

# Health management system per la gestione di lesioni cutanee da decubito

A cura di Francesco Orciuoli,  
Giuseppe Fenza, Angela Peduto

**R** Collana del Dipartimento di  
Scienze Aziendali, Management  
& Innovation Systems  
dell'Università degli Studi di Salerno  
*Sezione Ricerca - N 6*



**FrancoAngeli**

## Informazioni per il lettore

Questo file PDF è una versione gratuita di sole 20 pagine ed è leggibile con



La versione completa dell'e-book (a pagamento) è leggibile con Adobe Digital Editions. Per tutte le informazioni sulle condizioni dei nostri e-book (con quali dispositivi leggerli e quali funzioni sono consentite) consulta [cliccando qui](#) le nostre F.A.Q.



La Collana si propone di coprire un'area di indagine ampia, in cui la matrice economico-aziendale si fonde con studi di carattere sia giuridico, sia informatico.

La collana è articolata in una sezione *Ricerca* e una sezione *Didattica*.

La sezione *Ricerca* accoglie contributi di carattere scientifico, aprendo un dialogo su temi specifici con un approccio interdisciplinare e innovativo. È articolata in quattro aree:

1. Accounting, Banking and Finance;
2. Management, Organization and Social Responsibility;
3. Business and Tax Law;
4. Business and Information Technology.

Tutti i volumi della sezione *Ricerca* sono sottoposti a doppio referaggio anonimo da parte di studiosi di volta in volta individuati a cura del Comitato editoriale.

La sezione *Didattica* accoglie volumi con impiego didascalico, destinati a supportare le attività didattiche dei diversi livelli dei percorsi formativi universitari (lauree triennali, lauree magistrali, master) nonché l'attività professionale.

#### *Comitato Scientifico*

##### *Sezione Ricerca*

1. Accounting, Banking and Finance

Prof. Paolo Tartaglia Polcini - Università degli Studi di Salerno

Prof. Adriana Tiron Tudor - Babes-Bolyai University

2. Management, Organisation and Social Responsibility

Prof. Marco Pellicano - Università degli Studi di Salerno

Prof. Ayman El Tarabishy George Washington University

3. Business and Tax Law

Prof. Rodolfo Vitolo - Università degli Studi di Salerno

Prof. Giovanni Perlingieri - Università degli Studi della Campania "L. Vanvitelli"

4. Business and Informatics

Prof. Giuseppe Persiano - Università degli Studi di Salerno

Prof. Kristos Kaklamanis University of Patras

##### *Sezione Didattica*

Prof. Raffaele D'Alessio - Università degli Studi di Salerno

Prof. Roberto Parente - Università degli Studi di Salerno

*Comitato Editoriale*

Prof. Rosa Maria Agostino

Prof. Rosaria Cerrone

Prof. Francesca Citro

Prof. Maria Rosaria Garofalo

Prof. Ciro D'Apice

Prof. Massimo De Falco

Prof. Bice Della Piana

Prof. Carmen Gallucci

Prof. Ornella Malandrino

Prof. Vittoria Marino

Prof. Gaetano Matonti

Prof. Maria Carmela Miccoli

Prof. Antonio Musio

Prof. Giancarlo Nota

Prof. Gabriella Piscopo

Prof. Pierluigi Siano

# Health management system per la gestione di lesioni cutanee da decubito

A cura di Francesco Orciuoli,  
Giuseppe Fenza, Angela Peduto

**Collana del Dipartimento di  
Scienze Aziendali, Management  
& Innovation Systems  
dell'Università degli Studi di Salerno  
Sezione Ricerca - N 6**

**FrancoAngeli**

Il presente lavoro monografico è collocato nella Sezione Ricerca - Area “Business and Information Technology” ed è stato autorizzato per la pubblicazione a valle di un processo di doppio referaggio anonimo.

Il presente volume è stato stampato con il contributo del Dipartimento di Scienze Aziendali – Management & Innovation Systems (DISA-MIS) dell’Università di Salerno.

Copyright © 2020 by FrancoAngeli s.r.l., Milano, Italy

*L’opera, comprese tutte le sue parti, è tutelata dalla legge sul diritto d’autore. L’Utente nel momento in cui effettua il download dell’opera accetta tutte le condizioni della licenza d’uso dell’opera previste e comunicate sul sito [www.francoangeli.it](http://www.francoangeli.it).*

# INDICE

1. **Un *clinical decision support system* basato su realtà aumentata per l'assistenza domiciliare dei pazienti affetti da lesioni da pressione**, di *Carlo Blundo, Giuseppe Fenza, Francesco Orciuoli, Domenico Parente e Angela Peduto* pag. 7
2. **Approcci e strumenti a supporto per l'analisi e la valutazione diagnostica delle piaghe da decubito e il rilievo delle aree geografiche con più elevata necessità di cure domiciliari**, di *Barbara Cardone, Bice Cavallo, Maria Cerreta, Valeria D'Ambrosio, Ferdinando Di Martino e Salvatore Sessa* » 24
3. **La gestione del paziente cronico: nuove tecnologie e nuovi modelli di servizio fra pubblico e privato**, di *Roberto Parente, Antonella Monda, Erika Naponiello e Luca Romanelli* » 48
4. **Le nuove frontiere del settore sanitario**, di *Marco Pellicano, Francesco Smaldone, Sarah Turco e Valentina Nappo* » 72
5. **Soft & digital skills nelle professioni sanitarie: un'analisi preliminare**, di *Maria Rosaria Sessa e Ornella Malandrino* » 91
6. **Il piano industriale per l'analisi di fattibilità e sostenibilità di un progetto innovativo**, di *Carmen Gallucci, Rosalia Santulli e Michela De Rosa* » 112
7. **Il calcolo dei costi nelle aziende sanitarie**, di *Gaetano Matonti, Giuseppe Iuliano e Marco Bisogno* » 132

- 8. Strumenti per l'*improvement* dei processi di gestione delle lesioni cutanee da decubito per pazienti di cure domiciliari. Analisi normativa e implementazione della procedura,** di *Pasquale Lucio Amatucci e Nicola Prudente* pag. 158
- 9. Riflessi giuridici dei processi decisionali automatizzati nei trattamenti terapeutici domiciliari,** di *Rosa Maria Agostino* » 170

# 1. UN *CLINICAL DECISION SUPPORT SYSTEM* BASATO SU REALTÀ AUMENTATA PER L'ASSISTENZA DOMICILIARE DEI PAZIENTI AFFETTI DA LESIONI DA PRESSIONE

di *Carlo Blundo\**, *Giuseppe Fenza\**, *Francesco Orciuoli\**,  
*Domenico Parente\** e *Angela Peduto\**

## 1.1. Introduzione

Le lesioni da pressione (LdP) rappresentano un importante problema per le organizzazioni sanitarie in quanto influiscono pesantemente sulla qualità della vita dei pazienti che ne sono affetti, fino a minacciarne la stessa sopravvivenza. La genesi delle LdP è multifattoriale, considerando che l'incidenza delle lesioni aumenta nei soggetti anziani allettati e in quelli affetti da patologie che compromettono la funzionalità neuromotoria, inoltre, la prevalenza del fenomeno è destinata a crescere anche in ragione dei mutamenti demografici della società. (Bernabei *et al.*, 2011).

Per la prevenzione e la cura delle LdP è fondamentale che gli operatori utilizzino metodi, strumenti e dispositivi adeguati ed in linea con le linee guida internazionali, ma è altrettanto importante lo sviluppo di una cultura professionale orientata e sensibile a questa patologia, che incide pesantemente sulla qualità della vita del paziente<sup>1</sup>. Non secondario il loro impatto economico, sia in ambito domiciliare che in regime di ricovero, a causa del notevole impegno gestionale necessario per un corretto trattamento.

Quella delle lesioni cutanee è una realtà in crescita e in stretta correlazione all'aumento della popolazione anziana.

La prevenzione ed il trattamento delle lesioni da pressione rappresentano, in ambito domiciliare ed ospedaliero, un rilevante problema di assistenza sanitaria, che oltre ad impattare negativamente sulla qualità di vita dei pazienti

\* Dipartimento di Scienze Aziendali – Management & Innovation Systems, Università degli Studi di Salerno – via Giovanni Paolo II, 132 – 84084 Fisciano (SA).

<sup>1</sup> Fonte: <https://www.epuap.org/wp-content/uploads/2016/10/italian-traduzione-linee-guida-epuap-final-version-updated-jan2016.pdf>.

(e dei loro familiari), richiede un notevole impegno gestionale in termini di risorse umane, materiali, tecnologiche e, contrariamente a quanto si può pensare, risulta essere una problematica ancora attuale e quindi estremamente impegnativa per l'assistenza infermieristica<sup>2</sup>.

La Legge n. 229/1999 ha disposto l'obbligo per tutti i professionisti di utilizzare, nell'esercizio della propria professione, tutte le conoscenze più aggiornate e le procedure, quali protocolli e linee guida, supportate da evidenze scientifiche. Inoltre, ruolo di fondamentale importanza, è quello degli infermieri, i quali hanno l'obbligo di denunciare ai responsabili delle diverse funzioni, la mancata disponibilità di presidi antidecubito, medicazioni avanzate e tutto il materiale indispensabile alla prevenzione e alla cura delle lesioni cutanee, grazie al loro stretto contatto con il paziente.

In dettaglio, come si evince dallo studio di (Donelli, Guaglianone *et al.*, 2005) l'infermiere esegue la valutazione della lesione, pianifica il trattamento locale sulla base della valutazione complessiva dell'individuo e degli obiettivi di trattamento.

Attualmente nella pratica clinica le ulcere da pressione sono monitorate tramite il giudizio clinico del personale sanitario, con il supporto di strumenti di valutazione dell'ulcera da pressione e fotografie digitali. In alcuni contesti clinici cominciano a essere disponibili dispositivi per la raccolta digitale dei dati. È necessario valutare il progresso verso la guarigione usando un indice di valutazione dell'ulcera da pressione validato e affidabile.

Il progetto "Health Management System per la gestione di lesioni cutanee da decubito per pazienti di cure domiciliari" ha contribuito a realizzare una piattaforma ICT per la presa in carico, il supporto alle decisioni e la gestione personalizzata di pazienti in cure domiciliari: Health Management System. In particolare, a partire da componenti prototipali, sviluppate dai partner industriali dell'iniziativa, si potrà sviluppare e industrializzare uno strumento innovativo e distintivo per la classificazione intelligente della lesione cutanea, utilizzando scale e metodi universalmente riconosciuti (es. stadiazione NPUAP/EPUAP<sup>3</sup>).

La piattaforma prototipale, a partire da immagini/foto della lesione raccolte a domicilio del paziente, vuole essere uno strumento di lavoro pratico, accessibile ed efficace ad uso del personale coinvolto nella prevenzione e nel

<sup>2</sup> Fonte: <https://www.aslroma6.it/documents/20143/85037/Procedura+per+la+prevenzione+e+gestione+delle+lesioni+da+pressione.pdf>.

<sup>3</sup> Il sistema internazionale di classificazione delle Ulcere da Pressione elaborato dalla National Pressure Ulcer Advisory Panel (NPUAP), European Pressure Ulcer Advisory Panel (EPUAP) e dalla Pan Pacific Pressure Injury Alliance (PPPIA), stabilisce differenti stadi o categorie di lesione da pressione.

trattamento delle LdP, fornendo una serie di *tool* innovativi per la classificazione intelligente della lesione cutanea, secondo delle scale e tassonomie universali.

In particolare, il gruppo di ricerca afferente al Dipartimento di Scienze Aziendali-Management e Innovation System dell'Università degli Studi di Salerno ha, nell'ambito del progetto, definito e sviluppato in forma prototipale, un sistema di supporto alle decisioni (Decision Support System – DSS) specializzato nell'aiuto all'infermiere che si reca al domicilio del paziente allettato e deve gestire lesioni da decubito. Il sistema è basato su realtà aumentata (anche Augmented Reality o AR) e su tecniche di deep learning per supportare l'infermiere nella classificazione della lesione, rispetto a diversi parametri (danno tessutale, cute, necrosi e stadio), e a scegliere l'azione più corretta da intraprendere. In particolare, si mira a rendere più oggettiva la classificazione della lesione e a migliorarne la qualità. In particolare, i processi cognitivi dell'infermiere, che sta eseguendo il task di classificazione, finalizzati al decision-making sono favoriti dalla possibilità di ricevere suggerimenti circa diversi parametri di classificazione da un meccanismo basato su deep learning, misurare le dimensioni della lesione mediante l'uso del solo smartphone/tablet low-cost in modalità AR e di analizzare la lesione nel tempo per comprenderne l'evoluzione e raffinare eventualmente i suggerimenti del sistema.

## **1.2. Augmented Reality e sua applicazione nel settore medico**

L'AR, come indicato nelle previsioni Deloitte<sup>4</sup>, è tra le prime dieci innovazioni tecnologiche che offriranno più valore riducendo i costi nel settore sanitario.

La Realtà Aumentata è un potenziamento sensoriale della realtà, percepibile dall'utente, grazie all'utilizzo di strumenti, principalmente elettronici, che forniscono informazioni supplementari. Un sistema AR, infatti, abilita nuove modalità di percezione, in particolare vista e udito, arricchendo l'intera esperienza utente.

Se inizialmente l'Augmented Reality era legata soprattutto a dispositivi ad hoc come i primi Google Glass, il futuro della tecnologia sembrerebbe, attualmente, legato principalmente agli smartphone.

Le tecnologie abilitanti l'AR, infatti, vengono sempre più sfruttate per permettere agli utenti di accedere ad etichette interattive con informazioni

<sup>4</sup> <https://www2.deloitte.com/us/en/pages/life-sciences-and-health-care/articles/life-sciences-health-care-tech-trends.html>.

supplementari sui prodotti, come nel caso Ikea che nel 2014 proponeva per la prima volta il catalogo a realtà aumentata per visualizzare, ad esempio, un divano direttamente all'interno della propria abitazione.

L'ultima in ordine di tempo a puntare sulla realtà aumentata è Facebook. L'azienda di Mark Zuckerberg ha presentato ad aprile 2017, durante l'F8, l'evento organizzato per gli sviluppatori, la nuova piattaforma Camera Effect Platform, dedicata esclusivamente alla realtà aumentata.

Anche Apple è impegnata in prima linea nello sviluppare una piattaforma dedicata alla realtà aumentata. Il suo nome è ARKit e su iOS 11 sono presenti le prime applicazioni sviluppate grazie agli investimenti effettuati dall'azienda di Cupertino.

La Realtà Aumentata ha il potenziale per rivoluzionare il modo in cui i medici accedono ai dati mentre si prendono cura dei pazienti, sia in sala operatoria che in clinica e non va vista come una lontana applicazione del futuro (Zhu, Hadadgar, Masiello, Zary, 2014.). Già oggi viene usata nei più svariati campi, dallo sport all'industria meccanica. Per quanto riguarda la medicina, ha già fatto il suo ingresso in questo settore, ma ancora non è stata adottata completamente su scala mondiale.

L'AR ha le potenzialità per essere applicata ad una vasta gamma di settori medici, quello su cui si lavora da più tempo è la chirurgia. Secondo il National Center for Biotechnology Information, la AR è particolarmente utile in neurochirurgia, dove la combinazione di dati di scansione radiografica da acquisizioni memorizzate o in tempo reale viene utilizzata per consentire una "neuronavigazione" più accurata e sicura. Un esempio di AR in chirurgia è la piattaforma di navigazione olografica, sviluppata da Scopis<sup>5</sup> per l'assistenza in chirurgia spinale.

Altro esempio, simile, di uso di AR, in chirurgia è l'headset realizzato dalla start-up israeliana Augmedics, questa tecnologia sovrappone un modello 3D della scansione TC sulla colonna vertebrale, in questo modo il chirurgo ottiene una sorta di visione "a raggi X".

Altra applicazione molto interessante che utilizza AR in un contesto completamente diverso è il Microscopio di Google a Realtà Aumentata che utilizza il deep learning. Nel corso dell'Annual Meeting of the American Association for Cancer Research (AACR), Google ha presentato i risultati di uno studio in cui ha dimostrato che una rete neurale convoluzionale è in grado di rilevare le metastasi del cancro al seno nei linfonodi e il tumore alla prostata con un livello di accuratezza paragonabile a un patologo esperto.

<sup>5</sup> <https://www.businesswire.com/news/home/20170505005037/en/Scopis-Introduces-Mixed-Reality-Surgical-Holographic-Navigation-Platform> – <https://navigation.scopis.com/products>.

L'AR può supportare non solo i medici ma anche i pazienti, un esempio in cui l'utente finale è il "paziente" è Nueyes<sup>6</sup>: smartglasses elettronici costruiti sulla piattaforma ODG R-7 che consentono alle persone ipovedenti di vedere le cose intorno a loro e svolgere le attività quotidiane.

Altro prodotto basato su AR rivolto ai pazienti è Brain Power, il software sviluppato da una start-up del Massachusetts, trasforma dispositivi indossabili, in particolare Google Glass, in sistemi di intelligenza artificiale neuro-assistenziale per aiutare le persone con problemi neuronali (in special modo l'autismo). Il software aiuta bambini e adulti a sviluppare le loro abilità sociali, abilità linguistiche e comportamentali.

L'AR può migliorare significativamente anche la qualità dell'assistenza. L'AR infatti è uno strumento molto utile sia a coadiuvare il paziente, sia per il trattamento che per la prevenzione delle malattie.

Tra i prodotti basati su AR già utilizzati nell'assistenza sanitaria c'è AccuVein. Circa il 40% delle prime iniezioni endovenose falliscono e questo rapporto è ancora più alto nel caso di bambini e pazienti anziani, AccuVein usa la realtà aumentata per far fronte a questa statistica negativa. Uno scanner palmare proietta sulla pelle e mostra le vene dei pazienti (Figura 1). Aumentando la possibilità di successo di trovare la vena al primo tentativo di 3,5 volte. Ecco perché questa invenzione ha ottenuto il più grande riconoscimento tra il pubblico generale e il personale medico. Secondo le informazioni fornite dal produttore, gli ospedali e gli operatori sanitari che utilizzano questi dispositivi hanno raggiunto una riduzione del dolore del 39%, un sostanziale miglioramento della procedura e un risparmio annuale di \$352.498.

Un'app medica di autodiagnostica che utilizza la realtà aumentata EyeDecide, questa app supporta il paziente/utente nella comprensione delle proprie condizioni e nel descrivere correttamente i propri sintomi legati a problemi di vista. EyeDecide è diviso in quattro sezioni: Anatomia, Condizioni, Soluzioni e Trova uno specialista. Utilizzando immagini e annotazioni mediche specifiche per ogni condizione dell'occhio, l'app descrive ciascuna condizione, mostra come appare, "discute" i sintomi e i risultati, e fornisce consigli di trattamento basati sulle migliori pratiche. EyeDecide fornisce anche una sezione con l'elenco di specialisti relativi al problema diagnosticato, l'elenco di specialisti fornito si basa sulla posizione dell'utente, lingua parlata, e dà la possibilità ad esempio di ordinare e filtrare in base al tipo di assicurazione che si ha.

<sup>6</sup> <https://nueyes.com>.

L'AR viene usata anche per trattare i pazienti a pieno titolo, specialmente in relazione alla fisioterapia ed alla riabilitazione fisica.

Il sistema Ghostman sviluppato dall'Università della Tasmania, ad esempio, dimostra come si può fare riabilitazione con un'immagine interamente generata dal computer che riproduce i movimenti fatti dal terapeuta. Ghostman, tramite l'AR, mantiene la percezione dell'ambiente reale del paziente e consente sia al paziente che al fisioterapista di osservare il punto di vista dell'altro.

L'applicazione basata sul sistema operativo iPhone (iOS, Apple Inc) mARble-Derma (mARble-dermatology) fornisce agli utenti contenuti didattici organizzati sotto forma di schede multimediali digitali. Utilizzando marcatori (marker) cartacei che possono essere posizionati sulla pelle degli utenti, l'app utilizza AR per richiamare i contenuti collegati ai marcatori, sovrapponendoli alle immagini dell'ambiente aggiungendo così un livello completamente nuovo di informazioni.

Dall'analisi delle applicazioni basate su AR analizzate, di cui una tabella di riepilogo è riportata in Tabella 1, è emerso che la realtà aumentata abbinata alla *computer vision* (Feng, 2020) può essere un potente strumento nella quotidianità per semplificare l'interpretazione delle scansioni mediche ed assistere gli operatori sanitari nel loro operato.

Tab. 1 – Applicazioni AR based analizzate

Applicazione	Ambito	Target	Hardware principale	Obiettivo in sintesi
Scopis <sup>7</sup>	Navigazione chirurgica	Medico	Head Mounted Display HoloLens	Consente al chirurgo di trovare più rapidamente le posizioni pianificate delle viti e di allineare gli strumenti chirurgici in modo interattivo con la visualizzazione olografica.

(continua)

<sup>7</sup> <https://navigation.scopis.com>.

(segue)

<b>Augmedics Xvision<sup>8</sup></b>	Navigazione chirurgica	Medico	Head Mounted Display	Il dispositivo dotato degli occhiali con lenti trasparenti sulle quali vengono proiettate le immagini 3D del paziente ottenute tramite raggi X (da un apparecchio radiologico esterno), è dotato anche di sensori per rilevare i movimenti della testa del chirurgo, in modo da "aggiustare" il posizionamento dell'immagine proiettata durante l'intervento.
<b>Microscopio google (ARM)<sup>9</sup></b>	Rilevazione metastasi linfonodali e del cancro alla prostata	Medico	PC standard con un <i>frame grabber</i> BitFlow GPU NVidia Titan Xp	La piattaforma consiste di un microscopio ottico modificato che consente l'analisi delle immagini in tempo reale e la presentazione dei risultati degli algoritmi di <i>machine learning</i> direttamente nel campo visivo.
<b>NueEyes<sup>10</sup></b>	Strumento di supporto agli ipovedenti	Paziente	Head Mounted Display - smartglasses piattaforma ODG R-7	Consente alle persone ipovedenti di vedere le cose intorno a loro e svolgere le attività quotidiane. La vista reale viene replicata attraverso la messa a fuoco automatica.
<b>Brain Power<sup>11</sup></b>	Neuro-assistenza	Paziente	Head Mounted Display - google glass	Permette ai bambini che lo indossano di imparare a riconoscere otto emozioni "universali": felicità, tristezza, rabbia, disgusto, sorpresa, paura, neutralità e disprezzo.

(continua)

<sup>8</sup> <https://www.augmedics.com>.

<sup>9</sup> <https://drive.google.com/file/d/1WRBCqJItaGly-9PDSMlwQ5Ldhc8IB0lf/view>.

<sup>10</sup> <https://nueyes.com>.

<sup>11</sup> <https://www.brain-power.com>.

(segue)

<b>AccuVein</b> <sup>12</sup>	Iniezioni endovenose	Medici/infermieri	Scanner palmare	Proietta le vene al di sopra del distretto corporeo interessato. In tal modo, l'operatore può visualizzare l'intero patrimonio venoso superficiale del paziente e scegliere il punto di accesso venoso più idoneo.
<b>EyeDecide</b> <sup>13</sup>	Autodiagnostica problemi di vista	Pazienti	L'app utilizza la fotocamera dello smartphone	I pazienti possono visualizzare la patologia / effetto di cui parla il medico e possono vedere come una potenziale malattia potrebbe avere un impatto su di loro nel loro ambiente naturale.
<b>Sistema Ghostman</b> <sup>14</sup>	Riabilitazione	Fisioterapisti/pazienti	Head Mounted Display (richiede l'accesso a Internet).	Dimostra come si può fare riabilitazione con un'immagine interamente generata dal computer che riproduce i movimenti fatti dal terapeuta.
<b>mARble-Derma</b> <sup>15</sup>	Autoapprendimento – lesioni del derma	Studenti di medicina	Smartphone (IOS)	Utilizzando marcatori (marker) cartacei che possono essere posizionati sulla pelle degli utenti, l'app utilizza AR per richiamare i contenuti collegati ai marcatori, sovrapponendoli alle immagini dell'ambiente aggiungendo così un livello completamente nuovo di informazioni

<sup>12</sup> <https://www.accuvein.com>.

<sup>13</sup> <https://www.orcam.com/it/myeye2/>.

<sup>14</sup> <https://www.hitlabnz.org/index.php/research/augmented-reality/>.

<sup>15</sup> <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5620455/>.

### 1.3. Definizione del modello del Clinical Decision Support System

I Clinical Decision Support Systems (CDSS) sono dei software interattivi progettati per assistere i medici ed altri professionisti della salute (ad esempio infermieri) nella formulazione di diagnosi e la gestione della terapia. Un'efficace definizione di CDSS è stata formulata dal dr. Robert Hayward del Centre for Health Evidence che afferma che i CDSS «collegano osservazioni sulla salute con le conoscenze mediche per influenzare le scelte dei clinici per migliorare la cura dei pazienti», definizione che ha il pregio di associare i CDSS ad un concetto funzionale. L'utilizzo di una soluzione di CDSS consente sia di visualizzare le informazioni nel momento in cui sono necessarie ovvero direttamente quando l'operatore medico si trova vicino al letto del paziente, sia di allineare le decisioni dei team che si occupano dell'assistenza dei pazienti con una maggiore standardizzazione dei trattamenti ed un conseguente miglioramento dei risultati.

Il CDSS definito nell'ambito delle attività progettuali mira a supportare gli operatori sanitari (tipicamente infermieri) che si recano al domicilio di un paziente allettato. Le decisioni supportate dal CDSS sono relative alla corretta classificazione e misurazione delle dimensioni della lesione che affligge il suddetto paziente. Una volta stabilita la corretta classificazione, l'operatore riceverà suggerimenti anche rispetto alle migliori azioni da intraprendere dato lo stato in cui la lesione si trova.

In particolare, dal punto di vista del flusso decisionale, il modello di CDSS definito supporta l'operatore sanitario come indicato in Tabella 2.

Tab. 2 – Schema delle principali caratteristiche del CDSS

Supporto	Azione dell'operatore	Metodo	Principio
Il CDSS, in tempo reale, comunica i suggerimenti relativi ai parametri di classificazione (danno tessutale, cute, necrosi e stadi) della lesione. clic).	L'operatore usa uno smartphone/tablet low-cost inquadra la lesione con la fotocamera e richiede il supporto alla classificazione (con un clic).	Utilizza una combinazione tra strumenti di Augmented Reality e Deep Learning per gestire l'interazione dell'operatore e la classificazione dell'immagine della lesione.	Ricevere suggerimenti automatici relativi alla classificazione della lesione permette di rendere più oggettiva la stessa migliorando la qualità del risultato finale. Il supporto alla classificazione è "situato", così sostiene al meglio i processi cognitivi dell'operatore

(continua)

(segue)

Il CDSS consente all'operatore di osservare l'evoluzione temporale dei valori associati ai parametri di classificazione.	L'operatore seleziona la funzionalità e osserva le immagini e i valori di classificazione relativi alle visite precedenti.	Foto delle lesioni e valori di classificazione relativi alle precedenti visite vengono collocati temporalmente su una timeline.	L'evoluzione temporale di un fenomeno permette all'operatore umano di percepire, comprendere e proiettare meglio nell'immediato futuro l'evoluzione del fenomeno e del livello di criticità della lesione.
Il CDSS consente all'operatore la misurazione digitale della lesione.	L'operatore seleziona il righello digitale, che appare sovrapposto all'immagine della lesione inquadrata, si possono effettuare e memorizzare diverse misurazioni.	Righello digitale visualizzato in modalità Augmented Reality e "scatolato" su misure reali utilizzando un piccolo cerotto da apporre nei pressi della lesione e da inquadrare con la fotocamera.	Realizzare più misurazioni utilizzando lo stesso strumento col quale l'operatore esegue le altre operazioni consente all'operatore stesso di ottimizzare il proprio lavoro, evitando di cambiare dispositivo.
Il CDSS consente all'operatore di osservare l'evoluzione temporale delle dimensioni della lesione.	L'operatore seleziona la funzionalità e osserva le immagini e i valori di misurazione relativi alle visite precedenti.	Foto delle lesioni e valori di misurazione relativi alle precedenti visite vengono collocati temporalmente su una timeline.	L'evoluzione temporale di un fenomeno permette all'operatore umano di percepire, comprendere e proiettare meglio nell'immediato futuro l'evoluzione del fenomeno e del livello di criticità della lesione.

La decisione evidenziata nella prima colonna di Tabella 1 consente, quindi, all'operatore umano di scegliere l'azione più corretta da intraprendere. Quest'ultima scelta viene supportata dal CDSS mediante una guida contestuale che illustra la giusta azione da eseguire (da parte dell'operatore sanitario) a valle della classificazione della lesione. È importante sottolineare che il CDSS fornisce dei suggerimenti che possono essere in qualsiasi momento modificati dall'operatore in base alla propria esperienza, competenza e sensibilità. In particolare, una volta ricevuti i valori per i parametri di classificazione, l'operatore può modificarli, anche dopo aver effettuato le misurazioni ed aver utilizzato la timeline.

## 1.4. Applicazione AR-based per la gestione di lesioni cutanee da decubito

L'applicazione AR-based per l'analisi e la cura delle lesioni da decubito sviluppata dal punto di vista strutturale può essere descritta attraverso i moduli che permettono di implementare le sue principali funzioni.

Il classificatore basato su un set di modelli addestrati grazie a rete neurale *deep* che permette di classificare, con riferimento ai parametri danno tessutale, cute, necrosi e stadio, la piaga ripresa dalla fotocamera del dispositivo. L'app elaborerà l'immagine e sulla piaga appariranno in realtà aumentata i valori relativi alla piaga (Figura 1).

Nel caso in cui un determinato valore elaborato dall'app risultasse all'occhio dell'operatore (medico o infermiere) errato questo potrà interagire modificando il valore con quello opportuno.

Il misuratore analizza le immagini delle lesioni riprese dalla videocamera dell'operatore presso il domicilio del paziente e dà la possibilità di calcolarne le dimensioni. Il misuratore è basato sull'utilizzo di un marker le cui dimensioni sono note, da apporre vicino alla piaga, e da un righello visualizzato con realtà aumentata. Il posizionamento del marker (Figura 2) vicino alla lesione permette all'applicazione di avere un riferimento per poi calcolare le effettive misure della piaga. È possibile effettuare ed archiviare più misurazioni, nell'arco del tempo, di una determinata lesione. Le misurazioni vengono salvate sulla foto della piaga per ricordare com'è stata effettuata e contestualmente vengono registrate anche in un formato JSON per supportare l'interoperabilità machine-machine.

La timeline consente di accedere al carosello di immagini salvate relative ad un determinato paziente, per ogni immagine si può visualizzare la data in cui è stata scattata la foto, questo permette di comprendere l'andamento della lesione nel tempo (Figura 3). Si ha inoltre la possibilità, per una più approfondita analisi temporale di analizzare i grafici analitici dei parametri come "Necrosi" e "Stadio".

Il *recommender system*, in base al valore dello stadio della piaga selezionato nella schermata della scansione, permette di visualizzare dei suggerimenti e delle linee guida su come medicare la piaga in quel determinato stadio. Permette anche di approfondire le informazioni relative ad un determinato stadio di una piaga o al colore di essa.

Fig. 1 – Parametri suggeriti per la classificazione della lesione inquadrata



Fig. 2 – Misurazione della lesione: marker reale e righello AR



Fig. 3 – Carosello delle immagini per la valutazione della lesione nel tempo



## 1.5. Training del classificatore

Per costruire questo sistema, come accennato nel paragrafo precedente, è stato addestrata una Deep Convolutional Neural Network (DCNN) in modo tale che possa distinguere lo stadio ed i parametri delle lesioni<sup>16</sup>.

Le immagini del dataset sono state preprocessate: ritagliate in maniera tale da escludere le parti non rilevanti ai fini dell'addestramento e omogeneizzate nella risoluzione (192×192 pixel). Successivamente sono state normalizzate sottraendo la media e vengono divisi per la deviazione standard del dataset. Normalizzare i valori serve ed evitare che i valori di input siano troppo variabili e distanti tra loro. Questo permette al processo di addestramento di raggiungere la convergenza molto più rapidamente e con una migliore accuratezza.

Tab. 3 – Parametri utilizzati per lo sviluppo del classificatore

Attributo	Descrizione	Possibili valori
STADIO	Stadiazione o classificazione della lesione secondo NPUAP/EPUAP	1,2,3,4
CUTE	Condizioni della cute nella zona della lesione	Perdita parziale, Perdita totale,
DANNO TESSUTALE	Estensione del danno dei tessuti profondi	Esteso fino all'epidermide, Esteso fino al derma, esteso fino al muscolo, esteso fino all'osso, necrosi
NECROSI	Presenza di necrosi	Presente, Assente

I principali task per l'addestramento sono stati:

- definizione della topologia di rete: l'architettura della rete è costituita da un modello pre-addestrato, chiamato MobileNet v.2, che viene esteso mediante layer aggiuntivi e configurati in maniera tale da rispondere in maniera efficace al problema della classificazione delle lesioni rispetto all'attributo considerato;
- Transfer learning e Fine Tuning raffinamento dell'addestramento arricchendo la conoscenza, ottenuta previo addestramento già effettuato su un altro dataset, del modello pre-addestrato (nel nostro caso MobileNet v.2). Questo ha permesso di eseguire la fase di training non partendo *from scratch* ma scegliendo di addestrare solo i layer aggiuntivi (transfer learning) e raffinare ulteriormente l'addestramento anche del suddetto mo-

<sup>16</sup> Per l'addestramento si è usato un dataset fornito da una delle aziende partner del progetto.