Prospective Comparison with Radiography and CT;* Ha AS, Lee AY, Hippe DS, Chou S-HS, Chew FS; DOI: 10.2214/AJR.14.13833 (accessed on 10 February 2024).

*Digital Tomosynthesis (DTS) for Quantitative Assessment of Trabecular Microstructure in Human Vertebral Bone;* Kim W, Oravec D, Nekkanty S, Yerramshetty J, Sander EA, Divine GW, Flynn MJ, Yeni YN; DOI: 10.1016/j.medengphy.2014.11.005 (accessed on 10 February 2024).

### Specifica

[1] *Whole-Body Clinical Applications of Digital Tomosynthesis;* Machida H, Yuhara T, Tamura M, Ishikawa T, Tate E, Ueno E, Nye K, Sabol JM; DOI: 10.1148/rg.2016150184 (accessed on 10 February 2024).

[2] *Breast Tomosynthesis;* Philpotts LE, Hooley RJ; Elsevier, 2017.

[3] *Study of Role of Digital Breast Tomosynthesis over Digital Mammography in the Assessment of BIRADS 3 Breast Lesions;* Ali EA, Adel L; DOI: 10.1186/s43055-019-0052-5 (accessed on 10 February 2024).

[4] *Pros and Cons for Breast Cancer Screening with Tomosynthesis: a Review of the Literature;* Kleinknecht JH, Ciurea AI, Ciortea CA; DOI: 10.15386/mpr-1698 (accessed on 10 February 2024).

[5] *Effectiveness of Digital Breast Tomosynthesis Compared With Digital Mammography: Outcomes Analysis From 3 Years of Breast Cancer Screening;* McDonald ES, Oustimov A, Weinstein SP et al; DOI: 10.1001/jamaoncol.2015.5536 (accessed on 10 February 2024).

[6] *Lung Cancer Detection with Digital Chest Tomosynthesis: First Round Results from the SOS Observational Study;* Bertolaccini L, Viti A, Tavella C, Priotto R, Ghirardo D, Grosso M, Terzi A; DOI: 10.3978/j.issn.2305-5839.2015.03.41 (accessed on 10 February 2024).



**Digitec S.r.l.** | Via Caduti Lecchesi a Fossoli, 17 | 23900 Lecco (LC) – ITALY  
SDI Code T04ZHR3 | Tax Code 00527870141 | VAT no. 01647550134  
E-mail: [info@digitecinnovation.com](mailto:info@digitecinnovation.com) | Tel: +39 0341 36 46 17  
**[digitecinnovation.com](http://digitecinnovation.com)**