

ALMA MATER STUDIORUM – UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

CAMPUS DI CESENA

SCUOLA DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

**CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN
INGEGNERIA E SCIENZE INFORMATICHE**

**“Empowerment del cittadino/paziente:
realizzazione di un’applicazione di
telemedicina per una migliore qualità di vita”**

Tesi in

SMART CITY E TECNOLOGIE MOBILI

RELATORE

Prof. Dario Maio

Presentata da

Beatrice Mezzapesa

Sessione III

Anno Accademico 2014/2015

dedicata a mia madre, a mio padre,

alle mie nonne e infine

per i miei adorati nipoti

Gabriele e Gianluca

perché ricordino sempre che

“esiste un solo bene, la conoscenza,

e un solo male, l’ignoranza”

[Socrate]

PAROLE CHIAVE

Telemedicina

Cartella clinica

SmartSensor

BLE – Bluetooth Low Energy

Dispositivi mobili

Dispositivo elettromedicale – ECG

Interfaccia user-friendly

INDICE

Introduzione	11
Capitolo Primo	14
1.1 L'Italia nell'Europa	14
1.2 L'Agenda Digitale Italiana.....	16
1.3 La Sanità Digitale Italiana	19
1.3.1 A proposito di Empowerment	23
1.3.2 I social network.....	25
1.3.3 La comunicazione e la multicanalità.....	27
Capitolo Secondo	34
2.1 Telemedicina.....	34
2.2 Fotografia attuale.....	39
2.2.1 Famiglia e assistenti familiari.....	42
2.3 mHealth.....	44
2.4 La sicurezza.....	47
2.5 I risparmi.....	50
Capitolo Terzo	52
3.1 Il progetto.....	52
3.1.1 La Cartella Clinica	56
3.1.2 Il Contact Center	57
3.1.3 L'APP	63
3.1.3.1 Compliance Terapeutica.....	64
3.1.3.2 Rilevazione parametri vitali.....	66
3.1.3.3 Diario.....	67
3.1.3.4 Richiesta Colloquio Specialistico.....	68
3.1.3.5 Integrazione con il CUP.....	69
3.2 L'integrazione con gli apparati elettromedicali	70

Capitolo Quarto	73
4.1 Il lavoro di tesi	73
4.2 Dispositivi Elettromedicali	74
4.3 Analisi dei requisiti.....	80
4.3.1 Glossario.....	80
4.3.2 Funzioni del prodotto	81
4.3.3 Ambiente di utilizzo	81
4.3.4 Funzionalità del sistema.....	86
4.3.5 Casi d'uso.....	88
4.3.6 Scenari.....	89
4.3.7 Sessione tipica di utilizzo.....	90
4.4 Progettazione	91
4.4.1 ECG Contec PM10 Portable	92
4.4.2 Connessione Bluetooth Low Energy	93
4.4.3 Connessione con il server.....	93
4.5 Implementazione.....	94
4.5.1 Connessione Bluetooth Low Energy	94
4.5.2 Connessione con il server.....	95
4.5.3 Implementazione interfaccia grafica	98
4.5.4 Visualizzazione ECG su server	100
4.6 Testing.....	102
4.6.1 Soddisfazione dei requisiti.....	103
Capitolo Quinto.....	104
5.1 Il Centro Cardiologico Monzino.....	104
5.1.1 La storia.....	105
5.1.2 I riconoscimenti.....	106
5.1.3 Il futuro.....	108
Conclusioni	111

Appendice 1	113
6 L'avvento degli smartphone	113
6.1 Storia di Android.....	115
6.2 Architettura	116
6.2.1 Applications Layer.....	117
6.2.2 Application Framework Layer.....	117
6.2.3 Libraries Layer.....	117
6.2.4 Android Runtime Layer.....	118
6.2.5 Linux Kernel Layer.....	118
6.3 Ambiente di sviluppo.....	118
6.4 La scelta tecnologica.....	120
Appendice 2	121
7 La visualizzazione del tracciato record	121
7.1 ECG Data.....	122

Introduzione

Obiettivo di questo lavoro è descrivere il progetto di Telemedicina denominato Sm@rtEVEN, nell'ambito del quale è stato svolto il lavoro di tesi offrendo contributi di analisi, sviluppo ed integrazione, relativamente al sotto-modulo dedicato ai malati cronici cardiopatici.

La tesi si articolerà in cinque distinti capitoli.

- 1) Il primo capitolo analizzerà lo stato dell'arte della Sanità Italiana, da un punto di vista digitale, focalizzando l'attenzione a quello che oggi viene denominato "Sanità 2.0" ed "Empowerment del cittadino/paziente". Sanità Digitale è, di fatto, l'ICT applicata alla medicina per la cura della persona: persona che resta al centro del progetto terapeutico, diagnostico o preventivo, e come tale riceve o richiede atti medici, sanitari o socio sanitari. Quindi, la "cura", intesa come rapporto tra persona e sistema sanitario (medici, infermieri ecc.), non cambia. Quello che cambia è la modalità dell'erogazione, sia in termini di esecuzione di un atto medico che di organizzazione dei servizi correlati. Il digitale ha il grande pregio di essere efficiente, trasparente, adattabile e, a regime, economico perché riduce gli sprechi e le inefficienze con un maggior coinvolgimento dei cittadini.
- 2) L'argomento della Telemedicina sarà l'oggetto del secondo capitolo. Argomento di grande rilevanza e all'attenzione del Ministero della Salute. Non a caso il PATTO PER LA SANITA' DIGITALE, nel suo Documento Programmatico, fa esplicito riferimento a questa tematica, dichiarando che *"...l'adozione massiva (e coordinata) di soluzioni basate sulle tecnologie dell'informazione e delle comunicazioni (ICTs) diventa operazione strumentale finalizzata al raggiungimento di obiettivi strategici [quali]:*

Lo sviluppo di nuova consapevolezza e responsabilizzazione del paziente e dei suoi caregivers;

La realizzazione di servizi in rete capaci di promuovere stili di vita portatori di benessere; ...

Solo in questo modo sarà possibile preservare la sostenibilità di un sistema che assiste a una progressiva espansione della domanda di benessere (e non, soltanto, di salute) da parte di una popolazione in progressivo invecchiamento”.¹

Uno specifico paragrafo, inoltre, sarà dedicato al problema della privacy e della sicurezza dei dati.

- 3) Il terzo capitolo ha l'obiettivo di descrivere l'ambizioso progetto di telemedicina, denominato Sm@rtEVEN. Si tratta di un sistema articolato in numerosi moduli che, inserito in una organizzazione strutturata, può consentire ampi recuperi di efficacia ed efficienza, oltre che un'immagine di azienda sanitaria al passo con i tempi che adotta strumenti adeguati all'evoluzione del mondo tecnologico e dei comportamenti sociali.
- 4) Nel quarto capitolo, infine, sarà documentata l'attività svolta nell'ambito del progetto Sm@rtEVEN. Il sotto-modulo implementato riguarda una ragguardevole porzione del mondo della cronicità rappresentata dai malati cardiopatici.

¹ Dal PATTO PER LA SANITA' DIGITALE - Documento programmatico di maggio 2015

L'implementazione ha visto, quindi, la realizzazione e l'integrazione dei seguenti componenti:

- ✓ il client- rappresentato da una APP su smartphone/tablet
- ✓ il server – che dialoga con la parte client e popola i relativi database
- ✓ l'apparato elettromedicale digitale elettrocardiografo che permette la misurazione di un parametro veramente "vitale" che, arrivando in tempo reale allo specialista, permette di monitorare il paziente e, cosa più importante, prevenire eventuali crisi.

5) L'ultimo capitolo, anche per dare concretezza al lavoro svolto, riporta il caso pratico raccontato direttamente dal cliente finale: il Centro Cardiologico Monzino di Milano, un istituto di ricovero e cura a carattere scientifico (IRCCS) dedicato alla cura delle malattie cardiovascolari. Questa struttura di eccellenza è l'unico esempio di istituto cardiologico monotematico di ricerca e di cura in Europa. Attualmente il **Centro Cardiologico** è di proprietà dell'**Istituto Europeo di Oncologia, IRCCS**. I due Istituti utilizzano in modo autonomo ed in sinergia tutte le risorse di cui dispongono al servizio della ricerca e della cura nei rispettivi settori di attività oncologica e cardiovascolare.

Il lavoro di tesi, termina con qualche pagina di conclusioni dove sono riportate una serie di considerazioni e di riflessioni generali sul tema, nonché alcune possibili direttrici per futuri sviluppi.

Capitolo Primo

“La riorganizzazione della rete assistenziale del Servizio Sanitario Nazionale è oggi una priorità non soltanto per le Regioni che sono coinvolte in un piano di rientro finanziario ma, più in generale, per tutte le amministrazioni che devono conciliare la crescente domanda di salute con i vincoli di bilancio esistenti. In questa situazione l’innovazione digitale è fattore abilitante e, in taluni casi, determinante per la realizzazione di modelli sia assistenziali che organizzativi rispondenti alle nuove necessità.”

[dal Patto per la Sanità Digitale]

1.1 L’Italia nell’Europa



Il rapporto 2015 DESI² – Digital Economy and Society Index dichiara il ritardo italiano nella digitalizzazione: questo indice dell’economia e della società digitale definito dalla Commissione Europea ha l’intento di fornire una fotografia sullo stato delle politiche digitali dei Paesi.

L’Italia è quindi posizionata al venticinquesimo posto, nel gruppo dei Paesi a basse prestazioni insieme a Slovenia, Ungheria, Cipro, Slovacchia, Polonia, che ci precedono, e Grecia, Bulgaria e Romania che hanno prestazioni peggiori delle nostre.

I parametri considerati da DESI sono cinque:

- **Connettività**, che include indicatori di copertura e utilizzo della banda larga sia fissa che mobile;

² Il DESI è l’indice dell’economia e della società digitale definito dalla Commissione Europea: *The Digital Economy and Society Index (DESI) is a composite index that summarises relevant indicators on Europe’s digital performance and tracks the evolution of EU member states in digital competitiveness.*

- **Capitale Umano**, che include soprattutto indicatori sulla presenza di competenze digitali nella popolazione;
- **Uso di Internet**, che è relativa agli indicatori che misurano l'uso di Internet da parte della popolazione per scopi non legati ai servizi pubblici;



- **Integrazione delle tecnologie digitali**, area relativa agli indicatori che misurano l'uso del digitale e di Internet da parte delle imprese e la diffusione del business digitale;
- **Servizi Pubblici Digitali**, area che include indicatori sulla disponibilità e l'utilizzo dei servizi pubblici online.

L'indice generale vede l'Italia, quindi, sotto la media: pessimo il dato sulla connettività, con solo il 21% dei nuclei familiari raggiunti dalla banda larga e ultralarga e il 51% che ha un abbonamento internet. Entrambi i dati sono i peggiori registrati. Per quanto riguarda i servizi pubblici digitali (dove l'Italia è al quindicesimo posto, in lieve discesa), i livelli di utilizzo dell'e-Government sono ancora molto bassi, secondo il rapporto DESI "in parte perché i servizi pubblici online non sono sufficientemente sviluppati e in parte a causa delle carenze in termini di competenze digitali".

Sta di fatto che i progressi sono molto lenti e inferiori agli altri Paesi UE, per cui soltanto l'inserimento dell'indicatore sulla diffusione degli Open Data (dove l'Italia è al nono posto) consente di non arretrare in modo più significativo.

1.2 L'Agenda Digitale Italiana



A fronte dei dati europei, vediamo lo stato dell'arte dell'AgID - Agenzia per l'Italia Digitale che ha il compito di garantire la realizzazione degli obiettivi dell'Agenda digitale italiana in coerenza con l'Agenda digitale europea.

L'Agenda Digitale è stata istituita il 1° marzo 2012 in seguito alla sottoscrizione da parte di tutti gli Stati Membri dell'Agenda Digitale Europea, presentata dalla Commissione Europea nel 2010.

Possiamo sintetizzare l'azione del governo su alcune linee di intervento:

1. Connettività e infrastrutture in banda ultralarga;
2. Digitalizzazione delle infrastrutture di servizi e delle piattaforme abilitanti
3. Digitalizzazione dei servizi di settore azienda-cittadino con la Pubblica amministrazione;
4. Spinta all'innovazione delle aziende;
5. Altri Programmi strategici (Ricerca e Innovazione, Smart City e Community, Competenze Digitali)

È inoltre in preparazione il *“Piano triennale dell'Information and Communication Technology (ICT) nella Pubblica Amministrazione”*, che AgID deve elaborare, come prescritto dal suo Statuto e come ribadito dalla Legge di Stabilità, sulla base del Modello strategico definito dal Comitato di indirizzo AgID.³

L'attuale quadro dell'Agenda Digitale Italiana è stato progressivamente costruito in questi anni.

In particolare, si riportano le tappe fondamentali:

- **2012** – si parte da un decreto legislativo uscito in Gazzetta Ufficiale il 19 ottobre 2012, il **Crescita 2.0**, convertito in legge con un maxiemendamento del Senato. Altre misure sono state successivamente avviate da ministeri come il Miur e Sviluppo economico (i regolamenti Piano nazionale banda larga e Piano nazionale banda ultra larga). Importanti in questo ambito anche i bandi già pubblicati dal Miur per le Smart Cities & Communities. Alcune misure sono anche nel decreto Semplificazioni.
- **2013** – si interviene all'interno del cosiddetto **Decreto del Fare** (soprattutto per quanto riguarda gli incentivi alle PMI che investono in ICT) e della **Legge di Stabilità 2014**;
- **2014** – il Governo interviene in più parti della **Legge di Stabilità 2015**, soprattutto in ambito di Giustizia, Sanità e Fisco.
- **2015** – il Governo approva, dopo averli posti in consultazione, i documenti **Strategia Italiana per la Crescita Digitale** e **Strategia Italiana per la Banda Ultralarga**, che indirizzeranno le iniziative effettuate nell'ambito dell'Accordo di Partenariato per il programma dei fondi 2014-2020.

³ <http://www.agid.gov.it/agenda-digitale/agenda-digitale-italiana> Sito istituzionale AgID

In particolare, la **Strategia Crescita Digitale** suddivide gli interventi in:

- **Azioni Infrastrutturali Trasversali**
 - *Sistema Pubblico di Connettività e predisposizione wifi tutti edifici pubblici,*
 - *Digital Security per la PA,*
 - *Razionalizzazione del patrimonio ICT, consolidamento data center e cloud computing,*
 - *Servizio Pubblico d'Identità Digitale (SPID),*

- **Piattaforme Abilitanti**
 - *Anagrafe Popolazione Residente,*
 - *Pagamenti elettronici,*
 - *Fatturazione elettronica PA,*
 - *Open Data,*
 - *Sanità digitale,*
 - *Scuola Digitale,*
 - *Giustizia Digitale,*
 - *Turismo Digitale,*
 - *Agricoltura Digitale)*

- **Programmi di Accelerazione**
 - *Italia Login – La casa del cittadino,*
 - *Le competenze digitali,*
 - *Smart City & communities.*

- **2016** – sulla base della legge delega di riforma della PA, il Governo approva, in esame preliminare, tra gli altri:
 - il decreto legislativo per le modifiche al CAD – Codice dell'Amministrazione Digitale⁴, che promuove e regola la disponibilità, la gestione, l'accesso, la trasmissione, la conservazione e la fruibilità dell'informazione in modalità digitale, utilizzando le tecnologie dell'informazione e della comunicazione all'interno della pubblica amministrazione e nei rapporti tra amministrazione e privati;
 - il decreto che introduce i principi del Foia – Freedom Of Information Act⁵, in materia di prevenzione della corruzione, pubblicità e trasparenza.

1.3 La Sanità Digitale Italiana

Entriamo però nel merito della Sanità Digitale e guardiamo in dettaglio quali sono le ultime iniziative intraprese:

- è nato il **fascicolo sanitario elettronico**, per ciascuno di noi cittadini. *“A scopi di prevenzione, diagnosi, cura e riabilitazione; studio e ricerca scientifica in campo medico, biomedico ed epidemiologico; programmazione sanitaria, verifica delle qualità delle cure e valutazione dell'assistenza sanitaria”.*

⁴ <http://www.governo.it/provvedimento/provvedimento-a31050020011613/4031> DECRETO LEGISLATIVO: Modifiche e integrazioni al Codice dell'amministrazione digitale di cui al decreto legislativo 7 marzo 2005, n.82, a norma dell'articolo 1 della legge 7 agosto 2015, n.124 ESAME PRELIMINARE

⁵ <http://www.governo.it/provvedimento/provvedimento-a31052320011613/4037> DECRETO LEGISLATIVO: Revisione e semplificazione delle disposizioni in materia di prevenzione della corruzione, pubblicità e trasparenza, correttivo della legge 6 novembre 2012, n. 190, e del decreto legislativo 14 marzo 2013, n. 33, a norma dell'articolo 7 della legge 7 agosto 2015, n. 124 ESAME PRELIMINARE

Un qualunque ospedale italiano farà una ricerca in un database e saprà i nostri problemi presenti e passati, così non dovremo portare in giro la cartella medica cartacea con gli esami fatti. Il **decreto del Fare** (governo Letta) ha chiesto a Regioni e Province Autonome di presentare un piano di realizzazione del Fascicolo sanitario elettronico, mettendo sul piatto 10 milioni di euro per il 2014 e 5 milioni a partire dal 2015. Nascerà anche un'anagrafe nazionale degli assistiti che si inserirà nell'anagrafe nazionale della popolazione residente. Nella **Strategia di Crescita Digitale** (che prevede 750 milioni in tutto nel periodo 2014-2020) il completamento è previsto entro il 2017. A fine 2015 è stata rilasciata da AgID la cosiddetta infrastruttura di interoperabilità a cui a fine gennaio (dati dal sito AgIDdi monitoraggio) hanno aderito 3 regioni.⁶

- Le **ricette digitali gradualmente devono sostituire quelle cartacee**. Dal 1° gennaio 2014, le prescrizioni farmaceutiche generate in formato elettronico sono valide su tutto il territorio nazionale. Dal primo gennaio 2013, cartella clinica digitale. Il switch over completo è previsto entro il 2016.
- Le **prenotazioni e i pagamenti online** saranno diffusi completamente entro il 2017.

Queste buone intenzioni si scontrano però con le capacità economiche delle strutture sanitarie.

⁶ <http://www.agid.gov.it/notizie/2015/12/31/fascicolo-sanitario-elettronico-pronto-il-sistema-interoperabilita> Fascicolo Sanitario Elettronico: pronto il sistema di interoperabilità

La spesa sanitaria, nel periodo che va dal 2010 al 2013 è diminuita di un miliardo di euro.⁷ Nel 2010 era pari a 112,6 miliardi, mentre nel 2013 si è attestata a 111,6 miliardi. La dinamica del livello di spesa – si legge nel rapporto AgeNaS – mostra che dal 2010 si registra una contrazione della spesa a dimostrazione che la Sanità è stata interessata da politiche di contenimento dei costi e soprattutto dalla particolare attenzione alle situazioni di squilibrio. Sono 14 su 20 le Regioni che hanno ridotto le spese, anche a fronte di un commissariamento interno, in quanto rappresentavano l'80% del disavanzo nazionale. Le altre hanno avuto un incremento, in modo particolare le province autonome di Trento e Bolzano, seguite da Lombardia, poi Sardegna, Friuli Venezia Giulia, Emilia Romagna e Umbria. Questo però vuol dire che solo 1,3% della spesa sanitaria pubblica viene investito in Sanità Digitale: circa 23 euro per ciascun abitante. È quanto emerge dall'indagine del 2015 dell'Osservatorio Innovazione digitale in Sanità della School of Management del Politecnico di Milano.⁸

In ogni caso, i cittadini utilizzano ancora poco i servizi digitali in ambito sanitario: solo il 13% dei cittadini ha utilizzato nell'ultimo anno la prenotazione online delle prestazioni, l'8% ha fatto un accesso ai propri documenti clinici (es. referti) e il 5% ha effettuato un pagamento online.

⁷ Rapporto AGENAS (Agenzia Nazionale per i Servizi Sanitari) – “Andamento della spesa Sanitaria delle Regioni - anni 2008-2013”

⁸ http://www.osservatori.net/ict_in_sanita Osservatorio INNOVAZIONE DIGITALE IN SANITÀ

Eppure oltre il 20% della popolazione è interessato a questo tipo di servizi. E i cittadini sono sempre più attivi nella ricerca autonoma in rete di informazioni sulla propria salute: il 30% ricerca su internet informazioni su problemi di salute, il 19% su farmaci e terapie. Ma la maggior parte (62%) non si sente sicuro delle informazioni trovate sulla rete e chiede quindi servizi informativi più affidabili. In quest'ottica, un'opportunità molto apprezzata è quella delle "Farmacie dei servizi" che consente di ridurre i tempi e i costi per accedere ai servizi sanitari: ad oggi il 13% della popolazione ha effettuato la prenotazione di visite ed esami direttamente in farmacia e un altro 5% ha ritirato referti.

Un fenomeno che sta sempre più emergendo è quello delle **App per la salute e il benessere**: l'11% dei cittadini ha utilizzato nell'ultimo anno App per conoscere informazioni nutrizionali sugli alimenti e un ulteriore 11% è interessato a utilizzarle. Meno utilizzate (6%) le App per monitorare i parametri vitali (come pressione, frequenza cardiaca, ecc.), spesso connesse a dispositivi wearable (es. orologio, bracciale, ecc.), ma di interesse per il prossimo futuro. Sono spesso gli stessi medici curanti (44%) a consigliare App, anche se il passaparola rappresenta il principale canale attraverso cui i cittadini ne vengono conoscenza (47%).

"Dalla ricerca emerge come lo sviluppo di servizi digitali, potenzialmente molto apprezzati dai cittadini, rappresenti una grande opportunità per garantire qualità e sostenibilità al sistema sanitario,— afferma Mariano Corso, Responsabile scientifico dell'Osservatorio Innovazione Digitale in Sanità -. Perché i servizi risultino efficaci, tuttavia, lo sviluppo va affiancato a una costante attenzione all'informazione, educazione ed empowerment dei cittadini, senza i quali lo sforzo e le risorse impiegate sono destinate a disperdersi".

1.3.1 A proposito di Empowerment

Già nel 2010, uno studio condotto da ricercatori di due centri di ricerca dell'Università Bocconi (*Customer and Service Science Lab e Centro di Ricerca sulla Gestione dell'Assistenza Sanitaria*)⁹ si è proposto di

- fornire alcuni elementi per qualificare i contenuti di una web strategy di un'azienda sanitaria rispetto al tema del patient empowerment,
- costruire un indicatore sintetico per la misurazione del grado di empowerment dei siti web delle aziende sanitarie,
- misurare il grado di patient web empowerment nel servizio sanitario nazionale italiano misurato le strategie di innovazione delle aziende sanitarie italiane, verificando la loro web strategy finalizzata all'incremento del *patient empowerment*.

Dalla ricerca è emerso che sono ancora poche le aziende sanitarie che prevedono un approccio interattivo con il paziente:

- ✓ solo in alcuni siti sono previsti forum e blog ai quali possono accedere gli utenti, spesso gestiti da consultori e destinati ad adolescenti e donne;
- ✓ poco diffuse le soluzioni che permettono ai medici di rispondere alle domande degli utenti tramite FAQ.

⁹ <http://www.forumpa.it/sanita/andare-incontro-ai-bisogni-del-cittadino-dalla-customer-satisfaction-al-customer-power-in-sanita> Health 2.0: internet per il patient empowerment nelle aziende del Servizio Sanitario Nazionale

In generale, la ricerca ha evidenziato una consapevolezza solo parziale, da parte delle aziende sanitarie, della necessità di assumere un ruolo di interlocutore attivo per i pazienti attraverso i propri siti web. Oltre a ciò è emersa un'elevata resistenza all'utilizzo del web per un significativo e reale incremento del grado di trasparenza tra cittadini e aziende sanitarie.

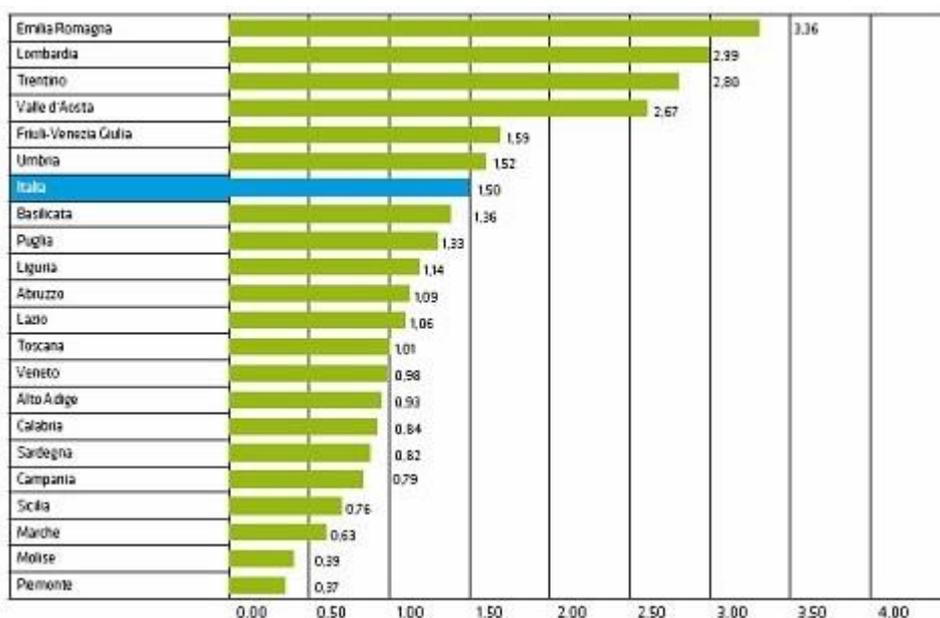
Al contrario, si ipotizza che le informazioni e i servizi erogati dalle aziende sanitarie attraverso il web possano contribuire a migliorare l'empowerment del paziente rispetto a due fondamentali dimensioni: il possesso di informazioni di carattere sanitario e il controllo esercitato dal paziente sul proprio bisogno di salute.

La ricerca si è proposta, tra gli altri obiettivi anche quello di costruire un indicatore sintetico per la misurazione del grado di empowerment dei siti web delle aziende sanitarie. Tale indicatore, denominato Patient Web Empowerment Index (**PWEI**), è il risultato dell'aggregazione e della ponderazione di 8 sottoindicatori ed è stato utilizzato per la valutazione per complessivi 340 siti web dell'intero universo di strutture sanitarie pubbliche e delle più importanti strutture private accreditate.

Gli 8 sottoindicatori hanno riguardato: organizzazione del sito web, esposizione di informazioni cliniche, le community, interattività medico/paziente, fascicolo sanitario, telemedicina, c.v. dei professionisti.

Nessuna regione italiana ha raggiunto un punteggio medio del *PWEI* vicino al valore massimo teorico pari a 10. Emerge, quindi, che sono ancora poche le aziende sanitarie che hanno promosso strategie basate sul web e volte a favorire l'informazione e il controllo dei dati clinici da parte dell'utente.

La media italiana risulta essere molto bassa (1,5) ed è superata solo da sei regioni, tra le quali le prime quattro distaccano la media nazionale di oltre un punto.



1.3.2 I social network

L'enorme diffusione dei social network degli ultimi anni, li ha resi un possibile strumento di empowerment che coinvolge i cittadini/pazienti in un processo di valutazione dei diversi servizi offerti. Un numero crescente di navigatori usa i social network per parlare delle proprie condizioni di salute, mentre un'alta percentuale di utenti tende a prendere decisioni riguardanti l'iter terapeutico discutendone con altri utenti. Il processo di empowerment si sta diffondendo proprio grazie alla capacità crescente dei pazienti di selezionare le informazioni sanitarie e terapeutiche potenzialmente utili anche attraverso le comunità virtuali (social, blogs, forum, etc.).

A titolo di esempio, citiamo il gruppo Facebook Slow Medicine Italia¹⁰ (oltre 4.400 membri). *“Attraverso la condivisione di esperienze e la riflessione su eventi scientifici e su fatti di cronaca – ha spiegato Sandra Venero, Azienda USL di Bologna – cofondatore e segretario generale di Slow Medicine - il gruppo sta diventando un importante strumento di crescita comune, di informazione ricercata e costruita insieme ai cittadini e non calata loro da esperti illuminati, e rappresenta una preziosa opportunità di visione delle patologie (a cominciare dalle loro definizioni) da differenti punti di osservazione”.*

Un altro esempio interessante di promozione della salute attraverso i social è rappresentato dal gruppo Facebook denominato *“Camminare insieme”*¹¹, promosso dalla Asl Milano2.

Grazie al gruppo, è possibile condividere messaggi, immagini, video, eventi e contenuti vari creando una vera e propria comunità online di persone interessate all’esperienza del cammino, ai vantaggi dell’attività fisica e ai temi di salute in generale.

Numerose sono poi le esperienze di empowerment e promozione della salute rivolte a giovani ed adolescenti, anche finalizzate a renderli consapevoli del proprio ruolo sociale di collettori digitali rispetto alle generazioni più anziane.

¹⁰ <https://www.facebook.com/groups/219867934738443/?fref=ts> gruppo Facebook “Slow Medicine Italia”

¹¹ <https://www.facebook.com/camminareinsiemeaslmi2/?fref=ts> gruppo Facebook “Camminare insieme”

Proprio per queste ultime, secondo uno studio condotto dall'associazione EDUMEDIACOM – Media, Educazione, Comunità¹² in due aree ad alto tasso di longevità (sud est dell'Inghilterra e regione Marche), il fatto di insegnare agli anziani a utilizzare i social media migliora le loro capacità cognitive, aumenta la consapevolezza nelle proprie capacità e può avere un beneficio generale sul benessere a la salute mentale e fisica. Durante i due anni studio, 120 tra anziani e individui a rischio dalle due regioni europee sono stati forniti di computer speciali e connessioni a banda larga. Inoltre, è stato loro insegnato a utilizzare e-mail, Skype, Facebook e altri strumenti social. Viceversa, un gruppo separato di controllo ha ricevuto la sola assistenza tradizionale.

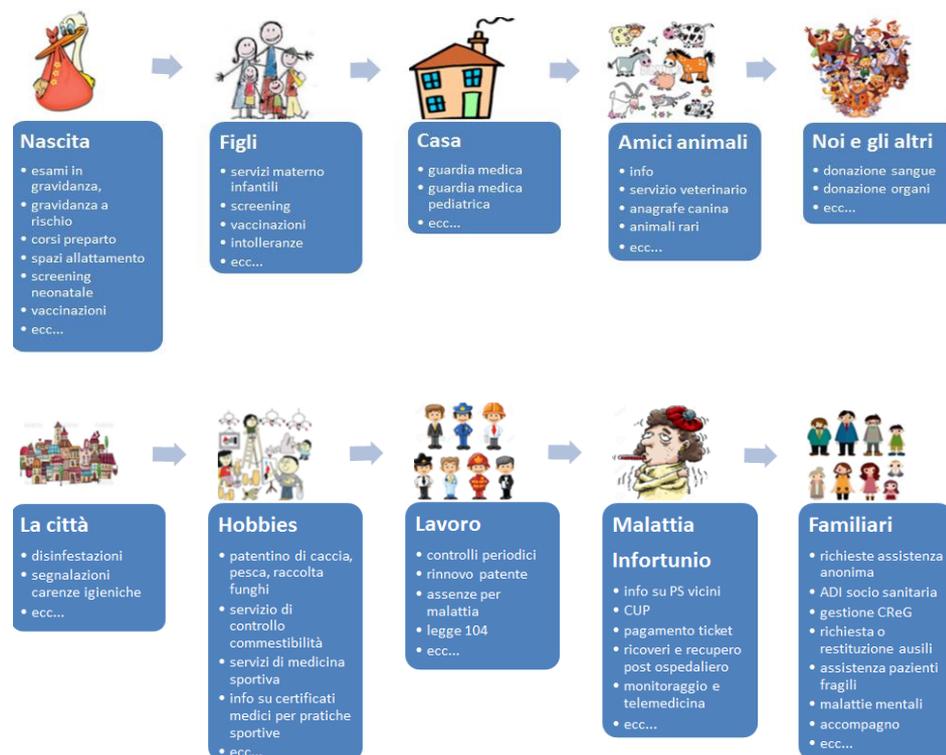
Dalla ricerca è emerso che molti di coloro che utilizzavano i computer forniti registravano un minor isolamento grazie alle connessioni online con parenti, amici e gruppi di interesse. Non solo. Coloro che hanno iniziato ad usare i social media, hanno migliorato i loro risultati nei test di misurazione della capacità cognitiva e della propria identità personale.

1.3.3 La comunicazione e la multicanalità

La malattia, ma anche la prevenzione, è un viaggio che riguarda ogni persona e durante questo viaggio vari e variegati sono i modi e i momenti in cui il Cittadino, in differenti stazioni, incontra la Sanità. Il fattore comune che però entra in gioco in ognuna di queste occasioni di incontro è la **comunicazione**: ad ogni punto di contatto tra operatori e pazienti o tra operatori e struttura sanitaria o tra struttura sanitaria e altri enti, la comunicazione può fare la differenza.

¹² <http://www.edumediacom.it/i-social-media-migliorano-salute-e-vita-degli-anziani/> | Social Media migliorano salute e vita degli anziani

A maggior ragione oggi, grazie alla molteplicità di tecnologie abilitanti e alla digitalizzazione dei processi sanitari, una comunicazione ben gestita può semplificare l'accesso e la fruizione dei servizi, ne migliora la qualità, ottimizza i processi interni, accresce la soddisfazione degli utenti, con ritorni economici tangibili e tutt'altro che irrilevanti, sia per la struttura sanitaria sia per la collettività.



Se questa è la prospettiva, un punto va subito chiarito: la confidenza e la dimestichezza nel processo di comunicazione da parte del Cittadino 2.0 si basa sulla stabilità degli strumenti messi a disposizione, sul loro continuo miglioramento e sul loro essere realmente bidirezionali.

Scambio di informazioni e miglioramento continuo che obbligano, tale “nuova” modalità di contatto, ad essere indipendente dal panorama dei software che gestiscono lo specifico processo, ma funzionale a dare continuità al rapporto Cittadino – Sanità.

Le persone oggi comunicano via telefono, mail, chat, app, sms, social e web. Un incredibile numero di messaggi, composti da differenti media, attraversa continuamente lo spazio. La presenza di tali nuovi strumenti ha semplificato l'interazione ma ha anche portato alla possibilità di utilizzare una serie di media che precedentemente erano impensabili. Di fatto la multicanalità è diventata una vera e propria strategia di relazione che fornisce un ventaglio di scelte così flessibile da richiedere un approccio attento e multidisciplinare.

Con queste premesse, per la comunicazione sanitaria si apre uno scenario ricco di opportunità, a cominciare proprio dall'utilizzo dei device mobili e delle APPs per ottimizzare processi esistenti e nuovi modelli di sostenibilità.

E il processo è già cominciato. Basti pensare che entro quest'anno le sottoscrizioni mobili nel mondo supereranno il totale della popolazione. Entro cinque, il traffico dati in mobilità sarà decuplicato. Tutto questo avrà un impatto anche sulla comunicazione sanitaria, con ricadute che non possono che essere positive.

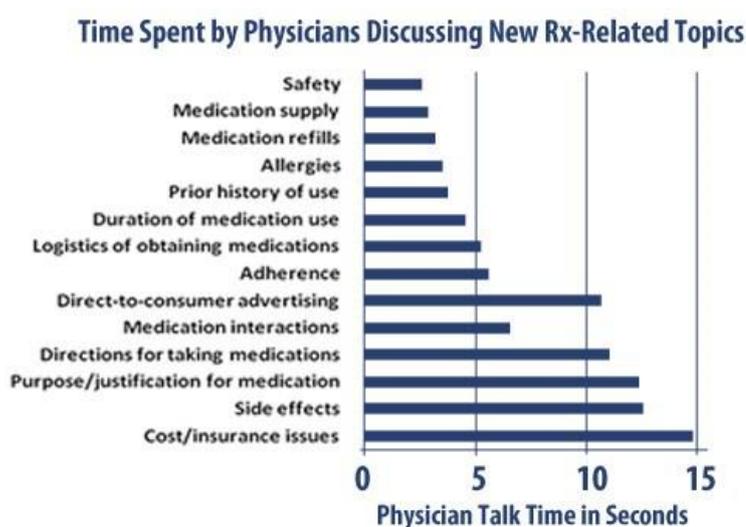
La tecnologia, mai come in questo caso, può oggettivamente favorire l'adozione di un nuovo approccio strategico alla sanità, di nuovi modelli di interazione con il cittadino e di nuovi modelli di erogazione dei servizi. Le soluzioni di "mobile health", oggi, sono gli strumenti che consentono di affrontare uno scenario in rapida evoluzione; inoltre, per approccio culturale, organizzativo e innovativo, risultano particolarmente gradite al Cittadino sia per soddisfare processi che hanno un utilizzo regolare ed esteso, sia per problematiche legate a particolari cronicità.

Ma automatizzare i processi di comunicazione in Sanità significa perdere il contatto diretto, spesso fiduciario, tra paziente e caregiver da una parte e operatori e struttura sanitaria dall'altra? Tutt'altro. Significa, per prima cosa, garantire la certezza della comunicazione, con il vantaggio di un Filo Diretto paziente-struttura sanitaria. Si pensi alle attività svolte dagli operatori domiciliari a casa del paziente: aggiornare la cartella clinica e rendicontare le operazioni eseguite in tempo reale, via app, dal domicilio del paziente, è una garanzia della corretta erogazione di prestazioni domiciliari e fa sentire il paziente tutelato. Vedere che chi eroga l'assistenza esegue una serie di procedure e ne rende conto alla ASL fa aumentare la qualità percepita. Non solo: efficientare la rendicontazione significa guadagnare tempo prezioso da impiegare proprio nella relazione e nello scambio con quel paziente e allo stesso tempo aumentare il numero di persone gestite al giorno. Con ritorni economici significativi per la struttura sanitaria.

Ecco allora che torna il punto cruciale: la relazione con il paziente. Atul Gawande, chirurgo e professore presso la Harvard Medical School, sostiene che "il come" i pazienti si sentono nelle loro interazioni con i medici, influenza l'efficacia delle cure che ricevono¹³. Si tratta solo di agevolare tale rapporto (empatico) utilizzando (meglio) le tecnologie di comunicazione disponibili. Soprattutto oggi, visto il tempo sempre più esiguo che un medico o un operatore sanitario può dedicare al singolo paziente.

¹³ Atul Gawande – dal saggio "Con cura. Diario di un medico deciso a fare meglio"

Negli USA, un benchmark svolto su circa 70.000 conversazioni tra medico e paziente¹⁴ ha evidenziato che su 10 minuti di tempo medio di una visita, solo 99 secondi sono dedicati alla prescrizione. La prima falla nel processo di adesione alla cura inizia con quei 99 secondi. Sufficienti per un'adesione efficace alla prescrizione?



Ebbene, uno studio della London South Bank University¹⁵ dimostra che circa il 43% dei soggetti di età compresa tra i 16 e i 65 anni non è in grado di comprendere le prescrizioni mediche; la quota sale al 61% qualora l'informazione richieda anche capacità matematiche (come indicazioni posologiche, con riferimento al numero di compresse da assumere o a dosaggi da calcolare in base al peso corporeo). Un dato che la dice lunga su un fenomeno le cui pesanti ricadute, anche economiche, potrebbero ridursi di molto attraverso una migliore comunicazione.

¹⁴ <http://thedoctorweighsin.com/what-physicians-spend-10-mins-of-every-conversation-doing-can-drive-or-diminish-patient-engagement/> "2013 Physician-Patient Communications Benchmark Report" risultato di una joint venture con Steve Wilkins - MPH of Mind the Gap, Smart Health Messaging e Verilogue.

¹⁵ <http://www.lsbu.ac.uk/about-us/news/professor-gill-rowlands-highlights-need-to-simplify-health-information> ricerca del Prof. Gill Rowlands della London South Bank University LSBU

Ad esempio valorizzando l'utilizzo di canali quali APPs e voce per verificare l'assunzione di farmaci e/o la scrupolosa esecuzione del piano terapeutico ridurrebbe gli errori, ottimizzando i processi sanitari, fornendo maggiore qualità dei servizi erogati e razionalizzando la spesa pubblica.

Spesso per innovare servono nuovi modelli organizzativi ma a volte è sufficiente automatizzare i processi esistenti, senza cambiarli. Anche in un sistema complesso come la Sanità. La sfida è aperta, la tecnologia e-Health pronta.

Proviamo, per esempio, ad immaginare quel cittadino che si trova ad incontrare la Sanità: è lo stesso cittadino che, più volte e in svariati modi nel corso della sua vita si interfaccia con servizi di altro tipo, da quelli bancari a quelli di una compagnia aerea. Perché il nostro cittadino dovrebbe aspettarsi qualcosa di diverso quando si interfaccia ed entra in contatto con la Sanità, piuttosto che con una banca o una compagnia aerea?

La qualità dell'effettivo servizio erogato, che sia bancario, aereo o sanitario, non passa forse attraverso la modalità in cui è possibile accedervi e fruirne? Se in banca o con una compagnia aerea i servizi sono fruibili e accessibili in multicanalità, perché non anche in Sanità?

Prendiamo i sistemi di pagamento cashless e online: i cittadini/consumatori, consapevolmente o no, una volta sperimentata la comodità di tale servizio, desiderano fruirne in ogni settore. Queste aspettative, che si trasmettono da un settore all'altro, sono di tipo "liquido" e incideranno sempre di più sui modelli di erogazione dei servizi nel prossimo futuro: anche nel settore sanitario. Occorre allora ripensare le procedure di interazione tra cittadino e Sanità in ottica ICT.

Non è pensabile che una persona possa pagare il parcheggio via app ma poi debba far la fila alla cassa Cup per pagare il ticket. Il cittadino si aspetta di poterlo fare in mobilità, da qualsiasi luogo e in qualsiasi momento, senza doversi preoccupare di arrivare in anticipo alla visita (e magari perdere un'ora in più di lavoro) per mettersi in fila al Cup il giorno dell'appuntamento.

Quando si pensa al Cittadino 2.0 si dovrebbe sempre pensare alla semplificazione dei bisogni primari. Fra questi la salute è al primo posto. Dare voce al Bisogno di salute è, lo abbiamo visto, un fatto di Buona Comunicazione. Non a caso, uno degli ambiti in cui si prevede la grande svolta nella comunicazione con il paziente è quello della Cronicità. Il popolo dei malati cronici in Italia e nel mondo è in forte crescita ed è proporzionale all'aumento degli anziani.

La tecnologia e la comunicazione multicanale, applicati alla Sanità digitale possono abbattere i costi e garantire servizi elevati. Essere assistiti a domicilio e avere una completa riabilitazione a casa propria con un'assistenza remotizzata costante della struttura ospedaliera, come se si fosse ospedalizzati, permette di adeguare la terapia in tempi brevi, ridurre complicanze e ricoveri ospedalieri.

Attraverso la multicanalità e i nuovi supporti tecnologici, è possibile, quindi, garantire alti livelli di servizio a costi significativamente minori. Il nuovo paradigma sanitario implica il passaggio da una medicina reattiva a una medicina preventiva e proattiva sul territorio: la Sanità 3.0

Capitolo Secondo

“Oggi tutti noi viviamo una vita "digitale": usiamo la posta elettronica, whatsapp, facebook, facciamo le ricerche su google vediamo e condividiamo video ed immagini, e molta parte anche della nostra vita professionale non può più fare a meno della rete. Oggi il 90% dei medici che esercita la professione dispone di un smartphone, dunque è connesso ad Internet. Tutti o la maggior parte dei medici di famiglia debbono fare i "certificati elettronici di malattia" e la "ricetta elettronica" (pur con i limiti che questi servizi ancora hanno) e non potrebbero farli se non avessero la rete. "Work the way you live" - lavora nello stesso modo in cui vivi, dice oggi la pubblicità dei servizi cloud e il concetto è perfettamente applicabile al lavoro del medico. La Telemedicina e la Teleassistenza non sono un fine, uno scopo, ma solamente uno strumento per continuare a fare sempre il solito mestiere. Curare, guarire, se possibile, alleviare le sofferenze. Oggi con la sanità elettronica può crescere enormemente il concetto di prendersi cura, aggiungere al curare: “il prendersi cura”, una maggiore vicinanza medico paziente nei luoghi dove il paziente vive, i suoi dati disponibili anche durante una visita domiciliare, non solo Google e Wikipedia. Un prendersi cura favorito dagli strumenti di sanità elettronica, che aiutano e potenziano l'interazione tra il medico ed il paziente.”

[a colloquio con il prof. Sergio Pillon¹⁶]

2.1 Telemedicina

e-Health (sanità elettronica), di cui la telemedicina è una componente importante, definisce l'insieme delle informazioni e delle interazioni elettroniche che mettono in collegamento le persone, i pazienti, il personale medico e comunità con i servizi sanitari.

¹⁶ <http://www.rainews.it/dl/rainews/articoli/Niente-paura-e-standardizzazione-2b28f01f-fea0-4db1-a97a-a23f32346c6c.html> Colloquio col prof. Sergio Pillon, Coordinatore della Commissione paritetica "Telemedicina - Linee di indirizzo nazionali"

L'e-Health permette di eliminare la documentazione cartacea e di aumentare la produttività dei professionisti del settore, facendo sì che il personale medico possa concentrarsi sull'erogazione dei trattamenti sanitari e delle cure, anziché su questioni amministrative che non costituiscono un servizio a valore aggiunto. Sempre più, la tecnologia applicata al campo medico sta andando in direzione della virtualizzazione dello spazio di archiviazione, della riduzione dei costi associati al consumo energetico e alla gestione del data center, favorendo una convivenza vantaggiosa fra tecnologia e ambiente. Oggi le infrastrutture ICT rendono agevoli le soluzioni tecniche alla base di questi servizi e ne costituiscono un presupposto obbligato

In questo contesto si inserisce la telemedicina, una branca della medicina clinica, in rapida espansione, che prevede il trasferimento delle informazioni e la condivisione di esami e procedure mediche da remoto, via telefono, Internet o altre reti. La telemedicina, oltre che a semplificare la comunicazione favorendo consultazioni mediche in tempo reale fra specialisti che risiedono in luoghi lontani, consente anche il controllo extraospedaliero dei pazienti affetti da patologie gravi, garantendo interventi tempestivi nei casi di emergenza.

In particolare, l'applicazione dell'ICT all'erogazione dell'assistenza viene vista come uno strumento di lavoro cooperativo, di messa in comune di informazioni cliniche provenienti anche da punti geograficamente distanti, e può fornire un contributo sempre più rilevante all'aumento dell'efficacia, dell'efficienza e dell'equità d'accesso alle prestazioni: si pensi ad esempio alla raccolta ed integrazione di dati clinici provenienti da più sistemi diagnostici separati tra loro, al monitoraggio remoto di parametri clinici, alla distribuzione capillare delle informazioni mediche.

Il 2015 era stato annunciato come l'anno della Telemedicina¹⁷. Diversi sono stati i fattori che ne hanno favorito un maggior interesse, tra cui: i dati sulla sostenibilità assistenziale di una popolazione sempre più anziana e affetta da patologie croniche e la riorganizzazione della rete di cura territoriale suggerita dal Patto della Salute 2014/2016.

Contemporaneamente, è entrato nel vivo il programma AgID sulla piattaforma di interoperabilità e si è invocata l'importanza di dare vita ad un ecosistema digitale all'interno del quale garantire la trasmissibilità univoca ed integra del dato.

Si è quindi parlato di cloud, dei livelli di sicurezza, della privacy. Infine, si è profilato all'orizzonte lo scenario dell'IoT.

Sono stati avviati così molti progetti di Telemedicina che hanno dato risultati confortanti di miglioramento gestionale e di abbassamento dei costi assistenziali, ma mancano ancora allo stato attuale metodologie riconosciute per una valutazione adeguata dell'impatto economico dei sistemi di Telemedicina. Inoltre, quasi tutte le esperienze sono rimaste allo stato sperimentale, rimanendo dunque episodi isolati, frutto più della sensibilità dei singoli specialisti sanitari o del management direzionale.

Di contro, però, ci sono stati numerosi fattori ostativi alla realizzazione di progetti di Telemedicina: uno dei fattori di maggiore ostacolo è il suo mancato riconoscimento nei LEA – Livelli Essenziali di Assistenza e, di conseguenza, nei tariffari. Anche se il documento ministeriale sulle Linee Guida Della Telemedicina (2013) ha suggerito delle ipotesi, il SSN non prevede ad oggi quote di finanziamento vincolate o tariffe per la Telemedicina. Un dettaglio non piccolo perché tale vuoto rappresenta un freno alla volontà di dare vita ai progetti.

¹⁷ e-Sanit@ - Anno II Numero II Agosto 2015 "Disease Management e Telemedicina" di Massimo Caruso

A ciò si aggiunge il fatto che la giurisprudenza nazionale ha trascurato l'aspetto legislativo di regolarizzazione della Telemedicina; tale assenza contribuisce ad impedire che le prestazioni erogate in Telemedicina abbiano un riconoscimento da parte del SSN e siano, quindi, ammesse al rimborso.

Un altro fattore di impedimento viene individuato negli aspetti culturali: la diffidenza verso le nuove modalità organizzative introdotte dalla Telemedicina, il tendenziale conservatorismo dei professionisti del settore sanitario, la scarsa istituzionalizzazione dei progetti e l'inadeguata formazione.

Infine, c'è sempre il problema del budget: i fondi in conto capitale a disposizione delle Regioni sono stati negli anni ridotti continuamente, costringendo le Aziende Sanitarie a far spesso fronte agli investimenti a valere sulle dotazioni annuali, già di per se stesse limitate.

Così, intanto, le prime risposte sono arrivate dal mondo privato; in particolare, l'ambito assicurativo e poi il farmaceutico, stanno dando una spinta decisiva alla Telemedicina. L'auspicio è che tale spinta non sia scollegata dal disegno globale di innovazione del nostro paese.

Cerchiamo però di capire perché la Telemedicina è così importante:

Avere un sistema sanitario efficace diminuisce la mortalità e aumenta, ovviamente, la sopravvivenza. Con il passar del tempo la popolazione anziana sarà quella prevalente e, necessariamente, il SSN dovrà intercettarla sul territorio in quanto gli ospedali e i loro pronto soccorsi non potranno sopportare la pressione delle persone in ricerca di assistenza.

Questo vuol dire non avere un luogo fisico dove vengono concentrate le cure, ma avere un territorio dove saranno “portate” le cure. Inoltre, non tutti gli atti sono uguali ed alcuni richiedono tecnologie troppo costose per essere disperse. Di conseguenza, se dobbiamo modificare la rete assistenziale, dobbiamo tener conto di questa evoluzione.

La necessità di collegare l’ospedale al territorio e il territorio alla sua rete attiva (medici di medicina generale, ambulatori, farmacie ecc.) può essere soddisfatta a costi sostenibili solo con le nuove forme di comunicazione e stoccaggio delle informazioni.

Dunque è necessario prevedere modelli sia assistenziali che organizzativi rispondenti alle nuove necessità ed organizzarli in modo efficiente, efficace ed economico.

Queste potrebbero sembrare solo frasi assertive, ma dobbiamo considerare che è non rimandabile *”la riorganizzazione della rete assistenziale del Servizio Sanitario Pubblico che è oggi una priorità non soltanto per le Regioni che sono coinvolte in un **piano di rientro finanziario**, ma più in generale per tutte le amministrazioni che devono conciliare la **crescente domanda di salute con i vincoli di bilancio esistenti**”¹⁸.*

La domanda in aumento deriva da una crescita dell’età media della popolazione, spesso con numerose patologie coesistenti, e dall’ampliamento del numero dei cittadini che hanno una patologia cronica più o meno invalidante.

¹⁸ Dal PATTO PER LA SANITA’ DIGITALE - Documento programmatico

Per **promuovere in modo sistematico l'innovazione digitale** e non lasciare che questa sia realizzata in modo sporadico, parziale, non replicabile e non conforme alle esigenze della sanità pubblica, è necessario predisporre un piano strategico.

Per questo è nato il Patto sulla sanità digitale con l'obiettivo di fare sistema Paese attraverso la conoscenza delle iniziative già in essere, verificarne la reale efficacia ed efficienza, cercare il riuso, il tutto attraverso una concertazione di tutti le figure coinvolte (Stato, Regioni, medici, farmacisti ma anche Consip ecc.). Il patto, quindi, dovrebbe divenire uno strumento per armonizzare e mettere a regime le iniziative già in essere e sperimentarne di nuove.

2.2 Fotografia attuale

I malati cronici sono in costante aumento (le malattie croniche e rare, in Italia, coinvolgono quasi il 39% della popolazione - i dati Istat del 2012¹⁹ fotografano un'Italia fortemente colpita con quattro cittadini su dieci afflitti, costantemente, da almeno una patologia - il 20% tra questi dichiara di averne almeno due) e rappresentano ben il 79.6% della spesa sanitaria per attività di ricovero e cura, specialistica ambulatoriale e consumo di farmaci.

All'interno di questo gruppo di assistiti risulta sempre più in aumento anche il numero di persone in condizione di cronicità socio-sanitaria (anziani non autosufficienti, persone con disabilità, persone affette da dipendenze da sostanze, etc.).

¹⁹ http://www.quotidianosanita.it/studi-e-analisi/articolo.php?articolo_id=16201. La mega indagine Istat sulla salute e i servizi. Malati cronici quasi quattro italiani su dieci

Per affrontare numeri così significativi a costi che si devono sempre più contrarre bisogna spostare il baricentro da una organizzazione ospedalocentrica ad una organizzazione che privilegi il monitoraggio remotizzato e la telemedicina.

La risposta al bisogno dell'assistito cronico, quindi, non può più essere di tipo **strutturale** ma **organizzativo**.

Serve un modello in grado di governare il percorso clinico dell'assistito e coordinare, mettendole in connessione, diverse strutture e figure professionali per migliorare la presa in carico dell'assistito, l'appropriatezza delle prestazioni, la personalizzazione della cura.

Il tutto coadiuvato da un utilizzo esteso di **tecnologie della comunicazione** fra assistito e operatori sanitari, favorendo la *continuità assistenziale*, l'intensificazione del *follow-up* e il *coinvolgimento attivo* dell'assistito e dei suoi familiari.

Quindi medicina ad alto livello con soluzioni informatiche per il contatto da remoto in multicanalità (via telefono, chat, videochiamata e app), nonché monitoraggio da remoto con gestione allarmi ed escalation in base alle emergenze (warning, alert, ecc.).

D'altronde "Medicina e Tecnologia" oggi è un binomio sempre più indissolubile, non solo in quanto la Sanità Digitale, l'Health 2.0 e l'Empowerment del cittadino/paziente sono all'attenzione del governo, ma perché veramente la tecnologia può fare la differenza.

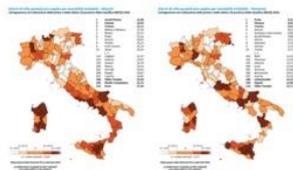
Vediamo anche qualche dato: l'osservatorio più interessante è quello di MORTALITA' EVITABILE (*con intelligenza*)²⁰ e del rapporto MEV edizione 2015-2016.

²⁰ <http://www.mortalitaevitabile.it/> Salvaguardia della Salute in un'ottica di Problem Solving

MEV(I) 2016: MORTI EVITABILI E UN FOCUS SU TUMORI, INCIDENTI, SUICIDI

Indicatore di sintesi - Rispetto al precedente rapporto, a livello nazionale si registra una lieve ma evidente riduzione del fenomeno della mortalità evitabile, sia per i maschi che per le femmine: i giorni di vita perduti pro-capite per decessi contrastabili con interventi di sanità pubblica (prevenzione primaria, diagnosi precoce e terapia e altra assistenza sanitaria) scendono dai quasi 21 del 2014 a meno di 20 per i maschi e da 12 a 11 per le femmine; come di consueto, tuttavia, attorno a questi valori i dati regionali confermano una interessante eterogeneità.

Classifica regionale - La classifica maschile MEV(i) 2016 è aperta dalla Toscana che, insieme ad altre cinque regioni, scende al di sotto della soglia dei 18 giorni; la classifica femminile è invece guidata dal Veneto, con un valore inferiore a 10 giorni (come le successive tre regioni); per entrambi i generi il peggior dato registrato è quello della Campania.



Classifica provinciale

"Clicca" sui cartogrammi per visualizzare la mappa per provincia.

Approfondimenti - Aggiornata la Banca Dati MEV(i) ai **decessi per causa 2013**, ultima annualità rilasciata dall'Istat (dicembre 2015), il Rapporto 2016 propone una specifica sezione sui **tumori delle vie respiratorie e di mammella e utero**, per **incidenti stradali** e per **suicidi e lesioni autoinflitte**; alle elaborazioni è stato inoltre aggiunto l'indicatore **anni di vita perduti per deceduto**.

Febbraio 2016

Il commento del Prof. Pillon: "...mi voglio focalizzare solo sulla *corretta gestione di pazienti cronici ed adeguato ricorso alle strutture sanitarie*. La tecnologia ICT è la chiave per questo, riduce i costi, ma come medico posso permettermi di considerare quello dei costi un aspetto secondario, il punto chiave è che **RIDUCE I MORTI**, forse suona male, possiamo dire che riduce i decessi, ma da medico vedo quanto dolore generi ognuno degli *UNO* di queste statistiche. Non parliamo di telemedicina, parliamo di persone. Questi numeri vanno letti e ponderati, e possono essere alla base di una strategia di misurazione dei risultati dell'innovazione".²¹

Anche i dati pubblicati dall'Osservatorio Nazionale ONECARE del Ministero della Salute per la valutazione ed il monitoraggio delle reti e-Care²² sono interessanti, in quanto riportano l'elenco delle sperimentazioni di telemedicina effettuate in Italia.

La lista è interminabile, oltre 500 progetti su tutto il territorio nazionale, nonché progetti anche in 8 paesi europei. Purtroppo, però, l'elenco delle sperimentazioni sembra "fermo" al 2010.

²¹ <https://www.linkedin.com/pulse/qui-si-parla-di-morti-sergio-pillon?trk=prof-post> Qui si parla di morti...

²² <http://www.onecare.cup2000.it/> Osservatorio Nazionale ONECARE del Ministero della Salute

In ogni caso, è interessante rilevare il fermento intorno a questa tematica; a conferma, si riporta uno stralcio dell'articolo di Raffaele Bernardini proprio a proposito di tale portale, intitolato: "La frammentazione della telemedicina":

*...La frammentazione appare di tutta evidenza dalla rilevazione dei progetti ed è difficile capire se siano stati realizzati su vasta scala. Bisognerebbe poi capire in quale maniera i progetti in questione abbiano positivamente agito sulla spesa sanitaria e quale ne sia stato il rapporto costo-beneficio...*²³

2.2.1 Famiglia e assistenti familiari

Nel contesto della cronicità è importante anche dire che, dal dopoguerra ad oggi, la famiglia italiana ha subito notevoli processi evolutivi connessi allo sviluppo economico e sociale, al cambiamento di stili ed abitudini di vita, accelerati dai processi di globalizzazione e dai nuovi strumenti di comunicazione. Le famiglie del nuovo millennio sono caratterizzate dalla presenza di più tipologie (monogenitoriali, famiglie con separazioni, ecc.), multidimensionalità del ruolo femminile (lavoro, assistenza, "sandwich generation"), riduzione del tasso di natalità, uscita tardiva dei figli dal nucleo originario, aumento del numero degli anziani e disabili. È più complesso, quindi, far fronte alle esigenze assistenziali dei familiari con cronicità e degli anziani fragili.

²³ http://www.cup2000.it/wp-content/uploads/2011/02/Telemeditalia_160211_cup2000_onecare_telemedicina.pdf
TelemedItalia "La frammentazione della telemedicina" di Raffaele Bernardin

Si sono create così le condizioni per la presenza di nuove figure:

- Le “*badanti*”, o meglio definite, assistenti familiari (stimato in circa un milione di unità con un incremento nell’ultimo decennio di circa 400.000 unità). Queste ultime sono lavoratrici straniere spesso “irregolari” provenienti per larga parte dai Paesi dell’Est europeo, con presenze anche significative di comunità del Sud America e Asia. La nuova opportunità è stata ben accolta dalla famiglia, motivata a mantenere il più a lungo possibile l’anziano nella propria abitazione, con i propri affetti, il proprio mondo.
- Il “*caregiver familiare*” è il parente o affine (se ne stimano in Italia 9 milioni) che si prende cura a domicilio del proprio familiare, persona fragile non autosufficiente, di qualunque età, in modo prevalente e continuativo, provvedendo a tutte le funzioni quotidiane dei bisogni primari (igiene personale, alimentazione ecc) e alla cura della persona, aiutando ed integrando prestazioni di carattere sanitario-assistenziali. In Italia oggi la rete di servizi sociosanitari, ma anche sanitari, è integrata e completata in una percentuale di tutto rispetto dal caregiver familiare o privato, perno del sistema. Oggi è necessaria la valorizzazione ed ufficializzazione del ruolo e della funzione del caregiver in quanto essenziale alla tenuta del sistema di welfare, contribuendo al contenimento dei costi dell’assistenza.

È indispensabile, pertanto, che debbano essere attivate politiche destinate sia ad integrare le “badanti” nella rete dei servizi pubblici, nonché ad individuare i criteri di riconoscimento giuridico della funzione del caregiver familiare.

2.3 mHealth

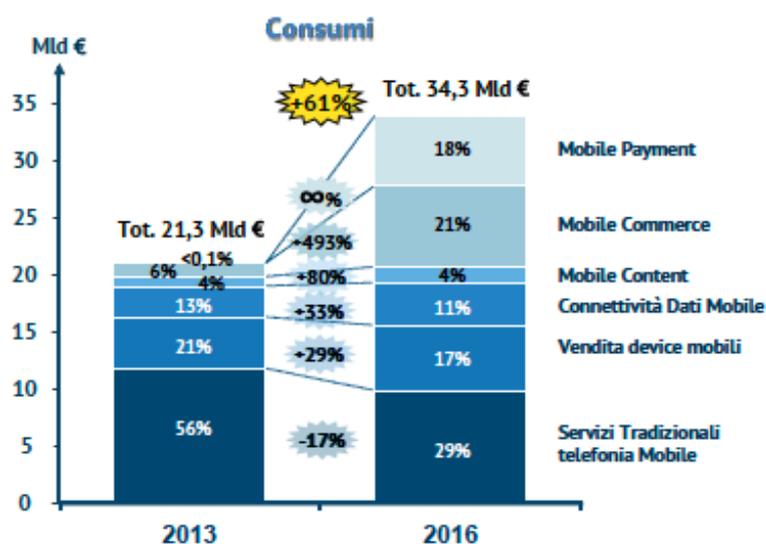
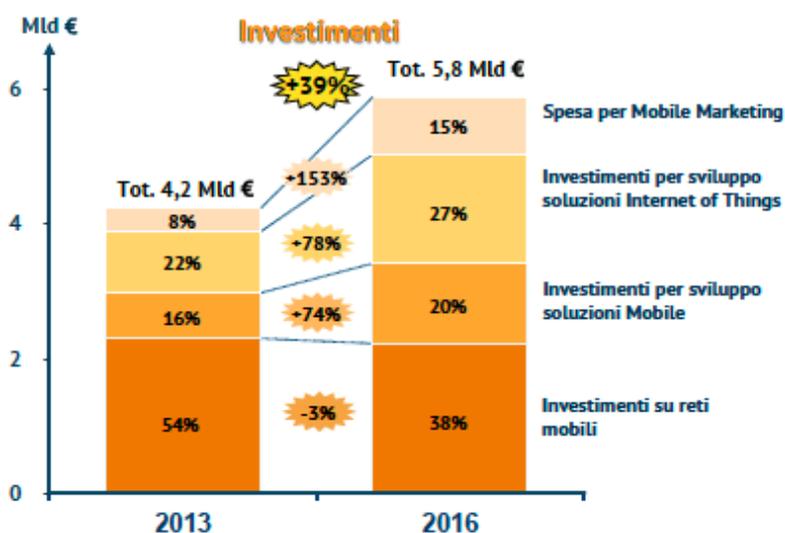
Con il termine *mobile health* o *mHealth* ci si riferisce ad un nuovo modello di assistenza sociosanitaria, orientata allo stato di salute complessiva del cittadino-paziente, stimolata e attuata attraverso una “forte” proattività del cittadino-paziente e realizzata attraverso l'utilizzo di dispositivi mobili e tecnologie multimediali, quali cellulari, smartphones, dispositivi di monitoraggio dei pazienti, personal digital assistants (PDAs) e altri dispositivi wireless.²⁴

L'mHealth include anche il mondo delle apps legate allo stato di salute e agli stili di vita, e si può estendere all'Health IoT (Internet of Things), vale a dire al mondo delle rilevazioni di biosegnali e/o bioimmagini derivanti dalla connessione a medical devices o altri sensori (es. braccialetti, orologi, rilevatori parametri biologici...) così come sistemi che forniscono informazioni sulla salute o reminder via SMS.

Tanti dati e informazioni, quindi, che possono consentire al cittadino una gestione proattiva del proprio stato di salute, una miglior interazione con i team sociosanitari che lo hanno preso in cura, una disponibilità di informazioni on line e on time per i team che seguono il paziente per interventi maggiormente efficaci e condivisi con il paziente stesso, abbattendo barriere spaziali, temporali e organizzative.

²⁴ http://www.who.int/goe/publications/goe_mhealth_web.pdf mHealth. New horizons for health through mobile technologies, in Global Observatory for eHealth series 2011, World Health Organization: Geneva, Switzerland

Siamo di fronte, di fatto, a quella che viene chiamata “Mobile e APPs Economy”, un modello di business che, secondo alcune stime, varrebbe circa 40 miliardi di euro (circa il 2% del Pil) di cui 6 miliardi di investimenti delle aziende e 34 miliardi di consumi da parte dei clienti.



Tale modello, che tende ormai a consolidarsi in tutti i settori di mercato, non tarderà a influenzare in modo significativo anche il settore sanitario.

Una recente stima di Research2Guidance²⁵ afferma che sul mercato sono attualmente presenti circa 97.000 app, distribuite su differenti piattaforme; circa il 70% di queste sono rivolte al segmento della salute e del benessere del consumatore, mentre il 30% delle app è dedicato al mercato professionale per l'accesso ai dati del paziente, la consultazione e monitoraggio del paziente, l'accesso all'imaging diagnostico, le informazioni farmaceutiche, ecc.

Un altro aspetto interessante relativamente al mercato delle app è che il mercato delle applicazioni in sanità si è sviluppato molto rapidamente negli ultimi anni fino a diventare un fattore chiave di sviluppo dell'mHealth, facilitato dalla penetrazione di smartphone²⁶. In tale contesto alcuni analisti prevedono che entro il 2016, grazie all'aumento della potenza di elaborazione degli smartphone, il numero di pazienti monitorati dal mobile potrà essere di 3 milioni di pazienti e che entro il 2017 circa 3,4 miliardi di persone nel mondo potranno disporre di smartphone sui quali verranno utilizzate soluzioni di mHealth. Il rapido sviluppo del settore mHealth solleva qualche preoccupazione circa il trattamento appropriato dei dati raccolti attraverso applicazioni, dispositivi mHealth e alla loro possibile elaborazione (health big data). In tale contesto si pone il problema della verifica della validità delle app, della sicurezza dei dati trasmessi e non ultimo della loro eventuale certificazione, laddove possano essere assimilate a un dispositivo medico. Il dibattito in proposito è piuttosto complesso e articolato.

²⁵ <https://research2guidance.com/wp-content/uploads/2015/08/Mobile-Health-Market-Report-2013-2017-Preview.pdf> The mobile health global market report 2013 – 2017 (Vol.3)

²⁶ <http://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=252215> Worldwide and U.S. Mobile Phone Installed Base 2014–2018 Forecast Update: October 2014

2.4 La sicurezza

Lo sviluppo delle tecnologie apre nuove opportunità: tra le quali, la promozione di uno stile salutare di vita negli utenti, la facilitazione della comunicazione medico/paziente, il miglioramento dell'efficienza del sistema sanitario, la velocizzazione della raccolta di dati, l'ampliamento di accesso alle cure, ecc.

Al tempo stesso emergono alcune problematiche discusse sul piano etico, relativamente alla sicurezza ed efficacia, alla privacy, al consenso informato, alla dipendenza e vulnerabilità tecnologica, all'autogestione della salute e al divario tecnologico.

Per questi motivi il Comitato Nazionale per la Bioetica della Presidenza del Consiglio dei Ministri, nel documento "Mobile-health e applicazioni per la salute: aspetti bioetici" del 28 maggio 2015²⁷, esprime alcune raccomandazioni, con particolare riferimento alla classificazione delle applicazioni in funzione dei rischi, alla promozione di una ricerca interdisciplinare tra informatici, progettisti e medici, insieme ad esperti di etica, scienze cognitive e sociali, nella fase di progettazione, sperimentazione e valutazione delle applicazioni, alla incentivazione delle industrie a produrre app effettivamente utili per la salute dei cittadini e alla identificazione di responsabilità delle compagnie che producono app, nell'ambito dei profili di sicurezza e privacy.

²⁷ http://presidenza.governo.it/bioetica/pareri_abstract/Mobile-health.pdf Presidenza del Consiglio dei Ministri – Comitato Nazionale per la Bioetica

Il Comitato evidenzia i seguenti elementi di problematicità connessi con la privacy:

- a) mancanza di informazione trasparente agli utenti, prima di scaricare l'applicazione, su: quali e quanti dati sono utilizzati per eventuali ricerche; da chi sono usati e gestiti i dati; dove sono conservati (data repository);
- b) assenza di informazione sulla possibilità di revoca del consenso, rettificazione e distruzione/cancellazione dei dati;
- c) assenza di informazione sul rischio di identificazione, quando la parziale anonimizzazione non è possibile o garantita;
- d) mancanza di informazione sui rischi dell'accesso dei dati da parte di terzi (assicurazioni, datori di lavoro, ecc.) e sulla possibilità che chi conserva i dati li *venda* per costituire database per ricerche (commerciali/scientifiche).

Si vuole fare riferimento anche alla fonte: Associazione Italiana Sistemi Informativi in Sanità - AISIS, nata nel 2003 con lo scopo di dare visibilità a chi si occupa professionalmente di ICT nelle aziende sanitarie italiane, siano esse pubbliche o private, e di favorire una crescita dell'attenzione sulle problematiche connesse all'utilizzo dell'ICT in sanità come leva strategica di cambiamento.

Tale associazione ha pubblicato un interessante documento di lavoro, redatto a più mani, intitolato "Mobile Health: innovazione sostenibile per una sanità 2.0" dedicato alla problematica della telemedicina e presentato nell'ambito del convegno nazionale AISIS del 30 ottobre 2014.²⁸

²⁸ <http://www.aisis.it/it/workgroup/gruppo-di-lavoro-2014-su-mobile-health/97d81d74-8d45-49b6-82c4-0332dc54ec7a> MOBILE HEALTH: innovazione sostenibile per una sanità 2.0

Nel seguito, si elenca quanto riportato nel documento:

- ✓ Diversi paesi si stanno orientando all'utilizzo di linee guida, altre Nazioni stanno sperimentando programmi di "validazione" delle apps, come la libreria online (<http://apps.nhs.uk/>) di Health Apps sempre del National Health Service, dove le apps segnalate hanno passato una revisione per provarne la sicurezza e la conformità alla regole di protezione dei dati e la sicurezza dal punto di vista clinico.
- ✓ Lo stesso approccio di "validazione" delle soluzioni può essere veicolato da soggetti privati che certificano e vendono le apps su store specializzati, come Haptique negli USA (<http://www.haptique.com/>).
- ✓ Si segnala che a livello europeo è stato emanato il Green Paper on Mobile Health²⁹ documento-guida dedicato al mHealth che affronta alcune tematiche relativamente allo sviluppo del mHealth, alle implicazioni legali con particolare riferimento alla sicurezza e alla tutela dei dati personali.
- ✓ Sempre a livello europeo nell'ottobre 2013 è stato emesso il primo European Directory of Health Apps che raccoglie circa 200 mHealth apps; questo documento è stato incorporato su una piattaforma online (<http://myhealthapps.net/>), più facilmente accessibile e ricercabile, dove gli utenti possono recensire le apps, esprimendo il loro voto e giudizio.

In tale contesto Aisis tende a suggerire un approccio di "sostenibilità" in grado di coniugare l'opzione di come sfruttare il grande potenziale offerto dal mondo delle apps al fine di migliorare sia la proattività del cittadino nella gestione del proprio stato di salute-benessere sia l'efficienza delle strutture sociosanitarie, senza sottovalutare la necessità di una validazione dei contenuti trasmessi attraverso le

²⁹ GREEN PAPER on mobile Health ("mHealth") UE Commission, 10.4.2014 219 Final

apps, ma senza eccessivi vincoli e/o rigidità che determinerebbero solo l'ennesimo ritardo di sistema circa l'adozione di un modello culturale, economico e tecnologico innovativo e ormai ampiamente diffuso.

2.5 I risparmi

Per completare il quadro d'insieme, in quest'ultimo paragrafo, si vuole fare un accenno ai risparmi che si pensa poter raggiungere con i progetti di Telemedicina.

Un recente report a livello Europeo (giugno 2013), commissionato dalla GSM Association che rappresenta gli interessi degli operatori di telefonia mobile in tutto il mondo, indica l'mHealth come un driver essenziale di contenimento dei costi nella sanità europea.³⁰ La combinazione tra la crescente importanza delle malattie croniche e l'invecchiamento della popolazione porta a considerare sempre più importante una sanità paziente-centrica, il cui focus si sposta dall'ospedale alle cure domiciliari con pazienti che sono resi sempre più proattivi nella gestione della propria salute.

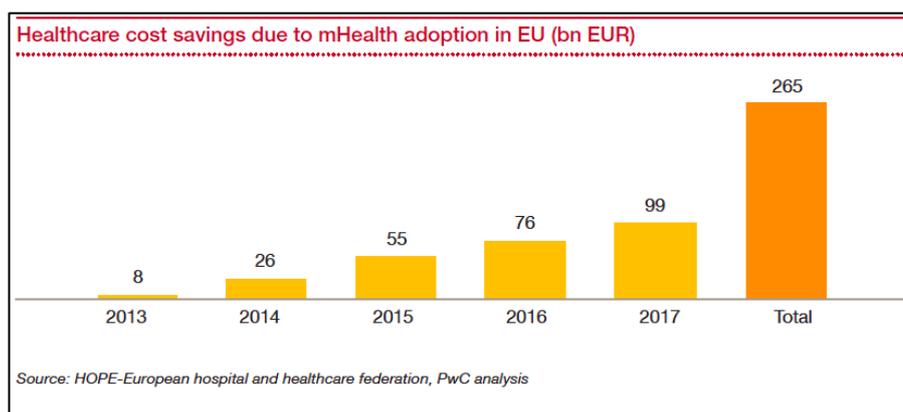
Poiché le tecnologie mobili, in tutti i settori, stanno diventando pervasive, in Europa cominciano a diffondersi soluzioni mobili per la sanità che da un lato aiutano a promuovere stili di vita migliori e dall'altra abilitano trattamenti "remoti" della cronicità. Il risultato atteso è che i pazienti possano migliorare il proprio stato di salute contenendo così i costi dovuti a un modello di cura che evita il ricorso all'ospedalizzazione.

³⁰ http://www.gsma.com/connectedliving/wp-content/uploads/2013/06/Socio-economic_impact-of-mHealth_EU_14062013V2.pdf Socio-economic impact of mHealth An assessment report for the European Union (by PWC)

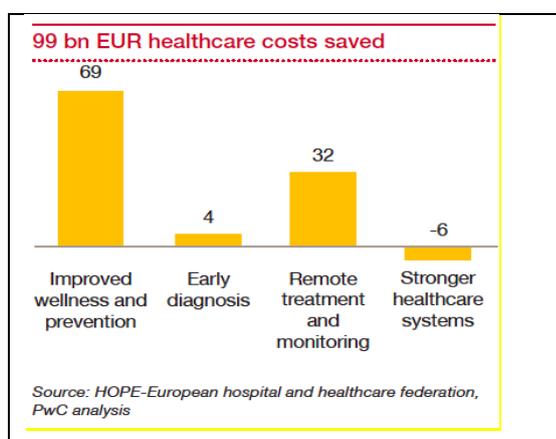
Lo studio esamina i benefici potenziali legati a un pieno sviluppo dell'mHealth evidenziando quattro aree di possibili benefici:

- ✓ miglioramento del proprio benessere e prevenzione,
- ✓ miglioramento della fase diagnostica,
- ✓ trattamento e monitoraggio remoto,
- ✓ rafforzamento dei sistemi sanitari.

Le due figure seguenti sintetizzano il risultato dello studio in termini di possibili saving: nella prima viene evidenziata una stima del saving dovuto all'adozione di mHealth nel quinquennio 2013-2017, con un saving complessivo pari a 265 Miliardi di euro,



mentre nella seconda figura viene evidenziato, per l'anno 2017, la stima del saving per le quattro aree di mHealth individuate nello studio



Capitolo Terzo

“Un viaggio di mille miglia comincia sempre con il primo passo.”

[Lao Tzu]

3.1 Il progetto

Sono numerosi i comportamenti non corretti o le interpretazioni sbagliate in cui un malato cronico può imbattersi. Per esempio, spesso il paziente “interpreta la terapia” con incostanza nell’assunzione dei farmaci, per dimenticanza, per interferenze ambientali (opinioni ascoltate da altri pazienti, altri medici ...), per proprie sensazioni correlate all’uso degli stessi. Ciò ha effetto sul corretto controllo della patologia, reso evidente da un’alterazione del parametro indicatore (ad es. pressione arteriosa, glicemia, ecc.).

Una costante verifica della corretta “compliance” terapeutica, associata al contestuale monitoraggio del parametro indicatore, può consentire elevati recuperi di “efficacia” ed “efficienza”.

Infatti:

- ✓ in caso di corretta “compliance” terapeutica, si abbatte il rischio dell’errore medico per il quale la terapia viene considerata inefficace, quando invece è la scorretta modalità di assumere la terapia da parte del paziente la probabile causa dell’inefficacia;
- ✓ in caso di corretta “compliance” terapeutica e parametro indicatore che continua a manifestare inefficacia, si può procedere più tempestivamente, anche senza attendere la nuova visita programmata, a rimodulare la terapia stessa;

- ✓ in caso di corretta “compliance” terapeutica e parametro indicatore che manifesta efficacia della stessa, si può, sulla base di modelli validati, posporre la visita successiva, con ovvio recupero nell'utilizzo dei servizi sanitari.

Inoltre il paziente avrebbe spesso la necessità di consultare anche brevemente il medico specialista, sia per essere consigliato che per essere rassicurato su effetti della terapia, sensazioni, informazioni incerte raccolte un po' ovunque, ecc..

Spesso il contatto risulta difficile, poiché il consulto a distanza con il medico specialista non viene regolamentato, sfociando in taluni eccessi:

- ✓ il paziente assilla il medico, il quale rischia di non rispondere più a quel paziente anche quando ve ne sarebbe bisogno, talvolta generalizzando tale comportamento anche verso altri pazienti, perdendo così quel necessario contatto che corregge le opinioni e le abitudini negative dei pazienti e contribuisce a fornire un'immagine più disponibile ed umana della sanità pubblica;
- ✓ il paziente non consulta il medico, temendo di “disturbarlo” o per disattenzione ed in tal caso l'eventuale intervento pro-attivo del medico specialista nei suoi confronti può contribuire a fornire un valido aiuto al paziente.

Per risolvere queste criticità, è stata implementata una soluzione a diversi livelli che coadiuva il processo di de-ospedalizzazione attraverso la verifica, costante e non presidiata, del percorso diagnostico-terapeutico assegnato all'assistito, costituito da terapie e monitoraggio dei parametri indicatori della patologia.

L'osservanza e l'aderenza a consigli e prescrizioni mediche è da considerarsi elemento essenziale di qualsiasi terapia. Quest'ultima perde di efficacia se non effettuata con puntualità e precisione.

La finalità è, quindi, quella di affiancare il paziente nel seguire con costanza la terapia assegnata, acquisire i dati clinici necessari a monitorarne il decorso, rendere fruibile e continua la comunicazione tra diversi attori. Il tutto al fine di ridurre i rischi legati a complicanze, ridurre il ricorso alla ospedalizzazione, ridurre i tempi di attesa e ottimizzare l'uso delle risorse disponibili.

L'ambizioso progetto di telemedicina, che I-TEL srl sta sviluppando, ha diversi obiettivi, a vari livelli.

- motiva il paziente ad intraprendere un percorso che, nonostante le difficoltà iniziali di apprendimento, viene percepito come fondamentale per la gestione del proprio stato di salute in quanto in "costante" contatto con una struttura che lo può assistere;
- permette una vicinanza assidua all'assistito;
- diminuisce il ricorso alle strutture ospedaliere;
- garantisce un Filo Diretto paziente /personale specializzato h 24, 7 giorni su 7, via **app, chat, video call, voce, telefono**.

Tale progetto, denominato Sm@rtEVEN, è quindi ben articolato: se inserito in una organizzazione strutturata, può consentire ampi recuperi di efficacia ed efficienza, oltre che un'immagine di azienda al passo con i tempi che adotta strumenti adeguati all'evoluzione del mondo tecnologico e dei comportamenti sociali.

I componenti principali del progetto sono i seguenti:

- *la cartella clinica*
dove sono memorizzati tutti i dati del paziente cronico

- *la centrale operativa*
si tratta di un contact center a disposizione H24 degli assistiti, su cui convergono anche eventuali segnalazioni di allarmi:
 - farmaci non correttamente assunti
 - parametri vitali fuori soglia
 - richieste di teleconsulto

- *l'APP su smartphone Android*
è l'applicativo che viene utilizzato dal paziente (o dal suo caregiver)

- *gli apparati elettromedicali*
da utilizzare per la misurazione dei parametri vitali

3.1.1 La Cartella Clinica

Si tratta dell'applicativo gestionale utilizzato direttamente dai medici specialisti di reparto ospedaliero. Contiene le anagrafiche dei pazienti cronici e i loro dati sanitari, nonché la descrizione della patologia, la compliance terapeutica e i dati storici.

La cartella clinica viene aggiornata dai medici specialisti in occasione delle visite di controllo o, nel caso di crisi acuta, direttamente dal pronto soccorso.

Normalmente, sul mercato nazionale, l'applicativo di cartella clinica è distribuito dalle grandi società di software, quali: Engineering, Dedalus, Noemi Life e altri minori.

Questo applicativo è indispensabile per gestire e monitorare tutta la popolazione dei malati cronici del territorio, anche in assenza di telemedicina.

Sm@rtEVEN si interfaccia con la banca dati dell'applicativo di cartella clinica per erogare i servizi in multicanalità:

- La APP riceverà la compliance terapeutica e, a sua volta, aggiornerà la cartella clinica ogni qual volta il paziente assumerà i farmaci;
- La APP riverserà sulla cartella clinica le misurazioni dei parametri vitali eseguite dai pazienti;
- Infine, la cartella clinica sarà aggiornata sia quando il cronico inserirà dati significativi nel suo diario giornaliero, nonché quando richiederà il teleconsulto.

3.1.2 Il Contact Center

Strutturato con operatori specializzati e infermieri rappresenta il punto di contatto tra il malato cronico e l'ospedale. Il paziente che cerca aiuto potrà parlare direttamente con il medico specialista di reparto o con un operatore che cercherà di capire e valutare la richiesta.

Tramite una struttura di questo genere si raccolgono anche le misurazioni dei parametri vitali, quali: pressione, glicemia, frequenza cardiaca, spirometria, peso, ecc.... dati che possono scatenare degli alert sul paziente nel caso di superamento delle soglie impostate.

Il Contact Center è un applicativo sviluppato da I-Tel srl, con la precisa finalità in ambito Telemedicina, di offrire i servizi di Teleconsulto e Teleassistenza.

Il prodotto si chiama *Sm@rtCallFacility* consente la gestione di tutte le funzionalità correlate, mediante una Web Application accessibile tramite browser compatibile (MS Internet Explorer versione 7 o sup., Mozilla Firefox versione 2 o sup.) da qualsiasi PC connesso alla rete aziendale della struttura sanitaria.



Architettura

La struttura del sistema è organizzata su 3 distinti layer, ospitati sulla stessa macchina o su macchine diverse (fisiche o virtuali):

✓ Telefonia

Il software di switching utilizzato è rappresentato dal sistema Asterisk, potente soluzione Open Source operativa sotto Linux CentOS.

✓ Logica di business e presentazione

Questo layer utilizza tecnologia Java, in particolare WebServer Apache Tomcat.

✓ Gestione dati

Il database nativo è PostgreSQL, ma è possibile utilizzare anche istanze differenti di DB fornite dal cliente.

Tale DB può essere installato in cluster anche su macchine virtuali.

PIATTAFORMA SOFTWARE SERVER

- Linux centos v5 o superiore
- Red hat Enterprise v5 o superior

CLIENT

- Windows XP Professional o Windows 7 Professional o superiore
- Java jre installato
- Internet Explorer (consigliato 9) o Firefox, per una corretta visualizzazione

PIATTAFORMA HARDWARE

- Qualsiasi server/workstation che supporti i sistemi operativi sopra indicati
- Possibilità di utilizzo macchine virtuali piattaforma vmware

PIATTAFORME AUDIO SUPPORTATE

- Qualsiasi centralino che fornisca Trunk Sip 2.0
- Flussi digitali PRI e BRI (tramite gateway digitale-ip)
- BCA (tramite gateway)
- Servizi SIP via internet

RETE

La banda occupata da ciascuna conversazione IP in locale (codec G.711 alaw) è pari a circa 84kbit in entrambe le direzioni. La rete IP deve essere dimensionata di conseguenza in base al numero dei canali presenti. Eventuali router e switch dovranno essere dotati di QoS e priorità pacchetti VoIP.

FUNZIONALITA'

- i** accoglienza differenziata della chiamata sulla base del numero chiamato e/o di un calendario dinamico giorno/ora;
- i** accoglienza personalizzata mediante IVR di benvenuto con possibilità di scelta funzionalità e di riconoscimento del chiamante;
- i** qualificazione della chiamata e prima raccolta di dati significativi mediante menù vocale e toni DTMF per l'identificazione dell'esigenza, l'assegnazione del livello di priorità, la definizione dell'operatore sanitario al quale inoltrare la chiamata;

- distribuzione della chiamata con integrazione in modalità “screen pop up” dell’applicativo di Cartella Clinia;
 - inoltro all’operatore sulla base di skills e carico di lavoro;
 - gestione delle code in attesa con musica di centrale o trasmissione di messaggi di servizio;
 - registrazione di caselle vocali e inoltro delle stesse agli operatori e/o al responsabile del Contact center in caso di non risposta
 - inoltro della chiamata in reperibilità

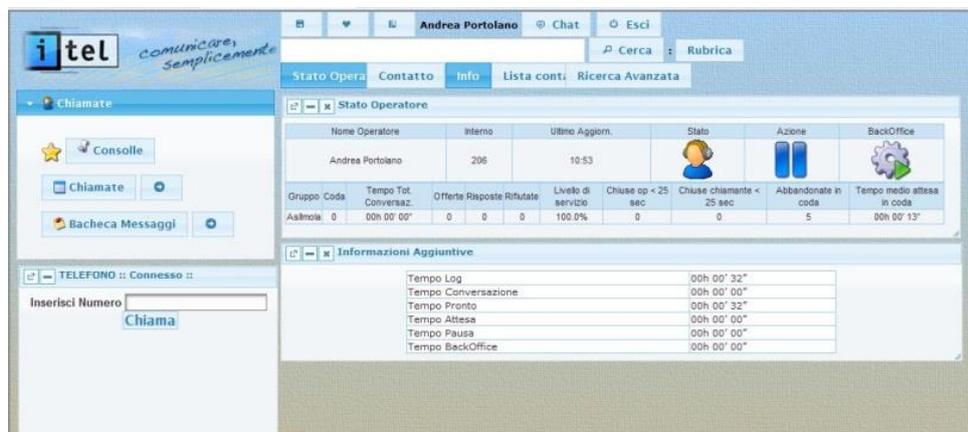
- realizzazione di chiamate in uscita automatiche (modulo OutBound), nel caso di rilevazione allarmi;
- registrazione, archiviazione e indicizzazione della conversazione telefonica;
- produzione di statistiche di funzionamento del sistema tramite le informazioni sul numero delle chiamate per giorno/ora, numero chiamato, tipologia richiesta, classe priorità, inoltro ad operatore.

Inoltre il modulo *Sm@rtCallFacility* consente:



- ✓ LogOn/LogOff/Pausa degli operatori; questi possono essere fisicamente localizzati presso sedi differenti con accesso ad un Personal Computer connesso alla rete interna (il telefono può continuare ad essere il loro interno o, meglio, può essere il client SIP su PC da utilizzare con le relative cuffie personali; in emergenza, il telefono può essere anche il cellulare di servizio);

- ✓ visualizzazione in tempo reale dello stato degli operatori (disponibile/occupato/in pausa) mediante interfaccia web di back-office per l'amministratore del sistema e possibilità di modifica "forzata" dello stato del singolo operatore;
- ✓ possibilità di pronunciare, prima del trasferimento della chiamata ad operatore, l'identificativo (o il nome) dell'operatore stesso;
- ✓ bacheca di messaggi interna, tra gli utenti della piattaforma (un operatore può scrivere un messaggio e lasciarlo ad un collega di un altro turno; quando quest'ultimo effettua il login, il destinatario visualizza la notifica e legge il messaggio);
- ✓ gestione chat: i singoli infermieri possono "aiutarsi" tra di loro durante la loro assistenza telefonica dedicata agli assistiti.



Le interfacce utente e di amministrazione sono di semplice utilizzo (non richiedono alcuna competenza tecnica), realizzate in tecnologia Java ed accessibili utilizzando un internet browser compatibile da una qualsiasi postazione connessa in rete.

MODULO Sm@rtRECORD

Sm@rtRecord permette la registrazione delle conversazioni degli utenti con gli operatori del call center. Sarà esclusivamente l'amministratore che, con una funzione ad hoc, potrà "attivare" e "disattivare" il servizio di registrazione.

The screenshot displays the Sm@rtRecord web interface. At the top, there is a header with the 'itel' logo and the slogan 'comunicare semplicemente'. Below the header, there are navigation tabs: 'Dettaglio', 'Lista', and 'Ricerca Avanzata'. The main content area is titled 'Chiamate del giorno' and contains a table with the following data:

Data	Gruppo	Chiamante	CAP	Tipo
03/10/2012, 12:49	Elettricopriv	649 649	00010	Trasferita
03/10/2012, 12:49	Elettricopriv	649 649	00010	Trasferita

Below the table, there is a pagination control showing 'Pagina 1 di 1' and 'Visualizzati 1 - 2 di 2'. Below the table, there is a 'Dettaglio' section with a 'Scarica Registrazione' button. The details for the selected call are as follows:

- Numero Chiamato: 649
- Chiamante: 649 649
- Gruppo: Elettricopriv
- Operatore: u1 Utente 1
- Inizio Chiamata: 03/10/2012 12:49
- Trasferimento a Oper.: 12:49
- Fine Chiamata: 12:49
- Codice Chiamata: Trasferita
- Codice CAP: 00010

Le registrazioni così ottenute sono rese disponibili, tramite specifica interfaccia web, esclusivamente ad alcune figure specifiche con ruolo dedicato alla ricerca e all'ascolto. Tutti gli accessi di tali figure sono loggati e possono essere verificati dall'amministratore. Gli altri operatori del call center non possono accedere né alla ricerca delle registrazioni, né al loro riascolto. Tutti i file audio vengono registrati localmente sul server e criptati in modo da concedere l'accesso solo tramite interfaccia web, infatti anche avendo l'accesso direttamente sul server, tali file risultano inascoltabili in quanto necessitano di de-criptazione.

Il sistema è conforme alla legge 196/2003 in materia di tutela e trattamento dei dati personali.

3.1.3 L'APP

Questo applicativo, dedicato al malato cronico o al suo caregiver, è il cuore del progetto di Telemedicina.

E' costituito da 5 moduli:

- 1) *Compliance terapeutica*
Prescrizione farmaci e posologia
- 2) *Rilevazione parametri vitali*
Misurazioni tramite apparecchi medicali
- 3) *Diario*
Annotazioni giornaliere utili al medico
- 4) *Richiesta colloqui*
Teleconsulto e Teleassistenza
- 5) *Interazione con il CUP*
Agenda delle visite prenotate con possibilità di spostare, cancellare, pagare il ticket.

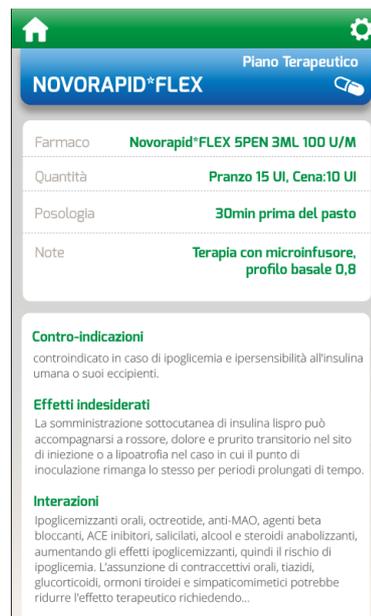
Nei paragrafi successivi, si descrivono brevemente i singoli moduli.



3.1.3.1 Compliance Terapeutica

Tale modulo della APP interagisce con l'applicativo gestionale di Cartella Clinica e, nello specifico, con la sezione di "piano terapeutico", da cui vengono attinte le seguenti informazioni:

- Farmaco (da personalizzare secondo la reale dispensazione effettuata);
- Posologia (da personalizzare secondo gli orari e le abitudini del paziente);
- Note per la somministrazione;
- Durata della terapia.

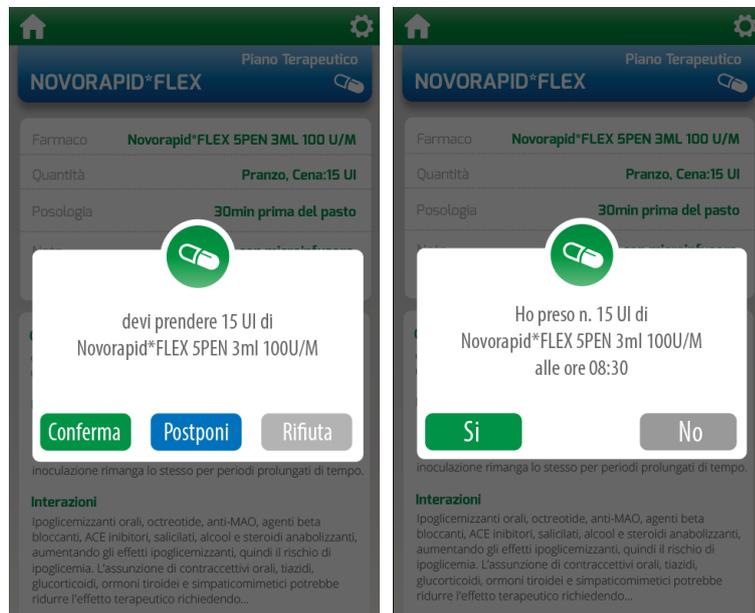


Dai database del farmaco saranno attinte le informazioni (bugiardino) relative a: contro-indicazioni; effetti indesiderati; interazioni con altri farmaci; modalità di conservazione.

Il modulo "Compliance Terapeutica" nel suo normale funzionamento ricorderà al paziente di assumere il farmaco, mediante:

- allarme sonoro
- pop-up sul display della domanda: "devi prendere n.[quantità] [unità posologiche] di [farmaco]", con le seguenti 3 opzioni:

- **Conferma**, per la quale, se scelta, verrà richiesta una seconda conferma mediante la seguente affermazione: “Ho preso n.[quantità] [unità posologiche] di [farmaco] alle [hh:mm]: SI / NO”, ed in caso di “touch” del SI verranno memorizzate le informazioni di ora di assunzione del farmaco;
- **Postponi**, per la quale, se scelta, l’allarme/pop-up verrà sospeso per un tempo “settabile” nelle impostazioni della APP;
- **Rifiuta**, per la quale, se scelta, verrà richiesta una conferma mediante la seguente affermazione: “Non ho preso il [farmaco] alle [hh:mm]”: chiedendo di compilare sinteticamente un campo note dove si indichino le ragioni della mancata “compliance terapeutica”.



3.1.3.2 Rilevazione parametri vitali

Questo modulo della APP verrà utilizzato prevalentemente nel caso dei pazienti affetti da patologie croniche, ma anche in altri casi potrà essere utilizzato sulla base di apposite evidenze diagnostiche.

I parametri che possono essere monitorati mediante rilevazione tramite apparato elettromedicale sono numerosi:

- ✓ Peso
- ✓ Pressione non-invasiva (ipertensione);
- ✓ Glicemia (diabete);
- ✓ SpO2 (insufficienza respiratoria);
- ✓ Frequenza cardiaca
- ✓

Il modulo “Rilevazione parametri vitali” nel suo normale funzionamento ricorderà al paziente di effettuare la misurazione di un parametro prestabilito (o più parametri in sequenza) mediante apposito dispositivo medico interfacciato al “mobile device” via bluetooth.



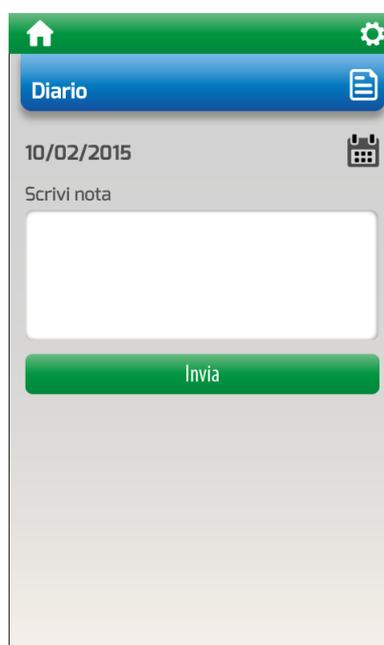
3.1.3.3 Diario

Questo modulo rappresenta un diario che il paziente può tenere riportando ogni informazione utile rispetto alla sintomatologia della patologia o altro di interesse.

Il paziente, accedendo al modulo, ha modo di comporre una nota a spazio libero in cui riporterà le informazioni ritenute utili rispetto alla patologia da cui è affetto.

Inoltre, con la funzionalità di invio foto, il medico specialista avrà ulteriori informazioni di dettaglio, a corredo della segnalazione.

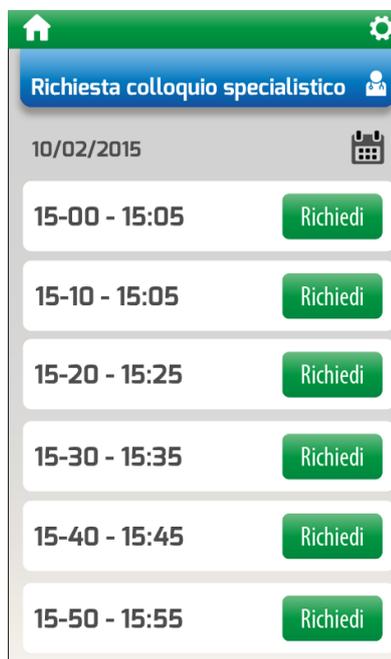
In chiusura della nota verranno registrati giorno ed ora della sua redazione.



The screenshot shows a mobile application interface for a diary. At the top, there is a green header bar with a white home icon on the left and a white gear icon on the right. Below the header, there is a blue bar with the word 'Diario' in white text and a white document icon on the right. Underneath, the date '10/02/2015' is displayed in black text, followed by a small black calendar icon. Below the date, the text 'Scrivi nota' is shown in a light gray font. A large white rectangular text input field is positioned below the text. At the bottom of the input field, there is a green button with the word 'Invia' in white text.

3.1.3.4 Richiesta Colloquio Specialistico

Questo modulo della APP consente al paziente di entrare in contatto con il contact center e con lo specialista curante. Il paziente accedendo al modulo potrà visualizzare l'agenda degli appuntamenti (telefonici, chat o videocall) della durata di 5', dello specialista curante, scegliendo l'allocatione del proprio colloquio in una fra quelle disponibili.



In occasione del TeleConsulto o della TeleAssistenza, lo specialista disporrà preliminarmente di tutti i dati raccolti



da parte dei tre moduli precedenti: infatti tutte le informazioni vengono riversate in automatico nell'applicativo gestionale di Cartella Clinica. Anche il Medico di Medicina Generale potrà avere accesso alle stesse informazioni dello specialista, in modo tale da essere sempre allineato sul proprio assistito.

3.1.3.5 Integrazione con il CUP

Il paziente potrà effettuare la prenotazione della prestazione specialistica semplicemente introducendo il codice IUP (Identificativo Unico della Prestazione), verrà quindi richiesto di scegliere se si desidera effettuare la prestazione nel comune di residenza o in un altro comune.



Ad avvenuto inserimento anche di tale informazione, verranno restituite le informazioni relative alle date, strutture e luoghi in cui è possibile prenotare la prestazione (dovrà essere implementata una integrazione con l'applicativo gestionale CUP).

Dopo aver selezionato quanto prescelto, la richiesta di prenotazione viene inoltrata al sistema, il quale in caso di avvenuta prenotazione restituisce il numero di coupon e tutte le indicazioni relative alla prenotazione stessa.

Naturalmente, l'APP dovrà permettere anche il pagamento del ticket dovuto.

Il modulo garantirà anche eventuali cancellazioni della prenotazione e spostamenti della stessa richiesti dall'utente o proposti dalle strutture sia per indisponibilità di personale ed apparecchiature che per riallocazione di prestazioni di follow-up (nel caso del paziente cronico).



3.2 L'integrazione con gli apparati elettromedicali

Sm@rtEVEN è già in grado di interfacciare numerosi apparati elettromedicali. Nel seguito, si riporta la lista delle soluzioni certificate.

	Denominazione	SFIGMOMANOMETRO
	Destinazione d'uso	Misurazione pressione sanguigna
	Fabbricante	Transtek
	Modello	LS-805BT Transtek
	Misure	Pressione diastolica ("minima") [mmHg] Pressione sistolica ("massima") [mmHg] Battiti al minuto [bpm]
	Tipologia interfaccia	Wireless bluetooth

	Denominazione	BILANCIA
	Destinazione d'uso	Misurazione del peso corporeo
	Fabbricante	Transtek
	Modello	Bilancia BT Transtek
	Misure	Peso in Kilogrammi [Kg]
	Tipologia interfaccia	Wireless bluetooth

	Denominazione	GLUCOMETRO
	Destinazione d'uso	Misurazione della glicemia
	Fabbricante	Acon diabetes care
	Modello	GLUCOMETRO ON-CALL II
	Misure	Pressione diastolica ("minima") [mmHg] Pressione sistolica ("massima") [mmHg] Battiti al minuto [bpm] Glicemia Pre/Post-Prandiale [mg/dl]
	Tipologia interfaccia	Wireless Bluetooth

	Denominazione	PULSOSSIMETRO
	Destinazione d'uso	Misurazione della saturazione O2 nel sangue arterioso e misurazione dei battiti cardiaci
	Fabbricante	Shenzen Creative
	Modello	OXY-10 BT
	Distributore	Gima
	Misure	SpO2 [%] Battiti al minuto [bpm]
Tipologia interfaccia	Wireless Bluetooth	

	Denominazione	SPIROMETRO
	Destinazione d'uso	Misurazione della capacità polmonare, saturazione O2 nel sangue arterioso e misurazione dei battiti cardiaci e dell'attività motoria/fisica
	Fabbricante	MIR
	Modello	Spirobank II BT
	Distributore	MIR
	Misure	FVC [l] – FEV1 [l] – FEV1% [%] – PEF [lpm] – FEF 25%-75% [lpm] – Percentuale min/max/med O2 [%] – battiti al minuto max/min/med [bpm] Movimento 3 assi (accelerometro 3D)
	Tipologia interfaccia	Wireless bluetooth

Capitolo Quarto

“La teoria senza la pratica è vuota, la pratica senza la teoria è cieca”

[Immanuel Kant]

4.1 Il lavoro di tesi

Nell’ambito del gruppo di lavoro finalizzato allo sviluppo della APP di Telemedicina, il lavoro di tesi è stato dedicato all’implementazione dell’intera sezione *“Monitoraggio Frequenza Cardiaca”*, compresa nel modulo *“Rilevazione parametri vitali”*.

L’apparato elettromedicale scelto per l’integrazione è il modello ECG portatile PM10 CONTEC - che utilizza il profilo Bluetooth Low Energy definito dallo standard IEEE 11073-2601. La scelta di non usare un protocollo proprietario permette una più certa e normata gestione dell’operatività, nonché una scalabilità che altre soluzioni non consentono. Inoltre, lo stesso Ministero della Salute, indica l’adozione di procedure standardizzate per ridurre variazioni nella pratica clinica.

	Denominazione	ELETTROCARDIOGRAFO
	Destinazione d’uso	ECG portatile
	Fabbricante	Contec
	Modello	PM10 Portable ECG Monitor
	Misure	Battiti al minuto [bpm] Tracciato ECG
	Tipologia interfaccia	Wireless bluetooth

L’argomento degli apparati elettromedicali portatili è di grande interesse per la collettività e la loro incredibile diffusione sta registrando richieste di normativa da più parti.

4.2 Dispositivi Elettromedicali

Secondo la definizione contenuta nel decreto legislativo 24 febbraio 1997, n. 46 (*"Attuazione della direttiva 93/42/CEE, concernente i dispositivi medici"*), un dispositivo medico è:

*"qualsiasi strumento, apparecchio, impianto, sostanza o altro prodotto, utilizzato da solo o in combinazione, compreso il software informatico impiegato per il corretto funzionamento, e destinato dal fabbricante ad essere impiegato nell'uomo a scopo di diagnosi, prevenzione, controllo, terapia o attenuazione di una malattia; di diagnosi, controllo, terapia, attenuazione o compensazione da una ferita o di un handicap; di studio, sostituzione o modifica dell'anatomia o di un processo fisiologico; di intervento sul concepimento, il quale prodotto non eserciti l'azione principale, nel o sul corpo umano, cui è destinato, con mezzi farmacologici o immunologici ne mediante processo metabolico ma la cui funzione possa essere coadiuvata da tali mezzi"*³¹

Le direttive comunitarie disciplinano, separatamente, tre categorie di dispositivi medici, già recepite dalla legislazione italiana:

- ✓ Direttiva 90/385/CEE sui dispositivi medici impiantabili attivi;
- ✓ Direttiva 93/42/CEE sui dispositivi medici (in genere);
- ✓ Direttiva 98/79/CE; sui dispositivi diagnostici in vitro.

I dispositivi medici sono raggruppati, in funzione della loro complessità e del potenziale rischio per il paziente, in quattro classi: I, IIa, IIb, III. La classe I ha un'incidenza di diffusione minima, e comprende solo dispositivi non attivi. Esistono inoltre alcune categorie di dispositivi che sono oggetto di regole speciali di classificazione.

Ad un dispositivo che richiede l'applicazione di più regole, la normativa prevede di scegliere per la classificazione quelle che determinano la categoria più elevata di appartenenza.

³¹ http://www.salute.gov.it/portale/temi/p2_6.jsp?lingua=italiano&id=2&area=dispositivi-medici&menu=caratteristichegenerali Ministero della Salute - Glossario

La *marcatatura CE* segnala l'idoneità del dispositivo medico per l'immissione in commercio ed è obbligatoria ai sensi della direttiva CEE 93/42 sui dispositivi medici.

Solo la classe I prevede l'autocertificazione, ma in pratica nessun dispositivo medico con finalità di diagnosi e cura rientra in classe I. Per tutte le altre classi è necessario il rilascio di apposita certificazione, che prevede la verifica di tutte le procedure necessarie da parte di un Organismo Notificato. In genere lo stesso organismo esegue le procedure di controllo ordinario e straordinario per il mantenimento della certificazione. Un dispositivo medico di classe I (autocertificazione) è riconoscibile dalla semplice marcatura CE. Nel caso in cui il marchio CE è accompagnato da un numero di quattro cifre, si intende che il DM è certificato da un Organismo Notificato, identificato dal numero corrispondente.

L'Organismo Notificato è un organismo autorizzato dalle autorità competenti dei vari Stati dell'Unione europea e designati ad espletare le procedure di certificazione (ISO, IEC, UNI, ACCREDIA,...).

L'allegato XI della Direttiva 93/42/CEE impone che gli Organismi Notificati svolgano le operazioni di valutazione e di verifica con la massima competenza richiesta nel settore dei dispositivi medici.

Ciò implica la presenza in organico, in quantità sufficiente, di personale scientifico dotato dell'esperienza e delle competenze adeguate per valutare la funzionalità e le prestazioni dei dispositivi per i quali l'organismo è stato notificato. L'evidenza relativa al grado di istruzione, alla competenza e alla conoscenza tecnica può essere regolamentata per legge. Per quanto concerne l'utilizzo dei dispositivi medici, in ambito di Telemedicina, le "Linee di indirizzo nazionali" del Ministero della Salute³² riportano:

³² http://www.salute.gov.it/imgs/c_17_pubblicazioni_2129_allegato.pdf Ministero della Salute - TELEMEDICINA "Linee di indirizzo nazionali"

“Qualora vengano utilizzati dispositivi medici, questi devono rispondere alla legislazione corrente in materia di sicurezza ed efficacia, come definite nelle direttive comunitarie per la certificazione di dispositivi medici e relative linee guida. La direttiva comunitaria sui dispositivi medici definisce Dispositivo Medico il software, la cui classificazione è trattata da linee guida (Med Dev 2.1/6)³³ e la cui conformità a standard specifici è rimandata a norme verticali (ad es ISO EN UNI). Infine per le applicazioni di tecnologie ICT (infrastrutture e software) che mettono in comunicazione più dispositivi medici, nuove linee guida recenti sono disponibili per definire le responsabilità mutue tra Centri Erogatori, Centri Servizi e Produttori di dispositivi medici (ISO IEC 80001), che riconducono agli standard specifici per la tecnologia così come a criteri informativi per la gestione del rischio clinico.”

Dai dispositivi medici all’Internet of Things il passo è breve: la società di ricerca Gartner ha formulato una stima sulle potenzialità di crescita di tale mercato:³⁴ prevedendo nel 2016 6,5 miliardi di oggetti connessi nel mondo, oltre il 30 per cento in più di quelli distribuiti del 2015, e che questi numeri arriveranno entro il 2020 a **20,8 miliardi di “smart thing”**. Il tasso di crescita è tale che nel 2016 saranno connessi all’IoT ben 5,5 milioni di oggetti ogni giorno.

Sebbene l’evoluzione di tale paradigma abbia risvolti interessanti in ogni settore industriale, l’effetto che sta generando in ambito sanitario ha assunto dimensioni rivoluzionare per due ordini di motivi.

³³ http://www.salute.gov.it/imgs/C_17_pagineAree_1256_listaFile_itemName_1_file.pdf

Commissione Europea “GUIDELINES ON A MEDICAL DEVICES VIGILANCE SYSTEM” (attualmente versione 2.12 rev.6)

³⁴ <http://www.techweekeurope.it/networks/gartner-prevede-20-miliardi-di-oggetti-iot-connessi-nel-2020-88394> Gartner prevede 20 miliardi di oggetti IoT connessi nel 2020

In primo luogo, lo sviluppo di tecnologie basate su sensori e sulla connettività rende possibile la raccolta, la registrazione e l'analisi di dati che prima non erano accessibili. Nel settore sanitario, questo significa essere in grado di raccogliere nel tempo dati dei pazienti che possono essere utilizzati per facilitare la prescrizione di cure preventive, formulare diagnosi immediate di complicazioni acute, favorire la comprensione di come una terapia (solitamente farmacologica) aiuti a migliorare/possa modificare i parametri vitali del paziente, fornire indicazioni immediate sui progressi nel piano di riabilitazione concordato.

In secondo luogo, l'abilità dei dispositivi di raccogliere dati in autonomia supera i limiti di un'analogia raccolta manuale, fornendo al team socio-sanitario i dati di cui necessita nel momento e nel modo di maggior bisogno.

L'automazione, infatti, riduce il rischio d'errore. Un rischio d'errore più basso, analogamente, significa, un incremento dell'efficienza, una riduzione dei costi e un miglioramento della qualità per un qualunque tipo di settore industriale. Ma tale beneficio risulta essere particolarmente vantaggioso per i sistemi sanitari globali, dove l'errore umano può realmente fare la differenza tra la vita e la morte.

Il potenziale di un uso congiunto di tecnologie e sistemi nella forma di IoT per la sanità, assume un ruolo significativo in vari scenari:

- Assistenza ospedaliera. I pazienti ricoverati con uno stato psicologico che richiede attenzione e osservazione continua possono essere costantemente monitorati attraverso soluzioni gestite nella logica IoT.
- Monitoraggio da remoto. Utilizzando tecnologie che funzionano secondo la logica IoT, le persone anziane e più fragili sono in grado di condurre una vita più indipendente per un più lungo

periodo di tempo. Questo genera sia una riduzione dei costi e limita l'esigenza di ulteriori risorse per la assistenza da remoto.

- **Prevenzione.** Anche le persone che in genere godono di un buono stato di salute possono beneficiare di strumenti di monitoraggio gestiti da una logica IoT per le loro attività quotidiane e di benessere. Le persone che vivono da sole, per esempio, potrebbero necessitare di dispositivi che monitorando il loro stato di salute, limitano le trasferte in ospedale. I dispositivi, infatti, inviano i dati clinici al personale medico specializzato che valuta a distanza l'esigenza o meno di un eventuale ricovero ospedaliero.

Un'espressione sempre più concreta dell'applicazione della logica IoT risiede nello sviluppo di dispositivi indossabili (wearable). Mentre i dispositivi mobili rappresentano oggi uno strumento di informatizzazione di tutti i processi sanitari, i dispositivi indossabili ne accrescono il valore grazie al supporto che forniscono sia ai pazienti che al team socio-sanitario nel monitorare sintomi e segnali vitali. D'altronde, così come l'industria tecnologica investe sempre più nell'evoluzione del settore sanitario, anche i pazienti acquisiscono maggiore consapevolezza delle loro esigenze di cura. L'emergere di app sanitarie per device mobili e l'evoluzione di tecnologie wearable innovative, ha contribuito, infatti, a sviluppare una domanda per il sistema sanitario diretta da un paziente esigente che richiede il diritto alla qualità delle cure erogate, affinché risultino sicure ed efficaci.

La progressiva adozione di dispositivi wearable ai fini sanitari, in particolare, è alimentata da una domanda crescente di dati relativi a pazienti assistiti da remoto direttamente in strutture con assistenza specializzata o nel proprio domicilio. Riuscire a gestire i pazienti al di fuori dell'ospedale in modo efficace comporta un notevole risparmio di risorse: il personale socio-sanitario e le strutture stesse possono essere utilizzate per pazienti affetti da patologie più gravi; i pazienti

possono affrontare la propria malattia in un contesto familiare che contribuisce ad accelerare i tempi di recupero.

Nel 2013, a livello mondiale, sono stati venduti 6,2 milioni di wearable device, sottolinea IDC³⁵. Entro la fine del 2014 le consegne nel mondo raggiungeranno quota 19,2 milioni, con una crescita del 209%. Nel 2018 le stime di IDC indicano che saranno consegnati 111,9 milioni di wearable device, il che porterà la crescita media annua (CAGR) nel periodo 2013-2018 ad assestarsi sul 78,4%.

Anche in Italia, afferma IDC, il fenomeno dei wearable device è pronto a decollare. Nel 2014 si prevede una crescita, rispetto al 2013, superiore al 190%, per un totale di circa 700 mila unità vendute. Nel 2018 verranno consegnati quasi 3 milioni di wearable device nel nostro Paese, con una crescita media annua nel periodo 2013-2018 pari al 67%. La crescita in termini di valore del mercato sarà ancora superiore: nel 2013 i ricavi associati ai wearable device sono stati intorno ai 27 milioni di euro, ma aumenteranno in media del 75% ogni anno, arrivando nel 2018 a superare i 450 milioni di euro.

Concludendo, si riportano le dimensioni del mercato italiano nel settore elettromedicale in senso lato, utilizzando i dati 2015 forniti da Assobiomedica³⁶:

- 428 milioni di euro nella cardiostimolazione
- 357 milioni di euro nella diagnostica per immagini
- 350 milioni di euro nella dialisi
- 89 milioni di euro nella diagnostica ad ultrasuoni
- 68 milioni di euro nell'elettromedicina
- 47 milioni di euro nella healthcare IT.

³⁵ <http://idcitalia.com/ita/about-idc/press-center/59525-wearable-device-un-mercato-pronto-a-decollare-anche-in-italia> IDC - Wearable device: un mercato pronto a decollare anche in Italia

³⁶ <http://www.assobiomedica.it/static/upload/pri/pri-2015.pdf> ASSOBIOMEDICA - Produzione, Ricerca e Innovazione nel settore dei Dispositivi Medici in Italia – rapporto 2015

4.3 Analisi dei requisiti

Il software progettato e sviluppato è composto da un'applicazione in grado di interagire con un apparecchio elettromedicale e di mostrare i dati di misurazione rilevati su terminale Android.

Obiettivo di questo lavoro è quello quindi di permettere all'assistito di effettuare un elettrocardiogramma a domicilio e di memorizzare il tutto sulla banca dati del server.

4.3.1 Glossario

NOME	DEFINIZIONE
Apparecchio Elettromedicale	<i>ECG portatile</i> per la misurazione dell'elettrocardiogramma a domicilio dell'assistito
Terminale Android	<i>Entità hardware</i> calcolatore mobile all'interno del quale risiede un sistema operativo software (in questo caso: Android). In questa architettura adempie al compito di client ovvero un committente di servizi.
Banca dati	<i>Insieme organizzato di dati</i> informazioni strutturate e collegate tra loro secondo un particolare modello logico (in questo caso: relazionale)

Server	<p><i>Piattaforma virtuale</i></p> <p>Sistema di elaborazione e gestione che fornisce, a livello logico e fisico, un qualunque tipo di servizio ad altre componenti (tipicamente chiamate <i>client</i>) che ne fanno richiesta.</p> <p>In questa architettura adempie al compito di server fornitore di dati. Il sistema operativo utilizzato è una distribuzione gratuita di Linux che va sotto il nome di CentOS.</p>
--------	--

4.3.2 Funzioni del prodotto

Le specifiche tecniche fanno riferimento alle seguenti macro-funzioni:

- ✓ Lettura dati su server
- ✓ Connessione al dispositivo medicale e ricezione dei dati
- ✓ Visualizzazione dei dati su schermo
- ✓ Trasmissione dei dati su server
- ✓ Visualizzazione tracciato ECG su server

4.3.3 Ambiente di utilizzo

Il modulo di ricezione e visualizzazione dei dati su APP dovrà funzionare su un qualunque dispositivo con Sistema Operativo Android, in grado di supportare la tecnologia Bluetooth Low Energy.

Il Bluetooth è uno standard di trasmissione dati per WPAN (acronimo di Wireless Personal Area Network, ovvero Reti Personali Senza Fili) che rende disponibile uno standard

economico e sicuro per lo scambio di informazioni tra diversi dispositivi a corto raggio e con un basso consumo di energia.

Bluetooth è gestito dalla Bluetooth Special Interest Group (SIG), un gruppo di compagnie che operano in diverse aree: telecomunicazione, computer, networking ed elettronica di consumo. L'IEEE ha inoltre standardizzato il protocollo con il codice IEEE 802.15.1.

Bluetooth lavora nelle frequenze libere ISM (Industrial Scientific Medical) a 2,4 GHz. In particolare gli scambi di dati avvengono su frequenze comprese tra 2,402 GHz e 2,480 GHz, dove sono stati stabiliti fino a 79 diversi canali di comunicazione. I dispositivi utilizzano tali canali per inviare dati utilizzando una tecnologia chiamata Frequency Hopping Spread Spectrum che permette di scambiare dati a velocità considerevole cambiando il canale di trasmissione, secondo un ordine pseudo-random condiviso tra trasmettitore e ricevitore, con una frequenza fino a 1600 volte al secondo. A seconda della classe di dispositivo è permessa una potenza massima di trasmissione diversa che consente, di conseguenza, un certo raggio:

<i>Classe</i>	<i>Potenza massima permessa</i>	<i>Portata</i>
Classe 1	100 mW	circa 100 m
Classe 2	2,5 mW	circa 4 m
Classe 3	1 mW	circa 1 m

Da notare che, a causa della bassa potenza, è necessario che i dispositivi che devono comunicare possano vedersi l'un l'altro: ogni ostacolo che blocchi le onde radio trasmesse diminuisce drasticamente il raggio di trasmissione. Altri fattori che intaccano la distanza a cui due o più dispositivi possono comunicare sono la potenza effettiva di trasmissione, la configurazione dell'antenna, le condizioni della batteria e la sensibilità del dispositivo ricevente.

La maggior parte dei dispositivi attualmente prodotti sono di Classe 2, mentre i dispositivi di Classe 1 sono principalmente utilizzati per applicazioni industriali.

Il protocollo Bluetooth è basato sulla trasmissione a pacchetti con struttura master-slave. Un master può comunicare con un massimo di 7 slave, costruendo una rete detta piconet. Il clock viene condiviso tra tutti i dispositivi e ha un periodo di 312,5 ms. La trasmissione avviene per blocchi detti slot. Una slot è formata da 2 cicli di clock: nella slot pari il master trasmette mentre lo slave riceve, viceversa nella slot dispari il master riceve mentre lo slave trasmette. Ogni pacchetto può essere lungo 1, 3 o 5 slot.

4.3.3.1 Bluetooth Low Energy

Il Bluetooth Low Energy (BLE), in passato conosciuto come Bluetooth Smart, è una tecnologia che il gruppo Bluetooth SIG ha prodotto appositamente per applicazioni che necessitano di trasmissione wireless con un consumo di energia ancora minore rispetto al Bluetooth classico ma con un bitrate maggiore.

Il progetto è stato ideato nel 2001 e commercializzato nel 2006 da Nokia con il nome di Wibree. Nel 2007 il marchio

è stato poi incluso all'interno delle specifiche Bluetooth. L'integrazione con la versione 4.0 è avvenuta all'inizio del 2010.

I primi dispositivi che implementavano tale caratteristica sono usciti nel 2011. Oggi, il Bluetooth Low Energy si basa sulle specifiche del Bluetooth 4.1, rilasciate nel Dicembre 2013.

Sono stati definiti alcuni profili, con una serie di caratteristiche che i dispositivi devono possedere per essere compatibili e adatti ad una certa applicazione, tra cui troviamo Health Care, Sport and Fitness, Internet connectivity, Generic sensor, HID connectivity, Proximity Sensor e Alerts and time.

Il componente fondamentale del BLE è il GAP (Generic Access Profile) che si occupa della gestione della connessione e della fase di advertising, rendendo il device visibile al mondo esterno e determinando quali dispositivi possono o non possono interagire con gli altri.

Il GAP definisce diversi ruoli che possono essere ricoperti dai due dispositivi connessi:

- ✓ Peripheral: il device è visibile agli altri dispositivi (fa, quindi, advertising) e può accettare connessioni in ingresso (slave). Non è, però, in grado di iniziare una connessione. Questo ruolo è utilizzato, generalmente, per dispositivi di sensoristica.
- ✓ Central: il device è in grado di ricercare dispositivi visibili e di iniziare la connessione (master). Non è, però, in grado di accettare connessioni in ingresso.

Questo ruolo è generalmente ricoperto dagli smartphone, dai tablet o dagli altri dispositivi che si connettono ai sensori.

Due dispositivi che ricoprono lo stesso ruolo non sono in grado di connettersi l'un l'altro. Inoltre un dispositivo Peripheral è in grado di connettersi solamente ad un dispositivo Central alla volta. È però possibile creare una topologia broadcast inviando i dati direttamente nel pacchetto di advertising, visibile a tutti gli altri dispositivi.

Tutti i servizi che utilizzano la tecnologia BLE si basano sul GATT (Generic Attribute Profile) che è un'interfaccia software che definisce come i dispositivi possano inviare e ricevere dati, descrivendo i concetti di Servizio e Caratteristica. Il GATT sfrutta a sua volta l'ATT (Attribute Protocol), che viene utilizzato per contenere i dati dei Servizi e delle Caratteristiche che il GATT mette a disposizione all'esterno.

I dati relativi a Servizi e Caratteristiche sono memorizzati in un'apposita *look-up-table* usando un identificatore lungo 16 byte chiamato UUID. Di questi 16 byte, i primi 4 vengono scelti dal programmatore, mentre gli altri sono stabiliti dal dispositivo stesso. Poiché nel BLE è importante limitare al massimo la quantità di dati trasmessi, il SIG ha stabilito uno UUID base formato dai primi 12 byte dell'UUID completo. In questo modo non è necessario trasmettere ogni volta l'intero UUID, ma è sufficiente comunicare solamente gli ultimi 4 byte.

4.3.4 Funzionalità del sistema

Di seguito verranno descritte in maniera più dettagliata le funzionalità del sistema e i requisiti funzionali che esse implicano.

Ricezione dati dal server

Il software deve essere in grado di leggere una serie di dati su server per poter costruire e presentare la corretta interfaccia grafica, finalizzata alla misurazione del parametro vitale

Requisiti funzionali derivanti:

- raccolta dati da server
- creazione e presentazione interfaccia grafica su Android

Rilevamento dei dispositivi

Il software deve essere in grado di effettuare una scansione BLE per verificare la presenza di dispositivi in fase di advertising. Per mantenere limitato il consumo energetico è necessario che la scansione venga automaticamente terminata se entro un certo tempo limite, non è stata stabilita una connessione.

Requisiti funzionali derivanti:

- ricerca automatica di dispositivi connessi
- disabilitazione della scansione dopo un certo intervallo di tempo
- riabilitazione della scansione tramite apposito controllo
- selezione del dispositivo

L'utente deve essere in grado di selezionare un dispositivo tra quelli rilevati durante la fase di scansione.

Requisiti funzionali derivanti:

- visualizzazione della lista dei dispositivi connessi
- visualizzazione dell'identificatore e delle caratteristiche del dispositivo connesso
- selezione di un dispositivo tra quelli presenti nella lista

Connessione al dispositivo e pairing

Il software deve essere in grado di stabilire una connessione con il dispositivo selezionato dall'utente. Deve inoltre permettere di effettuare il pairing tra i due dispositivi per permettere lo scambio dei dati.

Requisiti funzionali derivanti:

- connessione al dispositivo selezionato dall'utente
- se non già effettuato, pairing con il dispositivo connesso

Ricezione di dati dal dispositivo

Il software deve essere in grado di ricevere dati dal dispositivo ad intervalli regolari.

Requisiti funzionali derivanti:

- mantenimento della connessione
- ricezione di dati provenienti dal dispositivo

Visualizzazione in tempo reale

L'utente deve essere in grado di visualizzare, in tempo reale, i dati ricevuti dal dispositivo. In particolare, i dati devono essere mostrati in forma numerica.

Requisiti funzionali derivanti:

- visualizzazione dei dati su schermo in forma numerica

Memorizzazione dei dati

Il software deve gestire la temporanea memorizzazione dei dati ricevuti per permettere all'utente di decidere se inviarli o se effettuare nuovamente la misurazione. Non vi sono specifiche aggiuntive sul formato di salvataggio temporaneo.

Requisiti funzionali derivanti:

- integrazione di un sistema per la memorizzazione delle informazioni
- salvataggio dei dati in modo sicuro e senza minare le prestazioni dell'applicazione

Trasmissione dei dati al server

Il software deve gestire l'invio dei dati relativi alla misurazione al server, al fine della loro storicizzazione su database.

Requisiti funzionali derivanti:

- scrittura su database

Visualizzazione tracciato ECG su server

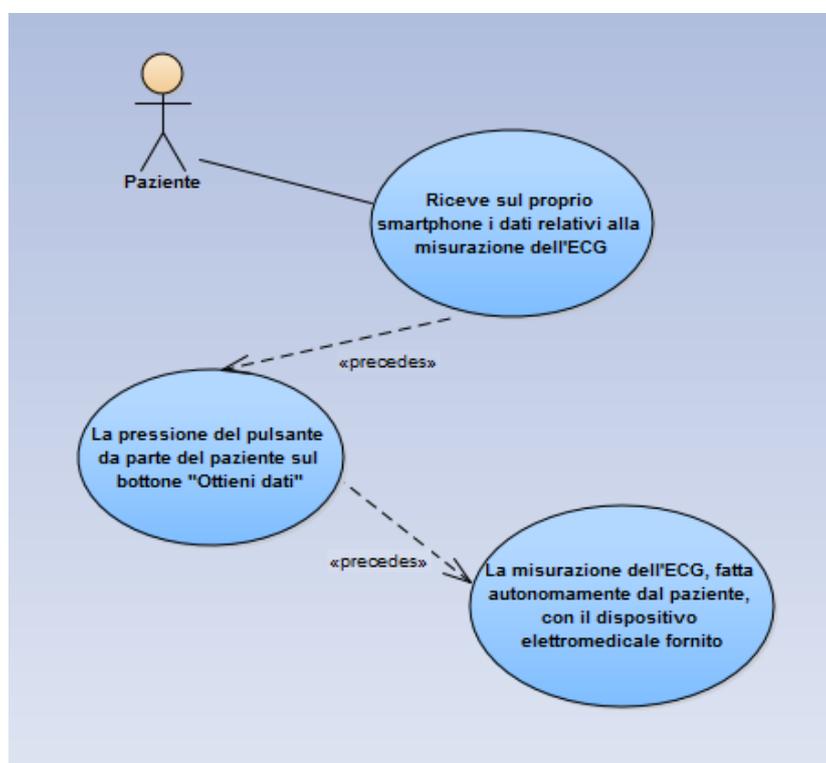
Il software deve visualizzare il tracciato su server, in modo tale che il medico specialista possa effettuare la refertazione.

Requisiti funzionali derivanti:

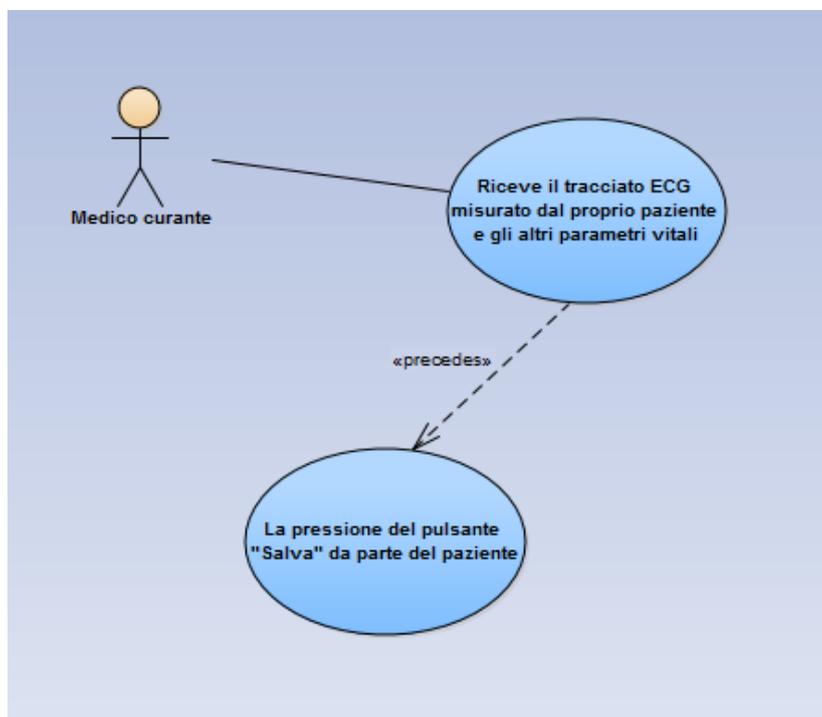
- conversione dati numerici della misurazione in un grafico

4.3.5 Casi d'uso

4.3.5.1 Ricezione dati ECG



4.3.5.2 Invio dati ECG



4.3.6 Scenari

4.3.6.1 Ricezione dati ECG

TEMPLATE	SIGNIFICATO
ID	Ricezione dati ECG
Descrizione	Il paziente riceve sul proprio smartphone i dati relativi all'elettrocardiogramma
Attori	Paziente
Pre-condizioni	Il paziente deve aver premuto il pulsante "Ottieni dati", presente sull'applicazione dello smartphone e precedentemente deve essersi misurato l'ECG con il dispositivo elettromedicale fornito
Scenario principale	I dati che il paziente riceve sul proprio device mobile sono inviati dall'apparato elettromedicale tramite bluetooth low energy
Scenari secondari	Assenti
Post-condizioni	L'assistito può misurare l'ECG più volte, prima di inviare i dati

4.3.6.2 Invio dati ECG

TEMPLATE	SIGNIFICATO
ID	Invio dati ECG
Descrizione	Il medico riceve sul server i dati della misurazione fatta dal paziente
Attori	Medico e Paziente
Pre-condizioni	Il paziente deve aver premuto il pulsante "Salva", presente sull'applicazione dello smartphone
Scenario principale	Il paziente invia i dati ricevuti su smartphone al server che vengono quindi letti dal medico curante
Scenari secondari	Assenti
Post-condizioni	Nel caso in cui ci dovessero essere dati anomali, il medico può subito istanziare una visita per l'assistito (il paziente è domiciliato)

4.3.7 Sessione tipica di utilizzo

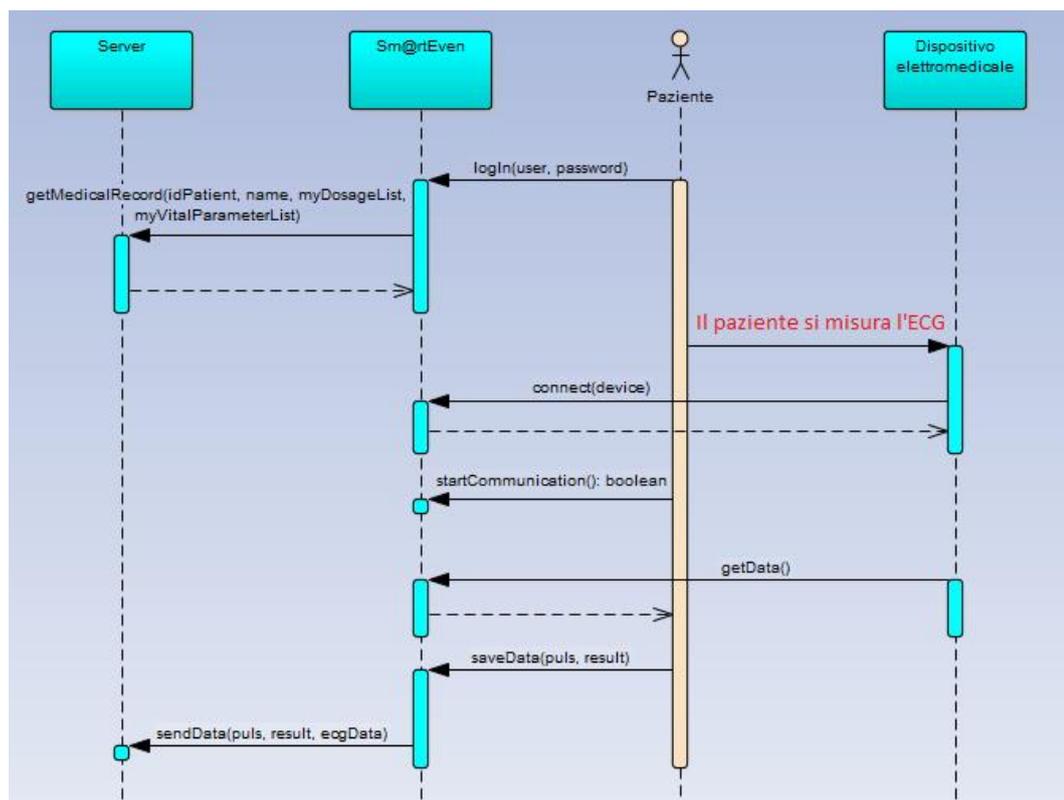
Una sessione tipica di utilizzo si svolge in questo modo:

- a) L'applicazione su Android viene lanciata e viene effettuato il LogIN
- b) Si accende il dispositivo elettromedicale ECG
- c) Dopo aver attivato il Bluetooth, si avvia la scansione che rileva alcuni dispositivi in range
- d) L'utente sceglie il dispositivo corrispondente e viene stabilita la connessione
- e) (nel caso non fosse già stato fatto in una precedente sezione, viene effettuato l'accoppiamento del dispositivo)
- f) Il paziente effettua la misurazione ed il dispositivo BLE inizia la trasmissione dei dati.
- g) L'utente visualizza i dati su schermo e decide se inviarli al server
- h) Dal server è possibile visualizzare le misurazioni rilevate

4.4 Progettazione

La fase di gestione del progetto ha affrontato, prima di tutto, lo studio del dispositivo elettromedicale e della tecnologia Bluetooth Low Energy. In secondo luogo, si è concentrata sul dialogo con il server. Per quanto concerne, invece, l'interfaccia grafica della APP, sono state ereditate le UX/UI già realizzate per Sm@rtEVEN che sono state, quindi, solo personalizzate. Infine, per la visualizzazione del tracciato ECG è stato preso spunto dalla libreria grafica "wz_jsgraphics".

Nel seguito, si riporta il diagramma di interazione dell'intero progetto.



4.4.1 ECG Contec PM10 Portable

Il cuore umano può essere assimilato a una pompa elettrica. I segnali elettrici generati dal nodo senoatriale del cuore sono responsabili delle contrazioni e del rilascio del muscolo cardiaco che a sua volta pompa il sangue attraverso il corpo. L'attività elettrica del cuore fornisce importanti indicazioni per la diagnosi di anomalie del cuore stesso.

L'elettrocardiogramma è la registrazione dell'attività elettrica del cuore. Introdotto da Einthoven, che per questo meritò il premio Nobel, oltre a fornire numerose informazioni, costituisce il metodo diagnostico per eccellenza di tutte le aritmie.

Si riportano nel seguito le caratteristiche del dispositivo PM10 Portable ECG Monitor, per la misurazione delle pulsazioni e dell'elettrocardiogramma, prese direttamente dal sito CONTEC:³⁷

- ✓ 1.77" color TFT-LCD.
- ✓ Quickly to check ECG once finger touching, convenient to operate.
- ✓ Accurate conclusion can be obtained immediately after measuring.
- ✓ The built-in rechargeable lithium battery can continuously record for up to 500 cases in full charging.
- ✓ Bluetooth transmission.
- ✓ Dimension: 100mm(L)*45mm(W)*15mm(H)
- ✓ Weight: about 60g



37

http://www.contecm.com/index.php?page=shop.product_details&product_id=237&flypage=flypage.tpl&pop=0&option=com_virtuemart&Itemid=588

4.4.2 Connessione Bluetooth Low Energy

Ogni dispositivo Bluetooth Low Energy ricopre un profilo che determina le azioni che può compiere. In particolare la scelta va effettuata tra *Peripheral* e *Central*.

Nell'applicazione oggetto del lavoro di tesi, il dispositivo elettromedicale dovrà essere configurato come una periferica (**CBPeripheral**) e il telefono come il Central Manager (**CBCentralManager**), ovvero l'entità che ricerca delle periferiche e da cui ottiene i dati.

4.4.3 Connessione con il server

Per leggere e scrivere i dati su server, Sm@rtEVEN utilizza delle API – Application Programming Interface dedicate. Nello specifico, la connessione avviene con chiamate HTTPs, un protocollo a livello applicativo per la trasmissione d'informazioni su web, ovvero in un'architettura tipica client-server.

Le specifiche di tale protocollo sono gestite dal World Wide Web Consortium (W3C). Un server HTTPs generalmente resta in ascolto delle richieste dei client sulla porta 443 usando il protocollo TCP a livello di trasporto.

4.5 Implementazione

In questo paragrafo verranno descritte alcune parti dell'implementazione del progetto, riportando anche porzioni di codice esemplificative.

4.5.1 Connessione Bluetooth Low Energy

In questa sezione, si verifica la presenza di eventuali dispositivi Bluetooth e si controlla se, tra quelli accoppiati allo smartphone, ci sia quello rispondente all'identificativo "PM100333".

```
@Override
public void onCreate() {
    super.onCreate();
    Log.d(TAG, "Service " + BluetoothContecEcgService.class + " created");
    mOperation = new BluetoothOpertion(getApplicationContext(), new BluetoothCallBack());
    Set<BluetoothDevice> pairedDevices = mOperation.getBondedDevices();
    if (pairedDevices != null && pairedDevices.size() > 0) {
        for (BluetoothDevice dev : pairedDevices) {
            if (dev.getName().equals("PM100333")) {
                mOperation.connect(dev);
                connected = true;
            }
        }
    } else {
        Log.d(TAG, "No Paired Devices Found");
    }
    if (!connected) {
        mOperation.discovery();
    }
}
```

Nel caso di corretta rilevazione del dispositivo di interesse, si istanzia la socket sulla quale si effettuerà la lettura del buffer contenente i dati trasmessi dall'apparato elettromedicale.

Inoltre, viene inviato alla classe Java BluetoothContecEcgFragment l'intent contenente l'azione "CONNECTED" che implica la visibilità, sulla APP, del pulsante *ottieni i dati*.

```

private class BluetoothCallBack implements IBluetoothCallBack {
    @Override
    public void OnFindDevice(BluetoothDevice bluetoothDevice) {
        if (bluetoothDevice != null && bluetoothDevice.getName().equals("PM100333")) {
            mOperation.stopDiscovery();
            mOperation.connect(bluetoothDevice);
            Log.d(TAG, "Found device, trying to connect");
        }
    }

    @Override
    public void OnDiscoveryCompleted(List<BluetoothDevice> list) {
        Log.d(TAG, "Discovery completed");
    }

    @Override
    public void OnConnected(BluetoothSocket bluetoothSocket) {
        Log.d(TAG, "Connection successful");
        mSocket = bluetoothSocket;
        connected = true;
        Intent i = new Intent(CONNECTED);
        sendBroadcast(i);
    }

    @Override
    public void OnConnectFail(String error) { Log.d(TAG, "Connection failed " + error); }

    @Override
    public void OnException(int i) { Log.d(TAG, "Exception: " + i); }
}

```

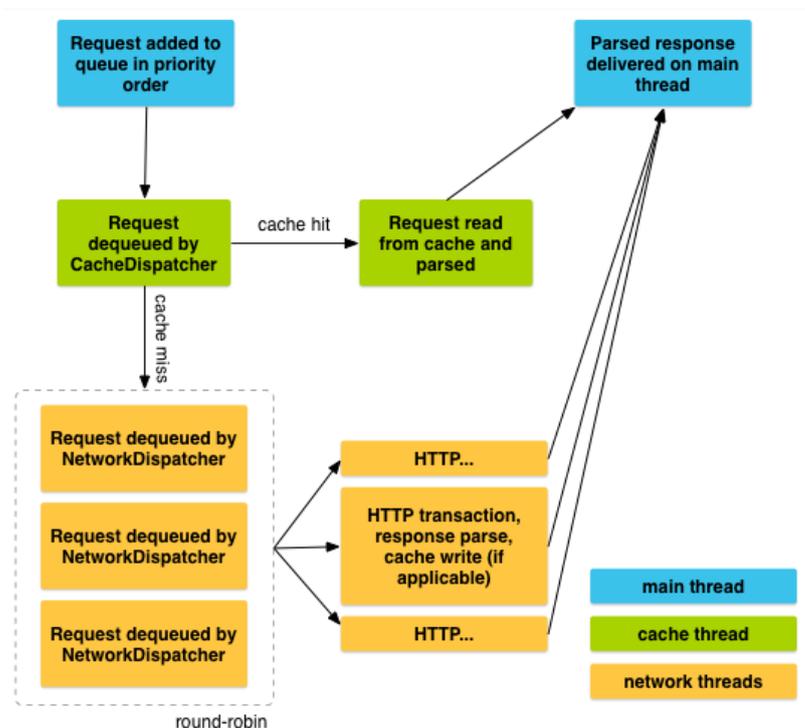
4.5.2 Connessione con il server

Per quanto concerne lo sviluppo di una APP, uno dei pattern più diffusi è il tradizionale modello *client-server*, dove i client sono costituiti dai terminali smartphone degli utenti ed il server è un applicativo sotto controllo dello sviluppatore che eroga servizi a supporto della business logic della app.

Dal punto di vista dello sviluppatore l'implementazione del codice a supporto della connessione con questo tipo di servizi è spesso qualcosa di molto ripetitivo per cui è frequente appoggiarsi su librerie esterne che forniscono già l'implementazione delle operazioni più comuni.

Una delle migliori librerie è Volley, scritta da sviluppatori Google e utilizzata in gran parte delle applicazioni di punta di Google stessa.³⁸

Google ha presentato Volley come una “HTTP library that makes networking for Android apps easier and most importantly, faster”. Lo scopo quindi è chiaro, ovvero rendere più semplici (da implementare) e più veloci le interazioni di rete basate sul protocollo HTTP.



In questa sezione si descrive, quindi, lo scambio dati tra l'APP e il server che fa utilizzo proprio di questa libreria.

³⁸ <http://developer.android.com/training/volley/index.html>

Nella variabile “detectionValue” vengono salvati i dati relativi alle pulsazioni e al tracciato ECG (array con dati numerici), arrivati via BLE dal dispositivo elettromedicale.

```
ParameterDetectionFragment.java x BluetoothContecEcgFragment.java x BluetoothContecEcgService.java x
case ECG:
    int puls = data.getIntExtra("puls", 0);
    String res = data.getStringExtra("result");
    String ecgResData = data.getStringExtra("ecgdata");
    if (puls > 0 && res !=null) {

        detectionValue = puls + "-" + res;

        rows.get(position).setValue(detectionValue);
        adapter.notifyDataSetChanged();
        detectionValue += ";" + ecgResData;
        Log.d("ParamDetectFrg: oAR()", "Pulsazioni = " + puls);
        Log.d("ParamDetectFrg: oAR()", "Risultato = " + res);
    }
    break;
```

Le misurazioni vengono inviate al server con il metodo *POST*, indicato per grandi quantità di dati.

```
ParameterDetectionRequest parameterDetectionRequest = new ParameterDetectionRequest(
    idPatient, new Date(), rows.get(position)
    .getIdParameter(), rows.get(position)
    .getIdBand(), detectionValue);

Log.i("DETECTION VALUE", ""+detectionValue);

Gson g = new GsonBuilder().setDateFormat("yyyy-MM-dd HH:mm:ss").create();
String jsonParameterDetectionRequest = g.toJson(parameterDetectionRequest);

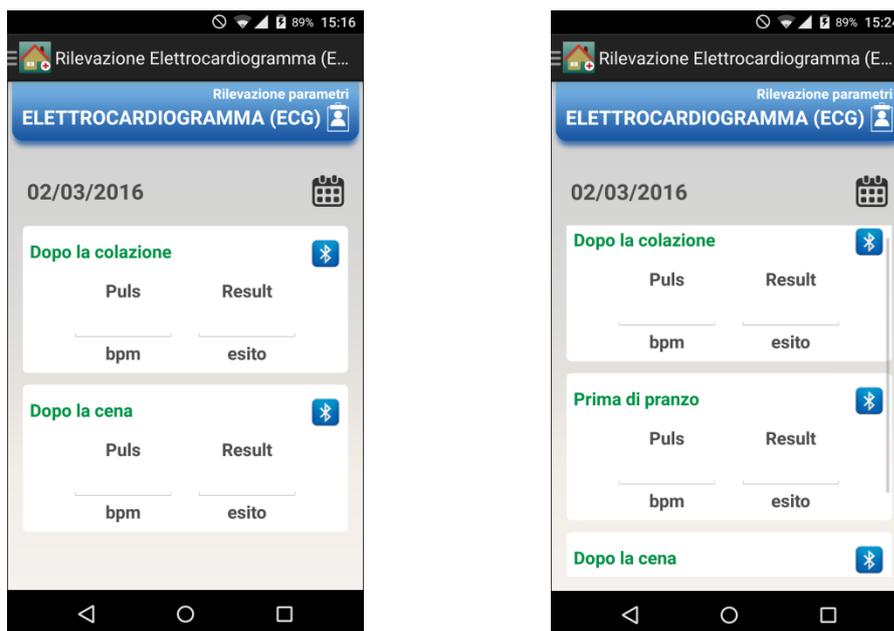
Map<String, String> postParameters = new HashMap<>();
postParameters.put("json", jsonParameterDetectionRequest);

ParameterDetectionRowLayoutReference parameterDetectionRowLayoutReference =
    new ParameterDetectionRowLayoutReference(position, etParameterValue, btnBluetooth, btnSendDetection);

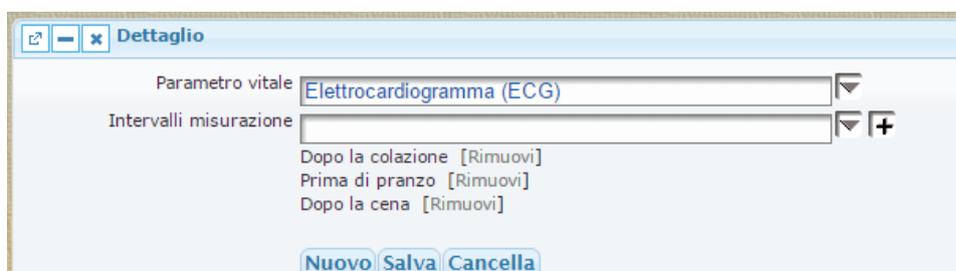
new GenericTask(getActivity(), this, JsonResponse.class, GenericTask.REQUEST_SENDPARAMETERDETECTION,
    postParameters, null, Request.Method.POST, parameterDetectionRowLayoutReference);
```

4.5.3 Implementazione interfaccia grafica

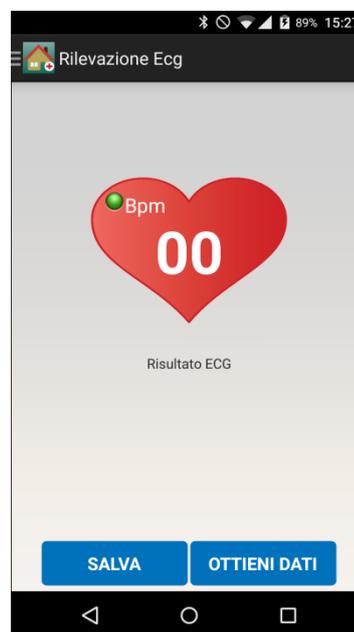
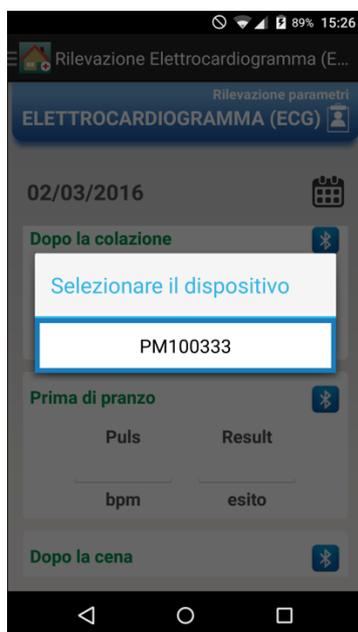
Dopo il Login, l'APP presenta il menu di scelta. In questo paragrafo si descrive l'operatività del sistema relativamente alla scelta di "misurazione dei parametri vitali". Pertanto, le videate che si possono presentare sono quelle successive.



La differenza è nella diversa programmazione dei tempi di misurazione che vengono inseriti su server. Nel cruscotto web, infatti, è stata aggiunta la misurazione *prima di pranzo* e, conseguentemente, la seconda interfaccia grafica della APP si è dinamicamente adattata.



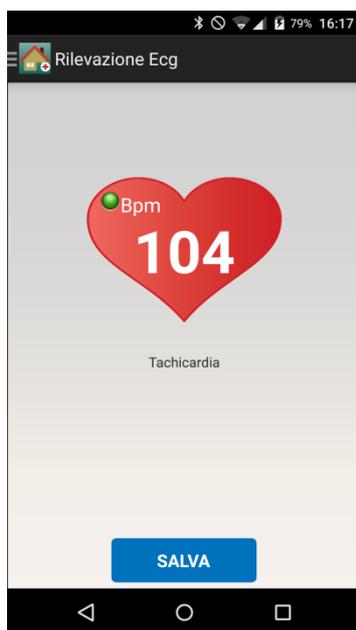
Premendo il tasto Bluetooth in corrispondenza della programmazione prescelta, l'APP presenta la lista dei dispositivi associati e quindi inizia la connessione.



Se il tutto va a buon fine, il led all'interno del cuore diventa verde ed è possibile iniziare la misurazione dell'elettrocardiogramma e delle pulsazioni, tenendo il dispositivo portatile tra le mani.



Al termine della misurazione, dopo aver premuto *ottieni i dati*, all'interno del cuore vengono visualizzate le pulsazioni conteggiate ed una breve definizione della situazione rilevata (in questo caso: Tachicardia).



I dati relativi alle pulsazioni vengono posizionati nell'interfaccia grafica della APP in corrispondenza della programmazione prescelta all'inizio, inoltre vengono memorizzati su server, insieme ai dati numerici che rappresentano la misurazione dell'elettrocardiogramma.

4.5.4 Visualizzazione ECG su server

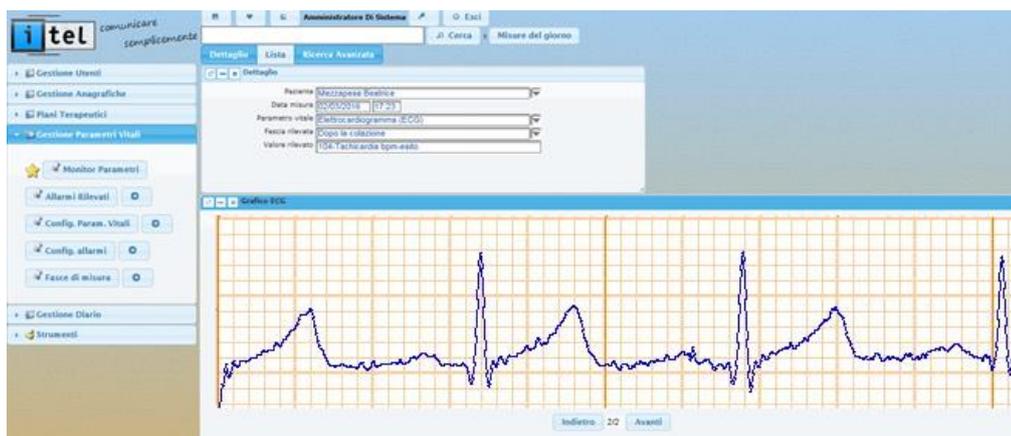
Per l'implementazione di questa funzionalità è stato preso in esame un documento tecnico fornito direttamente da CONTEC, la casa produttrice dell'apparecchio elettromedicale PM10 Portable ECG Monitor (nell'Allegato 2 vengono riportati alcuni stralci).

L'applicazione su server, realizzata in Java, legge una tabella (array) contenente i dati numerici inviati dall'APP. Si tratta di una tabella che può arrivare a contenere oltre 5.000 elementi.

```
RECEIVE DATA ECG: [61, 64, 41, 64, 41, 64, 20, 64, 20, 64, 20, 64, 20, 64, 20, 64, 41, 64, 61, 64, 82,
64, 102, 64, 123, 64, 123, 64, 123, 64, 102, 64, 82, 64, 41, 64, 20, 64, 0, 64, 87, 63, 67, 63, 46, 63,
-102, 63, 5, 63, 5, 63, 5, 63, 5, 63, -123, 63, -123, 63, -123, 63, -102, 63, -102, 63, -82,
63, -61, 63, -20, 63, -128, 64, -108, 64, -87, 64, 61, 64, 61, 64, 41, 64, 41, 64, 41, 64, 20, 64, 20,
64, 20, 64, 0, 64, 0, 64, 0, 64, 0, 64, 0, 64, 0, 64, 0, 64, 0, 64, 0, 64, 0, 64, 0, 64, 0, 64, 0, 64,
0, 64, 0, 64, 0, 64, 108, 63, 108, 63, 108, 63, -41, 63, -41, 63, -41, 63, -41, 63, -20, 63,
-20, 63, 108, 63, 0, 64, 0, 64, 0, 64, 0, 64, 0, 64, 0, 64, 20, 64, 41, 64, 82, 64, 123, 64, 15, 64,
123, 64, 102, 64, -46, 64, 41, 64, 20, 64, 20, 64, 20, 64, 0, 64, 0, 64, 0, 64, 0, 64, 108, 63, 108,
63, 108, 63, 108, 63, 108, 63, -20, 63, -41, 63, -20, 63, -20, 63, -128, 64, -87, 64, -67, 64,
102, 64, 102, 64, 102, 64, 82, 64, 41, 64, 20, 64, 0, 64, 108, 63, 108, 63, 108, 63, -20, 63, -20, 63,
-20, 63, -20, 63, 108, 63, 108, 63, 108, 63, 0, 64, -128, 64, -128, 64, 0, 64, 0, 64, 0, 64, 0, 64, 20,
64, 41, 64, 61, 64, 102, 64, 15, 64, 36, 64, 56, 64, -72, 64, -72, 64, -92, 64, -113, 64, -113, 64, -113,
64, -113, 64, -113, 64, 36, 64, 36, 64, 56, 64, 36, 64, -5, 64, -67, 64, -41, 63, 92, 63, 77, 62, -67, 62,
66, 61, -124, 61, 25, 61, -42, 61, -46, 62, -31, 62, -15, 63, 108, 63, -87, 64, 102, 64, -5, 64, 15, 64,
15, 64, 36, 64, -72, 64, 97, 64, 118, 64, 118, 64, 118, 64, -118, 65, -10, 64, -10, 64, 97, 64, -31, 64,
-51, 64, -51, 64, -31, 64, -10, 64, -118, 65, -118, 65, -97, 65, 31, 65, 10, 65, 10, 65, 10, 65, 10, 65,
10, 65, 31, 65, 10, 65, 118, 64, 77, 64, 15, 64, 102, 64, 61, 64, -108, 64, 0, 64, 0, 64, 108, 63, 87, 63,
67, 63, -82, 63, -102, 63, -102, 63, -102, 63, -123, 63, -123, 63, -15, 63, -36, 63, -56, 63, 51, 63, 51,
63, 31, 63, 10, 63, 10, 63, 118, 62, 118, 62, 118, 62, 118, 62, 118, 62, -118, 63, -97, 63, -77, 63, 72,
63, 92, 63, 113, 63, 5, 63, 26, 63, 26, 63, -102, 63, -102, 63, -82, 63, -82, 63, -61, 63, -61, 63, -61,
63, -61, 63, -61, 63, -61, 63, -61, 63, 67, 63, 67, 63, 67, 63, 46, 63, -82, 63, -82, 63, -82, 63,
-82, 63, -82, 63, -82, 63, -82, 63, -82, 63, -61, 63, -128, 64, -67, 64, -92, 64, 118, 64, 51, 65,
-56, 65, -77, 65, 118, 64, 56, 64, 15, 64, -46, 64, 61, 64, 41, 64, 41, 64, 41, 64, 41, 64, 41, 64, 61, 64, 61, 64,
41, 64, 41, 64, 41, 64, 20, 64, 20, 64, 20, 64, 61, 64, 123, 64, 97, 64, 51, 65, 5, 65, -82, 65, 26, 65, -15, 65,
-97, 65, -51, 64, 15, 64, 102, 64, -46, 64, 82, 64, 61, 64, 41, 64, 20, 64, 0, 64, 0, 64, 0, 64, 0, 64, 0,
64, 0, 64, 0, 64, 0, 64, 0, 64, 0, 64, 108, 63, 87, 63, 87, 63, -61, 63, -61, 63, -61, 63, -61, 63,
-61, 63, -61, 63, -82, 63, 46, 63, 26, 63, 26, 63, 46, 63, -82, 63, -61, 63, -41, 63, -41, 63, -20, 63, -128,
64, -128, 64, -128, 64, 20, 64, 41, 64, 61, 64, 61, 64, 82, 64, 82, 64, 102, 64, 102, 64, 102, 64, 123, 64,
123, 64, 123, 64, 123, 64, 102, 64, 102, 64, 61, 64, 20, 64, 87, 63, 113, 63, 97, 62, -46, 62, 86, 61, -16,
61, 91, 61, -16, 61, 66, 61, 61, 62, 77, 62, -56, 63, 46, 63, -20, 63, 20, 64, -67, 64, -46, 64, 102, 64, 102,
64, 123, 64, 123, 64, 123, 64, 102, 64, 102, 64, 123, 64, 123, 64, 15, 64, 15, 64, 15, 64, -5, 64, -5,
64, -26, 64, 82, 64, 61, 64, 61, 64, 61, 64, 61, 64, 61, 64, 82, 64, 82, 64, 82, 64, 82, 64, 61, 64, 41, 64, 41, 64, 20,
```

Nel seguito, si riporta il codice JavaScript utilizzato per disegnare il tracciato grafico.

```
function drawEcg() {
    jg.clear();
    jg.setColor("black");
    jg.setStroke(1);
    jg.drawString("Page " + (currentPart + 1) + "/" + total, 40, 270);
    var x = 0;
    //scorro i valori del tracciato
    for (i = 1; i < y.length; i++) {
        x = x + 1;
        jg.drawLine(x - 1, y_start + ((baseline - y[i - 1]) * norm), x, y_start + ((baseline - y[i]) * norm));
        //se ho raggiunto il numero di campioni previsti per la pagina mi fermo
        if (x == sampleForPage) {
            break;
        }
    }
    jg.paint();
    $("#pages").val((currentPart + 1) + "/" + total);
    return;
}
```



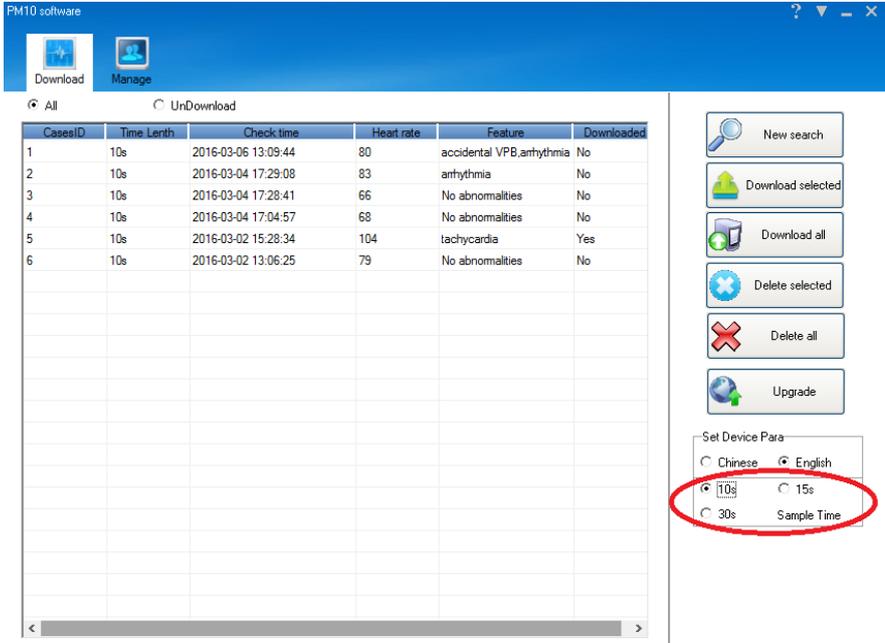
4.6 Testing

L'intero sotto-modulo implementato è stato sottoposto ad un'accurata fase di test. I componenti necessari utilizzati per l'attività sono stati:

- *ECG portatile modello PM10 CONTEC*
- *Smartphone Android, nello specifico OnePlus modello One*
 - ✓ Processore: Qualcomm Snapdragon 801 (2.5 GHz, Quad core, 32 bit)
 - ✓ Memoria RAM: 3 GB
 - ✓ Risoluzione del display: FullHD HD JDI da 5.5 1080p con la tecnologia LTPS
 - ✓ Versione del Sistema Operativo: Lollipop 5.1.1 CyanogenMod (API Level : 22)
- *Server – macchina virtuale Linux*
 - ✓ Sistema operativo CentOS ver. 6.3
 - ✓ CPU: Intel® Xeon® CPU E5520 @ 2.27GHz, 4 cores
 - ✓ RAM: 4 GB
 - ✓ DB PostgreSQL 9.3
 - ✓ Applications Server: Apache Tomcat 7.0.47

Per la fase di test, l'apparato elettromedicale è stato impostato a 10 secondi per la misurazione delle pulsazioni e dell'ECG.

Tale tempistica inizia dal momento in cui l'apparato rileva correttamente i valori e si stabilizza (evidenziato dal cambio di colore del tracciato grafico da arancione a verde).



The screenshot shows the FM10 software interface. At the top, there are 'Download' and 'Manage' buttons. Below is a table with the following data:

CasesID	Time Lenth	Check time	Heart rate	Feature	Downloaded
1	10s	2016-03-06 13:09:44	80	accidental VPB, arrhythmia	No
2	10s	2016-03-04 17:29:08	83	arrhythmia	No
3	10s	2016-03-04 17:28:41	66	No abnormalities	No
4	10s	2016-03-04 17:04:57	68	No abnormalities	No
5	10s	2016-03-02 15:28:34	104	tachycardia	Yes
6	10s	2016-03-02 13:06:25	79	No abnormalities	No

On the right side, there is a control panel with the following buttons: 'New search', 'Download selected', 'Download all', 'Delete selected', 'Delete all', and 'Upgrade'. Below these buttons is a 'Set Device Para' section with radio buttons for 'Chinese' and 'English', and a dropdown menu for 'Sample Time' with options '10s', '15s', and '30s'. The '10s' option is circled in red.

I tempi di connessione dello smartphone Android con l'apparato elettromedicale sono pressoché immediati.

Di fatto, l'intera operazione di misurazione e salvataggio dei dati ha una durata inferiore al minuto.

4.6.1 Soddisfazione dei requisiti

Come dimostrato dai test e come descritto nelle precedenti sezioni, i requisiti sono stati soddisfatti: il sistema è, infatti, in grado di raccogliere la misurazione del parametro vitale proveniente dall'ECG, di storicizzare i dati su server e di visualizzare il tracciato grafico su carta millimetrata.

Capitolo Quinto

“La telemedicina è una parte innovativa della medicina comunemente definita e offre una modalità di somministrazione di quest’ultima valida e sicura. Potremmo riassumere in una espressione questa nuova branca: la telemedicina permette di effettuare la giusta cura, nel posto giusto, nel momento giusto. In altri termini : corretto trattamento, con la tempistica giusta la dove il paziente vive (il proprio domicilio). Questa non è una visione utopistica della medicina, bensì è quello che la medicina dovrà fare per affrontare una sanità completamente differente da quella vissuta e soprattutto su una popolazione differente da quella fino ad ora trattata”.

[Prof. Gianluca Polvani]³⁹

5.1 Il Centro Cardiologico Monzino

Il Centro Cardiologico Monzino è nato nel 1981 da una donazione del Cavaliere del Lavoro Dr. Italo Monzino e dall'idea originale del Prof. Cesare Bartorelli, dell'Università degli Studi di Milano, che pensò di creare un centro dedicato esclusivamente alla cura delle malattie cardiovascolari.

Ancora oggi il Centro Cardiologico Monzino è l'unico esempio di Istituto cardiologico monotematico di ricerca e di cura in Europa.

È accreditato e convenzionato con la Regione Lombardia ed offre prestazioni di ricovero e ambulatoriali in regime di Servizio Sanitario Nazionale (SSN).

³⁹ http://www.i-tel.it/blog/ict_sanita/i-tel-centro-cardiologico-monzino-per-la-sanita-digitale-la-testimonianza-del-prof-polvani-responsabile-di-telemedina-cardiovascolare-al-ccm/ I-Tel & Centro Cardiologico Monzino: parla il Prof. Polvani – Resp. Telemedicina cardiovascolare al CCM

5.1.1 La storia

La collaborazione di I-Tel con il Centro Cardiologico Monzino inizia nel 2014: l'esigenza era quella di gestire al meglio le chiamate di emergenza, specialmente in orario notturno e festivo, dal domicilio dei cardiopatici.

L'operatività, completamente manuale, prevedeva:

- La chiamata telefonica del cardiopatico al CCM
- La ricerca dell'infermiere specializzato di supporto
- La ricezione dell'ECG via accoppiatore acustico su una postazione fissa dedicata allo scopo
- La refertazione del tracciato da parte dei cardiologi del Monzino

Il tutto senza alcun log di chi ha chiamato e quando, nonché senza la registrazione delle conversazioni telefoniche intercorse. Inoltre, la raccolta dell'ECG è possibile da un'unica postazione fissa dedicata allo scopo.

In questo processo, i punti deboli e a rischio erano numerosi, quindi sono state individuate diverse aree di miglioramento. Nello specifico, I-Tel è intervenuta con un primo progetto:

- Installazione di un call center/sala operativa
- Gestione automatica delle chiamate agli infermieri specializzati di turno (diurno, notturno, festivo)
- Raccolta dell'ECG su qualsiasi postazione di lavoro degli infermieri specializzati
- Organizzazione del lavoro degli infermieri in regime di reperibilità in notturno e festivo
- Registrazione di tutte le conversazioni telefoniche.

5.1.2 I riconoscimenti

5.1.2.1 Premio e-Health, Salute & Innovazione 2015

Con questo progetto, il Centro Cardiologico Monzino ha vinto il premio “e-Health, Salute & Innovazione 2015”⁴⁰ assegnato dal Movimento Difesa del Cittadino come eccellenza italiana che si è distinta nell’adozione di strumenti di telemedicina e salute online. Il Premio, consegnato a Roma in occasione del convegno “Internet e Salute – Telemedicina, l’innovazione nel servizio sanitario” è stato assegnato per la qualità certificata, l’innovazione e l’impatto sociale del servizio, che ha dimostrato altissimi livelli di eccellenza clinica garantendo efficienza e sostenibilità economica.

“Questo riconoscimento ci rende particolarmente orgogliosi, – ha dichiarato il Prof. Gianluca Polvani, responsabile della Telemedicina al CCM. – Con il nostro servizio permettiamo ai pazienti che hanno subito un intervento cardiovascolare di essere assistiti a domicilio e di avere una completa riabilitazione post-chirurgica a casa propria con un’assistenza costante, come se fossero ospedalizzati, adeguando la terapia in tempi brevi e riducendo complicanze e ricoveri ospedalieri. Il Premio che ci hanno conferito oggi, tuttavia, non è solo un riconoscimento del nostro livello di qualità e innovazione, – conclude Polvani, – ma attesta anche la singolarità della nostra struttura: abbiamo, infatti, un livello di organizzazione unico, che ci ha permesso di raggiungere

⁴⁰ http://www.i-tel.it/it/blog/ict_sanita/best-practice-e-health-in-italia-vince-il-monzino-i-tel-partner-tecnologico/

risultati clinici straordinari rispettando criteri di razionalità e sostenibilità economica, al punto da essere diventati un modello di riferimento anche per il Sistema Sanitario Regionale”.

5.1.2.2 Premio Smau Milano 2015

Il 22 ottobre 2015 all’Arena Social Innovation di Smau Milano l’innovativo sistema di Telemedicina dell’Ospedale Cardiologico Monzino⁴¹, di cui I-Tel è partner tecnologico, è stato presentato come **caso di successo e realtà d’eccellenza** nel panorama italiano. Alla presenza del Direttore Sanitario – Dott. Massimo Castoldi – e del Responsabile di Telemedicina Cardiovascolare – Prof. Gianluca Polvani – la giornalista Chiara Albicocco di Radio24 ha introdotto il Progetto qualificandolo come sistema innovativo che **valorizza l’interazione tra struttura sanitaria e malato cronico**. Il Progetto, ha sottolineato la Dott.ssa Calligaris – medico cardiologo del Monzino – è assolutamente in linea con quanto previsto dalla Legge Regionale 11 agosto 2015 in materia di **modelli organizzativi alternativi per la gestione dei soggetti cronici**. Soprattutto, attraverso un sistema di monitoraggio attivo h24, rappresenta un vero e proprio reparto dell’ospedale posto a casa del paziente. Non si tratta quindi di una deospedalizzazione precoce ma di un sistema in cui il paziente è primo attore, insieme ai propri familiari e al personale sanitario, nella gestione ottimale della malattia. Anche nel caso di complicanze.

⁴¹ http://www.i-tel.it/it/blog/ict_sanita/sanita-digitale-il-monzino-caso-di-successo-a-smau-per-la-telemedicina/

5.1.3 Il futuro

A fronte degli incoraggianti risultati, il Centro Cardiologico della Telemedicina.

Contemporaneamente I-Tel ha iniziato a sviluppare Sm@rtEVEN e ne ha presentato il prototipo al Prof. Gianluca Polvani.

L'idea, a questo punto, prende forma. Il progetto sanitario viene discusso con il management aziendale ed ottiene un largo consenso.

Lo stesso Prof. Polvani, intervistato sull'argomento sempre nell'ambito del lavoro di tesi, risponde alle seguenti 4 domande che descrivono e perimetrano il nuovo progetto:

“Uno dei principali obiettivi è eliminare l'attuale dispositivo che trasmette l'ECG tramite accoppiatore acustico?”



“Assolutamente sì. Oggi i nuovi device digitali permettono una quantità di informazioni trasmissibili e una qualità del segnale che gli apparati analogici non saranno mai in grado di offrire. Inoltre, la sicurezza della trasmissione digitale tutela sia l'assistito sia il medico specialista.”⁴²

⁴² https://it.wikipedia.org/wiki/Bit_di_parit%C3%A0 Il segnale analogico trasforma un'informazione in una serie di impulsi elettrici codificati in funzione degli standard adottati nei vari paesi. Il segnale digitale fa un ulteriore passo rispetto a quello analogico, trasforma tali impulsi (mediante gli ADAC, convertitori che campionano secondo complessi algoritmi i segnali che ricevono) in byte di 0 ed 1, quindi l'informazione da trasportare diventa un insieme di bit. Cambia quindi la qualità del segnale trasmesso e la quantità di informazioni trasmissibile a parità di frequenza utilizzata per la trasmissione. Inoltre la trasmissione digitale si avvale del **bit di parità** che è un codice di controllo utilizzato nei calcolatori per prevenire errori nella trasmissione o nella memorizzazione dei dati. Tale sistema prevede l'aggiunta di un bit ridondante ai dati, calcolato a seconda che il numero di bit che valgono 1 sia pari o dispari. Se, per esempio, un numero dispari di bit è cambiato durante la trasmissione di un insieme di bit allora il bit di parità

“Avere la storicizzazione dei tracciati in locale, e non come adesso avviene presso un centro servizi, può essere maggiormente conveniente anche per la privacy?”

“La privacy è solo uno degli aspetti della Telemedicina, importante certamente, ma non prioritario. L’aspetto più critico per l’ospedale è la garanzia di continuità del servizio. Pertanto, avere i server presso il nostro Centro Elaborazione Dati, gestiti, controllati e supervisionati dai nostri colleghi tecnici, è una certezza ed una sicurezza. La nostra server farm è protetta, completamente ridondata e provvista di gruppi di continuità, nonché di un generatore di corrente elettrica per le emergenze.”

“Pensa di aprire tali servizi anche ai non post-operati?”

“Assolutamente sì. La Telemedicina è importantissima per la prevenzione; pertanto, includere quelli che noi chiamiamo pseudo-sani – che rappresentano una numerosa fascia intermedia tra i sani e i cronici – permetterà di prevenire patologie, anche gravi, migliorando la qualità della vita dei nostri assistiti.”

“Pensa di poter arruolare anche assistiti con cronicità diverse?”

“Uno dei nostri obiettivi è monitorare i pazienti oncologici assistiti dall’Istituto Europeo di Oncologia. Purtroppo, infatti, uno degli effetti collaterali dei farmaci oncologici è proprio la tossicità cardiaca. Pertanto, anche in questo caso, la Telemedicina gioca un ruolo importantissimo nella prevenzione.”

Le proiezioni del Centro Cardiologico Monzino sul nuovo progetto sono le seguenti: “l’impatto economico del Servizio Centrale di Telemedicina porterà una **riduzione del 45% della spesa giornaliera e del 30% dei casi di reospedalizzazione**. Regione Lombardia, non a caso, ha osservato e studiato il progetto come modello di Sanità 2.0 per ben quattro anni. Tra gli sviluppi futuri, l’idea è di introdurre un sistema di “uno a molti” in cui, attraverso le nuove tecnologie di comunicazione multicanale, l’operatore sanitario possa interagire contemporaneamente, anche in video presenza, con una molteplicità di pazienti remotizzati. Ad esempio per effettuare terapie di riabilitazione. Non solo. Grazie all’APP messa a punto con I-Tel, il personale sanitario potrà in qualsiasi luogo e in qualsiasi momento consultare lo storico dei parametri di ciascun paziente, rilevare eventuali anomalie, verificare la corretta assunzione di farmaci, comunicare con il paziente, i suoi familiari e tutto il team di cura.”

Via app, oltre che da cruscotto web, il personale sanitario può osservare i tracciati in tempo reale, confrontarli con lo storico, valutare e gestire priorità. Il tutto per una Sanità davvero digitale e 2.0, utile sia al paziente, che si sente sicuro e protetto anche a casa, sia alla struttura sanitaria, che può ottimizzare l’utilizzo di personale e macchinari per offrire servizi sempre migliori.

Conclusioni

Il lavoro di tesi mi ha permesso di scoprire questo particolare binomio: Informatica e Sanità, che prende il nome di e-Health e che Thomas Eng nel 2001 nella pubblicazione "The e-Health Landscape" ha così definito: "the use of emerging information and communication interactive technology, especially the Internet, to improve or enable health and health care"

Il tema è estremamente interessante, all'attenzione anche della Commissione Europea (2004) che categorizza come e-Health "tutte le applicazioni dell'ICT nella vasta gamma di funzioni proprie di un sistema sanitario" e che riguardano medici, manager ospedalieri, infermieri, specialisti di gestione dei dati, amministratori della previdenza sociale e, naturalmente, i pazienti attraverso la prevenzione delle malattie o una migliore gestione delle stesse.

Ormai ci si è resi conto che - con la nascita di Internet, la sua rapida diffusione e il suo consolidamento con il Web 2.0, accompagnato dall'affermazione di terminali sempre più leggeri e portatili - è possibile mettere in relazione soggetti diversi, che hanno la necessità di nuovi strumenti per comunicare e trasmettere testi, dati, audio e video. Sono stati quindi introdotti dispositivi estremamente sofisticati, in grado di fornire informazioni essenziali in qualsiasi momento ed in qualsiasi luogo a qualsiasi utente.

Dall'e-Health al mobile health o mHealth il passaggio è stato quindi molto veloce: un cambiamento anche culturale, organizzativo e tecnologico destinato, nei prossimi anni, a modificare sensibilmente la sanità a livello internazionale.

Un ulteriore avvincente aspetto è quello legato alla governance, aspetto indispensabile affinché il lavoro delle imprese e gli sforzi delle strutture sanitarie non siano vani.

Sicuramente, quello che emerge da questo lavoro di ricerca è che la tecnologia c'è, forse anche in eccesso per l'attuale richiesta di mercato. Le idee progettuali, altresì non mancano, purtroppo però con un po' di disorganizzazione generale: tante sperimentazioni, disperse a macchia di leopardo, mai messe a sistema.

Sono convinta però che la Telemedicina possa essere veramente la soluzione per una migliore qualità di vita, per una reale buona organizzazione dei servizi e per una sicura riduzione dei costi. In tale contesto, l'applicazione delle nuove tecnologie rappresenta una valida opportunità per definire un migliore bilanciamento, tra l'esigenza di maggiore qualità delle prestazioni e un oculato impiego delle risorse disponibili.

Auspico quindi che i vari stakeholder presenti sul mercato decidano di uscire da una situazione "sperimentale" che dura oramai da troppo tempo e che, con una organizzazione coerente, si passi ad una vera sanità digitale non più influenzata da operazioni commerciali, ma costruttrice di un nuovo mercato.

Appendice 1

“Il nostro tempo è limitato, per cui non lo dobbiamo sprecare vivendo la vita di qualcun altro. Non facciamoci intrappolare dai dogmi, che vuol dire vivere seguendo i risultati del pensiero di altre persone. Non lasciamo che il rumore delle opinioni altrui offuschi la nostra voce interiore. E, cosa più importante di tutte, dobbiamo avere il coraggio di seguire il nostro cuore e la nostra intuizione. In qualche modo, essi sanno che cosa vogliamo realmente diventare. Tutto il resto è secondario.”

[Steve Jobs]⁴³

6. L'avvento degli smartphone

L'introduzione dei cosiddetti “smartphone” ha cambiato radicalmente la concezione di telefono cellulare, rivoluzionando completamente il modo in cui le persone interagiscono con questi ultimi.

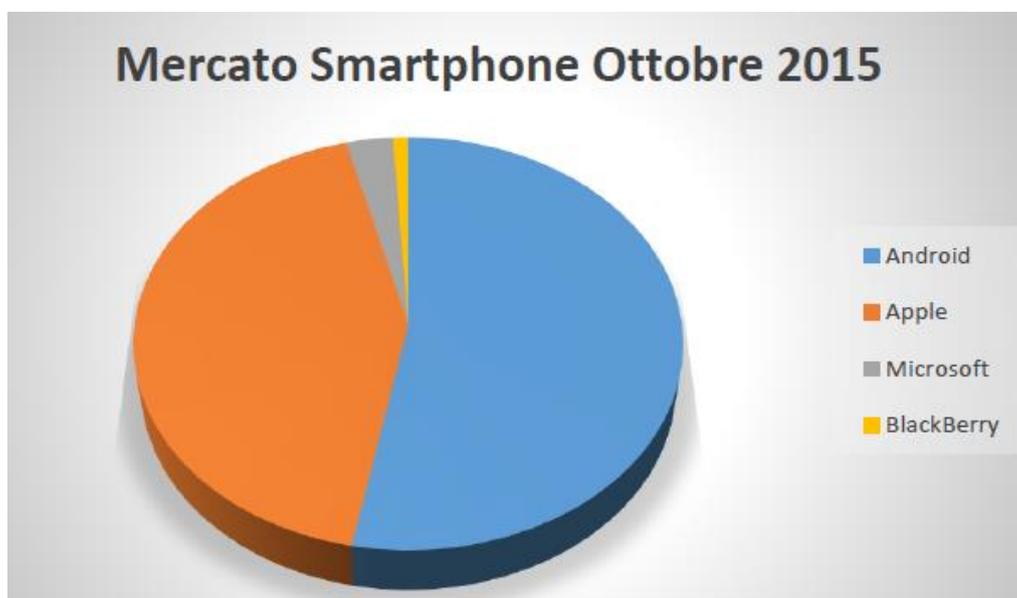
Inizialmente concepiti come “semplici” mezzi di comunicazione, oggi sono divenuti congegni dalle molteplici funzioni che incorporano molti altri dispositivi tecnologici come fotocamere, navigatori satellitari, lettori multimediali. Questi dispositivi mobili danno la possibilità alle persone di avere accesso a tutte le informazioni di cui hanno bisogno, in qualunque posto ed in qualunque momento. Grazie alla loro enorme versatilità ed ubiquità, e alla loro ampia dotazione di strumenti, come microfoni, fotocamere, touchscreen, sistemi di geolocalizzazione e sensori di ogni tipo, gli smartphone stanno diventando a tutti gli effetti delle estensioni delle nostre percezioni.

⁴³ Steve Jobs - discorso pronunciato in occasione della cerimonia consegna diplomi alla Stanford University

Il mercato degli smartphone è caratterizzato da una fortissima domanda che coinvolge in maniera indiscriminata tutte le classi di consumatori. Sviluppare applicazioni per dispositivi mobili è indubbiamente un'importante opportunità in quanto permette di posizionarsi nel lato dell'offerta nel mercato sovraccitato.

Android è una tra le tante realtà che si sono venute a creare durante l'evoluzione dei dispositivi mobili. La sua natura aperta priva di barriere lo ha portato rapidamente ad essere tra le piattaforme mobili più apprezzate attualmente. La parola "open" ruota intorno ad Android in tutti i suoi aspetti, inclusa la sua piattaforma di sviluppo, molto potente e, allo stesso tempo, semplice da utilizzare.

Nel corso degli anni, quindi, Android è arrivato ad essere la piattaforma mobile più diffusa al mondo. Infatti nel terzo trimestre del 2015, Android è saldamente in testa, con il 53% del market share; Apple con sistema operativo iOS si attesta al 43%.



Si noti come solo queste due voci occupino più del 95% dell'intero parco Smartphone americano; Microsoft, con il suo Windows Phone, rimane intorno al 3% mentre Blackberry occupa il rimanente 1%.⁴⁴

6.1 Storia di Android

Il sistema operativo fu inizialmente sviluppato da Android Inc. che venne acquisita nel 2005 da Google. I fondatori di Android Inc., Andy Rubin, Rich Miner, Nick Sears e Chris White, passarono alle dipendenze di Google e svilupparono una piattaforma basata sul kernel Linux.

Il 5 novembre 2007 venne annunciata la costituzione dell'Open Handset Alliance (OHA)⁴⁵ che, lo stesso giorno, presentò Android, basato sulla versione 2.6 del kernel Linux. Pochi giorni dopo, l'OHA rilasciò una versione di anteprima del Software Development Kit (SDK) di Android, molto prima dell'arrivo di una qualsiasi forma di hardware in grado di supportare il nuovo sistema operativo di Google.

Il 23 settembre 2008, contemporaneamente all'aggiornamento della SDK alla versione 1.0, venne annunciato il primo dispositivo Android: il T-Mobile G1, prodotto dalla società taiwanese HTC e commercializzato dal carrier telefonico T-Mobile.

⁴⁴ <https://www.comscore.com/Insights/Market-Rankings/comScore-Reports-October-2015-US-Smartphone-Subscriber-Market-Share> comScore Reports October 2015 U.S. Smartphone Subscriber Market Share

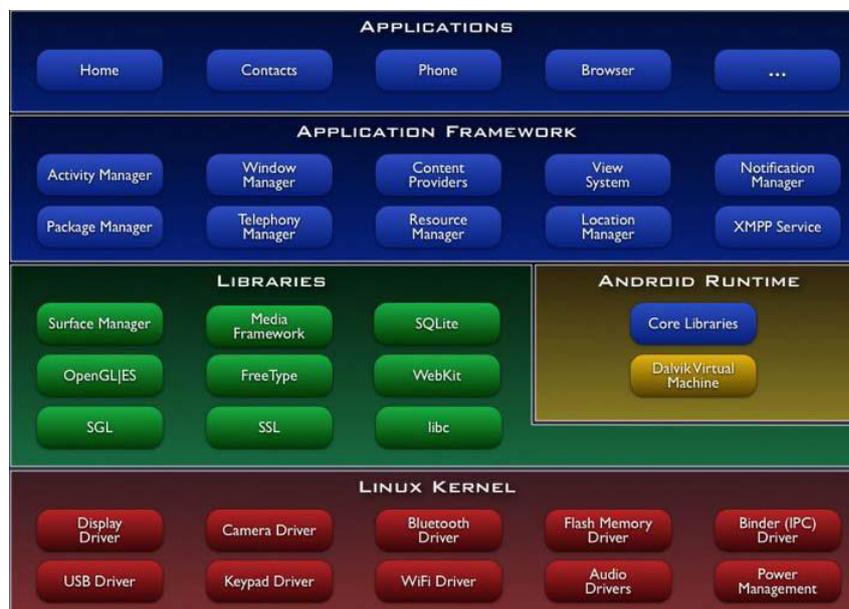
⁴⁵ La Open Handset Alliance è un insieme di società operanti nell'ecosistema della telefonia mobile costituito da operatori di telefonia mobile, produttori di dispositivi, produttori di software, produttori di semiconduttori e compagnie per la commercializzazione. Dei più dei 70 membri se ne elencano alcuni tra i più rilevanti: Google, Motorola, HTC, Sony, Intel, T-Mobile, Samsung, Nvidia, Qualcomm.

Da quel momento la piattaforma Android ebbe una crescita incredibile, rendendo disponibili, in poco tempo, numerosi aggiornamenti.



6.2 Architettura

Il sistema operativo Android è basato su kernel Linux e consiste in una struttura formata da vari livelli o layer, ognuno di essi fornisce al livello superiore un'astrazione del sistema sottostante. Nel seguito, si riporta il cosiddetto Software Stack di Android



6.2.1 Applications Layer

Il livello più alto dello stack è costituito dalle applicazioni: non soltanto quelle native come per esempio il sistema di gestione dei contatti, l'applicazione per l'invio di SMS, il calendario, ecc..., ma anche quelle provenienti da altre fonti. Android non differenzia le applicazioni di terze parti da quelle già incluse nel telefono, infatti garantisce gli stessi privilegi a entrambe le categorie.

6.2.2 Application Framework Layer

L'architettura di Android incoraggia il riutilizzo di componenti rendendo possibile la condivisione di servizi tra più applicazioni. In questo modo l'Application Framework permette agli sviluppatori di concentrarsi nella risoluzione di problemi non ancora affrontati avendo sempre a propria disposizione il lavoro già svolto da altri.

Questo framework è basato su classi Java che però non vengono eseguite in un classico ambiente Java. Infatti è stato possibile evitare gli oneri derivanti dall'adozione della Java Virtual Machine (JVM) realizzando una macchina virtuale ad hoc denominata Dalvik Virtual Machine (DVM).

6.2.3 Libraries Layer

Android include una serie di librerie C/C++ che vengono usate da vari componenti del sistema. Attraverso l'Application Framework gli sviluppatori hanno accesso ai servizi forniti da queste librerie.

6.2.4 Android Runtime Layer

Ciò che distingue il sistema operativo Android da un'implementazione mobile di Linux è il runtime, che è formato dalle cosiddette Core Libraries e dalla Dalvik Virtual Machine (DVM). Le Core Libraries includono buona parte delle funzionalità fornite dalle librerie standard di Java a cui sono state aggiunte librerie specifiche di Android.

6.2.5 Linux Kernel Layer

Alla base dello stack Android troviamo un kernel Linux nella versione 2.6. La scelta di una simile configurazione è nata dalla necessità di disporre di un vero e proprio sistema operativo che fornisca gli strumenti di basso livello per la virtualizzazione dell'hardware sottostante attraverso l'utilizzo di diversi driver.

A differenza di un kernel Linux standard, per Android sono stati aggiunti ulteriori moduli come: Binder (IPC) Driver , Low Memory Killer, Android Debug Bridge, RAM Console e Log devices, Ashmem, Power Management.

6.3 Ambiente di sviluppo

Uno dei grandi punti di forza di Android è la sua piattaforma di sviluppo open source, a cui vanno attribuiti buona parte dei meriti del successo raggiunto fin'ora.

I membri della Open Handset Alliance sono convinti che il miglior modo per offrire software di qualità ai consumatori è rendere semplice per gli sviluppatori scriverlo.

L'idea su cui è basata la piattaforma di sviluppo di Android è quella di non limitare in nessun modo le potenzialità degli sviluppatori offrendo loro gli stessi mezzi usati dai creatori di Android stesso. Infatti le applicazioni di terze parti vengono considerate allo stesso livello di quelle native:

“your apps are not second class citizens, they are at the same level as any other app that ships with the phone”...“you got the ability to leverage other people’s work to enrich your own app, or to become the source for other people to use so your app can be part of someone else’s”⁴⁶

[Reto Meier]⁴⁷

Inoltre Android permette di utilizzare parti di applicazioni all'interno di altre non solo attraverso il classico riutilizzo di codice ma soprattutto grazie ad un efficace meccanismo basato sugli Intent Filters.

Gli Intent Filters sono un metodo per esporre al resto del sistema le azioni che un'applicazione può compiere in modo da poter essere sfruttate da qualunque applicazione.

Offrono numerosi benefici tra cui:

- *massimizzare il riutilizzo e la modularità dei componenti*: le applicazioni possono specializzarsi su servizi singoli e in caso di necessità interagire tra loro per fornire un servizio migliore;

⁴⁶ <https://plus.google.com/111169963967137030210/posts> “Le vostre applicazioni non sono cittadini di seconda classe, ma sono allo stesso livello di qualsiasi altra applicazione che viene fornita con il telefono”...“Avete la possibilità di sfruttare il lavoro di altri per arricchire la vostra applicazione, o di essere una vera e propria fonte, in modo che la vostra applicazione può essere parte di quella di qualcun altro.”

⁴⁷ Reto Meier è uno sviluppatore Android, Advocate di Google ed autore del libro Professional Android 4 Development

- *adattare al meglio le applicazioni alle esigenze dell'utente*: ad esempio l'applicazione relativa alla fotocamera, che ha una funzione per permettere la condivisione delle immagini, può chiedere all'utente di selezionare l'applicazione da usare per portare a termine tale operazione. Il software che richiede il servizio può tranquillamente non essere a conoscenza delle applicazioni correntemente installate sul dispositivo, sarà il meccanismo degli Intent Filters a individuare i programmi che potranno accogliere la richiesta.

6.4 La scelta tecnologica

Per un'applicazione come quella che è stata realizzata in questo elaborato si è voluto privilegiare l'aspetto OPEN nell'ambito delle tecnologie offerte dal mercato, in quanto l'interfaccia sviluppata deve permettere l'utilizzo di diversi tipi di sensore, nonché essere compatibile con il più grande numero di dispositivi possibile; inoltre, era necessario tenere in considerazione il basso consumo di energia, nonché una portata di trasmissione superiore a quella permessa dalla tecnologia NFC.

Risulta quindi evidente che la migliore tecnologia utilizzabile è quella di Android e del Bluetooth Low Energy.

Appendice 2

“Nel XIX secolo divenne chiaro che il cuore generava elettricità. Il fisico italiano Carlo Matteucci nel 1842 dimostrò che ogni contrazione del cuore era dovuta ad una attività elettrica. Il passo avanti venne fatto da Willem Einthoven con il suo galvanometro (1903) che assegnò le lettere P, Q, R, S e T alle varie onde e descrisse i tracciati elettrocardiografici di molte malattie cardiovascolari. Per questa scoperta fu insignito del Premio Nobel per la Medicina nel 1924. A quell'epoca, comunque, l'elettrocardiografo era ancora un voluminoso apparecchio di laboratorio, ancora ignoto ai clinici. Il primo trattato di elettrocardiografia italiano, che getta le basi dell'interpretazione clinica dell'ECG, valide ancora oggi, è stato pubblicato nel 1948 da Daniele Sibilia, cui si deve la sua introduzione in Italia.”

[da wikipedia]⁴⁸

7. La visualizzazione del tracciato record

Per la visualizzazione del tracciato record è stato indispensabile lo studio del documento tecnico fornito direttamente da CONTEC™⁴⁹, la casa produttrice dell'apparato elettromedicale.

Di seguito, si riporta uno stralcio esplicativo relativo all'argomento “ECG Data”.

⁴⁸ <https://it.wikipedia.org/wiki/Elettrocardiogramma>

⁴⁹ <http://www.contecmed.com/>

7.1 ECG Data

The acquire case data response packet received by master device, is the data packet, which is to be noted, wherein the actual data obtained after the highest bit is restored. Its length is 64 bytes in constant, in which includes the valid length of packet header byte occupying 60 bytes, and includes ECG data sampling point of 25 points. Each case, according to the length of its memory time, will be successively followed by a number of case data response packets, and the 25 points within each packet will be combined together to get the case data.

Receive byte sequence	Data packet content	Meaning
0	1101 0000	Packet header 0xD0
1	0xxx xxxx	Case serial number (low 7-bit)
2	0xxx xxxx	Case serial number (high 7-bit)
3	0xxx xxxx	The highest bit of byte 17-11
...	0xxx xxxx	The highest bit of byte "..."
9	0xxx xxxx	The highest bit of byte 59-53
10	0xxx xxxx	The highest bit of byte 60
11	0xxx xxxx	Data 0, high 8-bit (see Note 5)
12	0xxx xxxx	Data 0, low 8-bit
...	...	Data "...", high 8-bit
...	...	Data "...", low 8-bit
59	0xxx xxxx	Data 24, high 8-bit
60	0xxx xxxx	Data 24, low 8-bit
61	0xxx xxxx	Reserved byte
62	0xxx xxxx	Packet state (start/end mark)
63	0xxx xxxx	Packet serial number

Each ECG data occupies 2 bytes with no symbol representing the 16th bit. Value range: 0-32767; unit: μV ; baseline (zero potential) position: 16384

Packet state: 0x01: start packet; 0x7F: end packet; 0: other packets

The byte of packet serial number starts at 1 increasing to 127 in circulation: 0x01, 0x02, 0x03, ..., 0x7E, 0x7F, 0x01, 0x02, ...

If master device receives packet of wrong serial number or overtime, it can send 0xA0 command to notify slave device to send the current case again.